

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7033**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y PUESTO DE SALUD DEL CENTRO POBLADO DE OLLEROS Y EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 240 DEL CENTRO POBLADO DE HUARIPAMPA**

Región Ancash  
Provincia Huaraz  
Distrito Olleros



JUNIO  
2020

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 OBJETIVOS .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 TRABAJOS PREVIOS .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ASPECTOS GENERALIDADES .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 UBICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 ACCESIBILIDAD .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 CONDICIONES HIDROMETEOROLÓGICAS .....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 HIDROGRAFÍA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS ...</b>	<b>16</b>
<b>4.3 FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES .....</b>	<b>30</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y PUESTO DE SALUD DEL CENTRO POBLADO DE OLLEROS Y EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 240 DEL CENTRO POBLADO DE HUARIPAMPA**

**(DISTRITO OLLEROS, PROVINCIA HUARAZ, REGIÓN ANCASH)**

## **RESUMEN**

La zona de estudio pertenece al distrito de Olleros, Provincia de Huaraz, Región de Ancash y se ubica a unos 20 km al sureste de la ciudad de Huaraz, a la margen derecha de los ríos Negros y Olleros los cuales corresponden a la red fluvial de la cuenca del río Santa, que desemboca en el Océano Pacífico

Los Institutos educativos N°86045 Cesar Vallejo, N° 420-2 Olleros y el Puesto de Salud de Olleros se sitúan sobre depósitos aluviales dispuestos a manera de terrazas aluviales medias y altas, mientras el I.E.N 240 del centro poblado de Huaripampa se asienta sobre sedimentos glacio-fluviales dispuestos en forma de piedemonte o vertiente glacio-fluvial, ambos presentan depósitos con alto contenido de arcilla cuyo suelo de cimentación es muy frágil y con baja capacidad de carga.

La cartografía de eventos geológicos y geodinámicos en la zona de estudio, demuestran que hay procesos de subsidencias, y de expansión y contracción de suelos arcillosos producto de la infiltración de aguas pluviales, freáticas y de riego agrícola que generan daños estructurales en las infraestructuras evaluadas, también existen procesos antiguos de movimientos en masa los cuales podrían reactivarse durante la época de lluvias excepcionales. Como antecedente es importante mencionar que en el mes de mayo del año 2013 a causa de las intensas lluvias se generó un flujo de detritos (huaico) en las laderas del centro poblado de Olleros logrando afectar la gran mayoría de las viviendas del sector.

La pendiente del terreno donde se asientan las zonas afectadas están en un rango de clasificación de terrenos suavemente inclinados a moderados lo cual permite una mayor infiltración de agua y saturación del suelo, ya que a menor pendiente la velocidad de escurrimiento del agua es menor y el volumen de almacenamiento mayor.

Las cifras obtenidas en los datos hidrometeorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú indican que desde el año 2017 se viene registrando mayor cantidad de precipitaciones en comparación con periodos de años anteriores, por lo que las lluvias son consideradas el principal factor desencadenante en la desestabilización de terrenos y generación de peligros geológicos como flujos de detritos (huaicos) e inundación.

Por último, es preciso considerar estudios complementarios hidrogeológicos a fin de identificar el nivel freático y determinar el comportamiento de los flujos de las aguas subterráneas que permitan diseñar un sistema de drenaje adecuado, a fin de minimizar los riesgos por infiltración y la activación de movimientos en masa en la zona. Por otra parte, es necesario reemplazar las infraestructuras evaluadas que presentan daños estructurales por construcciones nuevas de material noble que permitan tener mayor resistencia a los procesos geológicos que se manifiestan con frecuencia en la zona.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) como ente técnico-científico incorpora dentro de las funciones de su Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, (DGAR) la asistencia técnica al Gobierno Nacional, Regional y Local en la identificación y caracterización de peligros geológicos; con el objetivo de contribuir en la prevención y reducción del riesgo de desastres en nuestro país.

La Municipalidad Distrital de Olleros mediante Oficio Múltiple N° 278-2019-MDO/A solicita al Presidente Ejecutivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Ing. Henry Luna Cordova, una evaluación geológica en las siguientes instituciones educativas: I.E.N 240 ubicado en el centro poblado de Huaripampa; I-E.I N° 420-2 Olleros, I.E.I N°86045 Cesar Vallejo y Puesto de Salud situados en el centro Poblado de Olleros, distrito de Olleros, provincia de Huaraz, Región Ancash.

En atención a la solicitud, se designó a la Ing. Doreen Carruyo Ruíz para realizar la inspección técnica de la zona. El trabajo de campo se realizó los días 11 y 12 de diciembre del 2019 y se contó con la presencia del secretario técnico de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Huayllan el Ing. Alejandro Franic, conjuntamente con el Director de la I.E.I N°86045 Cesar Vallejo, Lic. Freddy Jaimes Ywasaki, la Directora de la I.E. N° 420-2 Olleros. Lic. Myrian Tinoco, la Lic. Elmira Muñoz Carrillo, encargada temporal del Puesto de Salud del centro poblado de Olleros, y el Director de I.E.N 240, Lic. Leoncio Zorrilla Penadillo.

El presente informe se ha realizado en base a las observaciones de campo, imágenes satelitales, testimonios de trabajadores de los centros educativos y pobladores de la zona, e incluye información sobre las características geológicas y geomorfológicas, descripción de los peligros geológicos encontrados, conclusiones y recomendaciones que se ponen a disposición de la Municipalidad Distrital de Olleros, Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades locales y otras autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1 OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- Identificar y caracterizar el tipo de peligros geológicos por movimientos en masa que están afectando al área de estudio.
- Sugerir medidas preventivas y de mitigación en las áreas con mayor susceptibilidad a movimientos en masa.

### 1.2 ANTECEDENTES

- El centro poblado de Olleros muestra evidencias de procesos geodinámicos antiguos; estos procesos han movilizad o grandes volúmenes de materiales modificando la morfología de la zona. De acuerdo a declaración de los trabajadores que laboran en las infraestructuras evaluadas, la zona antiguamente correspondía a lagunas pantanosas, las cuales en el transcurrir de los años por acción de cambios geohidrológicos, cambio climático, y otros factores geológicos y antrópicos han acelerado el proceso de evaporación y sequía, sin embargo la infiltración de agua

está siempre presente generando problemas de desestabilización en el terreno y daños estructurales en la infraestructura de la zona.

- En mayo del año 2013, a causa de las intensas lluvias se generó un flujo de detritos (huaico) en las laderas del centro poblado de Olleros llegando a destruir completamente 4 viviendas; el resto de los inmuebles incluyendo el local de la Municipalidad distrital de Olleros solo fueron inundados y parcialmente afectados; como resultado de este evento geodinámico 40 familias quedaron damnificadas, sin registro de pérdidas humanas.
- Durante los dos últimos años los docentes, directores y empleados de los centros educativos y puesto de salud han notado un avance en el daño de las estructuras de los inmuebles del centro poblado de Olleros y Huaripampa.

### 1.3 TRABAJOS PREVIOS

A la fecha de la evaluación la oficina de defensa Civil no contaba con trabajos previos en Evaluación de Riesgos originados por fenómenos naturales u otros estudios relacionados a riesgos geológicos en la zona, sin embargo INGEMMET ha realizado algunos trabajos relacionados a geología y peligros geológicos que abarcan la zona de estudio, los cuales son descritos a continuación:

- En el “**Mapa geológico de Recuay, Hoja 20-i**”, escala 1:100 000, (J.Cobbing y A. Sanchez; 1996), se muestra que la zona de estudio se ubica principalmente sobre volcánicos del grupo Calipuy y depósitos aluviales.
- En el Boletín N° 76, Serie A: “**Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión Chiquian y Yanahuanca**”, INGEMMET, (Cobbing *et al.*, 1996) mencionan que el Grupo Calipuy está constituido por coladas de lava y flujos piroclásticos.
- En el Boletín N°38 de la Serie C: “**Riesgos geológicos en la región Ancash**”, INGEMMET (Zavala, *et. al* 2009), se identificaron movimientos en masa tipo flujos y avalanchas de rocas, en el paraje Olleros, el cual se encuentra situado a pocos metros del centro poblado de Olleros; por otra parte se grafica en el “**Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa**”, escala 1:250 000, que el distrito de Olleros, se encuentra ubicado en zona de alta susceptibilidad.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1 UBICACIÓN

Los centros poblados de Olleros y Huaripampa se ubican en la Cordillera Occidental central del Perú, a unos 20 km al sureste de la ciudad de Huaraz; a unos 3425 m s.n.m. y 3551 m s.n.m. respectivamente. Políticamente pertenecen a la capital de distrito de Olleros, provincia Huaraz, departamento Ancash (Figura 1).

Las coordenadas de ubicación correspondientes al centro poblado de Olleros son las siguientes: UTM WGS84, Zona 18L, N: 8930461; E: 229411.

Las coordenadas de ubicación correspondiente al centro poblado de Huaripampa son las siguientes: UTM WGS84, Zona 18L, N: 8930874; E: 229247.

## 2.2 ACCESIBILIDAD

Para acceder al lugar, se toma desde Lima la carretera Panamericana Norte 1N y carretera 16 auxiliar de la Panamericana Norte hasta llegar a Huaraz, en donde se toma la carretera asfaltada 3N y se recorren aproximadamente 18 km encontrando un desvío a la izquierda que conduce por una carretera afirmada al distrito de Olleros.

**Cuadro 1:** Acceso desde Lima a la zona de estudio, el cual se realizó tomando el siguiente itinerario:

TRAMO	TRAMO	HORAS RECORRIDAS	TIPO DE VÍA
Lima - Huaraz	408 km	8 horas	Asfaltada
Huaraz –Desvío	18 Km	25 min	Carretera asfaltada 3N
Desvió-Distrito de Olleros	2 km	10 min	Carretera vecinal afirmada
TOTAL	428	8 horas y 35 min	

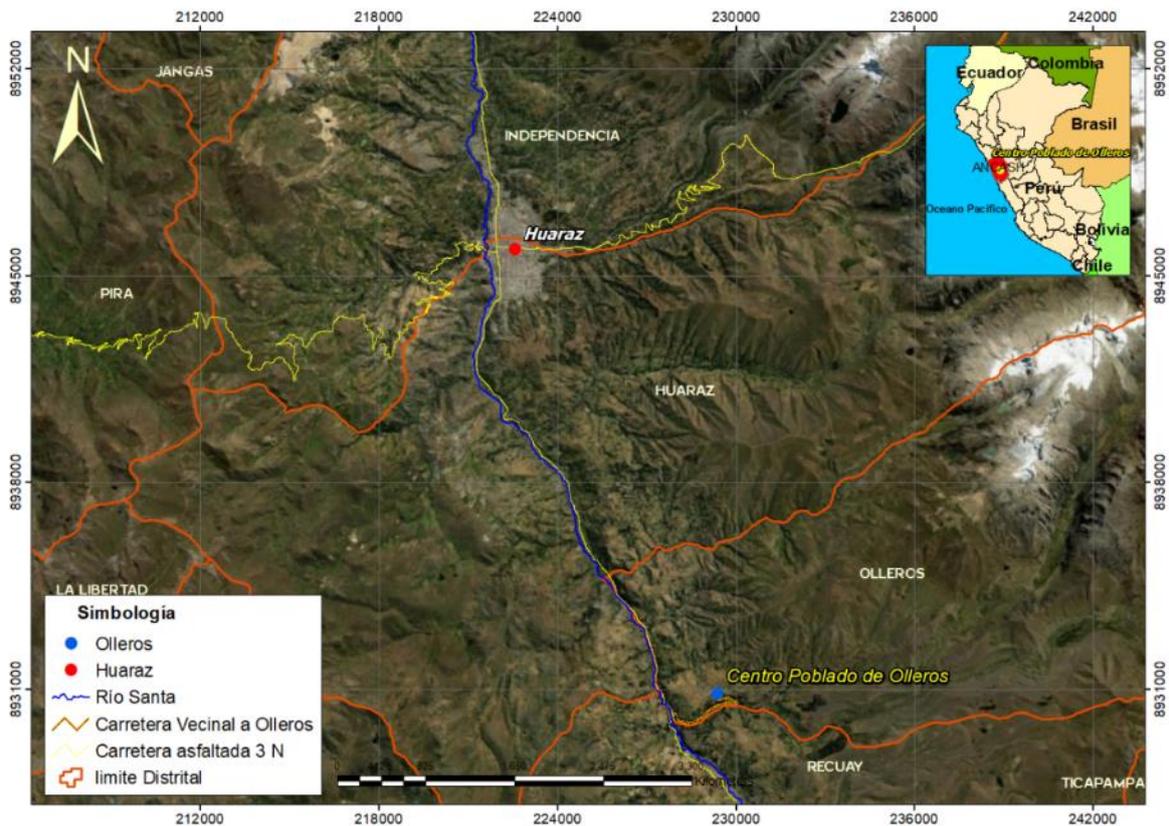


Figura 1. Mapa de ubicación.

## 2.3 CONDICIONES HIDROMETEREOLÓGICAS

El régimen pluviométrico en la sierra del Perú es estacional, y regularmente se registran lluvias diarias o inter diarias entre los meses de noviembre a abril, con escasas precipitaciones el resto del año. Las lluvias generadas durante los meses de mayor precipitación (enero a marzo) suelen ser de gran intensidad, favoreciendo significativamente la activación de quebradas, y la generación de flujos y deslizamientos.

En el distrito de Olleros se presentan anualmente intensas precipitaciones pluviales de enero a marzo que contribuyen a la infiltración de agua y desestabilización del terreno; sin embargo, existen años hidrológicos en los que se ha generado un incremento de lluvias por encima de los parámetros normales, generando reactivaciones y ocurrencia de nuevos eventos geodinámicos, como es el caso de los flujos de detritos e inundaciones desencadenadas en las laderas del centro poblado de Olleros en el mes de mayo del año 2013.

Para determinar las condiciones hidrometeorológicas en la zona de estudio, se tomaron datos referenciales de la estación meteorológica más cercana, que corresponde a la estación “**Recuay**”, registrada en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la cual se encuentra aproximadamente a unos 8 km al Sur de la zona de estudio. Las cifras obtenidas indican que desde el año 2017 se viene registrando mayor cantidad de precipitaciones en comparación con periodos de lluvias de años anteriores.

Tomando en cuenta las lluvias acumuladas para el periodo de enero a marzo (periodo de máximas precipitaciones pluviales); se alcanzó un acumulado de lluvias en el año 2015 de **296** mm, año 2016 de **318** mm, año 2017 de **407.4** mm, año 2018 de **437.6** mm y año 2019 de **513.8** mm, observando que año tras año se incrementan gradualmente las precipitaciones pluviales, generando un acelerado avance en la desestabilización del terreno, activación y reactivación de movimientos en masa, (cuadro 2).

**Cuadro 2:** Datos hidrometeorológicos tomados de la estación “Recuay”

Año 2015												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	83.7	62.1	150.2	80.9	33.1	2.3	0.2	2.1	25.5	39.8	113.7	84.4
Año 2016												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	41.7	148.6	127.7	4.8	17.4	0.4	0	4.7	46.6	33.5	8.1	136.7
Año 2017												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	99.6	34.9	272.9	163	72.6	6	0.2	3.9	32.3	73.9	43.2	98.5
Año 2018												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	143	85.9	208.7	87.8	49.19	7	0	6	16.3	69.3	109.1	107.9
Año 2019												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	186.9	154.9	172	54	19.1	16	3	2.2	14.5	47.6	95.1	NP

## 2.4 HIDROGRAFÍA

Los centros poblados de Olleros y Huaripampa se encuentran dentro de la red fluvial de la cuenca del río Santa, la cual desemboca en el Océano Pacífico.

A la margen derecha del centro poblado de Olleros fluye el río Negro, unión de los tributarios Rurec y Uquian, mientras que el río Olleros proviene de sus tributarios río Negro y quebrada Puyhuan (Figura 2).

El I-E.I N° 420-2 Olleros y el I.E.I N°86045 Cesar Vallejo se sitúan aproximadamente a 100 m al Norte del río Olleros, y de acuerdo al mapa de susceptibilidad a inundación fluvial a escala 1:250.000 realizado por INGEMMET presenta una clasificación de media a alta, mientras que la zona urbana de Huaripampa y el I.E.N 240 se sitúan a unos 500 m, presentando susceptibilidad a inundación fluvial baja a nula.



Figura 2: Mapa hidrográfico.

## 3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

### 3.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

La zona de estudio se encuentra dentro del cuadrángulo geológico 20-i J. Cobbing y A. Sánchez (1996) en el cual afloran rocas volcánico sedimentarias conformadas por coladas de lavas, y depósitos piroclásticos correspondientes a los **volcánicos del Grupo Calipuy**, con algunas secuencias e intercalaciones sedimentarias, estos

depósitos se evidencian con una moderada a intensa meteorización. Fotografía 1 y figura 3.

Sobreyaciendo los volcánicos de Calipuy se encuentran depósitos Cuaternarios Holocenos, los cuales se emplazan como **depósitos aluviales**, conformados por material poco consolidado (clastos heterogéneos envueltos en una matriz limoarcillosa y arenoarcillosa), figura 3. También se presentan **depósitos fluviales** generados por la dinámica del río Negro y depósitos de ladera (**residuos-coluviales o coluvio-deluviales**), que son aquellos conformados por materiales sueltos de arcillas, limos arenas y gravas, producto de la meteorización y remoción del sustrato rocoso por efectos de la gravedad asociados a movimientos en masa recientes. Fotografía 2.

El centro poblado de Olleros, se asienta sobre depósitos aluviales y coluvio-deluviales mientras que el centro poblado de Huaripampa se emplaza sobre depósitos glacio-fluviales; ambos de composición limoarcillosa a arenoarcillosa cuyo suelo de cimentación es muy incompetente y frágil, con baja capacidad de carga debido a que la arcilla tiende a fallar cuando reciben mucho peso; favoreciendo de esta manera el asentamiento y la activación de deslizamientos originando daños estructurales en la infraestructura del sector. Figura 4.



**Fotografía 1.** Afloramiento de lavas volcánicas columnares con moderada meteorización (volcánico del grupo Calipuy) en laderas del centro poblado de Olleros.



**Figura 3:** deposito infrayacente **(A)** se observa afloramiento de lavas volcánicas con moderada meteorización discordante a la capa subyacente **(B)** representado por suelos areno arcillosos en laderas del centro poblado de Olleros.



**Fotografía 2:** Depósitos coluvio deluviales con matriz de arena, limo y alto contenido de arcilla, en laderas que corresponden a la parte alta del centro poblado de Olleros, por la cual descende la Quebrada Utcush.



**Figura 4:** **A)** Presencia de suelo limo arcilloso en las instalaciones del I.E.I N°86045 Cesar Vallejo situado en el centro poblado de Olleros. **B)** Presencia de suelo areno arcilloso en las instalaciones de I.E.N 240 del centro poblado de Huaripampa, distrito de Olleros.

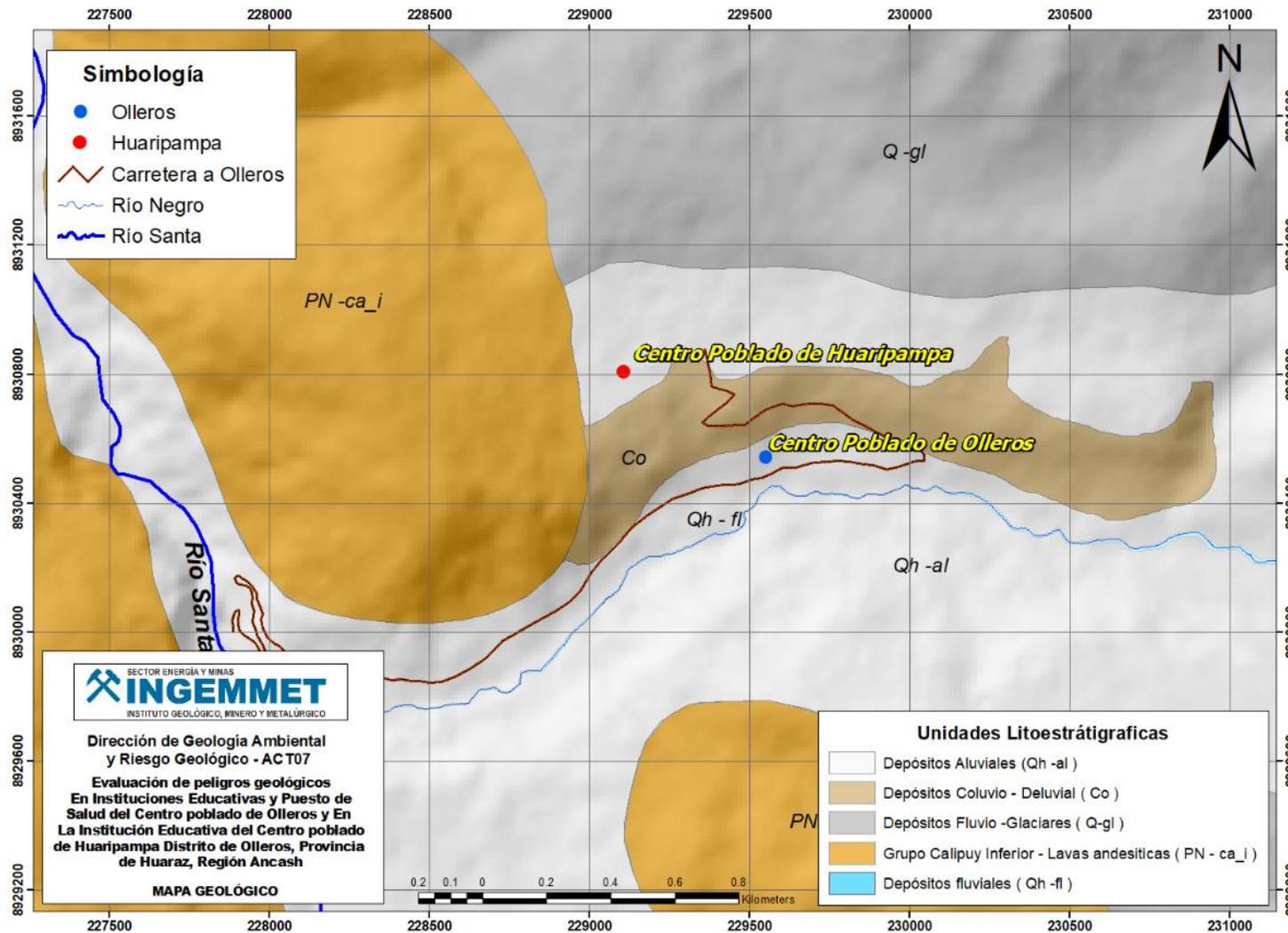


Figura 5: Mapa geológico de la zona de estudio (modificado de J. Cobbing y A. Sánchez).

### 3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

A continuación, se describe un parámetro geomorfológico importante que en conjunto con otros factores geológicos o antrópicos condiciona y determina la estabilidad o inestabilidad en el terreno:

#### a) Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

**Unidad de Montaña y colina:** Las montañas tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local; y las colinas en general, no superan los 100 metros desde la base hasta la cima. En ese sentido, se tiene la siguiente subunidad de montaña.

**Subunidad de montaña y colina en roca volcánico-sedimentaria (RMC-rvs):** las montañas tienen una altura mayor a 300 m con respecto al fondo del valle del río Negro. Corresponde a afloramientos de rocas volcánico-sedimentarias, reducidos por procesos denudativos; se encuentran conformando elevaciones alargadas, con laderas de pendientes entre 15° a 35°. Estas geoformas presentan moderada susceptibilidad a ser afectadas por movimientos en masa y se asocian a la ocurrencia de reptación y deslizamientos.

#### b) Geoformas de carácter deposicional o agradacional

Están representadas por las formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan otras geoformas preexistentes:

**Unidad de Piedemonte:** ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Las subunidades de piedemonte identificadas son las siguientes:

**Subunidad de Vertiente glacio-fluvial (g-fl):** corresponden a acumulaciones que bordean zonas montañosas periglaciares, y han sido producto de procesos de desglaciación en el Pleistoceno. El centro poblado de Huaripampa corresponde a esta subunidad.

**Subunidad de Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):** corresponde a acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que son de tipo deslizamiento, presenta materiales inconsolidados a ligeramente consolidados relacionados a desprendimientos de zonas superiores. Su morfología es cóncavo-convexa en las laderas del centro poblado de Olleros y su disposición es semicircular o elongada en relación a la zona de arranque o despegue de movimientos en masa.

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

**Subunidad de Terraza aluvial alta (Ta- al):** corresponde a mesetas sedimentarias antiguas que se forman en un valle fluvial por depósitos de sedimentos del río. El centro

poblado de Olleros se encuentra asentado sobre terrazas aluviales altas y medias dispuestas a ambos márgenes del río Negro.

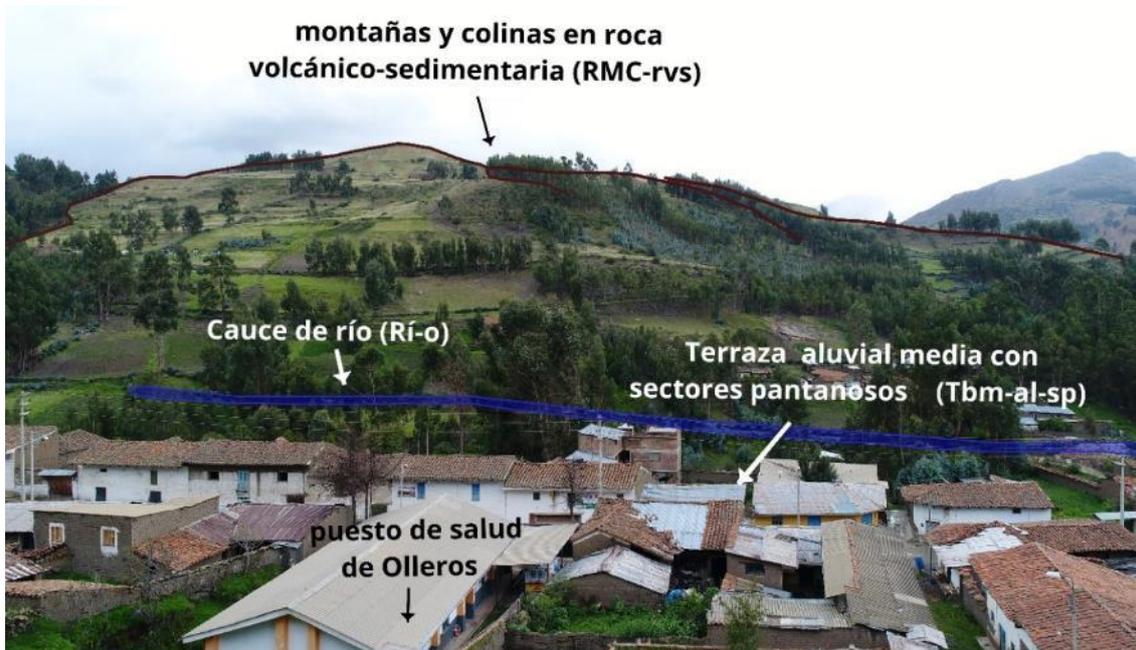
**Unidad de Planicies inundables:** esta unidad agrupa a relieves generados por las acumulaciones aluviales cuaternarias formadas gradualmente cuando se depositan sedimentos por inundación periódica de corrientes o ríos. Se caracterizan por su relieve plano a plano-ondulado, con pendientes que varían de 0 a 8°.

**Subunidad de Terraza baja y media aluvial con sectores pantanosos (Tbm-al-sp):** Corresponden a mesas sedimentarias jóvenes que se han formado a los márgenes del cauce del río Negro; estas zonas presentan pendientes moderadas a suaves que poseen áreas pantanosas con inundación e infiltración de agua la mayor parte del año; son zonas de alta susceptibilidad ante aluviones, inundaciones y socavamiento lateral durante periodos de intensas precipitaciones “lluvias extraordinarias” como el registrado a inicios del año 2013, y que tienen un periodo de recurrencia que varía de entre 10 a 50 años.

**Subunidad de Llanura o planicie inundable (PL-i):** Originado por sedimentación del material depositado por antiguos flujos de agua que no siguen un curso definido, sino se esplayan formando una planicie que puede ser inundada con un aumento del cauce.

### c) Unidad de Geoformas Particulares

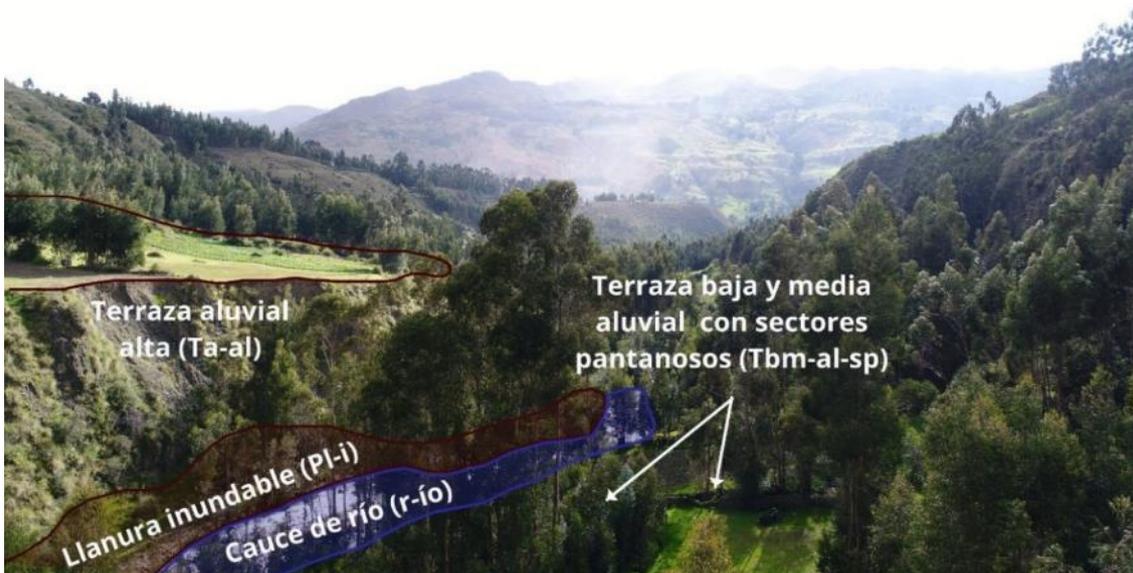
**Subunidad de Cauce de río (R-i-o):** dentro de esta unidad se reúnen los cuerpos de agua de origen natural los cuales están constituidos para la zona de estudio por el río Negro.



**Figura 9:** Subunidades geomorfológicas identificadas en la zona NE del centro poblado de Olleros. Se observa una terraza aluvial media donde se asientan viviendas e infraestructura correspondiente al puesto de salud del centro poblado de Olleros, la zona se caracteriza por presentar sectores pantanosos; al sur se evidencian montañas y colinas en roca volcánico sedimentarias donde afloran volcánicos del grupo Calipuy.



**Figura 10:** Vista panorámica de subunidades geomorfológicas identificadas al oeste del centro poblado de Olleros. Los centros educativos evaluados: I.E. 86045 Cesar Vallejo e I-E.I N° 420-2 Olleros se sitúan sobre una terraza aluvial media con sectores pantanosos.



**Figura 11:** Vista aérea donde se aprecian las diferentes subunidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio.

### 3.3 PENDIENTE DEL TERRENO

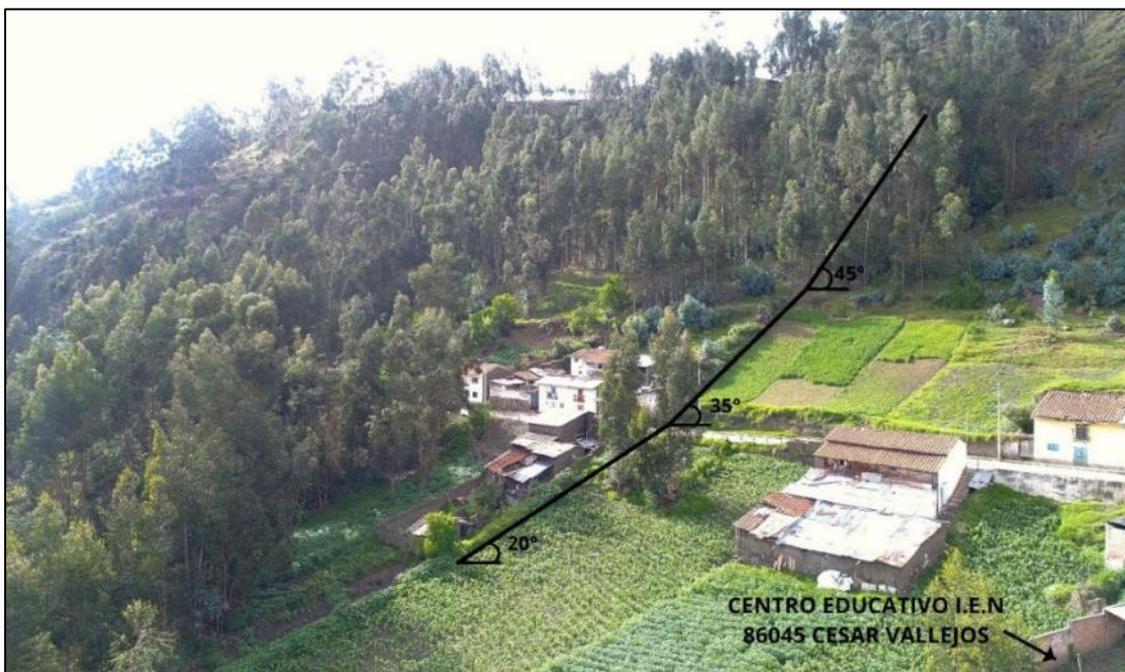
Este parámetro influye en la formación de los suelos y condiciona el proceso erosivo, puesto que, mientras más pronunciada sea la pendiente, la velocidad del agua de escorrentía será mayor. (Belaústegui, 1999).

Para la zona de estudio se realizó un mapa a escala 1:15 000 con topografía realizada de imágenes de Vertex; imágenes FBS; Alos Palsar obtenidas de EARTH DATA de la NASA, donde se muestran las pendientes en grados (°).

El centro poblado de Olleros se emplaza sobre un terreno con un rango de pendientes entre 5° a 35°, presentando una zona de peniplanicie aluvial y laderas suaves a mediamente inclinadas entre 5° a 25° donde se asientan los centros educativos evaluados: I-E.I N° 420-2 Olleros, I.E.I N°86045 Cesar Vallejo y puesto de salud del centro poblado de Olleros, mientras que en los alrededores y parte alta del centro poblado hay un cambio abrupto a terrenos de pendientes muy fuertes de aproximadamente 45°. Figura 6. El centro poblado de Huaripampa se asienta sobre terrenos llano a ligeramente inclinado presentando un rango entre 1° a 5° donde se asienta el I.E.N 240 inicial.

**Cuadro 3:** Rangos de pendientes del terreno.

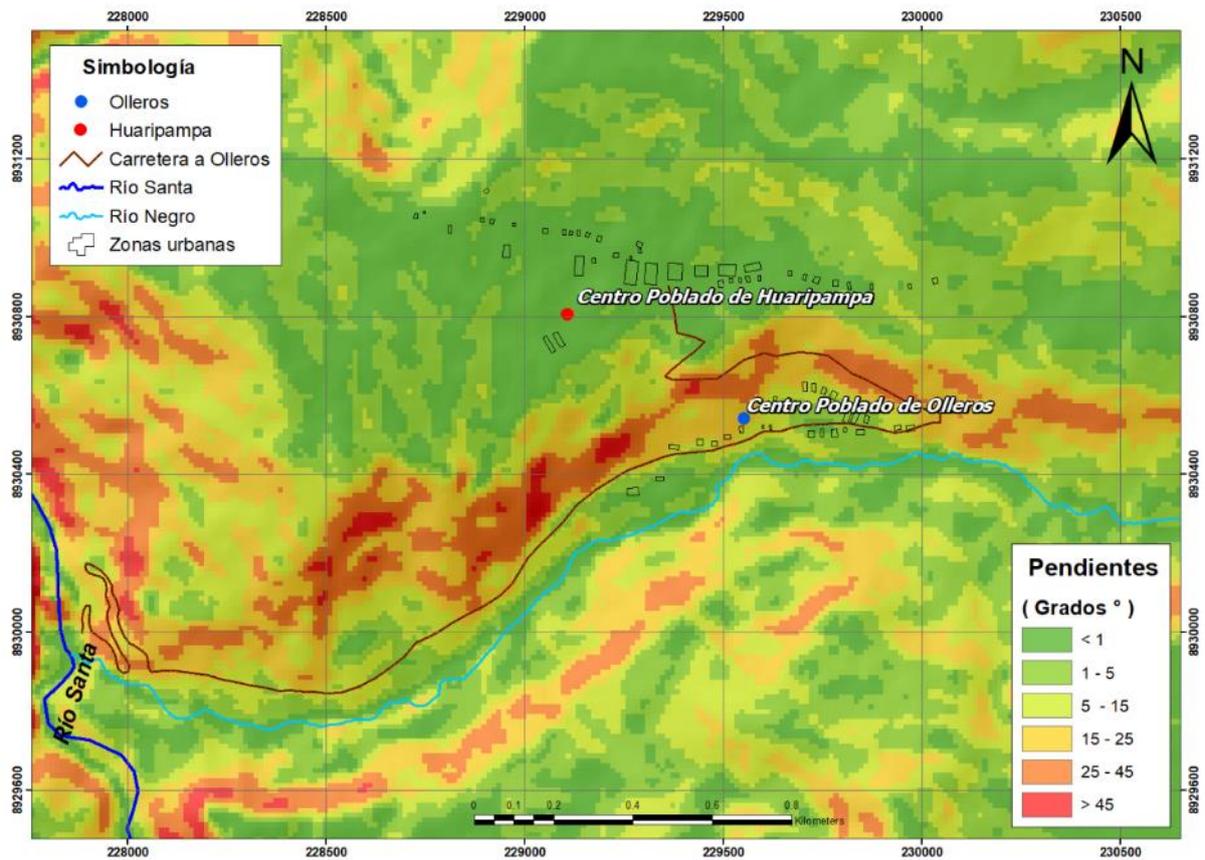
PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACIÓN
< 1	Llano
1 - 5	Inclinado suave
5 - 15	Moderada
15 - 25	Fuerte
25 - 45	Muy fuerte
> 45	Muy escarpado



**Figura 6:** Pendientes en un rango de 20° a 45° en zona adyacente al I.E.N 86045 Cesar Vallejo.



**Figura 7:** Pendientes en un rango de 5° a 10° en el sector donde se sitúa el puesto de salud de Olleros.



**Figura 8:** Mapa de pendientes de la zona de estudio (Centro Poblado de Olleros y Huaripampa).

## 4. PELIGROS GEOLÓGICOS

En esta sección, se detalla un marco conceptual en el cual se explican algunos conceptos básicos relacionados a los peligros identificados en la zona de estudio y seguidamente se describen las características de los eventos geodinámicos identificados.

### 4.1 MARCO CONCEPTUAL

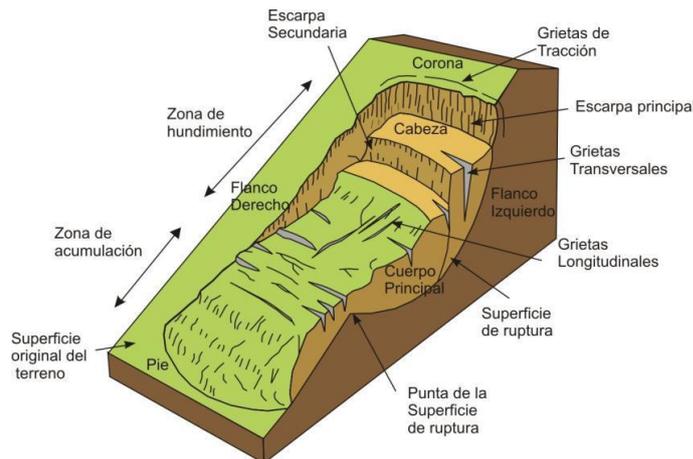
#### a) MOVIMIENTO EN MASA (MM)

Son todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, detritos o tierras, o combinación de ellas por efectos de la gravedad (Cruden, 1991).

- **Deslizamientos:** Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona, en donde ocurre una gran deformación cortante. Se caracterizan por desarrollar una o varias superficies de ruptura (Cruden & Varnes, 1996; Ayala-Carcedo y Olcinas, 2002). En el sistema de Varnes (1978). Se clasifican a los deslizamientos, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. En la zona de estudio se evidencian deslizamientos de tipo rotacional.

#### - Deslizamiento rotacional (Rotational slide, Slump)

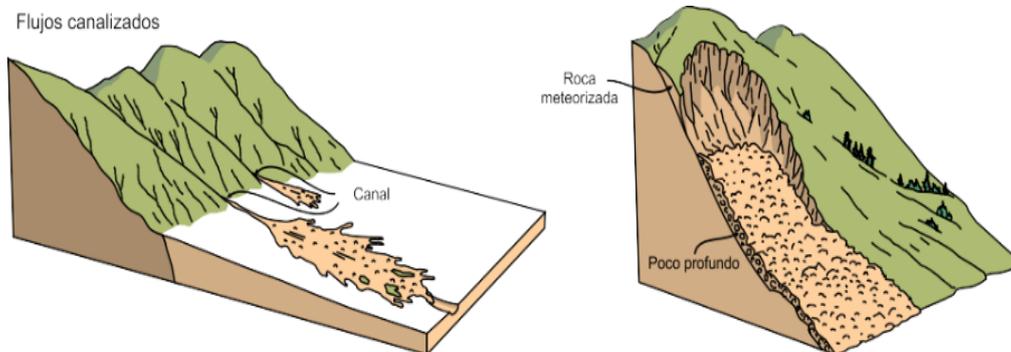
Se define como un deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. La cabeza del movimiento puede moverse hacia abajo dejando un escarpe casi vertical, mientras que la superficie superior se inclina hacia atrás en dirección al escarpe (Cruden y Varnes, 1996) (figura 12).



**Figura 12.** Deslizamiento típico rotacional (Modificado de: Cruden & Varnes, 1996).

- **Flujos:** Es un tipo de movimiento en masa que, durante su desplazamiento, exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un

deslizamiento o una caída (Varnes, 1978) (figura 13). Se distingue los deslizamientos por flujo de arcilla en que el flujo de lodo incorpora agua superficial durante el movimiento (Hungry *et al.*, 2001). Según Hungry & Evans (2004) (tomado de PMA: GCA, 2007) los flujos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado).



**Figura 13** (a) y (b). Esquema de flujos canalizados y no canalizados, según Cruden y Varnes (1996).

#### - Subsistencia

Este fenómeno es un proceso característico por el desplazamiento vertical hacia abajo de los suelos. Es causada por fenómenos como la remoción de fluidos, consolidación natural o disolución de sedimentos subterráneos.

La subsidencia se puede clasificar en función de los mecanismos que la desencadenan (Scott, 1979) como descenso del nivel freático por estiaje prolongado, la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efecto del agua o los procesos de consolidación de suelos blandos o con contenido orgánico son algunas de las causas de los procesos de subsidencia (González Vallejo *et al* 2007).

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS IDENTIFICADOS

La margen derecha del valle del río Negro viene siendo afectada en los últimos años por flujos de gran magnitud e inundación a consecuencia de infiltraciones de agua y lluvias intensas. Para un mejor entendimiento y descripción de los eventos identificados se ha dividido la zona afectada en dos sectores, los cuales se detallan a continuación:

**Sector 1:** Corresponde a la zona oeste del centro poblado de Olleros donde se encuentran asentados los centros educativos: I.E.N 86045 Cesar Vallejo e I-E.I N° 420-2 Olleros. Es una zona conformada por depósitos aluviales donde la capa freática se encuentra muy cercana a la superficie, por lo que se generan constantes afloramientos de agua subterránea, generando sectores pantanosos de vegetación inundada. Figura 14.

El suelo es limo-arcilloso y areno-arcilloso con alta plasticidad, de consistencia blanda o medianamente compacta y generalmente se presenta muy húmedo. Carece de un sistema de drenaje pluvial adecuado, por lo que las aguas provenientes de lluvias y de riego de las zonas más altas se embalsan por acumulación y se desbordan en los puntos más bajos generando inundación y desestabilización del suelo por infiltración de agua.

En la parte alta del sector nace una quebrada conocida como quebrada Utcush, la cual ha originado zonas de profunda erosión en depósitos aluviales poco compactos, está quebrada desciende ladera abajo sin ningún tipo de revestimiento alguno, hasta llegar a discurrir por canales de tierra en áreas adyacentes a los centros educativos ocasionando humedecimiento constante y subsidencia del suelo. Figura 14. En que épocas de lluvias excepcionales se podrían generar flujos que pueden afectar seriamente al centro poblado tal como ha sucedido en el mes de mayo del año 2013.

**I.E.N 86045 Cesar Vallejo:**

De acuerdo a lo informado por el Director de la I.E.N 86045 Cesar Vallejo, Lic. Ywasaki Freddy Takashi entre los meses de junio y julio los riegos de cultivos prevenientes de las zonas altas, (Huaripamapa) descienden a las zonas más bajas afectando parte de la infraestructura del colegio, inclusive zonas distantes como la losa deportiva, mientras que en épocas de lluvia la infiltración e inundación es muy mayor.

El centro educativo cuenta con dos pabellones en material noble construidos el año 2012 y otros 2 pabellones antiguos en material de adobe que actualmente son los que están siendo afectados por agrietamientos en paredes y pisos. El pabellón N°1 posee 4 aulas operativas afectadas, mientras que el pabellón N° 2 ha sido seriamente afectado y actualmente está en reparación para un proyecto de cuyes. Fotografías 3 a 7 y figuras 15 a 18.



**Figura 14:** Se muestra el centro educativos evaluado I.E.N° 86045 Cesar Vallejo el cual presenta daños estructurales en sus pabellones 1 y 2 construidos de adobe; se observa que detrás del pabellón N° 1 hay presencia de cultivos ocasionando constante infiltración de agua a causa de un riego no tecnificado, además lateralmente se evidenció una zona de afloramiento de agua proveniente de aguas que descienden de las laderas superiores siendo una de ellas las aguas de la Quebrada Utcush. En el Pabellón N° 2 se observa leve subsidencia.



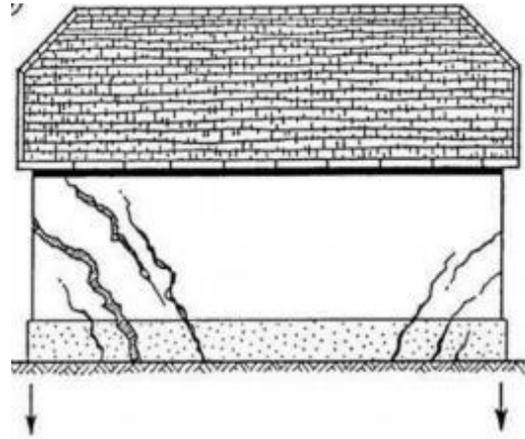
**Fotografía 3:** Afloramientos de agua en zonas adyacentes al Pabellón N° 1 del I.E.N° 86045 Cesar Vallejo.



**Figura 15:** (izquierda) Muestra agrietamiento longitudinal de 1 a 2 cm de apertura en pared interna de aula de clases N° 1 construida de adobe. (Derecha): agrietamiento de 0.5 cm en ventanas internas del aula.



**Figura 16:** (izquierda) Pared externa de adobe deteriorada evidente en aula N° 2. Derecha: agrietamiento en columna interna de aula N° 2.



**Figura 17:** agrietamiento longitudinal de apertura 0.5 a 2 cm en aula N° 3 de Pabellón principal, característico de contracción de suelos arcillosos.



**Fotografía 4:** Se muestran leves agrietamientos longitudinales en forma de "V" tal como se muestra en la **figura N° 17** característico de asentamientos generados por suelos expansivos.



**Fotografía 5:** agrietamientos longitudinales con aperturas de 0.5 a 1 cm en aula N° 4.



**Figura 18:** muestra vista a detalle de agrietamientos longitudinales descritos en fotografía 5.



**Fotografía 6:** pared interna de pabellón donde se observa revestimiento de material arcilloso con grietas de desecación



**Figura 19:** Vista de pared externa de material de adobe correspondiente al pabellón N° 2, el cual presentaba agrietamientos longitudinales siendo recientemente rellenado y reparado, sin embargo se observa lo deteriorada e inestable que se encuentra la estructura, en la parte inferior se observan marcas de humedad, indicativo de un suelo constantemente humedecido.



**Fotografía 7:** Se muestra pared interna de pabellón N°2 con material de construcción totalmente deteriorado, deleznable y humedecido.

#### **I.E.N 420-2 Olleros:**

De acuerdo a declaraciones de la Lic. Myrian Tinoco, Directora del centro educativo, la construcción de su pabellón de material noble de inicial culminó en el año 2005, siendo ese mismo año su inauguración; ya en el año 2007 se mostraban los primeros indicios de agrietamientos en paredes y pisos.

En mayo del año 2013 durante el evento geodinámico que se generó por las intensas precipitaciones pluviales, se llegó a inundar toda la escuela y la zona de recreación de los niños, deteriorando aún más la infraestructura. Durante los últimos tres años viene recibiendo aportes del Ministerio de educación que le permite realizar pequeños arreglos de relleno de fisuras, y de pintado externo e interno, sin embargo, los

agrietamientos en paredes y pisos siempre logran reaparecer y la infiltración de agua cada vez agrava más el problema de inestabilidad del terreno.

Se evidencia que el centro educativo se encuentra asentado sobre un terreno que presenta subsidencia por procesos de consolidación de suelos arcillosos blandos u orgánicos. Fotografía 8.

La posibles causas se le atribuye a la disolución natural del terreno y lavado de materiales por efectos del agua subterránea que han generado expansión y contracción del suelo, este proceso contribuye a la aparición de agrietamientos en la infraestructura de la escuela.



**Fotografía 8:** Subsistencia en terreno donde se asienta el I.E.N 420-2 Olleros.



**Figura 20:** infiltración de agua detrás de la infraestructura del centro educativo, la cual aflora durante todo el año.



**Figura 21:** Quebrada Utcush, la cual desciende desde las zonas altas del centro poblado de Olleros hasta llegar a las proximidades del I.E.N 420-2 Olleros, aumentando la infiltración y erosión en esta zona.



**Figura 22:** Quebrada Utcush, la cual desciende desde las zonas altas del centro poblado de Olleros hasta llegar a las proximidades del I.E.N 420-2 Olleros, aumentando la infiltración y erosión en esta zona



**Fotografía 9:** Se muestra agrietamiento y leve asentamiento en vereda del I.E.N 420-2 Olleros.



**Figura 23: (izquierda):** Agrietamiento en piso de aproximadamente 0.5 cm y separación de piso de 2 cm desde la pared a causa de levantamiento por expansión y contracción de suelos limoarcillosos. **(Derecha):** Se muestra huellas de erosión del agua en paredes externas del I.E.N 420-2 Olleros, causada por inundación registrada en Mayo del año 2013.



**Figura 24:** Agrietamientos en columnas verticales correspondientes a la infraestructura del I.E.N 420-2 Olleros.

**Sector 2:** Corresponde a la zona Noreste del centro poblado de Olleros donde se encuentra asentado el puesto de salud del centro poblado de Olleros.

**Puesto de salud del centro poblado de Olleros:**

El Puesto de salud del centro poblado de Olleros corresponde a una vivienda construida de material de adobe que se encuentra asentada sobre depósitos aluviales, con suelos de drenaje pobre, afloramientos de la capa freática muy cerca de la superficie y con un escurrimiento superficial lento, siendo susceptibles a inundación.

El sustrato de esta zona contiene mucha materia orgánica, depositado debajo del agua, mezclándose con limo, arena y arcilla, formando suelos corrosivos y muy húmedos. Es importante mencionar que los suelos orgánicos suelen ser esponjosos, con grumos y compresibles, estos están prohibidos para soportes de estructuras.

Se puede observar en la figura 27 un marcado desnivel entre el terreno donde se asienta el puesto de salud y el resto del terreno adyacente, identificándose un proceso de subsidencia que generalmente se da por consolidación de suelos arcillosos; al mismo tiempo se visualiza que toda el terreno colindante es utilizado para actividades agrícolas

por lo que una inadecuada de riego combinada con la pendiente podría contribuir en la constante infiltración de agua.

Se evidenció que el ambiente más afectado por infiltración de agua corresponde a la sala de odontología la cual se encuentra situada a menos de 2 m de la zona de inundación, y de acuerdo a manifestaciones de la lic. Encargada del área, el agua constantemente aflora haciéndose evidente en el piso del servicio higiénico y zonas adyacentes.

Las paredes de la infraestructura han sufrido daños durante los últimos años, sin embargo, se ha realizado recientemente relleno y resanado de agrietamientos que no han permitido mostrar los daños estructurales causados por la expansión y contracción de suelos. El techo del establecimiento se muestra muy deteriorado a causa de las intensas lluvias.



**Fotografía 10:** se observa zona pantanosa detrás de posta de salud, la cual muestra materia orgánica y plantas de totoras común en de esteras y pantanos.



orgánica y plantas características de zonas pantanosas en áreas adyacentes al puesto de salud.



**Fotografía 11:** Se observa bofedal con acumulación de agua pluvial y subterránea en terreno donde se asienta el puesto de salud.



**Figura 16:** (izquierda) área de servicio higiénico donde se muestra fisuras rellenadas y selladas a fin de detener la constante infiltración de agua. (Derecha): se delimita área que fue erosionada por el agua y luego resanada, sin embargo, a pesar de las reparaciones consecutivas el problema de infiltración siempre logra reaparecer.



**Fotografía 12:** Techo de establecimiento de salud deteriorado a causa de lluvias intensas y mal estado y funcionamiento de canaletas recolectoras.

**Sector 3:** Corresponde a la zona Oeste del centro poblado de Huaripampa donde se encuentra asentado el I.E.N 240 del centro poblado de Huaripampa.

### **Daños generados en el I.E.N 240, en Huaripampa**

El centro poblado de Huaripampa se encuentra asentado sobre un área donde las pendientes no sobrepasan los 5° de inclinación; el I.E.N 240 se sitúa en un zona de peniplanicie aluvial; el cual posee un suelo con la misma naturaleza que el que se ha descrito para el centro poblado de Olleros, sin embargo esta zona presenta mayor estabilidad, ya que de acuerdo a lo observado en campo y a los mapas de susceptibilidad a escala 1:250 000 de INGEMMET, el centro poblado solo presenta susceptibilidad media a movimientos en masa y susceptibilidad a inundación fluvial muy baja o nula.

Actualmente el problema que está afectando parcialmente al I.E.N 240 corresponde a una expansión de suelo con alto contenido de arcilla que se produce por las intensas lluvias desencadenadas durante los meses de mayor precipitación pluvial y luego contracción del suelo en época de sequía generando agrietamientos en paredes y suelo, lo cual coteja o se correlaciona con las declaraciones del Director de la escuela, quien indicó que las grietas únicamente aparecen entre los meses de Junio a Agosto.

Por otra parte es importante mencionar que las estructuras afectadas han sido construidas de material de adobe lo que hace poco resistente a movimientos del suelo y vulnerable a presentar daños estructurales. Al momento de la inspección no se observó agrietamientos en suelos ya que según lo mencionado por el Director estas fueron rellenadas por si solas.



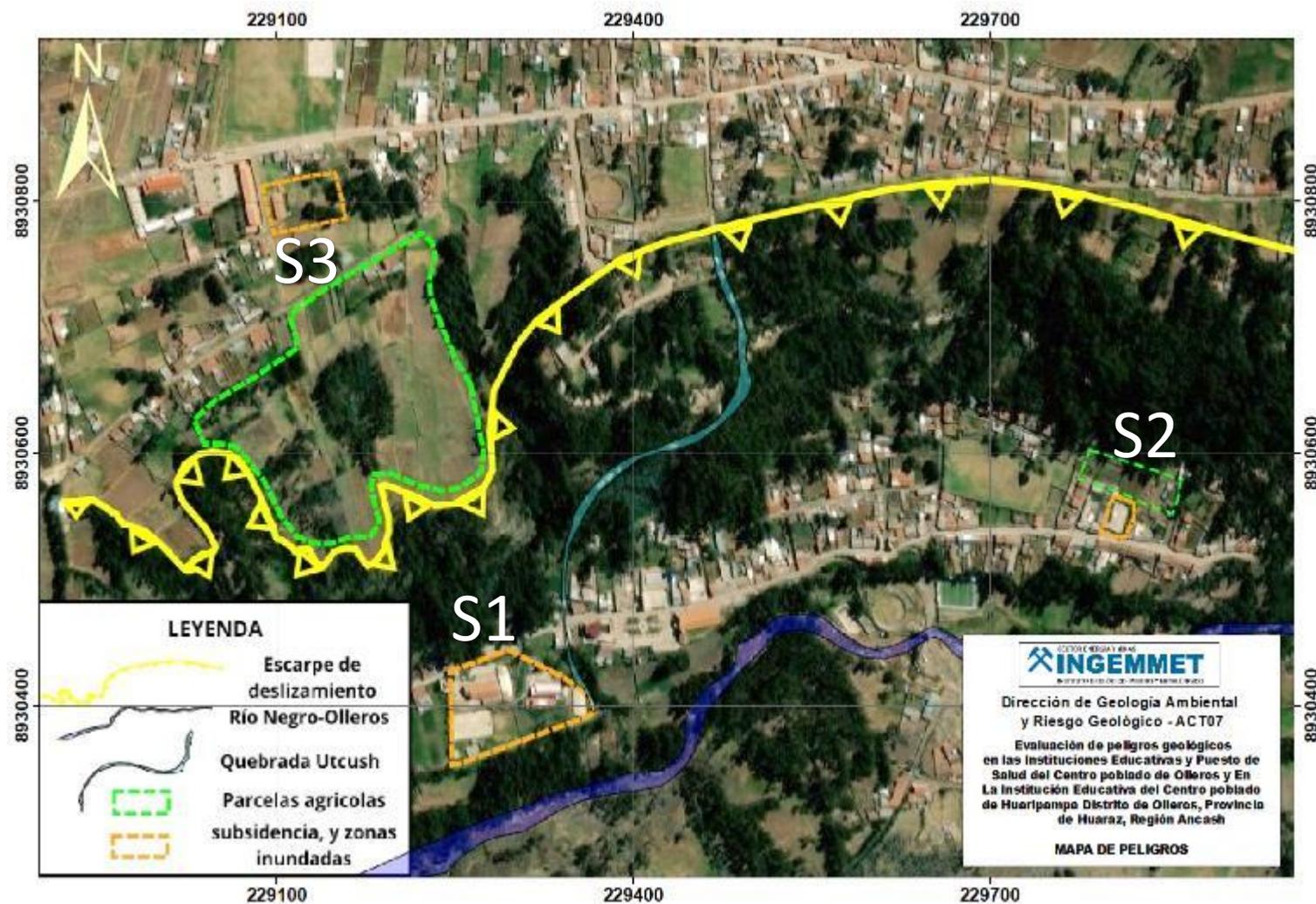
**Figura 26:** presencia de suelos con alto contenido de arcilla, los cuales logran inundarse con frecuencia en periodo de máximas precipitaciones pluviales.



**Fotografía 13:** Agrietamiento vertical en paredes de adobe correspondientes a zona de recreación de los niños.



**Figura 27:** Imagen aérea que muestra proceso de subsidencia en terreno donde se asienta el puesto de salud de Olleros, así mismo se visualiza zona erosionada y afectada por infiltración de agua subterránea, la cual afecta principalmente a la vereda que se encuentra detrás de la vivienda, manteniéndose humedecida, así como también al ambientes utilizado para servicio odontológico situado a 1m de la zona de infiltración.



**Figura 28:** Mapa de peligros de la zona de estudio, donde se encuentra delimitado en naranja los sectores 1, 2 y 3 descritos en el subcapítulo 7.2

### 4.3 FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES

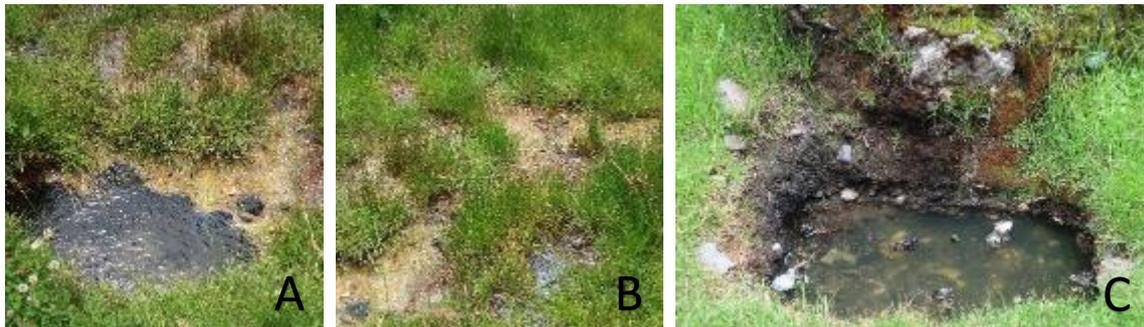
#### a) CONDICIONANTES

Presencia de suelos con alto contenido de arcilla de media a alta plasticidad, el cual permite que ocurran con frecuencia ciclos de expansión bajo saturación y contracción, en ambiente seco.



**Figura 29:** suelos con alto contenido de arcilla presentes en zona de estudio.

Evidencia de una capa freática muy cerca de la superficie, en un suelo poco permeable lo que origina constantes afloramientos de agua subterránea. En el terreno donde se asienta el puesto de salud de Olleros se evidenciaron bofedales de reducidas dimensiones, estas aguas al permanecer largo tiempo acumuladas infiltran al suelo y lo saturan.



**Figura 30:** **A y B** infiltración de agua subterránea presentes en zona de estudio. **C:** Acumulación de agua pluvial y subterránea a manera de bofedal encauzados suelos orgánicos con presencia de turba los cuales no son adecuados para soporte de estructuras.

La pendiente del terreno donde se asientan las infraestructuras evaluadas son moderadas la cual permite una mayor infiltración de agua y saturación del terreno a diferencia de aquellos taludes con pendientes altas en donde la velocidad de escurrimiento es mayor y el volumen de almacenamiento de agua menor.



**Figura 31:** (izquierda) pendientes medias en el sector donde se asientan los Institutos educativos del centro poblado de Olleros. (derecha): pendientes medias en el sector donde se asienta el puesto de salud del centro poblado de olleros.

El agua de escorrentía desciende a la zona de evaluación a través de canales, acequias y quebradas no revestidas, parte del agua se infiltra al subsuelo saturándolo e incrementando la inestabilidad de laderas y terrenos más bajos.



**Figura 32:** quebradas y acequias no revestidas en zona de estudio.

**b) Desencadenantes**

- a) Precipitaciones pluviales de carácter excepcional.
- b) Inadecuado sistema de riego para cultivos contribuyendo a la infiltración de aguas y saturación del subsuelo.

## CONCLUSIONES

- a) El centro poblado de Olleros, se asienta sobre depósitos aluviales y coluvio-deluviales, mientras que el centro poblado de Huaripampa se emplaza sobre depósitos glacio-fluviales; ambos de composición limo-arcillosa a areno-arcillosa respectivamente.
- b) El área de estudio está constituida por depósitos con alto contenido de arcilla de media a alta plasticidad, altamente reactivos a cambios de humedad presentando expansión bajo saturación de agua y contracción en ambiente seco, generando daños en las estructuras de los institutos educativos evaluados y al puesto de salud del centro poblado de Olleros.
- c) La pendiente del terreno donde se asientan las zonas afectadas, se encuentra de moderada a fuerte en un rango de 5° a 25° para Olleros y suavemente inclinadas entre 1° a 5° para el sector de Huaripampa, lo cual permite una mayor infiltración de agua y saturación del terreno, a diferencia de aquellos taludes con pendientes más fuertes o muy empinadas en donde la velocidad de escurrimiento es mayor y el volumen de almacenamiento de agua menor.
- d) Los agrietamientos en paredes y pisos de las zonas evaluadas se han intensificado en época de sequía o estiaje, porque el agua intersticial de los suelos expandidos se evapora, produciendo que la arcilla por acción del calor se contraiga, dando como resultado la pérdida de cohesividad y consiguiente desequilibrio del terreno, lo que produce fracturamiento y agrietamiento del suelo y afecta las estructuras.
- e) Se ha identificado puquiales, lo cual indica que la zona está saturada de agua. Esta fuente proveniente del riego inadecuado.
- f) La cartografía de procesos geológicos en la zona de estudio, demuestran que además de los procesos de subsidencia, inundación y afectación de viviendas también existen procesos antiguos de movimientos en masa los cuales podrían reactivarse durante la época de lluvias excepcionales.
- g) Existe un deficiente sistema de obras de drenaje superficial y subterráneo, los cuales son necesarios para prevenir o controlar los niveles freáticos y la escorrentía pluvial.

## RECOMENDACIONES

- a) Realizar trabajos de defensas ribereñas en la quebrada Utcush y Río Negro-Olleros para el cual se deben considerar realizar estudios hidrológicos que determinen el caudal máximo, para periodos de retorno de 20, 50 y 100 años. Las obras a considerar son la colocación de muros de gaviones que controlen la erosión fluvial, buscando reducir la inestabilidad de la zona.
- b) Para el cuerpo del deslizamiento se debe implementar un drenaje, tipo espina de pescado, para ello los canales de drenaje deben estar revestidos con mangueras ó tuberías de PVC.
- c) Cambiar el tipo de riego de cultivos para evitar infiltración y saturación del terreno, se debe usar por aspersión o goteo.
- d) Implementar en las actividades agrícolas un método de riego por goteo o presurizado a fin de evitar la saturación de agua en el terreno.
- e) Implementar un canal de coronación, para evitar que el agua que discurre por la ladera del cerro llegue hasta el cuerpo del deslizamiento.
- f) Los pabellones N° 1 y 2 del Instituto educativo 86045 Cesar Vallejo y el puesto de Salud del centro Poblado de Olleros, se encuentran muy deteriorados debido a la humedad generada por la infiltración de agua pluvial y subterránea y a las condiciones geológicas del suelo por lo que se recomienda reemplazarlas por una construcción de material noble.
- g) La autoridad local debe emitir ordenanzas para prohibir la construcción de viviendas en las fajas marginales o el límite natural de un río o quebrada, así como también evitar la construcción de viviendas cerca a los cauces de las quebradas.



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act-07



César Augusto Chacaltana Budiel  
Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala-Carcedo, Francisco; Olcina Cantos, Jorge (coords.) (2002). Riesgos naturales. Barcelona: Ariel.
- Belaústegui, S. (1999): Pendientes del terreno y fundamentos del caudal máximo no erosivo. Hoja técnica N° 07. Buenos Aires - Argentina. 4 p.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36–75.
- González. L. *et.al* (2007) Ingeniería geológica. Madrid España.
- Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M. & Hutchinson, J.N. (2001). Review of the classification of landslides of the flow type. Environmental and Engineering Geoscience VII: 221-238.
- J. Cobbing *et al.* (1996) – Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión Chiquian y Yanahuanca”, INGEMMET, Boletín N° 76, Serie A
- J.Cobbing y A. Sanchez; (1996); Mapa geológico de Recuay, Hoja 20-i”.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007). Movimientos en masa en la región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p.
- Varnes, D.J., 1978: Slope Movement: Types and Proceses. In Scuster & Krizek, 1978: Landslides: Analysis and Control. Special report 176. Transportation Research Board, Comisión on Sociotechnical Systems, National Research Council. National Academy of Sciences, Washungton, D.C. 234 p.p
- [WWW.SENAMHI.GOB.PE/](http://WWW.SENAMHI.GOB.PE/). Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú/Estación meteorológica de Recuay.
- Zavala,B; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes (2009) - Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C 38: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44, 280 p.