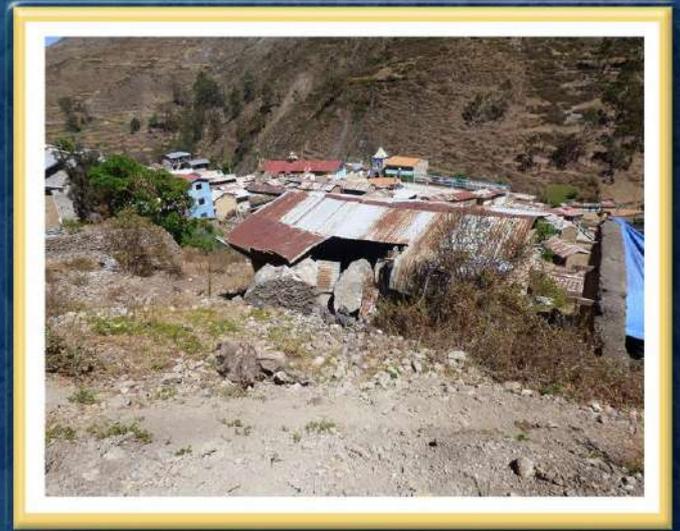


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7303**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE VICHAYCOCHA

Departamento Lima  
Provincia Huaral  
Distrito Pacaraos



OCTUBRE  
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA  
COMUNIDAD CAMPESINA DE VICHAYCOCHA**  
(Distrito Pacaraos, provincia Huaral, departamento Lima)

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

Equipo de investigación:

Ángel Gonzalo Luna Guillén  
Guisela Choquenaira Garate  
Griselda Luque Poma

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la comunidad campesina de Vichaycocha. Distrito Pacaraos, provincia Huaral, departamento Lima. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7303, 56 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1. Objetivos del estudio .....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....	5
1.3. Aspectos generales.....	7
1.3.1. Ubicación .....	7
1.3.2. Población .....	9
1.3.3. Accesibilidad .....	9
1.3.1. Clima .....	10
<b>2. DEFINICIONES.....</b>	<b>12</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>16</b>
3.1. Unidades litoestratigráficas .....	16
3.1.1. Grupo Goyllarisquizga.....	16
3.1.2. Formación Pariahuanca .....	17
3.1.3. Formación Chúlec .....	21
3.1.4. Formación Pariatambo.....	24
3.1.5. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd).....	24
3.1.6. Depósito coluvial (Qh-co) .....	24
3.1.7. Depósito proluvial (Qh-pl).....	25
3.1.8. Depósito aluvial (Qh-al).....	25
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....</b>	<b>28</b>
4.1. Pendientes del terreno .....	28
4.2. Unidades geomorfológicas.....	29
4.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional .....	30
4.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional .....	30
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>34</b>
5.1. Peligros por movimientos en masa.....	34
5.1.1. Derrumbe en la margen derecha de la quebrada Cocha, ladera oeste del cerro Purun Marca.....	34
5.1.2. Deslizamientos, flujos y otros peligros geológicos antiguos.....	39
5.1.3. Flujo de detritos.....	41
5.2. Factores condicionantes .....	44
5.3. Factores desencadenantes .....	45
5.4. Evaluación de Carampoy (zona propuesta para reubicación de Vichaycocha) .....	45
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>47</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en la comunidad campesina de Vichaycocha, ubicado en la margen izquierda del río Chancay, ladera oeste del cerro Purun Marca, en la jurisdicción del distrito de Pacaraos y Cruz de Andamarca, provincia de Huaral, departamento de Lima. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno (local, provincial y nacional).

La comunidad campesina de Vichaycocha presenta antecedentes de derrumbes. El último recientemente registrado el 06 de abril del 2022, en la margen derecha de la quebrada Cocha, ladera oeste del cerro Purun Marca, lo que motivó la solicitud y elaboración del presente informe técnico.

Litológicamente, en los alrededores de Vichaycocha afloran calizas, en el cerro Purun Marca, que según el mapa geológico a escala 1:50 000, elaborado por De La Cruz & Jaimes (2003), corresponden al Grupo Goyllarisquizga y las Formaciones Pariatambo, Pariahuanca y Chúlec. Localmente, estas rocas presentan mediano a alto fracturamiento y en algunos afloramientos más bajos se les encuentra fragmentados y con grados de meteorización moderado. El fracturamiento tiene un control estructural por el sinclinal tumbado hacia el noroeste, cuyo eje pasa por los 4000 m s.n.m. del cerro Purun Marca, con una dirección de NW-SE. Además, en la ladera del cerro Purun Marca, se observan depósitos coluvio-deluviales y proluviales, conformados por fragmentos de rocas, gravas y gravillas con diámetros de 5 cm hasta 2 m, englobados en una matriz limo-arcillosa y limo arenosa suelta y susceptible a procesos de erosión.

La comunidad campesina de Vichaycocha se asienta sobre vertientes de tipo aluvio-torrencial, con depósitos de deslizamiento y vertiente coluvio-deluvial, adosados a la ladera del cerro Purun Marca. Estas últimas presentan rangos de pendiente “muy escarpada” (>45°), y es donde se registró el derrumbe del 2022. Por su naturaleza esta ladera es altamente susceptible a la ocurrencia de nuevos derrumbes y/o deslizamientos que afectaría seriamente a la comunidad campesina.

Los factores que condicionaron el derrumbe fueron la litología de la ladera (calizas muy fracturadas), cubiertas por depósitos coluvio-deluviales con matriz mayoritariamente limosa que, al perder su resistencia al corte por la saturación del terreno, cayeron induciendo la ocurrencia del derrumbe.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en la comunidad campesina de Vichaycocha, se le considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa, que pueden ser desencadenados por precipitaciones ordinarias, prolongados y/o extraordinarias, así como por movimientos sísmicos.

El sector Carampoy (área propuesta por las autoridades locales, para la reubicación de Vichaycocha), se encuentra en un valle tipo “V”, con evidencias de geodinámica activa especialmente derrumbes. Por ello se le considera “No apto” para la reubicación del centro poblado.

Se recomienda buscar nuevos lugares para la reubicación de la comunidad campesina; Además, de empezar planes de reforestación de la ladera oeste del cerro, con la finalidad de estabilizar la ladera y prevenir deslizamientos que puedan represar el río Chancay, trayendo repercusiones a poblados aguas abajo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico 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 el oficio N° 067-2022-MDP/A de la Municipalidad provincial de Huaral, donde solicita la inspección de peligros geológicos en la quebrada Cocha de la comunidad campesina de Vichaycocha, distrito de Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima; la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designa a los Ingenieros Gonzalo Luna Guillén, Griselda Luque Puma y Guisela Choquenaira Garate, realizar la evaluación de peligros geológicos, desarrollados el 17 de agosto de 2022, para lo cual se contó con la participación de autoridades de la Municipalidad distrital de Pacaraos.

La evaluación técnica, se realizó con 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 con dron, así como la cartografía geológica y geodinámica, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

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

### 1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

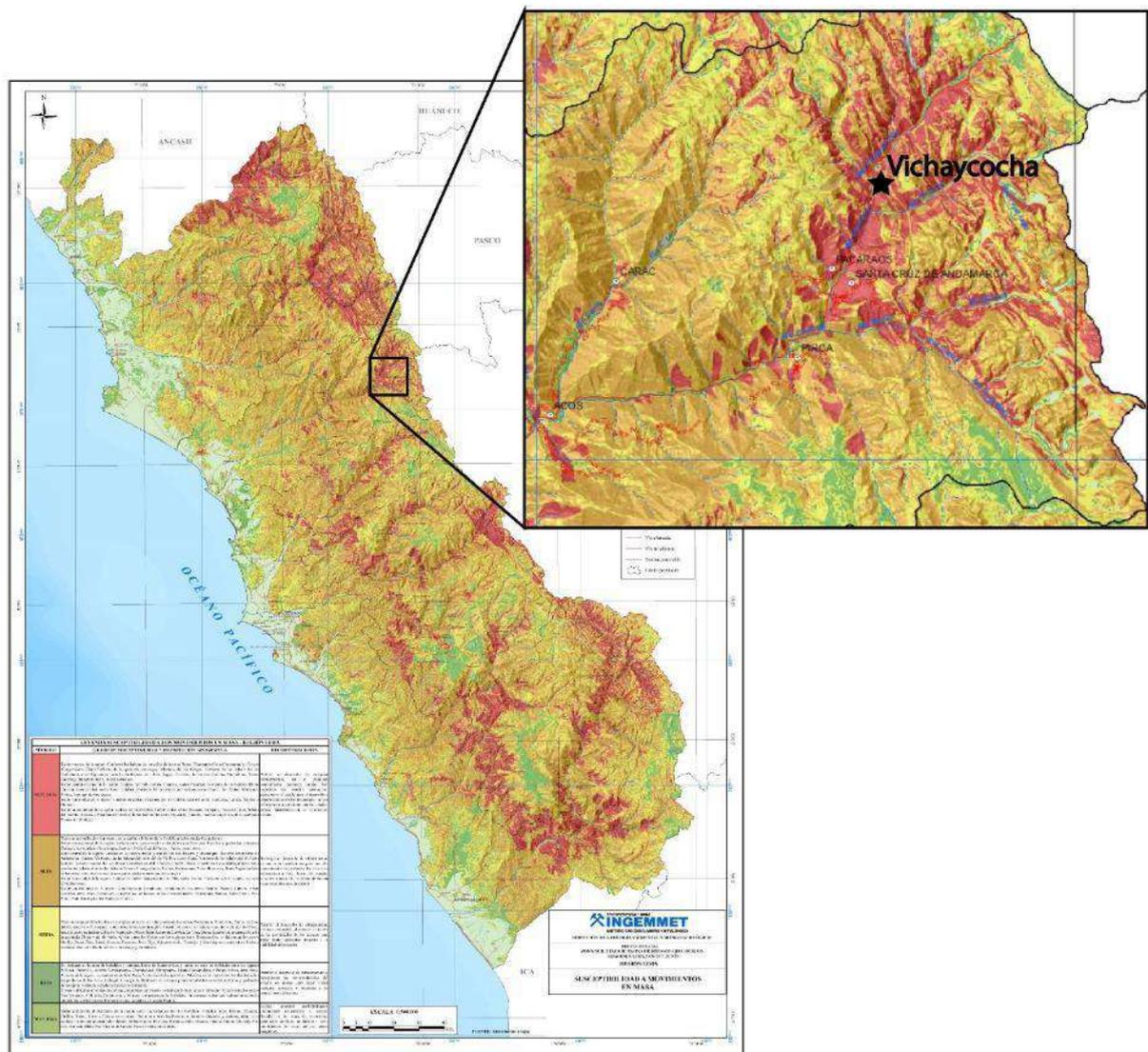
- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que puedan afectar a la comunidad campesina de Vichaycocha.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos en el sector de inspección.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la etapa de campo.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en los alrededores del sector de evaluación se tienen:

- A) En la Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Canta, hoja 26 j-I (De La Cruz & Jaimes 2003), menciona que en la zona se encuentran afloramientos del Grupo Goyllarisquizga y las formaciones Pariahuanca, Chúlec y Pariatambo, conformado principalmente por la intercalación de calizas y lutitas, que conforman los flancos de un sinclinal tumbado.
- B) En el Boletín N°12, Serie C, Ingemmet, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Chancay - Huaral” (Dávila & Celi 1994), se describe el tramo de Baños de Collpa y Vichaycocha (km 88.4-94.3) y el tramo de Vichaycocha – Desvió Antajirca, donde la litología predominante son calizas, lutitas y cuarcitas, donde las fuertes pendientes de las laderas, sumados al grado de fracturamiento y meteorización de las rocas favorecieron la ocurrencia de derrumbes.

- C) Informe técnico – Primer Reporte – Ingemmet – Zonas Críticas Por Peligros Geológicos en la Región Lima (Luque y Rosado 2014), este informe menciona que el sector de Pacaraos (Santa Cruz de Andamarca) es un área sujeta a caída de rocas, donde se pueden evidenciar deslizamientos antiguos en ambas márgenes del río Chancay (el pueblo de Pacaraos se encuentra en un deslizamiento antiguo), con la posibilidad de reactivarse, recomendando el desquinche de bloques sueltos y estabilizar el ángulo del talud, reforestación e instalación de drenes.
- D) En el Boletín N°76, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la Región Lima” (Luque et al., 2020), se describe la ocurrencia de un deslizamiento en la comunidad de Vichaycocha el 14 de marzo de 2001, este deslizamiento y posterior huaico afectó directamente 02 viviendas y dejó 8 familias damnificadas. Además, el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en este sector cataloga a Vichaycocha dentro de un área de MUY ALTA susceptibilidad a movimientos en masa (figura 1)



**Figura 1.** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Lima  
**Fuente:** Luque et al., 2020. (Escala 1:500 000)

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

La comunidad campesina de Vichaycocha, geográficamente, se sitúa en la ladera oeste del cerro Purun Marca, margen izquierda del río Chancay.

Políticamente, se emplaza entre los distritos de Santa Cruz de Andamarca y Pacaraos, provincia de Huaral, departamento de Lima. Cuenta con las siguientes coordenadas (cuadro 1, graficadas en la figura 2:

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de la comunidad campesina de Vichaycocha.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	322186.95 m E	8766545.68 m S	-11.153621°	-76.628316°
2	323898.39 m E	8766584.47 m S	-11.153355°	-76.612646°
3	323905.77 m E	8768279.47 m S	-11.138032°	-76.612494°
4	322183.03 m E	8768294.17 m S	-11.137814°	-76.628264°
<b>COORDENADA CENTRAL</b>				
cc	322898.02 m E	8767868.34 m S	-11.141699°	-76.621740°

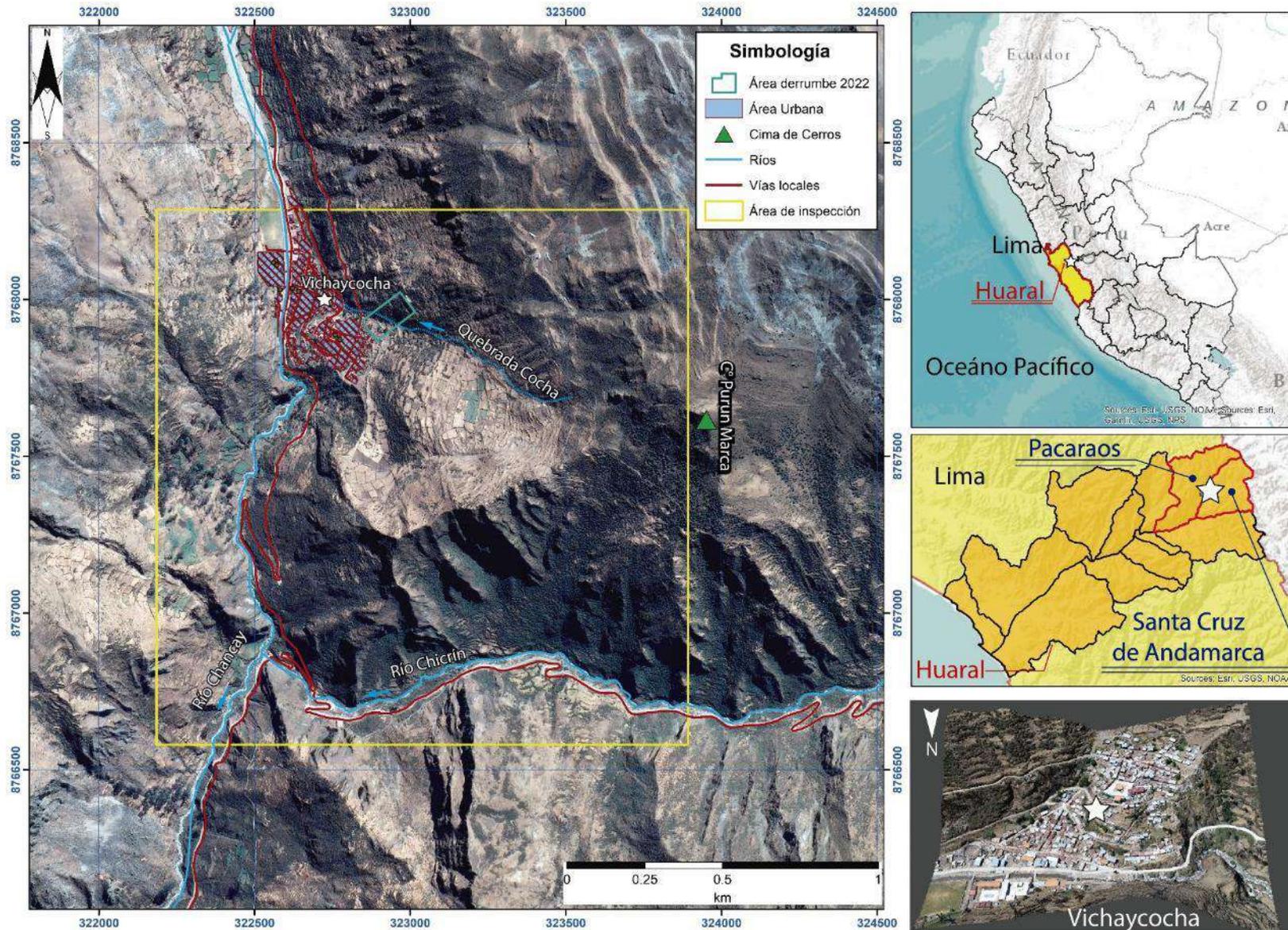
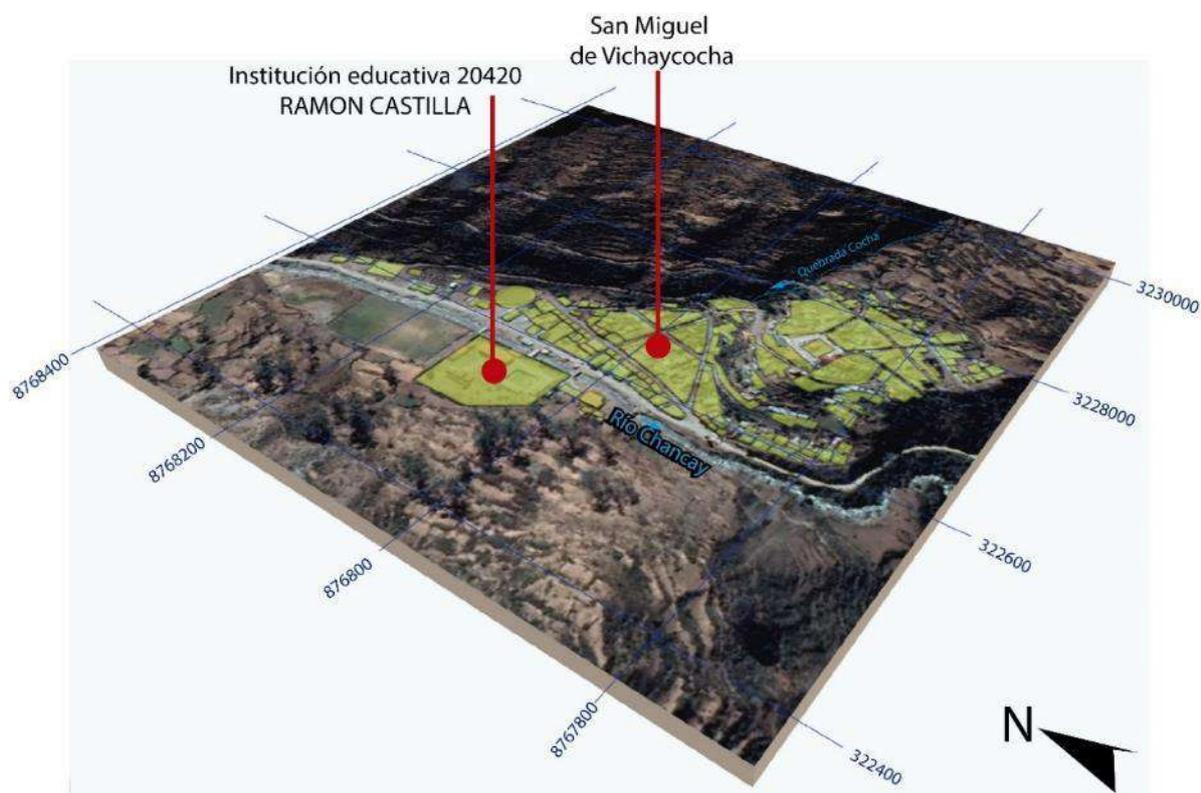


Figura 2. Mapa de ubicación política del área de inspección, referente a la quebrada Cocha de la comunidad campesina de Vichaycocha

### 1.3.2. Población

En cuanto a la población del distrito de Pacaraos, según el sistema de Información geográfica del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI, 2017), existen 333 viviendas y el total de habitantes asciende a 968 personas (varones, mujeres y niños), ver figura 3 y 4.

En campo se pudo evidenciar que dichas viviendas en Vichaycocha están construidas en su mayoría de material rústico (adobes), además cuenta con una Institución educativa N° 20420-Ramon Castilla, ubicada en la margen derecha del río Chancay (Figura 3).



**Figura 3.** Área urbana de la comunidad campesina de Vichaycocha e I.E 20420

### 1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 2 y figura 5.

**Cuadro 2.** Rutas y accesos a la zona de evaluación

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Huaral	Vía asfaltada	80 km	1 h 50 min
Huaral - Pacaraos	Vía asfaltada	91.4 km	2 h 18 min
Pacaraos - Vichaycocha	Vía asfaltada/Trocha carrozable	8.7 km	23 min



**Figura 4.** Consulta de información censal 2017 del centro poblado de Vichaycocha.

**Fuente:** <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

### 1.3.1. Clima

El departamento de Lima presenta climas variados a consecuencia de su heterogeneidad fisiográfica. Las precipitaciones también muestran una marcada diferencia en función de la vertiente en la que se registran las mediciones; el promedio general de precipitaciones en la zona suroeste de la región, en la vertiente occidental se encuentra por debajo de los 300 mm al año; mientras que, en la vertiente oriental andina, en la zona noreste, el promedio de precipitación es de 600 mm al año (Luque et al.,2019).

En cuanto a la cantidad de lluvia y temperatura local, según fuente de datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos rasters y de satélite), la precipitación acumulada registrada en el último periodo 2018-2022, fue de 245 mm en el mes de marzo. Mientras que las temperaturas oscilaron en rangos de 2° y 26°C. Además, el sector de Vichaycocha presenta deficiente cobertura vegetal (figura 6, 7 y 8).

Este tipo de precipitaciones puede conllevar a la saturación de suelos, y posteriores movimientos en masa.



Figura 5. Acceso a la comunidad campesina de Vichaycocha.

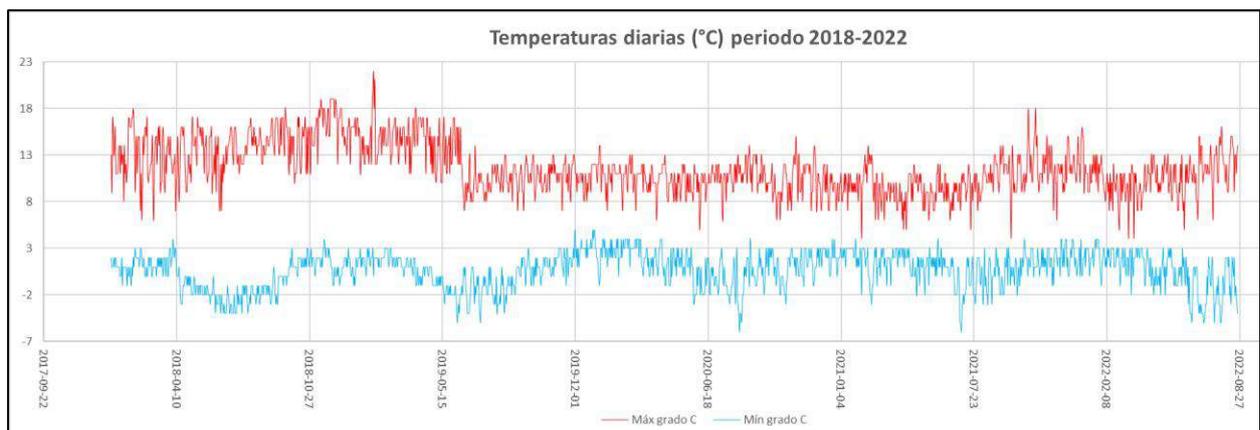
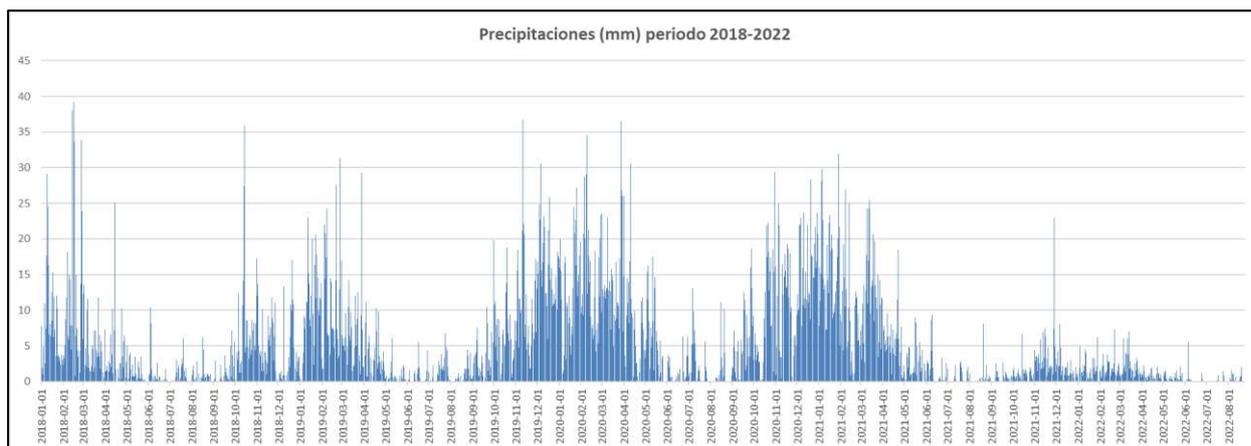


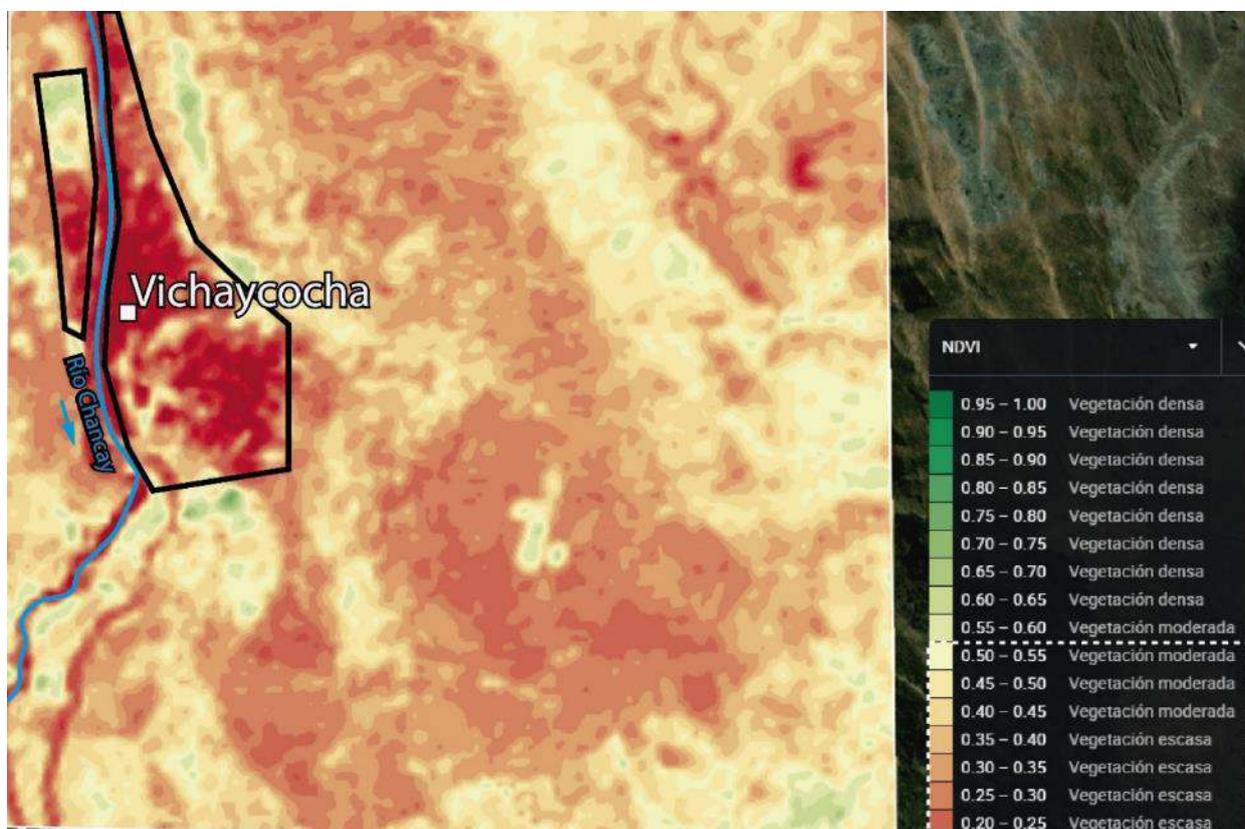
Figura 6. Temperaturas mínimas y máximas en el sector de Vichaycocha registradas satelitalmente desde el 2018 hasta el 2022.

Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>



**Figura 7.** Precipitaciones diarias según registros satelitales awhere, en el sector de Vichaycocha desde el 2018 hasta el 2022.

**Fuente:** <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>



**Figura 8.** Registro NDVI en el sector de Vichaycocha.

**Fuente:** <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7407143>

## 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, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las

Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

- Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- Aluvial:** Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.
- Arcilla:** Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.
- Buzamiento:** Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.
- Caída:** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.
- Caída de rocas:** Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.
- Caliza:** La caliza es una roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio, en general calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita y otros carbonatos <https://stonecenter.cl/que-es-una-caliza/>.
- Cárcava:** Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.
- Coluvio-deluvial:** Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.
- 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:** Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla

se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

**Deluvial:** Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

**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.

**Formación geológica:** Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

**Fractura:** Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

**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. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.

**Peligro o amenaza geológica:** Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

**Susceptibilidad:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

- 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:** Zona o área con peligros potenciales de acuerdo con la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico, se desarrolló en base a la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Canta, hoja 23 – j, cuadrante I, de la serie A: “Carta Geológica Nacional”, elaborado a escala 1:50 000 (De La Cruz & Jaimes 2003), complementándose con observaciones de campo.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

De manera general el área de estudio se encuentra sobre rocas de origen sedimentario del Mesozoico, cretácico inferior, del Grupo Goyllarisquizga y las Formaciones Pariahuanca, Chúlec y Pariatambo, todas ellas cubiertas por depósitos cuaternarios.

A continuación, se describe brevemente la composición y características litológicas de los depósitos y formaciones identificadas en los trabajos de campo (Anexo 1-mapa 1)

##### 3.1.1. Grupo Goyllarisquizga

El Grupo Goyllarisquizga agrupa diferentes formaciones de origen sedimentario orientadas de NW-SE, fuertemente plegadas y falladas (figura 12), en el área de inspección se reconocieron las siguientes formaciones:

Formación Chimú (Ki-chi)

Litológicamente, está compuesta por estratos gruesos de cuarciarenitas blanquecinas de grano medio, donde se observan estructuras sedimentarias con laminaciones oblicuas. Estas rocas están fuertemente recrystalizadas con granos deformados con poca matriz silíceo. (De La Cruz & Jaimes 2003).

Localmente, afloran a la altura de la comunidad campesina de Vichaycocha, en ambas márgenes del río Chancay, por encima de la zona de derrumbe. Según la interpretación del mapa geológico del cuadrángulo de Canta, esta Formación hacia el SE conforma el flanco derecho de un sinclinal tumbado; y hacia el NW, se encuentra limitado por una falla de rumbo dextral (figura 9). Los afloramientos se encuentran fracturados produciendo caídas de rocas que conforman depósitos coluviales y coluvio-deluviales.



**Figura 9.** Afloramientos de la Formación Chimú, en ambas márgenes del río Chancay.

### Formación Santa (Ki-sa), Carhuaz (Ki-ca), Farrat (Ki-f)

Estas Formaciones, al igual que la Formación Chimú forma parte del flanco derecho del sinclinal tumbado cartografiado en el mapa de Canta (Figura 10).

Litológicamente, están conformados por la alternancia de cuarciarenitas blanquecinas con estratificación oblicua (Formación Santa), estratos de lutitas color gris, marrón rojizo, areniscas muy finas (Formación Carhuaz) y estratos de areniscas cuarzosas con megaestructuras de laminaciones oblicuas, canales de conglomerados con clastos de cuarzos mayores a 1 cm de diámetro. (De La Cruz & Jaimes 2003).



**Figura 10.** Afloramientos de las formaciones Santa, Carhuaz y Chimú, en la margen izquierda del río Chancay.

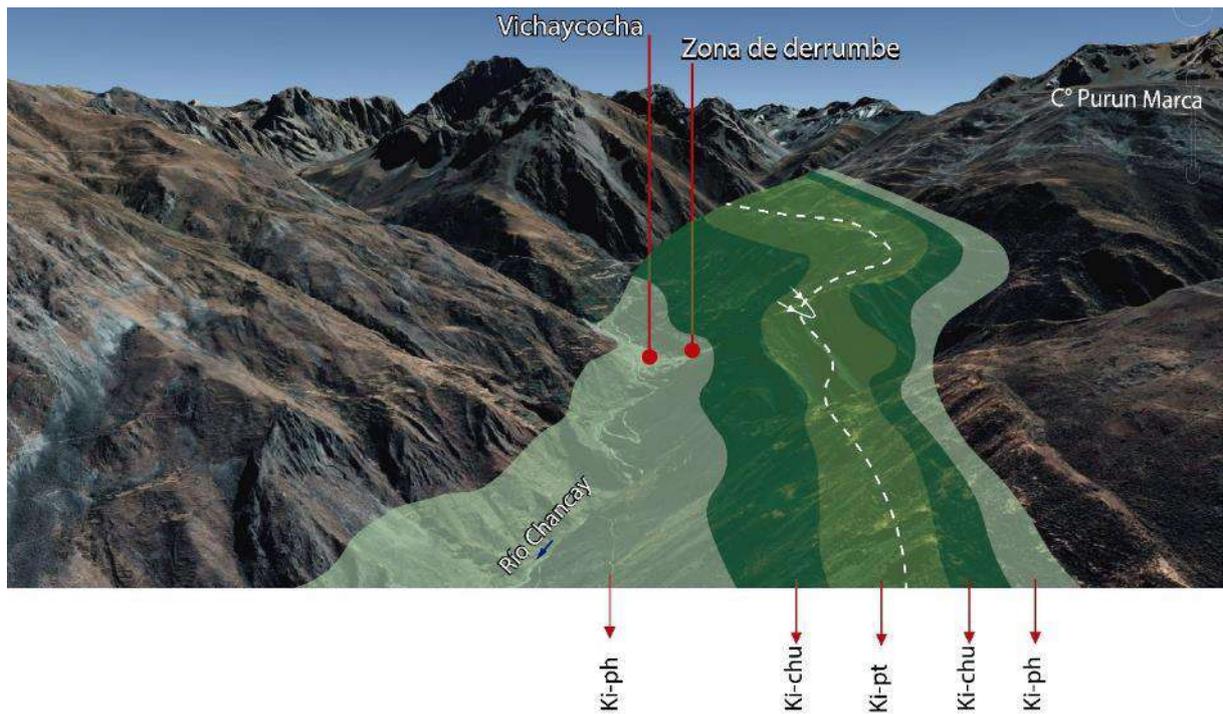
#### 3.1.2. Formación Pariahuanca

Litológicamente, está constituido por una secuencia de calizas en capas medianas grises, en superficie presenta una coloración gris amarillenta ferruginosa en estratos delgados, estos afloramientos presentan relativa resistencia a la erosión, siendo los más resistentes con respecto a la Formación suprayacente (De La Cruz & Jaimes 2003).

Esta Formación aflora en ambas márgenes del río Chancay, especialmente en la carretera de acceso a la comunidad campesina de Vichaycocha, así como en la parte alta y baja del sector de inspección (figuras 11, 12 y 13) formando parte de ambos flancos del sinclinal tumbado. Geotécnicamente, presenta un grado de fracturamiento medio (F3), con espaciamientos entre 10 y 30 cm (Grado de meteorización de rocas ISRM,1981). Ver cuadro 3.



**Fotografía 1.** Afloramientos fracturados del Grupo Goyllarisquizga, formando conos coluviales, aguas arriba del sector de Vichaycocha.



**Figura 11.** Afloramientos de las formaciones Pariahuanca, Chúlec y Pariatambo.

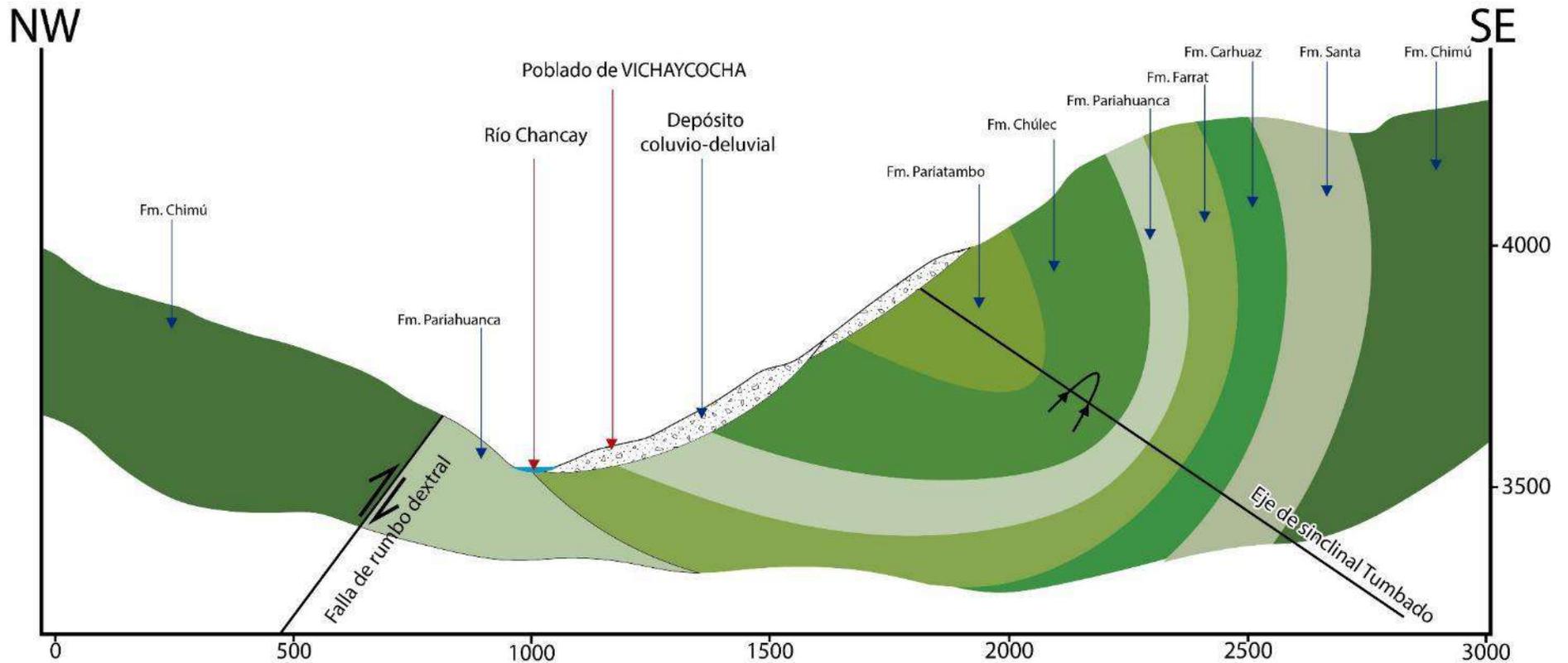
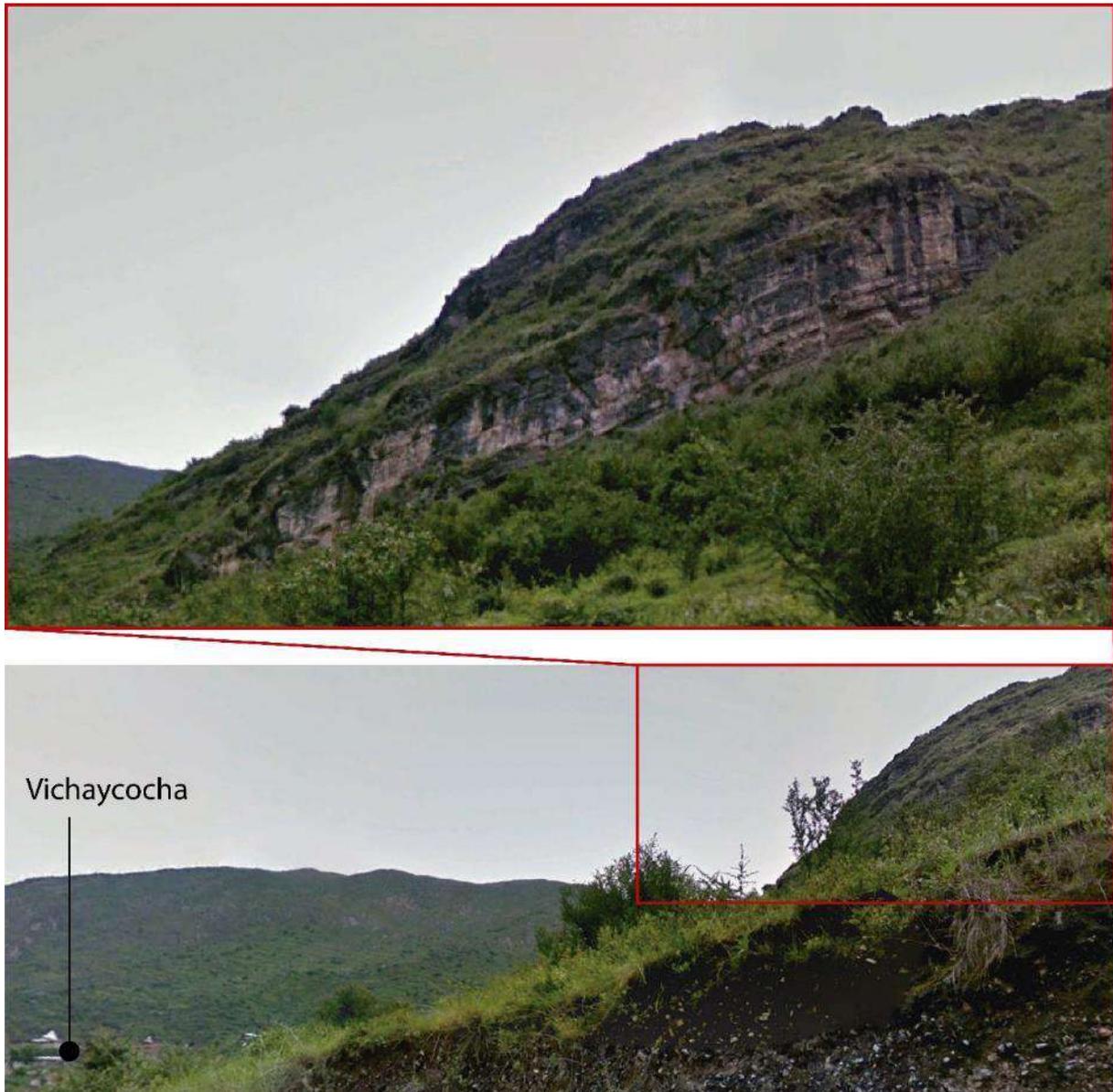


Figura 12. Interpretación de un pliegue sinclinal tumbado, representado en el mapa del cuadrángulo de Canta, hoja 23-j, cuadrante I.



**Figura 13.** Afloramientos de calizas de la Formación Pariahuanca, aflorantes en la margen izquierda del río Chancay, carretera de acceso a Vichaycocha.

**Cuadro 3.** Clasificación de fracturamiento de los afloramientos de la Formación Pariahuanca (Grado de fracturamiento de rocas ISRM, 1981)

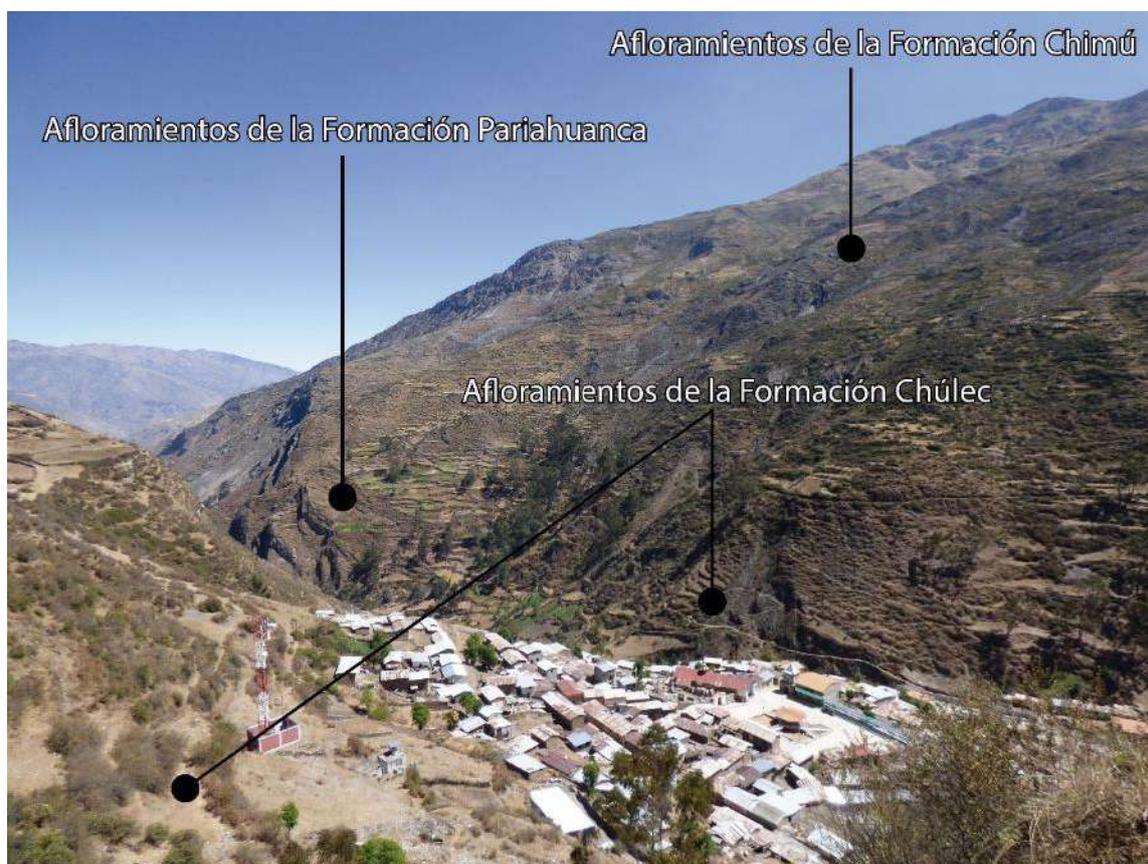
INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		Clasificación
F1	> 3 m.	Maciza	Fracturas espaciadas entre si (mas de 3)	
F2	3 - 1 m.	Poco Fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1.0 - 0.3 m.	Medianamente Fracturada	Espaciamiento regular entre fracturas	X
F4	0.30 - 0.05 m.	Muy Fracturada	Fracturas muy proximas entre si. Se separan en bloques tabulares	
F5	< 0.05 m.	Fragmentada	La roca se muestra astillosa y se separan lajas con facilidad	

### 3.1.3. Formación Chúlec

Litológicamente, está constituida por intercalación de margas gris oscuras y calizas en estratos medianos grises, en superficie presentan una coloración algo amarillenta. El grosor de esta Formación es aproximadamente de 180 m (De La Cruz & Jaimes 2003).

Según el mapa del cuadrángulo de Canta esta es la principal Formación aflorante en el sector de Vichaycocha (figura 14). Localmente, se observan en la ladera oeste cerro Purun Marca (margen izquierda del río Chancay) calizas medianamente a muy fracturadas (separación entre fracturas de 5 y 30 cm), con niveles moderados de meteorización (figura 14), intercalados con niveles de calizas fragmentadas y un nivel alto de meteorización (fotografía 2). Ver cuadro 4.

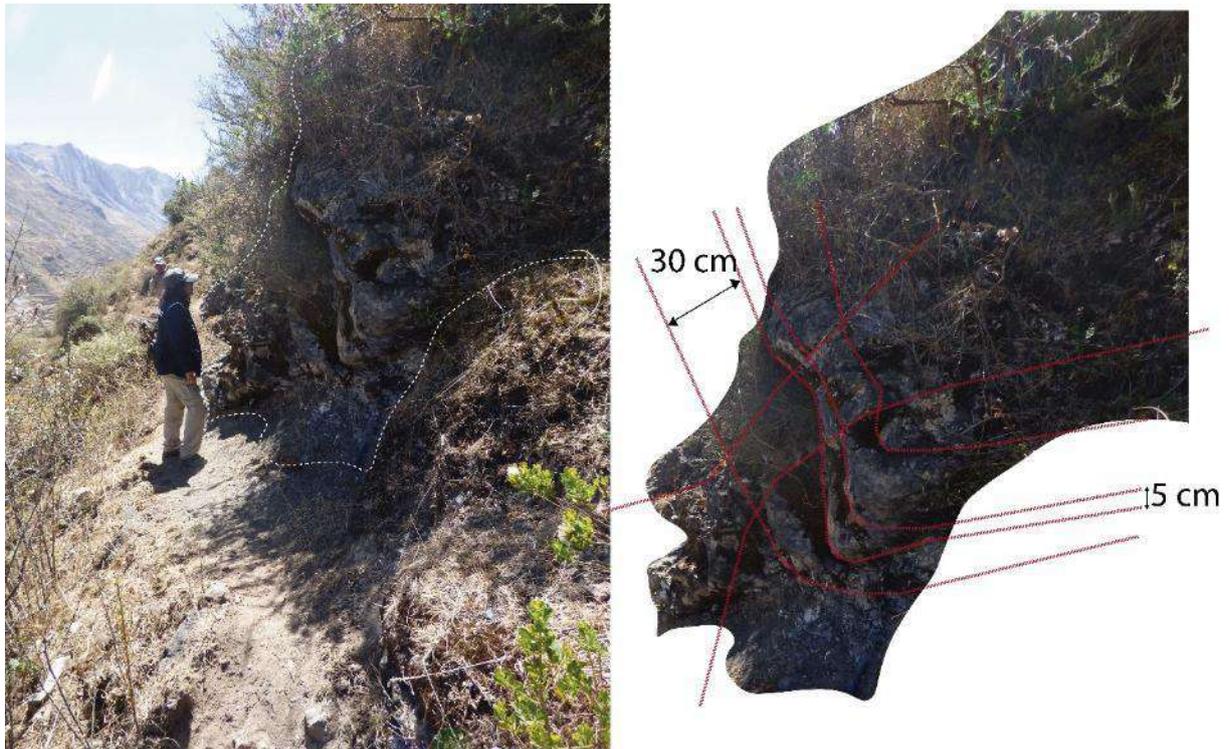
La ubicación de estas calizas en referencia al área de inspección se detalla en la figura 16.



**Figura 14.** Principales Formaciones aflorantes alrededor de la comunidad campesina de Vichaycocha.

**Cuadro 4.** Clasificación de fracturamiento de los afloramientos de la Fm. Chúlec (Grado de fracturamiento de rocas ISRM, 1981)

INTENSIDAD DE FRACTURAMIENTO				
NOMBRE	SEPARACIÓN	DESCRIPCIÓN		Clasificación
F1	> 3 m.	Maciza	Fracturas espaciadas entre si (mas de 3)	
F2	3 - 1 m.	Poco Fracturada	Fracturadas espaciadas a veces no distinguibles	
F3	1.0 - 0.3 m.	Medianamente Fracturada	Espaciamiento regular entre fracturas	x
F4	0.30 - 0.05 m.	Muy Fracturada	Fracturas muy proximas entre si. Se separan en bloques tabulares	x
F5	< 0.05 m.	Fragmentada	La roca se muestra astillosa y se separan lajas con facilidad	x



**Figura 15.** Calizas de la Formación Chúlec, con fracturamiento moderado a alto, aflorando en la ladera oeste del cerro Purun Marca, sobre la comunidad campesina de Vichaycocha.



**Fotografía 2.** Calizas de la Formación Chúlec fragmentadas, aflorando en la ladera oeste del cerro Purun Marca, sobre la comunidad campesina de Vichaycocha.



**Figura 16.** Muestra: A) Calizas fragmentadas y B) calizas mediana a altamente fracturadas, ambas de la Fm. Chúlec.

### 3.1.4. Formación Pariatambo.

Su litología está conformada por calizas negras y calizas nodulares de gris oscuras o negras, presentando un olor fétido. (De La Cruz & Jaimes 2003).

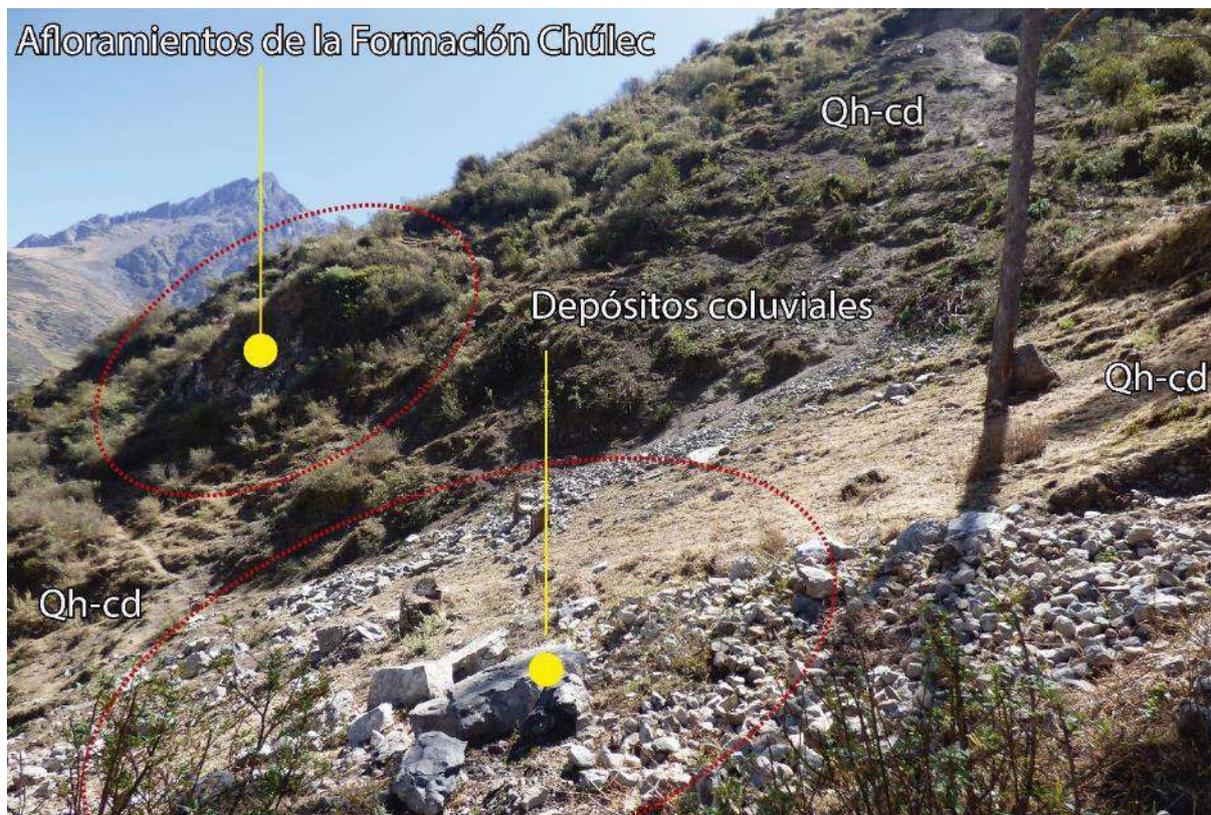
Esta Formación es la edad más reciente y conforma el núcleo del sinclinal tumbado, sus afloramientos se observan en la parte alta del cerro Purun Marca, sobre la comunidad campesina de Vichaycocha. La vertiente coluvio-deluvial adosada a la ladera oeste del cerro, está conformado por bloques caídos de esta formación con diámetros entre 0.3 y 2 m.

### 3.1.5. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd)

Estos depósitos están constituidos por la intercalación de depósitos de origen coluvial (caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos) y deluvial (procesos de erosión con bajo transporte), que se encuentran entrecruzados haciendo difícil separar uno del otro, estos se presentan adosados a la ladera oeste del cerro Purun Marca, cubriendo el substrato rocoso (Fm. Chúlec), y sobre parte de estos se asienta la comunidad campesina de Vichaycocha. Dentro de los depósitos coluvio-deluviales se observan bloques de calizas de hasta 2 m de diámetro, gravas y gravillas envueltos en una matriz limo arcillosa poco consolidada (figura 17).

### 3.1.6. Depósito coluvial (Qh-co)

Los depósitos coluviales, se sitúan sobre la vertiente coluvio deluvial, provienen principalmente de caída de rocas y derrumbes de las Formaciones plegadas que conforman el cerro Purun Marca, los bloques caídos varían de 10 cm hasta 2.5 m (figura 17).



**Figura 17.** Depósitos cuaternarios en el sector de Vichaycocha, obsérvese como los depósitos coluvio-deluviales (Qh-cd), cubren rocas parcialmente aflorantes de la Fm. Chúlec; también se observan bloques de roca (Depósitos coluviales) sobre los depósitos coluvio-deluviales (Qh-cd).

### 3.1.7. Depósito proluvial (Qh-pl)

Conforman conos y abanicos de diferentes dimensiones en función a su dinámica y capacidad de transporte de ríos o quebradas. Se confunden con las terrazas aluviales o se interdigitan con estas. A diferencia de los aluviales los depósitos son mal clasificados; presentan fragmentos rocosos heterométricos (cantos, bolos, bloques, etc.), con relleno fino arenoso-arcilloso, depositado en el fondo de valles tributarios y conos de deyección en la confluencia con el río. Puede presentar cierta estratificación, que representa la ocurrencia de varios flujos de detritos a través del tiempo, los materiales que conforman estas capas pueden ser gruesos y finos, dependiendo de la intensidad de la precipitación pluvial que los originó y la disposición de material suelto en la cuenca donde se originan (Vílchez et al., 2020).

En este caso la quebrada Cocha y otras adyacentes han formado vertientes aluvio-torrenciales con fragmentos de roca de calizas, con diámetros entre 0.5 cm a 20 cm (fotografía 3), envueltos en una matriz areno-limosa suelta.

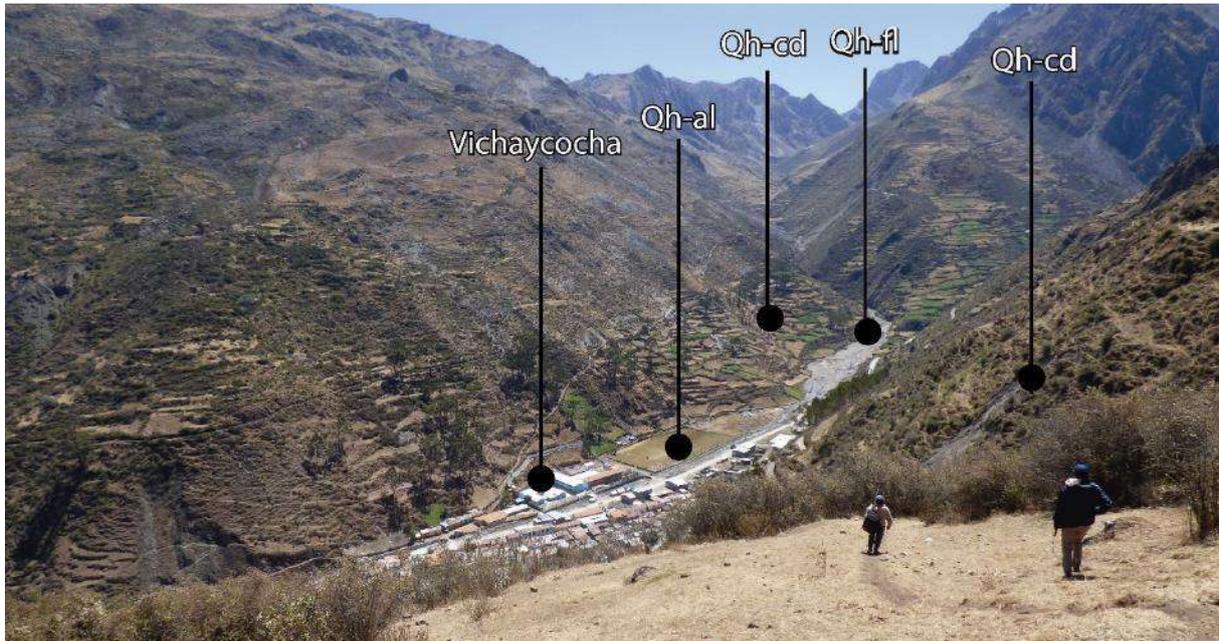
Estos se observan entreverados con depósitos coluvio-deluviales y en ambos márgenes de la quebrada.



**Fotografía 3.** Depósitos proluviales en la margen de la quebrada Cochas.

### 3.1.8. Depósito aluvial (Qh-al)

Los depósitos aluviales conforman llanuras antiguas y/o niveles de terrazas adyacentes al valle del río Chancay. Están compuestos por una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas redondeadas a subredondeadas, limos y arcillas; tienen regular a buena selección, presentándose estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial (Qh-fl), es sobre estos que se asientan parte de la comunidad campesina de Vichaycocha, específicamente la institución educativa Ramón Castilla (Figura 18) en la margen derecha del río.



**Figura 18.** Obsérvense depósitos aluviales (Qh-al), en la margen derecha del río Chancay, así como depósitos coluvio deluviales (Qh-cd) adosados a las laderas de las montañas y depósitos fluviales en el cauce del río.



**Figura 19.** Principales depósitos cuaternarios en el sector de inspección. A) Depósitos coluvio-deluviales (estos produjeron el derrumbe suscitado en el 2022). B) Depósitos proluviales en las márgenes de la quebrada Cochis. C) Depósitos coluvio-deluviales, con mayor contenido de finos (limos y arcillas) que cubre la ladera.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa (formadores de las geoformas de carácter depositacional o agradacional), ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); por lo cual es un parámetro que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el área de inspección se han identificado los 6 rangos de pendientes descritos en el cuadro 5 y figura 20 y 21, así como en los mapas 2 y 3 del anexo 1.

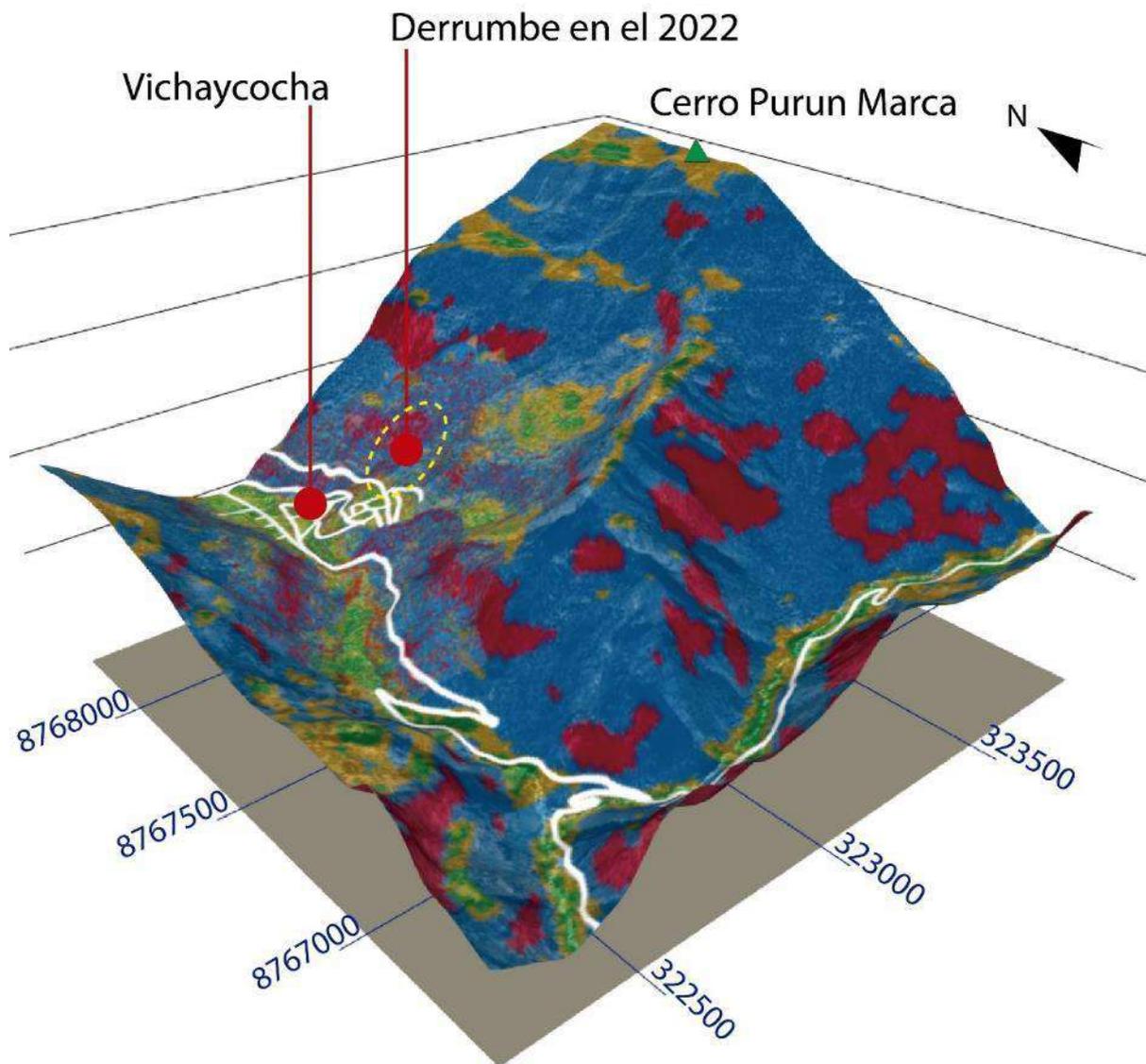
En general en el área evaluada se presentan pendientes escarpadas, en las laderas de ambos márgenes del río Chancay, en menor proporción se observan paredes verticalizadas de pendientes muy escarpadas correspondientes a escarpas antiguas de deslizamientos y zonas de arranque de derrumbes.

Adosado a las laderas de montañas se presentan vertientes coluvio-deluviales de pendientes moderadas a fuertes (caso de la ubicación de Vichaycocha).

En las márgenes del río Chancay se observan terrazas aluviales de pendientes llanas a suaves.

**Cuadro 5.** Rangos de pendiente identificados en el área de inspección.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
0°-1°	Terreno Llano	Se diferencian pequeños sectores con esta pendiente (< 1 km <sup>2</sup> ), esporádicamente en los depósitos fluviales y aluviales adyacentes al cauce del río Chancay.	Terraza Aluvial.
1°-5°	Terreno inclinado con pendiente suave	Se presenta en las terrazas aluviales y tramos del cauce del río Chancay, también en terrenos antropogenizadas, modificados para la construcción de viviendas.	Terraza aluvial/ Cauce del río / terrenos antropogenizadas.
5°-15°	Pendiente moderada	Se presentan en el cuerpo de un deslizamiento antiguo sobre el cual se asienta la comunidad campesina de Vichaycocha, y en las vertientes coluvio-deluviales bajas en ambos márgenes del río Chancay	Vertiente de deslizamiento/ vertiente coluvio deluvial.
15°-25°	Pendiente fuerte	Se presenta en las vertientes coluvio deluviales (sectores donde ocurrieron derrumbes antiguos) y en la cima del cerro Purun Marca	Cima del cerro Purun Marca y vertientes coluvio-deluviales con evidencias de derrumbes antiguos
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Se presenta en las laderas del cerro Purun Marca, esta pendiente prevalece en el área de estudio,	Laderas del cerro Purun Marca
>45°	Terreno muy escarpado	En las laderas del cerro Purun Marca, sectores de afloramientos rocosos y zonas de escarpes de deslizamientos y derrumbes.	Laderas del cerro Purun Marca.



**Figura 20.** Representación de las pendientes en el área de estudio.

#### 4.2. Unidades geomorfológicas

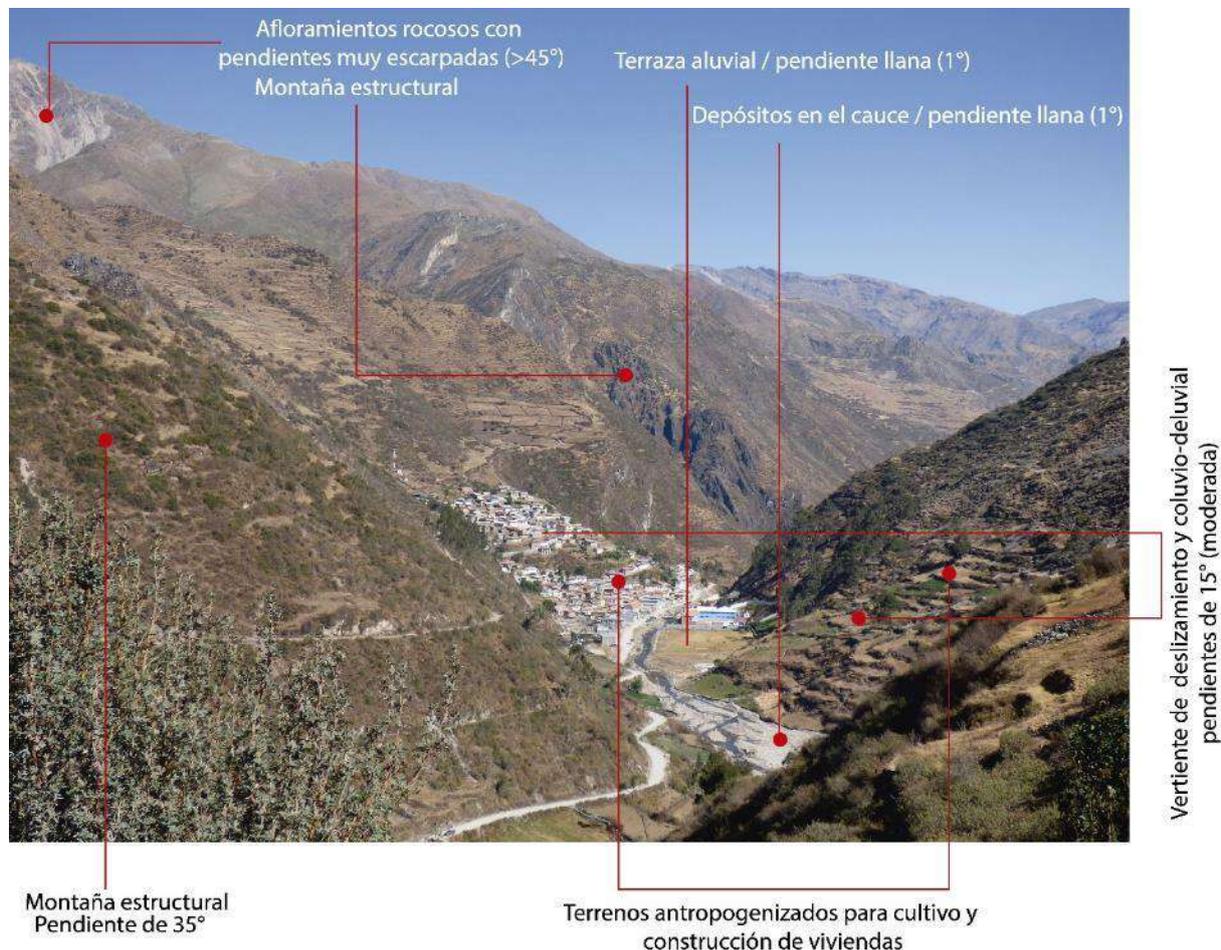
Para la caracterización de las unidades geomorfológicas, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual; en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019).

La comunidad campesina de Vichaycocha se encuentra en la margen izquierda de un valle en “V” (figura 22), con laderas de pendiente escarpada con un fondo estrecho, donde existe la posibilidad de que algunos movimientos en masa hayan generado importantes cierres del valle; sin embargo, las evidencias de estos cierres, aguas arriba y aguas abajo de la zona de embalse, aún pueden identificarse. Es el caso del sector Vichaycocha en el valle Chancay-Huaral (km 90+500) y en el km 101+400 (Zavala et al, 2016)

Dentro de las unidades geomorfológicas aquí se tienen (figura 21):

#### 4.2.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Están representadas por las formas de terreno resultados del efecto progresivo de procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).



**Figura 21.** Principales unidades geomorfológicas y sus pendientes en los alrededores de la comunidad campesina de Vichaycocha, Vista desde aguas arriba.

**Subunidad de montaña en roca sedimentaria (RME-rs):** Esta subunidad está conformada por secuencias sedimentarias representadas por calizas y areniscas del Grupo Goyllarisquizga y las formaciones Pariahuanca y Chúlec que conforman un sinclinal tumbado (ver capítulo de geología), las laderas de esta montaña presentan mayoritariamente pendientes escarpadas (25°-45°) disectadas por torrenteras y quebradas, como es el caso de la quebrada Cocha.

#### 4.2.1. Geformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento y por agentes móviles como el agua de escorrentía, los glaciares, etc., los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Luque et al.,2020).

**Vertiente o piedemonte proluvial (V-pl):** Esta subunidad está formada por la acumulación de materiales de arrastre desde la quebrada Cocha, se puede observar que eventos de erosión relacionados a activaciones de la quebrada han formado un abanico proluvial que ha cubierto parte de la ladera del cerro Purun Marca, estos depósitos se encuentran entreverados con materiales detríticos de la vertiente de deslizamiento y coluvio/deluviales. Su existencia es indicativo de eventos de flujos de detritos (huaicos) ocurridos en el pasado que pueden volver a suceder,

**Vertiente o piedemonte coluvial (V-co):** Unidad formada por la acumulación de material detrítico heterogéneo, anguloso a sub anguloso, originado por la caída de rocas. Estos se presentan de manera constante en la ruta de acceso a la comunidad campesina de Vichaycocha formando talus de detritos (de caliza y cuarciarenitas) y acumulación de bloques de roca por caída.

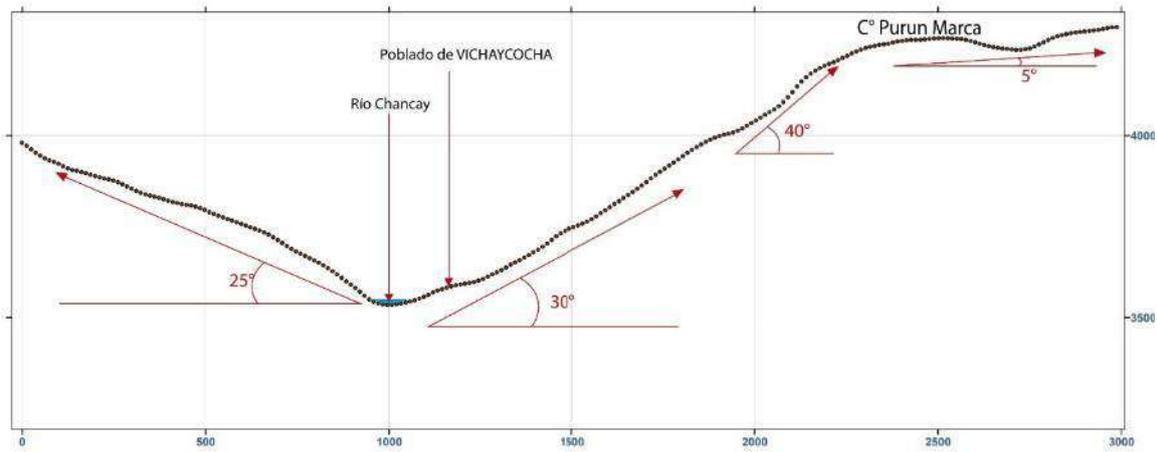
**Vertiente de deslizamiento (V-dd):** Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea, con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores de los valles. Su morfología es usualmente convexa y con disposición semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Esta es la principal unidad geomorfológica identificada en el área de inspección, corresponde al depósito detrítico de un deslizamiento antiguo en la ladera oeste del cerro Purun Marca (margen izquierda del río Chancay), sobre el cual se asienta parte de la población de la comunidad campesina de Vichaycocha. Esta vertiente de deslizamiento tiene pendientes moderadas a escarpadas. Por su naturaleza es susceptible a presentar reactivaciones.

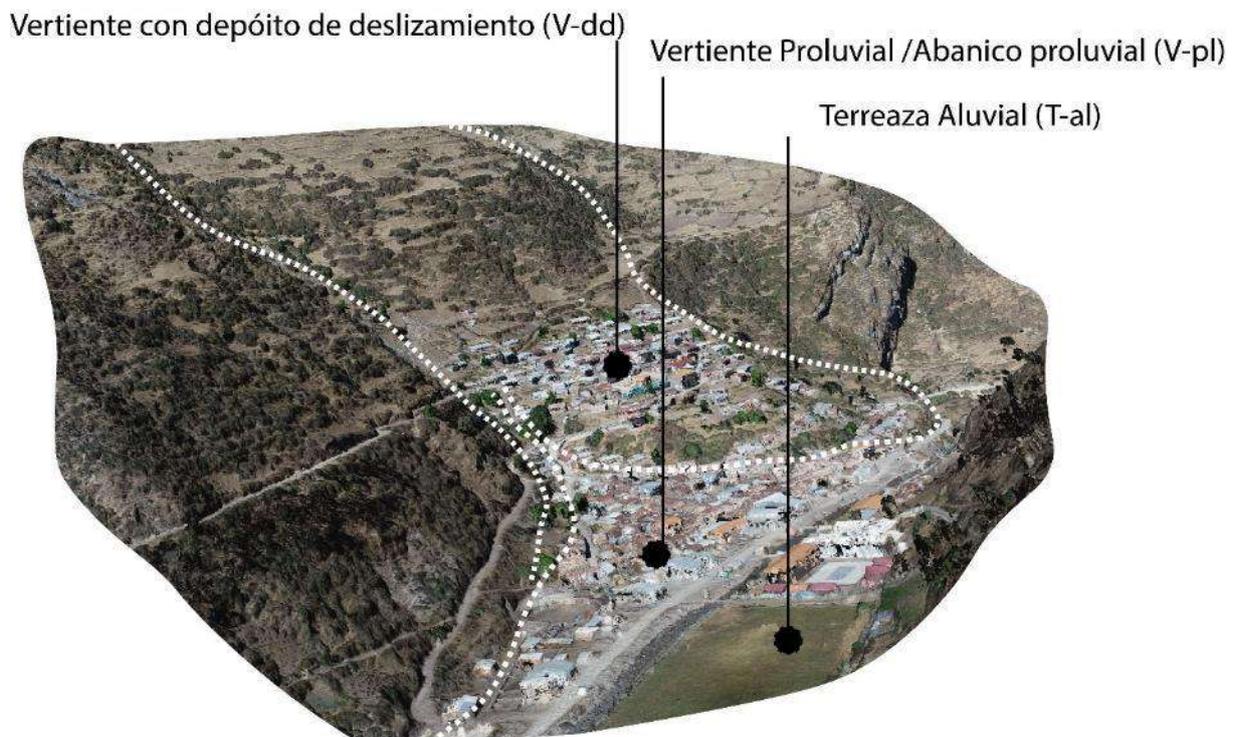
**Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):** Es la unidad formada por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial. Se encuentra interestratificada y no es posible separarla como unidades individuales. Estos se encuentran acumulados al pie de laderas de montañas o acantilados de valles.

En el área de inspección estos depósitos cubren las laderas de las montañas (afloramientos de calizas de la Formación Chúlec), con pendientes escarpadas de aproximadamente 30°. están conformados por bloques de calizas, cuarzoarenitas y areniscas englobadas en una matriz limo arenosa, que presenta evidencias de movimiento e inestabilidad (acordonamientos a favor de la pendiente) producto de la saturación del terreno que induce el estado plástico de la matriz, que acaba perdiendo cohesión y resistencia y desplazándose ladera debajo de manera paulatina. Es sobre parte de esta vertiente que se suscitó el derrumbe del 2022.

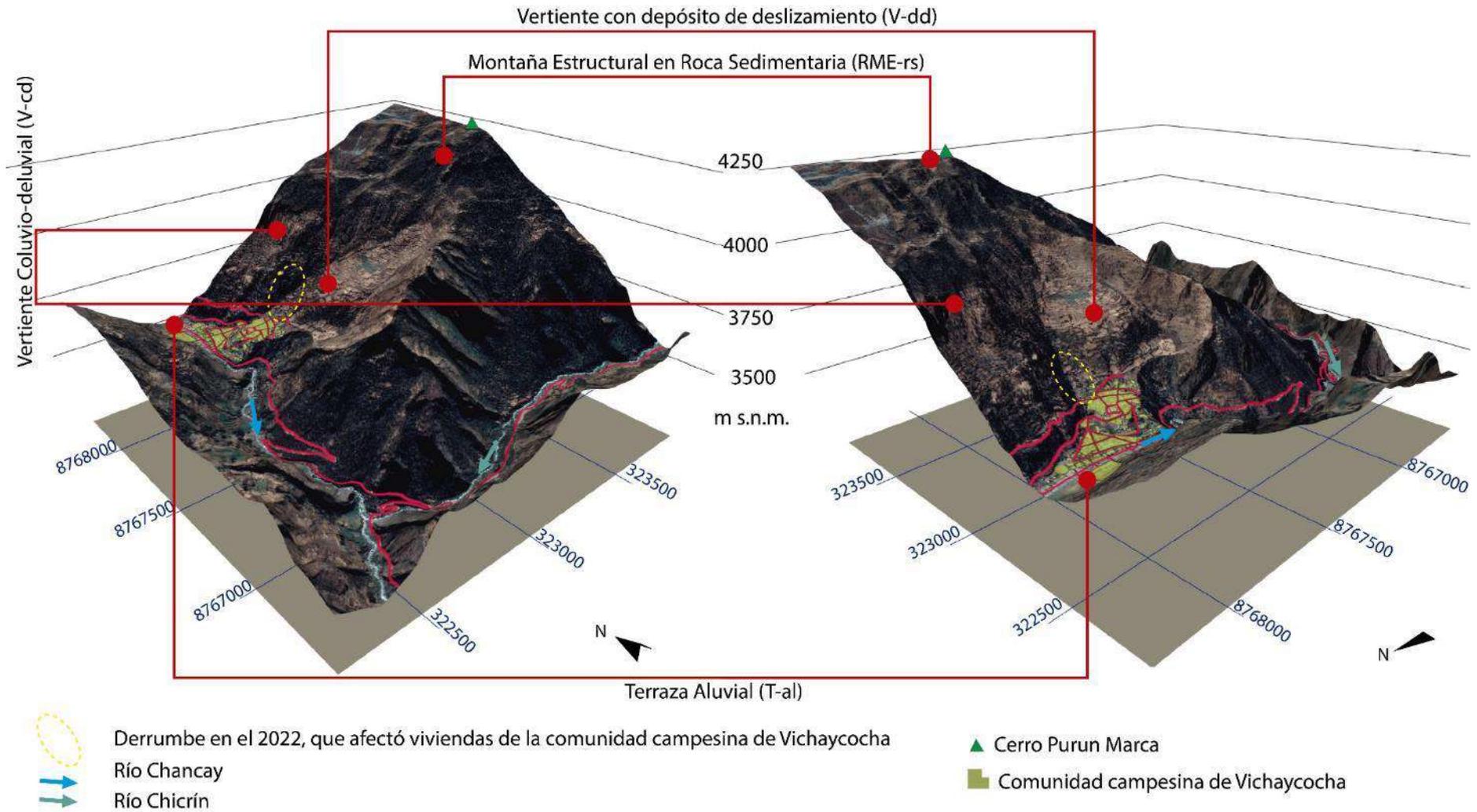
**Terraza aluvial (T-al):** Se presenta en ambos márgenes del río Chancay. Está compuesta por fragmentos rocosos heterogéneos (cantos, gravas, arenas, etc.), transportados por la corriente del río a grandes distancias. Configuran planicies de pendientes suaves y moderadas (1°- 15°).



**Figura 22.** Forma del Valle del río Chancay a la altura de la comunidad campesina de Vichaycocha.



**Figura 23.** Principales subunidades agradacionales sobre las que se asentaron las viviendas de la comunidad Campesina de Vichaycocha.



**Figura 24.** Principales subunidades geomorfológica en el área de inspección

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La comunidad Campesina de Vichaycocha presenta desde el 2001 antecedente de ocurrencia de movimientos en masa como deslizamientos - flujo de detritos, (anexo 1 – mapa 4). y recientemente un derrumbe el 06 de abril del 2022, en la margen derecha de la quebrada Cocha, ladera oeste del cerro Purun Marca, así como en la zona Caramпой (propuesta para reubicación)

### 5.1. Peligros por movimientos en masa

#### 5.1.1. Derrumbe en la margen derecha de la quebrada Cocha, ladera oeste del cerro Purun Marca.

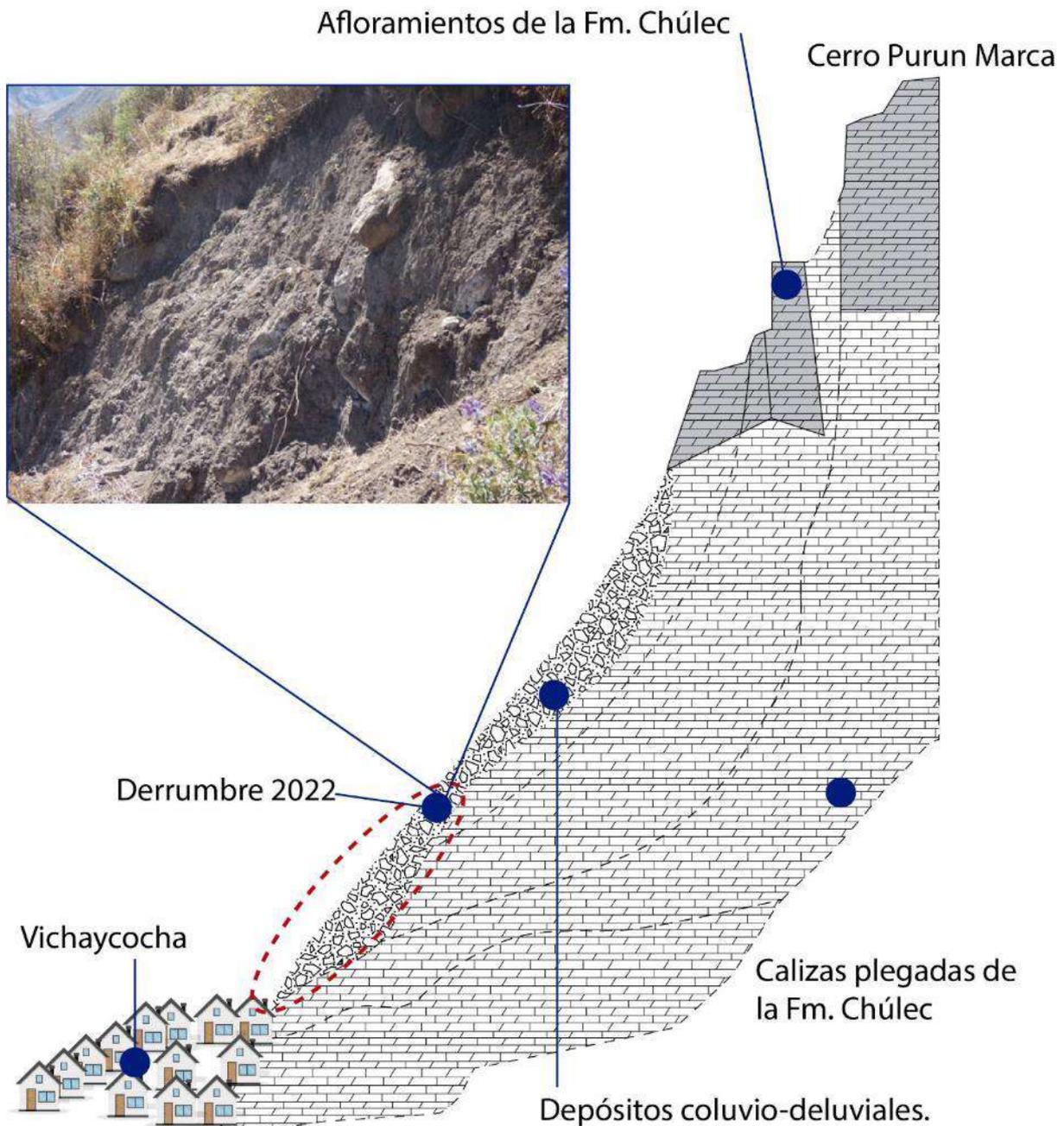
Este derrumbe, según la versión de los pobladores, se suscitó el 06 de abril del 2022, en la margen derecha de la quebrada Cocha, ladera oeste del cerro Purun Marca.

Cabe resaltar que la ladera oeste del cerro Purun Marca, está conformado por afloramientos rocosos fracturados cubiertos por material suelto a semisuelto, de agregados poco cementados de partículas sólidas, constituido de fragmentos rocosos de calizas, areniscas y cuarciarenitas producto de procesos de meteorización de los afloramientos rocosos (fotografía 4 y figura 25); que aunados a la pendiente escarpada (35°), favorecieron la ocurrencia del derrumbe cuyas características son:

- Altura del derrumbe: 75 m.
- Ancho promedio: 16 m.
- Longitud de la zona de arranque: 35 m.
- Longitud horizontal de alcance: 143 m.
- Área de la zona de desprendimiento: 1727 m<sup>2</sup>.
- Área estimada de la zona de depósito: 1616 m<sup>2</sup> (considerando la longitud más lejana alcanzada por un bloque de roca).



**Fotografía 4.** Muestra el área de arranque del derrumbe del 2022, que afectó viviendas de la comunidad campesina de Vichaycocha.



**Figura 25.** Esquema de materiales que conforman la ladera oeste del cerro Purun Marca, Lugar donde se suscitó el derrumbe del 2022.

La pendiente, fracturación de los afloramientos, cubiertos por materiales detríticos poco consolidados y saturación de los terrenos por aguas de lluvia e infiltración de pozos de agua (bebederos de animales) ubicados en la parte superior de Vichaycocha, disminuyeron la resistencia al corte de la ladera, generando un derrumbe que provocó la caída del material detrítico y sus bloques (de diámetros entre 0.5 a 1m), así como el desprendimiento de fragmentos de roca fracturada de los afloramientos con diámetros superiores a 1 m (figura 25 y 26).



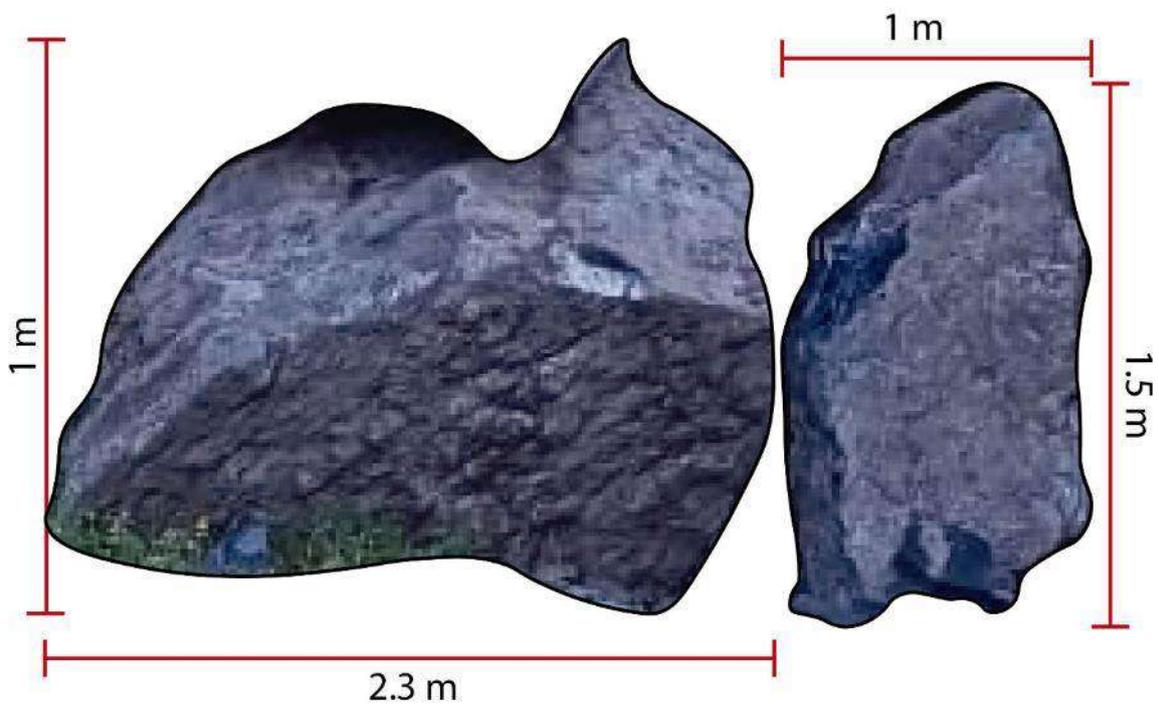
**Figura 26.** Vista del derrumbe suscitado el 2022, desde la parte inferior.



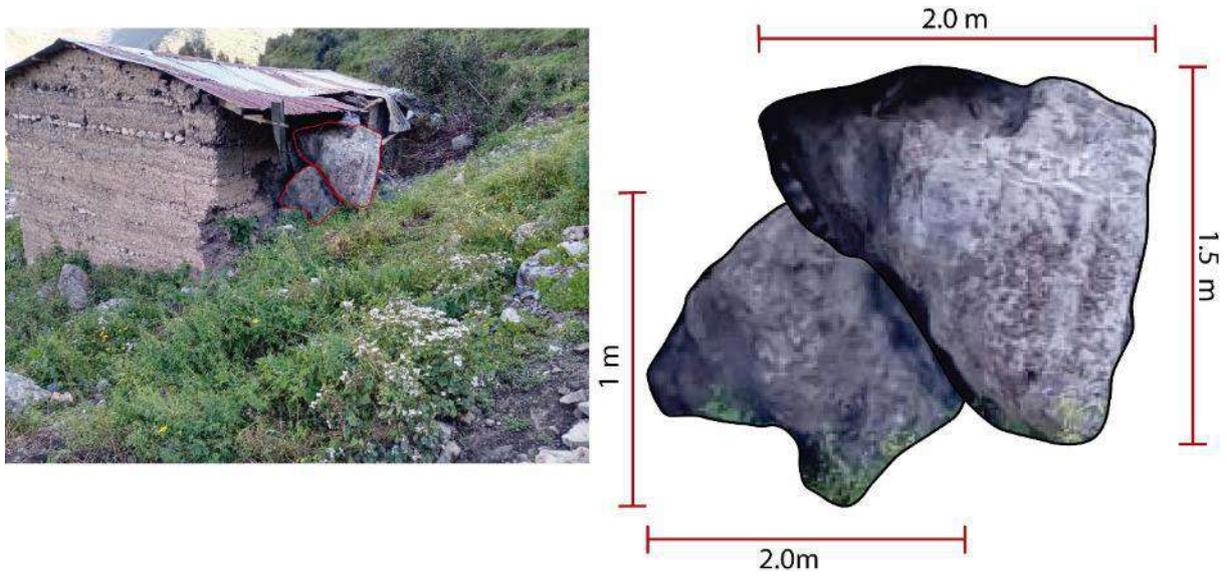
Viviendas afectadas

**Figura 27.** Vista del derrumbe del 2022, desde la parte superior, obsérvese las 02 principales viviendas afectadas.

Los bloques de roca destruyeron 02 muros posteriores de 03 viviendas con rocas de diámetros entre 1 y 2.3 m. (figura 28 y 29), el mapa de la figura 30 muestra el alcance de los bloques y el depósito general del derrumbe acontecido en abril del 2022.



**Figura 28.** Dimensión de bloques de roca caliza que afectaron 01 viviendas (la más próxima a la zona de desprendimiento)



**Figura 29.** dimensión de bloques de roca que afectaron 01 viviendas (la más próxima a la zona de desprendimiento)



**Figura 30.** Cartografiado del derrumbe (color rojo) del 2022 y el alcance los bloques caídos en la comunidad Campesina de Vichaycocha (color naranja).

### 5.1.2. Deslizamientos, flujos y otros peligros geológicos antiguos

Parte de las viviendas de Vichaycocha se asentaron sobre depósitos de deslizamientos antiguos (vertiente con depósitos de deslizamientos) provenientes de la ladera oeste del cerro Purun Marca, estas masas de material detrítico y rocas se desplazaron en dirección SE-NW, con coronas circulares de aproximadamente 1 km de longitud y escarpes de 200 m de altura, en la cota 4500 m s.n.m. El depósito alcanzó 876 m longitudinales hasta el río Chancay (pudiendo haberlo represado en la antigüedad). Ver figura 31 A.

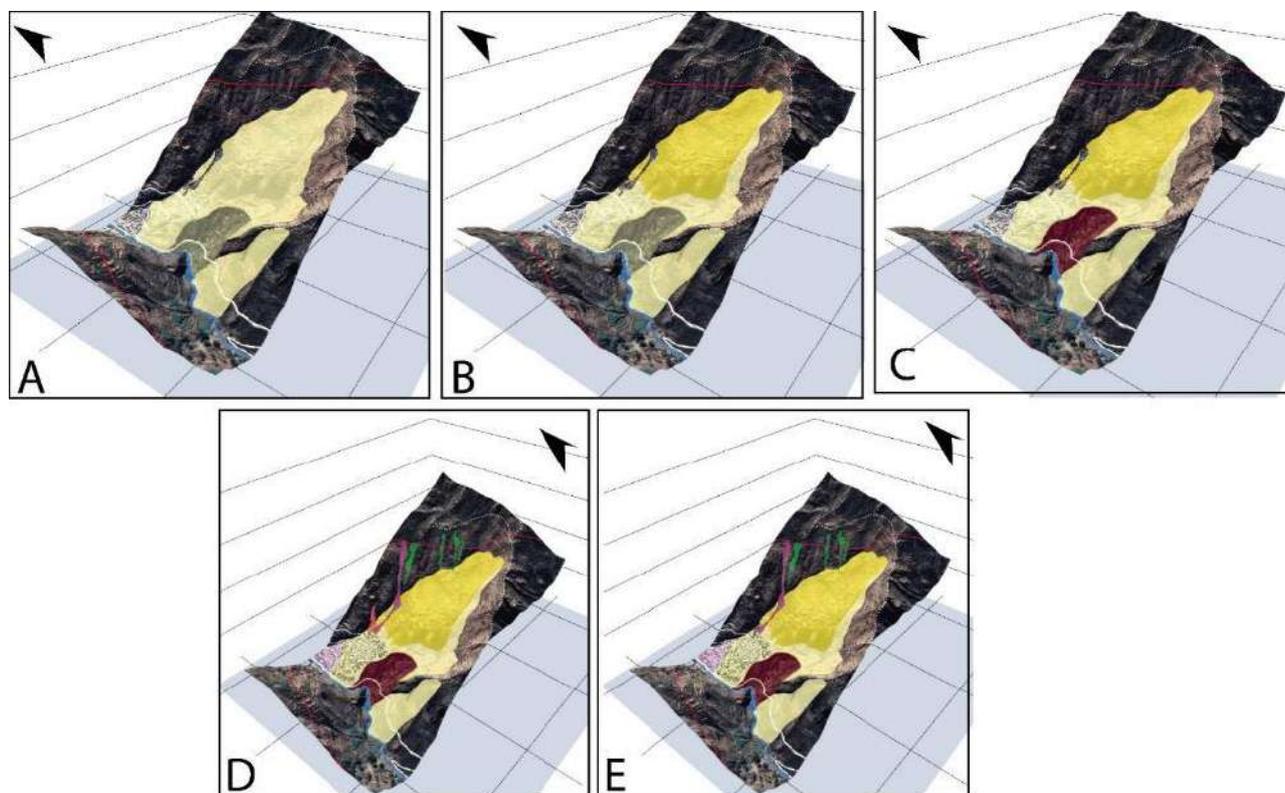
Satelitalmente se distingue un segundo evento o reactivación (también antiguo) del deslizamiento principal, con una corona circular de 600 m de longitud, que se ubica en la cota 4000 m s.n.m., el depósito de esta última reactivación alcanzo longitudes de 600 m y 400 m de ancho (figura 31 B).

Por otro lado, el socavamiento del río Chancay, ha producido derrumbes en ambas márgenes (figura 31 C).

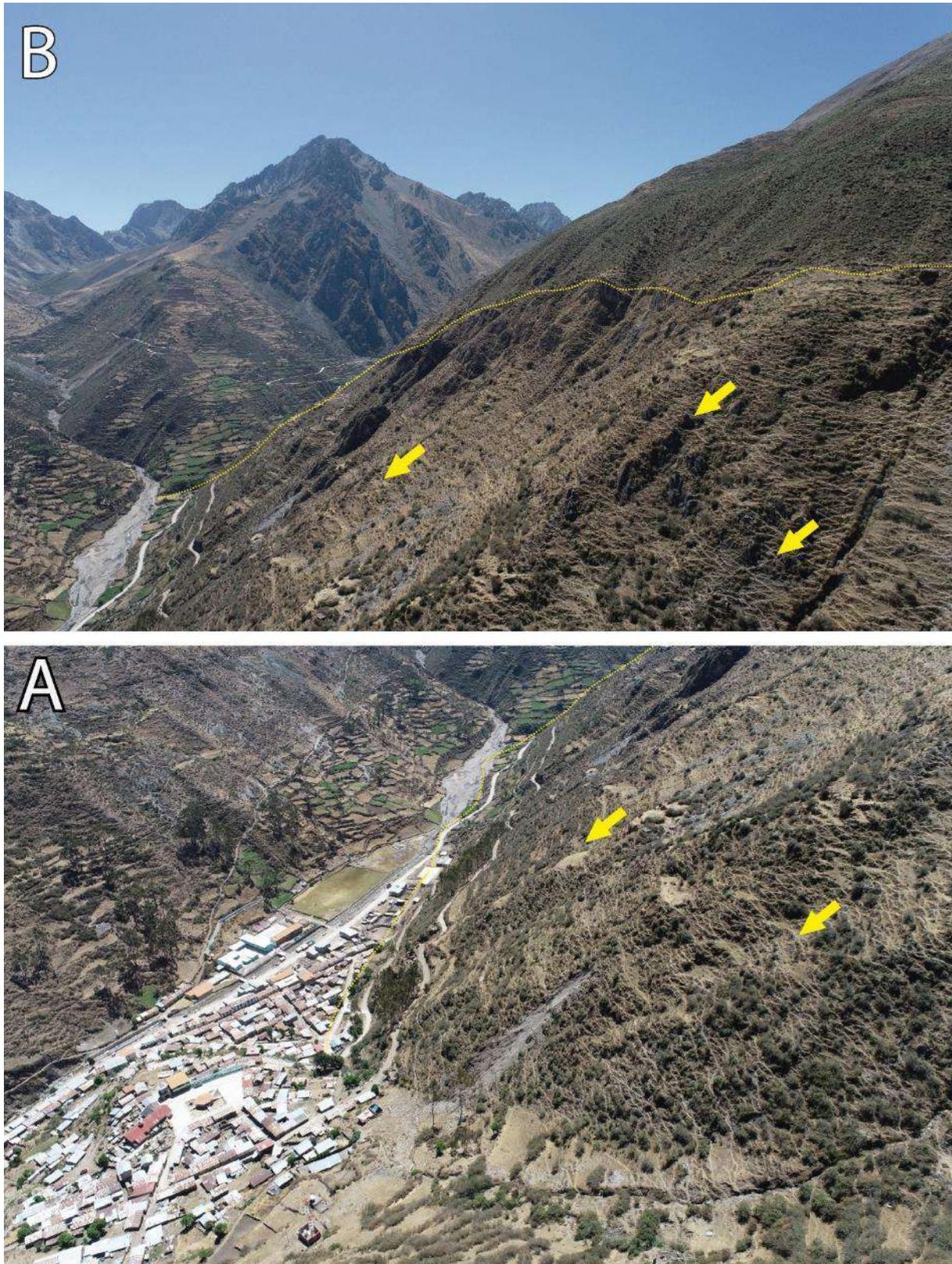
Posteriormente, se formaron depósitos proluviales provenientes de la quebrada Cocha, formando un abanico, donde se asentó otra parte de las viviendas de la comunidad campesina de Vichaycocha.

Finalmente se presenta la formación de cárcavas, debajo de la corona principal de deslizamiento antiguo (4500 m s.n.m.) y flujo de detritos (huaicos) en el 2001, además de derrumbes en la margen derecha de la quebrada Cocha (2022) (figuras 31 D y E).

Por la naturaleza del depósito coluvio deluvial ubicado en la margen izquierda del río Chancay (donde se suscitó el derrumbe del 2022), se estima que este es altamente susceptible a la ocurrencia de nuevos derrumbes y/o deslizamientos que afectarían seriamente a la comunidad campesina de Vichaycocha (figura 32).



**Figura 31.** Evolución de ocurrencia de Movimientos en masa en la ladera oeste del cerro Purun Marca.



**Figura 32.** Vertiente coluvio deluvial adosada a la ladera oeste del cerro Purun Marca, susceptible a la ocurrencia de nuevos derrumbes y/o deslizamientos.

### 5.1.3. Flujo de detritos

Los flujos de detritos descendientes desde la quebrada Cocha se caracterizarían por ser muy rápidos a extremadamente rápidos no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), que transcurrirían principalmente confinados a lo largo de su cauce con pendiente pronunciada.

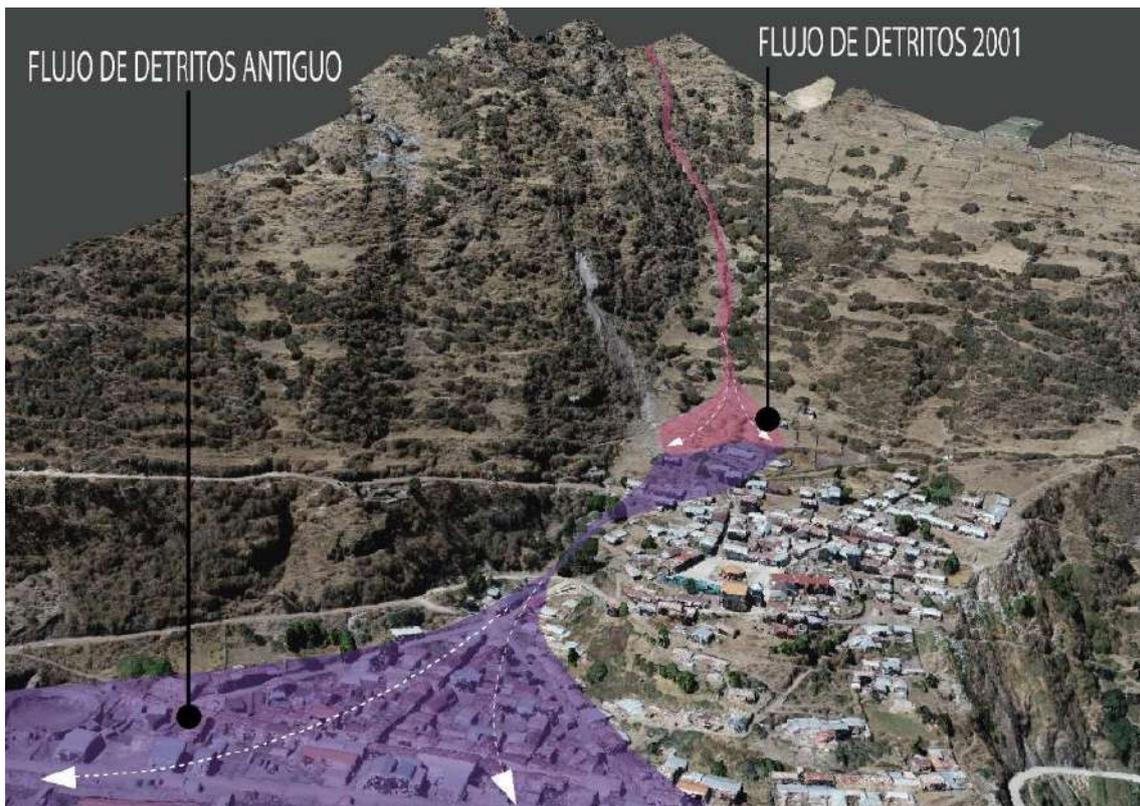
Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes, en este caso la zona de mayor saturación correspondería a la zona de pozas de agua y pastoreo de animales ubicadas encima de la zona de arranque del flujo de 2001 (figura 36).

En la parte baja del canal se aprecian evidencias del flujo de detritos del 2001, donde se observan bloques heterométricos de roca caliza envueltos en una matriz areno-limosa (figura 34), en ambas márgenes de la quebrada.

La población con la finalidad de mitigar los daños a las viviendas ubicadas directamente debajo de la quebrada optó por construir un muro y desviar el cauce hacia el SW, sin embargo, la altura de este muro podría ser fácilmente sobrepasada por flujos de velocidad y alturas mayores, siguiendo el recorrido de su cauce natural, afectando a su paso gran cantidad de viviendas de Vichaycocha.



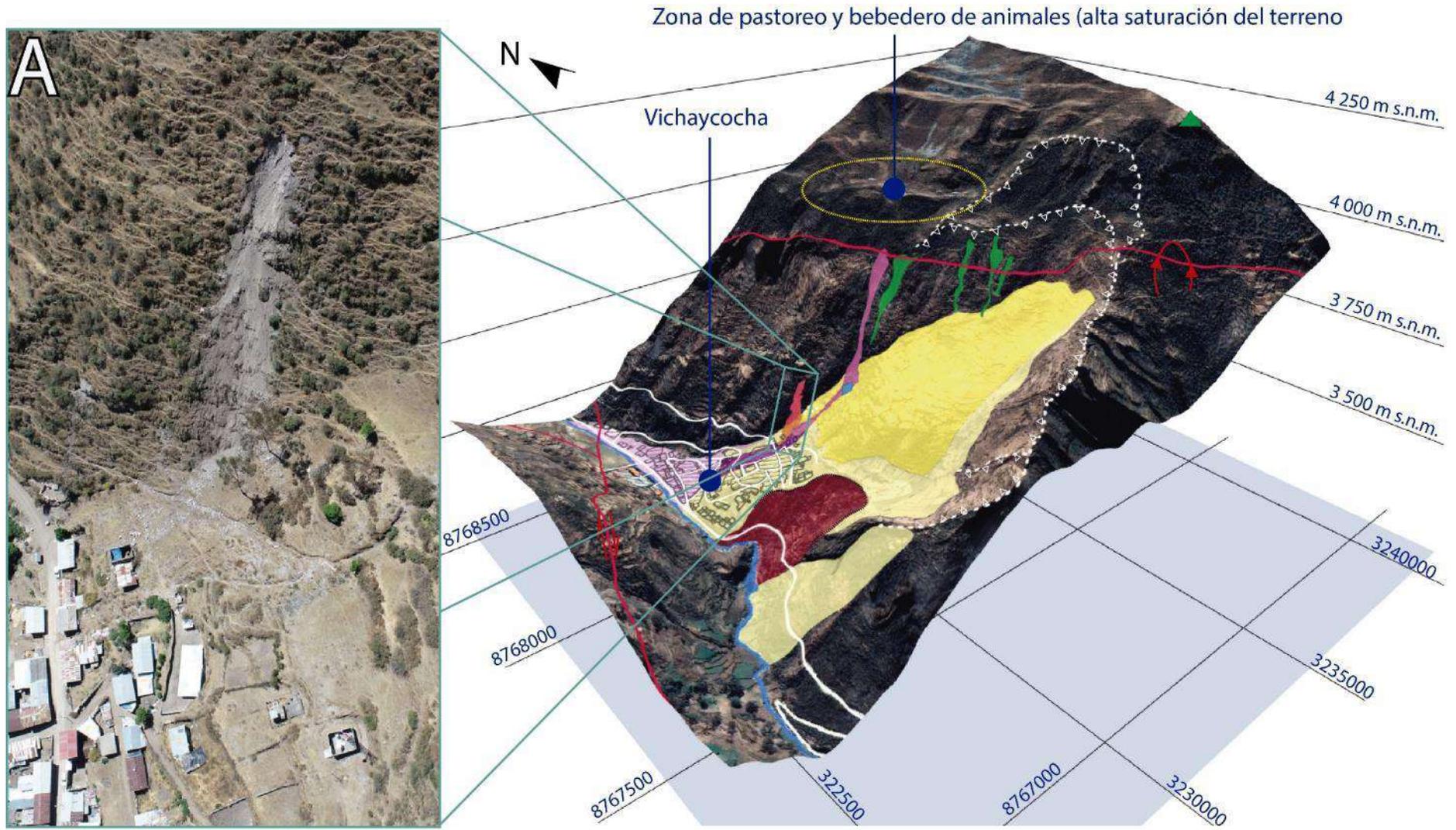
**Figura 33.** Material proluvial proveniente de la quebrada Cochás, registrado por el último huaico ocurrido el 2001.



**Figura 34.** Evidencias de flujo de detritos (polígono morado) que formó el abanico proluvial donde se asentaron parte de las viviendas de Vichaycocha, el Polígono rosado representa el huaico ocurrido el 2001 y las líneas entrecortadas rosada su posible desplazamiento (vista frontal).



**Figura 35.** Evidencias de flujo de detritos (polígono morado) que formó el abanico aluvial donde se asentaron parte de las viviendas de Vichaycocha, el Polígono rosado represente el huaico ocurrido el 2001 y las líneas entrecortadas rosada su posible desplazamiento (vista lateral).



**Figura 36.** Movimientos en masa en ladera oeste del cerro Purun Marca, comunidad campesina de Vichaycocha, su leyenda se describe en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Movimientos en masa identificados en la ladera oeste del cerro Purun Marca sector de la comunidad campesina Vichaycocha ilustrado en la figura 36.

SUBTIPO	ACTIVIDAD	ESTADO	AFECTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Deslizamiento Rotacional	Antiguo 1	Inactivo Latente	Comunidad campesina de Vichaycocha/ Carretera de acceso a Vichaycocha	El material detrítico que compone, el cuerpo del deslizamiento está poco consolidado a suelto, y removido, con la posibilidad de sufrir reactivaciones (nuevos deslizamientos), desencadenados por movimientos sísmicos y/o precipitaciones
	Antiguo 2	Inactivo Latente		
Caídas - Derrumbes	Reciente 2022	Activo		Este derrumbe suscitado en abril del 2022 afectó 02 viviendas ubicadas en la parte baja de Vichaycocha, cuya zona de arranque corresponde a una vertiente coluvio-deluvial de pendientes muy escarpadas.
	Antiguo	Inactivo Latente		Este derrumbe se presenta en la carretera de acceso a Vichaycocha, ocurrido sobre parte del material detrítico de deslizamientos antiguos y afloramientos rocosos de la Formación Chúlec.
Flujo de detritos	Reciente 2021	Inactivo Latente		Este flujo se registró en el 2001, según la versión de los pobladores y el boletín de peligros geológicos en la región Lima, afectó 02 viviendas y 08 familias.
Flujo de detritos	Antiguo	Inactivo Latente	Señales de actividad temporal de la quebrada Cochac que llegaron a formar un abanico proluvial, sobre el cual se asienta parte de la comunidad campesina de Vichaycocha, estos eventos se pueden repetir provocando grandes afectaciones a la población.	

## 5.2. Factores condicionantes

### Factor Litológico

- Calizas y areniscas plegadas, y con fracturamiento moderados a altos y en ocasiones fragmentados, por la presencia de un sinclinal tumbado, lo que favorece el desprendimiento y caída por gravedad.
- Presencia de depósitos coluvio deluviales, con fragmentos rocosos de hasta 2 m de diámetro, suspendidos en la matriz limo-arenosa poco consolidada, altamente susceptible a generar nuevos derrumbes.

### Factor Geomorfológico

- Configuración de vertientes coluvio-deluvial y abanico proluvial, rodeado de montañas en rocas estructurales con pendientes escarpadas y muy escarpadas, lo que favorece su desprendimiento y caídas.

### Factor Hidrogeológico

- Las rocas calcáreas (calizas) mayoritariamente que conforman la ladera oeste del cerro Purun Marca, pueden ser considerados como acuíferos en roca sedimentaria por la presencia de porosidades primarias y secundarias (pliegues y fallamientos), evidencia de ello es el puquial de Cocha, ubicado en la coordenada: UTM, WGS 84, 18s, X:323025.063 m; Y:8767857 m, esto puede saturar el terreno aumentando la presión intersticial de poros y posteriores movimientos en masa.

#### Factor Antrópico

- Desarrollo de actividades de ganadería y pastoreo encima del centro poblado, coordenadas UTM, WGS 84, 18 s: X 323444.64 m E; Y 8768152.43 m S, sobre la cual existen pozas de agua y bebederos que saturan constantemente el terreno aguas debajo de la ladera.

### **5.3. Factores desencadenantes**

Precipitaciones pluviales ordinarias y/o extraordinarias, según el registro de precipitaciones satelitales Awere, que alcanzan máximos diarios de 39.2 mm en épocas de lluvias.

### **5.4. Evaluación de Carampoy (zona propuesta para reubicación de Vichaycocha)**

La Municipalidad de Pacaraos y autoridades locales proponen el sector Carampoy para la reubicación de la comunidad campesina de Vichaycocha (figura 37), el cual presenta características y condiciones de alta geodinámica, por lo siguiente:

- Presencia de morrenas poco consolidadas con evidencias de desprendimientos en la margen izquierda del río Chancay; y cicatrices de avalanchas de roca y detritos
- Laderas escarpadas con presencia de rocas fracturadas que caen sobre un valle tipo "V" estrecho.
- Vertientes coluvio-deluviales, compuestos por material detrítico suelto, susceptible a generar derrumbe y deslizamiento en ambas márgenes del río.

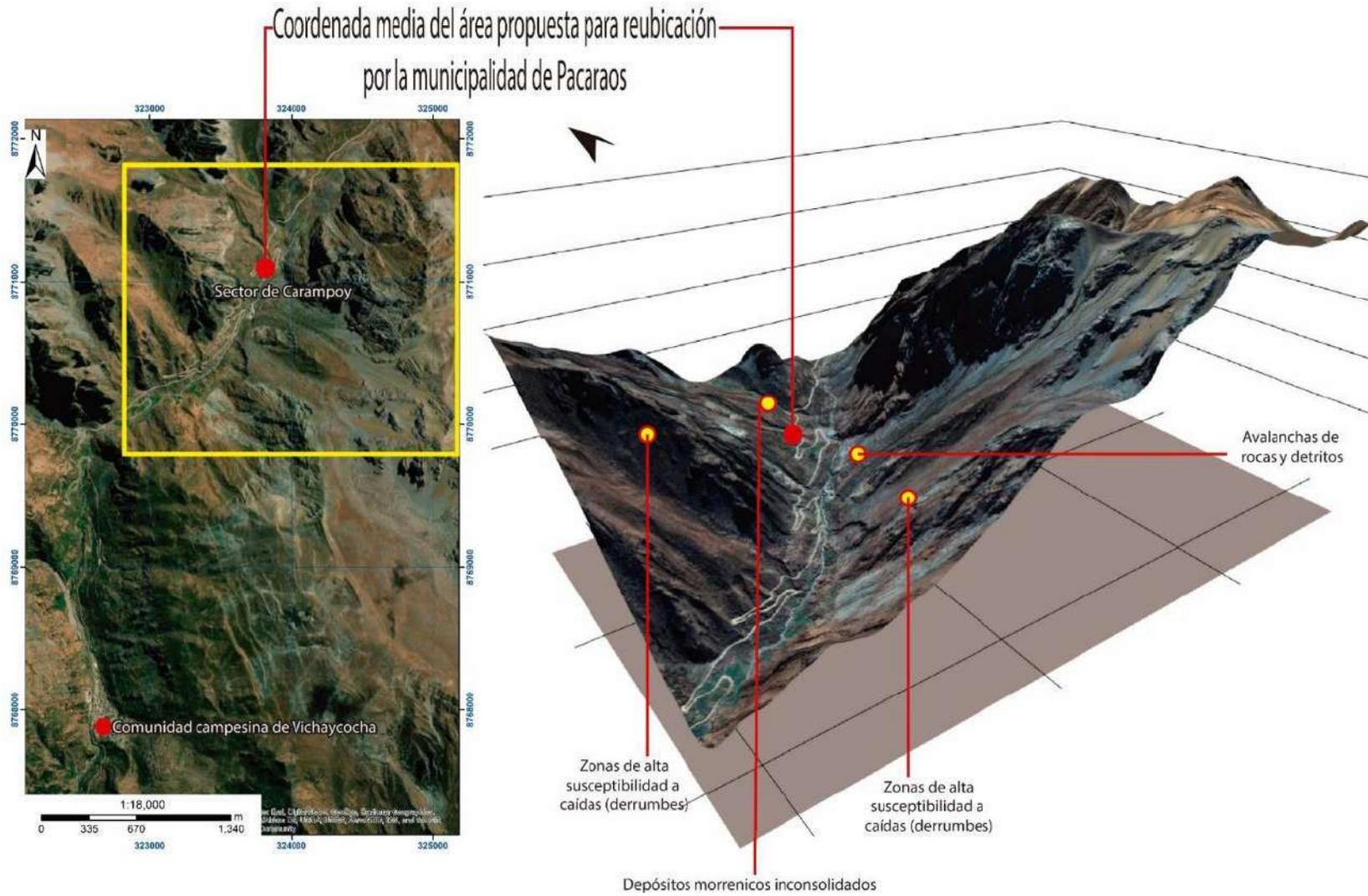


Figura 37. Vista 3D del sector Camporay.

## 6. CONCLUSIONES

1. El sector de Carampoy, se considera como un terreno NO APTO, para su consideración como zona urbanizable y la reubicación de la comunidad campesina de Vichaycocha.
2. El derrumbe en la margen derecha de la quebrada Cocha, ocurrido el 06 de abril del 2022 presenta las siguientes características: altura de 75 m, ancho promedio de 16 m, con una longitud horizontal de alcance de 16 m, que afectó por lo menos 05 viviendas, dejando 02 inhabitables.
3. Litológicamente, Vichaycocha se ubica sobre un substrato rocoso del Cretácico conformado por calizas del Grupo Goyllarisquizga, Chúlec, Pariahuanca y Pariatambo, conformando un sinclinal tumbado, lo que condiciona los niveles de fracturamiento medio, alto y fragmentado de los afloramientos rocosos. Estos se encuentran cubiertos por depósitos coluviales, coluvio-deluviales y proluviales poco consolidados, sobre los que se asentaron las viviendas de la comunidad campesina de Vichaycocha. Por otro lado, las laderas de la margen izquierda del río Chancay engloba bloques de roca de hasta 2 m de diámetros en una matriz limo-arcillosa, de fácil erosión, susceptible a generar nuevos derrumbes.
4. Geomorfológicamente, Vichaycocha se encuentra en un valle estrecho tipo "V", donde las laderas presentan pendientes de hasta 35°. En el fondo de valle se pueden observar terrazas aluviales y abanicos proluviales donde se asienta parte de Vichaycocha, además del cuerpo de un deslizamiento (vertiente con depósito de deslizamiento) donde se asienta otra parte de la población. Esta vertiente de deslizamiento es susceptible a sufrir reactivaciones.
5. Vichaycocha puede ser afectado por flujo de detritos descendientes de la quebrada Cocha, evidencia de ello es el abanico proluvial formado en la desembocadura del río Chancay, y el huaico ocurrido en el 2001. Además, se observa alto contenido de material detrítico en el cauce y laderas del cerro Purun Marca que por precipitaciones prolongadas y/o intensas desencadenarían flujo de detritos.
6. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en los alrededores de la comunidad de Vichaycocha se le considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa.

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

  
-----  
Ing. Guisela Choquenaira Garate

## 7. RECOMENDACIONES

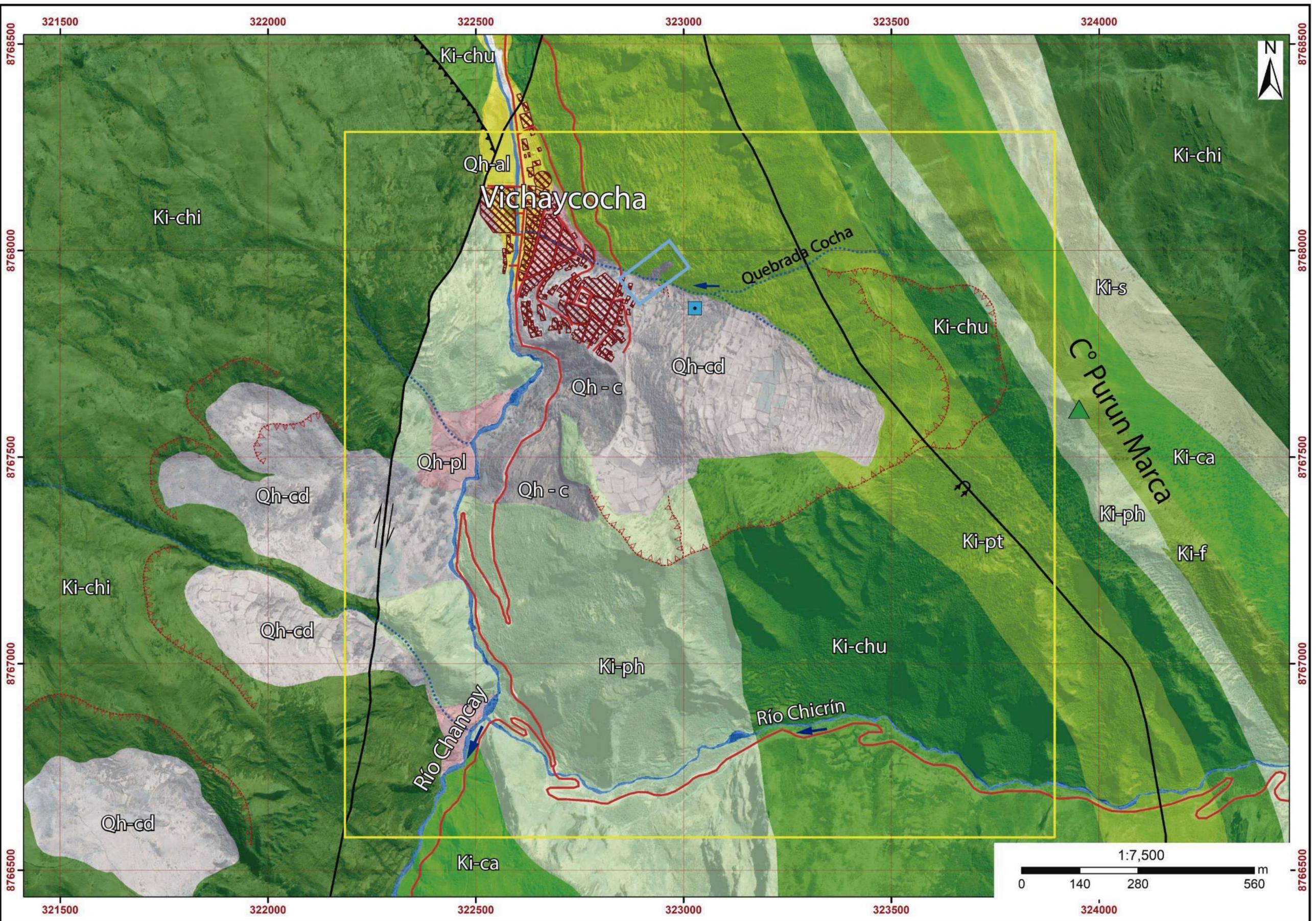
1. En primera instancia reubicar las viviendas afectadas directamente por la caída de bloques acontecido en abril del 2022.
2. Buscar nuevos sitios para el reasentamiento de la comunidad campesina de Vichaycocha, la cual se encuentra expuesta a derrumbes, reactivación de deslizamientos y flujo de detritos (huaicos), a la brevedad posible con la finalidad de salvaguardar a la población, debido a que se desestima el sector de Carampoy.
3. Implementar planes de forestación en la vertiente coluvio-deluvial (para ello se deben usar vegetación nativa).
4. Realizar un control constante y exhaustivo de la ladera oeste del cerro Purun Marca, con la finalidad de identificar a tiempo la formación de grietas o escarpes, predecesores a la ocurrencia de deslizamientos y/o derrumbes.
5. Evitar la saturación de los suelos, prohibiendo cualquier actividad agrícola y/o similar en los terrenos de Vichaycocha, de igual manera se debe restringir el vertimiento de aguas de uso doméstico, siendo necesario la construcción de sistemas de desagüe adecuados, hasta la reubicación de la comunidad campesina.
6. Implementar sistemas de drenajes impermeabilizados que recolecten las aguas de lluvias en la vertiente coluvio- deluvial y de deslizamiento, para evitar la infiltración de aguas al suelo (que incrementan las presiones intersticiales), estas pueden derivar las aguas a la quebrada Cocha (que también deberá necesariamente ser impermeabilizada y ensanchada) para finalmente ser enviadas al río Chancay.
7. Realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR) por parte de las autoridades locales, a fin de evaluar los elementos expuestos en la comunidad campesina de Vichaycocha.

Nota: Todas las medidas estructurales deben ser diseñadas y supervisadas por especialistas teniendo en cuenta estudios geotécnicos, hidrológicos, hidrogeológicos y de factibilidad que determinen las medidas exactas y ubicación final de los mismos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Arlegui, L.E. y Simón, J.L. (2000). Fracturación campos de esfuerzos en el Cuaternario del sector central de la Cuenca del Ebro (NE España). Cuaternario y Geomorfología, 11-20.
- 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.
- Davila y Celi (1994) – INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 12, Estudio Geodinámico de la Cuenca del río Chancay – Huaral, <https://hdl.handle.net/20.500.12544/267>
- De La Cruz & Jaimes (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Canta (23-j) - Cuadrante I. Escala 1:50 000 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2154>
- Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- Luque y Rosado (2014). Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lima. Primer reporte, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, 75 páginas, 1 mapa. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2018>
- Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Lima. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 76, 298 p., 9 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2571>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Guía climática turística (en línea). Lima: SENAMHI, 216 p. (consulta: 03 junio 2015). Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.
- Suárez, J. (1996) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigación sobre Erosión y Deslizamientos, 282 p
- Varnes, J. (1978) - Slope movements types and processes. In: SCHUSTER, L. & KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.

## ANEXO 1: MAPAS



### Leyenda

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	Unidades Litoestratigráficas	ERATEMA	SISTEMA	SERIE	Unidades Litoestratigráficas			
CENOZOICO	CUATERNARIO	Holoceno	Depósito	MESOZOICO	CRETÁCICO	Inferior	Grupo Goyllarisquizga			
			Coluvio-deluvial					Qh-cd	Pariatambo	Ki-pt
			Coluvial					Qh-c	Chúlec	Ki-chu
			Proluvial					Qh-pl	Pariahuanca	Ki-ph
			Aluvial					Qh-al	Farrat	Ki-f
			Fluvial					Qh-fl	Carhuaz	Ki-ca
				Santa	Ki-s					
				Chimú	Ki-chi					

### Simbología

	Área derrumbe 2022		Falla inversa
	Área Urbana		Eje de sinclinal tumbado
	Cima de Cerros		Falla de rumbo dextral
	Ríos		Ojos de Agua
	Vías locales		Corona de deslizamiento antiguo
	Área de inspección		

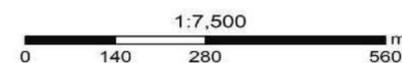
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGIÓN LIMA  
PROVINCIA HUARAL  
DISTRITO PACARAOS/SANTA CRUZ DE ANDAMARCA

MAPA GEOLÓGICO EN LOS ALDEDORES DE VICHAYCOCHA

Escala: 1/7500 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna  
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión digital 2022 Impreso: 2022

MAPA  
**01**



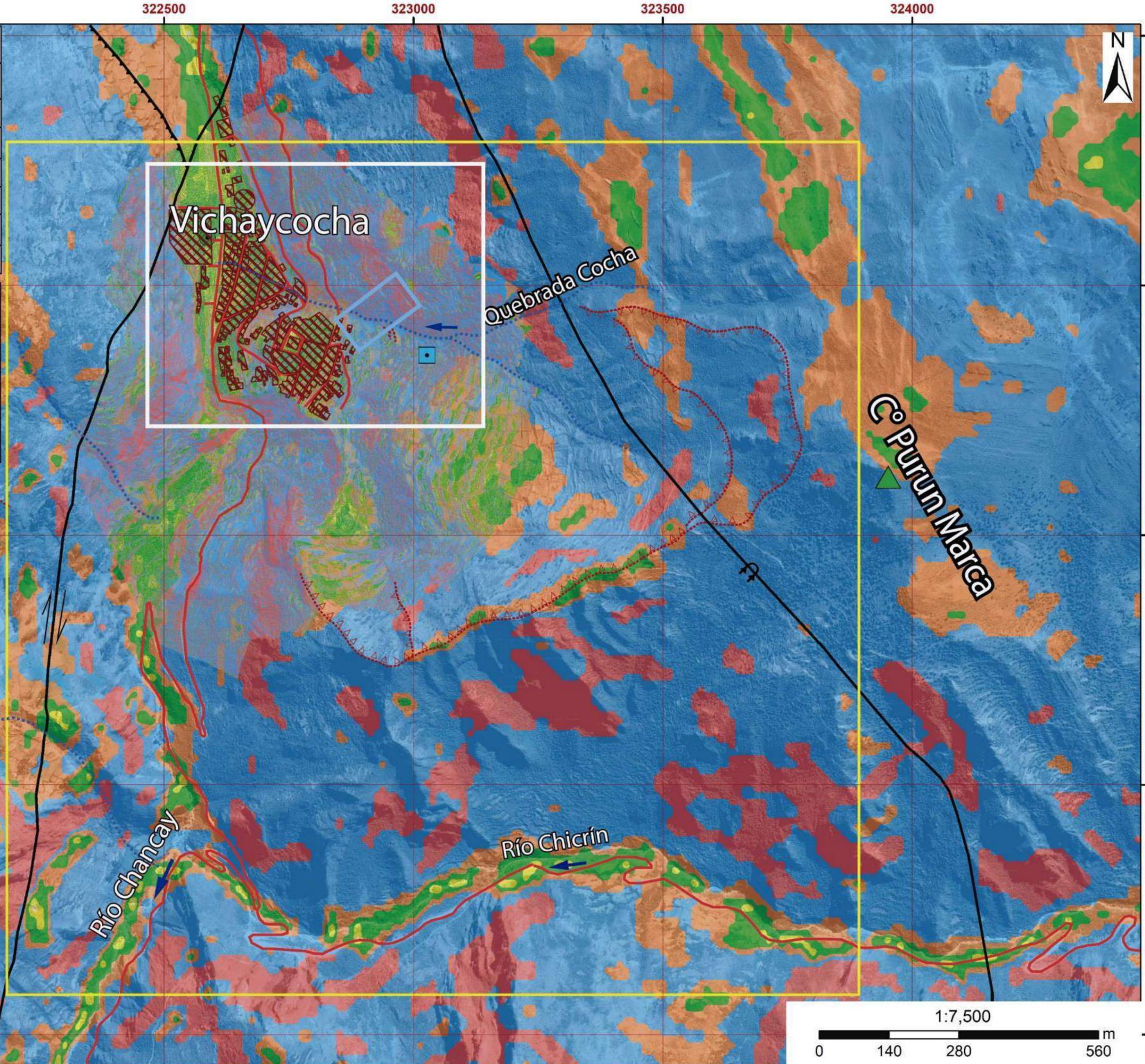
Mapa Geológico del cuadrángulo de Canta Base Geológica (1971) Cobbing y Garayar Revisión de Mapa Integrado 2017

# Leyenda

Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

## Simbología

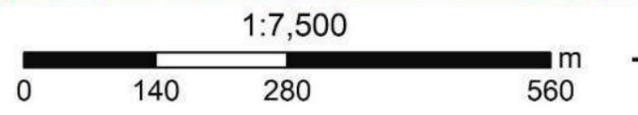
- Área derrumbe 2022
- Área Urbana
- Cima de Cerros
- Ríos
- Vías locales
- Área de inspección
- Falla inversa
- Eje de sinclinal tumbado
- Falla de rumbo dextral
- Ojos de Agua
- Corona de deslizamiento antiguo



**DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**  
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGIÓN LIMA  
PROVINCIA HUARAL  
DISTRITO PACARAOS/SANTA CRUZ DE ANDAMARCA  
**MAPA GEOLÓGICO EN LOS ALDEDORES DE VICHAYCOCHA**

Escala: 1/7500 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna  
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión digital 2022 Impreso: 2022

**MAPA 02**



322500

323000

### Leyenda

Rango	Superficie Topográfica
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	terreno muy escarpado

### Simbología

	Área derrumbe 2022		Falla inversa
	Área Urbana		Eje de sinclinal tumbado
	Cima de Cerros		Falla de rumbo dextral
	Ríos		Ojos de Agua
	Vías locales		Corona de deslizamiento antiguo
	Área de inspección		

# Vichaycocha

Río Chancay

Quebrada Cocha

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGIÓN LIMA  
PROVINCIA HUARAL  
DISTRITO PACARAOS/SANTA CRUZ DE ANDAMARCA

MAPA GEOLÓGICO EN LOS ALDEDORES DE VICHAYCOCHA

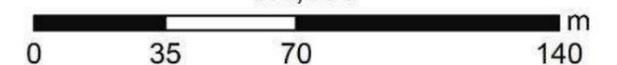
Escala: 1/7500 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna

MAPA

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84  
Versión digital 2022 Impreso: 2022

2.1

1:1,880



322500

323000

8768000

8768000

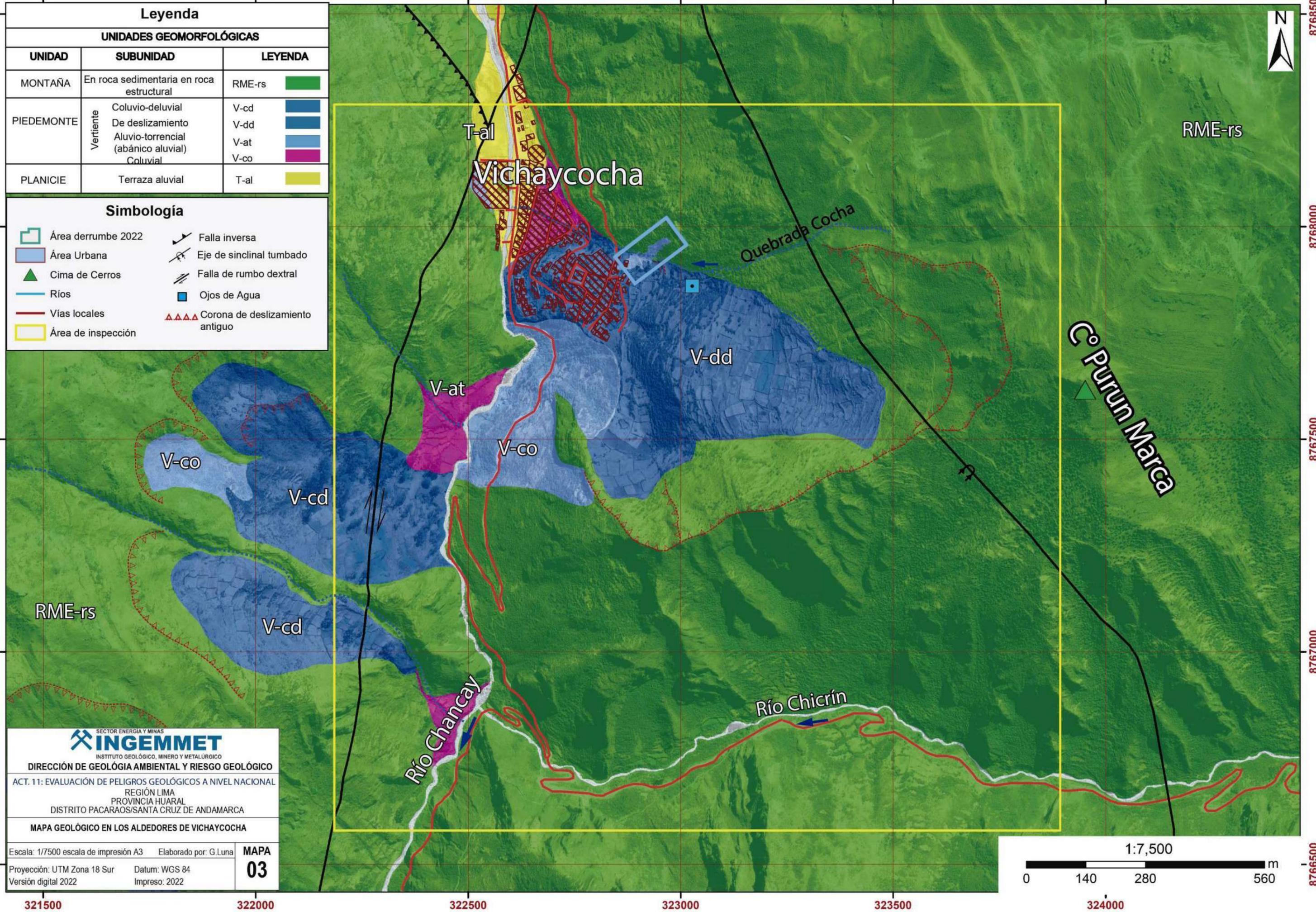
### Leyenda

#### UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

UNIDAD	SUBUNIDAD	LEYENDA	
MONTAÑA	En roca sedimentaria en roca estructural	RME-rs	
PIEDEMONTE	Vertiente	Coluvio-deluvial	V-cd
		De deslizamiento	V-dd
		Aluvio-torrencial (abánico aluvial)	V-at
		Coluvial	V-co
PLANICIE	Terraza aluvial	T-al	

### Simbología

Área derrumbe 2022	Falla inversa
Área Urbana	Eje de sinclinal tumbado
Cima de Cerros	Falla de rumbo dextral
Ríos	Ojos de Agua
Vías locales	Corona de deslizamiento antiguo
Área de inspección	

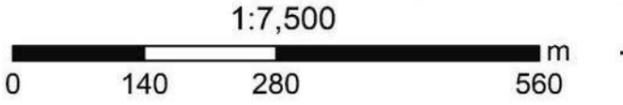


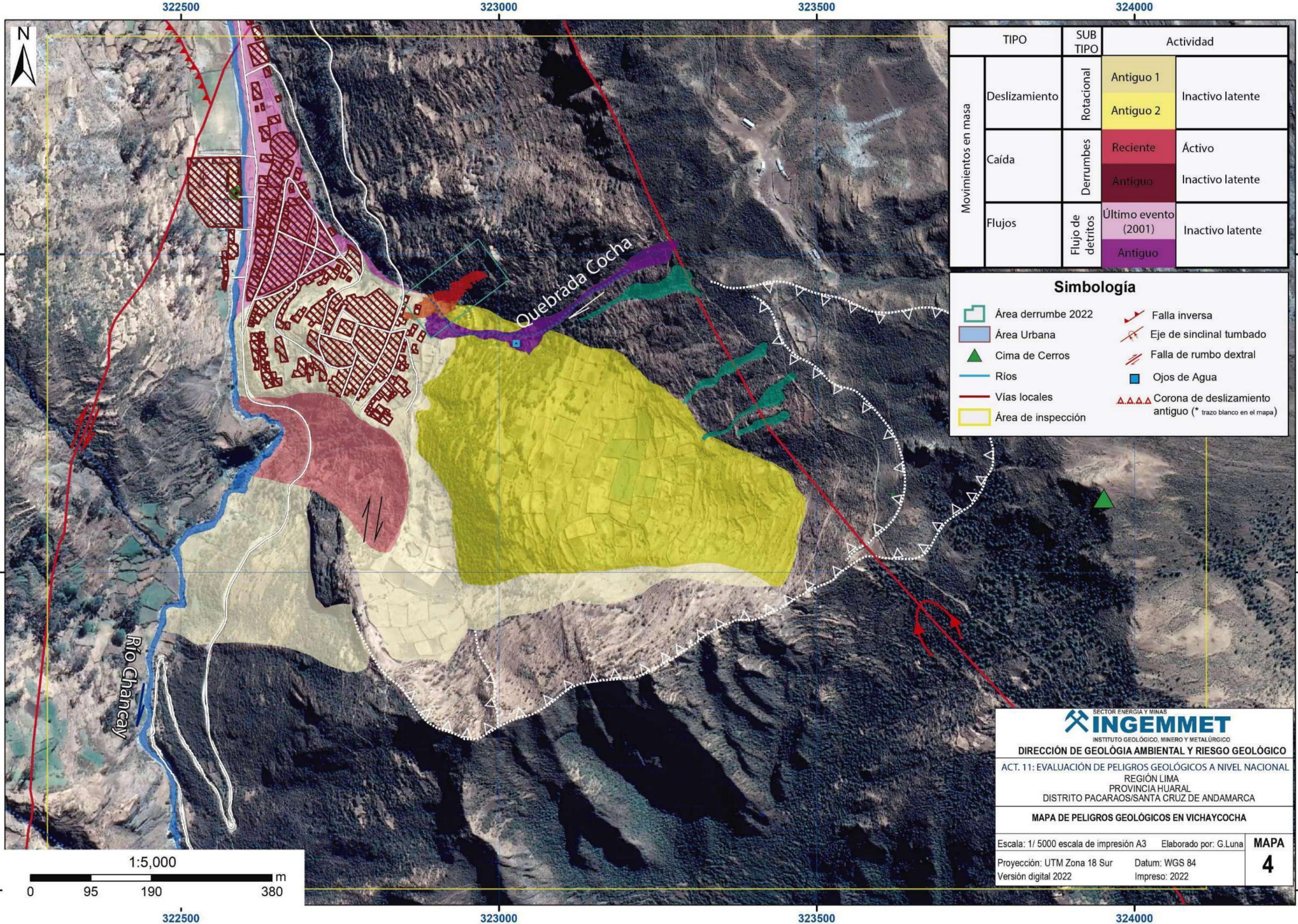
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGIÓN LIMA  
PROVINCIA HUARAL  
DISTRITO PACARAOS/SANTA CRUZ DE ANDAMARCA

MAPA GEOLÓGICO EN LOS ALDEDORES DE VICHAYCOCHA

Escala: 1/7500 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna  
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Versión digital 2022 Impreso: 2022

MAPA  
**03**





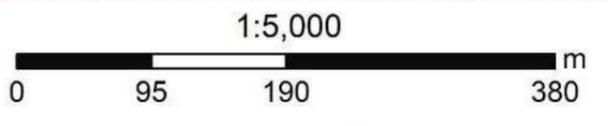
TIPO		SUB TIPO	Actividad	
Movimientos en masa	Deslizamiento	Rotacional	Antiguo 1	Inactivo latente
			Antiguo 2	
	Caída	Derrumbes	Reciente	Activo
			Antiguo	Inactivo latente
	Flujos	Flujo de detritos	Último evento (2001)	Inactivo latente
			Antiguo	

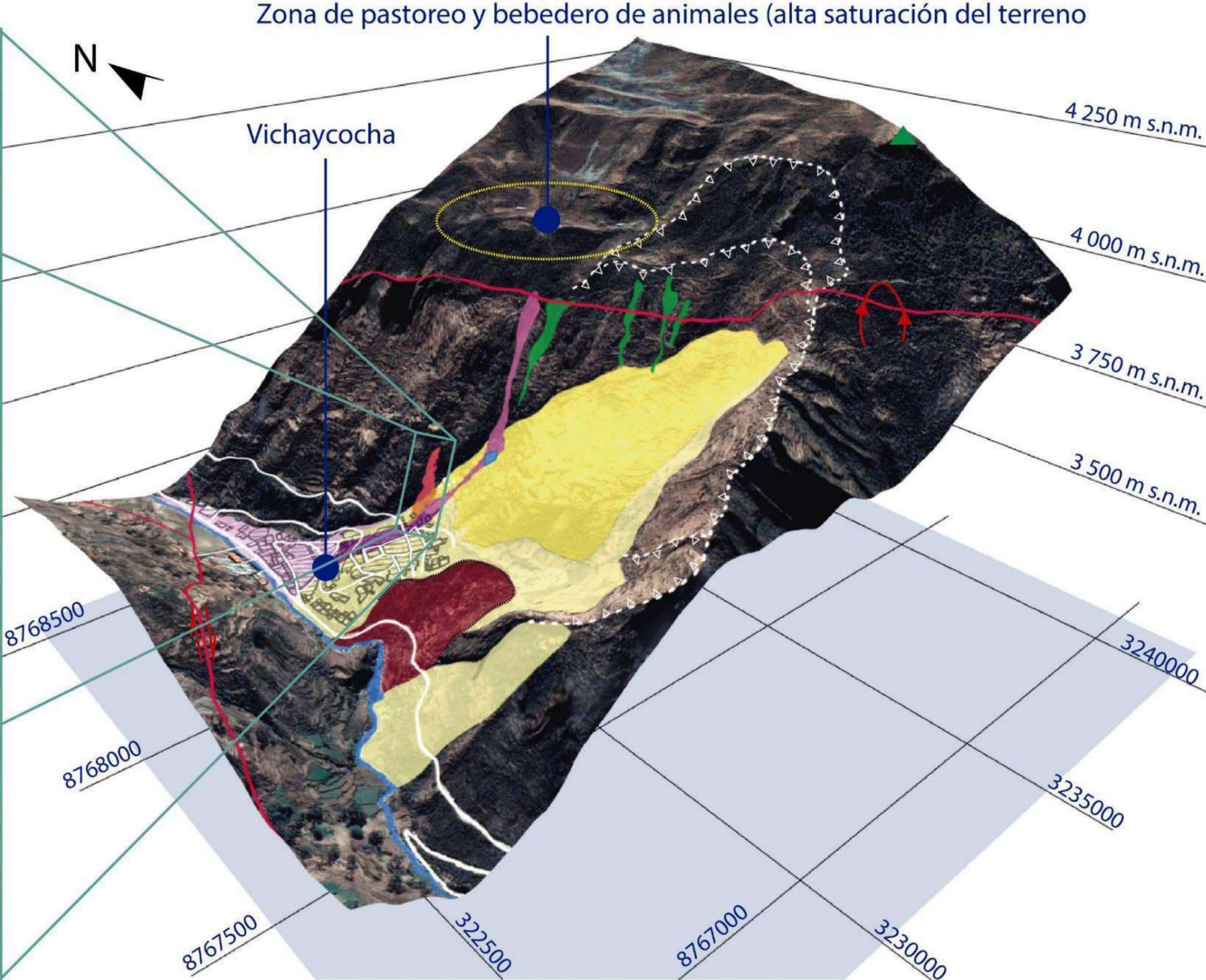
**Simbología**

	Área derrumbe 2022		Falla inversa
	Área Urbana		Eje de sinclinal tumbado
	Cima de Cerros		Falla de rumbo dextral
	Ríos		Ojos de Agua
	Vías locales		Corona de deslizamiento antiguo (* trazo blanco en el mapa)
	Área de inspección		

  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
**DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGIÓN LIMA  
 PROVINCIA HUARAL  
 DISTRITO PACARAOS/SANTA CRUZ DE ANDAMARCA  
**MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN VICHAYCOCHA**

Escala: 1/ 5000 escala de impresión A3 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2022	Elaborado por: G.Luna Datum: WGS 84 Impreso: 2022	<b>MAPA</b> <b>4</b>
---	---	-------------------------





	TIPO	SUB TIPO	Actividad	
Movimientos en masa	Deslizamiento	Rotacional	Antiguo 1	Inactivo latente
			Antiguo 2	
	Caída	Derrumbes	Reciente	Activo
			Antiguo	Inactivo latente
			Último evento (2001)	Inactivo latente
	Flujos	Flujo de detritos	Antiguo	

Simbología	
	Área derrumbe 2022
	Área Urbana
	Cima de Cerros
	Ríos
	Vías locales
	Área de inspección
	Falla inversa
	Eje de sinclinal tumbado
	Falla de rumbo dextral
	Ojos de Agua
	Corona de deslizamiento antiguo (* trazo blanco en el mapa)

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGIÓN LIMA  
PROVINCIA HUARAL  
DISTRITO PACARAOS/SANTA CRUZ DE ANDAMARCA

**REPRESENTACIÓN 3D DEL MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN VICHAYCOCHA**

Escala: 1/ 5000 escala de impresión A3    Elaborado por: G.Luna

Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84    **MAPA 4.1**

Versión digital 2022    Impreso: 2022

