

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7352

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA Y EMANACIÓN DE GASES EN EL CENTRO POBLADO SANABAMBA

Departamento Ayacucho
Provincia La Mar
Distrito Samugari



ENERO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA Y EMANACIÓN DE GASES EN EL CENTRO POBLADO SANABAMBA

Distrito Samugari, provincia La Mar, departamento Ayacucho

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

Equipo de investigación:

Ely M. Ccorimanya Challo

Mauricio A. Nuñez Peredo

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023) - *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y emanación de gases en el Centro Poblado Sanabamba. Distrito Samugari, provincia La Mar, departamento Ayacucho*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7352, 61 p.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Población	7
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	9
3.1. Unidades litoestratigráficas	10
3.1.1. Grupo San José (Oim-sj).....	10
3.1.2. Formación Yahuarango (P-y).....	11
3.1.3. Depósito coluvio - deluvial (Qh-cd).....	11
3.1.4. Depósito proluvial (Qh-pl).....	13
3.1.5. Depósito fluvial (Q-fl).....	15
4.1. Pendientes del terreno	15
4.2. Unidades geomorfológicas	16
4.2.1. Unidad de montañas	16
4.2.2. Unidad de lomadas.....	17
4.2.3. Unidad de piedemonte.....	17
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	21
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	21
5.1.1. Deslizamiento rotacional activo (Margen izquierda de la Quebrada de Chiviatohuayco)	21
5.1.2. Emanaciones de Humo	23
5.1.3. Erosión de laderas en cárcava en la margen izquierda de la quebrada Chiviatohuayco.	26
5.1.4. Flujo de detritos en la quebrada Chiviatohuayco	26
Análisis de perfil Transversal:	29
5.1.5. Factores condicionantes.....	30
5.1.6. Factores desencadenantes.....	31
5.1.7. Análisis de muestras en laboratorio	31
6. CONCLUSIONES	32
7. RECOMENDACIONES	33
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO 1: MAPAS	35
ANEXO 2: RESULTADOS ANALÍTICOS DEL LABORATORIO DE QUÍMICA	40

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligro geológico por movimientos en masa en el centro poblado Sanabamba, perteneciente al distrito Samugari, provincia La Mar, departamento Ayacucho. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de peligros geológicos, en los tres niveles de gobierno.

El substrato rocoso que aflora en la zona evaluada y alrededores, están constituidos por limoarcillitas gris oscuro a negras ligeramente pizarrosas, con nódulos lutáceos carbonosos, en la secuencia se observa intercalaciones de areniscas de grano medio, muy fracturadas, con espaciamientos próximas entre sí (0.02-0.20 m), algo abiertas (0.1-1.0 mm) y altamente meteorizadas.

El contexto geomorfológico está definido por montañas modeladas sobre rocas sedimentarias, cuyas laderas poseen una inclinación de 20° a 38° considerado como pendiente fuerte a muy fuerte. El área ocupada por las viviendas del C.P. Sanabamba, corresponde a superficies con inclinación de 3° - 15° (pendiente suave a moderado). Además, se tienen procesos denudativos y erosionales que configuran geformas de piedemonte (vertiente con depósitos de deslizamiento, coluvio – deluvial y aluvio torrencial).

El deslizamiento rotacional se ubica al noreste del C.P. Sanabamba a 280 m, se encuentra activo desde hace más de 5 años (según testimonio de los pobladores), afectando terrenos de cultivos (cacao, café y otros productos) en un área de 9 ha.

Al generarse el deslizamiento sobre las lutitas carbonosas, el desplazamiento de las masas rocosas carbonosas causó un rozamiento y fricción entre ellas, y por ende la combustión de la materia orgánica, lo cual se manifestó con desprendimiento de calor, emanaciones de gases con olor a azufre y carbón (estos gases son nocivos porque irritan las fosas nasales y los ojos de los pobladores). Hasta el momento de la inspección aun continuaba con la emanación.

El vapor y/o humo proveniente de la emanación, se incrementará en la temporada de lluvia y en temporada de estiaje disminuirá. Porque el agua de lluvia al incidir sobre la roca caliente produce mayor condensación de gases.

Es posible que sigan las emanaciones de humo y/o vapor por cierto tiempo, hasta que el deslizamiento se estabilice o hasta que la materia orgánica que contiene la roca se agote.

La inestabilidad de la ladera está condicionada a factores de sitio como: substrato rocoso muy fracturado y altamente meteorizado; presencia de suelos inconsolidados de fácil erosión y remoción; laderas con pendientes fuertes a muy fuertes (15°-45°).

Se le atribuye como factor detonante las lluvias intensas y/o prolongadas que se registran en la zona, como las del año 2022 (38.4 mm/día).

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, la Quebrada Chiviatohuayco, se considera como de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, erosión de laderas. Eventos que pueden reactivarse con lluvias intensas y/o prolongadas o sismos.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes tomadores de decisiones, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de daños que pueden ocasionar el deslizamiento.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de Ayacucho, según Oficio N° 226-2021-GR/SIREDECI-ST; es en el marco de nuestras competencias que se realizó la evaluación de los peligros por movimientos en masa de tipo deslizamiento, ocurrido desde el 06 de setiembre del 2021, donde se presenta emanaciones de humo, y afectando aproximadamente 9 hectáreas de cultivos cacao, café y otros productos de la zona.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designaron a los especialistas Ely Ccorimanya Chalco y Mauricio Nuñez Peredo, realizar la evaluación de peligros geológicos respectivos, llevado a cabo el 26 de agosto del 2022, en coordinación con representantes de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres del Gobierno regional de Ayacucho y pobladores del centro poblado Sanabamba.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres, levantamiento fotogramétrico con dron con el fin de observar mejor el alcance del evento), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realiza la redacción del informe técnico.

Este documento técnico se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Samugari, provincia La Mar, departamento Ayacucho y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos ocurridos en el Centro Poblado Sanabamba.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros por movimiento en masa.
- c) Proponer alternativas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico identificado en trabajo de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional, que involucra la zona de evaluación, tenemos:

- A) El boletín de **Peligro Geológico en la Región Ayacucho** de la Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, elaborado por Vilchez et al. (2019), a escala de análisis (1:300 000.), donde localiza el área de estudio en una **zona de susceptibilidad alta a muy alta** a la ocurrencia de movimientos en masa.
- B) El boletín actualización Carta Geológica Nacional de la Serie L: Geología del cuadrángulo de San Francisco, hojas 26 o 1, 26 o 2, 26 o 3, 26 o 4, a escala 1/50 000,

elaborado por Valencia et al., (2021). indican que en el área de estudio afloran secuencias sedimentarias del Grupo San Jose y Formación Yahuarango.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área donde presenta las emanaciones de humos, se encuentra dentro del centro poblado Sanabamba, políticamente pertenece al distrito Samugari, provincia La Mar, departamento de Ayacucho (figura 1). Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) se muestran en el cuadro 1:

Cuadro 1. Coordenadas del área de evaluación Centro Poblado Sanabamba

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	647167.45	8580273.74	-12.839070°	-73.643868°
2	647084.52	8580066.77	-12.840945°	-73.644622°
3	646868.46	8580261.26	-12.839197°	-73.646622°
4	646974.21	8580412.03	-12.837829°	-73.645655°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	647045.00	8580250.05	-12.839290°	-73.644995°

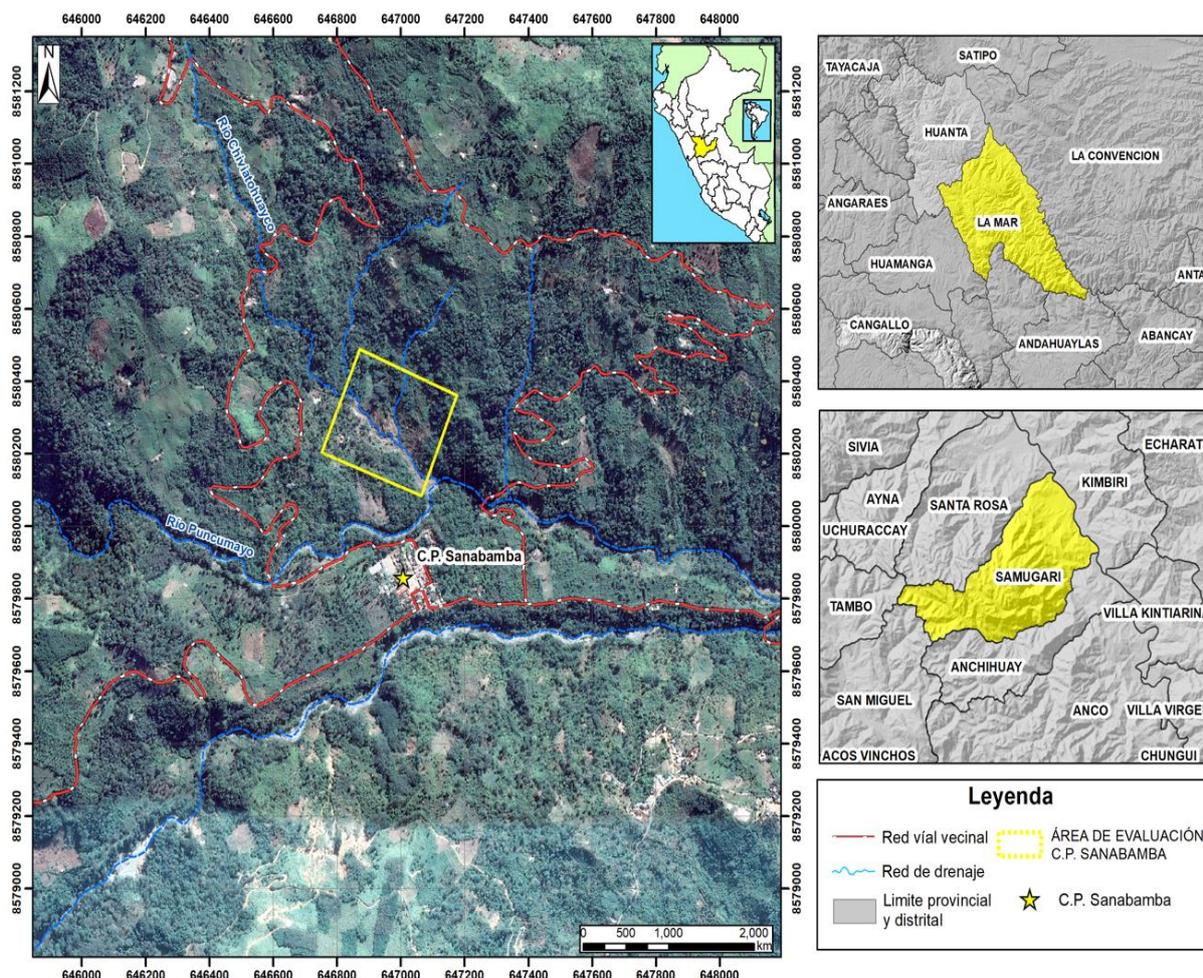


Figura 1. Ubicación del área de evaluación – Centro Poblado Sanabamba

1.3.2. Población

De acuerdo con el directorio nacional de Centros Poblados, Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada del Centro Poblado Sanabamba es de 136 habitantes distribuidos en un total de 71 viviendas particulares, de las cuales 65 se encuentran ocupadas y 6 desocupadas.

1.3.3. Accesibilidad

Para acceder al poblado de Sanabamba, desde la ciudad de Lima hacia Ayacucho por vía terrestre, siguiendo las siguientes rutas mencionadas en el cuadro 2:

Cuadro 2. Rutas y accesos

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Ayacucho	Carretera asfaltada	560	10 horas
Ayacucho – Palmapampa	Carretera asfaltada y trocha	224	6 horas 14 minutos
Palmapampa – C.P. Sanabamba	Carretera trocha	16.6	45 minutos

1.3.4. Clima

Según el Mapa de Clasificación Climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020). el centro poblado Sanabamba, se encuentra dentro de climas: lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones, y cálido y muy húmedo.

En cuanto a la cantidad de precipitaciones, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo en el servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos raster y de satélite), nos muestra una la precipitación máxima registrada en el último periodo 2018-2022, de 38.4 mm, (figura 2). Cabe recalcar que las lluvias son abundantes en todas las estaciones.

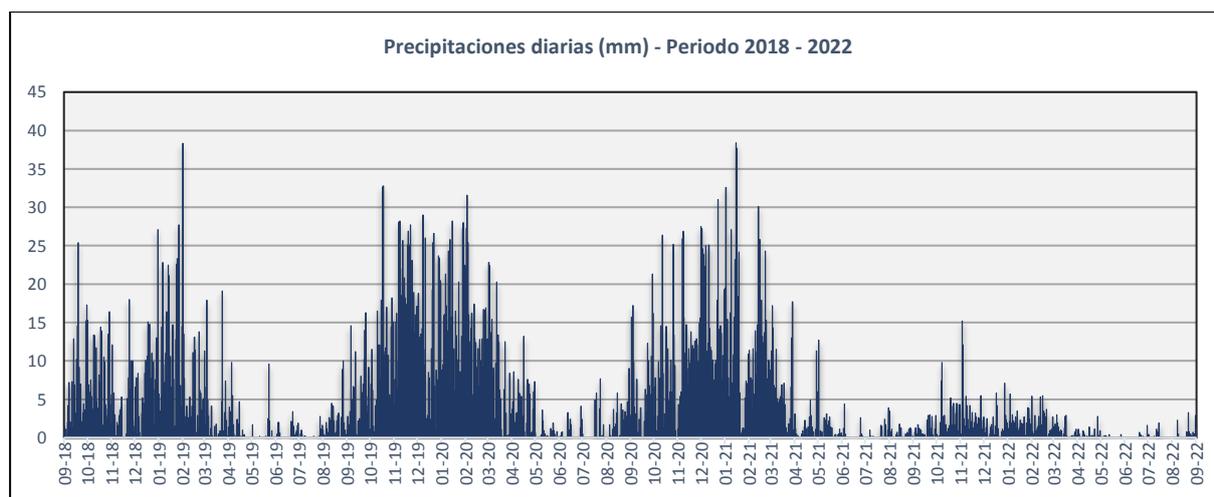


Figura 2. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen a la ocurrencia de procesos de movimientos en masa. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

La temperatura oscila entre un máximo de 25 °C en verano y un mínimo de 0 °C en invierno (figura 3), con una humedad promedio de 66.06 % durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

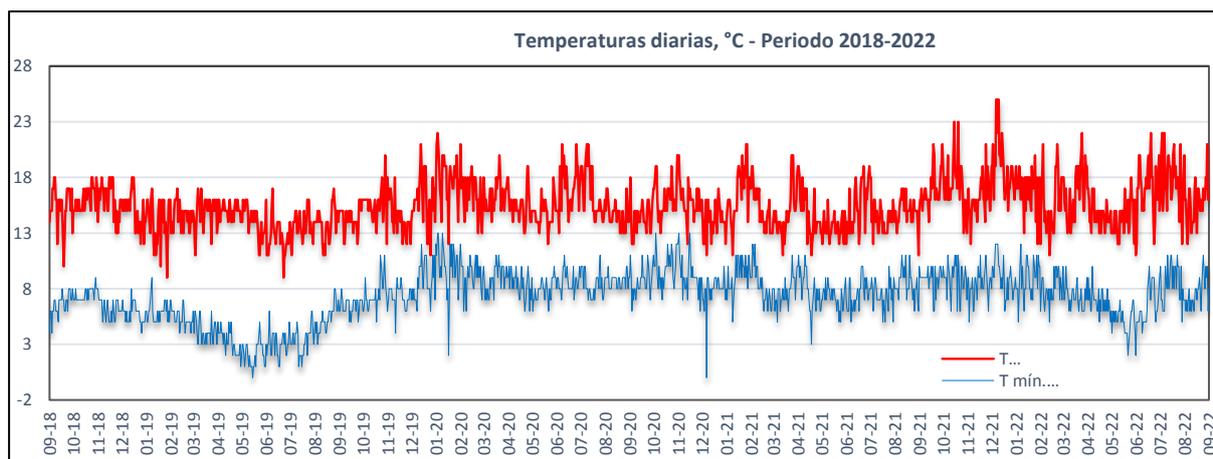


Figura 3. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar a partir de datos históricos, la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad.

Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

2. DEFINICIONES

Considerando que el informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones; se alcanza algunas definiciones y terminologías que se usan en el presente.

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

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

Canto: Suelo con tamaño de grano entre 75 mm y 300 mm de acuerdo con la Clasificación Unificada de Suelos (USCS).

Corona: Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera 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).

Derrumbe: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

Erosión: Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo,

o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

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

Formación geológica. Es una unidad litoestratigráfica formal que defino 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.

Lutita: Roca sedimentaria de grano muy fino, de textura pelítica, es decir integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de tamaños de la arcilla y del limo.

Grava: Grano de un suelo cuyo tamaño o diámetro medio está entre 2.0 mm (ó 4.76 mm) a 150 mm.

Inactivo: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional.

Latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen.

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

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.

Reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La caracterización de los aspectos geológicos (Mapa 1) se realizó en base al mapa geológico actualizado del cuadrángulo San Francisco (hojas 26 o 1, 26 o 2, 26 o 3, 26 o 4), a escala 1/50 000, elaborado por Valencia, M., et. al. (2021). Además, se realizó trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en el área evaluada (mapa 1), de acuerdo con los estudios efectuados por Valencia, M., et al (2021), afloran las siguientes unidades litológicas:

3.1.1. Grupo San José (Oim-sj)

Esta unidad consiste en la intercalación de limoarcillitas gris oscuro a negras ligeramente pizarrosas, con nódulos lutáceos carbonosos, en la secuencia se observa intercalaciones de areniscas de grano medio y lutitas carbonosas, muy fracturadas, con espaciamientos próximas entre sí (0.02-0.20 m), algo abiertas (0.1-1.0 mm) y resistencia muy baja (05-25 Mpa). Superficialmente se encuentran de moderado a fuertemente meteorizadas con niveles de oxidación. (figura 4 y fotografía 1).



Figura 4. Afloramiento del Grupo San José, compuesta por intercalaciones de areniscas de grano medio con limo arcillitas ligeramente pizarrosas.



Fotografía 1. Vista del afloramiento de secuencias lutitas carbonosas del Grupo San José, se evidencia fuertemente meteorizadas con niveles de oxidación.

3.1.2. Formación Yahuarango (P-y)

Aflora principalmente en la ladera media de la zona de estudio, compuesta de areniscas de grano fino de color gris blanquecina y limolitas, muy fracturadas muy próximas entre sí (0.07-0.20 m), algo abiertas (0.1-1.0 mm) y ligeramente meteorizada (decoloración en la roca y en fracturas) (fotografía 2).



Fotografía 2. Vista del afloramiento de la Formación Yahuarango (P-y) conformado por areniscas gris blanquecinas y limolitas, muy fracturadas.

3.1.3. Depósito coluvio - deluvial (Qh-cd)

Agrupación de depósitos de origen gravitacional, acumulados en la vertiente o márgenes del valle; constituye escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos del Grupo San José y la Formación Yahuarango.

Se origina por los depósitos provenientes de deslizamientos y derrumbes, están compuestos por fragmentos de roca con tamaños comprendidos entre 2 a 20 cm, son de formas angulosos a subangulosos, compuestos por areniscas y lutitas; en matriz limo-arcillosa, poco consolidado. (fotografía 3 y figura 5).



Fotografía 3. Depósitos coluvio-deluviales ubicados en la margen izquierda de la quebrada Chiviatohuayco, con coordenadas UTM (WGS 84): 647024.32 E; 8580219.75 N.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL			GRANULOMETRÍA (%)		
<input type="checkbox"/> Eluvial	<input type="checkbox"/> Lacustre	<input type="checkbox"/> Bolos	<input type="checkbox"/> Bolos	<input type="checkbox"/> Cantos	<input type="checkbox"/> Cantos
<input checked="" type="checkbox"/> Deluvial	<input type="checkbox"/> Marino	<input type="checkbox"/> 15 Cantos	<input type="checkbox"/> 15 Cantos	<input type="checkbox"/> 30 Gravas	<input type="checkbox"/> 30 Gravas
<input checked="" type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Eólico	<input type="checkbox"/> 35 Gránulos	<input type="checkbox"/> 35 Gránulos	<input type="checkbox"/> 5 Arenas	<input type="checkbox"/> 5 Arenas
<input type="checkbox"/> Aluvial	<input type="checkbox"/> Orgánico	<input type="checkbox"/> 15 Limos	<input type="checkbox"/> 15 Limos	<input type="checkbox"/> Arcillas	<input type="checkbox"/> Arcillas
<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				
LITOLOGÍA (%)		FORMA		REDONDES	
<input type="checkbox"/> Intrusivos	<input type="checkbox"/> Volcánicos	<input checked="" type="checkbox"/> Esférica	<input type="checkbox"/> Discoidal	<input type="checkbox"/> Redondeado	<input type="checkbox"/> Alta plasticidad
<input type="checkbox"/> Matamórficos	<input type="checkbox"/> Sedimentarios	<input type="checkbox"/> Laminar	<input type="checkbox"/> Cilíndrica	<input type="checkbox"/> Subredondeado	<input type="checkbox"/> Med. Plástico
<input type="checkbox"/> 100 Sedimentarios		<input type="checkbox"/> Cilíndrica		<input checked="" type="checkbox"/> Anguloso	<input checked="" type="checkbox"/> Baja Plasticidad
				<input checked="" type="checkbox"/> Subanguloso	<input type="checkbox"/> No plástico
ESTRUCTURA		TEXTURA		CLASIFICACIÓN TENTATIVA SUCS:	
<input checked="" type="checkbox"/> Masiva	<input type="checkbox"/> Estractificada	<input checked="" type="checkbox"/> Harinoso	<input type="checkbox"/> Arenoso	SUELOS GRUESOS	
<input type="checkbox"/> Lenticular		<input type="checkbox"/> Aspero		<input type="checkbox"/> GW	<input type="checkbox"/> GC
				<input checked="" type="checkbox"/> GP	<input type="checkbox"/> SW
				<input type="checkbox"/> GM	<input type="checkbox"/> SP
				<input type="checkbox"/> SM	<input type="checkbox"/> SC
				SUELOS FINOS	
				<input type="checkbox"/> ML	<input type="checkbox"/> CH
				<input type="checkbox"/> CL	<input type="checkbox"/> OH
				<input type="checkbox"/> OL	<input type="checkbox"/> PT
				<input type="checkbox"/> MH	
COMPACIDAD DE SUELOS					
FINOS		GRUESOS			
<input checked="" type="checkbox"/> Blanda	<input type="checkbox"/> Compacta	<input type="checkbox"/> Suelta	<input type="checkbox"/> Densa	<input type="checkbox"/> Suelta	<input checked="" type="checkbox"/> Med. Consolidada
<input type="checkbox"/> Dura		<input type="checkbox"/> Muy Densa		<input type="checkbox"/> Consolidada	<input type="checkbox"/> Muy Consolidada



Figura 5. Descripción de formaciones superficiales del depósito coluvio – deluvial (coordenadas UTM: 646,962.318 m E; 8,580,250.831 m N).

3.1.4. Depósito proluvial (Qh-pl)

Los depósitos proluviales se originan a partir de los flujos de detritos, generados por el acarreo de material detrítico suelto acumulado, ante precipitaciones pluviales intensas, movilizados como torrentes por las quebradas. El material está conformado por fragmento de rocas con diámetros que varían de 5 cm – 80 cm, son de formas subangulosos a angulosos, envueltos en matriz fina, permeable arenolimoso (figura 6 y 7); se encuentra inconsolidado.



Figura 6. Vista del depósito proluvial (Qh-pl), emplazado en la quebrada de Chiviatohuayco, este es producto del arrastre del material acumulado por el proceso de erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL <input type="checkbox"/> Eluvial <input type="checkbox"/> Deluvial <input type="checkbox"/> Coluvial <input type="checkbox"/> Aluvial <input type="checkbox"/> Fluvial <input checked="" type="checkbox"/> Proluvial <input type="checkbox"/> Glaciar <input type="checkbox"/> Lacustre <input type="checkbox"/> Marino <input type="checkbox"/> Eólico <input type="checkbox"/> Orgánico <input type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/> Litoral <input type="checkbox"/> Fluvio glaciar			GRANULOMETRÍA (%) <input type="checkbox"/> 10 Bolos <input type="checkbox"/> 25 Cantos <input checked="" type="checkbox"/> 30 Gravas <input type="checkbox"/> 15 Gránulos <input type="checkbox"/> 10 Arenas <input type="checkbox"/> 7 Limos <input type="checkbox"/> 3 Arcillas				
LITOLOGÍA (%) <input type="checkbox"/> Intrusivos <input type="checkbox"/> Volcánicos <input type="checkbox"/> Matamórficos <input checked="" type="checkbox"/> 100 Sedimentarios		FORMA <input type="checkbox"/> Esférica <input type="checkbox"/> Discoidal <input type="checkbox"/> Laminar <input type="checkbox"/> Cilíndrica		REDONDES <input type="checkbox"/> Redondeado <input type="checkbox"/> Subredondeado <input checked="" type="checkbox"/> Anguloso <input checked="" type="checkbox"/> Subanguloso		PLASTICIDAD <input type="checkbox"/> Alta plasticidad <input type="checkbox"/> Med. Plástico <input checked="" type="checkbox"/> Baja Plasticidad <input type="checkbox"/> No plástico	
ESTRUCTURA <input checked="" type="checkbox"/> Masiva <input type="checkbox"/> Estratificada <input type="checkbox"/> Lenticular		TEXTURA <input type="checkbox"/> Harinoso <input checked="" type="checkbox"/> Arenoso <input type="checkbox"/> Aspero		CONTENIDO DE <input type="checkbox"/> Materia Orgánica <input type="checkbox"/> Carbonatos <input type="checkbox"/> Sulfatos		CLASIFICACIÓN TENTATIVA SUCS: SUELOS GRUESOS <input type="checkbox"/> GW <input checked="" type="checkbox"/> GP <input type="checkbox"/> GM <input type="checkbox"/> SM <input type="checkbox"/> GC <input type="checkbox"/> SW <input checked="" type="checkbox"/> SP <input type="checkbox"/> SC	
FINOS Limos y Arcillas <input checked="" type="checkbox"/> Blanda <input type="checkbox"/> Compacta <input type="checkbox"/> Dura		GRUESOS Arenas <input checked="" type="checkbox"/> Suelta <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Muy Densa		Gravas <input checked="" type="checkbox"/> Suelta <input checked="" type="checkbox"/> Med. Consolidada <input type="checkbox"/> Consolidada <input type="checkbox"/> Muy Consolidada		SUELOS FINOS <input type="checkbox"/> ML <input type="checkbox"/> CL <input type="checkbox"/> OL <input type="checkbox"/> MH <input type="checkbox"/> CH <input type="checkbox"/> OH <input type="checkbox"/> PT	



Figura 7. Descripción de formaciones superficiales del depósito proluvial. (coordenadas UTM: 647,089.749 m E; 8,580,105.850 m N)

3.1.5. Depósito fluvial (Q-fl)

Constituyen los materiales ubicados en el cauce del río Puncumayo. Están constituidos por cantos y gravas subredondeadas a redondeadas en matriz arenosa; son depósitos inconsolidados hasta sueltos, fácilmente removibles (figura 8).

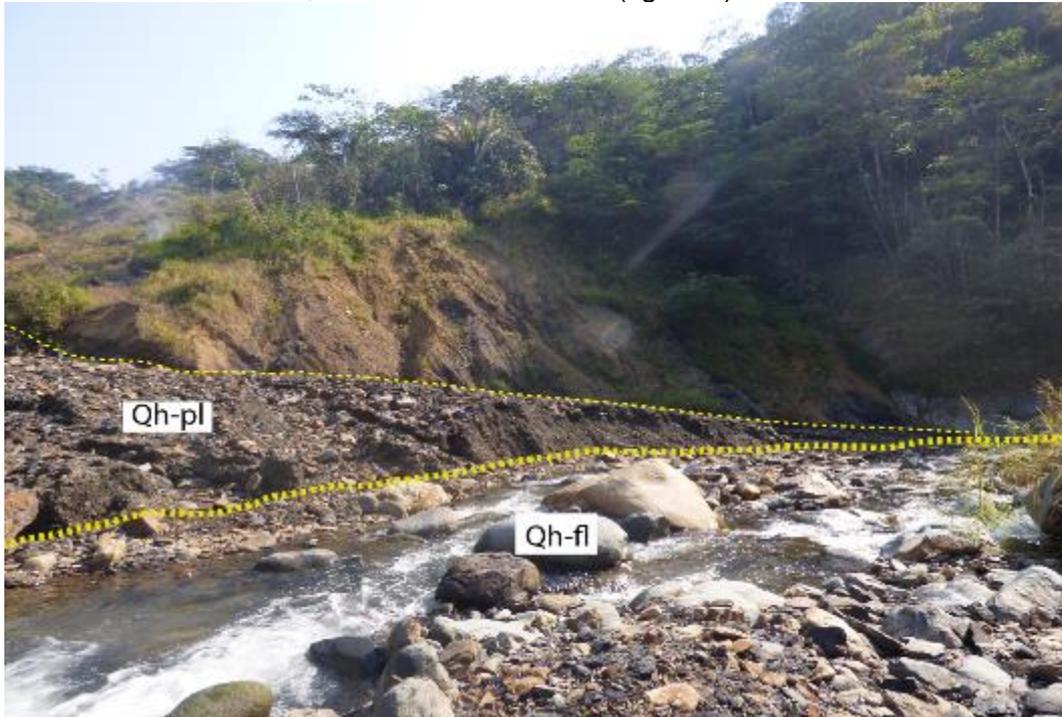


Figura 8. Vista del depósito fluvial (Qh-fl), corresponde al material que se encuentra dentro del cauce del río Puncumayo.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionantes y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el Anexo 1, Mapa 02, se presenta el mapa de pendientes de la zona de estudio y alrededores elaborado en base a la información producto de ALOS PALSAR DEM con 12.5 de resolución.

En la figura 9 se puede observar las altitudes del terreno en base al modelo de elevación digital, resultado del levantamiento fotogramétrico con dron.

Se consideraron 6 rangos de pendientes como terrenos: llanos (0° - 1°); inclinados con pendiente suave (1° a 5°); pendiente moderada (5° a 15°), pendiente fuerte (15° a 25°), pendiente muy fuerte a escarpado (25° a 45°) y finalmente terreno muy escarpado ($> 45^{\circ}$).

A nivel general, la pendiente del terreno en el área del deslizamiento varía de 20° a 38° , los cuales se categorizan como pendiente fuerte hasta muy fuerte (Mapa 2).

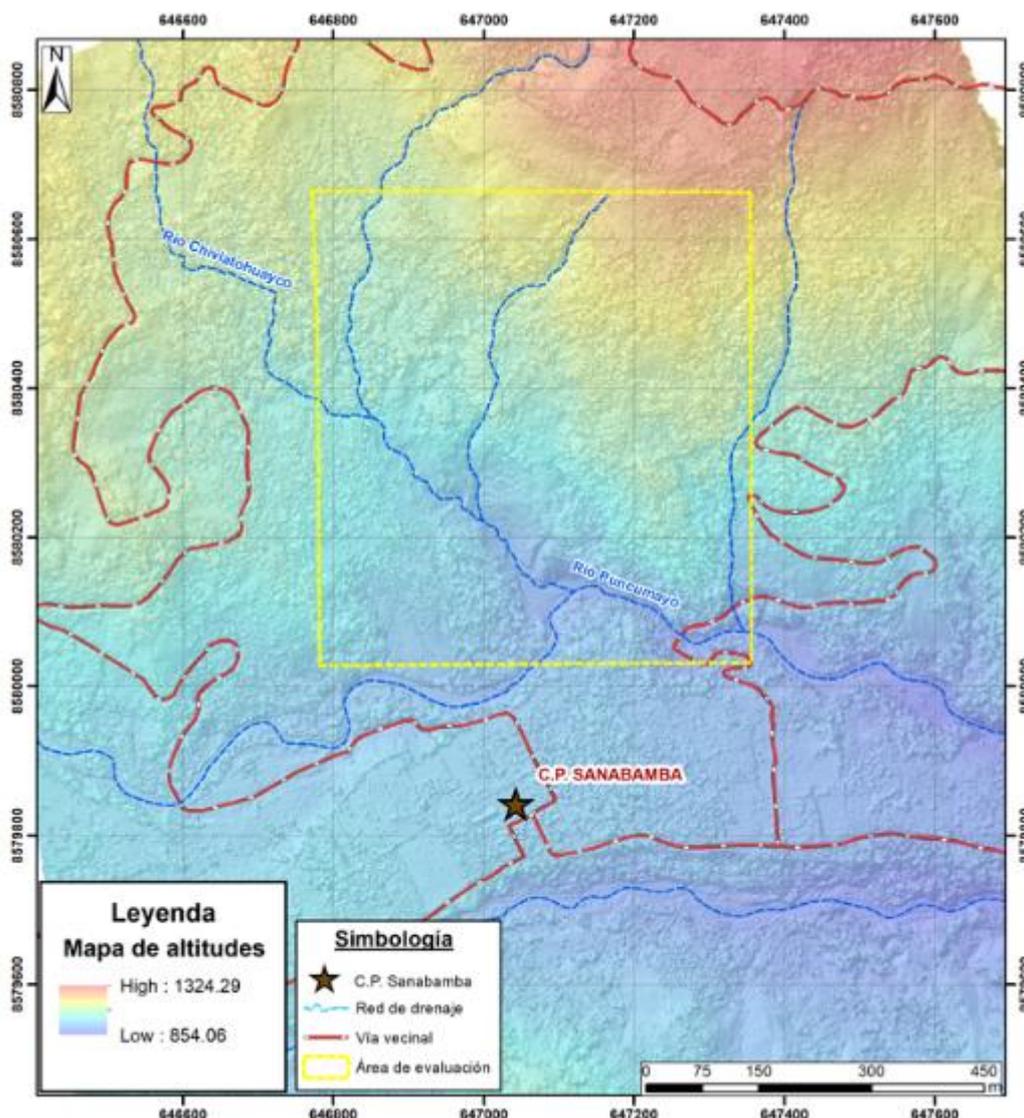


Figura 9. Altitudes del terreno en base al modelo de elevación digital, resultado del levantamiento fotogramétrico con dron.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve.

Asimismo, para la delimitación de las subunidades geomorfológicas, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales).

En el Mapa 3, se presentan las subunidades geomorfológicas modeladas y conformadas en el área de evaluación.

4.2.1. Unidad de montañas

Las montañas, presentan la mayor distribución en la zona de evaluación; son geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza. Se encuentran conformadas por alineamientos constituidos principalmente de rocas sedimentarias.

Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades.

Montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Esta subunidad geomorfológica corresponde a relieve moldeado sobre roca sedimentaria del Grupo San José, y la Formación Yahuarango cuyas pendientes de la ladera varían principalmente de 20° a 38° considerado como pendiente fuerte a muy fuerte.

Geodinámicamente condicionan la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbes y erosión en cárcavas (fotografía 4).



Fotografía 4. Subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca sedimentaria (M-rs).

4.2.2. Unidad de lomadas

Las lomadas son geoformas que alcanzan alturas menores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cimas redondeadas, suaves producto de las deformaciones sufridas por la erosión. Esta unidad se ubica próxima a la unidad de montañas.

Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

Lomada en roca sedimentaria (L-rs)

Esta subunidad geomorfológica corresponde a relieve moldeado sobre roca sedimentaria del Grupo San José.

Sobre esta subunidad geomorfológica se encuentra asentada el poblado de Sanabamba.

4.2.3. Unidad de piedemonte

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afecta las unidades de montaña, generalmente se encuentran en las laderas y piedemontes, aquí se tienen:

Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Corresponde a los paisajes originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias excepcionales.

Agrupar depósitos de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos del Grupo San José y Formación Yahuarango.

En la figura 10 se muestra estas acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes. Se componen de depósitos inconsolidados a ligeramente consolidados; muestran una composición litológica homogénea, tratándose de depósitos con corto a mediano recorrido, relacionados a laderas superiores adyacentes.

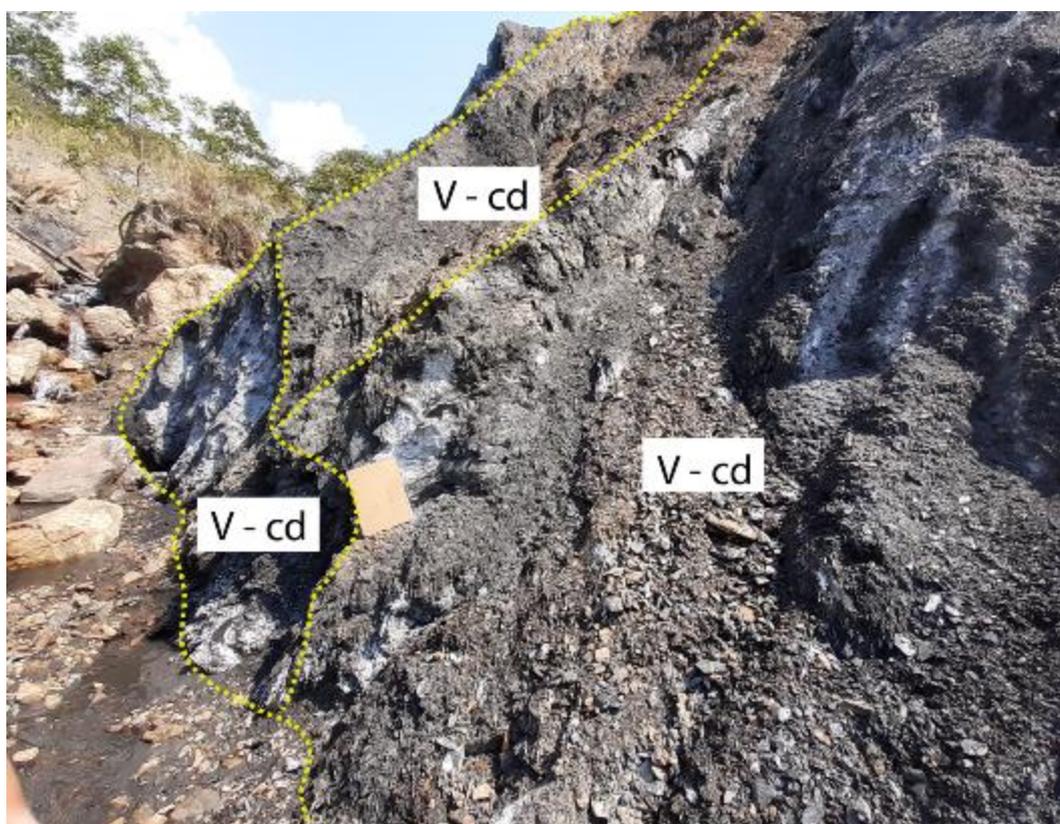


Figura 10. Vista de la subunidad geomorfológica de vertiente coluvio-deluvial (V-cd), distribuidos en la margen derecha e izquierda de la quebrada Chiviatohuayco.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Corresponde a zonas de acumulaciones en laderas originadas por procesos de movimientos en masa como deslizamientos antiguos y recientes. Generalmente su composición litológica es heterogénea; con materiales poco consolidados de corto a mediano recorrido; su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular en relación con la zona de arranque del deslizamiento (figura 11).

Estas geoformas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y reciente en laderas alrededor del Centro Poblado Sanabamba, donde las pendientes van desde fuerte a muy fuerte.



Figura 11. Vista de la subunidad geomorfológica de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), lugar donde actualmente se evidencian emanaciones de humo.

Piedemonte proluvial o aluviotorrencial (P-pral)

Son el resultado de la acumulación de material movilizado a manera de flujos, modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y se ubican en las desembocaduras de quebradas hacia los ríos principales. En la zona de estudio, esta subunidad geomorfológica se ubica dentro de la quebrada Chiviatohuayco, formando un pequeño cono deyectivo en la desembocadura (figura 12).



Figura 12. Vista de la subunidad geomorfológica de piedemonte proluvial o aluviotorrencial (P-pral), el cual se emplaza en el cauce de la quebrada.

4.2.4. Unidad de Planicie

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.

Terraza fluvial (T-fl)

Se ubican en el curso del río Puncumayo. Su composición litológica es resultado de la acumulación de limos, arenas, gravas y arcillas, a grandes distancias, por la acción fluvial, se depositan formando terrazas bajas. (figura 13).



Figura 13. Subunidade geomorfológica conformadas por terraza fluvial (T-fl), emplazado en el río Puncumayo.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Durante los trabajos de campo realizados en el centro poblado de Sanabamba, se identificaron deslizamientos, derrumbes, flujo de detritos y erosión en cárcava.

La caracterización de los mismos y la determinación de factores condicionantes, se realizó en base a la información recabada durante los trabajos de campo, observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó puntos GPS, fotografías del terreno y se realizó el levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.0234 y 0.0117 m/pixel respectivamente, complementada con la fotointerpretación de las imágenes satelitales.

Cabe mencionar, que (Vílchez et al.,2019), refiere que el Centro Poblado Sanabamba presenta una susceptibilidad muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa. A continuación, se describen los peligros descritos y evaluados:

5.1.1. Deslizamiento rotacional activo (Margen izquierda de la Quebrada de Chiviatohuayco)

En la evaluación de campo, 26 de agosto del 2022, se identificó deslizamientos rotacionales activos que se encuentran en el margen izquierdo de la quebrada Chiviatohuayco, que distan al centro poblado Sanabamba en 280 m lineales.

La roca madre, son limoarcillitas ligeramente pizarrosas con presencia de lutitas carbonosas, que se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas.

En el cuerpo principal del deslizamiento, se encuentra reforestación, con plantaciones de arbustos y pastos de la zona.

Según el testimonio de los pobladores, este proceso empezó hace más de 5 años presentando movimiento hasta el día de la inspección, afecta hectáreas de terrenos de cultivos (cacao, café y otros productos de la zona) en 9 ha. (figura 14).



Figura 14. Vista del proceso de movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional (enmarcado en líneas amarillas) y flujos de detritos en el cauce de la quebrada (polígono de color morado)

En el cuerpo del deslizamiento se observaron múltiples grietas transversales, es importante mencionar que en el cuerpo del deslizamiento se evidencia grietas transversales, por donde salen emanaciones de humo con olor a azufre y carbón y olores semejante a pólvora.

Las causas del deslizamiento son:

- Roca muy fracturada y altamente meteorizada, alternancia litológica
- Presencia de aguas superficiales y subterráneas.
- Pendiente del terreno (27°), que permite que la masa inestable se movilice cuesta abajo.
- Deforestación, que permite que el agua de lluvia se infiltre fácilmente al cuerpo de la masa inestable.
- Aumento de peso de la masa inestable, por la infiltración de agua proveniente de la lluvia.

Las intensas lluvias es el factor detonante de la reactivación del deslizamiento.

Características visuales del evento

El deslizamiento rotacional, ubicada en la margen izquierda de la quebrada Chiviatohuayco, presenta las siguientes características y dimensiones:

- Deslizamiento de tipo rotacional, reactivado
- La forma de la escarpa principal es semicircular y elongada (figura 12), con longitud de 200 m.
- El salto del escarpe principal es de 2 m (figura 12).
- El escarpe principal del deslizamiento reactivado reciente presenta una longitud de 100 m. (figura 13).
- La distancia entre el escarpe y el pie del deslizamiento, donde ocurre la emanación de gas es de 50 m.
- Presencia de emanación de humo con olor a azufre, carbón y semejante a la pólvora (figura 15).
- Cuerpo del deslizamiento se encuentra deforestado.
- El deslizamiento antiguo inactivo latente se encuentra disectada por erosión en cárcava con avance retrogresivo.

5.1.2. Emanaciones de Humo

Las emanaciones de humo se iniciaron el 06 de setiembre del año 2021, permaneciendo hasta el momento de la inspección, estas se encuentran dispuestas a lo largo del cuerpo del deslizamiento y se encuentran paralelo a la línea del escarpe principal del deslizamiento.

Los pobladores del centro poblado de Sanabamba se encuentran afectados principalmente por las emanaciones de gases con olor a azufre y carbón (figura 15), que irrita fosas nasales y ojos.

Estas emanaciones se acrecientan en la temporada de lluvia y disminuye en temporadas de estiaje.

Los gases aumentan de volumen cuando llueve, debido a que el agua al caer sobre la roca caliente produce mayor condensación de gases.

Cabe mencionar que, en la superficie donde emana el humo, se percibe una mayor temperatura que la del ambiente.



Figura 15. Vista de las emanaciones de gases en forma de humo, el cual se ubica en la margen izquierda de la quebrada Chiviatohuayco, estas emanaciones irritan fosas nasales y ojos de los pobladores del C.P. Sanabamba.

5.1.2.1. Causas de las emanaciones de gases.

En otros sectores de nuestro país se han producido situaciones similares de emanación de gases asociados a deslizamientos que han afectado rocas carbonosas (lutitas bituminosas y capas de carbón), como el caso de Kimbiri-Cusco (Núñez & Rivera, 2001); Tambo Real – Ancash (Luque & Delgado, 2012); Caserío de Alto Pacae – Huánuco (Núñez & Medina, 2007)

La roca aflorante en estos sectores corresponde a lutitas carbonosas, que contienen carbón natural, que está funcionando como combustible.

Al producirse el deslizamiento de las lutitas carbonosas con alto contenido de materia orgánica, se produce rozamiento y fricción entre ellas produciéndose la combustión de la materia orgánica con desprendimiento de calor (figura 16).

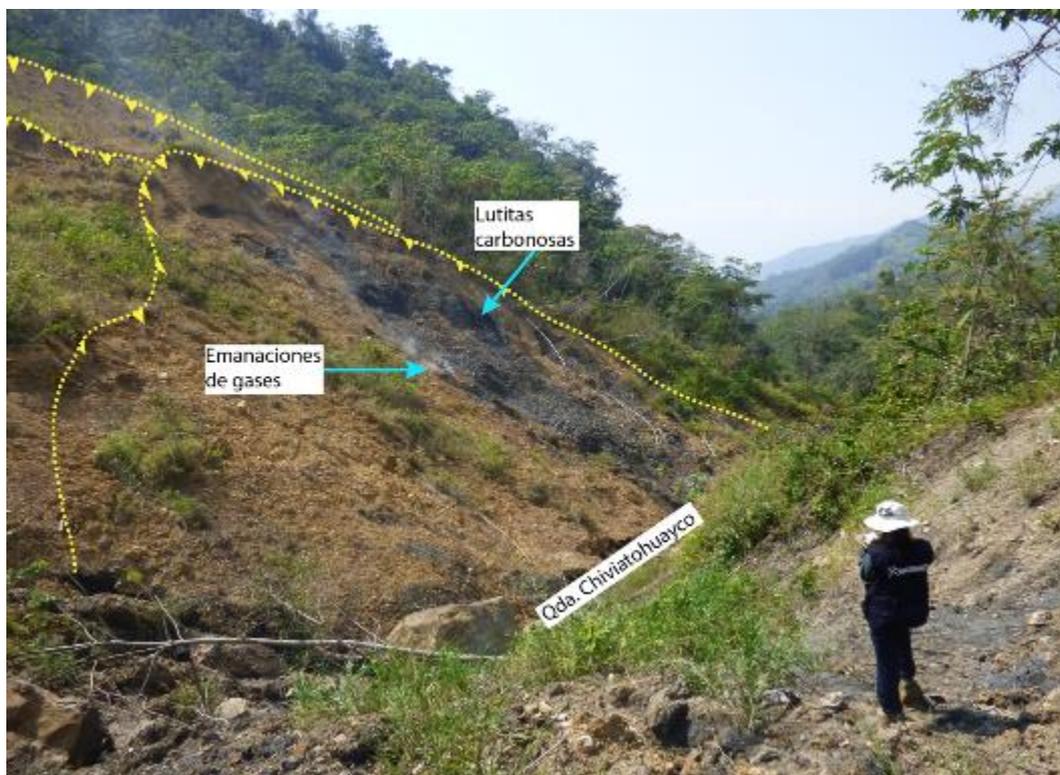


Figura 16. Vista del del cuerpo del deslizamiento en cuyo cuerpo se puede evidenciar emanaciones de gases por la combustión de las lutitas carbonosas, debido a la fricción del terreno.

Cuando se inició este fenómeno, la roca llegó a calcinarse dejando como resultado restos de cenizas gris blanquecinas y amarillentas, en ocasiones las rocas y suelos le proporciona un color rojizo (estas características se pudieron observar en el trabajo de campo realizado) (fotografía 5).

Es posible que sigan las emanaciones de humo por cierto tiempo, hasta que el deslizamiento se estabilice o hasta que la materia orgánica que contiene la roca se agote.



Fotografía 5. Vista de la roca calcinada, dejando como resultado restos de cenizas gris blanquecinas y amarillentas, en ocasiones a las rocas y suelos le proporciona un color rojizo.

Otro aspecto visible son las surgencias de agua que emergen al pie del deslizamiento, estas presentan coloración amarilla y lechosa, tiene un olor fuerte a huevo podrido.



Fotografía 6. Se evidencia las surgencias de aguas de coloración amarillenta, presentan olor a huevo podrido, con coordenadas UTM (WGS 84): 647064 E; 8580141 N.



Fotografía 7. Vista de sustancias lechosas que discurre muy cerca del pie del deslizamiento, donde ocurre emanaciones de gases, con coordenadas UTM (WGS 84): 647090 E; 8580133 N.

5.1.3. Erosión de laderas en cárcava en la margen izquierda de la quebrada Chiviatohuayco.

Las cárcavas son incisiones en terreno producto de la erosión que genera el agua; al profundizarse y ampliarse estos se convierte en cárcavas, las cuales actúan como cauces de concentración y transporte de agua y sedimento.

Cabe mencionar que este proceso se desarrolla por la erosión del agua superficial, y las surgencias de aguas subterráneas.

Estas cárcavas en el cuerpo del deslizamiento tienen profundidades variables de hasta 10 m aproximadamente, cuya erosión retrogresiva de sus márgenes ha generado un ancho de hasta 20 m en la zona más amplia.

Finalmente, el material acumulado por la erosión de ladera es susceptible a saturarse y movilizarse torrente abajo en forma de flujo de detritos.

5.1.4. Flujo de detritos en la quebrada Chiviatohuayco

Las precipitaciones pluviales intensas, acarrear el material acumulado por la erosión de ladera, derrumbes y deslizamientos que ocurren en ambos márgenes de la quebrada Chiviatohuayco, saturándose y perdiendo la estabilidad, para luego movilizarse torrente abajo en forma de flujo de detritos (huaico).

Características visuales del evento

El flujo de detritos se emplaza a lo largo del cauce de la quebrada Chiviatohuayco, presenta las siguientes características y dimensiones:

- Estado de la actividad: Activo.
- Depósito: Cono / abanico (figura 17)
- Material: Heterogéneo y heterométrico.
- Flujo de material: canalizado.
- Tamaño de los fragmentos de roca: Bloq/Bol (25%), Gr (35%), Ar/Lim (40%).
- La quebrada presenta múltiples eventos anualmente en temporada de lluvias



Figura 17. Vista del abanico del flujo de detritos, el cual se forma en la desembocadura de la quebrada Chiviatohuayco, en la margen izquierda de la quebrada se observa emanación de gases.

El flujo de detritos corresponde a un material inconsolidados a poco consolidado (depósitos de flujos de detritos antiguos), conformado por bloques de formas sub angulosos a angulosos, con diámetros que varían de 0.10 hasta 0.50 m envueltos en matriz fina (limo arenoso), permeable. Los flujos de detritos antiguos transportaron bloques con diámetro de 1.2 m hasta 6 m, depositados en el cauce de la quebrada (fotografía 8).



Fotografía 8. Vista del bloque con 6 m de diámetro, el cual se encuentra dispuesto en el cauce de la quebrada Chiviatohuayco, esto indica la gran actividad geodinámica que tiene.

En el depósito de abanico se puede diferenciar dos eventos de flujos de detritos antiguos, el primero con espesor de 50 cm y el segundo con 38 cm, lo cual demuestra la cantidad de material suelto que se encuentra dispuesto en el cauce (figura 18).

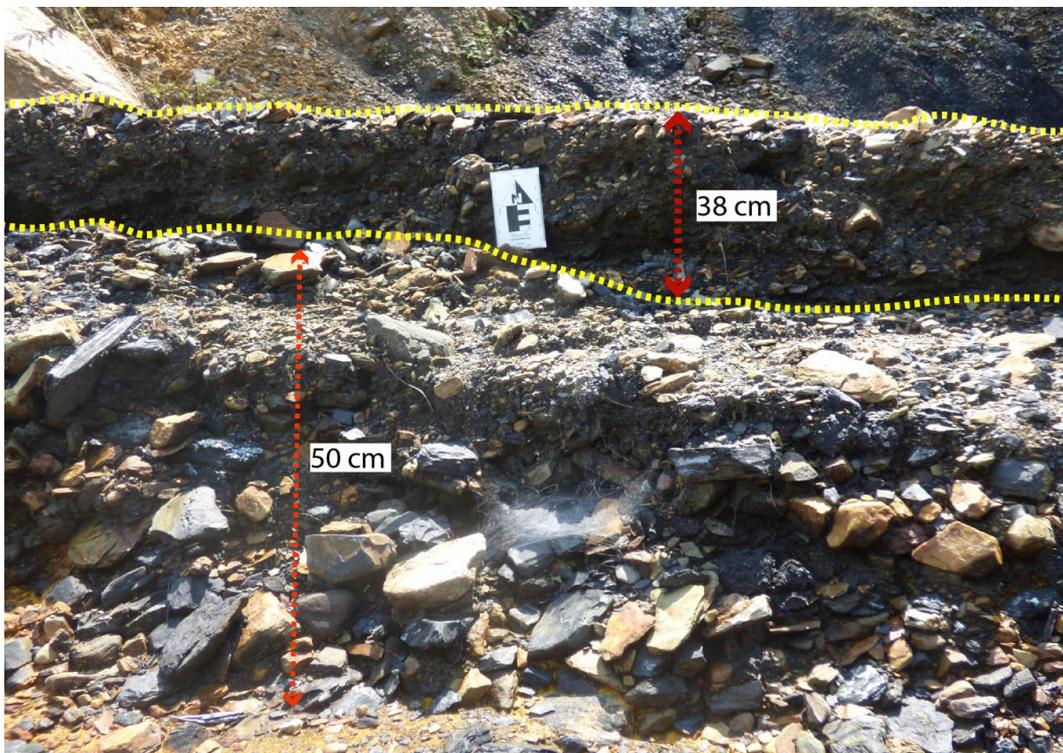


Figura 18. Vista del depósito del flujo de detritos, se pudo observar dos grandes avenidas del flujo, el primero con un espesor de 50 cm y el segundo con 38 cm.

Por la morfología de la zona, este flujo de detritos que ocurre periódicamente en la quebrada Chiviatohuayco, no afecta viviendas del centro poblado de Sanabamba, porque este se asienta sobre una lomada a 30 m sobre la base local. (figura 19).



Figura 19. Se muestra el recorrido del flujo de detritos, el cual no afecta las viviendas del poblado, porque estas se encuentran asentadas sobre una lomada.

Análisis de perfil Transversal:

Tomando como base el levantamiento fotogramétrico con “dron” se generó el Modelo Digital de Terreno (MDT) y se elaboró un perfil transversal (figura 20) con el objetivo de caracterizar la morfometría de los deslizamientos rotacionales ubicados en ambos márgenes de la quebrada Chiviatohuayco, el cual se describe a continuación:

El perfil NE-SW, muestra gráficamente el cuerpo de los deslizamientos de tipo rotacional.

Los deslizamientos activos ubicados en la margen izquierda de la quebrada Chiviatohuayco, muestran desplazamientos con dirección SW, donde se evidencia un salto de hasta 2m, que corresponde al escarpe principal, además, se muestra los planos de rotura inferido (figura 20).

El deslizamiento ocurre en las lutitas carbonosas con alto contenido de materia orgánica, produce rozamiento y fricción entre las rocas, produciéndose la combustión de la materia orgánica, con desprendimiento de calor, generando emanaciones de gases con olor a azufre y carbón, estos gases nocivos que irritan fosas nasales y ojos de los pobladores.

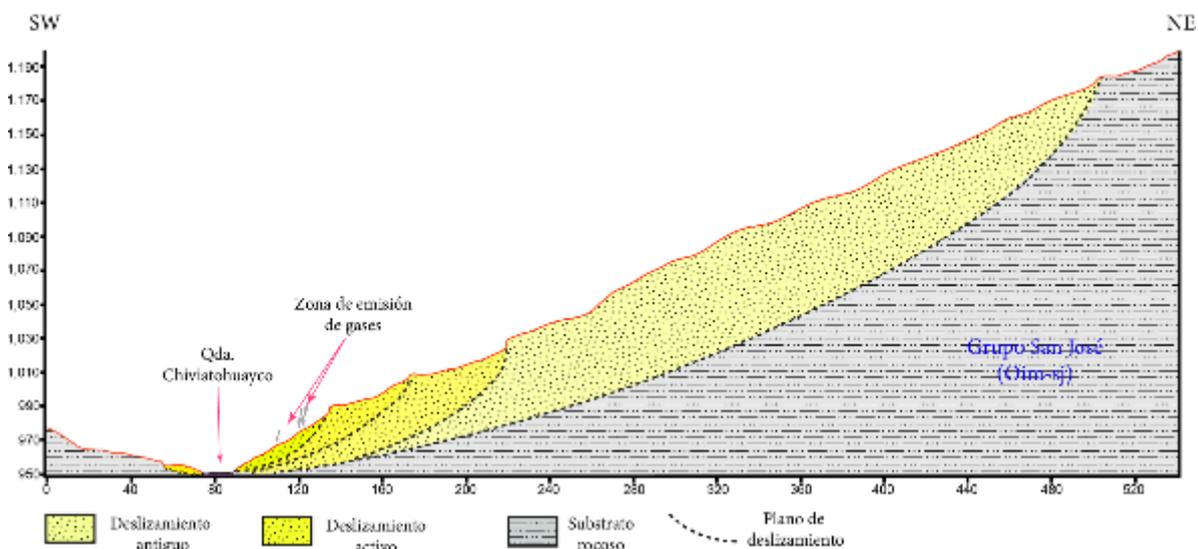
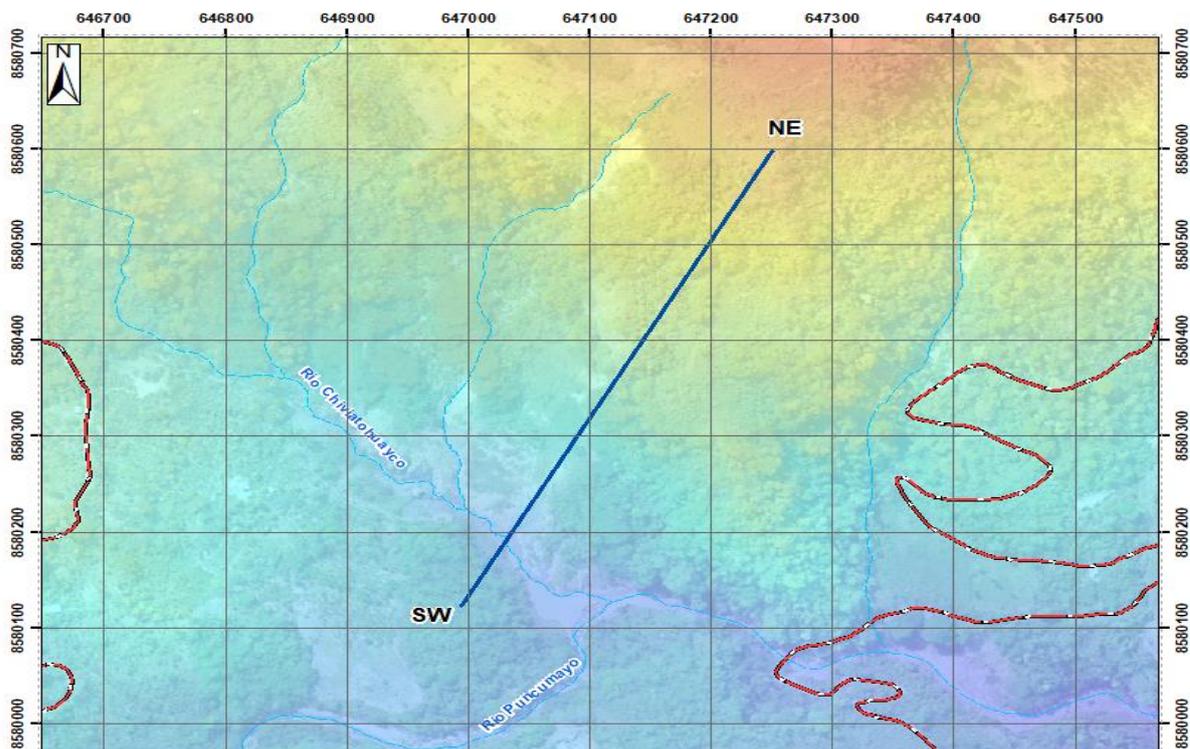


Figura 20. Perfil transversal NE-SW sobre el modelo (MDT), se muestra el perfil de los deslizamientos, las zonas de emisión de humos y las superficies de deslizamiento inferido.

5.1.5. Factores condicionantes

Con respecto a los procesos de movimientos en masa que ocurren en el área de evaluación, tenemos:

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto limoarcillitas ligeramente pizarrosas, con nódulos lutáceos carbonosos, en la secuencia se observa intercalaciones de areniscas de grano medio y lutitas carbonosas del Grupo San José y areniscas de grano fino y limolitas de la Formación Yahuarango, muy fracturadas y altamente meteorizadas,

lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.

- Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), dispuestos en laderas, compuestos por fragmentos líticos de areniscas, lutitas y limolitas, con diámetros que varían entre 1 cm a 20 cm, de formas angulosos a subangulosos, envueltos en una matriz limo-arcillosa, que, al ser poco consolidados, son de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas.

Factor geomorfológico

- Presencia de montañas modeladas en rocas sedimentarias, con laderas de pendiente fuerte (15°- 25°) a muy fuerte (25°- 45°), permiten 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.

5.1.6. Factores desencadenantes

- **PRECIPITACIONES:** Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, para el periodo de setiembre del 2018 – setiembre del 2022, alcanzó un máximo de 38.4 mm en un día.
- **SISMOS,** de generarse un sismo de gran intensidad podría reactivar el deslizamiento.

5.1.7. Análisis de muestras en laboratorio

Durante la evaluación técnica en campo, se recolectó 02 muestras de roca (extraída de la zona donde ocurre las emanaciones de humo), estas muestras se enviaron al laboratorio de química del Ingemmet, donde se realizó el análisis químico de las muestras.

En el anexo 02, muestra los resultados analíticos de:

- 1 muestra - Ensayo de roca total 18 elementos
- 1 muestra - Ensayo multielemental 33 elementos
- 1 muestra - Ensayo multielemental 23 elementos

Asimismo, se adjunta los Informes de QA/QC:

- M2.2-F-032: Informe de QA/QC del Laboratorio de Química.
- M2.2-F-097: Control de calidad de preparación de muestras.
- M2.2-F-062: Reporte de resultados de preparación mecánica por conminución.

6. CONCLUSIONES

1. En el área afloran rocas de origen sedimentario, correspondientes al Grupo San Jose, constituida por limoarcillitas ligeramente pizarrosas, con nódulos lutáceos carbonosos, con intercalaciones de areniscas de grano medio y lutitas carbonosas y la Formación Yahuarango constituida por areniscas de grano fino, limolitas arcillosas. Estas rocas se encuentran muy fracturadas y altamente meteorizadas, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
2. El deslizamiento rotacional, ubicado al noreste del C.P. Sanabamba a 280 m, se encuentra activo desde hace más de 5 años (según testimonio de los pobladores), ha afectado terrenos de cultivos (cacao, café y otros) en 9 ha.
3. Al generarse el deslizamiento en las lutitas carbonosas (con alto contenido de materia orgánica), sobre el plano de falla, se produjo un rozamiento y fricción entre las rocas, que generó la combustión de la materia orgánica y prendimiento, que ocasionó emanaciones de gases nocivos con olor a azufre y carbón, que irritan fosas nasales y ojos de los pobladores.
4. Estos gases emanan en gran cantidad de humo en temporadas de lluvia, disminuyendo en temporadas de estiaje. Estos aumentan su volumen cuando el agua de lluvia al incidir sobre la roca caliente produce mayor condensación de gases.
5. Es posible que sigan las emanaciones de humo por cierto tiempo, hasta que el deslizamiento se estabilice o hasta que la materia orgánica que contiene la roca se agote.
6. La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), adosados a las laderas de las montañas.
 - Roca de mala calidad.
 - Laderas con pendientes fuertes a muy fuertes.
 - Acción de las aguas de escorrentía que saturan el terreno.
7. El factor desencadenante para la ocurrencia de movimientos en masa se atribuye a las lluvias intensas como la registrada 06 de febrero del 2021, que llegó a 38.4 mm (puede considerarse como humbral).
8. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, la quebrada Chiviatohuayco, se considera como zona de **Peligro Alto** por deslizamientos; susceptibles a ser reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas o sismos.

7. RECOMENDACIONES

1. Evitar los cultivos de cualquier índole, en áreas aledañas a la zona de emanación de gases por que pueden ser afectados.
2. No talar, ni quemar árboles para ganar terrenos para la agricultura, porque esto facilita la infiltración de las aguas superficiales, provocando la generación de deslizamientos, erosión de laderas y derrumbes en la zona.
3. Realizar un análisis químico del agua que discurre por la quebrada Chiviatohuayco, el cual presenta coloración amarilla, materia lechosa y un fuerte olor a huevo podrido.
4. Es posible que sigan las emanaciones de humo por cierto tiempo, hasta que la materia orgánica contenida en la roca se agote.
5. Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de riesgo.



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

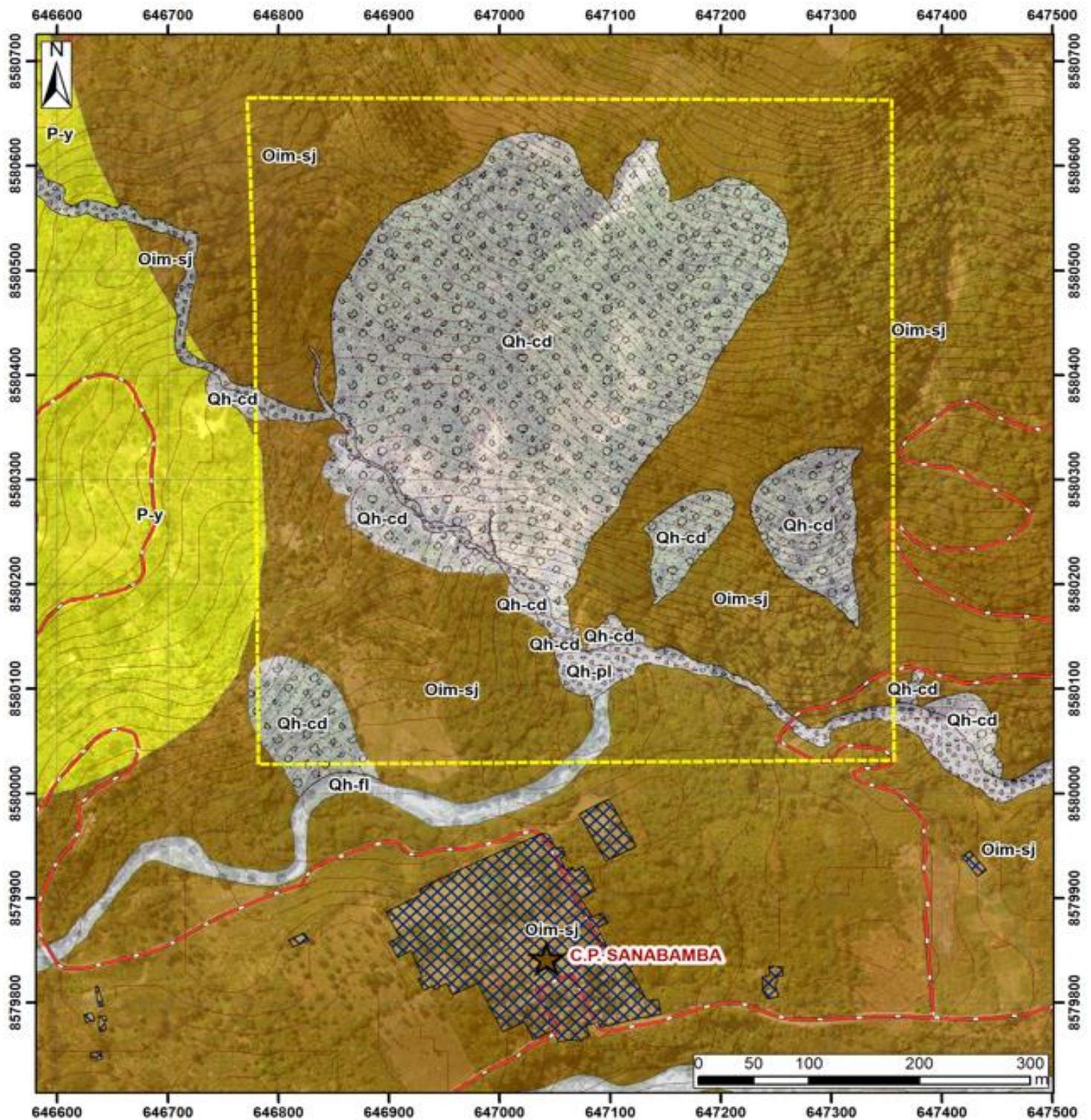


Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Luque & Delgado. (2012) – Informe Técnico N° A6592, Evaluación Ingeniero – Geológica de los deslizamientos de Yauya y Tambo Real. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1564>
- Valencia et al. (2021) – Actualización Carta Geológica Nacional: Boletín N° 20, Serie L: Geología del cuadrángulo de San Francisco (hojas 26 o 1, 26 o 2, 26 o 3, 26 o 4), Escala 1:50 000. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3140>
- Nuñez & Medina. (2007) – Informe Técnico Geología Ambiental: Peligros Geológico en el caserío de Alto Pacae. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2280>
- Nuñez & Rivera. (2001) – Inspección Geológica del Área de Kimbiri: Informe técnico A5943, <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3994>
- Vílchez, M., Ochoa, M., & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ayacucho. INGEMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 70. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2480>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

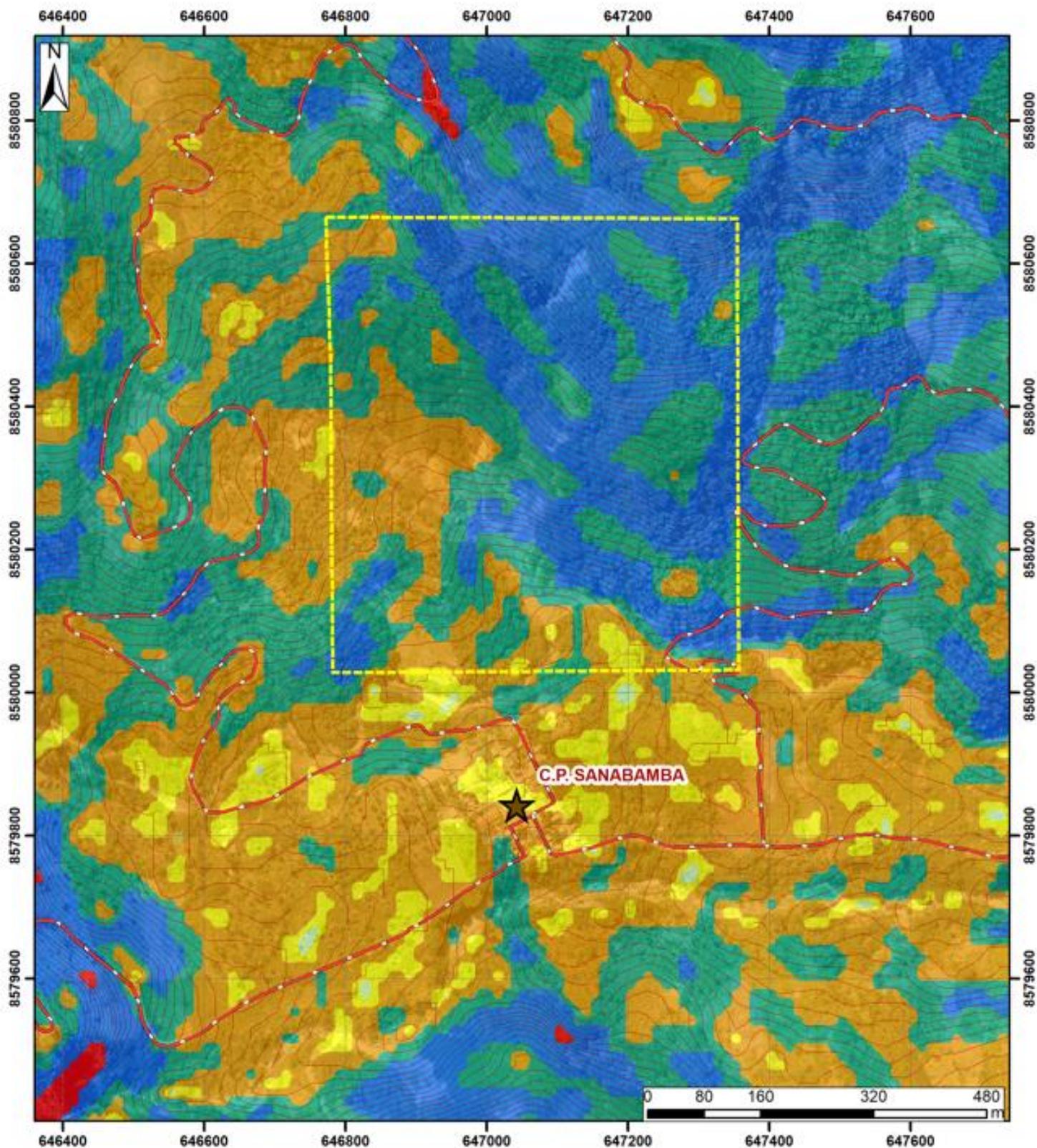
ANEXO 1: MAPAS



LEYENDA	
Unidades geológicas	
	Qh-fl Depósito fluvial
	Qh-cd Depósito coluvio-deluvial
	Qh-pl Depósito proluvial
	P-y Formación Yahuarango
	Oim-sj Grupo San José

Simbología	
	C.P. Sanabamba
	Área rural
	Área de estudio
	Vía vecinal
	Falla inversa
	Red de drenaje
	Curvas de nivel

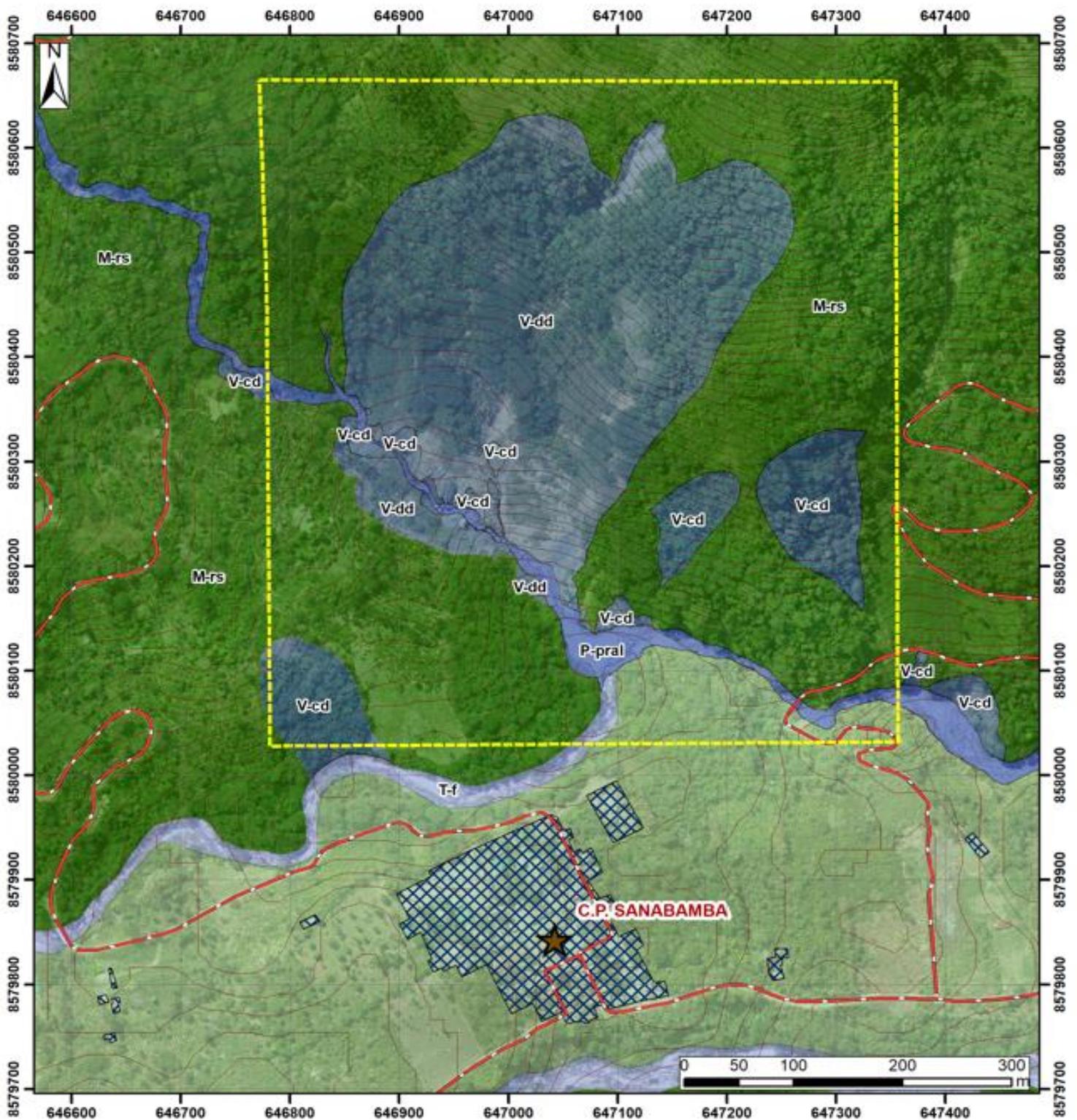
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
Región Ayacucho Provincia La Mar Distrito Samugari	
GEOLOGÍA DEL C.P. SANABAMBA Y ALREDEDORES	
Escala: 1/5000	Elaborado por: Ccorimanya Ely
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2022	Impreso: Enero 2023
MAPA	
01	



RANGO DE PENDIENTES	
	0°-1° Llano
	1° - 5° Inclinación suave
	5°-15° Moderado
	15-25° Fuerte
	25°-45° Muy fuerte
	> 45° Muy escarpado

Simbología	
	C.P. Sanabamba
	Curvas de nivel
	Red de drenaje
	Vía vecinal
	Área de evaluación

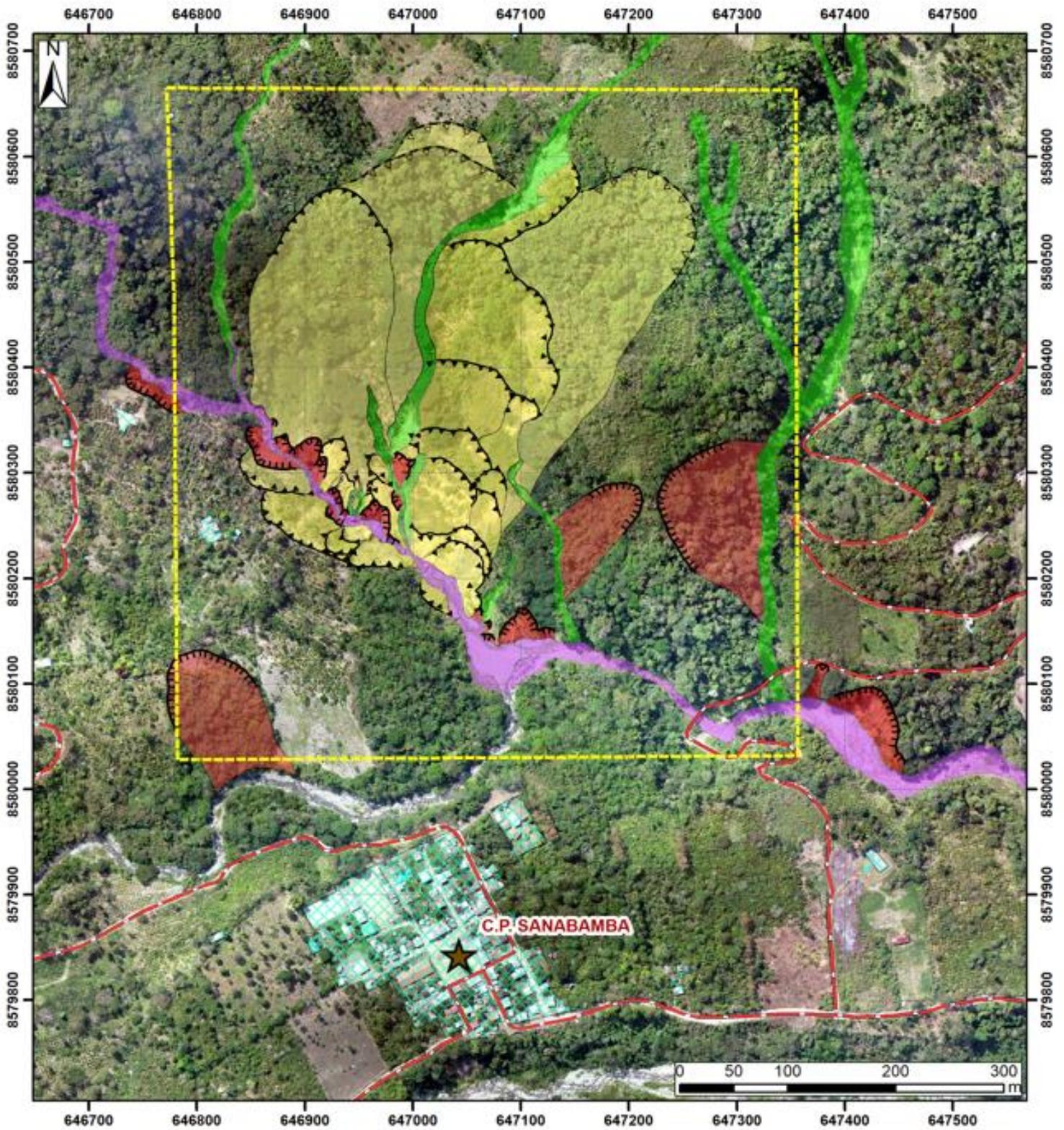
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
Región Ayacucho Provincia La Mar Distrito Samugari	
PENDIENTES DEL TERRENO DEL C.P. SANABAMBA Y ALREDEDORES	
Escala: 1/7500	Elaborado por: Ccorimanya Ely
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2022	Impreso: Enero 2023
MAPA 02	



LEYENDA	
Subunidad Geomorfológica	
L-rs	Lomada en roca sedimentaria
M-rs	Montaña en roca sedimentaria
P-pral	Piedemonte proluvial o aluviotorrencial
T-f	Terraza fluvial
V-cd	Vertiente coluvideluvial
V-dd	Vertiente con depósito de deslizamiento

Simbología	
★	C.P. Sanabamba
▣	Área rural
▭	Área de estudio
—	Vía vecinal
~	Red de drenaje
—	Curvas de nivel

 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
Región Ayacucho Provincia La Mar Distrito Samugari	
GEOMORFOLOGÍA DEL C.P. SANABAMBA Y ALREDEDORES	
Escala: 1/5000	Elaborado por: Ccorimanya Ely
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2022	Impreso: Enero 2023
MAPA 03	



LEYENDA	
Peligros Geológicos	
	Derrumbe activo
	Derrumbe inactivo latente
	Deslizamiento rotacional activo
	Deslizamiento rotacional inactivo latente
	Flujo de detritos activo
	Erosión en cárcava

Simbología	
	C.P. Sanabamba
	Escarpe de derrumbe
	Escarpe de deslizamiento activo
	Escarpe de deslizamiento antiguo
	Red de drenaje
	Vía vecinal
	Área de evaluación
	Área rural

 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
Región Ayacucho Provincia La Mar Distrito Samugari		
PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL C.P. SANABAMBA Y ALREDEDORES		
Escala: 1/5000 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2022	Elaborado por: Ccorimanya Ely Datum: WGS 84 Impreso: Enero 2023	MAPA 04

ANEXO 2: RESULTADOS ANALÍTICOS DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

	FORMATO	Código: M2.2-F-062
	REPORTE DE RESULTADOS DE PREPARACIÓN MECÁNICA POR CONMINUCIÓN	Versión: 01
		Fecha de apr: 6/06/2022
		Página: 1 de 1

REPORTE INTERNO N° 083-2022-INGEMMET/DL-LPM-APMM

I. Datos generales de la solicitud

Solicitud / OT N° / Oficio N°:	28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11	Código interno:	2022-0282
Código y nombre el proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe del proyecto o <i>usuario externo</i> :	NUÑEZ JUAREZ SEGUNDO ALFONSO		
Cantidad de muestras:	1	Fecha:	18/10/2022

II. Datos de la preparación

a. Tipo de preparación y cantidad de muestras preparadas

	Pulverizado	Chancado	Cuarateado / homogeneizado	Tamizado
Total	1	-	-	-

b. Características de los equipos utilizados en la preparación

Etapa	Equipo	Característica de la preparación
SECADO DE MUESTRA	Estufa Eléctrica	JICA
CHANCADO PRIMARIO	Chancadora Primaria	Quijadas (Mandíbulas)
CHANCADO SECUNDARIO	Chancadora Secundaria	RHINO
CUARTEADO/HOMOGENEIZADO	Hunger	Modelo (RIFLES)
PULVERIZADO	PULVERISSETTE 9/MOLINO PLANETARIO PM 400	La pulverización de las muestras se llevaron a cabo en el pulverizador planetario con mortero y esferas de ágata.

c. Características de la muestra

N°	Código de cliente/ Número correlativo*	Cantidad de muestra (g)	Secado T (°C)	Chancado			Cuarateado y homogeneizado	Pulverizado/ Tamizado	Producto Final			Análisis solicitados*
				Entrada(g)	Primario	Secundario			Total (g)	N° Tamiz	Abertura de Tamiz (µm)	
				(g)	Salida (g)	Salida (g)						
1	ACT11-22-02	3468	40	3424	3400	3376	117.02	85.08	85.08	- 140	106µm	1 - 2 - 3

CONTROL DE CALIDAD - ÁREA DE PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS

MUESTRAS	CANTIDAD
Procesadas en preparación mecánica	1
No procesadas (pulverizadas por el cliente)	0
Total de muestras del cliente	1
Muestras de control LPM (blancos y duplicados)	2
Total de muestras	3

III. OBSERVACIONES

Sin observaciones

V°B° Responsable del Laboratorio de Preparación de Muestras	Responsable del Área de Preparación Mecánica de Muestras
 <p>Firmado digitalmente por CONDORHUAMAN SUAREZ, Ana Luz FAU 20112919377 soft Empresa: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico Motivo: Visado del documento Fecha: 2022/12/06 16:50:46-0500</p>	 Robert Montenegro Villanueva Área de Preparación de Muestras

Nota:

* El número correlativo y análisis solicitados aplica solo para solicitudes internas derivadas entre laboratorios.

- 1) Ensayo de roca total 18 elementos.
- 2) Ensayo multielemental 33 elementos.
- 3) Ensayo multielemental 23 elementos.
- 4) Determinación de oro en muestras geológicas sólidas por ensayo al fuego con finalización por absorción atómica.
- 5) Ensayo de mercurio por vapor frío/AFS.
- 6) Ensayo polimetálico.
- 7) Ensayo de extracción secuencial.
- 8) Ensayo de óxidos mayores por fluorescencia de rayos X.
- 9) Ensayo de metales base por fluorescencia de rayos X.

	FORMATO	Código : M2.2-F-097
	CONTROL DE CALIDAD DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS	Versión : 00 Fecha aprob.: 20/08/2021 Página : 1 de 7

REPORTE DE CONTROL DE CALIDAD N° 083-2022-INGEMMET/DL-LPM

1. REFERENCIA DE SOLICITUD

N° de solicitud / Orden de Trabajo	Solicitud N° 28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11	Código interno:	2022-0282
Jefe del proyecto	Núñez Juárez Segundo Alfonso		
Solicitante	Norma Luz Sosa Senticala		
Informe de ensayo / Reporte de resultados	INFORME DE ENSAYO N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Fecha de emisión	6/12/2022		

2. PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

Objetivo: Realizar el control de la calidad de la preparación mecánica de las muestras para análisis químicos, mediante los siguientes controles:

- Análisis de blancos.
- Análisis de duplicados.
- Análisis granulométricos (según corresponda).

2.1. ANÁLISIS DE BLANCOS:

Para la evaluación de blancos, se utiliza el gráfico de comparación entre valores obtenidos en el laboratorio interno y los valores certificados del blanco fino o grueso, según corresponda. Los límites de error se determinan de acuerdo al criterio propuesto por Simón (2005), descrito en el acápite siguiente.

2.2. ANÁLISIS DE DUPLICADOS:

Para la evaluación se utiliza el método hiperbólico (Simón, 2005), que consiste en evaluar en un gráfico con el auxilio de una función hiperbólica ($y^2 = m^2x^2 + b^2$). Según este método, la pendiente m de la asíntota de la hipérbola se calcula en función del error relativo aceptable para el tipo de muestra de control y el término independiente b se estima en función del límite de detección del elemento (L.D.I.). La ventaja de este método consiste en que también incluye en el análisis las muestras con valores bajos, incluso cercanos al límite de detección, usualmente excluidas por otros métodos.

Para realizar el análisis, se agruparon los elementos según su L.D.I.

En las siguientes páginas, se presentarán los análisis de blancos, según el L.D.I.



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO	Código : M2.2-F-097 Versión : 00 Fecha aprob.: 20/08/2021
	CONTROL DE CALIDAD DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS	Página : 2 de 7

TABLA N° 01. Resultados en muestras para blancos de elementos agrupados por su respectivo L.D.I. de 0.01%, 0.1 ppm, 0.2 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 5 ppm y 10 ppm.

Elementos	BLANCO FINO CI2022-0282-1	BLANCO GRUESO CI2022-0282-2	VBF Actlabs	VBG Actlabs	L.D.I
Al	0.14	0.03	0.42	0.33	0.01
Al ₂ O ₃	0.26	0.05	0.79	0.63	0.01
Ca	0.27	0.03	0.05	0.02	0.01
CaO	0.38	0.04	0.05	0.01	0.01
Fe	0.05	0.07	0.05	0.02	0.01
Fe ₂ O ₃	0.07	0.10	0.06	0.13	0.01
K	0.03	0.01	0.08	0.10	0.01
K ₂ O	0.04	0.02	0.10	0.11	0.01
LOI*	0.25	<0.01	0.55	0.57	0.01
Mg	0.02	<0.01	0.00	0.00	0.01
MgO	0.04	<0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01
MnO	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01
Na	0.04	<0.01	0.36	0.32	0.01
P	<0.01	<0.01	0.00	0.00	0.01
P ₂ O ₅	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01
Si	46.06	46.36	46.00	46.00	0.01
SiO ₂	98.55	99.20	98.20	99.11	0.01
Ti	0.02	<0.01	0.02	0.01	0.01
TiO ₂	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01
Na ₂ O	0.06	<0.02	0.51	0.43	0.02
Cs	0.11	<0.05	0.41	20.00	0.05
Dy	0.4	<0.1	0.6	0.3	0.1
Er	0.2	<0.1	0.4	0.2	0.1
Eu	0.1	<0.1	0.2	0.1	0.1
Gd	0.4	<0.1	0.6	0.3	0.1
Ho	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1
Nd	2.7	0.1	3.4	1.7	0.1
Pr	0.6	<0.1	0.9	0.4	0.1
Sm	0.6	<0.1	0.9	0.4	0.1
Tb	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1
Tm	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1
U	0.1	<0.1	0.4	0.2	0.1
Yb	0.3	<0.1	0.5	0.3	0.1
Lu	<0.15	<0.15	0.07	0.04	0.15



CONTROL DE CALIDAD DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS

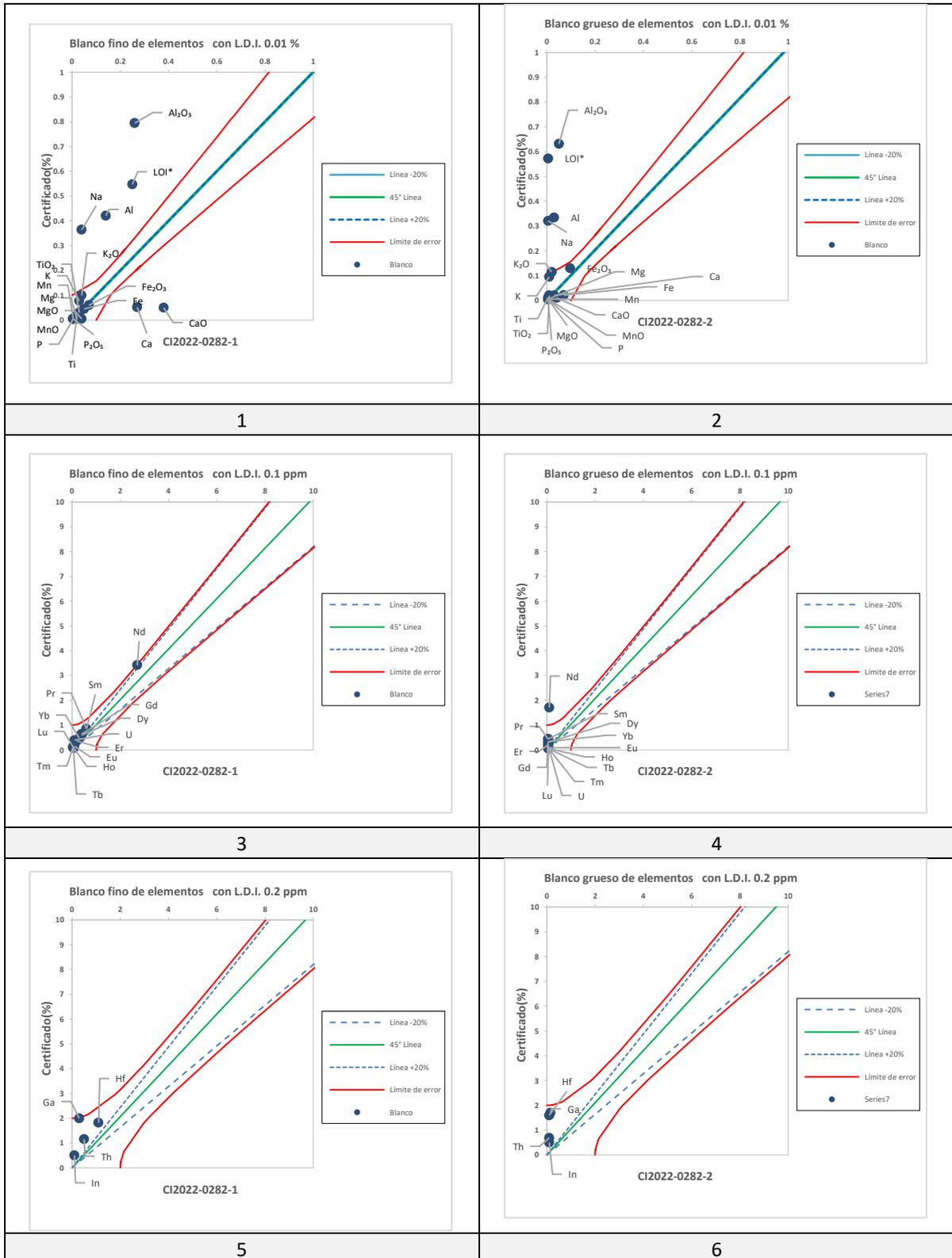
Elementos	BLANCO FINO CI2022-0265-1	BLANCO GRUESO CI2022-0282-2	VBF Actlabs	VBG Actlabs	L.D.I
Hf	1.1	<0.2	1.8	1.6	0.2
In	<0.2	<0.2	0.5	0.5	0.2
Th	0.5	<0.2	1.2	0.7	0.2
Ga	0.3	<0.3	2.0	1.7	0.3
Ag	<0.5	<0.5	0.2	0.2	0.5
Ce	5.3	<0.5	7.1	3.6	0.5
Nb	0.7	<0.5	1.1	0.8	0.5
Ta	<0.5	<0.5	0.4	0.3	0.5
Tl	<0.5	<0.5	1.0	1.0	0.5
Be	<0.6	<0.6	0.3	0.3	0.6
Cd	<1	<1	0.5	0.5	1
Co	<1	<1	0.5	0.5	1
Cr	4	3	2	2	1
W	<1	<1	1	1	1
Zn	6	3	3	3	1
Cu	<2	<2	1	1	2
La	3	<2	3	1	2
Li	6	4	7	5	2
Mo	<2	<2	1	1	2
Rb	<2	<2	3	2	2
Sb	<2	<2	0.3	0.2	2
Sr	14	<2	15	2	2
As	<5	<5	2	2	5
Ba	28	<5	38	16	5
Ni	<5	<5	1	1	5
Pb	<5	<5	3	3	5
Sc	<5	<5	0.3	0.3	5
W	<5	<5	1	1	5
Y	<5	<5	20	20	5
Zr	37	<5	80	70	5
Bi	<10	<10	3	3	10
Sr	14	<10	15	2	10
V	<10	<10	2	1	10



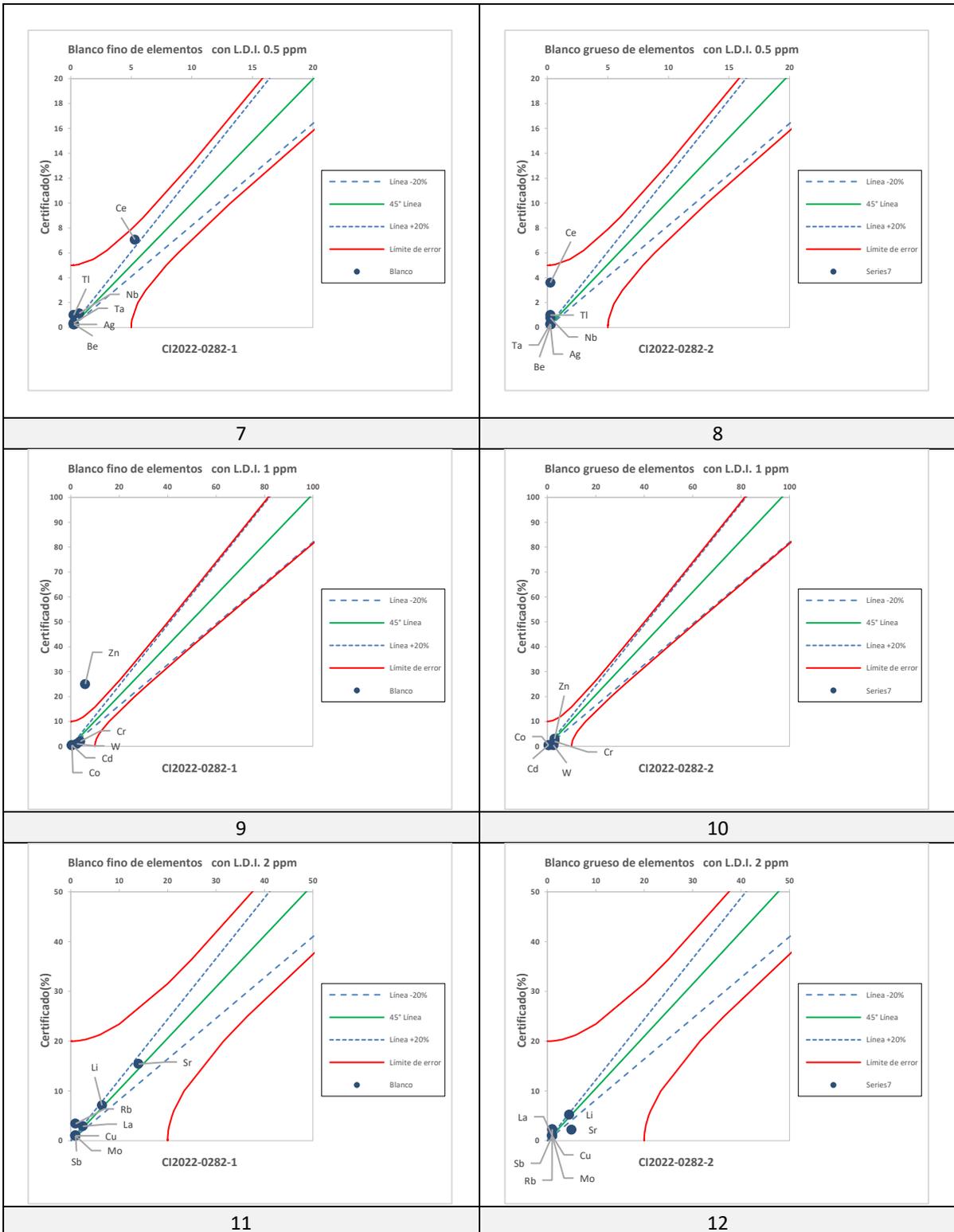
*VBF: Valores de blanco fino según laboratorio externo, *VBG: Valores de blanco grueso según laboratorio externo.

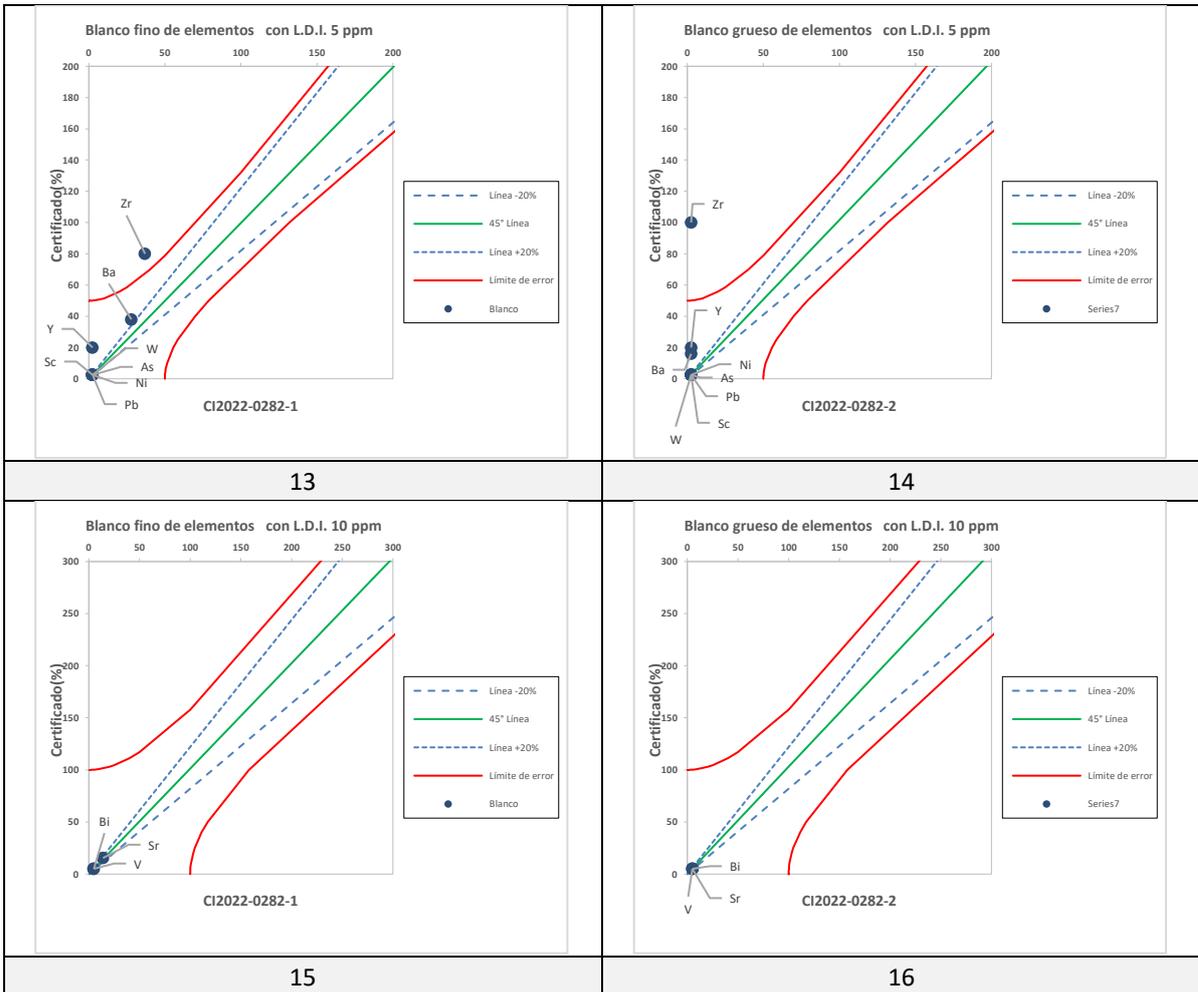
3. GRÁFICAS DE CONTROL

Resultados de blancos, con límite de detección de 0.01%, 0.1 ppm, 0.2 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 2 ppm, 5 ppm y 10 ppm.



**CONTROL DE CALIDAD DE
 PREPARACIÓN DE MUESTRAS**





	FORMATO	Código : M2.2-F-097 Versión : 00 Fecha aprob.: 20/08/2021
	CONTROL DE CALIDAD DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS	Página : 7 de 7

4. CONCLUSIONES Y/U OBSERVACIONES.

CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • En las figuras del 01 al 16, se evidenció que no existe de contaminación, teniendo un control de calidad satisfactorio al igual que los resultados analíticos reportados. • En las figuras 01 y 02, el Al₂O₃, Al, Na y LOI* presenta una concentración inferior a la certificada. En consecuencia, dichas concentraciones guardan congruencia con los resultados obtenidos en el laboratorio institucional, por lo que el control de calidad y los resultados analíticos reportados son satisfactorios. • En la figura 04, el Nd presenta una concentración inferior a la certificada. En consecuencia, dichas concentraciones guardan congruencia con los resultados obtenidos en el laboratorio institucional, por lo que el control de calidad y los resultados analíticos reportados son satisfactorios. • En la figura 09, el Zn presenta una concentración inferior a la certificada. En consecuencia, dichas concentraciones guardan congruencia con los resultados obtenidos en el laboratorio institucional, por lo que el control de calidad y los resultados analíticos reportados son satisfactorios. • En las figuras 13 y 14, el Zr presenta una concentración inferior a la certificada. En consecuencia, dichas concentraciones guardan congruencia con los resultados obtenidos en el laboratorio institucional, por lo que el control de calidad y los resultados analíticos reportados son satisfactorios.

OBSERVACIONES
Sin observaciones.

V°B° Responsable de Laboratorio de Preparación de Muestras	Firma del ejecutor del reporte de control de calidad
 <p>Firmado digitalmente por CONDORHUAMAN SUAREZ Ana Luz FAU 20112919377 soft Empresa: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico Motivo: Visado del documento Fecha: 2022/12/06 16:41:30-0500</p>	 Miguel Victor Chumbe Salazar Laboratorio de Preparación de Muestras Dirección de Laboratorios INGEMMET



	FORMATO	Código: M2.2-F-134
	INFORME DE ENSAYO	Versión: 02 Fecha de aprob.: 06/06/2022 Página: 1 de 4

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

DIRECCIÓN DE LABORATORIOS-LABORATORIO DE QUÍMICA
INFORME DE ENSAYO N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ
(CÓDIGO INTERNO: CI 2022-0282)

Dirección del Laboratorios	:	Laboratorio de Química Av. Canadá 1470, San Borja
Servicio	:	1 muestra - Ensayo de roca total 18 elementos 1 muestra - Ensayo multielemental 33 elementos 1 muestra - Ensayo multielemental 23 elementos
N° de solicitud	:	Solicitud de Laboratorio N° 28-2022-INGEMMET/DGAR-ACT11
Proyecto o constancia ¹	:	ACT11: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional
Responsable del proyecto o PPM o PMA (cliente)	:	Segundo Alfonso Nuñez Juarez
Solicitante	:	Norma Luz Sosa Senticala
Teléfono	:	01 618 9800 anexo 157
Correo electrónico	:	snunez@ingemmet.gob.pe
Descripción de la muestra según el cliente	:	Lutitas carbonatadas
Fecha de recepción de la muestra	:	2022-10-21
Fecha de ensayo	:	2022-11-04 al 2022-11-28
Fecha de emisión del informe de ensayo	:	2022-12-09
Observación	:	Se adjunta los formatos: M2.2-F-032: Informe de QA/QC del Laboratorio de Química. M2.2-F-097: Control de calidad de preparación de muestras. M2.2-F-062: Reporte de resultados de preparación mecánica por conminución.

Tipo de ensayo	Método de referencia o proceso	Tratamiento químico de muestras	Tipo de reactivos	Equipo
Ensayo de roca total 18 elementos	Realizar el ensayo de elementos mayores en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-OES; M2.2.2.1-2.	Fusión con metaborato de litio y dilución ácida en agua regia invertida	Fundente ultrapuro y ácidos ultrapuro	ICP-OES (RADIAL): marca VARIAN, modelo 735-ES
Ensayo multielemental 33 elementos	Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-OES; M2.2.2.1-4. Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-MS; M2.2.2.1-12.	Digestión con 4 ácidos: HCl, HNO ₃ , HF, HClO ₄	Ácidos suprapur	ICP-OES (RADIAL): marca VARIAN, modelo 735-ES, e ICP-MS: marca PERKIN ELMER, modelo 300D
Ensayo multielemental 23 elementos	Realizar ensayo de tierras raras en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-MS, M2.2.2.1-7.	Fusión con metaborato de litio y dilución ácido en agua regia invertida	Fundente ultrapuro y ácidos ultrapuro	ICP-MS: marca PERKIN ELMER, modelo 300D
LOI	Realizar el ensayo de pérdida de ignición en muestras sólidas, M2.2.2.1-3.	Calcinación entre 950° C y 1000°C	-	HORNO DE CALENTAMIENTO: marca HINRA PERU, modelo HME-14L

(1): Constancia para el caso de pequeños productores mineros (PPM) o productores mineros artesanales (PMA).

Nota: 1: Los resultados presentados pertenecen al ítem ensayado tal como se recibió por parte del cliente.

Nota: 2: Este informe no se puede reproducir sin la aprobación del laboratorio excepto cuando se reproduce en su totalidad.

Nota: 3: (*) Método acreditado.

San Borja, 9 de diciembre de 2022

Documento firmado digitalmente

Quím. Mayra M. Mogrovejo Román
CQP 1044

Especialista coordinador del Laboratorio de Química
Dirección de Laboratorios
INGEMMET

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO	Código : M2.2-F-134
	INFORME DE ENSAYO	Versión: 02 Fecha aprob.: 06/06/2022 Página : 2 de 4

Ensayos solicitados	Roca total 18 elementos ²											LOI ⁴	Roca total 18 elementos ²			Multielemental 33 elementos ³					
Código del proceso	M2.2.2.1-2.											M2.2.2.1-3.	M2.2.2.1-2.			M2.2.2.1-4.					
Fecha de análisis:	2022-11-04											2022-11-14	2022-11-04			2022-11-16 al 2022-11-28					
Elementos	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	MnO	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	LOI	Y	Zr	Ba	Co	Cr	Ni	Sr	Zn		
Unidades	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		
No	LDM																				
	Código																				
1	ACT11-22-02	13.86	1.89	13.85	3.25	1.11	0.03	0.24	0.08	40.87	0.71	23.46	36	142	1068	46	80	219	58	220	

LDM: Límite de detección del método.



Método de referencia:

2. Realizar el ensayo de elementos mayores en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-OES, M2.2.2.1-2. (Proceso).
3. Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-OES, M2.2.2.1-4. (Proceso).
4. Realizar el ensayo de pérdida de ignición en muestras sólidas, M2.2.2.1-3. (Proceso).

Fecha de emisión del informe de ensayo: 2022-12-09.

Ensayos solicitados	Multielemental 33 elementos ³															Multielemental 33 elementos ⁵								Roca total 18 elementos ²										
Código del proceso	M2.2.2.1-4.															M2.2.2.1-12.								M2.2.2.1-2.										
Fecha de análisis:	2022-11-16 al 2022-11-28															2022-11-15								2022-11-04										
Elementos	Ag	Ba	Co	Cr	Cu	La	Li	Ni	Pb	Sc	Rb	Sr	V	Zn	As	Bi	Cd	Mo	Sb	Tl	W	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Si	Ti	Y	Zr	
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm
No	LDM	0.5	5	1	1	2	2	2	5	5	2	2	10	1	5	10	1	2	2	0.5	5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	5	5	
1	ACT11-22-02	<0.5	1068	46	80	84	12	24	219	49	11	96	58	175	220	191	<10	1	107	11	9.0	<5	7.34	1.35	9.69	2.70	0.67	0.02	0.18	0.04	19.10	0.43	36	142

LDM: Límite de detección del método.



Método de referencia:

2. Realizar el ensayo de elementos mayores en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-OES; M2.2.2.1-2. (Proceso).
3. Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-OES; M2.2.2.1-4. (Proceso).
5. Realizar ensayo de elementos menores en muestras sólidas por digestión multiácida e ICP-MS; M2.2.2.1-12. (Proceso).

Fecha de emisión del informe de ensayo: 2022-12-09.

	FORMATO	Código: M2.2-F-134
	INFORME DE ENSAYO	Versión: 02 Fecha de aprob: 06/06/2022 Página: 4 de 4

Ensayos solicitados	Multielemental 23 elementos ⁶																							
Código del proceso	M2.2.2.1-7.																							
Fecha de análisis:	2022-11-09																							
Elementos	Be	Ce	Cs	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Ho	In	Lu	Nb	Nd	Pr	Sm	Ta	Tb	Th	Tm	U	W	Yb	
Unidades	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
No	LDM	0.6	0.5	0.05	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.15	0.5	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	1	0.1
1	ACT11-22-02	2.4	76.8	9.02	6.6	3.5	1.7	17.0	7.4	3.7	1.2	<0.2	0.50	14.5	36.9	9.4	7.8	0.9	1.1	10.7	0.5	27.0	1	3.4

LDM: Límite de detección del método.

Método de referencia:
 6. Realizar ensayo de tierras raras en muestras sólidas por fusión eléctrica con metaborato de litio e ICP-MS, M2.2.2.1-7. (Proceso).

Fecha de emisión del informe de ensayo: 2022-12-09.



Documento firmado digitalmente

Quím. Mayra M. Mogrovejo Román
 CQP 1044
 Especialista coordinador del Laboratorio de Química
 Dirección de Laboratorios
 INGEMMET

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO		Código: M2.2-F-032
	INFORME DE QA/QC DEL LABORATORIO DE QUÍMICA		Versión: 02 Fecha de aprob.: 25/02/2022 Página: 1 de 3
Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	Nº171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO DE ROCA TOTAL 18 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de blancos			
Analito	Unidad	L.D.M. (ppm)	BCO-1
Al ₂ O ₃	%	0.01	<0.01
CaO	%	0.01	<0.01
Fe ₂ O ₃	%	0.01	<0.01
K ₂ O	%	0.01	<0.01
MgO	%	0.01	<0.01
MnO	%	0.01	<0.01
Na ₂ O	%	0.02	<0.02
P ₂ O ₅	%	0.01	<0.01
SiO ₂	%	0.01	<0.01
TiO ₂	%	0.01	<0.01
LOI	%	0.01	<0.01
Y	ppm	5	<5
Zr	ppm	5	<5
Ba	ppm	5	<5
Co	ppm	1	<1
Cr	ppm	1	<1
Ni	ppm	5	<5
Sr	ppm	10	<10
Zn	ppm	1	<1

L.D.M.: Límite de detección de método.

BCO: Muestra blanco.

CONCLUSIONES: Los blancos de procesos están por debajo del L.D.M., indicando que las posibles contaminaciones cruzadas por proceso y/o reactivos están controladas. Por lo tanto, los resultados obtenidos son confiables.



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO		Código: M2.2-F-032
	INFORME DE QA/QC DEL LABORATORIO DE QUÍMICA		Versión: 02 Fecha de aprob.: 25/02/2022 Página: 2 de 3
Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	Nº171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO DE ROCA TOTAL 18 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de duplicados					
Analito	Unidad	L.D.M. (ppm)	Muestra-1		
			ACT11-22-02	ACT11-22-02 DUP	% RSD
Al ₂ O ₃	%	0.01	13.86	13.95	0.5
CaO	%	0.01	1.89	1.82	2.7
Fe ₂ O ₃	%	0.01	13.85	13.89	0.2
K ₂ O	%	0.01	3.25	3.17	1.8
MgO	%	0.01	1.11	1.10	0.6
MnO	%	0.01	0.03	0.03	0.0
Na ₂ O	%	0.02	0.24	0.24	0.0
P ₂ O ₅	%	0.01	0.08	0.09	8.3
SiO ₂	%	0.01	40.87	40.58	0.5
TiO ₂	%	0.01	0.71	0.68	3.1
LOI	%	0.01	23.46	23.32	0.4
Y	ppm	5	36	36	0.0
Zr	ppm	5	142	142	0.0
Ba	ppm	5	1068	1031	2.5
Co	ppm	1	46	46	0.0
Cr	ppm	1	80	81	0.9
Ni	ppm	5	219	215	1.3
Sr	ppm	10	58	60	2.4
Zn	ppm	1	220	205	5.0

% R.S.D.: Desviación estándar relativa. Este parámetro es aceptable siempre que se encuentre en el rango de 0%-20%.
 L.D.M.: Límite de detección del método.

CONCLUSIONES: *Debido a que los analitos en mención presentan un valor de R.S.D. ≤ 20%, se puede concluir que el método experimental desarrollado se obtiene resultados precisos.*



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	FORMATO		Código: M2.2-F-032
	INFORME DE QA/QC DEL LABORATORIO DE QUÍMICA		Versión: 02 Fecha de aprob.: 25/02/2022 Página: 3 de 3
Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO DE ROCA TOTAL 18 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de material de referencia						
Analito	Unidad	% Límites de recuperación	MRC-1	MRC-2	MRC-3	MRC-4
			% recuperación	% recuperación	% recuperación	% recuperación
Al ₂ O ₃	%	80-120	100	101	100	102
CaO	%	80-120	101	99	98	99
Fe ₂ O ₃	%	80-120	101	102	100	99
K ₂ O	%	80-120	103	97	96	97
MgO	%	80-120	100	101	98	99
MnO	%	80-120	102	103	106	96
Na ₂ O	%	80-120	99	98	97	103
P ₂ O ₅	%	80-120	105	104	103	N.A.
SiO ₂	%	80-120	100	102	100	101
TiO ₂	%	80-120	101	101	117	98
LOI	%	80-120	101	102	115	N.A.
Y	ppm	80-120	102	100	101	102
Zr	ppm	80-120	100	99	105	104
Ba	ppm	80-120	93	93	91	96
Co	ppm	80-120	99	99	94	110
Cr	ppm	80-120	113	119	88	90
Ni	ppm	80-120	85	104	94	90
Sr	ppm	80-120	93	97	100	109
Zn	ppm	80-120	93	92	101	99

% recuperación: Grado de concordancia entre el valor obtenido y el valor real de los estándares.
 El porcentaje de recuperación es considerado aceptable si se encuentra en el rango de 80%-120%.
 MRC: Material de referencia certificado.

CONCLUSIONES: Debido a que el % RECUPERACIÓN de cada analito está dentro del rango de 80-120%, se puede concluir que el método presenta exactitud debido al grado de concordancia entre el valor obtenido y el valor real de los MRC utilizados.



	FORMATO		Código: M2.2-F-032
	INFORME DE QA/QC DEL LABORATORIO DE QUÍMICA		Versión: 02 Fecha de aprob.: 25/02/2022 Página: 1 de 3
Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO MULTIELEMENTAL 23 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de blancos			
Analito	Unidad	L.D.M. (ppm)	BCO-1
Be	ppm	0.6	<0.6
Ce	ppm	0.5	<0.5
Cs	ppm	0.05	<0.05
Dy	ppm	0.1	<0.1
Er	ppm	0.1	<0.1
Eu	ppm	0.1	<0.1
Ga	ppm	0.3	<0.3
Gd	ppm	0.1	<0.1
Hf	ppm	0.2	<0.2
Ho	ppm	0.1	<0.1
In	ppm	0.2	<0.2
Lu	ppm	0.15	<0.15
Nb	ppm	0.5	<0.5
Nd	ppm	0.1	<0.1
Pr	ppm	0.1	<0.1
Sm	ppm	0.1	<0.1
Ta	ppm	0.5	<0.5
Tb	ppm	0.1	<0.1
Th	ppm	0.2	<0.2
Tm	ppm	0.1	<0.1
U	ppm	0.1	<0.1
W	ppm	1	<1
Yb	ppm	0.1	<0.1

L.D.M.: Limite de detección de método.
BCO: Muestra blanco.

CONCLUSIONES: Los blancos de procesos están por debajo del L.D.M., indicando que las posibles contaminaciones cruzadas por proceso y/o reactivos están controladas. Por lo tanto, los resultados obtenidos son confiables.



	FORMATO	Código: M2.2-F-032
	INFORME DE QA/QC DEL LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión: 02 Fecha de aprob.: 25/02/2022 Página: 2 de 3

Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO MULTIELEMENTAL 23 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de duplicados					
Analito	Unidad	L.D.M. (ppm)	Muestra 1		
			ACT11-22-02	ACT11-22-02 DUP	% RSD
Be	ppm	0.6	2.4	2.2	6.1
Ce	ppm	0.5	76.8	73.7	2.9
Cs	ppm	0.05	9.02	9.01	0.1
Dy	ppm	0.1	6.6	5.8	9.1
Er	ppm	0.1	3.5	3.3	4.2
Eu	ppm	0.1	1.7	1.6	4.3
Ga	ppm	0.3	17.0	15.6	6.1
Gd	ppm	0.1	7.4	7.2	1.9
Hf	ppm	0.2	3.7	3.8	1.9
Ho	ppm	0.1	1.2	1.1	6.1
In	ppm	0.2	<0.2	<0.2	N.A.
Lu	ppm	0.15	0.50	0.53	4.1
Nb	ppm	0.5	14.5	13.0	7.7
Nd	ppm	0.1	36.9	35.3	3.1
Pr	ppm	0.1	9.4	9.0	3.1
Sm	ppm	0.1	7.8	7.4	3.7
Ta	ppm	0.5	0.9	0.8	8.3
Tb	ppm	0.1	1.1	1.1	0.0
Th	ppm	0.2	10.7	10.5	1.3
Tm	ppm	0.1	0.5	0.5	0.0
U	ppm	0.1	27.0	25.2	4.9
W	ppm	1	1	1	0.0
Yb	ppm	0.1	3.4	3.2	4.3

% R.S.D.: Desviación estándar relativa. Este parámetro es aceptable siempre que se encuentre en el rango de 0%-20%.

L.D.M.: Límite de detección del método.

N.A.: No aplica.

CONCLUSIONES: Debido a que los analitos en mención presentan un valor de R.S.D. ≤ 20%, se puede concluir que el método experimental desarrollado se obtiene resultados precisos.



	FORMATO	Código: M2.2-F-032
	INFORME DE QA/QC DEL LABORATORIO DE QUÍMICA	Versión: 02 Fecha de aprob.: 25/02/2022 Página: 3 de 3

Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO MULTIELEMENTAL 23 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de material de referencia							
Analito	Unidad	% Límites de recuperación	MRC-1	MRC-2	MRC-3	MRC-4	MRC-5
			% recuperación				
Be	ppm	80-120	102	93	113	N.A.	N.A.
Ce	ppm	80-120	106	98	97	N.A.	84
Cs	ppm	80-120	92	100	91	107	116
Dy	ppm	80-120	107	100	107	94	N.A.
Er	ppm	80-120	106	105	90	94	104
Eu	ppm	80-120	108	107	108	99	116
Ga	ppm	80-120	109	103	84	81	N.A.
Gd	ppm	80-120	102	113	101	111	N.A.
Hf	ppm	80-120	106	86	120	N.A.	100
Ho	ppm	80-120	108	100	104	102	N.A.
In	ppm	80-120	89	92	95	92	N.A.
Lu	ppm	80-120	106	108	91	91	101
Nb	ppm	80-120	108	86	98	53	115
Nd	ppm	80-120	105	107	100	114	102
Pr	ppm	80-120	106	107	100	92	N.A.
Sm	ppm	80-120	111	105	96	97	96
Ta	ppm	80-120	103	N.A.	102	N.A.	94
Tb	ppm	80-120	116	N.A.	100	105	88
Th	ppm	80-120	106	104	89	N.A.	97
Tm	ppm	80-120	105	N.A.	93	99	N.A.
U	ppm	80-120	106	100	90	N.A.	94
W	ppm	80-120	102	N.A.	103	N.A.	N.A.
Yb	ppm	80-120	115	102	99	101	99

% recuperación: Grado de concordancia entre el valor obtenido y el valor real de los estándares.
El porcentaje de recuperación es considerado aceptable si se encuentra en el rango de 80%-120%.
MRC: Material de referencia certificado.
N.A.: No aplica.

CONCLUSIONES: Debido a que el % RECUPERACIÓN de cada analito está dentro del rango de 80-120%, se puede concluir que el método presenta exactitud debido al grado de concordancia entre el valor obtenido y el valor real de los MRC utilizados.



Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	Nº171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO MULTIELEMENTAL 33 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de blancos			
Analito	Unidad	L.D.M. (ppm)	BCO-1
Ag	ppm	0.5	<0.5
Ba	ppm	5	<5
Co	ppm	1	<1
Cr	ppm	1	<1
Cu	ppm	2	<2
La	ppm	2	<2
Li	ppm	2	<2
Ni	ppm	5	<5
Pb	ppm	5	<5
Sc	ppm	5	<5
Rb	ppm	2	<2
Sr	ppm	2	<2
V	ppm	10	<10
Zn	ppm	1	<1
As	ppm	5	<5
Bi	ppm	10	<10
Cd	ppm	1	<1
Mo	ppm	2	<2
Sb	ppm	2	<2
Tl	ppm	0.5	<0.5
W	ppm	5	<5
Al	%	0.01	<0.01
Ca	%	0.01	<0.01
Fe	%	0.01	<0.01
K	%	0.01	<0.01
Mg	%	0.01	<0.01
Mn	%	0.01	<0.01
Na	%	0.01	<0.01
P	%	0.01	<0.01
Si	%	0.01	<0.01
Ti	%	0.01	<0.01
Y	ppm	5	<5
Zr	ppm	5	<5

L.D.M.: Límite de detección de método.

BCO: Muestra blanco.

CONCLUSIONES: Los blancos de procesos están por debajo del L.D.M., indicando que las posibles contaminaciones cruzadas por proceso y/o reactivos están controladas. Por lo tanto, los resultados obtenidos son confiables.



Código interno de solicitud/ Orden de trabajo	2022-0282		
Informe de ensayo:	N°171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO MULTIELEMENTAL 33 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de duplicados					
Analito	Unidad	L.D.M. (ppm)	Muestra-1		
			ACT11-22-02	ACT11-22-02 dup	% RSD
Ag	ppm	0.5	<0.5	<0.5	N.A.
Ba	ppm	5	1068	1031	2.5
Co	ppm	1	46	46	0.0
Cr	ppm	1	80	81	0.9
Cu	ppm	2	84	80	3.4
La	ppm	2	12	11	5.0
Li	ppm	2	24	23	1.1
Ni	ppm	5	219	215	1.3
Pb	ppm	5	49	52	4.2
Sc	ppm	5	11	11	0.0
Rb	ppm	2	96	97	0.7
Sr	ppm	2	58	60	2.4
V	ppm	10	175	173	0.8
Zn	ppm	1	220	205	5.0
As	ppm	5	191	192	0.4
Bi	ppm	10	<10	<10	N.A.
Cd	ppm	1	1	1	0.0
Mo	ppm	2	107	105	1.3
Sb	ppm	2	11	10	6.7
Tl	ppm	0.5	9.0	9.0	0.0
W	ppm	5	<5	<5	N.A.
Al	%	0.01	7.34	7.39	0.5
Ca	%	0.01	1.35	1.30	2.7
Fe	%	0.01	9.69	9.71	0.1
K	%	0.01	2.70	2.63	1.9
Mg	%	0.01	0.67	0.66	1.1
Mn	%	0.01	0.02	0.02	0.0
Na	%	0.01	0.18	0.18	0.0
P	%	0.01	0.04	0.04	0.0
Si	%	0.01	19.10	18.97	0.5
Ti	%	0.01	0.43	0.41	3.4
Y	ppm	5	36	36	0.0
Zr	ppm	5	142	142	0.0

% R.S.D.: Desviación estándar relativa. Este parámetro es aceptable siempre que se encuentre en el rango de 0%-20%.
L.D.M.: Límite de detección del método.

CONCLUSIONES: Debido a que los analitos en mención presentan un valor de R.S.D. \leq 20%, se puede concluir que el método experimental desarrollado se obtiene resultados precisos.



Código interno de solicitud/ <i>Orden de trabajo</i>	2022-0282		
Informe de ensayo:	Nº171-2022-INGEMMET/DL-LQ		
Referencia:	SOLICITUD N°28-2022-INGEMMET/DGAR_ACT11		
Proyecto:	ACT11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL		
Jefe de proyecto:	SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ		
Tipo de análisis:	ENSAYO MULTIELEMENTAL 33 ELEMENTOS		
Cantidad de muestras:	1 MUESTRA	Fecha:	2022-12-08

Control de material de referencia						
Analito	Unidad	% Límites de recuperación	MRC-1	MRC-2	MRC-3	MRC-4
			% recuperación	% recuperación	% recuperación	% recuperación
Ag	ppm	80-120	101	86	101	90
Ba	ppm	80-120	93	96	93	96
Co	ppm	80-120	99	92	99	110
Cr	ppm	80-120	113	95	119	90
Cu	ppm	80-120	93	96	106	103
La	ppm	80-120	98	93	99	92
Li	ppm	80-120	94	111	99	N.A.
Ni	ppm	80-120	85	104	N.A.	106
Pb	ppm	80-120	84	107	104	118
Sc	ppm	80-120	88	102	90	86
Rb	ppm	80-120	99	87	92	N.A.
Sr	ppm	80-120	93	N.A.	97	109
V	ppm	80-120	92	104	96	94
Zn	ppm	80-120	93	92	101	99
As	ppm	80-120	103	112	100	98
Bi	ppm	80-120	99	102	93	100
Cd	ppm	80-120	99	105	106	101
Mo	ppm	80-120	99	95	118	98
Sb	ppm	80-120	109	99	101	109
Tl	ppm	80-120	100	118	113	100
W	ppm	80-120	91	90	102	110
Al	%	80-120	100	101	100	102
Ca	%	80-120	101	99	98	99
Fe	%	80-120	101	102	100	99
K	%	80-120	103	97	96	97
Mg	%	80-120	100	101	98	99
Mn	%	80-120	102	103	106	96
Na	%	80-120	99	98	97	103
P	%	80-120	105	104	103	N.A.
Si	%	80-120	100	102	100	101
Ti	%	80-120	101	101	117	98
Y	ppm	80-120	102	100	101	102
Zr	ppm	80-120	100	99	105	104

% recuperación: Grado de concordancia entre el valor obtenido y el valor real de los estándares.
El porcentaje de recuperación es considerado aceptable si se encuentra en el rango de 80%-120%.
MRC: Material de referencia certificado.
N.A.: No aplica.

CONCLUSIONES: Debido a que el % RECUPERACIÓN de cada analito está dentro del rango de 80-120%, se puede concluir que el método presenta exactitud debido al grado de concordancia entre el valor obtenido y el valor real de los MRC utilizados.

