

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

**Informe Técnico N° 7601**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA COMUNIDAD DE YACHACMARCA VILLA VICTORIA**

**Departamento: Huancavelica**

**Provincia: Huancavelica**

**Distrito: Acoria**



**MARZO  
2025**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA COMUNIDAD DE YACHACMARCA VILLA VICTORIA

*Distrito Acoria, Provincia Huancavelica, Departamento Huancavelica.*



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

*Equipo Técnico:*

*Angel Gonzalo Luna Guillen*

*Segundo Alfonso Núñez Juárez*

## **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). *Evaluación de peligros geológicos en la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, distrito Acoria, provincia Huancavelica, departamento Huancavelica*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7601, 45 p.

## ÍNDICE

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>RESUMEN.....</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                     | <b>3</b>  |
| 1.1.    Objetivos del estudio .....             | 4         |
| 1.2.    Antecedentes y trabajos anteriores..... | 4         |
| 1.3.    Aspectos generales .....                | 7         |
| 1.3.1.    Ubicación.....                        | 7         |
| 1.3.2.    Población.....                        | 8         |
| 1.3.3.    Accesibilidad.....                    | 8         |
| 1.3.4.    Clima .....                           | 8         |
| <b>2. DEFINICIONES .....</b>                    | <b>11</b> |
| <b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>              | <b>13</b> |
| 3.1.    Unidades litoestratigráficas.....       | 14        |
| <b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>         | <b>19</b> |
| 4.1.    Pendientes del terreno.....             | 19        |
| 4.2.    Unidades geomorfológicas .....          | 21        |
| 4.2.1.    Unidad de Montaña .....               | 21        |
| 4.2.2.    Unidad de vertientes.....             | 21        |
| 4.2.3.    Unidad de planicie .....              | 22        |
| <b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>             | <b>24</b> |
| 5.1.    Deslizamientos. ....                    | 24        |
| 5.2.    Caídas .....                            | 29        |
| <b>6. OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>       | <b>30</b> |
| 6.1.    Cárcavas .....                          | 30        |
| 6.2.    Factores condicionantes.....            | 32        |
| 6.3.    Factores desencadenantes.....           | 32        |
| <b>7. CONCLUSIONES.....</b>                     | <b>33</b> |
| <b>8. RECOMENDACIONES.....</b>                  | <b>35</b> |
| <b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>                     | <b>36</b> |
| <b>ANEXO 1: MAPAS.....</b>                      | <b>37</b> |

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, distrito Acoria, provincia y departamento Huancavelica. 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.

El substrato rocoso está formado por unidades sedimentarias como: calizas micríticas medianamente fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Chúllec; areniscas cuarzosas y lutitas altamente meteorizadas de la Fm. Chayllacatana; lutitas, limolitas y areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquiza. Finalmente, en la base de la ladera afloran calizas masivas y dolomíticas de la Formación Condorsinga. En general las rocas de la ladera presentan alto grado de meteorización y fracturamiento. Su resistencia a la compresión simple varía de 25 a 50 Mpa (ensayo con martillo de geólogo), las cuales de acuerdo a sus características ingeniero – geológicas, se consideran como rocas de mala a regular calidad.

En la zona de estudio se identificaron depósitos cuaternarios recientes, tipo proluvial, compuesto por gravas, arenas y limos en quebradas y cárcavas; depósitos coluviales, con bloques de hasta 2 m, gravas y arenas gruesas; coluvio-deluvial, con bloques, gravas, arenas, limos y arcillas en proporciones heterogéneas; y el aluvial, con sedimentos variados predominando gravas redondeadas en las márgenes del río

En cuanto al relieve, podemos destacar que la ladera Este, presenta condiciones de inestabilidad con pendientes escarpadas de 45° a 70°, resaltando en su cima afloramientos de calizas altamente fracturadas con evidencias de caída de rocas con pendientes casi verticales.

El terreno donde se asienta la comunidad de Yachacmarca, presenta pendientes moderadas, entre 5° y 15° y las laderas que rodean la comunidad presentan pendientes fuertes de entre 18° y 25° hacia el noroeste, y está conformado por vertientes con depósitos de deslizamientos.

La ladera al este de la comunidad de Yachacmarca, corresponde al cuerpo de un deslizamiento antiguo, donde las pendientes en la parte superior varían de 27° (fuerte) a 10° (moderada), mientras que, en la parte baja, donde se observa la predominancia de cárcavas y vertientes coluviales asociadas a derrumbes, se observan pendientes promedio de 30° (fuertes). Finalmente, en las terrazas aluviales en ambas márgenes del río Ichu las pendientes son suaves de 1° a 5°.

En la zona de estudio se identificaron deslizamientos, caída de rocas, derrumbes y cárcavas.

Los deslizamientos incluyen eventos inactivos latentes, que corresponden a grandes deslizamientos rotacionales con escarpes erosionados y pendientes fuertes, que afectaron las laderas compuestas por rocas fracturadas y depósitos cuaternarios. También se identificaron deslizamientos activos. Estos son de menor dimensión y se presentan en cuerpos de cárcavas cercanas al pie de la ladera Este (lejanos de la comunidad). Así mismo se observan caídas de bloques, provenientes de calizas fracturadas al suroeste de la comunidad, que representan un peligro directo para la misma.

Los derrumbes ocurren en depósitos coluvio-deluviales en el pie de laderas y cárcavas. Por otro lado, las cárcavas, se presentan como procesos erosivos activos con desprendimientos laterales, que contribuyen a la inestabilidad de las laderas debido a su formación en materiales de baja cohesión, acentuada por lluvias intensas y falta de cobertura vegetal.

Tomando en cuenta las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica actual, se determina que la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, se encuentra en **Peligro Alto** a movimientos en masa, por caída de rocas y deslizamientos.

Se recomienda, implementar monitoreo geodésico para evaluar posibles movimientos del terreno, y el desarrollo de estudios de tomografía eléctrica para identificar o descartar procesos kársticos. De manera estructural, se propone, instalar barreras dinámicas en la ladera, ubicada al suroeste de la comunidad, para contener caídas de rocas, reubicar 02 viviendas afectadas por agrietamientos y llevar a cabo un estudio de Evaluación de Riesgos (EVAR), que integre los factores geológicos y sociales, con el objetivo de mitigar riesgos y proteger a la población frente a los peligros identificados.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, 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 provincial de Huancavelica, según Oficio N° 036-2024-SGRD-AL/MPH es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros geólogos Angel Gonzalo Luna Guillen y Segundo Alfonso Núñez Juárez, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector mencionado, el 09 de noviembre del 2024. Los trabajos de campo se realizaron en coordinación con los representantes de la Municipalidad Distrital de Acoria y la Subgerencia de Riesgo de Desastres de dicha municipalidad y autoridades locales.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos drone, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Acoria e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - Cenepred, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664. A fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria.
- Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- 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), así como reportes que señalan la existencia de movimiento en masa en el sector de estudio, de los cuales destacan los siguientes:

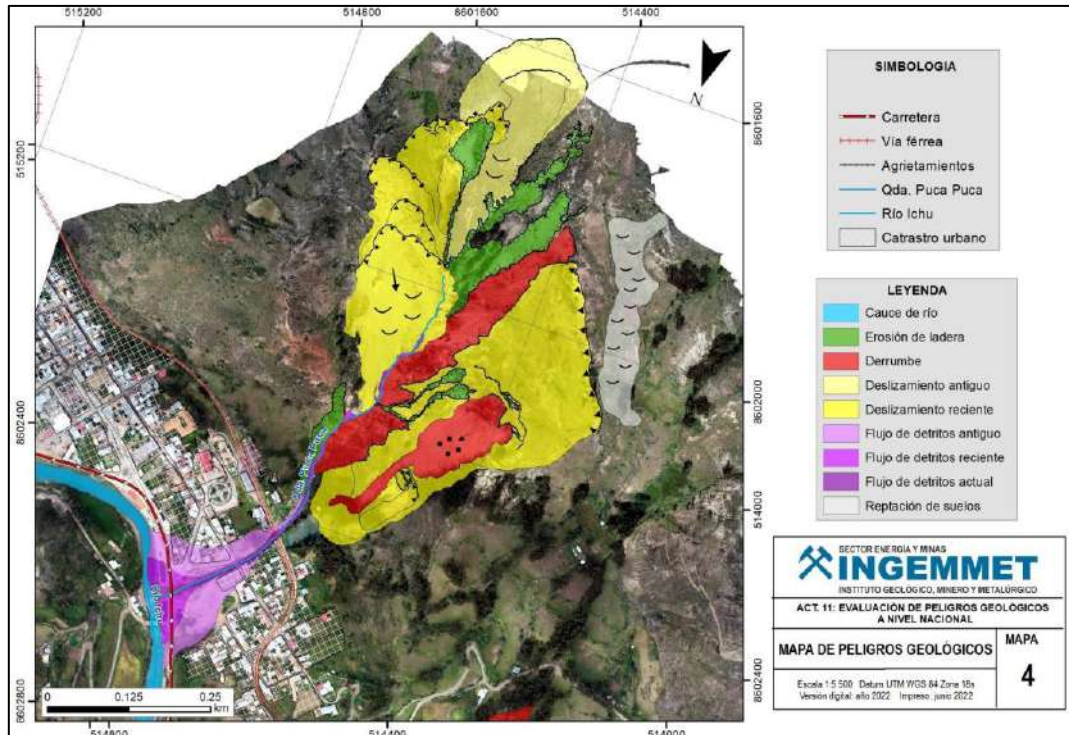
- En el boletín técnico titulado “Peligro Geológico en la región Huancavelica” (Vílchez., et al 2019), se determina al poblado de Acoria, como una Zona Crítica (códigos: 194541407/GA25C/2011-2012, 194541406/GA25C/2011-2012, 194541410/GA25C/2011-2012). por peligros geológicos, tipo derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos, los cuales tienen un alto potencial de activación durante temporadas de lluvias intensas y prolongadas o a causa de sismos, como se detalla en el Cuadro 1, también el mapa de susceptibilidad elaborado en el boletín citado muestra que Yachacmarca Villa Victoria se encuentra una zona de susceptibilidad “Muy Alta” (figura 2).

**Cuadro 1.** Descripción de las zonas críticas identificadas en el distrito de Acoria

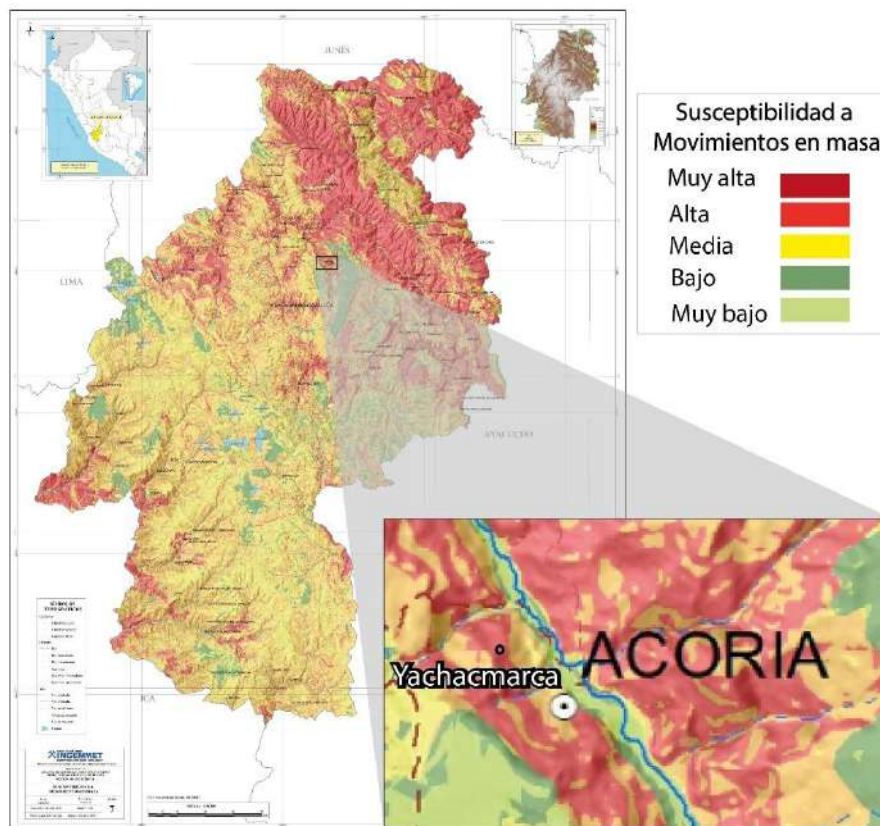
| Área o sector                                         | Peligros actuales o futuros                                    | Geodinámica                                                                                                                                                                                                                                | Vulnerabilidad o daños probables                                                                     | Recomendaciones                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sector Acoria<br>Mariscal Cáceres<br>Distrito: ACORIA | Erosión Fluvial, derrumbes-flujos, deslizamientos rotacionales | Se observa la presencia de deslizamientos antiguos, en algunos sectores reactivados a manera de derrumbes. Varios flujos de detritos cortan la carretera, uno de ellos cruza por el medio del poblado de Acoria, esta ha sido parcialmente | Afectó tramos de la carretera que conduce de Acoria a Mariscal Cáceres, también terrenos de cultivo. | - Enrocado y gaviones en margen derecha del río Ichu en zonas afectadas por erosión.<br>- Encausamiento de quebradas, colocación de diques transversales a los cauces de quebradas.<br>- Mantener limpio el cauce |

|  |  |                                   |  |  |
|--|--|-----------------------------------|--|--|
|  |  | canalizada con muros de concreto. |  |  |
|--|--|-----------------------------------|--|--|

- B) En el “Informe sobre los derrumbes de tierras en el Cerro Puca Puca” (García & Vargas, 1964), se concluye que los huaicos generados en la quebrada Acoria representan un grave peligro para la población local. Estos huaicos son consecuencia de las intensas lluvias que ocurren en las partes altas del pueblo, específicamente en el Cerro Puca Puca, donde se forman torrentes que descienden por la quebrada, removiendo el material suelto proveniente de los derrumbes. Como medidas de mitigación, el informe recomienda: la construcción de canales de drenaje, la limpieza de la quebrada Acoria, el reforzamiento de ambas márgenes con muros de contención, la reforestación de las áreas afectadas por los derrumbes, y la implementación de obras de defensa en el río Ichu para prevenir inundaciones.
- C) El Informe Técnico N° A6926, titulado “Evaluación de peligros geológicos en la quebrada Puca Puca” (Vílchez & Lara, 2019), identificó múltiples procesos geodinámicos en la quebrada, incluyendo deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y erosión de laderas en forma de cárcavas. El material removido por estos procesos es canalizado a través de la quebrada Puca Puca hasta su desembocadura en el río Ichu, generando un impacto directo sobre la población de Acoria. El informe concluye que, debido a las características geológicas y geodinámicas de la zona, la localidad de Acoria es clasificada como una Zona Crítica, con un peligro muy alto frente a deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos, especialmente durante eventos de lluvias intensas o extraordinarias.
- D) El Informe Técnico N° A7278, titulado “Evaluación de peligros geológicos por deslizamientos y derrumbes en el cerro Ccamana” (Choquenaira & Luna, 2022). El informe técnico del cerro Ccamana, en Acoria, Huancavelica, evalúa los peligros geológicos asociados a deslizamientos y derrumbes, identificando depósitos coluviales y coluvio-deluviales en laderas escarpadas con pendientes de 25° a 45°. Los afloramientos de areniscas, calizas y lutitas presentan fracturación y meteorización significativas, con bloques sueltos y suelos saturados. En 2022, lluvias intensas reactivaron un antiguo deslizamiento en la ladera noreste, generando escarpas y desplazamientos de hasta 2 m, afectando viviendas y terrenos de cultivo. El evento abarca 1.4 Ha y amenaza con represamientos peligrosos. Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, el área es declarada de Peligro Muy Alto, recomendándose la reubicación de viviendas cercanas, la implementación de un sistema de drenaje y medidas de estabilización en el sector (figura 1).



**Figura 1:** Peligros geológicos identificados en el cerro Ccamama (Fuente: Choquenaira y Luna., 2022)



**Figura 2:** Susceptibilidad en el área de estudio a movimientos en masa (Fuente: Vílchez et al., 2019)

Los antecedentes citados anteriormente muestran que la ladera este y noroeste, del área de inspección en Yachacmarca y que rodean la ciudad de Acoria presentan evidencias de inestabilidad.

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

La comunidad de Yachacmarca, políticamente pertenece a la jurisdicción del distrito de Acoria, provincia de Huancavelica, departamento del mismo nombre, en la región sur-central de Perú. Está situada en la cordillera de los Andes, a una altitud aproximada de 3,500 a 4,000 msnm, rodeada por un paisaje montañoso y quebradas típicas de la geografía andina. Su ubicación estratégica la conecta con otras comunidades rurales del distrito, siendo accesible a través de caminos rurales, aunque en algunas épocas del año las condiciones climáticas pueden dificultar el acceso.

**Tabla 1.** Coordenadas del área de estudio delimitada por 4 vértices.

| N°                                        | UTM - WGS84 - Zona 18L |                | Geográficas |             |
|-------------------------------------------|------------------------|----------------|-------------|-------------|
|                                           | Este                   | Sur            | Latitud     | Longitud    |
| A                                         | 512711.00 m E          | 8603407.00 m S | -12.633353° | -74.882954° |
| B                                         | 512705.00 m E          | 8602404.00 m S | -12.642423° | -74.883005° |
| C                                         | 514422.00 m E          | 8602397.00 m S | -12.642479° | -74.867194° |
| D                                         | 514442.00 m E          | 8603421.00 m S | -12.633219° | -74.867015° |
| Coordenada central del área de evaluación |                        |                |             |             |
| CC                                        | 513315.00 m E          | 8602764.00 m S | -12.639165° | -74.877390° |

### 1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, identificado con código de ubigeo: 0901300064, presenta una población censada de 30 habitantes distribuidos en un total de 11 viviendas (Fuente: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>).

**Tabla 2:** Distribución poblacional en el distrito Mi Perú

| DISTRITO | POBLADO     | POBLACIÓN | VIVIENDAS |
|----------|-------------|-----------|-----------|
| Acoria   | Yachacmarca | 30        | 11        |

### 1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet en Lima, mediante la siguiente ruta (tabla 3):

**Tabla 3.** Ruta de acceso

| Ruta                        | Tipo de vía                 | Distancia (km) | Tiempo estimado |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|
| Lima – Acoria – Yachacmarca | Asfaltada/Trocha carrozable | 570            | 09 horas 30 min |

### 1.3.4. Clima

El clima de Yachacmarca, en la región andina de Huancavelica, es frío de tipo tropical de montaña, con temperaturas promedio que oscilan entre los 2 °C en las noches más frías y los 15 °C durante el día. Las precipitaciones anuales son considerables, con un promedio mensual que varía entre 30 mm en los meses más secos (junio a agosto) y hasta 120 mm más durante los meses más lluviosos (diciembre a marzo). La estación lluviosa se extiende generalmente desde octubre hasta marzo, siendo enero y febrero los meses con mayor acumulación de lluvia, mientras que la estación seca, caracterizada por cielos despejados y heladas nocturnas, ocurre entre abril y septiembre, con julio como el mes más seco (figura 4).

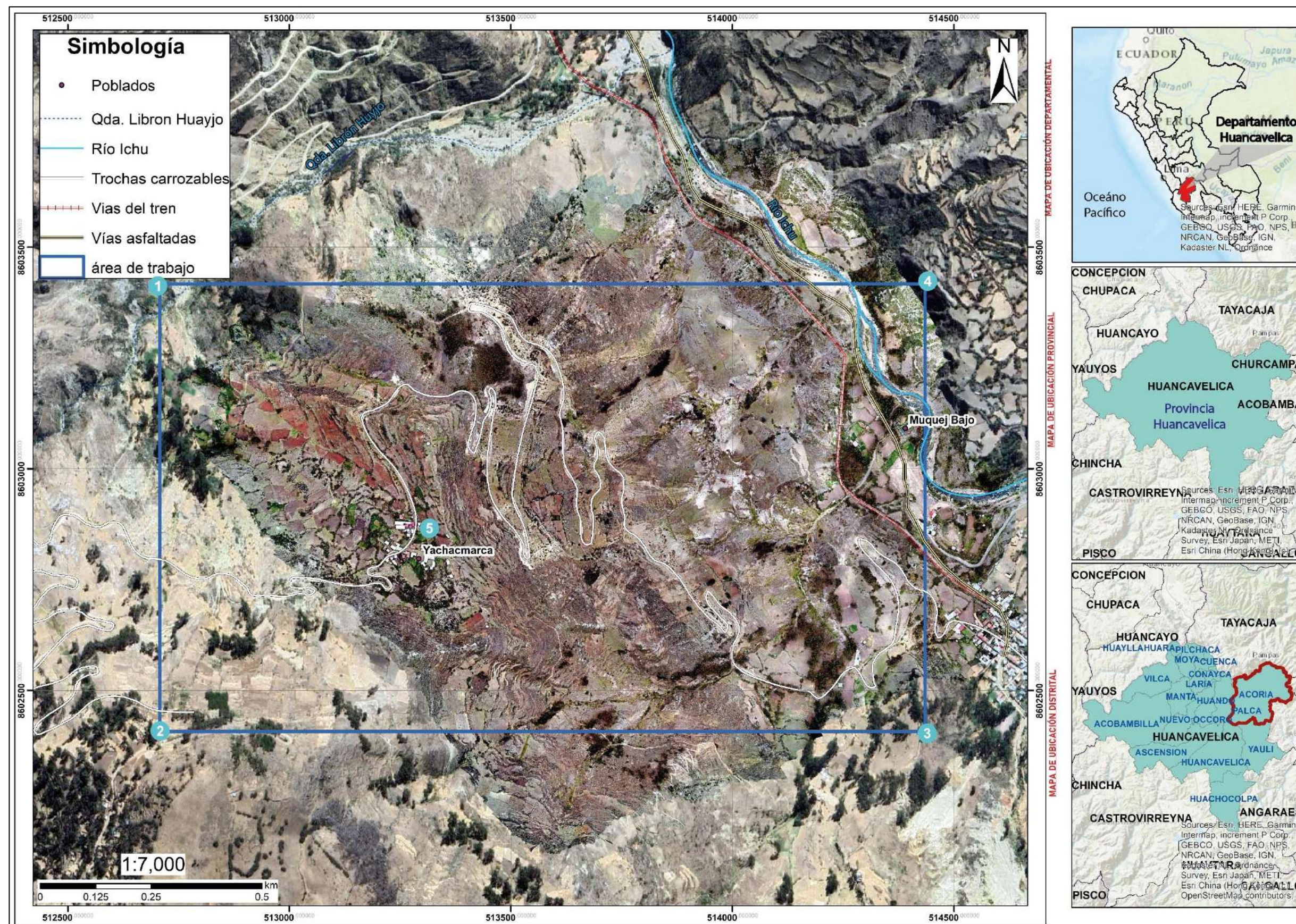
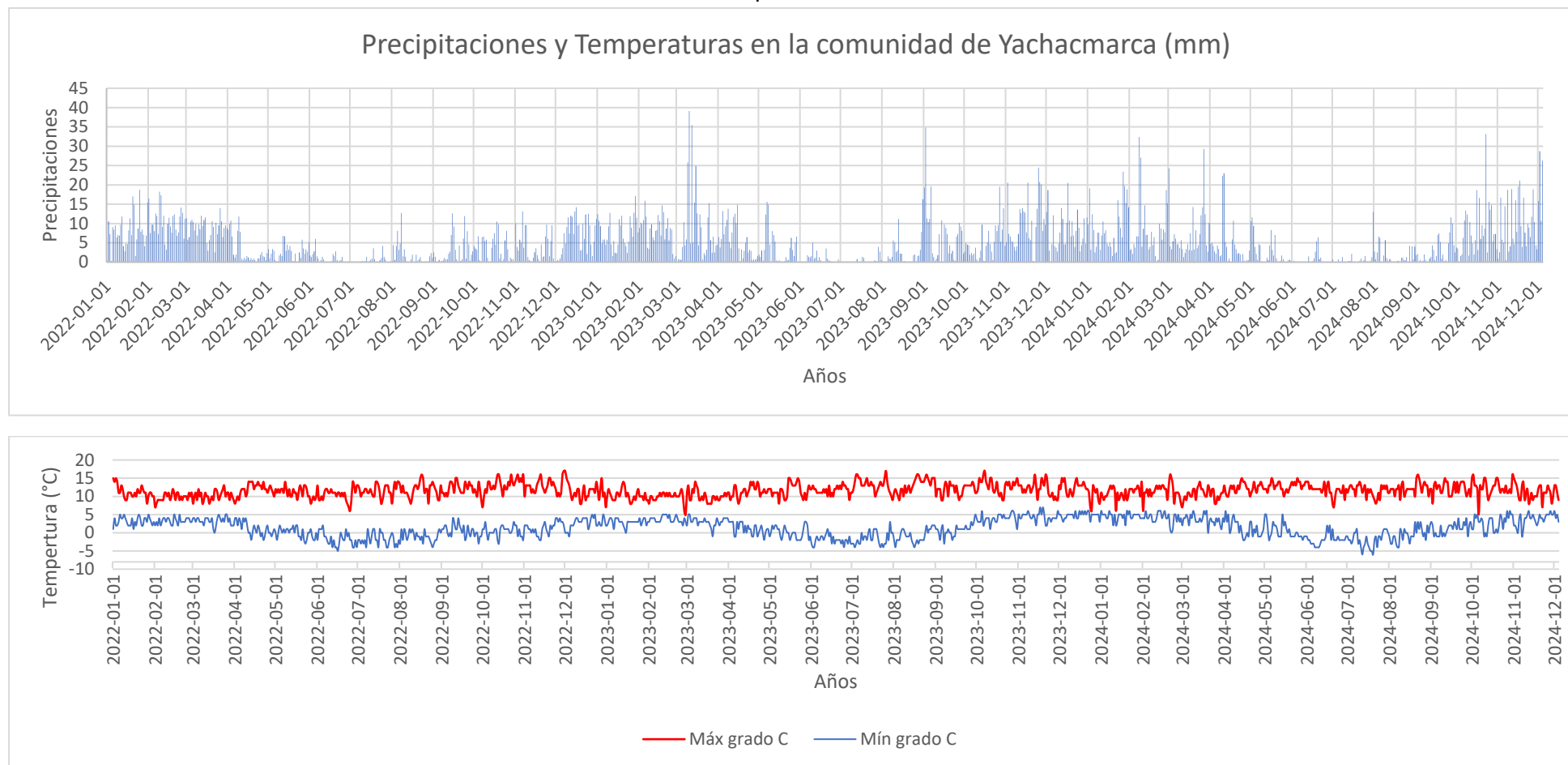


Figura 3: Ubicación del área de estudio.



**Figura 4:** Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2022-2024. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo y las temperaturas mínimas y máximas. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/10036911>.

## 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:

**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).

**ACTIVO:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

**AGRIETAMIENTO:** Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

**ALUVIAL:** Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

**CÁRCAVAS:** Las cárcavas son formas de erosión hídrica en el terreno, caracterizadas por surcos o zanjas profundas generadas por la acción concentrada del agua sobre suelos poco consolidados y de baja cohesión. Su formación ocurre cuando la escorrentía superficial aumenta debido a la deforestación, el sobrepastoreo, el cambio en el uso del suelo o eventos climáticos extremos. A medida que las cárcavas se desarrollan, pueden expandirse y profundizarse, afectando la estabilidad del terreno, reduciendo la productividad del suelo y aumentando el riesgo de movimientos en masa. Su control requiere la implementación de medidas de conservación del suelo, como la reforestación, la construcción de barreras y el manejo adecuado del agua de escorrentía.

**COLUVIAL:** Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

**CORONA** Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladero abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

**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 abajo 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).

**ESCARPE** 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.

**EROSIÓN DE LADERAS** La erosión de laderas es un proceso geomorfológico en el cual el material superficial del terreno es removido y transportado debido a la acción de agentes erosivos como el agua, el viento y la gravedad. Este fenómeno puede ser acelerado por factores como la pendiente del terreno, la falta de cobertura vegetal, la composición del suelo y la influencia antrópica, incluyendo actividades como la deforestación, la construcción y el pastoreo excesivo. La erosión de laderas no solo contribuye a la degradación del suelo y la pérdida de estabilidad del terreno, sino que también puede desencadenar movimientos en masa, como deslizamientos o flujos de detritos, incrementando el riesgo geológico en zonas vulnerables

**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:** Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

**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, transtornos 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.

**RETROGRESIVO:** Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

**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:** Lugar con un alto potencial de ocurrencia (periódica o excepcional) de uno o más peligros geológicos que pueden ser desencadenados principalmente por lluvias o sismos y generar daños en los elementos expuestos.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis ingeniero - geológico se desarrolló en base a la Carta Geológica del cuadrángulo de Huancavelica – hoja 26-n (Mapa integrado, 2017), a escala 1/50 000, e información obtenida en campo. Donde se presentan rocas sedimentarias del Jurásico al Neógeno y depósitos coluvio – deluviales del Cuaternario. Estos últimos a través de la cartografía y en base a la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas, de la evaluación técnica en noviembre del 2024, se completó en el mapa geológico, presentado en el mapa 1: Anexo 1 en este mismo se puede ver la distribución de los afloramientos que aparecen en el sector de elaboración de mapas.



**Figura 5:** Modelo digital fotogramétrico del área de estudio.

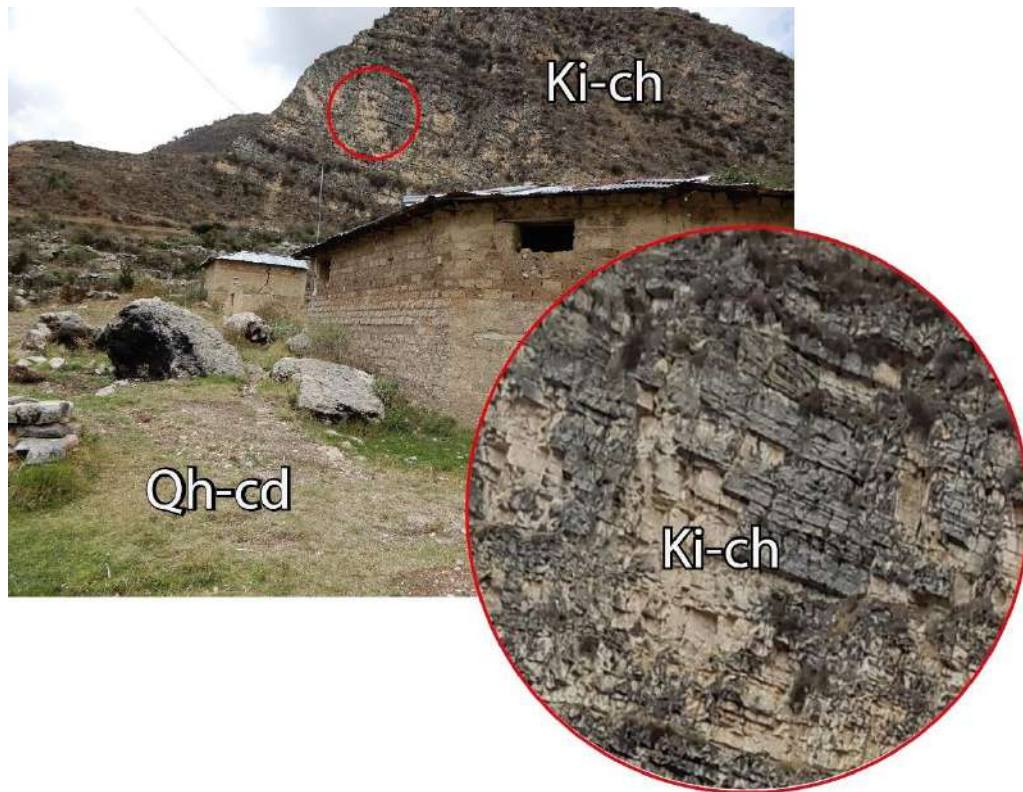
### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio están conformadas por secuencias volcánico sedimentarias, que se encuentran cubiertas por depósitos recientes coluviales y coluvio-deluviales, y adyacentes a depósitos aluviales, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (anexo 1: Mapa 01), estas se describen de manera cronológica en la tabla 4.

**Tabla 4.** Descripción de las unidades litoestratigráficas en el área de estudio

| EDAD      |             |          | UNIDAD ESTRATIGRÁFICA     |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|-------------|----------|---------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ERA       | SISTEMA     | SERIE    | UNIDAD                    | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN LOCAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| CENOZOICO | CUATERNARIO | HOLOCENO | Depósito proluvial        | Qh-pl  | Aflora en quebradas y cárcavas. Está compuesto por una capa de sedimentos finos a gruesos, como gravas, arenas y limos, que se acumulan en áreas de transición entre las laderas y las incisiones de la ladera. Estos depósitos se originan por la erosión y el desprendimiento de materiales de las formaciones circundantes, como calizas, areniscas y lutitas, transportados por la escorrentía superficial y flujos de agua, hasta llegar al río Ichu. El depósito es heterogéneo, con sedimentos más gruesos cerca de las pendientes y materiales más finos en las zonas más planas de las quebradas y cárcavas. Su distribución se puede apreciar en el mapa 1 del anexo 1. |
|           |             |          | Depósito coluvial         | Qh-co  | Están compuestos por grandes fragmentos rocosos y bloques de hasta 2 metros de diámetro, que han sido transportados y depositados por procesos de desprendimiento desde las laderas empinadas. Estos bloques provienen principalmente de las formaciones de calizas, areniscas y lutitas. El depósito es heterogéneo, con una mezcla de gravas y arena gruesa. Su distribución se puede apreciar en el mapa 1 del anexo 1.                                                                                                                                                                                                                                                        |
|           |             |          | Depósito coluvio-deluvial | Qh-cd  | El depósito coluvio-deluvial en la ladera donde se encuentran las formaciones Huambo, Chulec, Chayllacatana y Goyllarisquizga está compuesto por una mezcla de gravas, bloques con diámetros que varían de 10 cm a 1 m, limos y arcillas provenientes de la erosión y deslizamientos en la ladera. Los sedimentos incluyen fragmentos de areniscas cuarzosas, calizas y lutitas. Porcentualmente está compuesto por bloques (5%), gravas (25%), arenas (35%) limos y arcillas (35%), en una potencia aproximada de 3 m. Su distribución se puede apreciar en el mapa 1 del anexo 1 y la figura 7.                                                                                 |

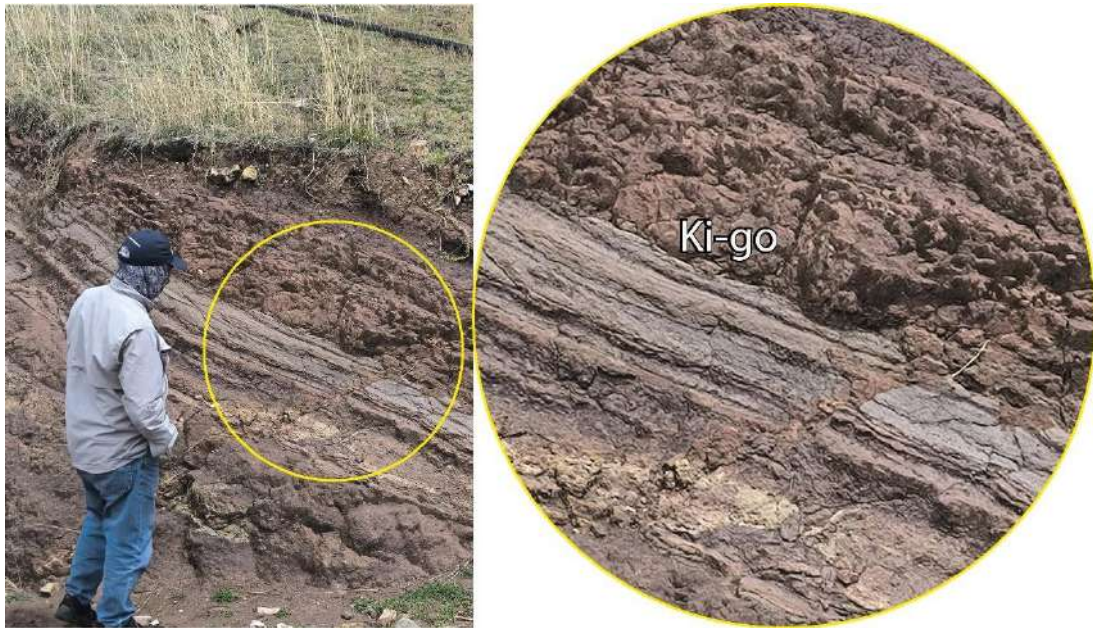
|           |           |          |                         |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|-----------|----------|-------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MESOZOICO | NEÓGENO   | MIOCENA  | Depósito aluvial        | <b>Qh-al</b>  | Aflora en las márgenes del río Ichú. Está compuesto por una mezcla heterogénea de gravas, arenas, limos y arcillas. Las gravas predominan cerca del lecho del río, mientras que las arenas de grano medio a fino se encuentran en las zonas adyacentes. Su distribución se puede apreciar en el mapa 1 del anexo 1.                                                                                                                                                       |
|           |           |          | Formación Huambo        | <b>Nm-h_i</b> | Está conformado por tobas blanquecinas, altamente meteorizadas (figura 9). Se encuentra por encima de la comunidad de Yachacmarca, detrás de los afloramientos de calizas de la Fm. Chulec. Su grado de fracturamiento y meteorización son altos formando suelos residuales arenosos.                                                                                                                                                                                     |
|           | CRETÁCICO | INFERIOR | Formación Chulec        | <b>Ki-ch</b>  | Son calizas micríticas de color gris a gris oscuro, con intercalaciones de margas y, en menor medida, lutitas calcáreas. Según sus fracturas se encuentra "Medianamente fracturado" (fracturas regulares entre 0.3 a 1 m) presentan rumbo N72°, Buzamiento 45°NW. ver figura 6.                                                                                                                                                                                           |
|           |           |          | Formación Chayllacatana | <b>Ki-cha</b> | Está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas de grano medio a fino, bien seleccionadas y de colores claros, intercaladas con lutitas y capas delgadas de limolitas. Los afloramientos se observan altamente meteorizados (Más del 50% esta descompuesto y/o desintegrado a suelo, roca fresca o decolorida está presente como testigos descompuestos) presentan rumbo N87°, Buzamiento 60°NW. Ver figura 7 y fotografía 1.                                       |
|           |           |          | Grupo Goyllarisquizga   | <b>Ki-go</b>  | Está compuesta principalmente por una secuencia de lutitas, limolitas y areniscas cuarzosas. Las lutitas se caracterizan por su grano fino, color gris verdoso, y laminación marcada. Las limolitas, son de colores gris a marrón. Las areniscas cuarzosas, de colores blanquecinos, presentan granos medianos a finos, bien seleccionados y con cemento silíceo (figura 8), se presentan altamente meteorizados y fracturados generando suelos residuales limo-arenosos. |
|           | JURÁSICO  | INFERIOR | Formación Condorsinga   | <b>Ji-c</b>   | En la zona de Yachacmarca, esta formación está compuesta por calizas masivas, calizas dolomíticas, y ocasionalmente margas y lutitas. Afloran en la parte baja de ladera este del Yachacmarca, margen izquierda del Río Ichú. Su distribución se puede apreciar en el mapa 1 del anexo 1.                                                                                                                                                                                 |



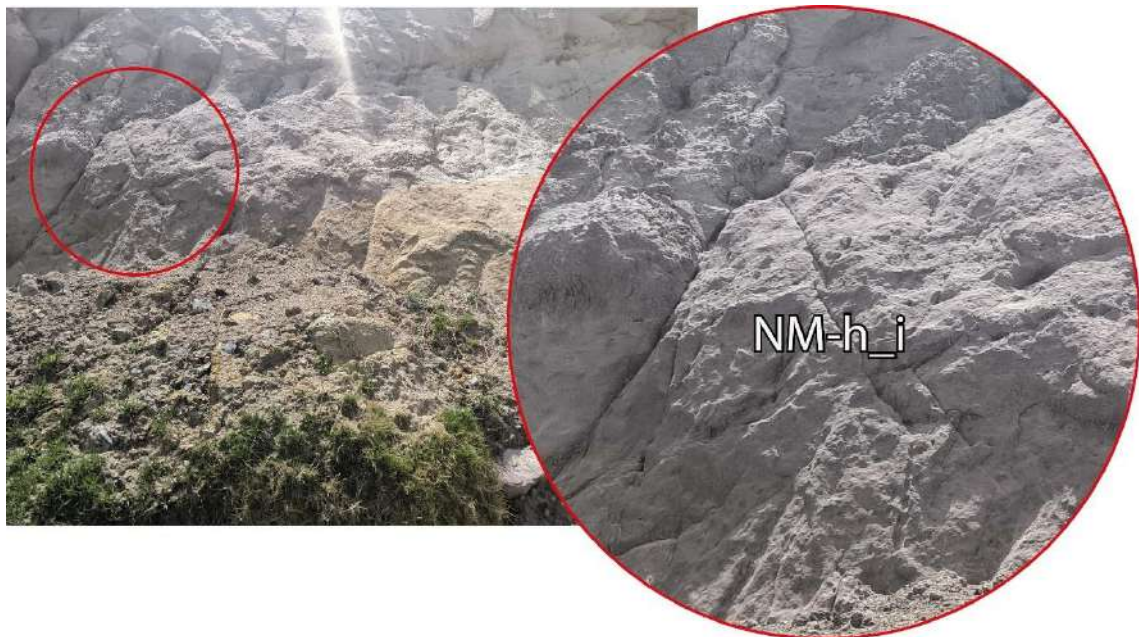
**Figura 6:** Calizas de la Formación Chulec. Coordenas WGS 84, 18s, X: 513190.33 m E; Y: 8602648.60 m S.



**Figura 7:** Depósitos coluvio deluviales, producto de deslizamientos antiguos, adosados a afloramientos de la Fm. Chayllacatana. Coordenas WGS 84, 18s, X: 513190.33 m E; Y: 8602796.63 m S.



**Figura 8:** Formación Goyllarisquizga secuencia sedimentaria que incluye lutitas gris verdosas, limolitas y areniscas cuarzosas gris amarillentas. Coordenadas WGS 84, 18s, X: 513887.84 m E; Y: 8602737.74 m S m S.



**Figura 9:** Tobas de la Formación Huambo. Coordenas WGS 84, 18s, X: 513205.19 m E; Y: 8602333.11 m S.



**Fotografía 1:** Areniscas intercaladas con lutitas altamente fracturadas de la Formación Challyacatana. Coordenas WGS 84, 18s, X: 513205.19 m E; Y: 8602333.11 m S.

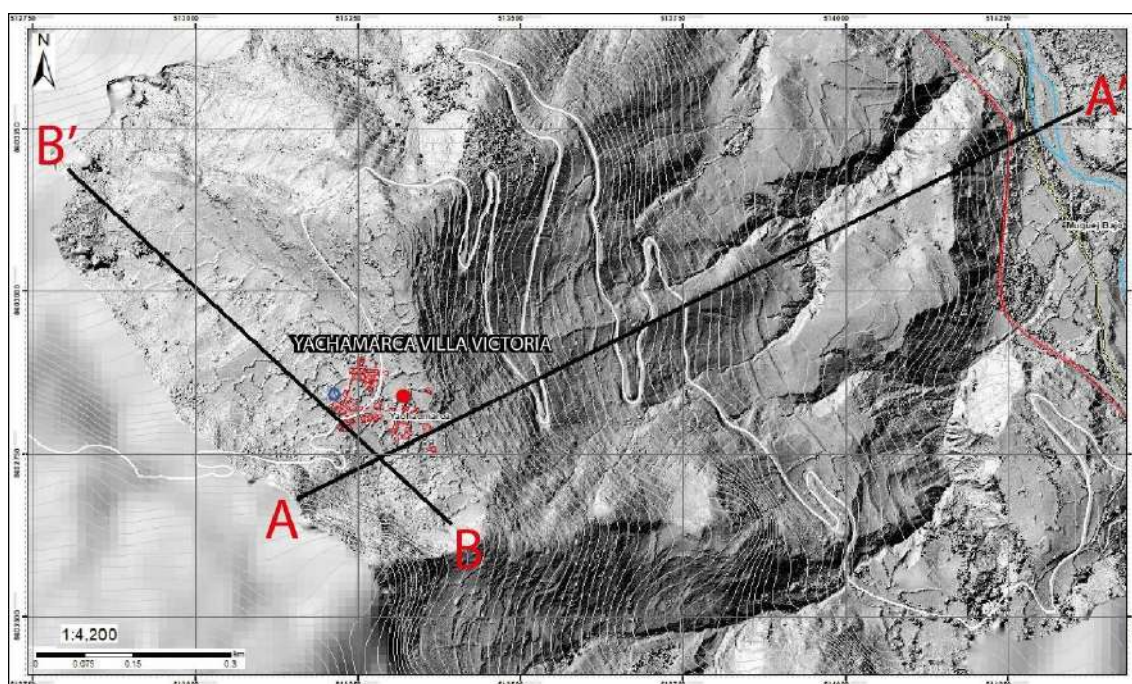
## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

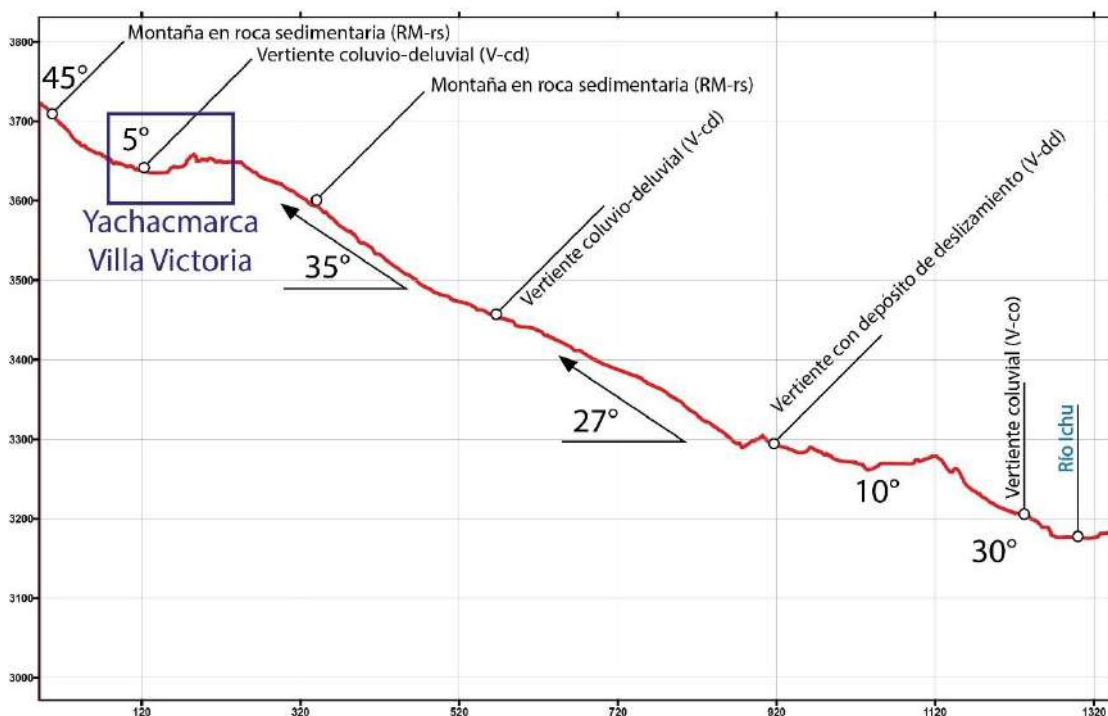
La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1: Mapa 02, se presenta el mapa de pendientes elaborado en base a información del modelo de elevación digital del terreno (DTM) de 0.15 m de resolución, obtenido de sobrevuelos de dron.

El análisis del modelo de elevación digital obtenido mediante fotogrametría revela que la ladera presenta una configuración variada. Por ejemplo, en dirección sureste-noroeste: En la cima, dominada por afloramientos de calizas, las pendientes alcanzan valores promedio de 45° hasta 70° (muy escarpadas). A continuación, se encuentra una depresión que marca la división de la ladera hacia el noroeste, donde las pendientes disminuyen hasta 5° (suave), en el sector ocupado por la comunidad de Yachamarca. Más adelante, se eleva una lomada que desciende hacia el río Ichu, con pendientes de 35° a 27° (fuerte o escarpada), correspondiente a la parte superior de un antiguo deslizamiento, donde se observan depósitos y afloramientos visibles. En el cuerpo del deslizamiento, las pendientes oscilan entre 10° (moderada) y 27° (fuerte) y, en la parte baja de la ladera, predominan cárcavas y vertientes coluviales asociadas a derrumbes, con pendientes cercanas a 30° (fuerte). Finalmente, las pendientes disminuyen a valores entre 1° y 5° (suaves) en las terrazas aluviales, hasta alcanzar el cauce del río Ichu. Ver mapa 2 (Mapa de pendientes) del anexo 1 y las figuras 11 y 12.

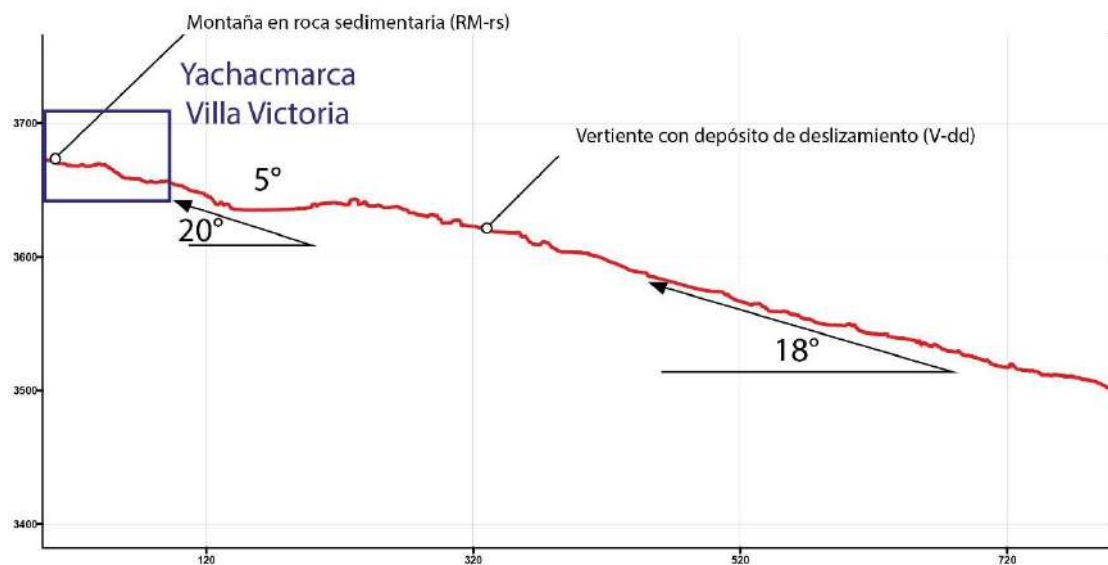


**Figura 10:** Ubicación de los perfiles, para la interpretación de pendientes en las figuras 11 y 12.



**Figura 11:** Pendientes en el perfil A-A' de dirección suroeste-noreste.

El perfil sureste-noroeste muestra pendientes moderadas de 5° en el sector donde se encuentra la comunidad de Yachacmarca. A partir de este punto, la ladera descende con pendientes de 18° (pendientes fuertes), correspondientes a una vertiente caracterizada por la presencia de depósitos de deslizamientos, que evidencian procesos geodinámicos previos en la zona (figura 12).



**Figura 12:** Muestra las pendientes en el perfil B-B' de dirección sureste - noroeste.

## **4.2. Unidades geomorfológicas**

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.

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas (ver figura 13).

### **4.2.1. Unidad de Montaña**

Una unidad de montaña se define como un sistema geomorfológico caracterizado por elevaciones pronunciadas, pendientes variables y formas escarpadas, que resultan de procesos tectónicos y erosivos. Estas unidades suelen estar compuestas por una secuencia de afloramientos rocosos, depósitos coluviales y suelos formados por meteorización, presentando un relieve accidentado y dinámico. En el caso de regiones como la sierra de Huancavelica, las unidades de montaña albergan laderas con pendientes marcadas, que fluctúan entre zonas de alta inestabilidad geodinámica y áreas relativamente más estables en sus cimas y bases, influenciadas por el régimen climático y la actividad geológica local (Villota, 2018).

#### **Subunidad Montaña en roca-sedimentaria (RM-rs):**

Las calizas, areniscas, lutitas y limolitas, conforman una montaña con una altura de 430 m desde el cauce del río Ichu, con pendientes variables. En la cima, dominada por calizas, las pendientes son mayores a 45°, mientras que en la ladera oeste las pendientes varían entre muy fuertes (25°-45°) y extremadamente fuertes (>45°). La montaña está marcada por cárcavas y se encuentra afectada por cortes de talud realizados para la construcción de trochas carrozables, lo que intensifica la inestabilidad de la zona.

#### **Subunidad Montaña en roca-volcánica (RM-rv):**

Las tobas se encuentran sobrepuestas a las rocas sedimentarias y forman la parte superior de la montaña, alcanzando una altura de más de 460 m, desde el cauce del río Ichu. La morfología en esta zona se caracteriza por cimas redondeadas y suaves, contrastando con las pendientes más pronunciadas de las unidades sedimentarias subyacentes.

### **4.2.2. Unidad de vertientes.**

La unidad de vertiente es una porción de terreno inclinada. Geomorfológicamente, se caracteriza por presentar un relieve inclinado, con pendiente variable, y puede estar compuesta por diferentes subunidades, como laderas y pies de vertiente.

#### **Subunidad de vertiente coluvial (V-co):**

La vertiente coluvial en el área de estudio está compuesta por zonas de derrumbes y caídas de rocas, que predominan en la parte media y baja de la ladera, especialmente en áreas cercanas a las cárcavas. Estos derrumbes generan la acumulación de bloques rocosos en las laderas, configurando conos de detritos. En las cimas, ubicadas detrás de la comunidad de Yachamarca, se observan bloques tabulares de calizas desprendidos, como resultado del fracturamiento y la acción de la gravedad.

**Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):**

Las vertientes con depósitos de deslizamientos se localizan al este y norte de la comunidad de Yachamarca. Hacia el este, estas vertientes presentan una zona de escarpe, donde los afloramientos rocosos de la montaña quedan expuestos, dejando al descubierto su estructura geológica. El material detrítico desprendido se deposita en la parte media y baja de la ladera. La diferencia entre la zona de arranque y el depósito se manifiesta en las pendientes: la zona de arranque exhibe pendientes mayoritariamente muy fuertes (25°-45°), mientras que los depósitos presentan pendientes moderadas a fuertes (5°-25°). Las laderas conservan, en general, una inclinación de pendientes muy fuertes, lo que evidencia una morfología accidentada y dinámica.

**Subunidad de vertiente aluvio-torrencial y Abanico Aluvio-torrencial (V-At/Ab):**

La vertiente aluvio-torrencial está conformada por material detrítico que desciende a través de cárcavas y quebradas durante épocas de precipitaciones intensas. Estos flujos llegan hasta el río Ichu, donde la frecuencia de su ocurrencia ha dado lugar a la formación de abanicos aluviales, con pendientes suaves en la margen derecha del río, configurando depósitos característicos de procesos torrenciales en la zona.

**4.2.3. Unidad de planicie**

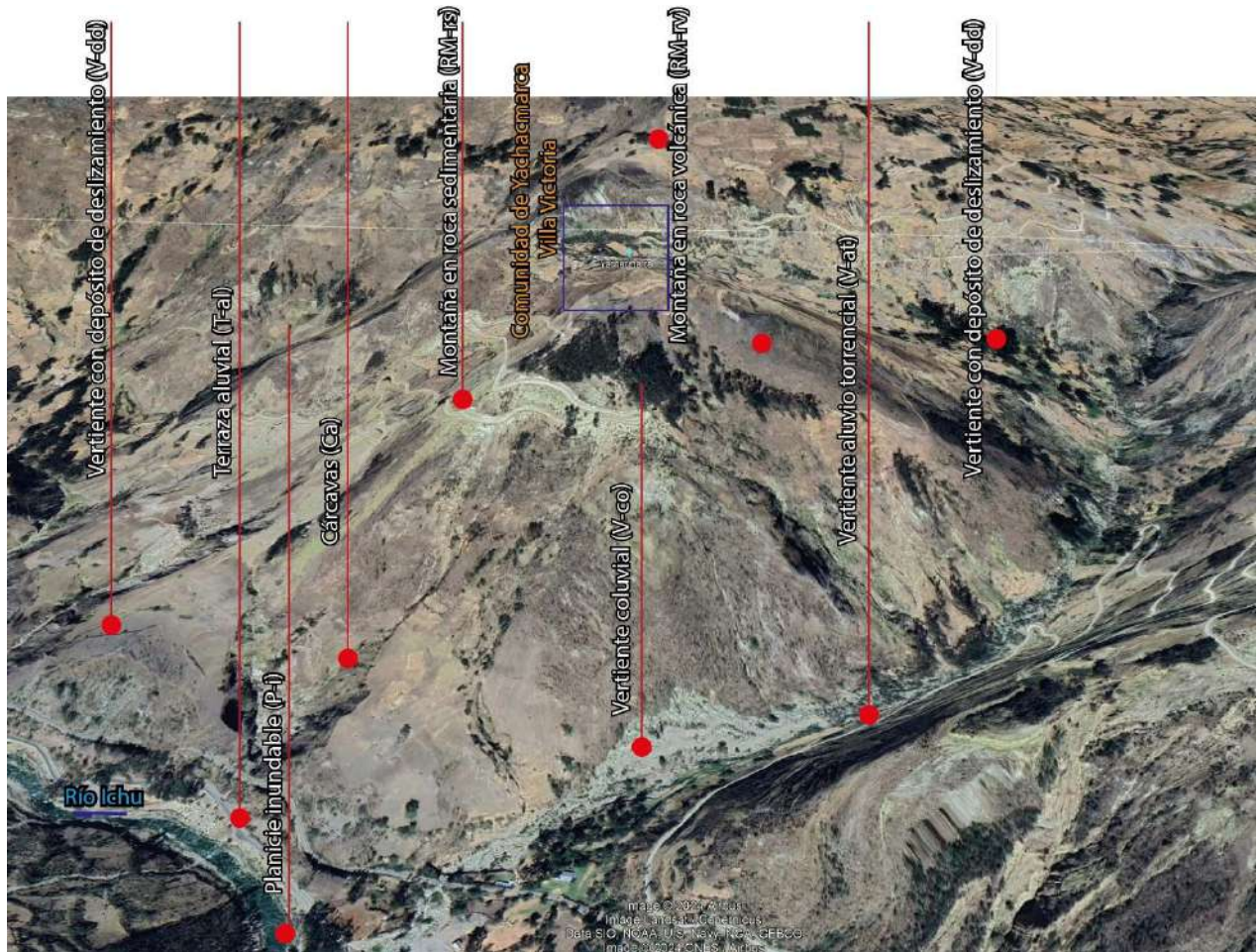
La unidad de planicie se caracteriza por terrenos de baja pendiente, generalmente inferiores a 5°, formados por depósitos aluviales recientes que rellenan depresiones o valles. Estas áreas suelen presentar una topografía uniforme, con suelos bien desarrollados y adecuados para actividades agrícolas. Su morfología plana resulta de procesos sedimentarios asociados a ríos y arroyos, que transportan y depositan materiales finos en épocas de menor energía fluvial (Villota, 2018).

**Planicie inundable (P-i)**

La planicie inundable se encuentra a lo largo del cauce del río Ichu y se caracteriza por pendientes llanas (0°-1°) a bajas (1°-5°). Estas áreas son propensas a inundarse durante las épocas de precipitaciones intensas, debido a las crecidas del río, lo que las convierte en zonas de alta vulnerabilidad frente a eventos fluviales extremos.

**Terraza Aluvial (T-al)**

La terraza aluvial se localiza en ambas márgenes del río Ichu, con alturas que oscilan entre 2 y 4 metros y pendientes suaves de 1° a 5°. Estas terrazas representan antiguos niveles de sedimentación fluvial, conformados por depósitos aluviales, y son evidencia de etapas previas de mayor actividad del río.



**Figura 13:** Principales subunidades geomorfológicas en el área de estudio.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el área de estudio corresponden a deslizamientos y caída de rocas (anexo 1: Mapa 4).

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 y se realizó la cartografía geológica y geodinámica basado en la observación morfométrica in situ. También se tomaron datos con 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 0.15 y 0.25 cm/pixel respectivamente, complementada con la interpretación de imágenes satelitales.

A continuación, se describen los peligros geológicos por movimientos en masa:

### 5.1.Deslizamientos.

#### Deslizamiento inactivo latente en la ladera este (DR-IL\_1)

Corresponde a un evento antiguo, con un escarpe erosionado de 18 m de altura, que afectó principalmente rocas fracturadas, meteorizadas y depósitos cuaternarios. Su depósito se encuentra en la parte baja de la ladera, con un frente de avance de 102 m de altura y una pendiente de 85°. El deslizamiento mide 950 m de longitud y 450 m de ancho, con una diferencia de altura de 250 m entre la corona principal (600 m de longitud) y el pie de avance. Aunque no hay evidencia de reactivaciones en la parte alta, las fuertes pendientes, la falta de vegetación y el fracturamiento de las rocas aflorantes, hacen que la ladera sea susceptible a nuevos deslizamientos, siendo por ello considerado inactivo latente (figura 14).



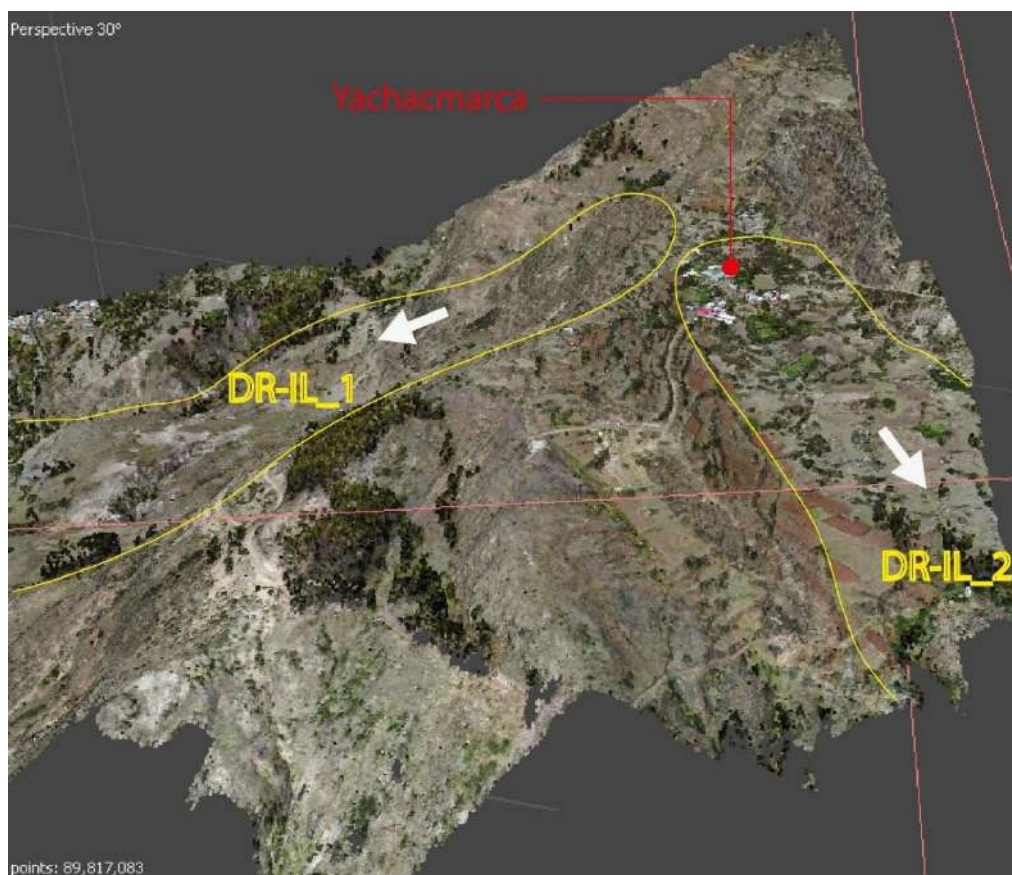
**Figura 14:** Deslizamiento inactivo-latente (DR-IL\_1) en la ladera este de Yachacmarca,

## Deslizamiento inactivo latente en la ladera noroeste (DR-IL\_2)

Este deslizamiento antiguo presenta un escarpe principal, erosionado y cubierto por depósitos coluvio-deluviales, con una dirección de movimiento hacia el noroeste (figura 15). Tiene una longitud de 920 m y un ancho de 340 m. En la parte superior de este, se encuentra la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, donde los pobladores indican que la zona siempre ha sido inestable. Sin embargo, solo se identificaron dos viviendas de adobe con grietas de apertura orientadas en dirección SE-NO, de aproximadamente 15 cm (figuras 16 al 18), y no se encontraron evidencias de nuevos escarpes ni agrietamientos adicionales en la superficie del terreno.

Cerca de estas viviendas, los pobladores señalaron la existencia de un hundimiento o subsidencia con un diámetro aproximado de 7 m, que, según ellos, ha estado activo durante los últimos 20 años (figura 19). No obstante, este fenómeno no se distinguió con claridad en campo, ya que no presenta una sobredepresión evidente. Por ello se infiere que este fenómeno podría estar relacionado con un proceso de reactivación del deslizamiento principal o con procesos de disolución kárstica, dada la cercanía a las calizas de la Fm. Chúlec.

Dadas estas condiciones, se recomienda instalar un sistema de monitoreo geodésico para confirmar posibles movimientos del terreno y determinar vectores de desplazamiento, en caso de existir. Además, se sugiere realizar tomografías eléctricas de al menos 100 m de profundidad, para descartar procesos de disolución kárstica como causa del hundimiento.



**Figura 15:** Deslizamiento inactivo-latente (DR-IL\_1) en la ladera este de Yachacmarca.



**Figura 16:** Agrietamientos en dos viviendas en la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria.



**Figura 17:** Dirección de apertura de los agrietamientos en dos viviendas en la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria.



**Figura 18:** Apertura de 15 cm en los agrietamientos de viviendas.



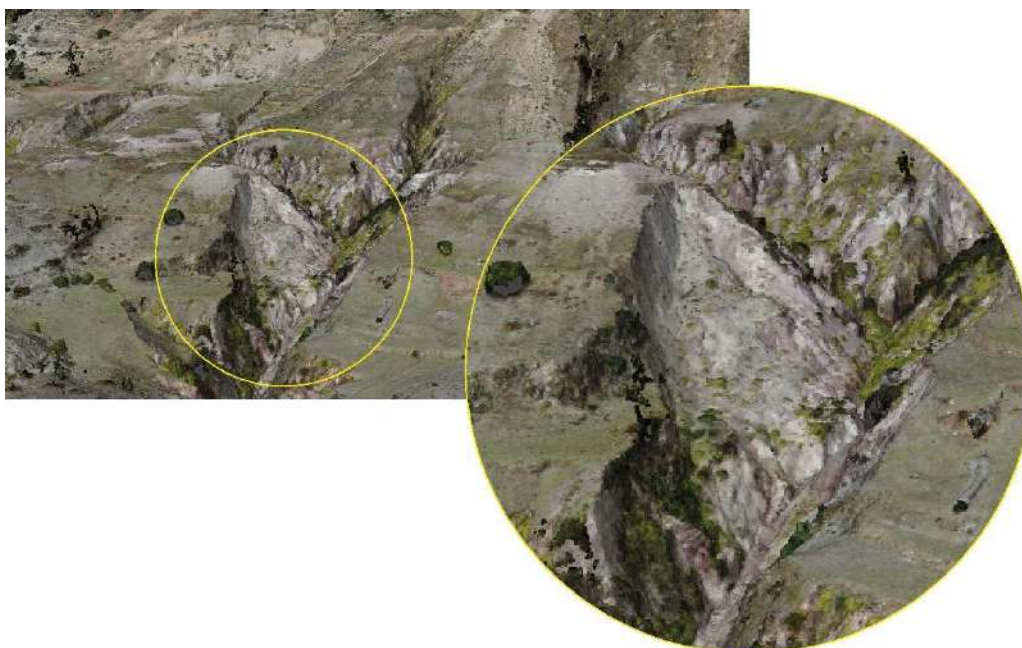
**Figura 19:** Zona de subsidencia según la versión de los pobladores en las coordenadas UTM:18s, WGS 84, X: 513365.94; Y: 8602755.25

## Deslizamientos Activos

Se identificaron dos deslizamientos rotacionales activos en la parte baja de la ladera, específicamente en el lado derecho de una cárcava activa. Ambos son de pequeñas dimensiones:

- **Primer deslizamiento DA-1 (Figura 20):** Presenta un escarpe de 2 m de altura, con una altura total de 15 m, un ancho de 17 m y una longitud de 23 m.
- **Segundo deslizamiento DA-2 (Figura 21):** Posee un escarpe de 1.5 m de altura, un ancho de 10 m y una longitud de 14 m.

Aunque estos deslizamientos no representan un peligro directo para la comunidad de Yachamarca, evidencian la inestabilidad de la ladera este en la zona, resaltando la necesidad de monitoreo continuo.



**Figura 20:** Deslizamiento 1 activo en la parte baja de la ladera, en las coordenadas UTM: WGS 84, 18s, X: 514007.73; Y: 8603125.92.



**Figura 21:** Deslizamiento 2 activo en la parte baja de la ladera, en las coordenadas UTM: WGS 84, 18s, , X: 514062.25; Y: 8603178.76.

## 5.2. Caídas

### Caída de bloques

Este es el evento directo con mayor posibilidad de afectar a la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria. Se presenta de la ladera ubicada al oeste de la comunidad, conformada por rocas calizas de la Formación Chulec. En esta ladera, las diaclasas de los afloramientos de calizas fracturados, junto con los planos de estratificación, generan bloques tabulares que caen por gravedad.

Las evidencias en el terreno muestran bloques desplazados entre 2 y 25 m desde su origen. Cerca de la comunidad, muchos de estos bloques son antiguos, ya que están parcialmente integrados en depósitos cuaternarios coluvio-deluviales. Esto demuestra que estas rocas tienen suficiente energía potencial para causar daños futuros a las viviendas de la comunidad (figura 22).



**Figura 22:** Evidencias de caída de bloques en el sector de la comunidad de Yachacmarca UTM: WGS 84, 18s, , X: 513301.33; Y: 8602670.60.

### Derrumbes

Los derrumbes se presentan en el pie del deslizamiento inactivo latente DR-IL\_1 y en las caras de las cárcavas de las laderas. Presentan alturas promedio de 25 m y ocurren en depósitos coluvio-deluviales medianamente consolidados. Estos procesos generan acumulaciones detríticas en forma de conos de detritos y canchales (figura 23).



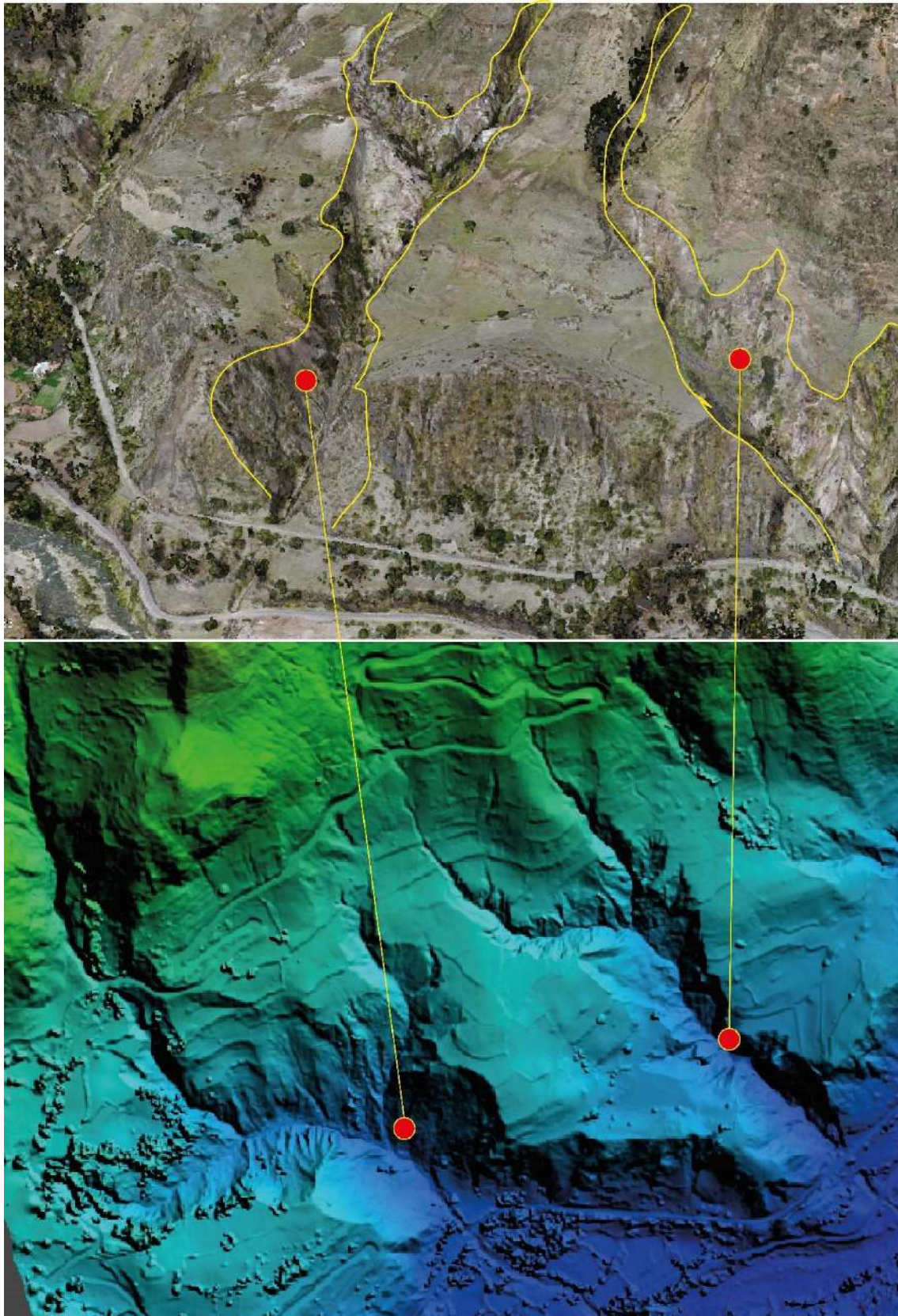
**Figura 23:** Evidencias de derrumbes en el área de inspección, la totalidad de ellos se muestran en el mapa 4 del anexo 1.

## 6. OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS

### 6.1. Cárcavas

Estas cárcavas se presentan en la parte baja de la ladera, con longitudes que oscilan entre 150 y 200 m. Se manifiestan con actividad constante en las caras que las circunscriben, mostrando procesos erosivos activos. Son provocadas principalmente por la combinación de pendientes pronunciadas, la acción concentrada de escorrentías superficiales durante episodios de lluvias intensas y la baja cohesión del material, compuesto en su mayoría por depósitos coluvio-deluviales medianamente consolidados.

El agua de lluvia canalizada incrementa la erosión regresiva en las cárcavas, profundizándolas y ampliando sus bordes, lo que genera desprendimientos frecuentes en las caras laterales. Estos desprendimientos contribuyen a la acumulación de material detrítico en la base de las cárcavas, formando conos de detritos y depósitos de canchales. Además, la falta de cobertura vegetal en estas áreas expone aún más el suelo a la acción erosiva, favoreciendo la propagación de las cárcavas (figura 24).



**Figura 24:** Cárcavas en parte inferior de la ladera este.

## 6.2. Factores condicionantes

### a) Factor litológico

- El sustrato rocoso, está conformado de secuencias sedimentarias de areniscas y calizas, medianamente a muy fracturadas y moderadamente meteorizadas; cuya resistencia a la compresión simple varían de 25-50 Mpa, las cuales de acuerdo a sus características ingeniero – geológicas, se consideran como rocas de mala a regular calidad. Además, estos afloramientos se encuentran cubiertos por depósitos coluvio - deluviales, compuesto por bloques de hasta 1.5 m de diámetro, gravas, arenas, limos y arcillas, no consolidados, sueltos, dispuestos en las laderas, fácilmente erosionable y removible ante agentes erosivos.

### b) Factor geomorfológico

- La presencia de antiguos deslizamientos, evidenciada por vertientes con depósitos de deslizamientos, junto con las pendientes muy fuertes (25°-45°) y las zonas muy escarpadas (>45°), contribuyen significativamente a la inestabilidad de la ladera. Estas condiciones geomorfológicas generan un terreno predispuesto a procesos de remoción en masa, ya que los depósitos antiguos, al estar parcialmente consolidados, pueden actuar como planos de deslizamiento potenciales.

Además, las pendientes pronunciadas aumentan la fuerza gravitacional que actúa sobre el material de la ladera, mientras que la falta de cohesión en algunos depósitos y el fracturamiento del sustrato rocoso facilitan el desarrollo de nuevos desprendimientos (caída de bloques) o reactivaciones de deslizamientos previos. Estas características hacen que la ladera sea altamente susceptible a movimientos en masa.

### c) Factor antrópico

- Los cortes de talud realizados para la construcción de nuevas vías sin considerar parámetros geotécnicos adecuados pueden desestabilizar la ladera. Estos cortes pueden comprometer la estabilidad del terreno, al alterar su estructura natural y aumentar la susceptibilidad a deslizamientos y caídas, sobre todo si no se toman en cuenta factores como la inclinación, el tipo de suelo y las condiciones de drenaje.

## 6.3. Factores desencadenantes.

Las precipitaciones intensas o prolongadas saturan los suelos y debilitan la cohesión del material en las laderas, lo que incrementa la probabilidad de caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos y la formación de cárcavas. Este proceso es exacerbado por el flujo de agua superficial en temporadas de lluvias, que erosiona y arrastra los sedimentos, desestabilizando aún más el terreno, .

## 7. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica y geodinámica de la zona de estudio, así como a los trabajos de evaluación de peligros geológicos realizado en campo, se emiten las siguientes conclusiones:

1. El substrato rocoso donde se produjeron los deslizamientos antiguos y derrumbes tanto al Este o Noroeste de la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, está conformado por rocas sedimentarias de areniscas, calizas y lutitas, se presentan altamente meteorizadas y muy fracturadas. Se encuentran cubiertos por depósitos coluvio deluviales, compuesto por: bloques (5%), gravas (25%), arenas (35%) limos y arcillas (35%), en una potencia aproximada de 3 m, lo cual lo hace susceptible a erosionarse y removerse fácilmente.
2. El relieve actual de las laderas presenta una morfología muy accidentada, debido a procesos de remoción en masa suscitados en el pasado, formando terrenos escalonados y laderas de pendientes fuertes (25°), con un cambio de pendientes a escarpadas a muy escarpadas (>45°), lo que contribuye que, el material suelto disponible en las laderas se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo, por efecto de la gravedad.
3. Se identificaron 02 deslizamientos inactivos latentes (DR-IL\_1 y DR-IL\_2). El deslizamiento antiguo en la zona de Yachacmarca (DR-IL\_2), presenta un escarpe principal erosionado, cubierto por depósitos coluvio-deluviales, con una longitud de 920 m y un ancho de 340 m, orientado hacia el noroeste. En la parte superior se encuentra la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, donde se reporta inestabilidad histórica, aunque solo se observaron dos viviendas de adobe afectadas con grietas de 15 cm de apertura promedio. En esta misma zona los pobladores señalan un hundimiento o subsidencia de 7 m de diámetro activo durante los últimos 20 años, aunque no se observó claramente en campo, este fenómeno podría estar relacionado con la reactivación del deslizamiento principal o con procesos de disolución Kárstica.
4. En la parte baja de la ladera Este, junto a una cárcava activa, se identificaron dos deslizamientos rotacionales activos de pequeñas dimensiones: el primero con un escarpe de 2 m, 15 m de altura, 17 m de ancho y 23 m de longitud; y el segundo con un escarpe de 1.5 m, 10 m de ancho y 14 m de longitud. Aunque no representan un peligro inmediato para Yachacmarca, reflejan la inestabilidad de la zona y la necesidad de planes de monitoreo continuo.
5. El principal peligro potencial para la comunidad de Yachacmarca Villa Victoria, son las caídas de rocas que, proviene de la ladera oeste, conformada por afloramientos de calizas de la Formación Chulec, donde los diaclasamientos, fracturas y los planos de estratificación generan bloques tabulares que se desplazan por gravedad. En el terreno se evidencian bloques con alcances de entre 2 y 25 m desde su origen, algunos de los cuales están integrados en depósitos coluvio-deluviales cuaternarios. Esto indica que las rocas poseen suficiente energía potencial para ocasionar daños futuros a las viviendas, resaltando la necesidad de implementar medidas preventivas.

6. Las cárcavas en la parte bajan de la ladera, con longitudes de 150 a 200 m, muestran una actividad erosiva constante debido a pendientes pronunciadas, escorrentías concentradas durante lluvias intensas y la baja cohesión de los depósitos coluvio-deluviales medianamente consolidados. Estas condiciones intensifican la erosión regresiva, profundizan las cárcavas y amplían sus bordes, causando desprendimientos frecuentes que forman conos de detritos y depósitos de canchales en la base. La ausencia de cobertura vegetal agrava la erosión, facilitando la expansión de las cárcavas.
7. Tomando en cuenta las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámica actual, se determina que la comunidad de Yachamarca Villa Victoria, se encuentra en **Peligro Alto** a movimientos en masa de tipo caída de rocas y deslizamientos.

## 8. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

- 1) Implementar sistemas de monitoreo geodésico en los alrededores de la comunidad para evaluar si los agrietamientos observados en las dos viviendas están relacionados con una posible reactivación del movimiento de masa. Este monitoreo puede realizarse mediante estacas metálicas colocadas estratégicamente en el terreno, que deberán ser medidas periódicamente (con GPS diferencial) para identificar vectores de movimiento, en caso de existir. Esto permitirá confirmar o no la existencia de una posible reactivación.
- 2) Realizar tomografías eléctricas en la zona identificada como "hundimiento", con un alcance de al menos 100 m de profundidad. Este estudio permitirá descartar o confirmar la presencia de procesos de disolución kárstica asociados a las calizas de la Formación Chulec, los cuales podrían estar generando el fenómeno señalado por la población.
- 3) Implementar barreras dinámicas en la ladera noroeste de la comunidad para contener posibles caídas de rocas que puedan afectar las viviendas. Es fundamental realizar estudios especializados que determinen la energía cinética y potencial máxima de los bloques, garantizando que las barreras estén diseñadas para resistir estas fuerzas y brindar una protección efectiva a la población.
- 4) Reubicar las dos viviendas afectadas por agrietamientos, debido a la posible inestabilidad del terreno en su ubicación actual. Esta medida preventiva garantizará la seguridad de sus ocupantes, reduciendo el riesgo asociado a movimientos de masa o procesos relacionados.
- 5) Realizar un estudio de Evaluación de Riesgos (EVAR) en la comunidad, integrando los aspectos geológicos descritos en este informe y los factores sociales pertinentes. Este análisis permitirá determinar el nivel de riesgo actual y priorizar medidas de mitigación adecuadas para salvaguardar a la población y su infraestructura frente a los peligros identificados.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11

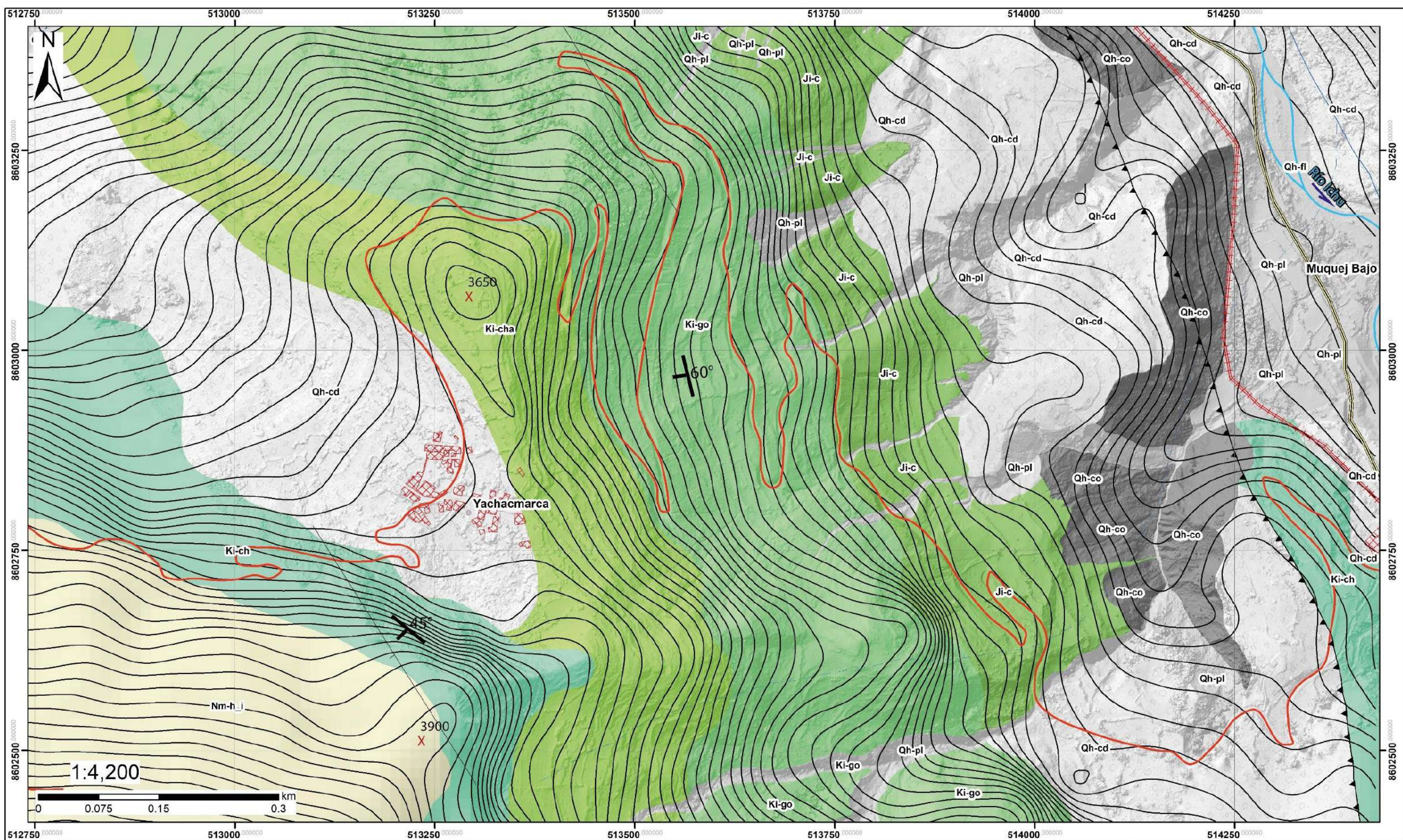


Ing. ELBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- 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, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- González, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L. & Oteo, C., eds. (2002) - Ingeniería Geológica. Madrid: Pearson Educación, 732 p.
- Köppen, W. (2010). Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf (Clasificación de climas según temperatura, precipitación y ciclo estacional.). Petermanns Geogr. Mitt., 64, 193-203, 243-248
- 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.
- Romero, D & Torres, V. (2003) - Revisión y actualización del cuadrángulo de Huancavelica (26-n). INGEMMET, 22 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2021) – SENAMHI. (consulta: 03 de abril 2021). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.
- Shruthi, R. B. V., Kerle, N., & Jetten, V. G. (2011) - Object - based gully feature extraction using high spatial resolution imagery. Geomorphology, 134(3-4), 260- 268. DOI: 10.1016/j.geomorph.2011.07.003.
- Suárez, J. (1998) - Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.
- Vilchez, M. (2014) – Zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica. Informe. 58 p.
- Vílchez, M. (2018) – Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la quebrada Puca Puca. Informe técnico N° A6926, 42 p.

## **ANEXO 1: MAPAS**



### Leyenda

- |  |                                           |  |                                      |
|--|-------------------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | Formación Condorsinga (Ji-c)              |  | Depositos coluvio.deluviales (Qh-cd) |
|  | Formación Chulec (Ki-ch)                  |  | Depositos coluviales (Qh-co)         |
|  | Formación Chayllacatana Ki-cha            |  | Depósito fluvial (Qh-fl)             |
|  | Grupo Goyllarisquizga (Ki-go)             |  | Depósito proluvial (Qh-pl)           |
|  | Fomación Huambo/Miembro inferior (Nm-h_i) |  |                                      |

### Simbología

- |  |                     |
|--|---------------------|
|  | Qda. Libron Huayjo  |
|  | Río Ichu            |
|  | Trochas carrozables |
|  | Vías del tren       |
|  | Vías asfaltadas     |

### INGEMMET

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

MAPA DE SUB UNIDADES GEOLÓGICAS EN LOS ALREDEDORES DE LA COMUNIDAD DE YACHAMARCA VILLA VICTORIA

DATUM: WGS84

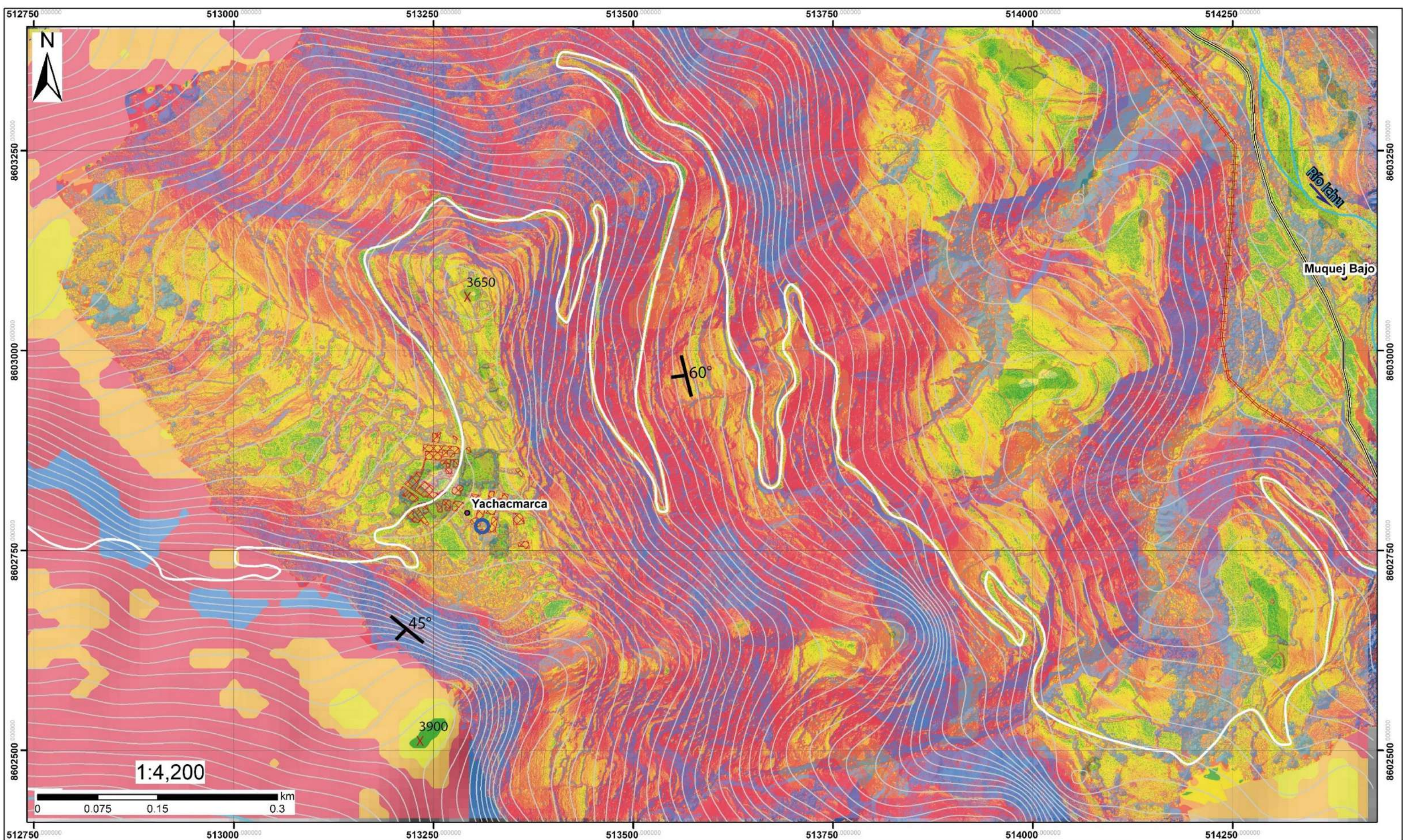
Elaborado por:

Escala: 4:200 - A3

Fecha:

Dic. 2024

01



### Leyenda

#### Unidad de pendientes del terreno

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

### Simbología

- Qda. Libron Huayjo
- Río Ichu
- Trochas carrozables
- Vías del tren
- Vías asfaltadas



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

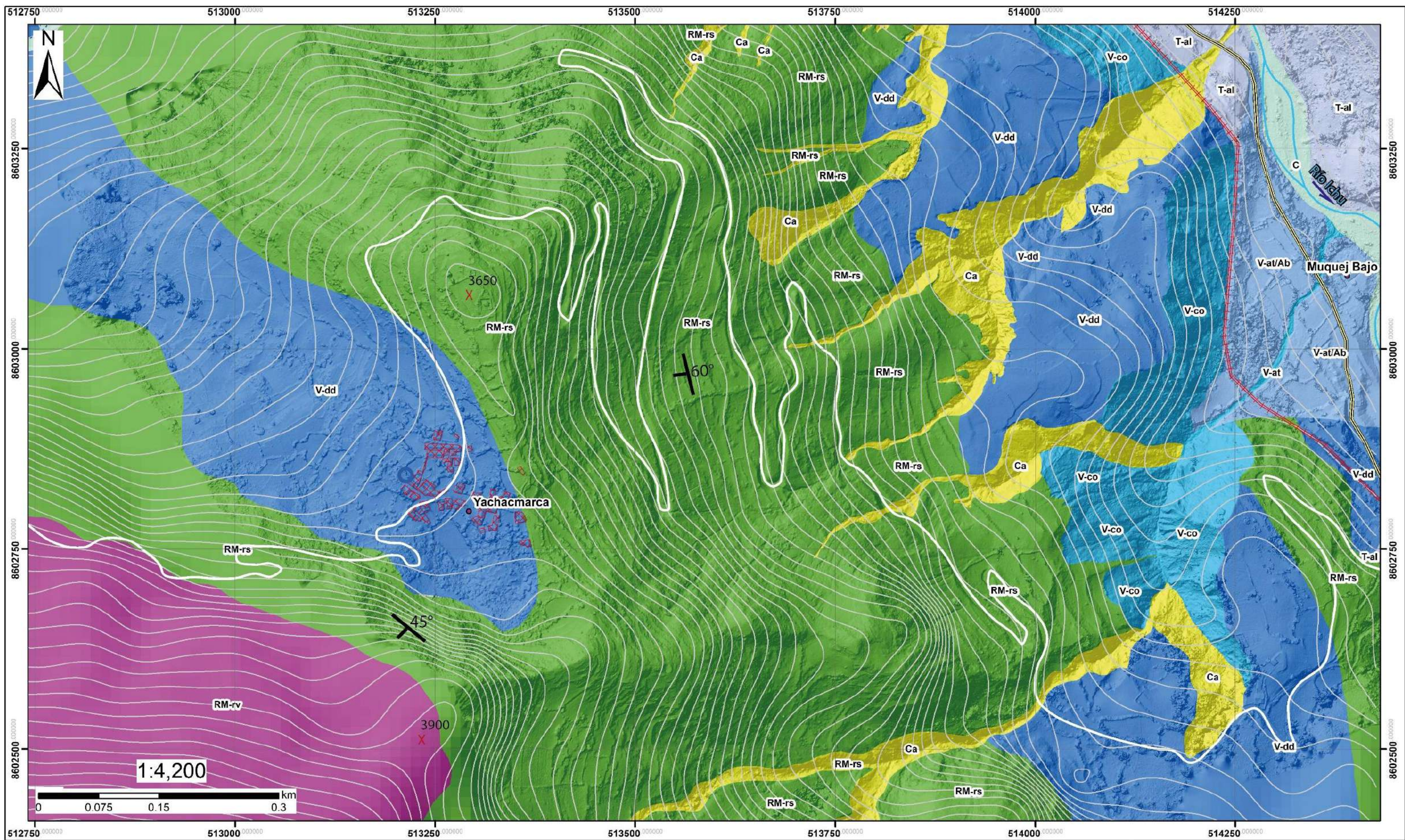
MAPA DE PENDIENTES DEL TERRENO EN LOS ALREDEDORES DE LA COMUNIDAD DE YACHACMARCA VILLA VICTORIA

DATUM: WGS84  
Zona 18 Sur

Elaborado por:  
Ingenmet 2024

Escala: 4:200 - A3

Fecha:  
Dic. 2024



Montañas

Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)

Montaña en roca volcánica (RM-rv)

Vertientes

Aluvio torrenical (V-at)

Abanico aluvio torrenical (V-at/Ab)

Coluvial (V-co)

Con depósito de deslizamiento (V-dd)

Planicies

Terraza aluvial (T-al)

Llanura inundable (P-i)

Otros

Cárcavas (Ca)

**Simbología**

----- Qda. Libron Huayjo

— Río Ichu

— Trochas carrozables

+++ Vías del tren

— Vías asfaltadas

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TECNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL

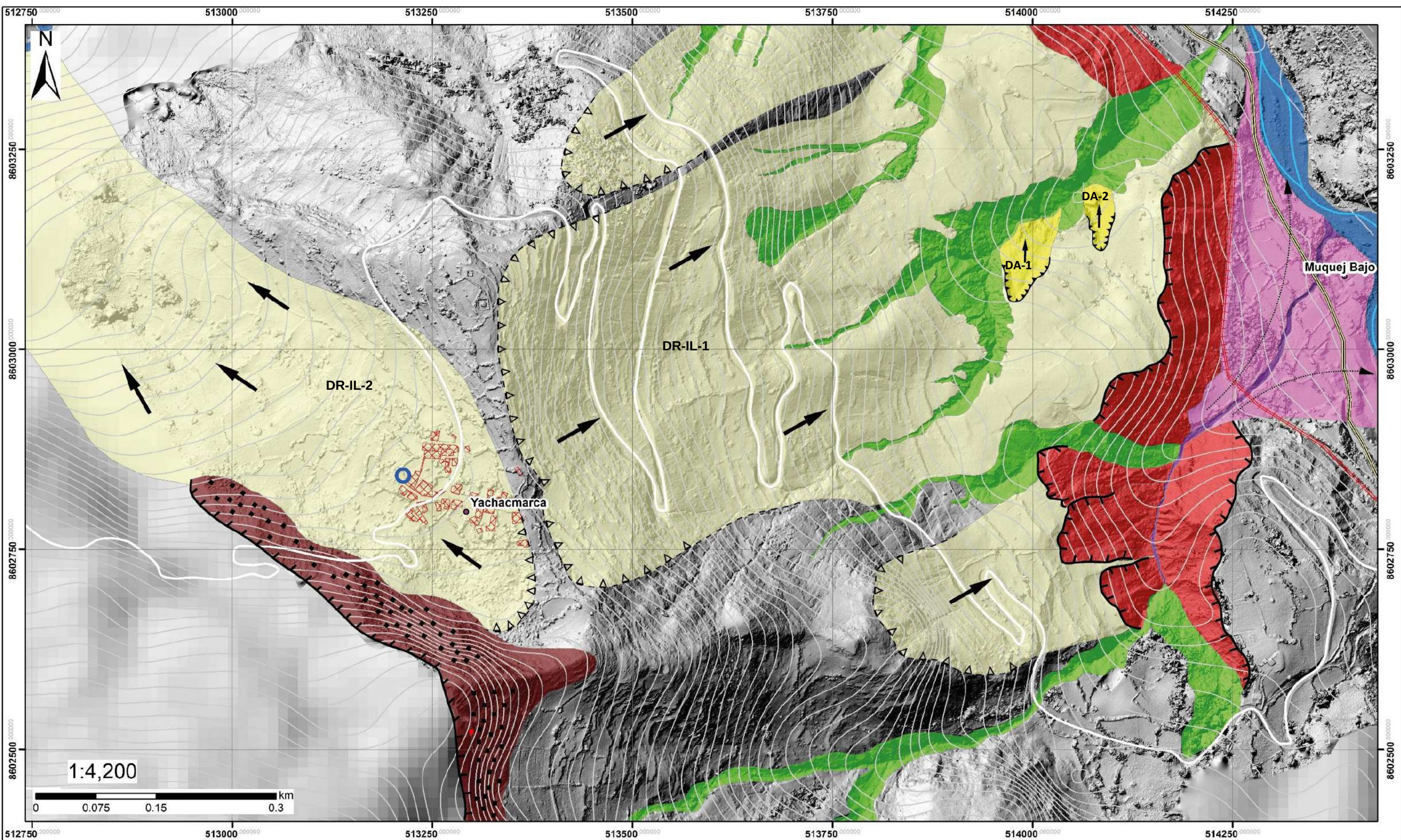
MAPA DE SUB UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS EN LOS ALREDEDORES DE LA COMUNIDAD DE YACHACMARCA VILLA VICTORIA

DATUM: WGS84  
Zona 18 Sur

Elaborado por:  
Ingenieros 2024

Fecha:  
Dic. 2024

03



| Leyenda                                     |  |                             |                           | Simbolología                                |                             | Simbología              |                    | INGEMMET                                                                                        |                                                   |                                                        |    |
|---------------------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----|
| Peligros geológicos por movimientos en masa |  |                             |                           | Peligros geológicos por movimientos en masa |                             |                         |                    | DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO                                              |                                                   |                                                        |    |
| Deslizamiento                               |  | Rotacional Inactivo-latente | Flujos                    |                                             | Flujo de detritos recientes |                         | Qda. Libron Huayjo | ACT 16. SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL |                                                   |                                                        |    |
|                                             |  | Rotacional Activo           |                           |                                             | Flujo de detritos pasados   |                         | Río Ichu           |                                                                                                 |                                                   |                                                        |    |
| Caída                                       |  | Caída de rocas              | Otros peligros geológicos |                                             |                             | Dirección de movimiento |                    | Trochas carrozables                                                                             | DATUM: WGS84<br>Zona 18 Sur<br>Escala: 4:200 - A3 | Elaborado por:<br>Ingemmet 2024<br>Fecha:<br>Dic. 2024 | 04 |
|                                             |  | Derrumbes                   |                           | Corona de deslizamiento reciente            |                             | Dirección de flujos     |                    | Vías del tren                                                                                   |                                                   |                                                        |    |
|                                             |  |                             |                           |                                             |                             |                         |                    | Cárcavas                                                                                        |                                                   | Corona de caídas                                       |    |

