

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7287

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA WIRACCHUAYCCO DEL C.P. DE LUCMA Y DEL C.P. YUPANCA.

Departamento Cusco
Provincia La Convención
Distrito Vilcabamba



AGOSTO
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS EN LA QUEBRADA WIRACCHUAYCCO DEL C.P. DE LUCMA Y DEL C.P. YUPANCA.

(Distrito Vilcabamba, provincia La Convención, departamento Cusco)

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

Equipo de investigación:

David Prudencio

Guisela Choquenaira

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos en la quebrada Wiracchuaycco del C.P. de Lucma y del C.P. Yupanca. Distrito Vilcabamba, provincia La Convención, departamento Cusco. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7287, 30p.

INDICE

RESUMEN	1
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales	3
1.3.1. Ubicación	3
1.3.2. Accesibilidad.....	4
1.3.3. Clima	5
2. DEFINICIONES	5
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	6
3.1. Unidades litoestratigráficas	6
3.1.1. Formación Málaga.....	6
3.1.2. Formación Ananea	7
3.1.3. Grupo Mitu	7
3.1.4. Unidad Yupanca.....	7
3.1.5. Depósitos aluviales	7
3.1.6. Depósitos coluviales	7
3.1.7. Depósito fluvial	7
3.1.8. Depósito fluvio glacial	8
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	8
4.1. Pendientes del terreno	8
4.2. Unidades geomorfológicas	8
4.2.1. Unidad de montañas.....	8
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	9
4.2.3. Unidad de planicies.....	9
5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS	10
5.1. Peligros geológicos	10
5.2. Peligros geológicos en la quebrada Wiracchuaycco.	10
5.2.1. Características visuales del evento.....	16
5.2.2. Factores condicionantes	16

5.2.3. Factores detonantes o desencadenantes.....	17
5.3. Peligros geológicos en Yupanca.	17
5.4. Quebrada Collpampa.	19
6. RECOMENDACIONES.....	21
7. BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXO 1: MAPAS	23
ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES.....	27

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en los sectores Montehuasi, quebrada Wiracchuaycco, centro poblado de Lucma y del centro poblado Yupanca, pertenecientes a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Vilcabamba, provincia La Convención, departamento Cusco. 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 en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

Los materiales comprometidos por los eventos, corresponden a depósitos coluviales; así como a rocas de tipo lutitas y limolitas grises de la Formación Ananea; y areniscas con intercalación de conglomerados del Grupo Mitu. Estas últimas se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas, siendo propensos a la generación de nuevos eventos en época de intensas y/o prolongadas precipitaciones pluviales y avenidas dentro de la quebrada antes mencionada.

Las subunidades geomorfológicas identificadas corresponden a montañas, modeladas tanto en rocas intrusivas, sedimentarias y volcanosedimentarias; además de, vertientes, configuradas por depósitos de deslizamiento, coluvio deluviales y aluvio-torrencial, que forman planicies con terrazas aluviales. Para el sector Wiracchuaycco, las laderas presentan pendientes que van de fuerte a muy fuerte (15° - 45°); y en Yupanca, las zonas de inundación presentan pendientes suaves (1° - 5°). Se considera la pendiente como el principal factor condicionante para los deslizamientos y flujo de detritos (huaicos) posteriores.

Los procesos identificados en la quebrada Wiracchuaycco son movimientos en masa, tipo flujo de detritos y reactivación de deslizamiento, eventos activos que se dan en épocas de lluvias intensas y/o prolongadas. Eventos recurrentes que afectaron a cuatro viviendas ubicadas junto a la quebrada, la planta de tratamiento de agua potable del poblado de Lucma y 20 m de la carretera Lucma – Marampampa.

Por otro lado, en el centro poblado Yupanca se presentan eventos de inundación fluvial generados por crecidas, desbordes y embalses en las partes altas de los ríos Vilcabamba y Salinas, afectando viviendas, el camal municipal y la cancha de fútbol del pueblo.

Se concluye que la quebrada Wiracchuaycco es considerada de **peligro muy alto** a la ocurrencia de flujos de detritos y deslizamientos, desencadenados en temporada de lluvias (octubre a marzo). El centro poblado de Yupanca se considera de **peligro muy alto** y como **zona crítica** a eventos de inundación fluvial.

Finalmente, algunas recomendaciones: En Wiracchuaycco: realizar la limpieza periódica de canales, zanjas de coronación, banquetas en zonas con deslizamientos y reubicar las cuatro viviendas que se encuentran cercanas al canal de la quebrada. Para el centro poblado de Yupanca: reubicar a las viviendas afectadas por inundación, limpiar el cauce periódicamente y ampliar los canales de los ríos Salinas y Vilcabamba a la altura del poblado antes mencionado.

INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la municipalidad distrital de Vilcabamba, según Oficio N° 299 - 2020 - A – MDV/LC, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos, tipo deslizamiento, flujo de detritos e inundaciones, con ocurrencias recurrentes en años pasados en época de lluvias, que afecta viviendas e infraestructura de los centros poblados de Lucma y Yupanca.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Ing. David Prudencio e Ing. Guisela Choquenaira para realizar la evaluación técnica respectiva. Los trabajos de campo se realizaron los días 13 y 14 de julio del 2021, con el apoyo de pobladores de la zona.

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

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

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presenta en el sector Wiracchuaycco del centro poblado de Lucma y del centro poblado de Yupanca, eventos que comprometen la seguridad física de los pobladores, paso peatonal, viviendas, infraestructuras y medios de vida.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa del sector evaluado.
- c) Emitir recomendaciones viables y ejecutables a fin de reducir, prevenir y/o mitigar los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados. Todos ellos determinados en el presente informe.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen al sector de Wiracchuaycco y al centro poblado de Yupanca, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 74, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligros Geológicos en la Región Cusco” (Vílchez et al., 2020); El estudio menciona un peligro por inundación fluvial en el río Vilcabamba que afecta al centro poblado de Yupanca. También se elaboraron mapas de susceptibilidad a movimientos en masa y susceptibilidad a inundación y erosión fluvial, a escala 1: 100 000, el cual muestra a la quebrada de Wiracchuaycco en susceptibilidad Alta y Muy Alta a peligros de movimientos en masa y al centro poblado de Yupanca con susceptibilidad muy alta a inundaciones.
- B) En la “Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q) Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) Y Ayapata (28-v)”, escala 1: 100,000, (Sánchez, *et al*, 2003); y Boletín N° 127, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu” hojas: 26-q y 27-q (Carlotto, *et. al.*, 1999), se describe la geología presente en la zona evaluada e información relacionada a los cambios más resaltantes sobre estratigrafía, rocas ígneas y la geología estructural del área de dicho cuadrángulo, las cuales son de naturaleza intrusiva y sedimentaria en el sector de estudio.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El centro poblado de Yupanca y el sector Wiracchuaycco, se ubican hidrográficamente en ambas márgenes del río Vilcabamba, en la confluencia del río Salinas. Además, ambos se sitúan junto al poblado de Lucma y a unos 5.5 km y 4km desde Pucyura (capital de Vilcabamba) respectivamente, Políticamente pertenecen al distrito de Vilcabamba, provincia La Convención, región Cusco (figura 1), cuyas coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) son las siguientes:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	725254	8553802	-13.073592°	-72.922601°
2	724069	8556451	-13.049741°	-72.933724°

3	723499	8556269	-13.051428°	-72.938964°
4	723811	8554522	-13.067192°	-72.935957°
<i>COORDENADA CENTRAL DE LA QUEBRADA WIRACCHUAYCCO</i>				
A	724081	8554560	-13.066829°	-72.933471°
<i>COORDENADA CENTRAL DEL CENTRO POBLADO YUPANCA</i>				
B	723628	8556142	-13.052566°	-72.937766°

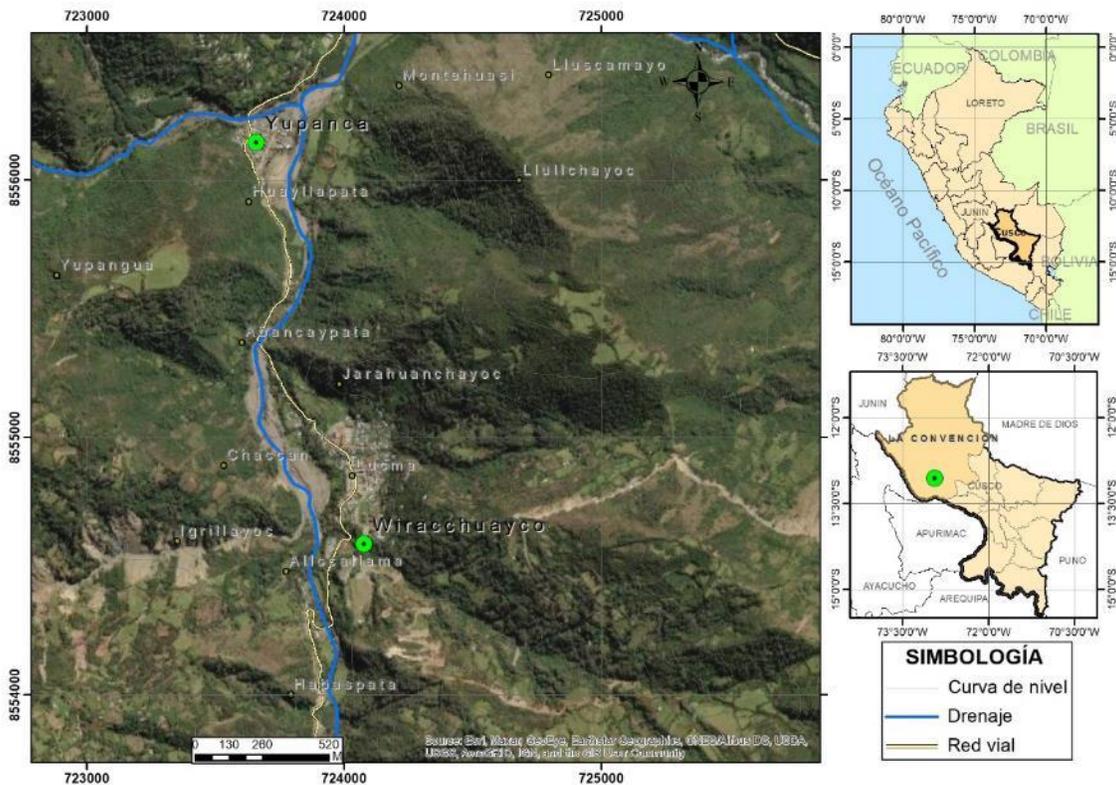


Figura 1. Mapa de ubicación del centro poblado de Yupanca y de la quebrada Wiracchuaycco.

1.3.2. Accesibilidad

Se accede a la zona de estudio por vía terrestre, desplazándose desde la ciudad del Cusco (Ingemmet - OD Cusco), mediante la siguiente ruta:

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Cusco – Quillabamba	Asfaltada	203	4 h 30 min
Quillabamba – Vilcabamba (Pucyura)	Trocha carrozable	68.4	1 h 40 min

Vilcabamba (Pucyura) - Lucma	Trocha carrozable	4	5 min
Vilcabamba (Pucyura) - Yupanca	Trocha carrozable	5.5	7 min

1.3.3. Clima

De acuerdo al mapa climático del SENAMHI (2020), y detallando la información local, se puede observar que la quebrada Wiracchuaycco tiene un clima lluvioso con invierno seco templado. Presenta precipitación entre los meses de diciembre a marzo, cuyas lluvias acumuladas anuales son de 1200 mm a 1800 mm, además, se presentan friajes en los meses de junio a setiembre con humedad atmosférica relativa de inviernos secos, temperaturas máximas de 17°C a 23°C y temperaturas mínimas de 7°C a 11°C.

Esta clasificación climática es sustentada con información meteorológica recolectada de aproximadamente 20 años a partir de la cual se formulan “Índices Climáticos” de acuerdo a la clasificación climática por el método de Thornthwaite.

2. DEFINICIONES

Se describen algunas definiciones usadas en el informe:

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

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

Deslizamientos: Movimiento ladera debajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. 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).

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

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 deslizamiento o una caída. Los flujos pueden ser canalizados (huaicos) y no canalizados (avalanchas).

Formación geológica: Es una unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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

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

Movimientos en masa: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

Peligro o amenaza geológica: Es un 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.

Reptación de suelos: Movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. Puede ser de tipo estacional, cuando se asocia al cambio climático o de humedad y verdadero cuando hay desplazamiento continuo.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu a escala 1:100 000 (Carlotto, et.al., 1999) ; y la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q) Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) y Ayapata (28-v) (Sánchez y Zapata, 2003); donde se tienen principalmente rocas intrusivas, sedimentarias, vulcano-sedimentarias y depósitos Cuaternarios. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

Dentro del área de estudio se aprecian fallas y pliegues de dirección E-O, que afectan a las rocas desde el paleozoico hasta el cenozoico. Se resalta el sinclinal de Vilcabamba, el anticlinal de Pucyura y las fallas de Salinas y Lucma (Carlotto, et.al., 1999).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas corresponden a afloramientos de rocas intrusivas de la unidad Yupanca; sedimentarias y vulcano-sedimentarias de la formación Ananea, Málaga y Grupo Mitu, así también se tienen depósitos aluviales, coluviales y fluviales que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (Anexo 1 - Mapa 1).

3.1.1. Formación Málaga

Aflora al norte del centro poblado de Lucma y al oeste del centro poblado de Yupanca, y se presenta como rocas intercaladas de cuarcitas, metareniscas grises con esquistos micáceos y filitas en estratos gruesos a medianos.

El río Vilcabamba corta esta formación, presentándose deslizamientos antiguos.

3.1.2. Formación Ananea

Esta formación se puede observar al este del centro poblado de Lucma, de edad asignada Siluro – Devoniano (Carlotto, et.al., 1999).

Se aprecia una intercalación de lutitas y limolitas grises, intercaladas esporádicamente con areniscas lenticulares y niveles de pizarras grises. Estas rocas se presentan muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, los cuales son susceptibles a generar deslizamientos u otros movimientos en masa.

3.1.3. Grupo Mitu

Afloran en ambos márgenes de la quebrada Wiracchuaycco, siendo coberturada por depósitos recientes, la edad es Pérmica a triásica, están conformados por secuencias de areniscas y conglomerados polimícticos, con clastos de roca volcánica y sedimentarias englobadas en una matriz arenosa. Estas rocas se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas.

3.1.4. Unidad Yupanca

Son afloramientos de rocas plutónicas que aflora al noroeste del centro poblado de Yupanca, se aprecia al río Vilcabamba cortando a esta unidad, su edad va del Pérmico al triásico.

Se encuentra compuesto por rocas graníticas, con grandes cristales de cuarzo y feldespato.

3.1.5. Depósitos aluviales

Se ubican en ambos lados del río Vilcabamba y en la parte baja del río Salinas, como materiales que fueron arrastrados y depositados en épocas de lluvias extraordinarias, con crecidas del río, están constituidos por bloques, gravas, arenas y limos de formas redondeadas a sub redondeadas (Anexo 2 – Tabla 1).

3.1.6. Depósitos coluviales

Se ubican al este y al sureste del centro poblado de Lucma, conformada por depósitos de materiales deslizados adosados a las laderas de las quebradas Wiracchuaycco y Collpampa, están compuestos por rocas del grupo Mitu y de la formación Ananea, con bloques y gravas en matriz areno limosa, con formas sub angulosa a sub redondeadas (Anexo 2 – Tabla 2).

3.1.7. Depósito fluvial

Se puede apreciar en los ríos Vilcabamba y Salinas en forma de bancos y como terrazas en las orillas de estos, su composición está dada por bloques y gravas redondeadas en matriz arenosa. Fueron transportados por la corriente de los ríos y son materiales removidos constantemente por los cursos actuales de los ríos (Anexo 2 – Tabla 3).

3.1.8. Depósito fluvio glacial

Estos depósitos se ubican a ambos lados del río Vilcabamba, sobre los que se asientan los poblados de Lucma y Yupanca. Se encuentran medianamente consolidadas y están constituidos por gravas y arenas en matriz limoarenosa con formas redondeadas a subredondeadas, cuyos materiales son susceptibles a sufrir erosión y movimientos en masa (Anexo 2 – Tabla 4).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

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

Presentamos el mapa de pendientes (Anexo 1 - Mapa 2), el cual se realizó en base al modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución; tomada del satélite Alos Palsar (USGS).

En este mapa, predominantemente se aprecian laderas del terreno con pendientes muy fuertes (25°-45°); además, podemos apreciar que los poblados de Lucma y Yupanca se asientan en pendientes suaves (1° - 5°) a moderadas (5° - 15°) y en sus límites se aprecian pendientes fuertes (15° - 25°). La quebrada Wiracchuaycco, donde se presentan los flujos y los deslizamientos, poseen inclinaciones de pendientes fuertes (15° - 25°) y muy fuertes (25° - 45°), lo cual facilita que ocurran los flujos de detritos en épocas de avenidas incrementados por los deslizamientos

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual, en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez, *et al.*, 2019) (Anexo 1 - Mapa 3).

4.2.1. Unidad de montañas

Se consideran dentro de Unidad de Montañas a elevaciones del terreno con alturas mayores a 300 m con respecto al nivel de base local, diferenciándose la siguiente subunidad según el tipo de roca que la conforma y los procesos que han originado su forma actual

Subunidad de montañas en rocas intrusiva (RM-ri): Esta montaña se ubica al este del centro poblado de Yupanca y al norte de Lucma.

Se consideran dentro de esta subunidad a rocas de la unidad Yupanca, las cuales están compuestas por rocas graníticas. Las cuales presentan pendientes del terreno fuertes a muy fuertes, por lo que puede estar asociado a la ocurrencia de caídas de rocas y derrumbes.

Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs): Relieve modelado en afloramientos rocosos de las formaciones Ananea y Málaga, conformados por lutitas y limolitas grises con lentes de areniscas y metareniscas grises, que forman gran parte de las montañas de la zona evaluada.

Sus laderas presentan pendientes del terreno muy fuertes y en sus cimas de moderadas a fuertes, lo que puede condicionar a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas.

Subunidad de montañas en rocas volcano-sedimentarias (RM-rvs): Representada por secuencias del grupo Mitu, compuestas por conglomerados polimícticos, con clastos de roca volcánica y sedimentarias englobadas en una matriz arenosa. Esta subunidad se aprecia en la quebrada Wiracchuaycco, siendo disectada por el canal de la quebrada.

4.2.2. Unidad de piedemonte

Se consideran formas de terrenos que constituyen la transición entre los relieves montañosos accidentados y las zonas planas, predominan los terrenos generados por fuerzas de desplazamiento como depósitos coluviales antiguos y recientes, relacionados a repentinos cambios de pendiente.

Subunidad de vertiente con depósitos de deslizamientos (V-dd): son zonas de acumulaciones en ladera de materiales inconsolidados a ligeramente consolidado, su composición litológica es homogénea y proviene de procesos de tipo deslizamiento; Presenta morfología convexa y disposición circular a elongada de la zona de arranque.

Estos depósitos se aprecian en la parte alta de la quebrada Wiracchuaycco y laderas de la zona; con pendientes del terreno en las laderas de la quebrada muy fuertes y en la base moderadas, por lo que vienen siendo susceptibles a deslizamientos y flujos de detritos respectivamente.

Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd): Son depósitos inconsolidados, localizados al pie de las laderas y piedemontes de las quebradas, son el resultado de la acumulación de materiales caídos desde las partes altas, por acción de la gravedad y trasladados por agua de escorrentía superficial.

Se aprecia al poblado de Lucma asentado sobre esta subunidad, la que presenta pendientes del terreno moderadas.

Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at): se ubica en el centro poblado de Yupanca. Son acumulaciones de sedimentos acarreados por el río Salinas, presentan pendientes moderadas a suaves y están relacionados a flujos de detritos antiguos generados por lluvias ocasionales, extraordinarias o muy excepcionales.

4.2.3. Unidad de planicies

Se consideran formas de terrenos que constituyen superficies planas con ligeras ondulaciones. Están asociadas a depósitos aluviales y fluviales, limitados en muchos casos por unidades de piedemonte y laderas de montaña o colinas.

Subunidad de terrazas aluviales (T-al): Son porciones de terreno plano que se encuentran dispuestos a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río y a mayor altura. Representa niveles antiguos de sedimentación fluvial, donde las más antiguas están a mayor altura.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y/O GEOHIDROLÓGICOS

Los procesos identificados en la zona evaluada corresponden a movimientos en masa y geohidrológicos de tipo flujo de detritos, deslizamientos (PMA: GCA, 2007) e inundaciones fluviales. Estos eventos son resultado de procesos del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las lluvias periódicas y extraordinarias que caen en la zona (Anexo 1 - Mapa 4).

5.1. Peligros geológicos

Los procesos identificados en la quebrada Wiracchuaycco, sector Montehuasi (parte alta de la quebrada), corresponden a reactivación de deslizamientos y flujo de detritos ocurrido el año 2020; sin embargo, los pobladores mencionan que un evento de flujos similar, ocurrió el 2019 y afectó la planta de tratamiento de agua potable del poblado de Lucma, cuatro viviendas ubicadas cercanas al canal de la quebrada.

También se observa una posible ocurrencia de flujo de detritos en la Quebrada Collpampa, la misma que pasa a una cuadra de la plaza principal de Lucma, presentándose como un canal no definido y obstruido en un ancho reducido.

Por otro lado, en el centro poblado de Yupanca, se identifica dos eventos de inundación fluvial, el primero fue en el río Vilcabamba, generados por un desembalse a la altura de las quebradas Wiracchuaycco y Abancaypata y el segundo en el río Salinas, debido a la crecida y desborde del mismo ante aportes de materiales y crecidas de las quebradas que confluyen a este río.

A continuación, se describe los peligros geológicos por movimientos en masa y geohidrológicos ocurridos por sectores Wiracchuaycco, Yupanca y Collpampa

5.2. Peligros geológicos en la quebrada Wiracchuaycco.

Evento generado y activado en marzo de 2020, se desprende desde el sector Montehuasi parte alta de la quebrada Wiracchuaycco, por la margen derecha.

Se presentan como flujo de detritos, compuesto por bloques de aproximadamente de 2 m de diámetro y erráticamente de hasta 3 m, con gravas de 15 cm de diámetro envueltos en matriz limo arenosa, del grupo Mitu y formación Ananea. Este flujo afectó 20 m de la carretera vecinal Lucma – Marampampa (figura 2, 3 y 4).



Figura 2. Sector Montehuasi, se aprecia el canal por donde pasa el flujo de detritos el año 2020.



Figura 3. Vista tomada en coordenadas UTM E 725061; N 8554083. Se aprecian Materiales arrastrados por el flujo de detritos depositados en la carretera Lucma - Marampampa.



Figura 4. Bloque de roca de hasta 3 m de diámetro arrastrado y depositados en la carretera Lucma - Marampampa.

El flujo trasladó materiales hasta el encuentro con el canal principal de la quebrada Wiracchuaycco, donde quedó acumulado en medio del canal; susceptible hacer removido y desencadenar en nuevos flujos ante presencia de lluvias, el cual llegaría hasta el río Vilcabamba, como el ocurrido en el 2019, y puede volver a afectar poblaciones, medios de vida e infraestructuras del poblado Lucma (figura 5).



Figura 5. Vista de la quebrada Wiracchuaycco - Sector Montehuasi y viviendas.

Cabe mencionar que se aprecian dos reactivaciones de deslizamientos (Da) y (Db), que aportan con materiales removidos en dirección al canal de la quebrada Wiracchuaycco, que pueden generar nuevos flujos de detritos en la quebrada:

Da: Situada a la margen derecha del canal Montehuasi y vía vecinal Lucma - Marampampa, presente como deslizamiento de escarpa circular de 1.20 m de caída con distancia de 160 m y grietas en los lados de la escarpa, que vienen afectando también a la plataforma de la vía vecinal, la parte más afectada presentan grietas con aperturas de 22 cm y una profundidad de hasta 45 cm en dirección al canal de la quebrada Wiracchuaycco (figura 6 y 7)



Figura 6. Vista tomada en coordenadas UTM E 724976; N 8554162. Se aprecia la plataforma de la carretera Lucma – Marampampa con el deslizamiento y sus grietas.



Figura 7. Acercamiento de la plataforma en tramo de carretera Lucma – Marampampa.

Db: Segunda reactivación, se sitúa en el sector Llulluchayoc en coordenadas E 724969; N 8553972, en la margen izquierda de la quebrada Wiracchuaycco.

Este proceso se observa como un deslizamiento, de escarpa circular, con 4m de caída, ancho de 85 m y una distancia de la cabeza al pie de 130 m. Parte del deslizamiento se encuentra dentro del canal de la quebrada, los cuales se encuentran dispuestos a generar un nuevo flujo de detritos; además, al pie del deslizamiento se aprecian derrumbes generados por acción de la pendiente y la erosión que igualmente llegan al canal de la quebrada; notándose inclinación de arbustos (figura 8 y 9).



Figura 8. Deslizamiento del sector Lulluchayoc, con un escarpe de 4 m de caída y ancho de 85 m y al pie del evento se ven derrumbes que llegan a la quebrada Wiracchuaycco.



Figura 9. Deslizamiento del sector Lulluchayoc, se aprecia el escarpe de 4 m de caída del deslizamiento y los árboles inclinados de la zona.

Sumados a estos eventos, se presentan en la margen derecha de la quebrada, escarpas de deslizamientos antiguos (corroborados con imágenes satelitales del Google Earth),

indicando procesos antiguos que pueden reactivarse al realizar trabajos en esos terrenos, como cortes de talud y tala de árboles (deforestación) (figura 10).



Figura 10. Escarpas de deslizamientos antiguos que afectan a la quebrada Wiracchuaycco y al centro poblado de Lucma.

5.2.1. Características visuales del evento

Este flujo tiene las siguientes características y dimensiones:

- Profundidad de la incisión: 1.5 m.
- Distancia del recorrido del flujo: 465 m.
- Dirección (azimut) del movimiento: sector Montehuasi N 215° y canal principal de la quebrada N 250°.

5.2.2. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso de lutitas, limolitas grises, pizarras y secuencias conglomerádica polimíctica con clastos volcánicos sedimentarios, muy fracturadas y altamente meteorizadas, controlado por fallas y pliegues en la zona, los cuales permiten mayor infiltración y retención de agua en el terreno, originando inestabilidad en las laderas.
- Presencia de material aportante de suelos inconsolidados (depósitos de deslizamiento), adosados a las laderas que delimitan la quebrada Wiracchuaycco, los cuales son de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas.

Factor geomorfológico

- Geofomas de montañas modeladas en rocas volcánico y sedimentarias con presencia de vertientes de deslizamientos, cuyas laderas presentan pendientes fuertes (15° - 25°) a muy fuertes (25° - 45°); condicionan que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

Factor hidrológico - hidrogeológico

- Acción de las aguas de escorrentía sobre laderas y montañas que circunscriben la quebrada, conformado por numerosas vertientes de quebradas: Wiracchuaycco, canal Montehuasi, etc.

5.2.3. Factores detonantes o desencadenantes

- El principal factor que desencadena estos eventos son las lluvias intensas y/o prolongadas que se pueden dar en los meses de diciembre a marzo, estas saturan y sobrecargan los taludes al punto de desestabilizarlos, como también generar escorrentía removiendo el material de la base de los cauces en quebradas. En el mes de marzo del año 2020 las lluvias fueron mayormente prolongadas las que desencadenaron estos eventos; donde las precipitaciones acumuladas mensuales de los meses de enero, febrero y marzo fueron 236, 211 y 51 mm respectivamente (SENAMHI 2020).
- Los sismos pueden desencadenar deslizamientos, por la vibración generada sobre suelos poco compactos y rocas muy fracturadas, las que fueron afectadas por las fallas y pliegues cercanas a la zona evaluada.

5.3. Peligros geológicos en Yupanca.

El centro poblado de Yupanca se ubica entre la confluencia de la margen izquierda del río Vilcabamba y margen derecha del río salinas, en las coordenadas: 723641 E, 8556193 N, a 2578 m.

Los procesos identificados corresponden a inundaciones fluviales por crecidas, desbordes y embalses en las partes altas de estos ríos.

Tal es así, que, en el 2019, el río Vilcabamba generó una inundación, que afectó a una terraza aluvial, sobre la que se encuentran una cancha de fútbol del pueblo y viviendas adyacentes. Dicho desborde se atribuye a la colmatación de cauce por flujos y deslizamientos en sectores más altos (Quebrada Abancaypata). Los materiales que se observan en las orillas, son bolones de hasta 1m de diámetro con gravas en matriz arenosa (figura 11).



Figura 11. Se aprecia el centro poblado de Yupanca y la zona inundada en el año 2019.

Por otra parte, el río Salinas generó inundaciones en presencia de lluvias intensas y excepcionales, según pobladores, la última fue el año 2002, donde el río llegó a desbordarse del canal, inundando la margen derecha de la terraza aluvial, afectando las instalaciones del Camal municipal, viviendas y otras infraestructuras.

Ante ello, los pobladores realizaron diques paralelos al cauce de 2 m de altura, reduciendo el canal del río, presentándose luego una crecida que llegó al nivel del puente de 7 m de altura, por lo que una nueva inundación de esa magnitud sobrepasará fácilmente los diques realizados (figura 12).



Figura 12. Vista del río Salinas y diques de contención para evitar futuras inundaciones del río, al fondo se aprecia la zona inundable de este sector del poblado.

5.4. Quebrada Collpampa.

La quebrada Collpampa ubicado al norte del poblado de Lucma, atraviesa el poblado a una cuadra de la plaza principal del poblado, y puede generar flujos de detritos. Según pobladores, en épocas de lluvias hubo represamientos en el canal de drenaje que no llegó a afectar a las viviendas adyacentes.

El canal mencionado presenta 1.5 m de ancho, se encuentra totalmente obstruido con sedimentos arrastrados por aguas de escorrentía, desechos (basura) y vegetación, sujetos a colmatarse con presencia de lluvias intensas; el cual no tendría la dimensión necesaria para drenar toda el agua de escorrentía, siendo necesario realizar limpieza y ensanchamiento del canal entre otros (figura 13).



Figura 13. Vista de la quebrada Collpampa y poblado de Lucma.

CONCLUSIONES

- a) La reactivación de deslizamientos y un flujo de detritos en la quebrada Wiracchuaycco, sector Montehuasi, son eventos recurrentes que afectaron a cuatro viviendas ubicadas junto a la quebrada, la planta de tratamiento de agua potable del poblado de Lucma y el libre tránsito de la carretera Lucma – Marampampa los que fueron desencadenados en presencia de lluvias intensas y/o prolongadas.
- b) La quebrada Collpampa, atraviesa el poblado de Lucma, el cauce se encuentra totalmente obstruida con sedimentos arrastrados por aguas de escorrentía, desechos (basura) y vegetación, sujeta a colmatarse en presencia de lluvias intensas.
- c) En el poblado de Yupanca, se identificó inundaciones fluviales por crecidas, desbordes y embalses en las partes altas de los ríos que lo circundan desencadenados por la presencia de lluvias intensas y/o prolongadas.
- d) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se puede determinar peligros y susceptibilidades en los tres sectores de la siguiente manera:
 - Quebradas Wiracchuaycco y el sector Montehuasi son considerados de **peligro muy alto** y como **zona critica** a la ocurrencia de flujos de detritos, que pueden ser desencadenados en presencia de lluvias intensas y excepcionales.
 - Quebrada Collpampa por ser susceptible a generar flujos de detritos el cual se considera de **peligro alto** a la ocurrencia de flujos de detritos en presencia de lluvias intensas y excepcionales.
 - El centro poblado de Yupanca, es susceptible a eventos de inundación pluvial por la crecida de los ríos que lo rodean, por lo que se considera de **peligro muy alto** a ocurrencias de inundaciones.
- e) Los factores condicionantes de los flujos de detritos son:
 - Substrato rocoso compuesto por lutitas, limolitas grises, pizarras y secuencia conglomerádica polimíctica con clastos volcánicos y sedimentarios que se presentan muy fracturadas y altamente meteorizadas. Presencia de fallas y pliegues
 - Los suelos inconsolidados (depósitos de deslizamiento), adosados a las laderas de las quebradas
 - Las laderas que presentan pendientes fuertes (15° - 25°) a muy fuertes (25° - 45°), lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo.
- f) El factor desencadenante de los peligros por movimientos en masa y geohidrológicos fueron la presencia de lluvias mayormente prolongadas que se dieron en los meses de noviembre a marzo.

6. RECOMENDACIONES

- a) Realizar la limpieza periódica de los canales de las quebradas Wiracchuaycco y Collpampa (esta última pasa por el poblado de Lucma) y complementar con estudios de caudales máximos para poder definir el ensanchamiento o no de este canal
- b) En la quebrada Wiracchuaycco se debe estabilizar los taludes con banquetas y limpiar sus canales para derivar las aguas de escorrentía al cauce principal, para ello realizar estudios previos de estabilidad de taludes.
- c) En la carretera vecinal Lucma – Marampampa se debe mejorar los drenajes para evitar la erosión de la vía y las laderas.
- d) En los deslizamientos reactivados realizar zanjas de coronación y drenajes en forma de espina de pescado, con el fin de reducir la infiltración dentro de estos cuerpos y evitar que el material deslizado llegue al canal de la quebrada.
- e) Evitar la tala de árboles en la quebrada Wiracchuaycco y forestar las zonas que presenten poca arborización.
- f) Solicitar a poyo a entidad correspondiente para la determinación de faja marginal en la quebrada, en especial en la parte baja, sobre la que se asientan o pueden asentar viviendas y/o infraestructuras cercanas a las quebradas. Reubicar las viviendas que se encuentren dentro de esta faja.
- g) Sensibilizar a la población sobre los peligros que presentan sus centros poblados para que tengan una correcta reacción en caso se suscite otros eventos.
- h) Realizar un sistema de alerta temprana por flujos de la quebrada Wiracchuaycco, que pueda alertar con un tiempo anticipado a las personas que se encuentren dentro de la quebrada, para que puedan retirarse en caso se dé un flujo.
- i) Con referencia a la inundación fluvial de los ríos Vilcabamba y Salinas en el centro poblado de Yupanca, se debe realizar una limpieza periódica de los canales en los ríos, dejando libre el paso para evitar embalsamientos.
- j) Las viviendas del centro poblado de Yupanca que se encuentran a la altura de la cancha de fútbol (terrazza aluvial) deben pasar a un proceso de reubicación, ya que son susceptibles la generación de nuevas inundaciones.



Ing. Guisela Choquenaira Garate



.....
Ing. SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

7. BIBLIOGRAFÍA

Carlotto, V., Cardenas, J., Romero, D., Valdivia, W., y Tintaya, D., et al. (1999) - Geología del Cuadrángulo de Quillabamba y Machupicchu 26-q y 27-q. 1:100 000. INGEMMET. 317p., 2 mapas.

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996) - Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 3. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 28, 373 p.

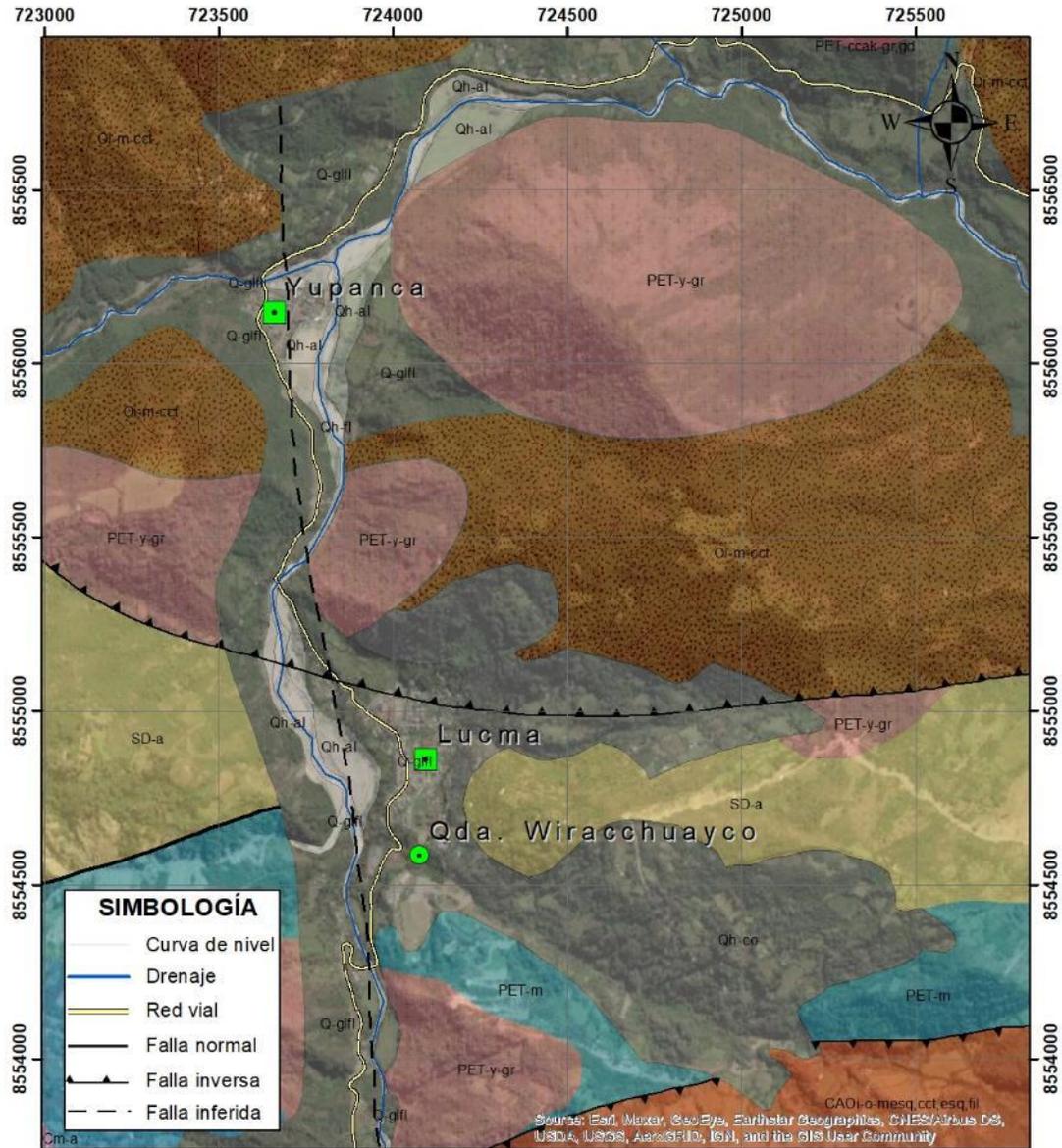
Sanchez, A., y Zapata, A., (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Río Picha (25-p), Timpia (25-q), Chuanquiri (26-p), Quillabamba (26-q) Quebrada Honda (26-r), Parobamba (26-s), Pacaypata (27-p), Machupicchu (27-q), Urubamba (27-r), Calca (27-s), Chontachaca (27-t), Quincemil (27-u), Ocongate (28-t), Corani (28-u) Y Ayapata (28-v)", escala 1: 100,000. INGEMMET. 38p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.

SENAMHI, 2020. Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional. Resumen Ejecutivo. 7 p.

Vílchez, M.; Sosa, N.; Pari, W. & Peña, F. (2020) - Peligro geológico en la región Cusco. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 74, 155 p.

ANEXO 1: MAPAS



SIMBOLOGÍA

- Curva de nivel
- Drenaje
- Red vial
- Falla normal
- Falla inversa
- Falla inferida

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS Y ROCAS VOLCANICAS		
MESOZOICA	TRIASICO	CUATERTARIA	Dep. Fluvial	Qh-fi	Bloques y gravas redondeadas en matriz arenosa
			Dep. Coluvial	Qh-co	Bloques y gravas en matriz arenolimososa, con formas subangulares a sub redondeadas
			Dep. Aluvial	Qh-al	Gravas y arenas mal seleccionadas en matriz limoarenosa y materiales residuales
			Dep. fluvial glacial	Q-gfl	Gravas, arenas en matriz limoarenosa. Arenas y materiales residuales no consolidados
PALEOZOICA	PERMIANO	COPIACABANA	Grupo Mitu	PET-m	Areniscas conglomeradas, brechas, lavas y tobas de cenizas
			Unidad Yupanca	PET-y-gr	Granito
			Grupo Copacabana	PEC-c	Calizas bioclásticas, areniscas y lutitas negras
			Formación Ananea	SD-a	Lutitas y limolitas grises predominantemente, lentes de areniscas esporádicas y pizarras negras
PALEOZOICA	PERMIANO	MÁLAGA	Formación Málaga	Ol-m-cc	Cuarcita, metaareniscas grises, esquistos, filitas en estratos medianos a gruesos.
			Grupo Ollantaytambo	CAOI-o-mesq, cct, esq, fil	Micasquistos, cuarcitas esquistos, filitas

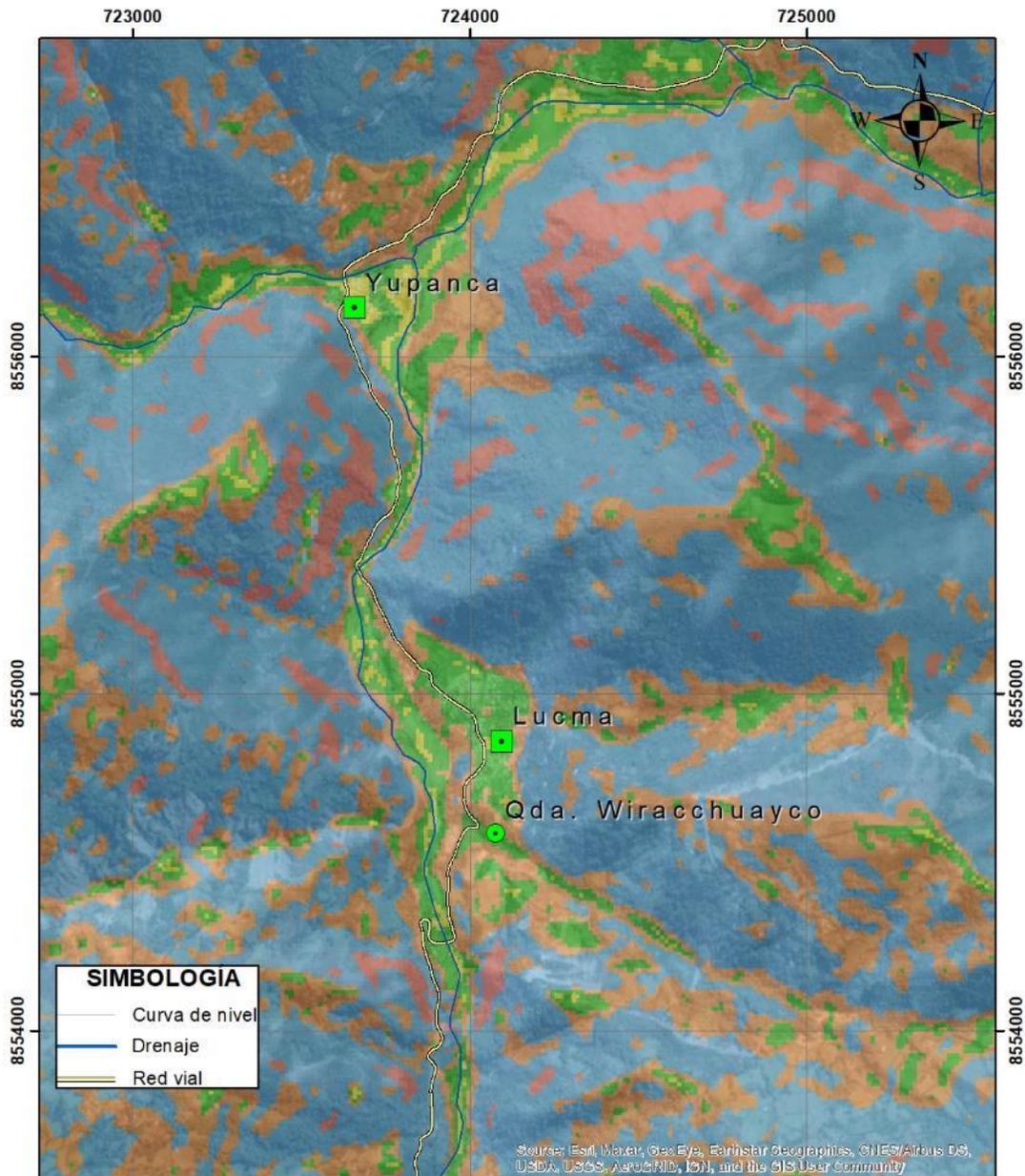
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

Mapa Geológico

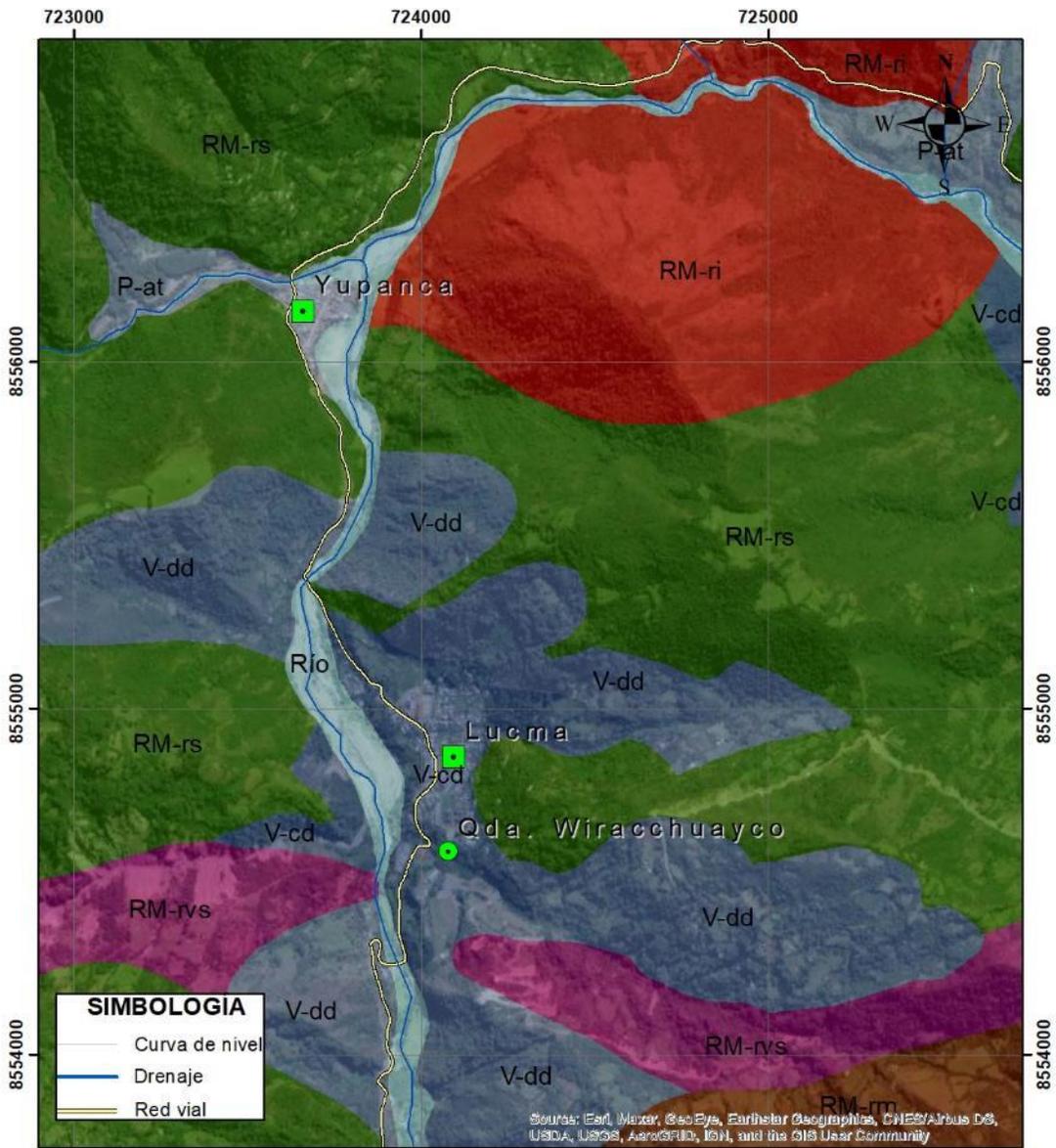
Figura: **1**

Escala 1:15 000 Datum UTMWGS 84 Zona 18S
 Versión digital: año 2022 Impreso: Mayo 2022



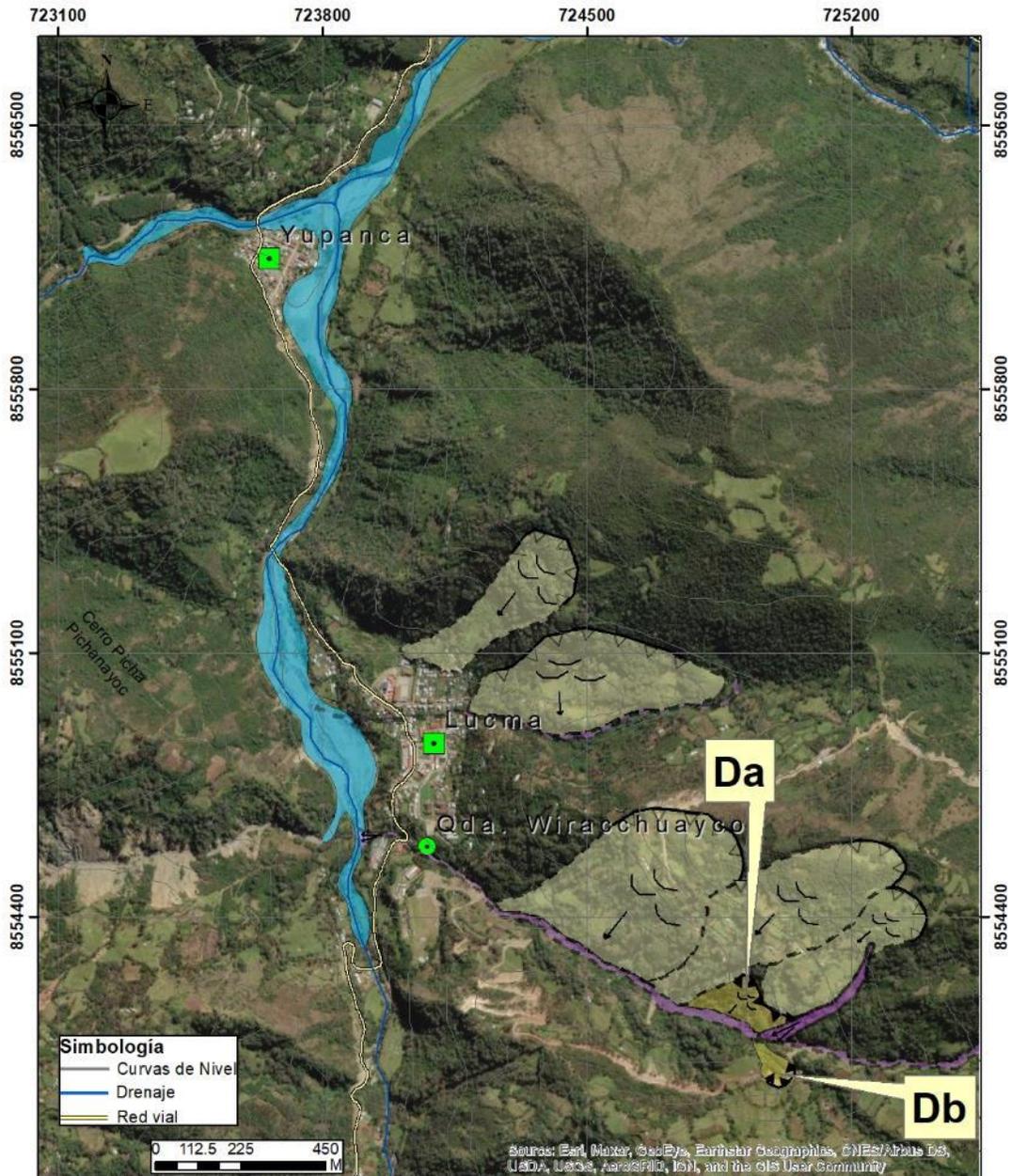
LEYENDA	
	(< 1°) Terreno llano
	(1° - 5°) Terreno inclinado con pendiente suave
	(5° - 15°) Pendiente moderada
	(15° - 25°) Pendiente fuerte
	(25° - 45°) Pendiente muy fuerte o escarpada
	(45° - 90°) Terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Mapa de Pendientes	Figura: 2
Escala 1:15 000 Datum UTMWGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Mayo 2022	



LEYENDA	
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
RM-rvs	Montaña en roca volcano-sedimentaria
RM-ri	Montaña en roca intrusiva
V-cd	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento
P-at	Piedemonte aluvio-torrencial
Río	Cauce del río

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
Mapa Geomorfológico	Figura: 3
Escala 1:15 000 Datum UTMWGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Mayo 2022	



LEYENDA

Flujode detritos latente	Escarpa de desl. activo
Flujo de detritos activo	Escarpa de desl. antiguo
Deslizamiento latente	
Deslizamiento reactivado	
Erosión de ladera	
Inundación fluvial	

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

Mapa del cartografiado de peligros	Figura: 4
Escala 1 : 13 000 Datum UTM WGS 84 Zona 18S Versión digital: año 2022 Impreso: Mayo 2022	

ANEXO 2: DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES								
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre		
			<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino		
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico		
			<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial		
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral		
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar		
GRANULOMETRÍA			FORMA		REDONDES	PLASTICIDAD		
	%							
<input type="checkbox"/>	10	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input checked="" type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad
<input type="checkbox"/>	15	Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input type="checkbox"/>	Med. Plástico
<input type="checkbox"/>	20	Gravas	<input checked="" type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/>	15	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input checked="" type="checkbox"/>	No plástico
<input type="checkbox"/>	25	Arenas						
<input type="checkbox"/>	15	Limos						
<input type="checkbox"/>		Arcillas						
		ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	%	LITOLOGÍA		
<input type="checkbox"/>		Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	10 Intrusivos
<input type="checkbox"/>		Estratificada	<input checked="" type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	30 Volcánicos
<input checked="" type="checkbox"/>		Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	30 Metamórficos
							<input type="checkbox"/>	30 Sedimentarios
		COMPACIDAD						
		SUELOS FINOS	SUELOS GRUESOS					
		Limos y Arcillas	Arenas	Gravas				
<input checked="" type="checkbox"/>		Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta		
<input type="checkbox"/>		Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada		
<input type="checkbox"/>		Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada		
					<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada		
		CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.						
		SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS			
<input type="checkbox"/>		GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH
<input type="checkbox"/>		GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH
<input checked="" type="checkbox"/>		GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT
<input type="checkbox"/>		SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH		

Tabla: 01: Descripción de depósitos aluviales

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES							
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	
			<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	
			<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	
			<input checked="" type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial	
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	
GRANULOMETRÍA			FORMA	REDONDES	PLASTICIDAD		
	%						
<input type="checkbox"/>	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input checked="" type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad
<input type="checkbox"/>	10 Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input type="checkbox"/>	Med. Plástico
<input type="checkbox"/>	35 Gravas	<input checked="" type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/>	10 Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input checked="" type="checkbox"/>	No plástico
<input type="checkbox"/>	35 Arenas						
<input type="checkbox"/>	10 Limos						
<input type="checkbox"/>	Arcillas						
		ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	%	LITOLOGÍA	
<input type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input checked="" type="checkbox"/>	Materia Orgánica	10	Intrusivos
<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input checked="" type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	30	Volcánicos
<input checked="" type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	30	Metamórficos
						30	Sedimentarios
		COMPACIDAD					
		SUELOS FINOS	SUELOS GRUESOS				
		Limos y Arcillas	Arenas	Gravas			
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta	<input checked="" type="checkbox"/>	Suelta		
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. Consolidada		
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada		
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada		
		CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.					
		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS			
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH
<input checked="" type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH
<input type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH		

Tabla: 03: Descripción de depósitos fluviales

DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES							
		TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	
			<input type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	
			<input type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	
			<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	
			<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial	
			<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	
			<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input checked="" type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	
GRANULOMETRÍA		FORMA		REDONDES		PLASTICIDAD	
	%						
<input type="checkbox"/>	Bolos	<input checked="" type="checkbox"/>	Esférica	<input checked="" type="checkbox"/>	Redondeado	<input type="checkbox"/>	Alta plasticidad
<input type="checkbox"/>	10 Cantos	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input checked="" type="checkbox"/>	Subredondeado	<input type="checkbox"/>	Med. Plástico
<input type="checkbox"/>	30 Gravas	<input type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso	<input type="checkbox"/>	Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/>	20 Gránulos	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input type="checkbox"/>	Subanguloso	<input checked="" type="checkbox"/>	No plástico
<input type="checkbox"/>	20 Arenas						
<input type="checkbox"/>	20 Limos						
<input type="checkbox"/>	Arcillas						
ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA	
<input checked="" type="checkbox"/>	Masiva	<input type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia Orgánica	<input type="checkbox"/>	20 Intrusivos
<input type="checkbox"/>	Estratificada	<input checked="" type="checkbox"/>	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	40 Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Aspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Metamórficos
						<input type="checkbox"/>	40 Sedimentarios
COMPACIDAD							
SUELOS FINOS				SUELOS GRUESOS			
Limos y Arcillas		Arenas		Gravas			
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta		
<input checked="" type="checkbox"/>	Compacta	<input checked="" type="checkbox"/>	Densa	<input checked="" type="checkbox"/>	Med. Consolidada		
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada		
				<input type="checkbox"/>	Muy Consolidada		
CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.							
SUELOS GRUESOS				SUELOS FINOS			
<input type="checkbox"/>	GW	<input type="checkbox"/>	GC	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	CH
<input type="checkbox"/>	GP	<input type="checkbox"/>	SW	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	OH
<input checked="" type="checkbox"/>	GM	<input type="checkbox"/>	SP	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	PT
<input type="checkbox"/>	SM	<input type="checkbox"/>	SC	<input type="checkbox"/>	MH		

Tabla: 04: Descripción de depósitos fluvio glaciares