

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7331**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR DE PAJCHICUCHO

Departamento Apurímac  
Provincia Chincheros  
Distrito Ongoy



DICIEMBRE  
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL  
SECTOR DE PAJCHICUCHO.**

(Distrito Ongoy, provincia Chincheros, departamento Apurímac)

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

Equipo de investigación:

Ángel Gonzalo Luna Guillén  
Guisela Choquenaira Garate

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Pajchicucho. Distrito Ongoy, provincia Chincheros, departamento de Apurímac.: Ingemmet, Informe Técnico A7331, 49 p.

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
2.1. Objetivos del estudio .....	5
2.2. Antecedentes y trabajos anteriores .....	5
2.3. Aspectos generales.....	7
2.3.1. Ubicación .....	7
2.3.2. Población .....	7
2.3.1. Accesibilidad .....	7
2.3.1. Clima .....	10
<b>3. DEFINICIONES</b> .....	<b>11</b>
<b>4. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>14</b>
4.1. Unidades litoestratigráficas .....	14
4.1.1. Grupo San Jerónimo .....	14
4.1.1. Depósito coluvio-deluvial (Qh-cd).....	16
4.1.1. Depósito coluvial (Qh-co).....	16
4.1.2. Sistema de fallas regionales.....	19
<b>5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	<b>20</b>
5.1. Pendientes del terreno .....	20
5.2. Unidades geomorfológicas .....	23
5.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional .....	23
5.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional .....	23
<b>6. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	<b>24</b>
6.1. Peligros por movimientos en masa.....	24
6.1.1. Deslizamientos Antiguos .....	24
6.1.1. Deslizamientos de Pajchicucho (DR1) .....	28
6.1.2. Procesos de erosión en la localidad de Ongoy.....	33
6.1.3. Daños y afectaciones .....	35
6.1. Factores condicionantes .....	37
6.2. Factores desencadenantes .....	39
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	<b>40</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>43</b>



## 1. RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector de Pajchicucho, ubicado al extremo oeste del centro Poblado Ongoy, margen derecha del río Pucahuayjo, perteneciente a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Ongoy, provincia de Chincheros, departamento Apurímac. 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.

En el área de inspección afloran areniscas y limolitas (Grupo San Jerónimo, formaciones Soncco y Kayra), que se encuentran altamente meteorizadas y muy fracturadas, cualitativamente de mala calidad; estos afloramientos presentan rumbo N150° y buzamiento 10° en contra de la pendiente.

El substrato rocoso se encuentra cubierto por depósitos coluviales originados por movimientos en masa antiguos, sobre este se asentó el centro poblado Ongoy y por ende el sector de Pajchicucho. Este depósito se observa mediamente consolidado con una textura harinosa, conformada por bolos (5%), cantos (5%), gravas (25%) y gránulos (10%) envueltos en una matriz limo-arcillosa (limos 20% y arcillas 35%), la forma promedio de los fragmentos de roca es subredondeada, subangulosa, con matriz medianamente plástica, por sus características se le considera susceptible a generar nuevos deslizamientos.

En el sector se identificaron dos deslizamientos rotacionales antiguos denominados como D1 y D2, que conformaron una vertiente con depósito de deslizamiento en la ladera ubicada entre Callapayoc y la margen derecha del río Pucahuayjo estos, dos deslizamientos se consideran inactivos latentes, con la posibilidad de reactivarse con la presencia de agua (saturación del suelo).

El último evento registrado en el sector de Pajchicucho el 17 de marzo de 2022, corresponde a un deslizamiento rotacional (DR1), cuyo escarpe principal se ubica en la parte media de la ladera entre Callapayoc y Pajchicucho (escarpa antigua del deslizamiento D1); la escarpa presenta una longitud de 150 m, con un salto vertical de 10 m; en el cuerpo se observan escarpas con alturas entre 0.8 y 1.5 m; además de grietas con longitudes de hasta 10 m. El pie de avance se encuentra el sector de Pajchicucho, donde el basculamiento del material detrítico rompió veredas, tramos asfaltados (48 m) y dejó 02 viviendas agrietadas e inhabitables.

Uno de los principales factores que contribuyen a la inestabilización del sector de Pajchicucho y centro poblado Ongoy es la infiltración de aguas provenientes de manantes y sobre todo la quebrada Pajchicucho. Si no se controla la infiltración, pueden aparecer sifonamientos, erosión, o bien se incrementa la saturación lo que podría desencadenar en la formación de nuevos deslizamientos.

Por las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en el sector de Pajchicucho se le considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa

Se recomienda la reubicación temporal de las viviendas del sector de Pajchicucho hasta finalizar los trabajos de la estabilización de su ladera oeste, prohibir y/restringir actividades agrícolas y vertido de aguas residuales en la ladera; implementar planes de reforestación y captar las aguas del manante ubicado en la ladera oeste del sector Pajchicucho para derivarlas hacia la quebrada Pajchicucho; la cual deberá ser canalizada correctamente para evitar la infiltración de sus aguas al subsuelo del centro poblado de Ongoy, entre otros. desarrollar estudios de EVAR para determinar el nivel de riesgo.

## 2. 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° 085-2022-MDO-VRAEM/AL de la Municipalidad distrital de Ongoy, donde solicita la inspección de peligros geológicos en el sector denominado Pajchicucho, distrito de Ongoy, provincia de Chincheros, departamento Apurímac. La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designa a los Ingenieros Gonzalo Luna Guillén y Guisela Choquenaira Garate, realizar la evaluación de peligros geológicos, los cuales se llevaron a cabo el 12 de septiembre de 2022, en coordinación con la Municipalidad distrital de Ongoy.

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 distrital de Ongoy, 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.

### 2.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que puedan afectar al sector denominado Pajchicucho y a la población de Ongoy.
- 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.

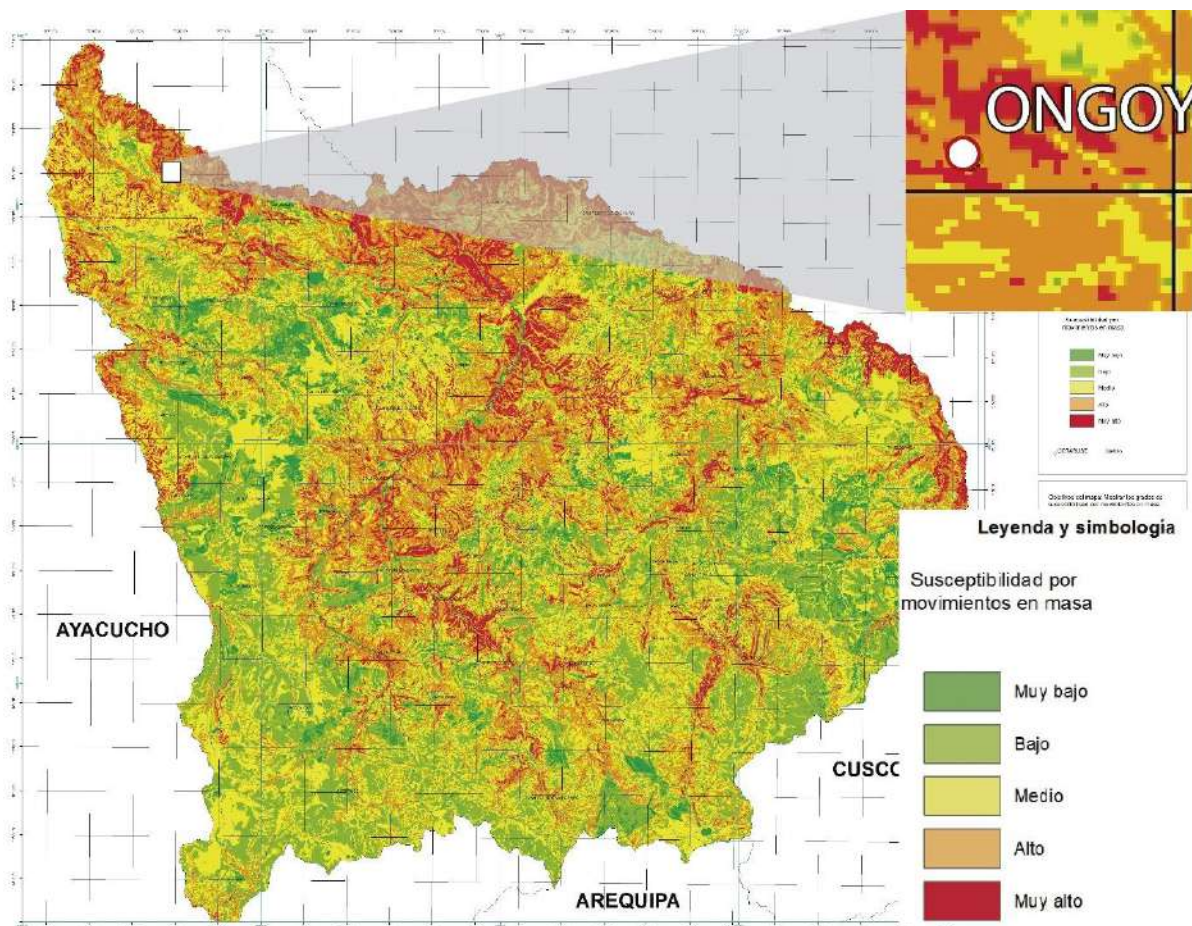
### 2.2. Antecedentes y trabajos anteriores

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

- A) En el mapa geológico del cuadrángulo de San Miguel (27-o-II) de escala: 1:50 000 elaborado por Carlotto y Rodríguez 2009, señala que el sector de Ongoy y por consecuente Pajchicucho, presentan substratos rocosos correspondientes al Paleógeno (Eoceno-Oligoceno) correspondientes al Grupo San Jerónimo (Formaciones Kayra y Soncco).
- B) En el boletín A83, Geología del cuadrángulo de San Miguel, Hoja: 27-o (Marocco et al., 1996), señala que el área de estudio se encuentra sobre afloramientos de Grupo Mitu.
- C) En el Informe Técnico N°6624: “Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geo-hidrológicos en la región Apurímac” (Villacorta et al., 2013). Se presenta el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Apurímac,

en este se puede apreciar que el sector de Pajchicucho y Ongoy tienen una susceptibilidad Alta a movimientos en masa (figura 1).

D) Reporte Complementario N° 2783 – 18/03/2022/ COEN – INDECI /14:10 HORAS (Reporte N°1) describe la ocurrencia de un deslizamiento el 17 de marzo del 2022 en el sector de Pajchicucho, localidad, distrito, provincia de Ongoy, departamento de Apurímac que dejó una vivienda inhabitable y dos damnificados, además de 40 m de carretera afectada.



**Figura 1.** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Apurímac  
**Fuente:** Villacorta et al., 2013. (Escala 1:500 000)

E) Rodríguez et al.2003, en el artículo “Los depósitos Cenozoicos de San Miguel – Ongoy, borde Occidental de la Cordillera Oriental (Región de Ayacucho): Implicancias Geodinámicas” describe que las unidades Permo Triásicas y/o Cretácicas aflorantes entre los poblados de San Miguel y Ongoy, en realidad corresponden a secuencias Cenozoicas que están en relación con la evolución de grandes sistemas de fallas

## 2.3. Aspectos generales

### 2.3.1. Ubicación

El sector de Pajchicucho, se ubica al suroeste del poblado de Ongoy en la margen derecha del río Pucahuayjo (figura 2).

Políticamente, se encuentra en el distrito de Ongoy, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

Las coordenadas del área de estudio se detallan en el cuadro siguiente y se muestran en la figura 2:

**Cuadro 1.** Coordenadas del área de inspección. Sector de Pajchicucho.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	643589.00 m E	8517315.00 m S	-13.408398°	-73.673788°
2	644753.00 m E	8517307.00 m S	-13.408413°	-73.663038°
3	644771.00 m E	8518292.00 m S	-13.399508°	-73.662921°
4	643584.00 m E	8518281.00 m S	-13.399665°	-73.673882°
<b>COORDENADA CENTRAL (DESLIZAMIENTO 2022)</b>				
cc	643877.00 m E	8517598.00 m S	-13.405825°	-73.671142°

### 2.3.2. Población

En cuanto a la población en el área de inspección, según el sistema de Información geográfica del Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI, 2017\*), el centro poblado de Ongoy con código de ubigeo 0306060001 posee 85 viviendas con 97 habitantes <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

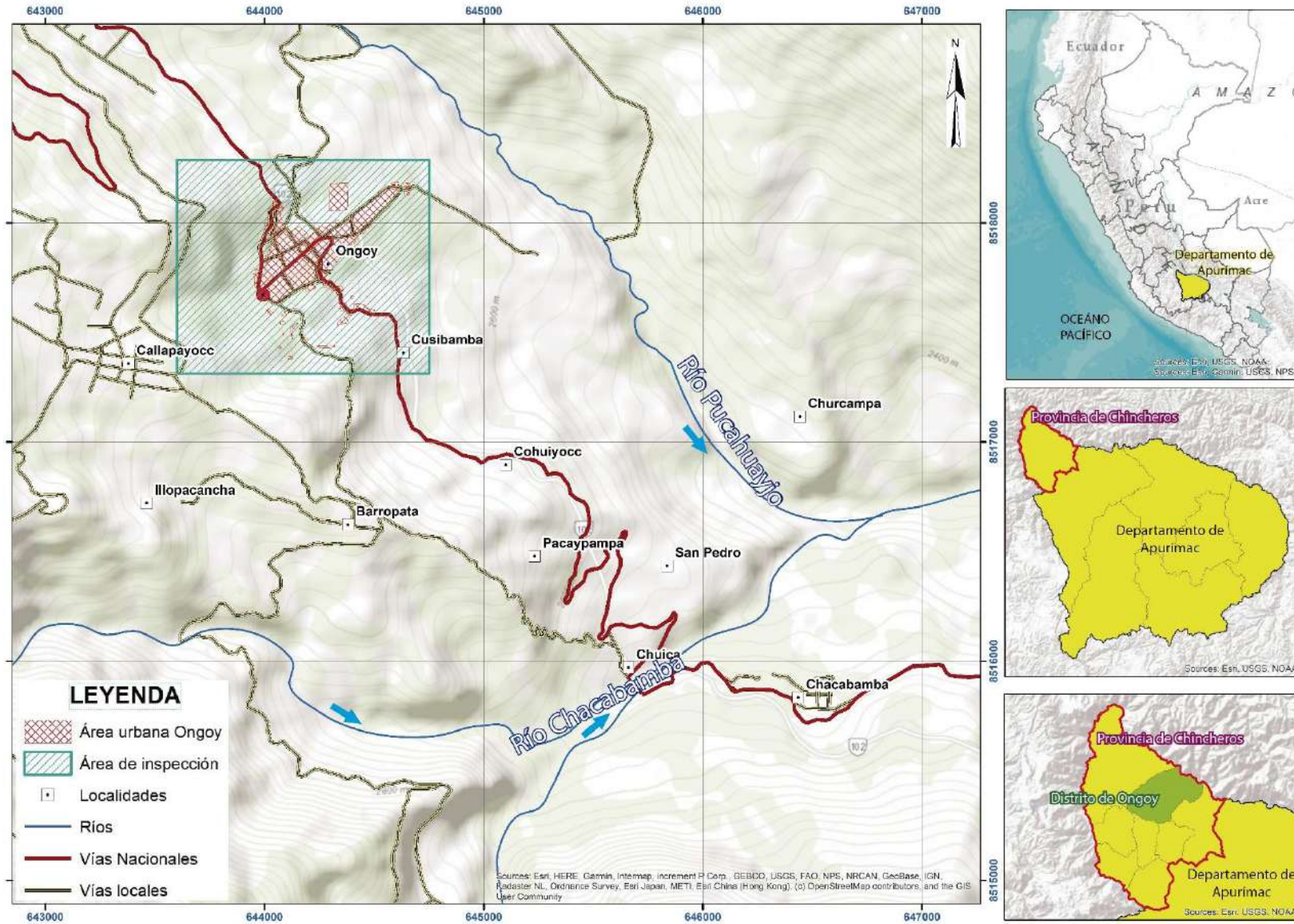
### 2.3.1. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Cusco, a través de vías asfaltadas, trochas carrozables y caminos vecinales, siguiendo la ruta y accesos del cuadro 2.

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

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cusco - Abancay	Vía asfaltada	194 km	4 h 50 min
Abancay - Andahuaylas	Vía asfaltada	149 km	3 h 6 min
Andahuaylas – Ongoy (sector de Pajchicucho)	Vía asfaltada/Trocha carrozable	77.2 km	3 h 30 min







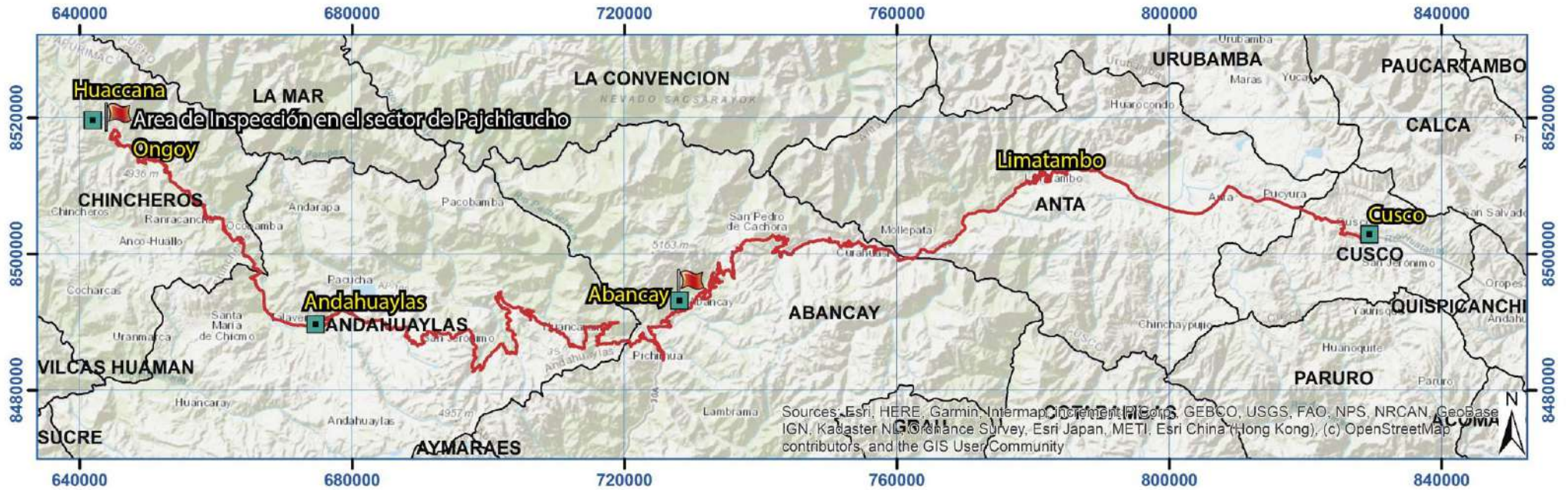
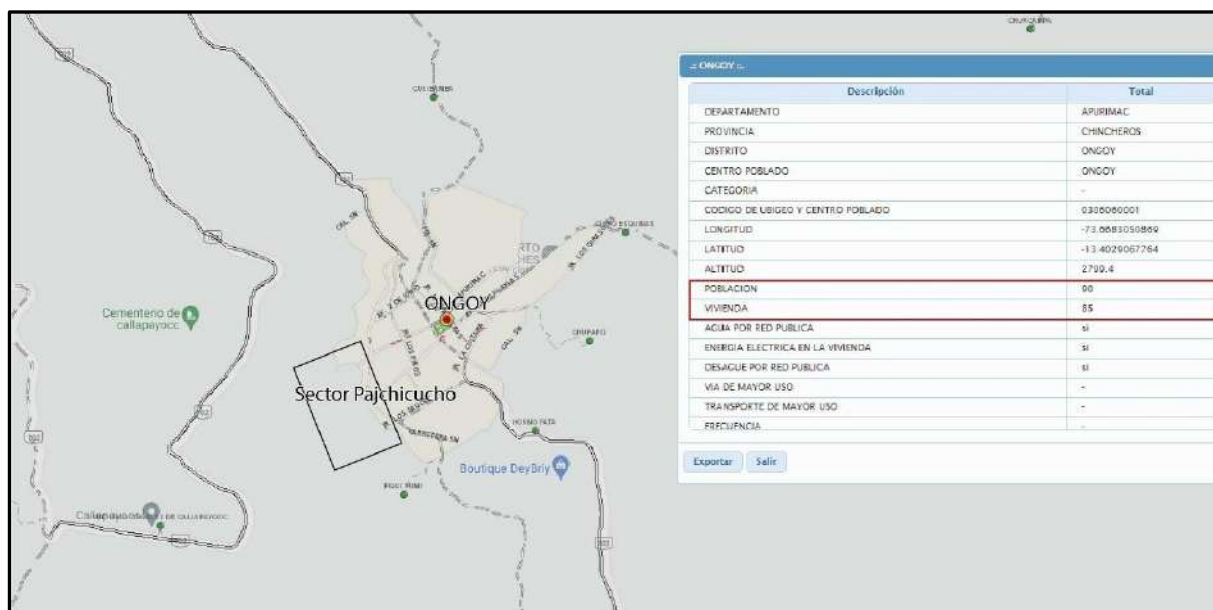


Figura 3. Mapa de accesibilidad desde la ciudad de Cusco, al sector de Pajchicucho en el centro poblado de Ongoy.



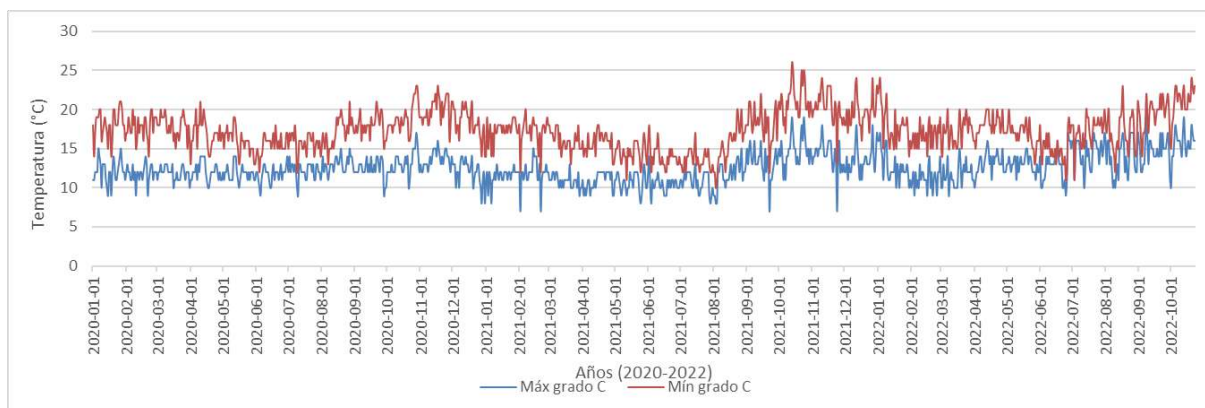
**Figura 4.** Población del centro poblado de Ongoy.

### 2.3.1. Clima

La zona de estudio presenta un clima semiseco a frío; con deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera. Los volúmenes de precipitación aumentan entre enero y marzo y decrecen de mayo a octubre. No obstante, las precipitaciones se pueden presentar como ligeras lluvias ocasionales de mayo a agosto (SENAMHI, 2010).

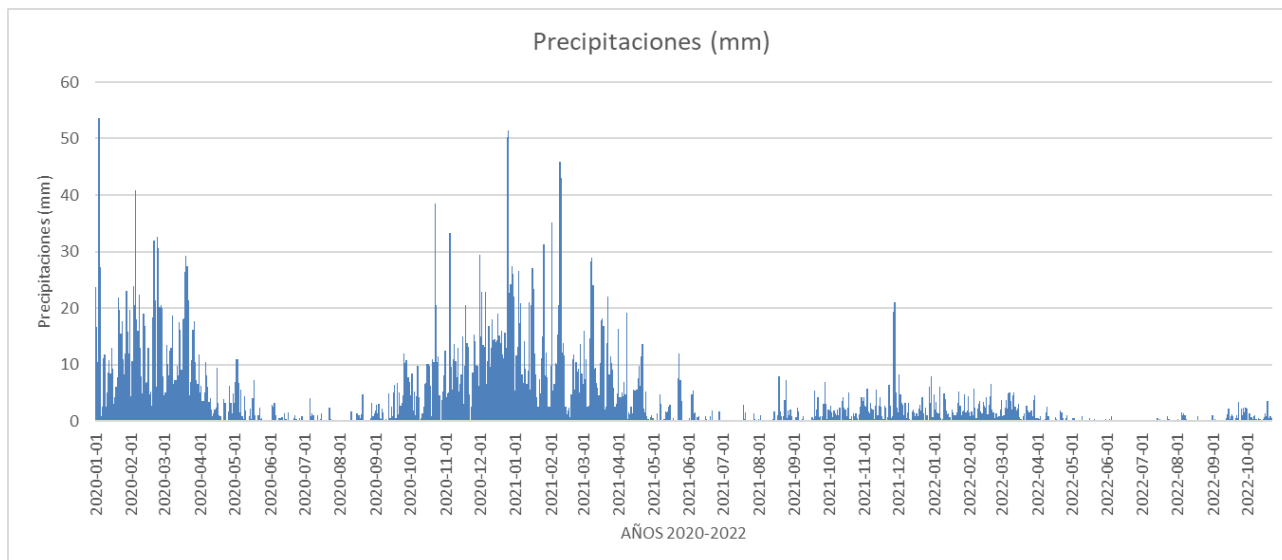
En cuanto a la cantidad de lluvia y temperatura local, según fuente de datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos rasters y de satélite), la precipitación diaria máxima registrada en el último periodo 2020-2022, fue de 51.4 mm en el mes de enero del 2021. Mientras que las temperaturas oscilaron en rangos de -1° y 19°C (figuras 5 y 6).

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



**Figura 5.** Temperaturas mínimas y máximas en el sector de Pajchicucho registradas satelitalmente desde el 2020 hasta el 2022.

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



**Figura 6.** Temperaturas máximas y mínimas diarias según registros satelitales awwhere, en el sector de Pajchicucho

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

### 3. 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°.

**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.
- Inactivo latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen
- 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.
- Reactivado:** Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.
- Suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento
- 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.

## 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se desarrolló en base a la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de San Miguel, hoja 27-o (Quispesivana & Navarro 2003), así como el boletín N°83 “Geología del cuadrángulo de San Miguel” (Marocco et al., 1996) y el mapa geológico hoja 27-o-II, a escala 1:50 000 (Carlotto y Rodríguez 2009).

### 4.1. Unidades litoestratigráficas

De manera general el área de estudio se encuentra sobre rocas de origen sedimentario de edad Eoceno/Oligoceno del Grupo San Jerónimo, formaciones Soncco y Kayra, 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-figura 7).

#### 4.1.1. Grupo San Jerónimo

Según el mapa geológico empalmado 1:50 000, publicado en la plataforma de Geocatmin, este Grupo presenta dos formaciones geológicas: Soncco y Kayra <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>.

##### Formación Soncco (Peo-so)

Litológicamente, está conformado por conglomerados y limos rojos con intercalaciones de areniscas rojas (Carlotto y Rodríguez 2009).

Localmente se observan areniscas intercaladas con limolitas en la ladera inferior de la localidad de Callapayocc, los afloramientos presentan rocas con más del 50% descompuesto y/o desintegrado a suelo (A4- altamente meteorizada). Ver figuras 7 y 8, Cuadro 3.



**Figura 7.** Afloramientos de la Formación Soncco (Peo-so), cubierto por depósitos coluviales (Qh-co) en las coordenadas UTM, WGS 84, 18 s, X:643758.18; Y:8517561.94.





**Figura 8.** Afloramientos de la Formación Soncco, cubierto por depósitos coluviales en las coordenadas UTM, WGS X:84, 644217.23; Y:8517341.01

Se considera que estos afloramientos tienen una separación de fracturas entre 0.3 y 0.05 cm, desprendiéndose como bloques tabulares (cuadro 4).

Los afloramientos tienen un buzamiento de 10° en contra de la pendiente con rumbo N150°.

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

GRADO DE METEORIZACIÓN				
NOMBRE	DESCRIPCIÓN			Clasificación
A1	Roca fresca	No hay signos visibles de meteorización , ligera decoración		-
A2	Ligeramente meteorizada	Decoloración en la roca y en superficie de discontinuidades (fracturas)		< 10%
A3	Moderadamente meteorizada	Menos de la mitad del material rocoso esta descompuesto o desintegrado a suelo		10-50 %
A4	Altamente meteorizada	Mas del 50% esta descompuesta y/o desintegrada a suelo, roca fresca o descolorida esta presente como testigos discontinuos.		50-90 %
A5	Completamente meteorizada	Todo el material rocoso esta descompuesto y/o meteorizado. La estructura original del macizo rocoso esta aun en parte intacta.		> 90 %
A6	Suelo residual	Todo el material rocoso esta convertido en suelo. La estructura y textura están destruidos.		100 %

**Cuadro 4.** Clasificación de fracturamiento de los afloramientos de la Formación Soncco (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	
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	

## Formación Kayra (Peo-ky)

Litológicamente, está compuesta por conglomerados con clastos de naturaleza volcánica, intercaladas con limos y areniscas de color rojo, además de presentar niveles de lavas porfírica (Carlotto y Rodríguez 2009).

Según el mapa a escala 1:50 000, esta formación infrayace a la Formación Soncco, están cubiertos por depósitos cuaternarios coluviales y coluvio-deluviales.



**Fotografía 1.** Afloramientos de la Formación Kayra, en las coordenadas UTM, WGS 84, 644224; Y:8518244.

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

Estos 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 entreverados haciendo difícil separar uno del otro, estos se presentan en la parte baja del poblado de Ongoy, cubriendo el substrato rocoso (Grupo San Jerónimo). Estos depósitos se observan con una textura harinosa, conformada por promedios estimados de bolos (5 %), cantos (5 %), gravas (25 %) y gránulos (10 %), arenas (15 %) envueltos en una matriz limo-arcillosa (limos 20 % y arcillas 35%) medianamente consolidado, el porcentaje referencial del material detrítico se describen en la figura 9, la forma promedio de los fragmentos rocosos es discoidal y subredondeados, con matriz medianamente plástica.

### 4.1.1. Depósito coluvial (Qh-co)

Los depósitos coluviales, sobreyacen a las formaciones Kayra y Soncco fueron conformadas por movimientos en masa, deslizamientos antiguos y reactivados. Estos depósitos se observan con una textura harinosa, conformada por bolos (5 %), cantos (5 %), gravas (20 %), y gránulos (5 %) y arenas (5%), envueltos en una matriz areno-limosa (limos 20% y arcillas 40%), medianamente consolidado, el porcentaje referencial del material detrítico se describen en la figura 10. La forma promedio de los fragmentos rocosos es discoidal, subangulosa, con matriz medianamente plástica.



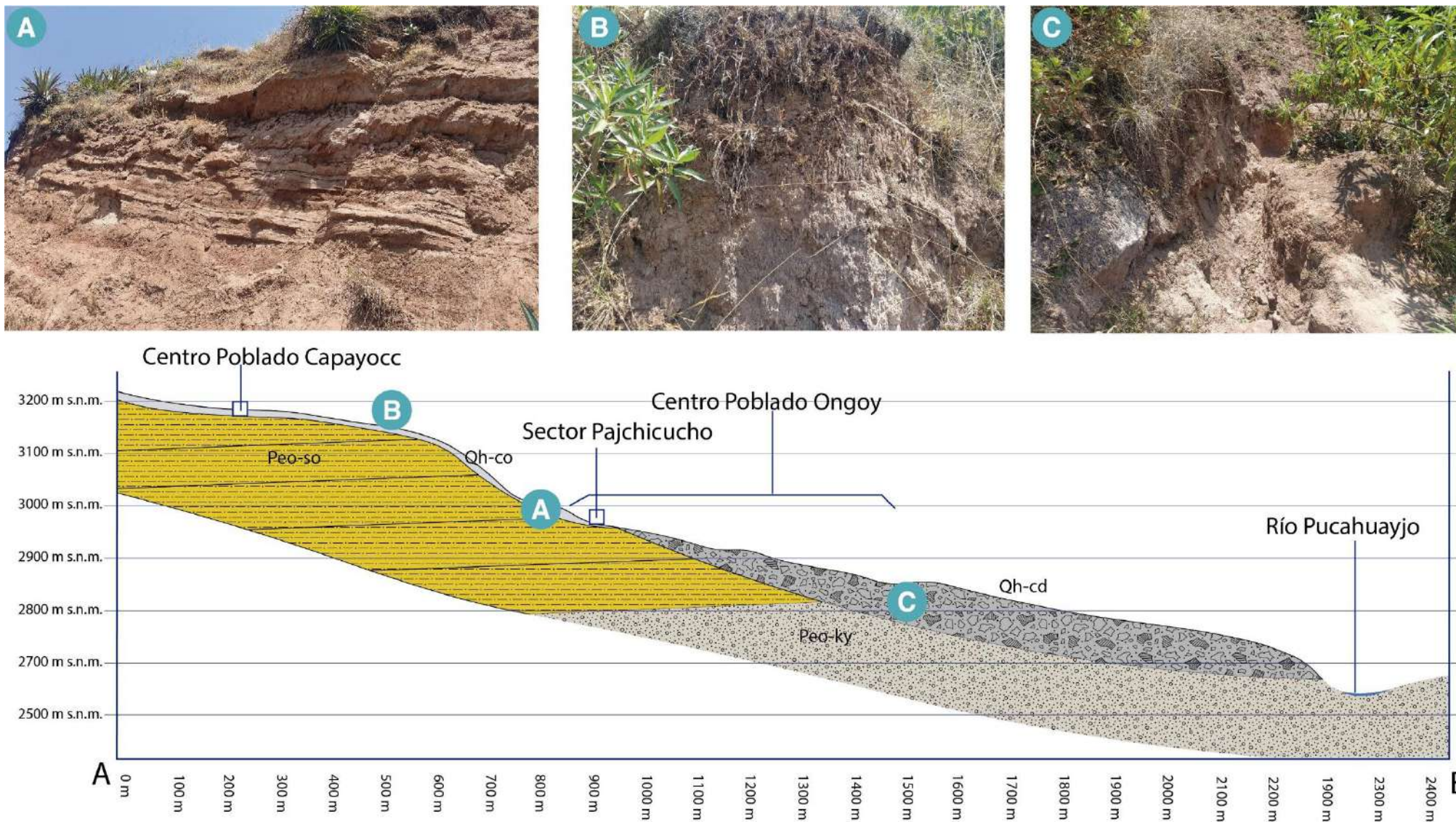


**Figura 9.** Depósitos coluvio-deluviales en las coordenadas UTM, WGS 84, X: 644169.60; Y:8518217.97.



**Figura 10.** Depósitos coluviales en las coordenadas UTM, WGS 84, X: 643862.69; Y:8517704.68.





**Figura 11.** Perfil litoestratigráfico del Mapa 1 – Anexo 1, muestra las Formaciones Kayra infrayacente a la Formación Soncco (A), cubiertos a su vez por depósitos coluvio-deluviales (C) y coluvio-deluviales (B).

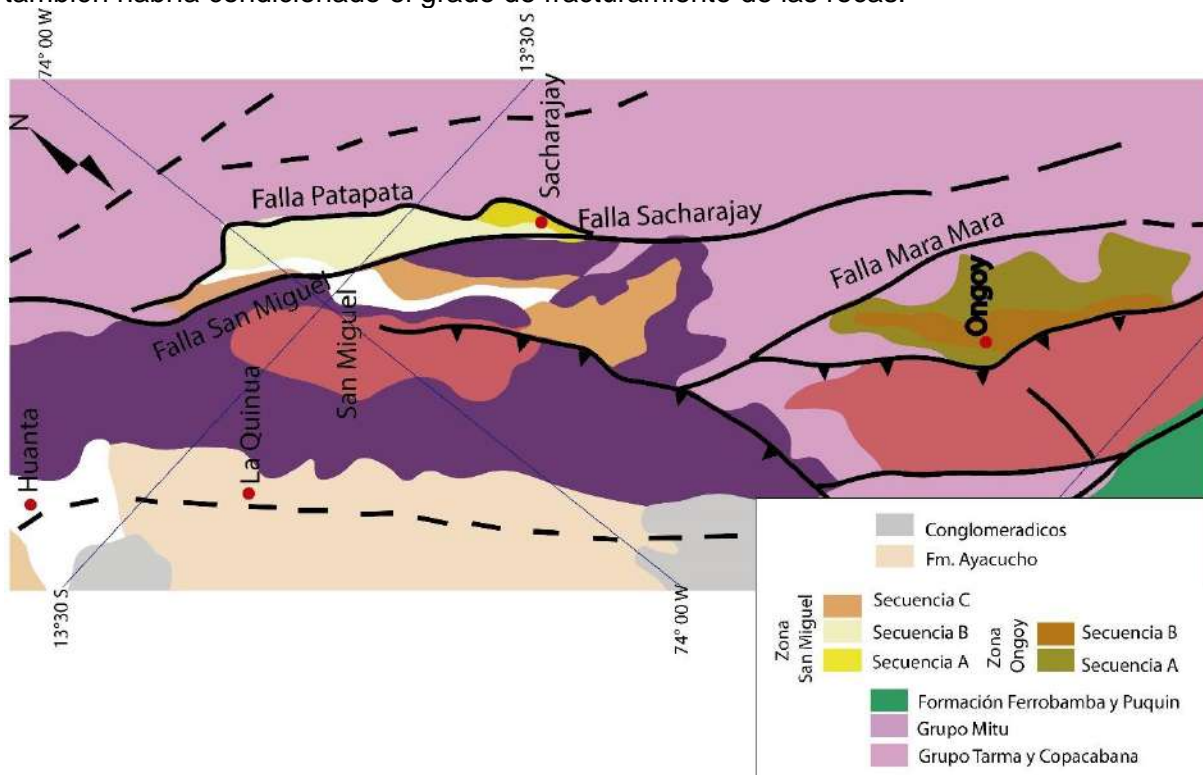
#### 4.1.2. Sistema de fallas regionales

Según el trabajo de Carlotto y Rodríguez, Ongoy se encuentra sobre dos secuencias estratigráficas (A B).

Secuencia A: es grano decreciente, conformado por 500 m de conglomerados con clastos subredondeadas con 10 cm de diámetros, la naturaleza de los clastos es principalmente volcánica, con esporádicos clastos de areniscas y gneis. Además, se encuentran intercaladas por niveles volcánicos andesíticos grises con texturas afaníticas. Terminando la secuencia se encuentran limolitas y areniscas rojas.

Secuencia B: La unidad está constituido principalmente de 200 m de conglomerados con intercalaciones de limos y areniscas.

Estas dos secuencias se encuentran controladas por las fallas Mara Mara y San Miguel-Chilcas-Ongoy (figura 12) esta última tiene rumbo promedio de N130°, con buzamiento casi vertical al oeste y controla la distribución de los afloramientos y junto con la falla Mara Mara de dirección N110° a N130°, forman una estructura romboédrica que habría estructurado (por consecuencia de movimientos dextrales) las depresiones que originaron las cuencas Ongoy y San Miguel, favoreciendo de esta manera la deposición de sedimentos de abanicos aluviales y ríos (para este efecto las Formaciones Soncco y Kayra). La actividad antigua de estas fallas también habría condicionado el grado de fracturamiento de las rocas.



**Figura 12.** Mapa geológico de la región San Miguel-Ongoy mostrando las unidades estratigráficas y sistema de fallas.



## 5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 5.1. 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 5 rangos de pendientes descritos en el cuadro 5, así como en el mapa 2 del anexo 1.

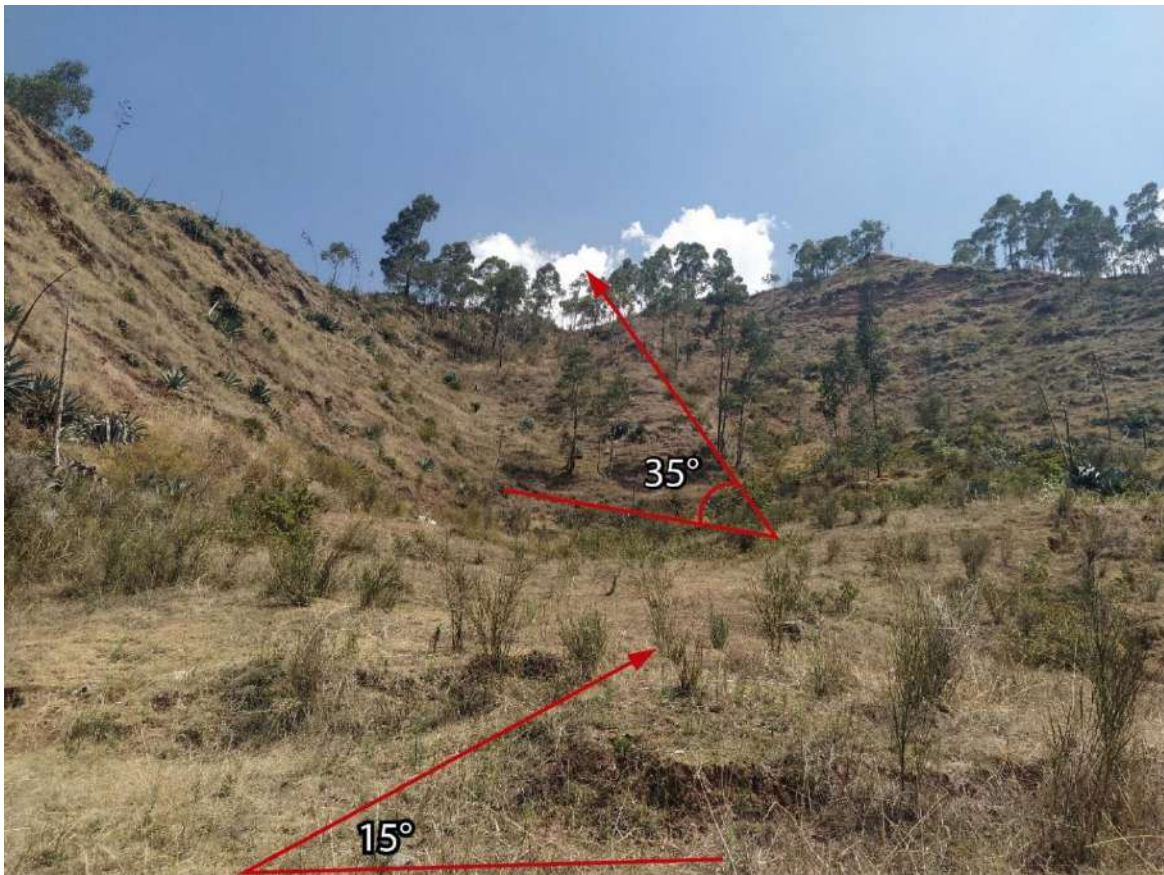
**Cuadro 5.** Rangos de pendiente identificados en el área de inspección. presentes en la leyenda del mapa 2, del anexo 1.

RANGO	DESCRIPCIÓN	SECTOR	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
0°-1°	Terreno Llano	Se diferencian pequeños sectores con esta pendiente (< 1 km <sup>2</sup> ), esporádicamente en los terrenos antrópicos donde se asentaron las poblaciones de Callapayoc y Ongoy.	Terrenos antrópicos en los poblados de Callapayoc y Ongoy
1°-5°	Terreno inclinado con pendiente suave	Se diferencian pequeños sectores con esta pendiente (< 1 km <sup>2</sup> ), esporádicamente en los terrenos antrópicos donde se asentaron las poblaciones de Callapayoc y Ongoy	Terrenos antrópicos en los poblados de Callapayoc y Ongoy
5°-15°	Pendiente moderada	Se presenta el cuerpo del deslizamiento antiguo D1 y D2, donde se asienta el centro poblado de Ongoy.	vertiente de deslizamiento (figura 13).
15°-25°	Pendiente fuerte	Se presenta en el cuerpo del deslizamiento antiguo D1 donde se asienta el centro poblado de Ongoy, representa lugares de escarpamientos secundarios y reactivaciones antiguas del depósito detrítico.	vertiente de deslizamiento/escarpamientos de reactivaciones antiguas (figura 13).
25°-45°	Pendiente muy fuerte o escarpada	Se presenta en la escarpa principal del deslizamiento antiguo, debajo del centro poblado de Callapayoc.	Escarpa degradada de deslizamientos antiguos (figura 14).
>45°	Terreno muy escarpado	Se presenta en sectores <1km <sup>2</sup> , en las márgenes de la quebrada Pajchicucho.	Márgenes de la quebrada Pajchicucho (figura 15).





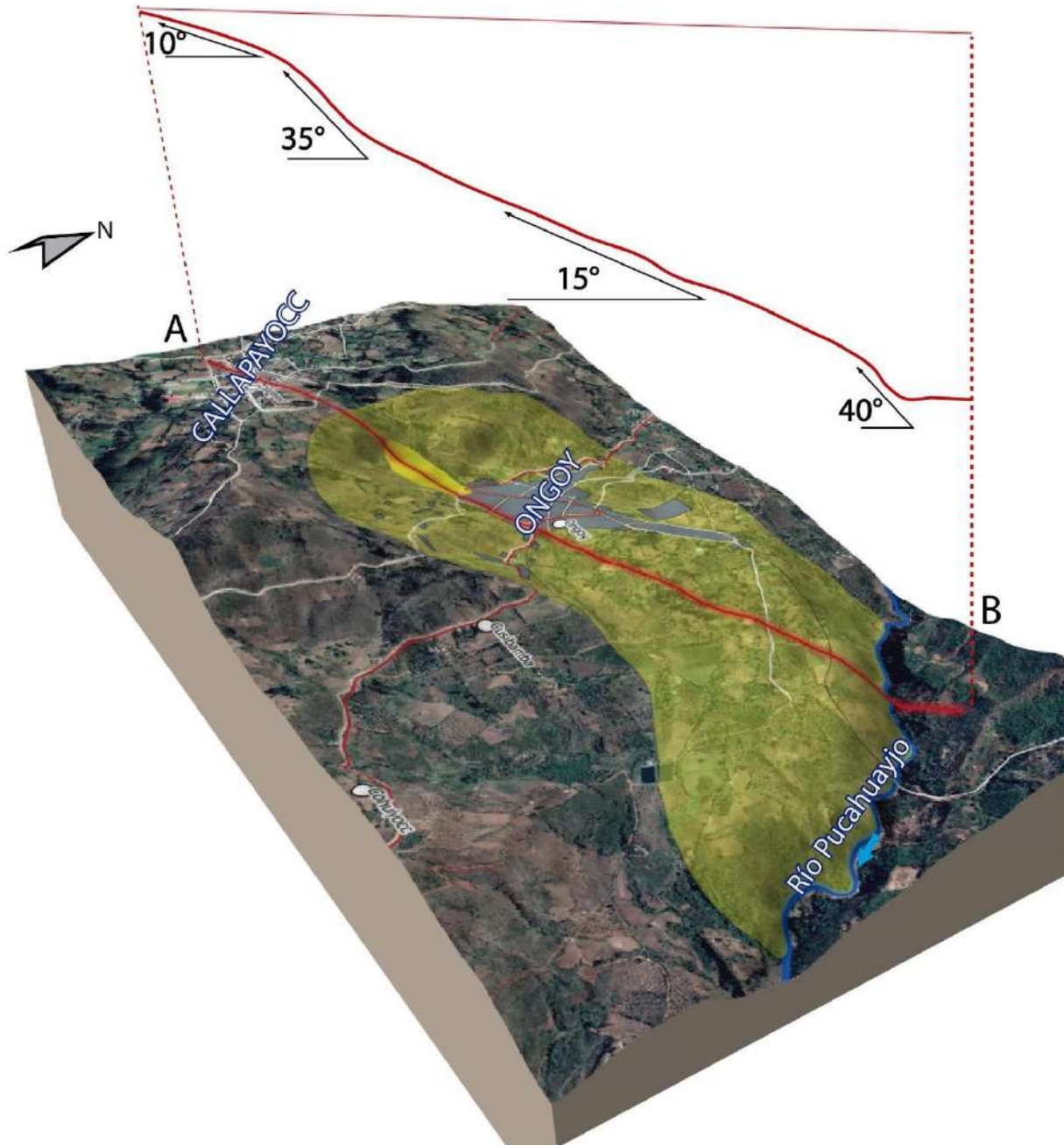
**Figura 13.** Pendientes promedio (°), vistas desde el poblado de Capallapayocc.



**Figura 14.** Pendientes promedio (°), vistas desde el sector de Pajchicucho.



El análisis de las pendientes en el perfil A-B, muestra que el área de inspección está limitada hacia el este por el cauce del río Pucahuayjo, donde el pie del deslizamiento antiguo en la margen derecha del río tiene una pendiente promedio de 40°, posteriormente el cuerpo del deslizamiento antiguo (donde se asienta el centro poblado de Ongoy y sector de Pajchicucho) tiene una pendiente de 15°. La pendiente de la escarpa principal del deslizamiento antiguo tiene una pendiente de 35°, sobre esta se ubica el centro poblado de Callapayoc en un terreno con pendiente promedio de 10° (figura 15).



**Figura 15.** Pendientes promedio en el sector de estudio a lo largo del perfil A-B.

## 5.2. 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).

Dentro de las unidades geomorfológicas aquí se tiene:

### 5.2.1. Geoformas 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).

**Subunidad de montaña en roca sedimentaria (RME-rs):** Esta subunidad está conformada por secuencias sedimentarias representadas por areniscas y limolitas de la Formación Soncco; presenta laderas con pendientes escarpada (25°-45°) y alturas de 350 m, debido a su grado de fracturamiento es susceptible a generar deslizamientos.

### 5.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geoformas 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 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 ubicada en la ladera entre el poblado de Callapayoc y el río Pucahuayjo, presente pendientes promedio de 15°. Por su origen es susceptible a sufrir 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 la Formación Soncco), con pendientes moderadas de 15°. Están conformados por bloques de areniscas englobadas en una matriz limo-arcillosa, que presenta evidencias de movimiento e inestabilidad.

Las subunidades geomorfológicas se muestran en la figura 16.



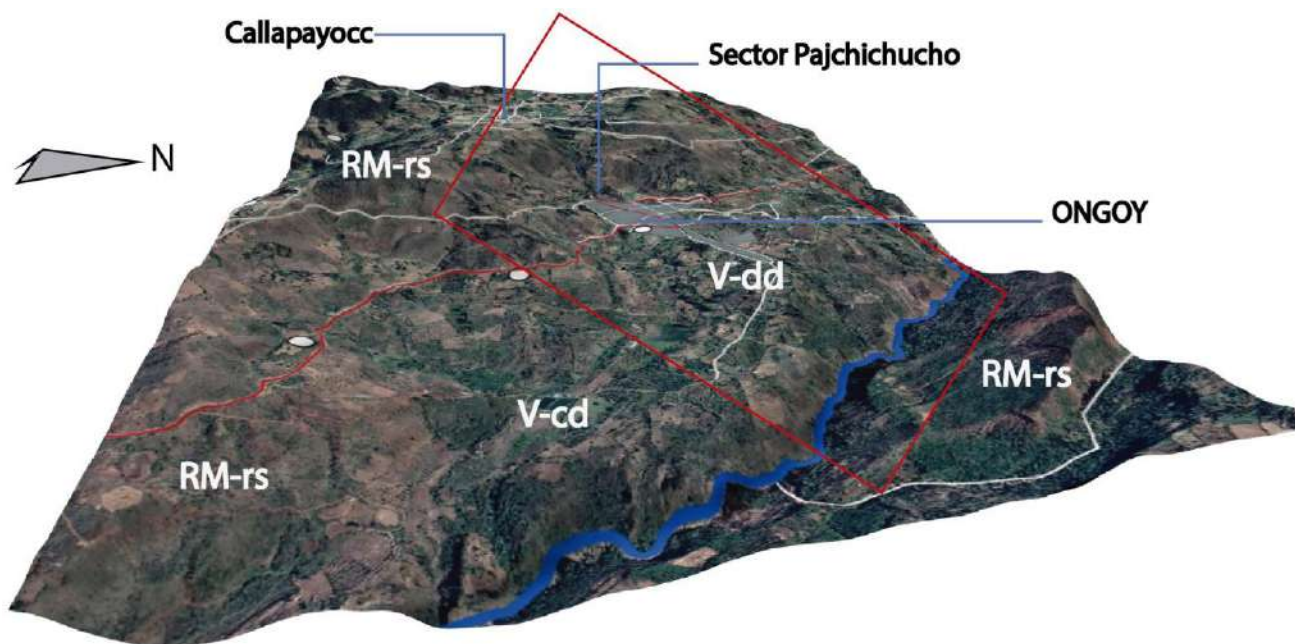


Figura 16. Unidades geomorfológicas en el área de inspección

## 6. PELIGROS GEOLÓGICOS

### 6.1. Peligros por movimientos en masa

El sector de Pajchichucho y el centro Poblado de Ongoy se ubican sobre material detrítico proveniente de deslizamientos antiguos en la margen derecha del río Pucahuayjo con evidencias de reactivaciones.

Dentro de los deslizamientos antiguos se tienen el D1 y D2 y dentro de los deslizamientos reactivados el DR1, denominado localmente deslizamiento de Pajchichucho (cuadro 6).

**Cuadro 6.** Peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector de Pajchichucho entre los poblados de Callapayocc y el río Pucahuayjo.

Tipo/Subtipo	Estado	ID	Área (ha)	Coordenadas medias		
				X (m)	Y (m)	Z m s.n.m.
Deslizamiento Rotacional	Inactivo-latente	D1	79.5	644269.8	8517838.8	3035
	Inactivo-latente	D2	66.5	645049.2	8517777.2	2791
	Reactivado	DR1	3.0	643896.0	8517614.2	2964

#### 6.1.1. Deslizamientos Antiguos

##### Deslizamientos D1 y D2

El deslizamiento D1 corresponde al movimiento en masa principal, que cubrió la ladera este de la margen derecha del río Pucahuayjo, su corona y escarpe principal se ubican debajo del centro poblado de Callapayocc y el pie de avance se ubica en la margen derecha del cauce del río Pucahuayjo, su dirección preferente de avance fue N50° (figura 17 y 18).

Cuyas características son:

- Forma de la escarpa: Circular.
- Estado de la escarpa: Erosionado.

- Longitud de la escarpa: 1250 m.
- Desnivel entre la escarpa y pie: 500 m.
- Ubicación de la escarpa: parte media de la ladera.
- Salto principal: aproximadamente 250 m visibles.
- Salto secundario: 85 m (figura16).
- Superficie de deslizamiento: rotacional (inferido en base a la geomorfología).
- Distribución o actividad: retrogresivo.

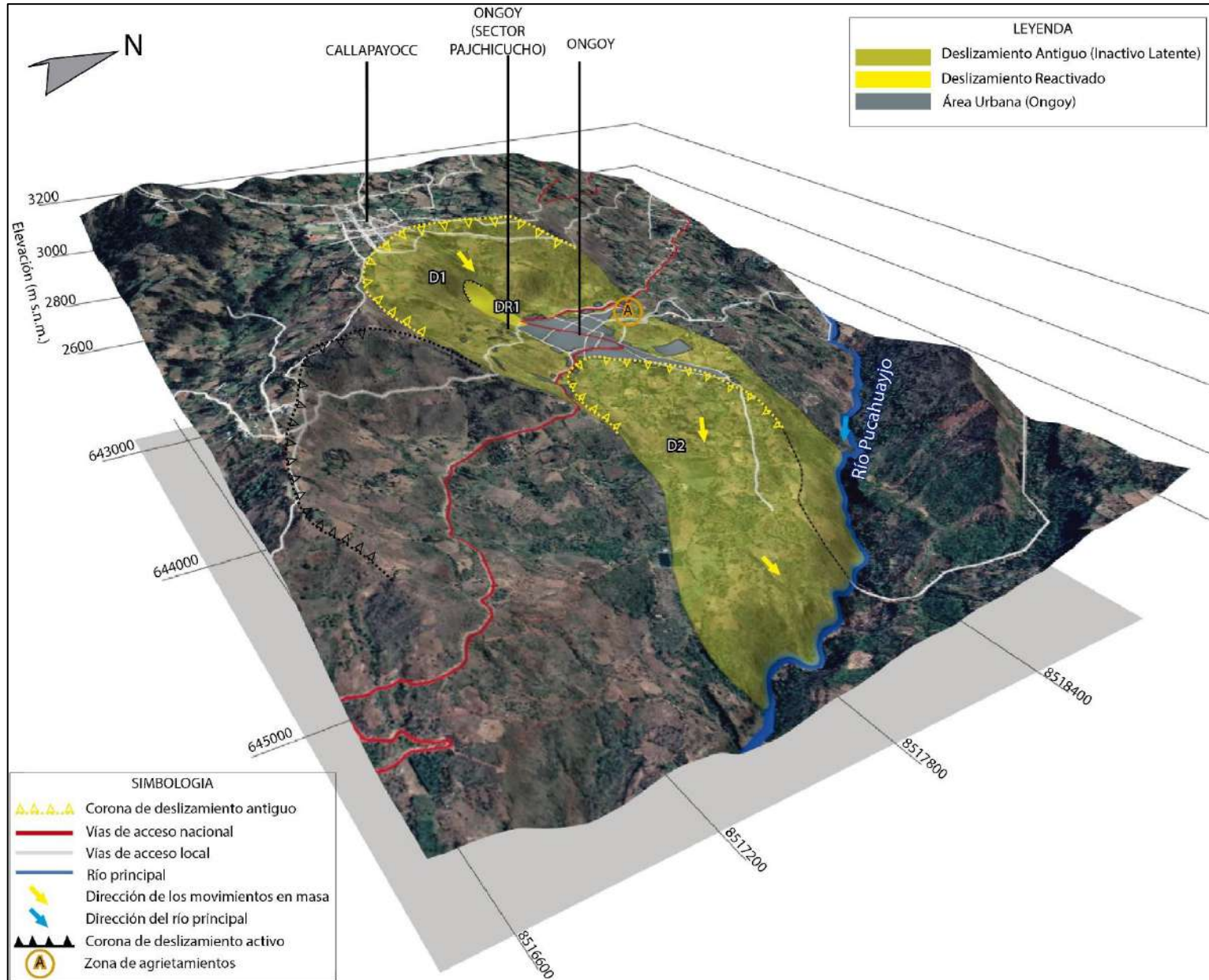


**Figura 17.** Altura de la escarpa secundaria del deslizamiento antiguo D1, en el sector de Ongoy.

El deslizamiento D2 también considerado antiguo tiene una dirección preferente de avance N 95°, por su ubicación se asume que es la reactivación del deslizamiento D1, su escarpa principal se ubica debajo del límite urbano del centro poblado de Ongoy (figura 18).

El perfil A-B de la figura 19 muestra el paleo relieve de la ladera de la margen derecha del río Pajchicucho (línea roja) y el actual relieve después del acontecimiento de los deslizamientos antiguos D1 y D2, también observamos que desde la corona del deslizamiento D1 hasta el pie de avance existe una longitud de 1400 m.





**Figura 18.** Vista 3D de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector de Pajchicucho.



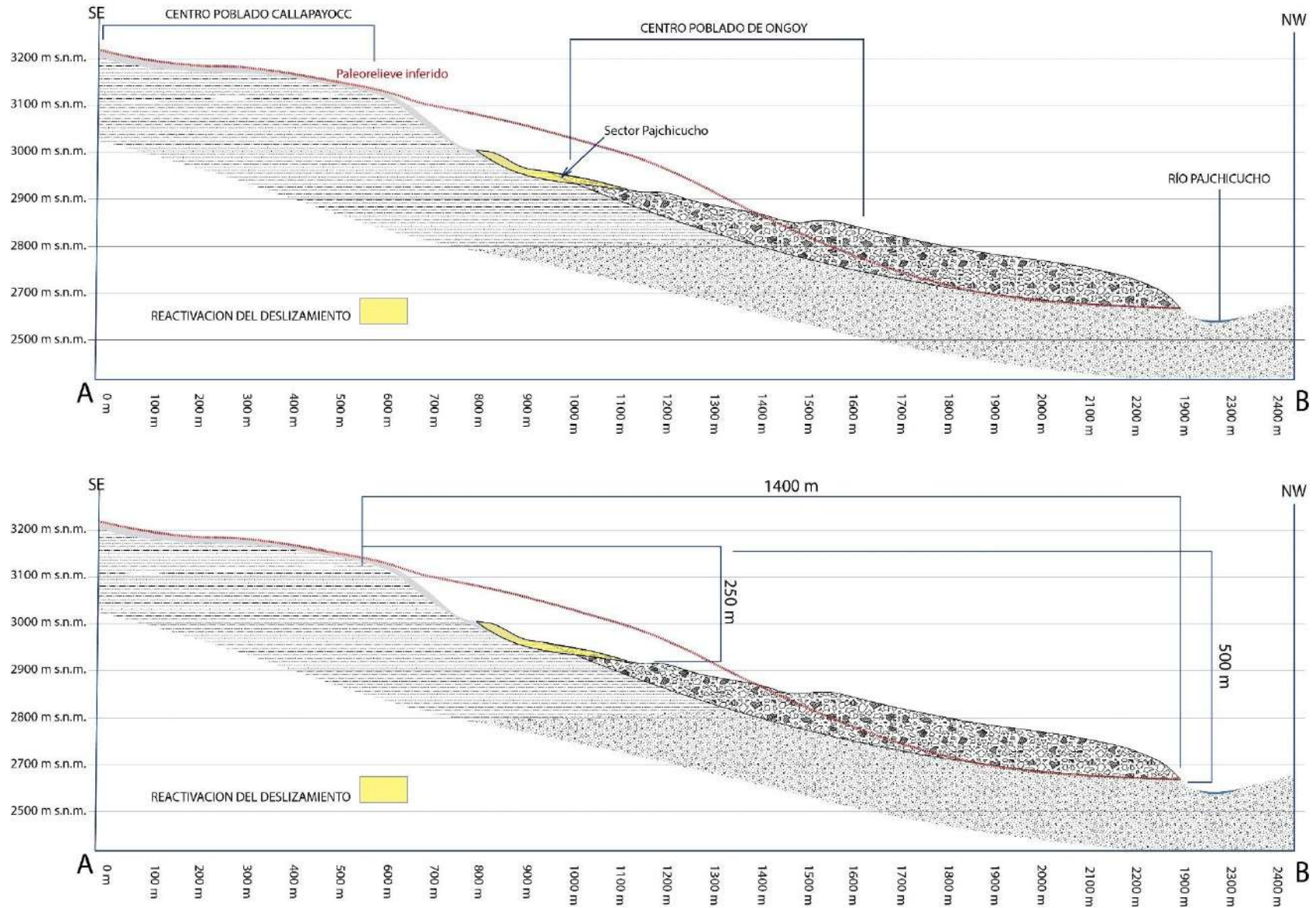


Figura 19. Perfil A-B presentado en la línea de los mapas del Anexo 1.

### 6.1.1. Deslizamientos de Pajchicucho (DR1)

Este evento se suscitó el 17 de marzo del 2022 a las 8:30 horas, según el reporte complementario N° 2783-18/3/2022/ COEN-INDECI, este dejó 02 damnificados, 01 vivienda inhabitable y 40 m de carretera afectada.

Este deslizamiento corresponde a la reactivación de la parte superior del deslizamiento antiguo D1, las características de este son:

- Forma de la escarpa: Circular.
- Estado de la escarpa: Fresco
- Longitud de la escarpa: 150 m.
- Desnivel entre la escarpa y pie: 90 m.
- Ubicación de la escarpa: Cabecera de la ladera, parte intermedia de la escarpa antigua del deslizamiento D1.
- Salto principal: aproximadamente 10 m.
- Salto secundario: diversos escarpamientos entre 0.8 y 1.5 m
- Superficie de deslizamiento: rotacional (inferido en base a la geomorfología).
- Distribución o actividad: ensanchándose.
- Agrietamientos:  
 Longitud:  $\leq 10$  m  
 Profundidad: 1 m visibles  
 Separación: 10 cm.

En la figura 20 se aprecian las evidencias de actividad del deslizamiento DR1, así como las afectaciones en el sector de Pajchicucho.



**Figura 20.** Evidencias de la actividad del deslizamiento DR1.



La figura 22 presenta un block diagrama del deslizamiento DR1, en el podemos observar que este se ubica en la escarpa del deslizamiento antiguo D1 e involucra material detrítico coluvial, coluvio-deluvial y areniscas de la Formación Soncco.

El escarpe principal de este desplazamiento presenta un salto vertical 10 m (figura 20) y se ubica en las coordenadas medias WGS 84 18s, X: 643768.79; Y: 8517585.64 y Z: 2964, además en el cuerpo del deslizamiento se observan escarpamientos con saltos entre 0.8 a 1.5 m con longitudes de 15 m y agrietamientos con aperturas de 10 cm y longitudes menores e iguales a 10 m (figura 23 al 26).



**Figura 21.** Altura de la escarpa principal del deslizamiento de Pajchicucho DR1.





Viviendas inhabitables en el pie del deslizamiento reactivado

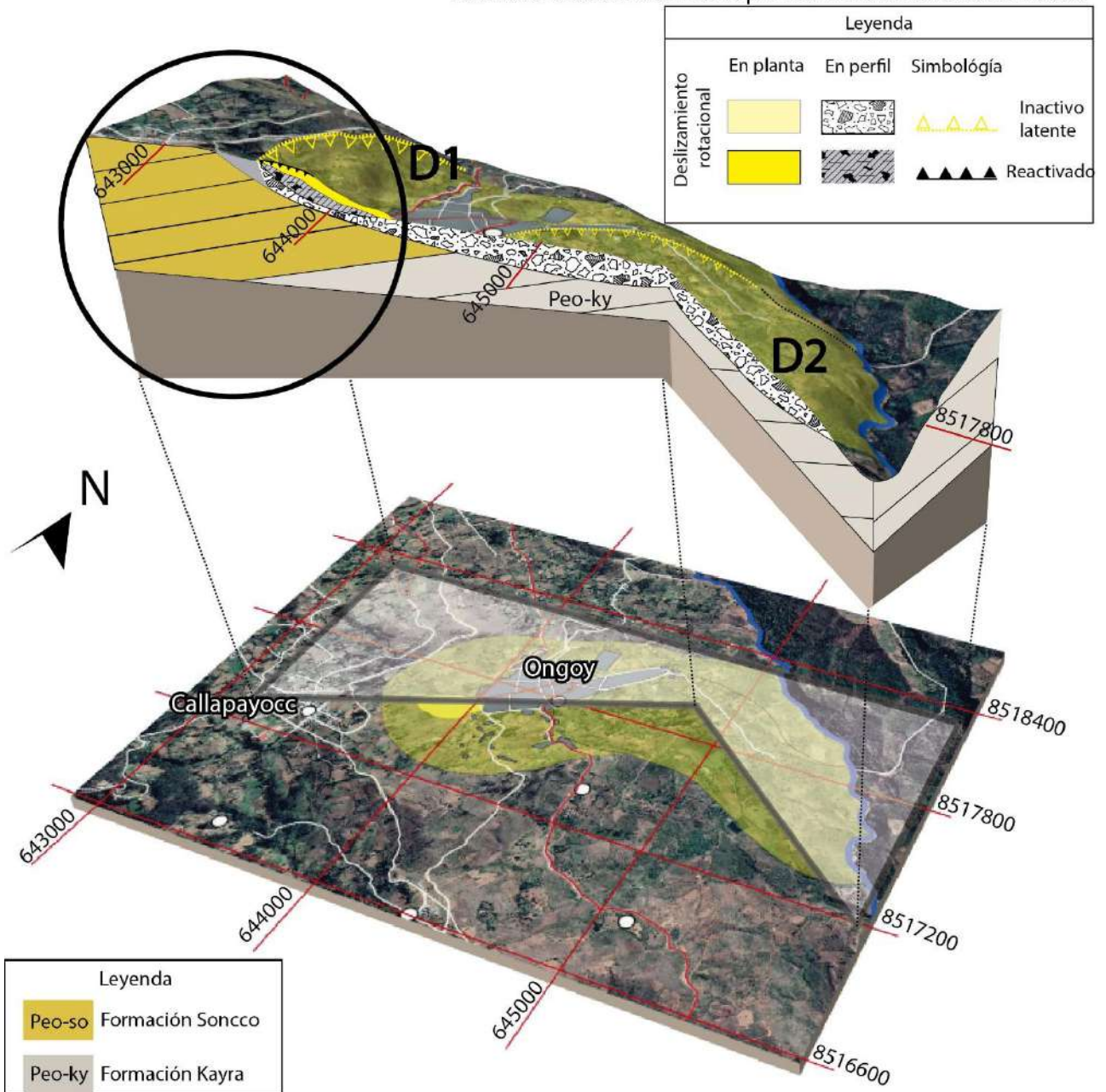


Figura 22. Corte longitudinal y transversal del deslizamiento D1 y D2 y DR1.



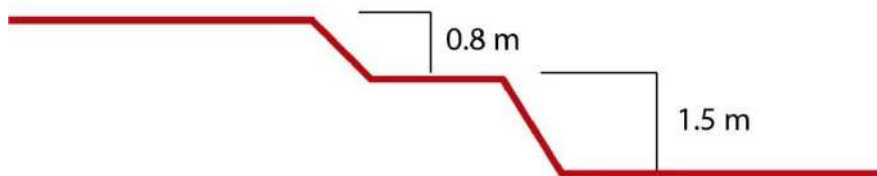


**Figura 23.** Escapamiento secundario con salto vertical de 1.5 m y longitud de 15 m en el cuerpo del deslizamiento DR1.



**Figura 24.** Escapamiento secundario con salto vertical de 0.8 m y longitud de 15 m en el cuerpo del deslizamiento DR1.





**Figura 25.** Escapamientos secundarios con salto vertical entre 0.8 y 1.5 m en el cuerpo del deslizamiento DR1.



**Figura 26.** Agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento DR1.



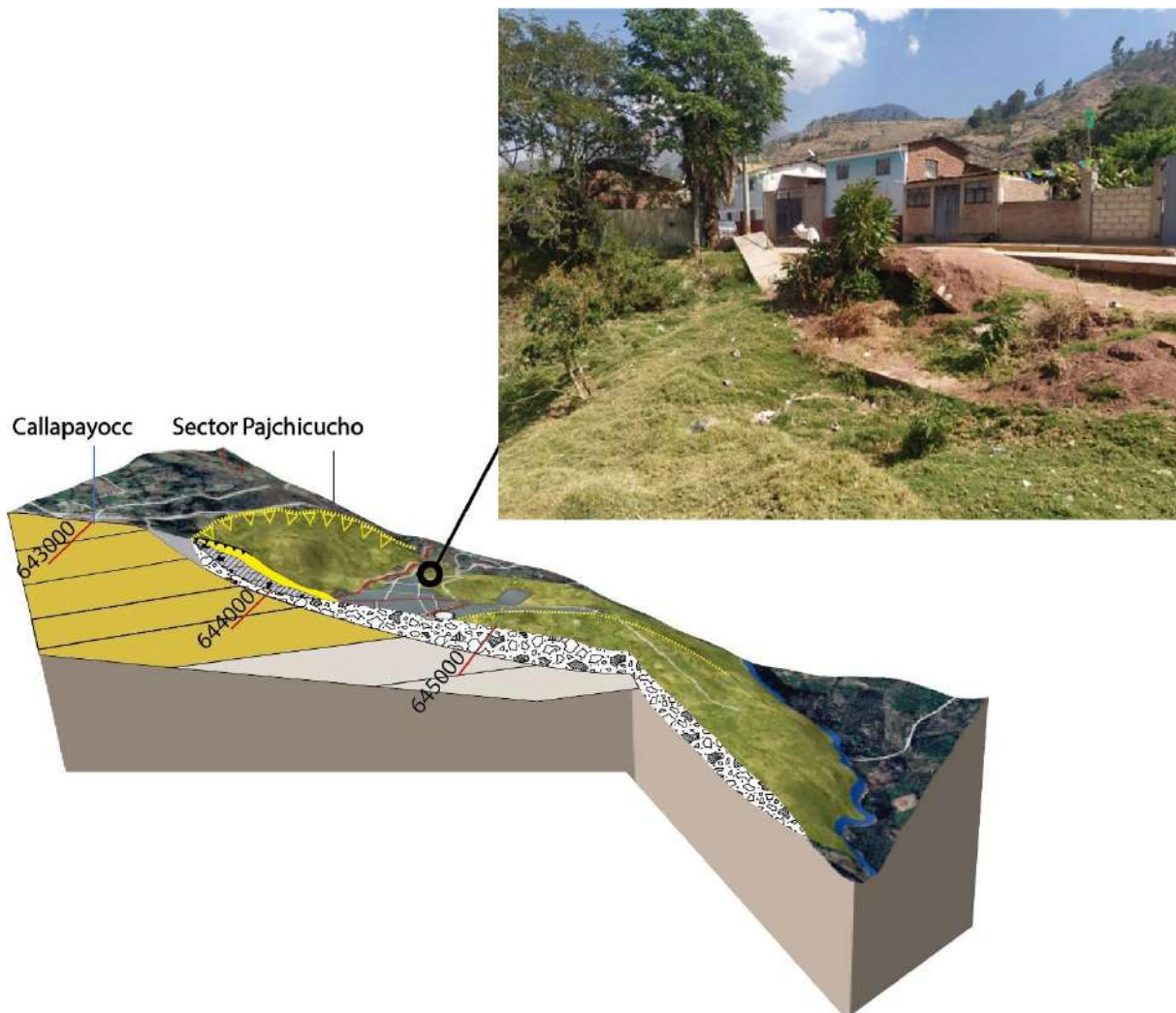
### 6.1.2. Procesos de erosión en la localidad de Ongoy

En el sector de la parte baja de Ongoy coordenadas UTM, WGS 84 X:644097.92, Y:8517965.85, punto identificado en los mapas y diagramas con la letra "A", se evidenció la ruptura de aceras (aproximadamente 5 m), superior a este sector no se observan daños en viviendas ni aceras.

Interpolando este punto al cartografiado previo de peligros geológicos observamos que se encuentra sobre material detrítico del deslizamiento D1 sobre el que se construyeron las veredas. (figura 27).

**Cuadro 7.** Peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector de Pajchicucho entre los poblados de Callapayoc y el río Pucahuayjo.

Tipo/Subtipo	Estado	ID	Área (ha)	coordenadas medias		
				X (m)	Y (m)	Z m s.n.m.
Otros peligros geológicos	Activo	A	-	644097.92	8517965.85	2820



**Figura 27.** Ubicación de la ruptura de aceras en el block diagrama de deslizamientos del sector de Pajchicucho.

Teniendo como referente la versión de los pobladores quienes indican que en épocas lluviosas en este sector surge agua, se puede inferir la existencia de pequeños flujos subterráneos que erosionan partículas finas especialmente en este sector, dejando un vacío por debajo de la calzada que finalmente termina en el fallo de la estructura por ausencia de un soporte.

La dinámica de estos procesos de erosión se resume en la figura 28. donde:

- A. Representa la construcción de la vereda sobre material detrítico.
- B. y C. Representan la dinámica de flujos y la erosión de partículas finas (de manera sobre exagerada por fines demostrativos).
- D. muestra el fallo de la vereda por ausencia de soporte.



**Figura 28.** Block diagrama de la interpretación de erosión subterránea en el sector de la parte baja de Ongoy.



Los problemas del agua como factor desestabilizante se pueden resolver, para ello se debe evitar que entre a la zona inestable, se puede controlar mediante drenajes.

Si no se controla la infiltración, entonces el agua puede hacer migrar las partículas finas del suelo hacia una salida, ocasionando sifonamientos o roturas por erosión. También se incrementa la saturación, la corriente interna, o se dan excesivas subpresiones o fuerzas de infiltración; lo que podría desencadenar la formación de un deslizamiento en la parte baja de Ongoy (sector A).

### 6.1.3. Daños y afectaciones

Dentro de las afectaciones por movimientos en masa identificados en el sector de Pajchicucho se tiene:

- 02 viviendas agrietadas e inhabitables (fotografía 2).
- 48 m de carretera asfaltada, agrietada que sirve de conexión opcional entre los poblados de Ongoy – Barropata y Ongoy – Comunpampa (figura 30).
- Veredas y calles agrietadas en el sector de Pajchicucho (figura 29).

Dentro de las afectaciones por movimientos en masa identificados en el sector de Ongoy parte baja:

- 05 metros de veredas colapsadas (fotografía 3).



**Figura 29.** Se observan dos viviendas agrietadas, daños en la vía principal y veredas en el sector de Pajchicucho.



**Figura 30.** Se observan 48 m de carretera afectada, que conectaba alternativamente a Ongoy con los poblados de Barropata y Comunpampa.



**Fotografía 2.** Viviendas agrietadas e inhabitables en el sector de Pajchicucho.





**Fotografía 3.** 05 metros de veredas colapsadas por erosión de aguas en la base de la infraestructura.

### 6.1. Factores condicionantes

Los factores que condicionan los procesos de movimientos en masa en el sector de Pajchicucho son:

#### Factor Litológico

- Las rocas que conforman el basamento rocoso de la ladera donde se ubica Ongoy y por consecuente el sector de Pajchicucho, son areniscas intercalados con limolitas con un ligero buzamiento ( $10^\circ$ ) en contra de la pendiente, además, se encuentran altamente meteorizados y muy fracturados lo que incrementa la posibilidad de la formación de planos de ruptura y posteriores deslizamientos.
- El substrato rocoso en la ladera donde se ubica Ongoy está cubierto por depósitos detríticos provenientes de deslizamientos antiguos. Estos se observan con una textura harinosa, conformada por bolos, cantos, gravas y gránulos envueltos en una matriz limo-arcillosa medianamente consolidado, la forma promedio de los fragmentos rocosos es discoidal, subangulosa, con matriz medianamente plástica, susceptible a sufrir reactivaciones.
- Muchos de los bloques desprendidos de los afloramientos rocosos se unen a los depósitos deluviales conformando depósitos coluvio deluviales, donde los fragmentos de roca llegan a diámetros de hasta 2 m y se encuentran suspendidos en la matriz limo-arcillosa, este material se encuentra poco consolidada, altamente susceptible a generar nuevos derrumbes y/o deslizamientos.



- De manera regional el fracturamiento del substrato se encuentra controlado por la actividad antigua de las fallas Mara Mara y San Miguel-Chilcas-Ongoy.

#### Factor Geomorfológico

- Ongoy se ubica sobre una vertiente con depósito de deslizamiento de pendiente promedio 15°, el escarpe principal del deslizamiento que origino la vertiente tiene pendientes promedio de 35°, lo que aunado a los factores hidrogeológicos favorece la reactivación de movimientos en masa en este sector.

#### Factor Hidrogeológico

- En la ladera entre el poblado de Callapayocc y el sector de Pajchicucho (área del deslizamiento DR1), se ha identificado una surgencia de agua en las coordenadas UTM, WGS 84 18 S, X: 643940.52 Y: 8517596.77, que satura la ladera favoreciendo la ocurrencia de movimientos en masa (fotografía 4).
- La quebrada Pajchicucho, se encuentra parcialmente captada, sin embargo, en temporadas de precipitaciones intensas sus aguas rebalsan y discurren por el centro poblado de Ongoy, infiltrando en el depósito detrítico saturando el terreno (fotografía 5).

#### Factor Antrópico

- Uno de los principales factores antrópico que condiciona la ocurrencia de movimientos en masa en el sector de Pajchicucho es la deforestación de árboles en ladera entre el sector de Callapayocc y Pajchicucho.
- Cultivos en la parte baja del sector Callapayocc irrigados de manera incorrecta (inundación y aspersión no controlada), parte alta de Pajchicucho.



**Fotografía 4.** Aguas provenientes del ojo de agua ubicado en las coordenadas UTM, WGS 84 18 S, X: 643940.52 Y: 8517596.77 (cuerpo de deslizamiento reactivado DR1).





**Fotografía 5.** Salida de la quebrada Pajchicucho, obsérvese como parte fluye por la canalización pluvial del sector Pajchicucho y centro poblado Ongoy, mientras que parte se infiltra pasando subterráneamente por el poblado.



**Fotografía 6.** Tala de árboles sobre la escarpa principal del deslizamiento DR1.

## 6.2. Factores desencadenantes

Las precipitaciones pluviales ordinarias y/o extraordinarias pueden desencadenar la ocurrencia de movimientos en masa en el sector de Pajchicucho, según el registro de precipitaciones satelitales Awere estas pueden alcanzar máximos diarios de 51.4 mm en épocas de lluvias.

## 7. CONCLUSIONES

1. El substrato rocoso en el sector de Pajchicucho y Ongoy está conformado por la intercalación de areniscas y limolitas pertenecientes al Grupo San Jerónimo, los estratos presentan rumbo N150° y buzamiento 10° en contra de la pendiente, presenta más del 50% de su totalidad descompuesto y/o desintegrado a suelo (altamente meteorizado) con separación entre fracturas entre 0.3 a 0.05 m (Muy fracturada).
2. Estudios regionales señalan la presencia de sistemas de fallas (Mara Mara y San Miguel-Chilcas-Ongoy) que forman una estructura romboédrica que encierra el centro poblado de Ongoy y que habría estructurado las depresiones que originaron la cuenca, No se tiene registro de actividades tectónicas recientes de estas fallas sin embargo se las considera responsables del alto fracturamiento de las rocas.
3. El substrato se encuentra cubierto por depósitos coluviales originados por movimientos en masa antiguos, sobre este se asentó el centro poblado Ongoy y por ende el sector de Pajchicucho. Este depósito se encuentra mediamente consolidado con una textura harinosa, conformada por bolos (5%), cantos (5%), gravas (25%) y gránulos (10%) envueltos en una matriz limo-arcillosa (limos 20% y arcillas 35%). Presenta en promedio fragmentos rocosos de forma subangulosa y por sus características se le considera susceptible a generar nuevos deslizamientos (por reactivación) frente a la saturación del material.
4. Las laderas presentan pendientes que varían en promedios de 10° a 40°, así entre la parte baja de Callapayocc hasta el sector de Pajchicucho tiene pendientes de 35° (escarpa erosionada de deslizamientos antiguos), el centro poblado de Ongoy el terreno tiene pendiente de 15° y la margen derecha del río Pajchicucho (pie de avance de antiguos deslizamientos) menor de 40°. En la pendiente de 35° se registró el último deslizamiento del 2022.
5. Además, se identificaron dos deslizamientos rotacionales antiguos (D1 y D2), que conformaron una vertiente con depósito de deslizamiento entre la ladera este de Callapayocc y la margen derecha del río Pucahuayjo, estos eventos se consideran inactivos latentes con la posibilidad de reactivarse por la saturación del suelo.
6. El último evento registrado en el sector de Pajchicucho el 17 de marzo de 2022, corresponde a un deslizamiento rotacional, cuyo escarpe principal se ubica en la parte media de la ladera entre Callapayocc y Pajchicucho (escarpa antigua del deslizamiento D1). La escarpa del evento ocurrido en el 2022 tiene una longitud de 150 m, con un salto vertical de 10 m; en el cuerpo se observan escarpamientos entre 0.8 y 1.5 m, además, de grietas con longitudes de hasta 10 m. El pie de avance se encuentra en el sector de Pajchicucho donde el basculamiento del material detrítico rompió veredas, tramos asfaltados (48 m) y dejó 02 viviendas agrietadas e inhabitables.
7. En la parte baja de Ongoy, coordenadas UTM, WGS 84 X:644097.92, Y:8517965.85, se evidenció la ruptura de aceras (5 m aprox.). Teniendo como referente la versión de los pobladores quienes indican, que en épocas de precipitación en este sector surge agua; se puede inferir la existencia de pequeños flujos subterráneos que erosionan partículas finas; especialmente en este sector, dejando un vacío por debajo de la calzada, que finalmente termina en el fallo de la estructura por ausencia de un soporte.



8. Uno de los principales factores que contribuyen a la inestabilización del sector de Pajchicucho y centro poblado Ongoy, es la infiltración de aguas provenientes de manantes y sobre todo la quebrada Pajchicucho.
9. De no controlarse la infiltración, el agua puede lavar las partículas finas del suelo y ocasionar una salida, esto ocasionará sifonamientos o roturas, o bien se incrementará la saturación, la corriente interna, o se dan excesivas subpresiones o fuerzas de infiltración. Lo que podría desencadenar la formación de nuevos deslizamientos por falta de cohesión.
10. Dentro de los factores que condicionaron la ocurrencia de los movimientos en masa en el sector de Pajchicucho se pueden considerar la pendiente de la ladera (35° - 40°), mala calidad del substrato rocoso y depósito cuaternario, la infiltración de aguas proveniente de puquiales y la quebrada Pajchicucho, de igual manera los principales factores antrópicos son la reforestación de árboles y malas técnicas de riego en la ladera entre Callapayoc y Pajchicucho.
11. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas en el sector de Pajchicucho se le considera de **Peligro Alto** a la ocurrencia de movimientos en masa

## 8. RECOMENDACIONES

1. Reubicación temporal de las viviendas del sector de Pajchicucho (extremo oeste del centro poblado de Ongoy), hasta finalizar las tareas de estabilización de la ladera superior donde se suscitó el deslizamiento de marzo del 2022.
2. Prohibir y/restringir actividades agrícolas y vertido de aguas residuales en la ladera ubicada entre el centro poblado de Callapayoc y sector de Pajchicucho, en caso se continúen con las actividades agrícolas estas deberán usar métodos de riego como goteo y evitar los canales de infiltración.
3. Sellar las grietas con materiales plásticos como arcillas en la ladera superior al sector de Pajchicucho con la finalidad de evitar la infiltración de aguas pluviales que incrementen la presión de poros y favorezcan la desestabilización de la ladera.
4. Captar las aguas del manante ubicado en la ladera oeste del sector Pajchicucho y derivarlas a la quebrada Pajchicucho, la cual también deberá ser canalizada correctamente para evitar la infiltración de sus aguas al subsuelo del centro poblado de Ongoy.
5. Implementar planes de reforestación de la ladera ubicada entre el centro poblado de Callapayoc y Pajchicucho, usando plantas nativas, esto disminuirá la infiltración de aguas al subsuelo.
6. Implementar la construcción de canales revestidos e impermeabilizados (tipo espina de pez) que deriven las aguas pluviales fuera del cuerpo deslizante, este sistema también puede ser acompañado por un canal de coronación detrás de la escarpa principal del deslizamiento de marzo del 2022.
7. Iniciar planes de monitoreo del deslizamiento de marzo del 2022, con la finalidad de identificar a tiempo agrietamientos en el terreno que indican la ocurrencia de nuevos movimientos en masa.
8. Se deben realizar estudios geofísicos en el sector de Pajchicucho y el centro poblado Ongoy con la finalidad de identificar posibles flujos de agua subterráneo provenientes de la infiltración de quebradas y manantes, en caso de confirmar su existencia continuar con los trabajos de canalización y captación de aguas, para controlar dichas infiltraciones.
9. Realizar estudios hidrológicos que contemplen la infiltración, evapotranspiración, y escorrentía de aguas con la finalidad de mejorar el sistema de drenajes pluviales en el sector de Pajchicucho y centro poblado de Ongoy.
10. Con la información proporcionada de peligros geológicos, realizar un estudio de riesgos (EVAR) con la finalidad de determinar el nivel de riesgo de las infraestructuras expuestas en Pajchicucho (viviendas y carreteras).

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.

Ing. Guisela Choquenaira Garate.

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

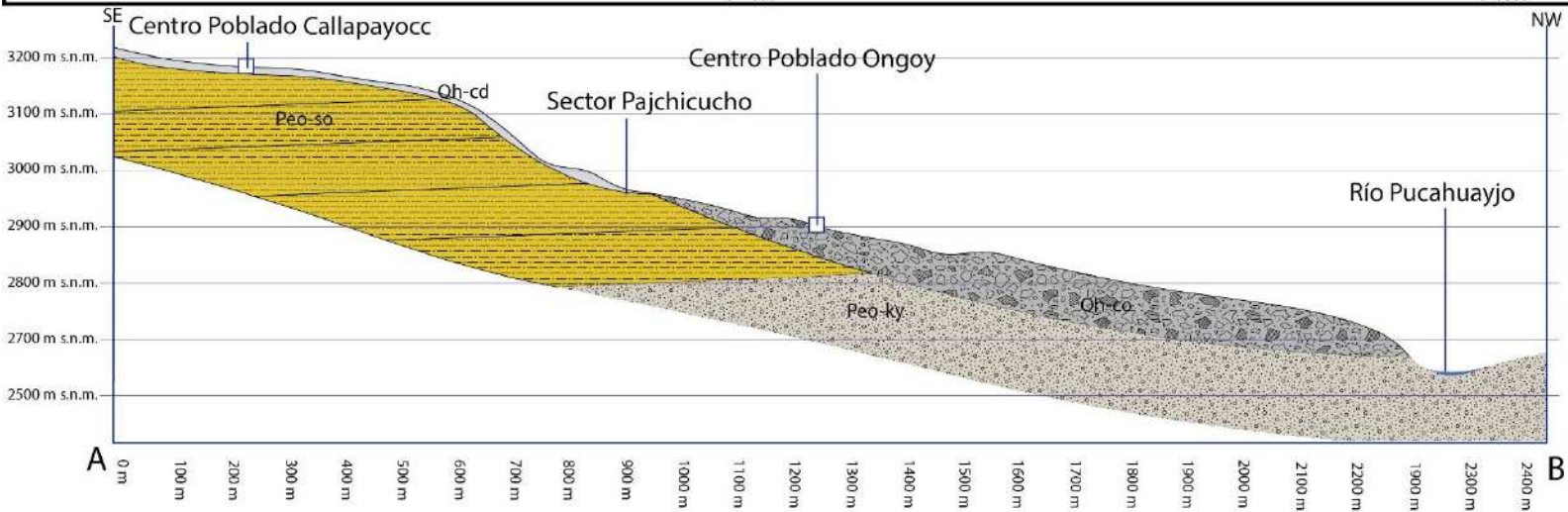
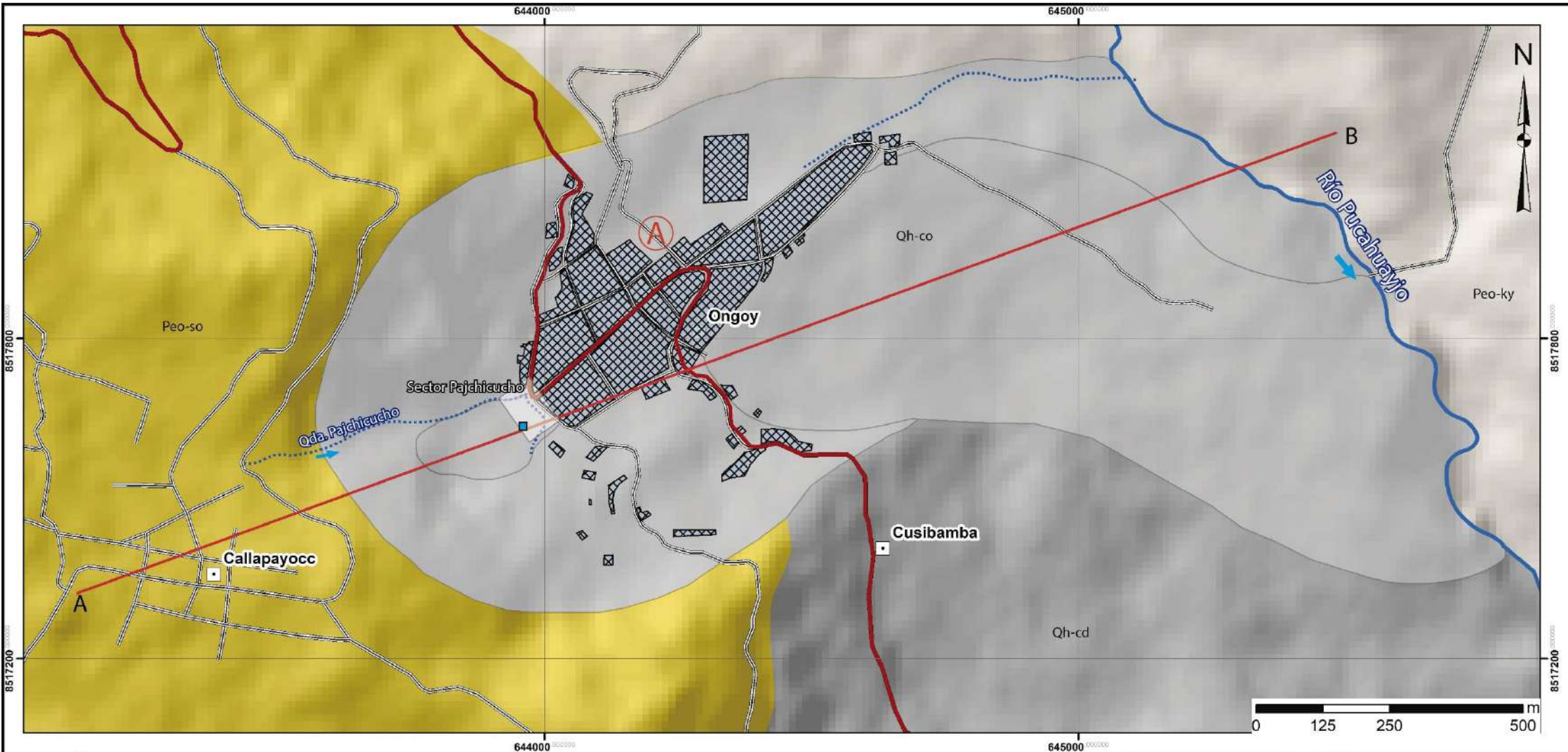


## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslide 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.
- Rodríguez, R.; Carlotto, V. & Cárdenas, J. (2008) - Los dep3sitos Cenozoicos de San Miguel-Ongoy, borde occidental de la Cordillera Oriental (Regi3n de Ayacucho): implicancias geodinámicas. En: Congreso Peruano de Geología, 14, Lima, 2008. Resúmenes. Lima: Sociedad Geol3gica del Perú, 5 <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3412>
- Fuente de Datos Meteorol3gicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7508240>.
- Marocco et al.,1996 - Geología del cuadrángulo de San Miguel, Hoja: 27-o – [Boletín A 83] <https://hdl.handle.net/20.500.12544/39>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la regi3n andina: una gui3a para la evaluaci3n de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicaci3n Geol3gica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2010a) – Gui3a 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 Investigaci3n sobre Erosi3n 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.
- Villacorta et al., 2013 - Segundo reporte de zonas cr3ticas por peligros geol3gicos y geohidrol3gicos en la regi3n Apurímac <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1490>

## ANEXO 1: MAPAS





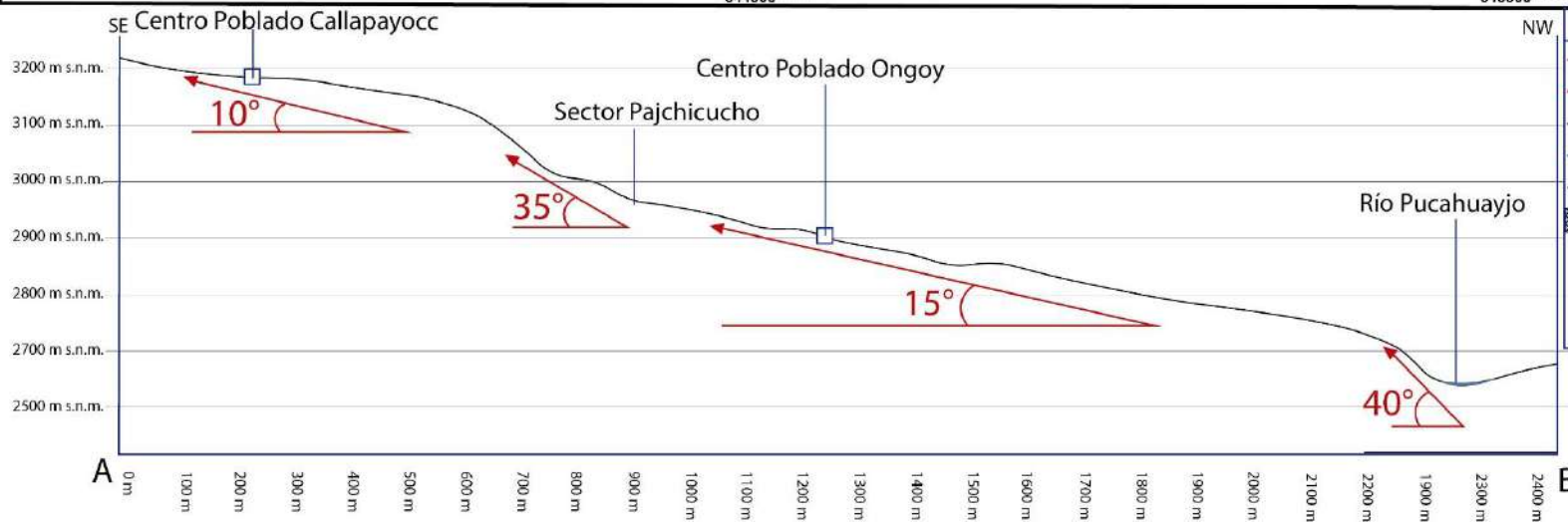
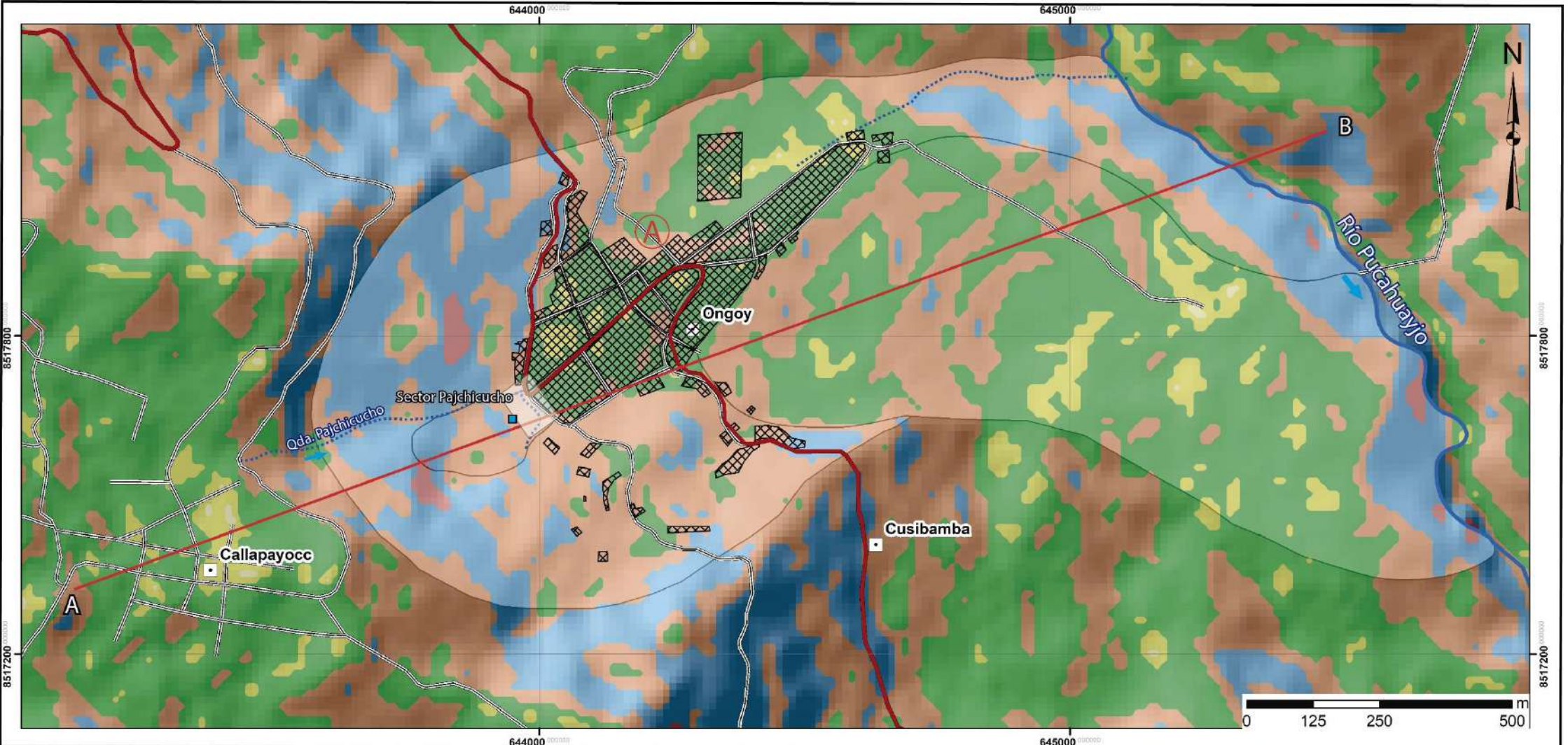
SIMBOLOGÍA	
	Línea de perfil A-B
	Vías Nacionales
	Vías Locales
	Río principal
	Quebradas
	Área Urbana (C.P. Ongoy)
	Localidades
	Ojos de agua
	Zona de erosión

LEYENDA	ERA		UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICA	
	CENOZOICO	CUATERNARIO	SIST	SER
		HOLOCENO	Qh-cd	Depósito coluvio-deluvial
		HOLOCENO	Qh-co	Depósito coluvial
			Peo-so	Formación Soncco
			Peo-ky	Formación Kayra
			Gpo. San Jerónimo	

**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO  
**DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO**  
 ACT. 11: EVALUACION DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGION APURIMAC  
 PROVINCIA CHINCHEROS  
 DISTRITO ONGOY

**MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS EN EL SECTOR DE PAJCHICUCHO**  
 Escala: 1/7 000 escala de impresión A3 Elaborado por: G.Luna **MAPA 01**  
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 Impreso: 2022





**SIMBOLOGÍA**

- Línea de perfil A-B
- Vías Nacionales
- Vías Locales
- Río principal
- - - Quebradas
- Área Urbana (C.P. Ongoy)
- Localidades
- Ojos de agua
- Zona de erosión

**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

**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

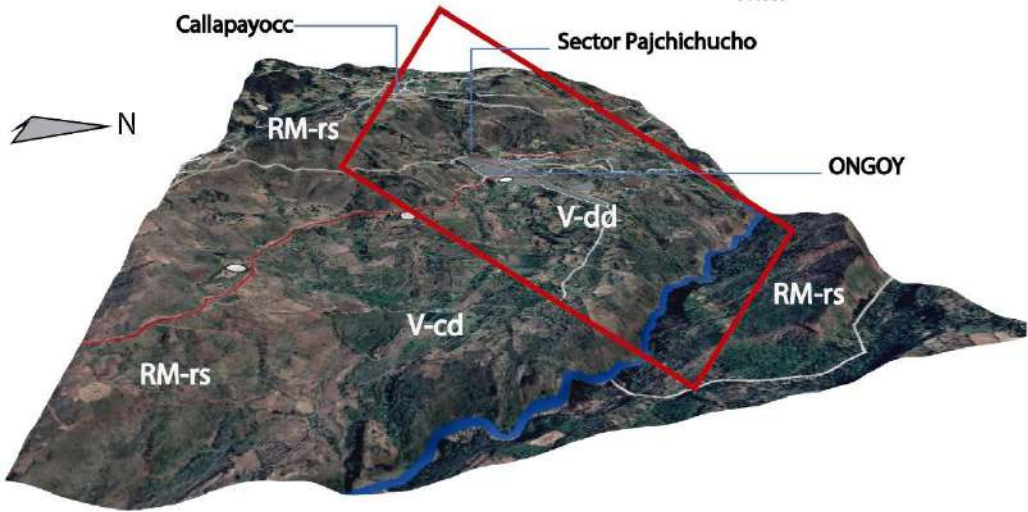
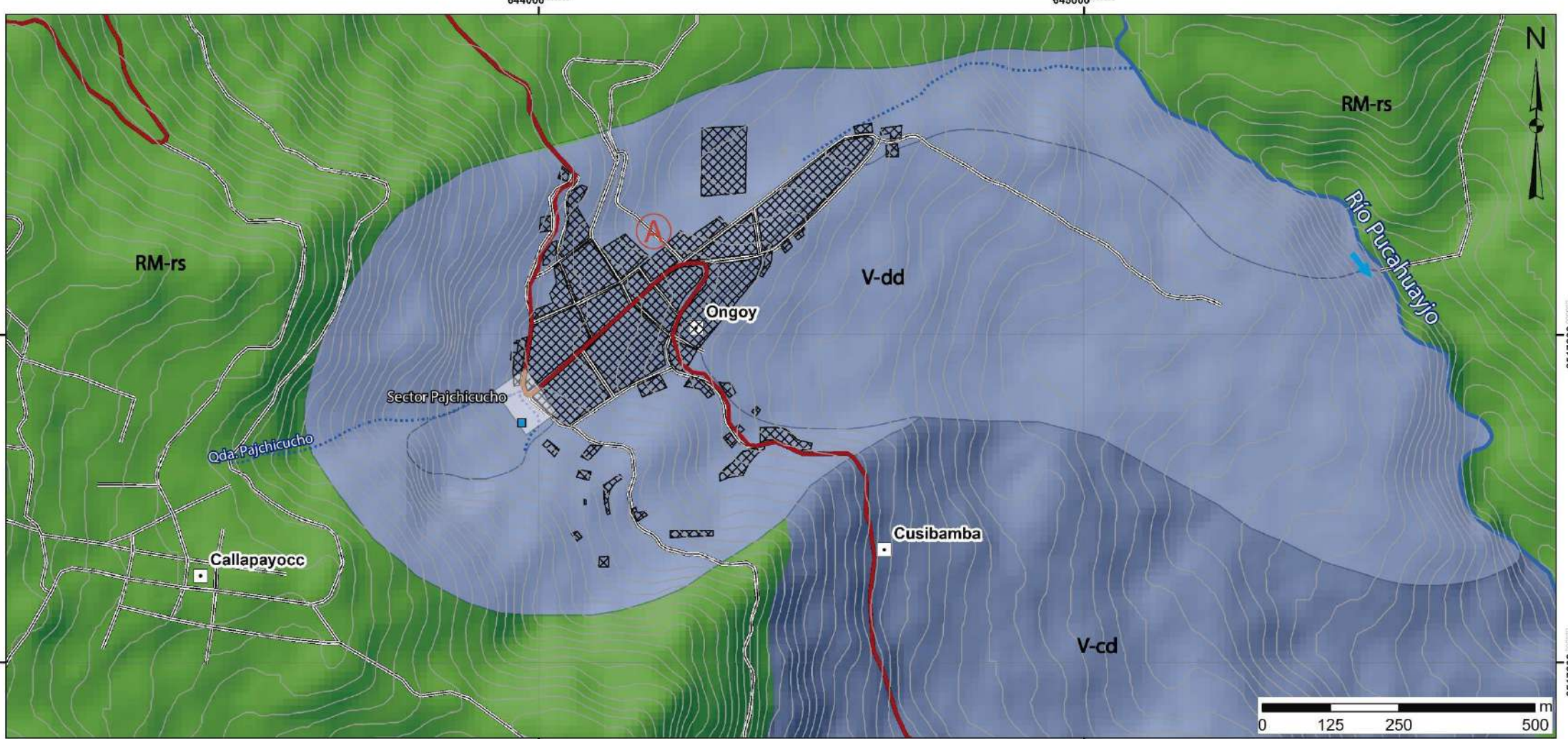
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGIÓN APURÍMAC  
 PROVINCIA CHINCHEROS  
 DISTRITO ONGOY

**MAPA DE PENDIENTES EN EL SECTOR DE PAJCHICUCHO**

Escala: 1:7 000 escala de impresión A3    Elaborado por: G.Luna    **MAPA 02**

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





SIMBOLOGÍA	
	Línea de perfil A-B
	Vías Nacionales
	Vías Locales
	Río principal
	Quebradas
	Área Urbana (C:P. Ongoy)
	Localidades
	Ojos de agua

LEYENDA	
	Montaña en roca sedimentaria RM-rs
	Vertiente con depósito de deslizamiento V-dd
	Vertiente coluvio-deluvial V-cd

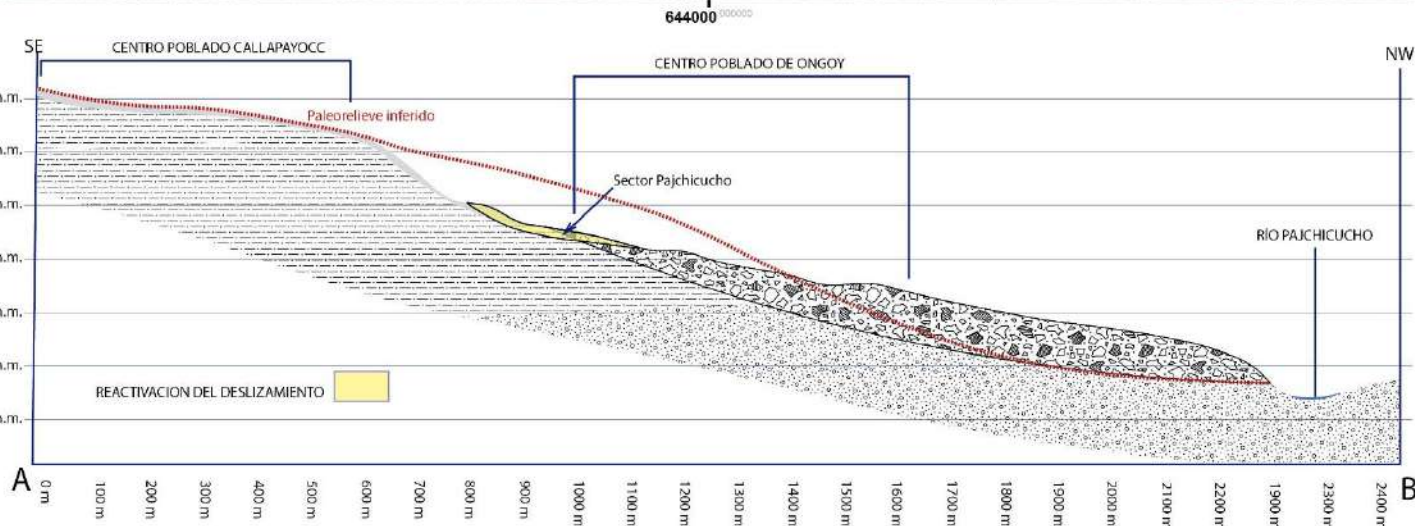
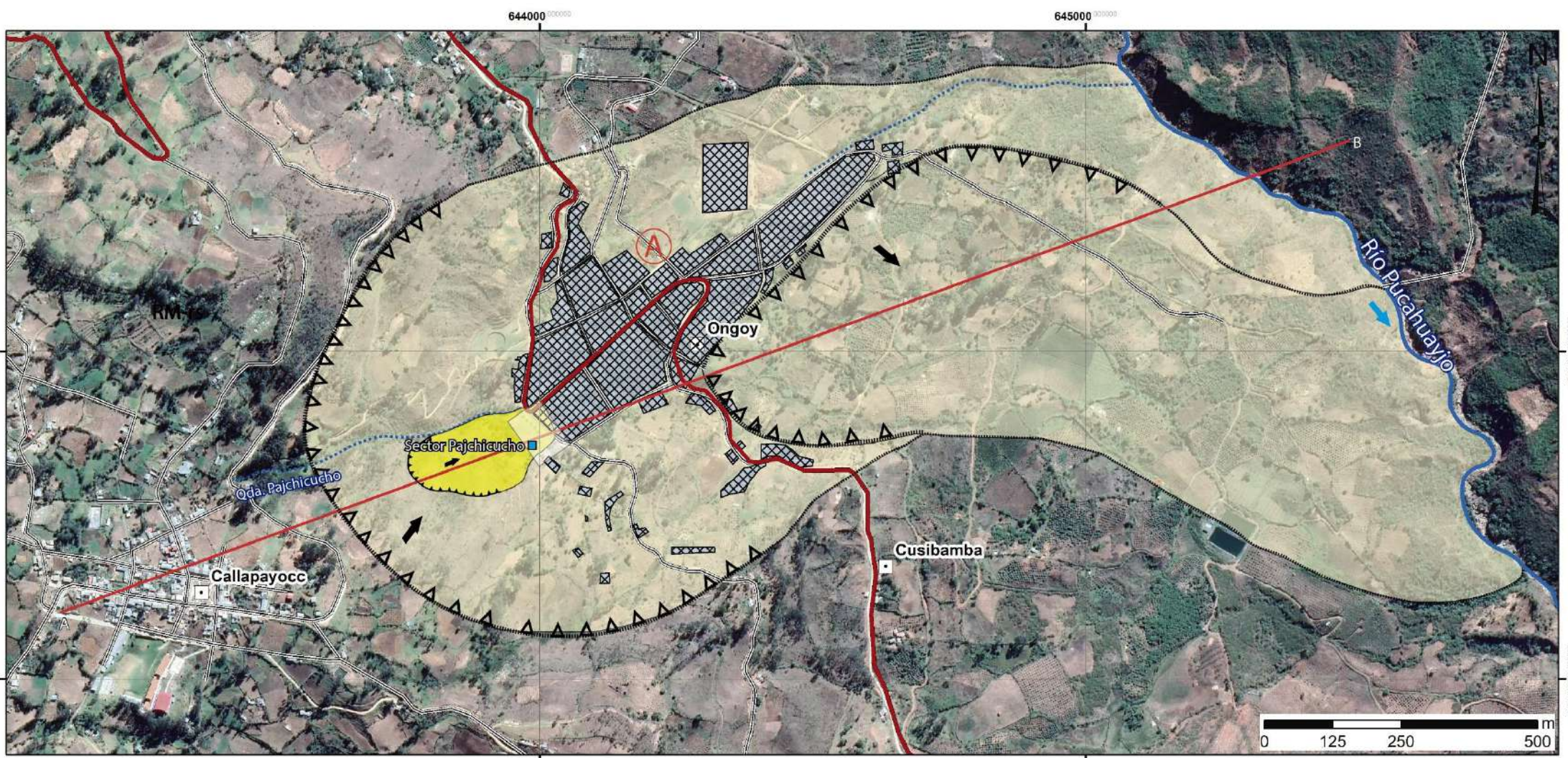
Zona de erosión

**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 REGIÓN APURÍMAC  
 PROVINCIA CHINCHEROS  
 DISTRITO ONGOY

MAPA GEOMORFOLÓGICO EN EL SECTOR DE PAJCHICHUCHO

Escala: 1/7 000 escala de impresión A3 Proyección: UTM Zona 18 Sur	Elaborado por: G. Luna Datum: WGS 84 Impreso: 2022	<b>MAPA 03</b>
---	--	----------------





SIMBOLOGÍA	
	Perfil A-B
	Vías Nacionales
	Vías Locales
	Río principal
	Quebradas
	Área Urbana (C:P. Ongoy)
	Localidades
	Dirección de cursos de agua
	Dirección de movimientos en masa
	Corona de deslizamiento antiguo (inactivo latente)
	Corona de deslizamiento reactivado
	Ojos de agua
	Zona de erosión

LEYENDA		
Tipo de peligros geológicos	Actividad	
Movimientos en masa		Inactivo latente
		Reactivado

**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO**  
ACT. 11: EVALUACION DE PELIGROS GEOLOGICOS A NIVEL NACIONAL  
REGION APURIMAC  
PROVINCIA CHINGHERO  
DISTRITO ONGOY

**MAPA DE PELIGROS GEOLOGICOS EN EL SECTOR DE PAJCHICUCHO**

Escala: 1:7 000 escala de impresión A3    Elaborado por: G.Luna    **MAPA 04**  
Proyección: UTM Zona 18 Sur    Datum: WGS 84    Impreso: 2022



