

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7289

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE BADOPATA

Departamento Lima
Provincia Oyón
Distrito Oyón



AGOSTO
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE BADOPATA

(Distrito Oyón, provincia Oyón, departamento Lima)

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

Equipo de investigación:

Ana María Pimentel Chávez

Norma L. Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos en el sector de Badopata. Distrito Oyón, provincia Oyón, departamento Lima. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7289, 43 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Objetivos del estudio	6
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	7
1.3. Aspectos generales.....	8
1.3.1. Ubicación	8
1.3.2. Población	9
1.3.3. Accesibilidad	9
1.3.4. Clima	10
1.3.5. Zonificación sísmica	11
2. DEFINICIONES	12
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	12
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	13
3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi)	14
3.1.2. Formación Santa (Ki-sa).....	14
3.1.3. Formación Carhuaz (Ki-ca).....	14
3.1.4. Formación Farrat (Ki-fa).	14
3.1.5. Formación Pariahuanca (Ki-ph)	14
3.1.6. Depósitos cuaternarios	15
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	18
4.1. Pendientes del terreno.....	18
4.2. Unidades geomorfológicas.....	18
4.2.1.. Subunidad de montañas estructural en rocas sedimentarias (RME-rs).....	19
4.2.2. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)	20
4.2.3. Subunidad de vertiente coluvial (V-c).....	21
4.2.4. Subunidad piedemonte aluvio-torrencial (T-pl)	21
4.2.5. Subunidad Terraza aluvial (T-al)	21
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	24
5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa.....	24
5.2. Derrumbe en el sector de Badopata.....	24
5.2.1. Características visuales del evento	27
5.2.2. Factores condicionantes.....	30
5.2.3. Factores detonantes o desencadenantes.....	31

5.2.4. Factores antrópicos	31
5.2.5. Daños por peligros geológicos	31
6. CONCLUSIONES.....	33
7. RECOMENDACIONES.....	34
8. BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXO 1: MAPAS	36
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	41

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector Badopata, que pertenecen al distrito y provincia Oyón, departamento Lima, se encuentra ubicado a 1.5 Km al noroeste de la capital de distrito de Oyón, en la vía Viroc-Raura, con el cual, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con su función de brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

En el sector afloran rocas sedimentarias como limoarcillitas, areniscas y lutitas, pertenecientes a las formaciones Carhuaz Farrat y Pariahuanca. El substrato rocoso se encuentra muy fracturado y altamente meteorizado; así como la presencia de suelos inconsolidados de fácil erosión y remoción.

Las geoformas identificadas corresponden a montañas modeladas en rocas sedimentarias y geoformas de piedemonte (vertiente con depósitos de deslizamiento, coluvio–deluvial, coluvial). Las laderas presentan pendientes que van desde muy fuerte o escarpadas (25° a 45°) a muy escarpada ($>45^\circ$), que es otro factor condicionante.

Se tiene surgencias de agua en el sector, lo que indica que, por lo menos, parte del terreno se encuentra saturado

Los factores antrópicos, como cortes de talud para la apertura de trochas carrozables y sistema de riego inadecuado desestabilizan el terreno.

Como factor desencadenante, se tienen las lluvias intensas y/o prolongadas, con registros de 36.7 mm máximos por día.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y dinámicas mencionadas previamente, el sector de Badopata, corresponde a una Zona Crítica y de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes que afectan vías de acceso en el sector.

Finalmente, se indica algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como prohibir la construcción de caminos de herradura u otra actividad antrópica dentro del sector. En los alrededores realizar drenes que eviten la saturación del terreno, desquinche de bloques inestables.

1. 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 (movimientos en masa, entre otros peligros geológicos) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Provincial de Oyón, según Oficio N°141-2022-ALC/PDC/MPO; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Badopata perteneciente al distrito y provincia de Oyón.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a las Ingenieras Norma Sosa Senticala y Ana María Pimentel Chávez, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en la zona previamente mencionada, la cual se realizó durante los días 27 de abril del presente año en coordinación con un representante de la oficina de Gestión de Riesgo de la Municipalidad Distrital de Oyón.

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, fotografías terrestres y aéreas), fotografías terrestres y aéreas, el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de las entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres de la Municipalidad de Oyón, 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) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se registran en el sector de Badopata.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes para la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas necesarias de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación informes técnicos y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N° 76, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la región Lima” (Luque *et al.*, 2020). Este informe hace mención movimientos en masa antiguos y activos, evidenciando una alta actividad geodinámica en la zona, este boletín muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:500 000, que incluye el sector Badopata y alrededores, se localizan en zonas de susceptibilidad alta a muy alta. Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.
- B) Boletín N° 29, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – Franja N°4” (Fidel, L.; Zavala, B.; Núñez, S.; Valenzuela, G., 2006). Tras evaluar los factores condicionantes de los peligros geológicos, se hace el análisis de susceptibilidad que, con la infraestructura, densidad poblacional y las fichas de inventario permiten analizar la vulnerabilidad de los sectores que conforman la franja.
- C) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oyón (22-j) – cuadrante III, (Romero & Latorre, 2003). Este estudio es el resultado obtenido de la actualización del cuadrángulo de Oyón, a escala 1:50 000, realizado dentro del programa de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional. Contempla la descripción detallada de las unidades litoestratigráficas aflorantes en el área de estudio, que corresponde a limoarcillitas y areniscas de la Formación Carhuaz principalmente.
- D) Boletín N° 26, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta” escala 1:100 000 (Cobbing, J., 1973). Describe la geología de la zona de estudio y alrededores que corresponde principalmente a rocas sedimentarias de las formaciones Carhuaz, Farrat, Parihuanca.

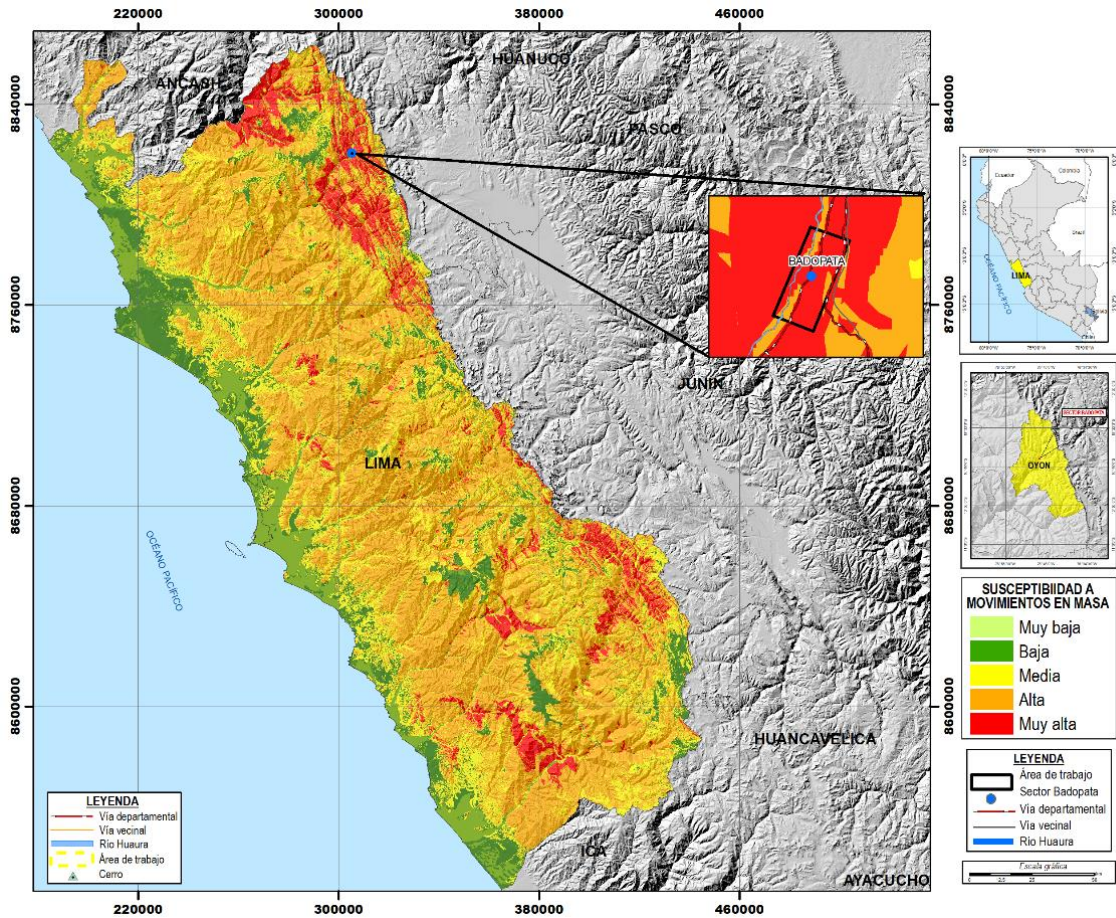


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en el sector de Badopata.
Fuente: Luque et.al, 2020.

1.3. Aspectos generales

1.3.1 Ubicación

El sector de Badopata pertenece al distrito y provincia de Oyón, localizado a 1.5 km. al noroeste de la capital de provincia de Oyón, margen izquierdo del río Quichas (figura 2).

Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

Cuadro 1. Coordenadas del sector de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	305304	8821573	-10.655°	-76.779°
2	305595	8821470	-10.656°	-76.777°
3	305299	8820748	-10.662°	-76.799°
4	305002	8820856	-10.661°	-76.783°
COORDENADA CENTRAL DEL SECTOR EVALUADO				
C	305353	8821299	-10.657°	-76.779°

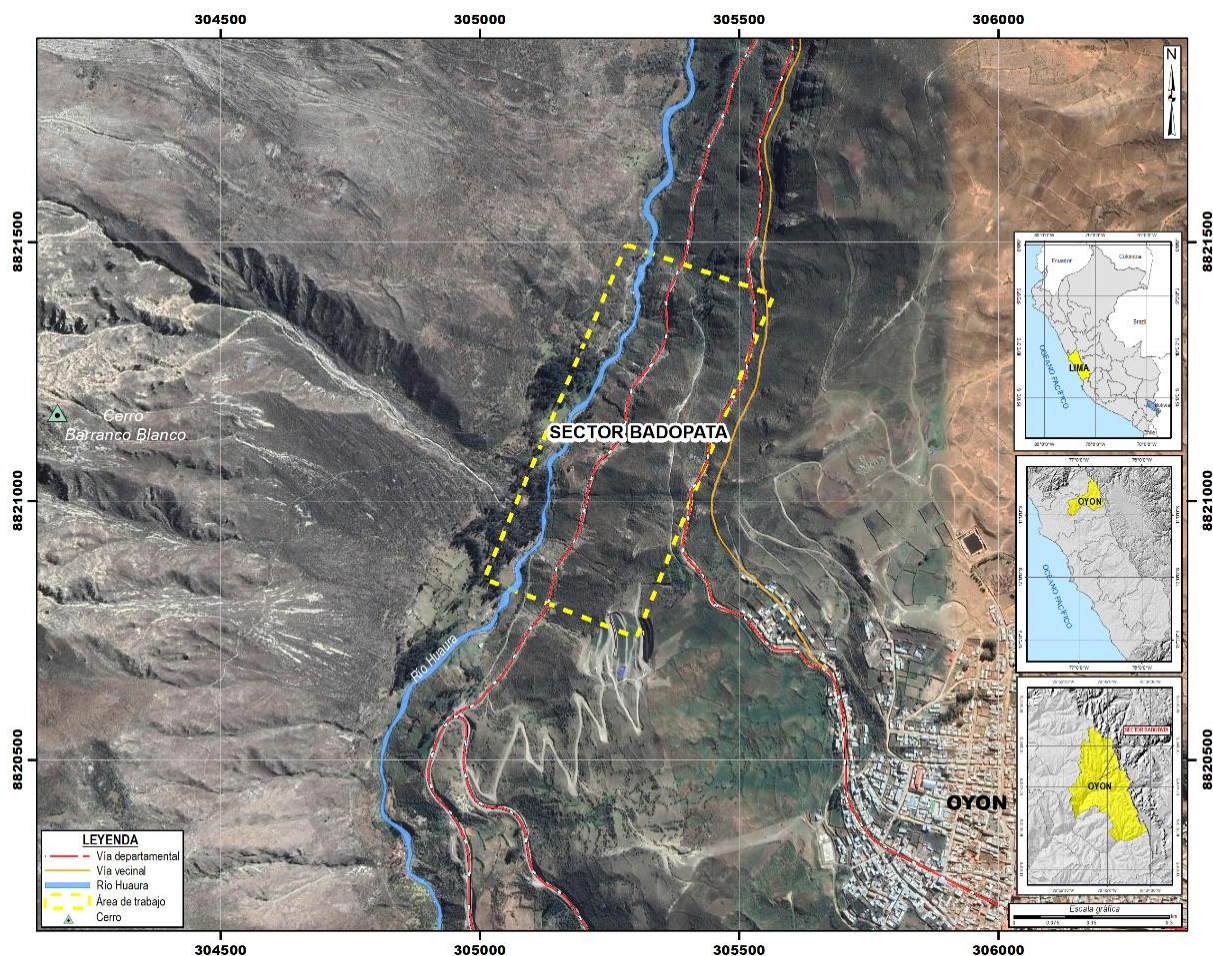


Figura 2. Ubicación de la zona en estudio.

1.3.2 Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidad Indígenas, la población del distrito de Oyón con una población de 12,812 habitantes que se constituye de un 53.23% varones y 46.77 mujeres. E. 71.24% de la población es considerada como urbana y sólo el 28.76% rural.

1.3.3 Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet (Lima), hasta la zona de estudio mediante la siguiente ruta, (cuadro 2, Figura 3):

Cuadro 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Chancay	Asfaltada	89	2 horas 3 min
Chancay - Churín	Asfaltada	130	2 horas 8 min
Churín – Oyón	Trocha carrozable	29	48 min
Oyón - Badopata	Trocha carrozable	1.5	10 min

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), la provincia de Oyón presenta un clima lluvioso con humedad abundante en todas las estaciones del año y semifrío.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo 2018-2022 fue de 36.7 mm, (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a abril.



Figura 3. 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 al desarrollo de la erosión del suelo. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843417>.

La temperatura anual oscila entre un máximo de 22.0°C en verano y un mínimo de -5.0°C en invierno (figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 72.9% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).



Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843417>.

1.3.5. Zonificación sísmica

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la figura 5. La zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información geotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 3. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS No. 003-2016-VIVIENDA).

Cuadro 3. Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Según dicho mapa, el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad Alta), localizada desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g.

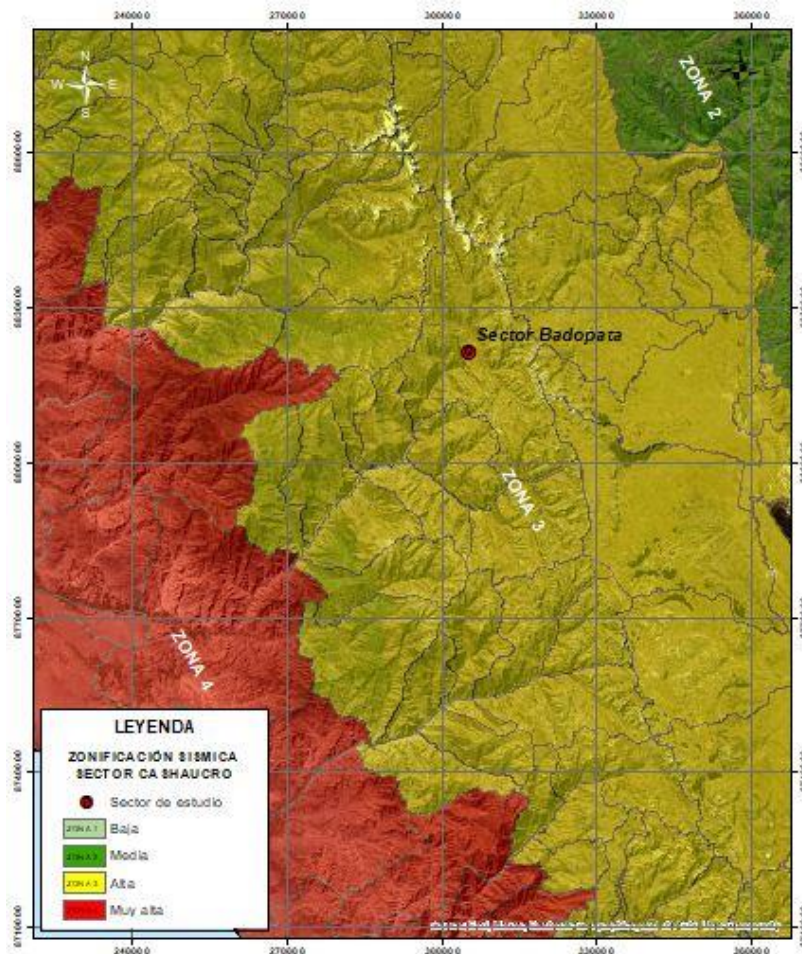


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú. Fuente: Alva (1984).

2. DEFINICIONES

En las siguientes líneas se brinda una definición de los términos más importantes utilizados en el presente informe, (Proyecto Multinacional Andino - Movimientos en Masa GEMMA, del PMA: GCA):

DERRUMBE: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

DESLIZAMIENTO: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

FRACTURA: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

FLUJO: 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. Estos pueden ser canalizados (flujos de detritos o huaicos) y no canalizados (avalanchas).

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

MOVIMIENTO EN MASA: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.

PELIGROS GEOLÓGICOS: Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

SUSCEPTIBILIDAD: Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología local, se desarrolló tomando como base los mapas geológicos de los cuadrángulos de Oyón 22j-IV, a escala 1:50000 (Navarro, *et al.* 2013), así como la referencia de: “Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oyón (22-j) – cuadrante III (Romero & Latorre, 2003) y el Boletín N° 26: “Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta” a escala 1:100 000 (Cobbing, J., 1973), publicados por Ingemmet.

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen sedimentario de la Formación Carhuaz (limoarcillitas y areniscas); Formación Pariahuanca (calizas grises); Formación Farrat (areniscas) correspondientes al Cretáceo, así como depósitos recientes coluvio-deluvial, coluvial, aluvial correspondientes al cuaternario (anexo 1 – Mapa 01).

3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi)

Aflora mayormente hacia la parte oriental, afectada por numerosos pliegues. Presenta un grosor aproximado de 500 m. Litológicamente está compuesta hacia la base por areniscas cuarzosas blancas intercaladas con limoarcillitas grises a negras y estratos delgados de carbón. Hacia la parte superior se compone principalmente de areniscas cuarzosas blancas de grano medio a grueso, con laminaciones oblicuas curvas y horizontales, en estratos gruesos de hasta 5 m aproximadamente. No se ha encontrado fauna alguna en esta unidad, sin embargo, por sobreyacer concordantemente a la Formación Oyón del Berriasiano e infrayacer a la Formación Santa del Valanginiano, se le asigna al Berriasiano superior-Valanginiano inferior.

3.1.2. Formación Santa (Ki-sa)

Dentro de la presente área la Formación Santa mantiene un espesor constante de 150 m. Consiste de calizas azul o gris finamente estratificadas, con algunos horizontes de calizas arcillosas, ocasionales nódulos de chert aplanados y abundantes fragmentos de conchas.

Normalmente descansa en concordancia sobre las areniscas Chimú; pero, como se indicó anteriormente, en el área de Churín está separada de ésta por una pequeña secuencia de lutitas. Wilson (1963) ha notado que en el Norte del Perú los contactos de la Formación Santa son discordantes, tanto con la unidad infrayacente (Chimú) como con la suprayacente (Carhuaz), fenómeno que no ha sido observado en el área del presente estudio.

3.1.3. Formación Carhuaz (Ki-ca)

Está conformada por tres a cuatro secuencias compuestas por limoarcillitas grises, verdes y rojas intercaladas con delgados estratos de areniscas grises, las cuales pasan en la parte superior a areniscas cuarzosas grises y pardas intercaladas con limoarcillitas (Romero, *et al.*, 2003). En la zona de estudio afloran rocas sedimentarias, se presentan areniscas medianamente alteradas, como se observa en la figura 6.

Las rocas en este punto se encuentran mediana (F3) a muy fracturadas (F5) y moderada (A3) a altamente meteorizadas (A4), parte del material rocoso está desintegrado.

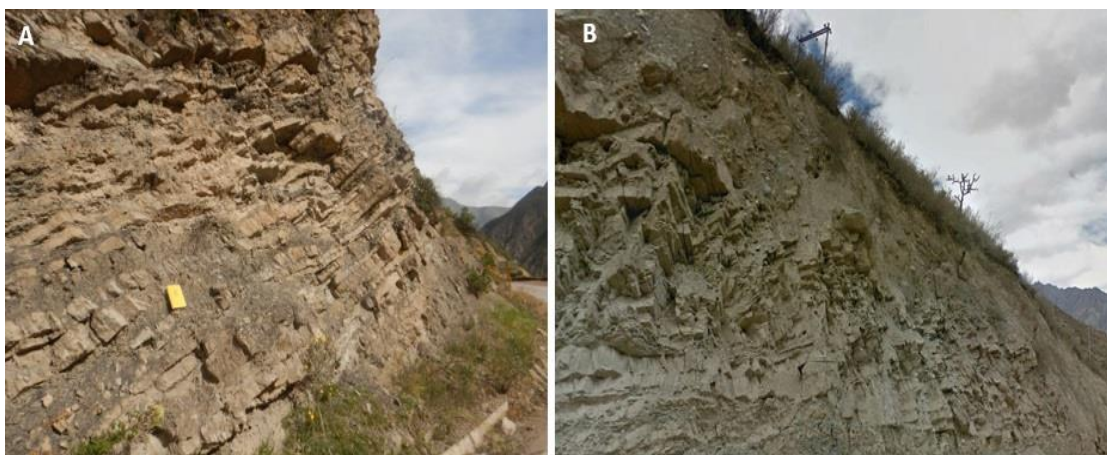


Figura 6. En la figura se observa afloramientos de la Formación Carhuaz, conformado por una intercalación de areniscas y lutitas en este punto. (A) Estas rocas se presentan medianamente fracturadas (F3) y meteorizadas (M3) en este punto de coordenadas 305324E, 8821254N. (B) muy fracturada (F5) y altamente meteorizadas (M4) ubicada en el punto 305436E, 8821664N.

3.1.4. Formación Farrat (Ki-fa)

Esta unidad está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas blancas. Algunos estratos de areniscas de grano grueso, presentan canales de conglomerados con clastos subredondeados a redondeados de cuarzo, cuarcita.

El estrato rocoso en este sector se encuentra altamente meteorizado (A4) y muy fracturado (F5).

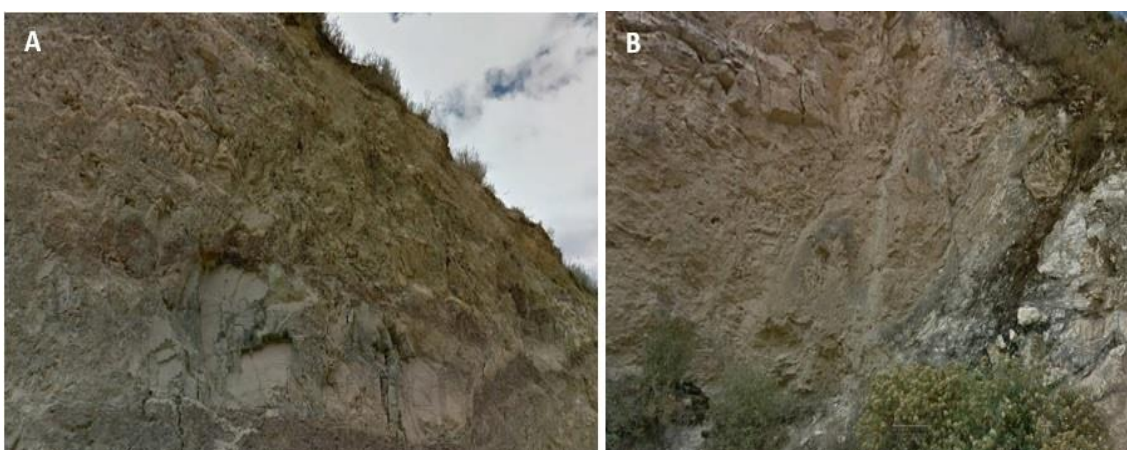


Figura 7. Arenisca cuarzosa de la Formación Farrat, altamente meteorizadas (A4) y muy fracturadas (F5), figura 7A con coordenadas 305399E, 8820951; figura 7B 305431, 8821056

3.1.5. Formación Pariahuanca (Ki-ph)

Consiste de calizas intemperizadas de color gris, masivas, que comúnmente conforman una prominencia entre la formación más suave Chulec (arriba) y las

formaciones Goyllarisquizga y Carhuaz (debajo). Generalmente el grosor es muy variable, pero para la mayor parte del área es posible asignarle un grosor promedio de 50 m. Wilson (1963) ha encontrado variaciones entre 210 m y 54 m dentro del área mapeada.

3.1.6 Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvial (Q-co):

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables y de naturaleza litológica homogénea. (figura 8). Presentan nula o poca compactación y se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados.



Figura 8. Depósito coluvial ubicado junto a la carretera (8821717N, 305458E).

b. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos por fragmentos líticos de limoarcillitas y areniscas, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.03 a 0.09 m envueltos en una matriz limo-arcilloso, (figura 9). Son producto de la meteorización de rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa.



Figura 9. Material del depósito coluvio-deluvial compuesto por fragmentos de roca anguloso a subangulosos de tamaños variables, envueltos en una matriz limo-arcilloso.

d. Depósito proluvial (Q-pl):

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de los flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. Sus depósitos llegan a confundirse muchas veces con las terrazas aluviales; el material que los constituye es heterométrico y está mal clasificado, por lo general son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz fina, permeables y medianamente consolidados (Figura 10).



Figura 10. Vista de imagen Google Earth, Material del depósito proluvial compuesto por fragmentos de tamaños variables, subanguloso a subredondeado en un matriz fina, el flujo se desplaza hacia el río Quichas.

e. Depósito aluvial (Q-al):

Son depósitos semi-consolidados, estos últimos por acumulación de material transportado por el río Quichas, (figura 11). Este depósito corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial.



Figura 11. Depósitos aluviales ubicados a ambos márgenes del río Quichas

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1 Pendientes del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el Anexo 1 – mapa 02, se presenta el mapa de pendientes, elaborado en base a información del modelo de elevación digital de 12.5 m de resolución (USGS). De acuerdo a este mapa, el sector de Badopata, se localizan en laderas de montañas cuyos rangos de pendientes van desde muy fuerte o escarpada (25° a 45°) a muy escarpadas ($>45^\circ$). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, cuyas características principales se describen en el cuadro 4:

Cuadro 4. Rango de pendientes del terreno.

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0° - 1°	Llano	Son terrenos llanos cubiertos por depósitos cuaternarios que se distribuyen principalmente a lo largo de terrazas aluviales.
1° a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen a lo largo de planicies y terrazas aluviales. En este rango se ubica principalmente al fondo del valle del río Quichas.
5° a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente, se ubican principalmente al pie de las laderas de montañas sedimentarias, quebradas y fondo de valles.
15° a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes.

25°a 45°	Muy Fuerte	Ocupan áreas muy grandes. Se encuentran en laderas de montañas y márgenes del río Quichas. En este rango de pendiente, generalmente se registran procesos de derrumbes y deslizamientos, es en este rango donde se asienta la zona de estudio.
>45°	Muy escarpado	Se distribuye a lo largo de laderas en este sector.

4.2 Unidades geomorfológicas

La morfología actual está relacionada con la erosión generada por la última etapa del levantamiento de los Andes, así como a procesos hidrometeorológicos relacionadas a abundantes precipitaciones pluviales (erosión fluvial y pluvial) y la ocurrencia de movimientos en masa antiguos y recientes (deslizamientos, flujos y derrumbes), producto de la intensa actividad geodinámica de la zona.

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (Anexo 1 – mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación, (Vílchez, et al., 2019).

En la zona evaluada y alrededores se han identificado las siguientes geoformas:

A) Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

4.2.1 Subunidad de montaña estructural en rocas sedimentarias (RME-rs):

Se expone en toda la zona de estudio, se encuentran estructuralmente plegadas, aún conservan rasgos de estructuras originales, a pesar de haber sido afectadas por procesos de denudación (anticlinales y sinclinales). Las pendientes de las laderas varían desde moderadas hasta abruptas, y alcanzan altitudes de hasta 4900 m s.n.m.

Localmente, pueden reconocerse alineamientos montañosos compuestos por secuencias estratificadas, plegados y/o con buzamientos de las capas que controlan la pendiente de las laderas. Se encuentran conformando anticlinales, sinclinales, cuevas y espinazos, que le dan una característica particular en las imágenes satelitales. Tienen además un alineamiento de dirección NO-SE.

Se presenta en el sector Badopata, hacia ambos lados del río Quichas.

Sus relieves se encuentran asociadas a procesos dominantes de erosión de laderas, deslizamientos, derrumbes y flujos (Figura 12).



Figura 12. Vista de la subunidad de montañas estructural en rocas sedimentarias (RME-rs), cuyas laderas presentan pendientes de fuerte a muy fuerte ($>45^\circ$).

4.2.2 Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Zonas de acumulaciones en ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos. Generalmente su composición litológica es homogénea, con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados de corto a mediano recorrido.

Estas geoformas se observan como cuerpos convexos de deslizamiento, depositados en las laderas del valle del río Quichas, en la margen izquierda específicamente donde las pendientes van de fuerte a muy fuerte (figura 13).

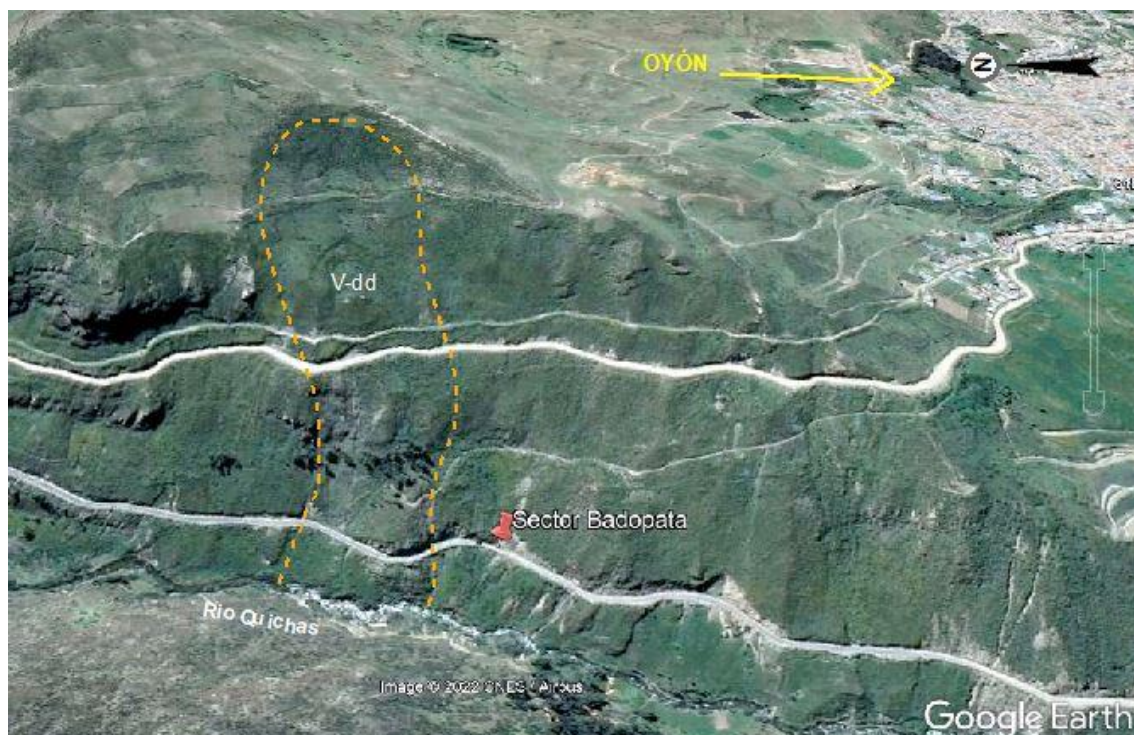


Figura 13. Vista de la subunidad de vertiente de deslizamiento (V-dd) tomada de Google Earth, ubicado en la margen izquierdo del río Quichas, ubicado a media ladera de montañas sedimentarias.

B) Unidad de Piedemonte

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arena, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos ocupan grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

4.2.3 Subunidad de vertiente coluvial (V-c):

Son depósitos inconsolidados acumulados al pie de las laderas de montañas sedimentarias, en forma de talud de detritos irregulares de origen coluvial, de edad reciente, que descienden hacia los valles principales o quebradas tributarias. Por encontrarse cerca de su fuente de origen, presentan una naturaleza litológica homogénea; sin embargo, su granulometría es variable con fragmentos angulosos y su grado de compacidad es bajo, no consolidado. Está asociada a derrumbes y avalanchas de detritos. (figura 14)



Figura 14. Vista de la subunidad de vertiente modeladas en rocas sedimentarias (V-c), cuyas laderas presentan pendientes de muy fuerte o escarpadas (25° - 45°) a muy escarpadas ($>45^{\circ}$).

4.2.4 Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Corresponden a planicies inclinadas a ligeramente inclinadas y extendidas, posicionadas al pie de las estribaciones andinas o los sistemas montañosos, formadas por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua estacionales, de carácter excepcional, así como lluvias ocasionales muy excepcionales que se presentan en la región. Muchos de estos depósitos están asociados a cursos individuales de quebradas secas. Se asocian, principalmente, al fenómeno de El Niño. Podemos encontrar estas geformas a lo largo del río Quichas.

4.2.5 Subunidad Terraza aluvial (T-al)

Son porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado (1° a 5°), con altura relativamente marcada. Se encuentran encima del cauce del río Patón. Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bolos, cantos, gravas con matriz de arenas y limos). Sobre estos terrenos se desarrollan extensas zonas de cultivo. Está sujeta a erosión fluvial, (figura 15).



Figura 15. Vista tomada de Google Earth de la subunidad de terrazas aluviales ubicadas a lo largo del río Quichas.

5 PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el sector inspeccionado y alrededores corresponden a los subtipos agrupados en la clase de movimientos en masa (anexo 1 – mapa 4).

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Los depósitos de movimientos en masa evidencian la geodinámica de la zona en el pasado y están claramente diferenciables en el área de estudio.

En el sector Badopata se identificaron: zonas de derrumbes recientes, derrumbes y deslizamientos antiguos

En este sentido, el presente informe se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.20 y 0.10 cm/pixel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

Además de ello, la zona es considerada de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

5.2. Derrumbe sector de Badopata

Este evento compromete la estabilidad de la vía utilizada por la empresa minera Raura, para el traslado de vehículos pesados. El corte de la carretera y las lluvias estacionales han generado el derrumbe en este punto de la vía, así mismo se hace mención de la infiltración de agua por lluvias estacionales entre los estratos que conforman la Formación Carhuaz, que aflora en el sector.

De acuerdo a las versiones de los pobladores, el derrumbe, se reactivó en diciembre del 2021 (Cuadro 5), con el inicio de la temporada de lluvias. La zona se encuentra ubicado a 1.5 km al noroeste de la ciudad de Oyón. El evento afectó 80 m de la vía Viroc-Raura durante la evaluación técnica se determinó las dimensiones del mismo, cuenta con una extensión de 64 m con una altura de 18 m. Se identificaron también en otros puntos de derrumbes (Figura 16).

Cuadro 5. Ubicación de derrumbe reportado en el sector Badopata

Derrumbe	Coordenadas UTM WGS84 (Punto más alto de la escarpa)		
	Norte	Este	Cota (m.s.n.m)
A	8821299	305353	3471



Figura 16. Vista de derrumbe ocurrido en diciembre del 2021, se encuentran ubicado sobre la vía Oyón-Raura, en la margen izquierda del río Quichas, presenta una extensión de 64 m. y altura de 18 m.

Otros eventos identificados en el sector

a) Eventos recientes

Se identificaron también otros derrumbes recientes a lo largo de la vía con las mismas características, Cuadro 6, figura 17.

Cuadro 6. Cuadro de ubicación de derrumbes recientes identificados en el área de evaluación

Derrumbes en el área	Coordenadas UTM WGS84 (Punto más alto de la escarpa)		
	Norte	Este	Cota (m.s.n.m)
A	8821299	305353	3471
B	8821104	305273	3470
C	8820784	305130	3452
D	8820823	305102	3427
E	8821613	305465	3519
F	8821600	305605	3662
G	8821546	305613	3670
H	8821226	305508	3618
I	8821057	305435	3624



Figura 17. Vista de derrumbes identificados en el área de evaluación, captada de Google Earth.

b) Eventos antiguos

Además, se identificó derrumbes y deslizamiento antiguos, dentro del área evaluada (cuadro 7, figura 18).

Cuadro 7: Eventos antiguos identificados en el área de evaluación

Derrumbes/ Deslizamientos	Coordenadas UTM WGS84 (Punto más alto de la escarpa)		
	Norte	Este	Cota (m.s.n.m)
A (Deslizamiento)	8821453	305786	3736
B (Derrumbe)	8821032	305471	3643
C (Derrumbe)	8820976	305453	3636
D (Deslizamiento)	8820826	305400	3595



Figura 18. Vista (Google Earth) de los movimientos en masa identificados se encuentran ubicados en la margen izquierda del río Quichas, las cuales se delimitaron con líneas entrecortadas de color amarillo (A y D) muestran deslizamientos antiguos y en líneas entrecortadas en color rojo derrumbes antiguos (B y C), que de reactivarse podrían producir embalsamiento del río Quichas, así como la inhabilitación de las vías; (E) muestra derrumbes recientes, en este tramo de la vía observamos varios puntos de superficies de ruptura que afectan directamente el sector en evaluación.

5.2.1 Características visuales del evento

El evento identificado en la vía Viroc-Raura del sector de Badopata a lo largo del corte de carretera, es un derrumbe reciente que afectó directamente la vía. El evento presenta las siguientes dimensiones: tramo corte de carretera, tiene 64 m de extensión y una altura de 18 m, presenta una escarpa de tipo elongada. (figura 19)

Se observa también varios puntos de derrumbes de este tipo a lo largo de la vía evaluada, los mismo que se hacen mención en el cuadro 6 y se presentan bajo los mismos factores condicionantes y desencadenantes.

Derrumbe reciente reportado:

- Ubicación (coordenadas UTM): 8821299N; 305353E



Figura 19. De acuerdo a las características litológicas en el sector, conformada por areniscas y limoarcillitas a lo largo de la vía, se considera como un estrato de regular a mala calidad, presentando una alta meteorización y muy alto fracturamiento en el estrato rocoso, característica que se repite en otros tramos del trazo de carretera.

Producto de las filtraciones encontramos en varios sectores del área de evaluación puntos de emanación de agua en varios sectores de la vía, los cuales favorecen la inestabilidad del talud, como observamos en la figura 20.



Figura 20. Imágenes A, B, C y D muestran puntos emanación de agua sobre talud del corte de carretera.

Tránsito de vehículos pesados con carga mineral, es un factor antrópico que se produce constantemente en el sector sobre la vía Viroc-Raura.



Figura 21. Tránsito de vehículos pesados que circula por la vía afectada con restricciones para otros vehículos mientras continua rehabilitación de la vía.



Figura 22. Se observa corte de talud, que inestabiliza la ladera.



Figura 23. Vista de imágenes multitemporales tomadas de Google Earth, en círculo amarillo en imagen (A) aún sin trazo de carretera (2016) y B (2019) vía construida sobre carretera Viroc-Raura, se observa también nuevos caminos de herradura en el área, los que aceleran los movimientos en masa en el sector de estudio.

5.2.2 Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Substrato rocoso compuesto de compuestas por limoarcillitas, intercaladas con estratos de areniscas grises, que se presentan muy fracturadas (F5), además se encuentran altamente meteorizadas (A4), lo que permite la infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.

- Suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales, coluviales), desarrolladas en las laderas de la margen izquierda del río Quichas, compuestas principalmente por fragmentos líticos de limoarcillitas y areniscas, angulosos a subangulosos envueltos en una matriz de limos y arcillas, producto de la meteorización de rocas sedimentarias y removidos por el evento de movimientos en masa.

Factor geomorfológico

- Presencia de montañas estructurales en rocas sedimentarias, cuyas laderas presentan pendiente muy fuerte o escarpado (25°- 45°) a muy escarpado (>45°); que permite, 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.

5.2.3 Factores detonantes o desencadenantes

- PRECIPITACIONES: Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de diciembre a abril.
- SISMOS: La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 3, que corresponde a una zona de sismicidad alta.

5.2.4 Factores antrópicos

- El corte de talud para la habilitación del tramo de la carretera Viroc-Raura permite acelerar la activación de movimientos en masa.
- Los vehículos pesados de actividad minera que transitan por esta vía (Figura 21).
- Cortes de talud para la apertura de nuevos tramos de carretera Viroc-Raura (Figura 22).

5.2.5 Daños por peligros geológicos

- Vía Viroc-Raura, en un tramo de 64 m es afectado la por derrumbes, se identificó también otros tramos de condiciones similares.
- De reactivarse los derrumbes y/o deslizamientos antiguos identificados en el presente informe, podrían llegar al cauce del río Quichas y producir represamiento del mismo.

6. CONCLUSIONES

- 1) El derrumbe reportado en el sector de Badopata son de tipo derrumbe presenta las siguientes dimensiones: ancho 64 m y alto 18 m.
- 2) El trazo de la vía corta rocas sedimentarias conformada por areniscas y limoarcillitas, de acuerdo a sus características se considera como de regular a mala calidad, a estos se suma la alta meteorización y muy alto fracturamiento en el estrato rocoso, en otros tramos del trazo de carretera, encontramos depósitos coluviales que son suelos de fácil erosión y remoción ante intensas y prolongadas precipitaciones y/o movimientos sísmicos.
- 3) La falta de mantenimiento y limpieza en el sistema de drenaje no permite una adecuada circulación de agua de escorrentía, produciendo que estas se empocen y reinfiltren sobre el material rocoso, desestabilizando tramos de laderas.
- 4) En el sector de Badopata se asienta sobre montañas estructurales con pendientes que van desde pendientes fuertes o escarpadas (25° - 45°) a muy escarpadas ($>45^{\circ}$), lo que favorece la inestabilidad del talud.
- 5) La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Substrato rocoso compuesto de limoarcillitas, intercaladas con areniscas, muy fracturadas y meteorizadas, que facilitan la infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
 - Cortes de talud realizados en trazos de carreteras.
 - Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluviales y coluvio-deluviales), que conforman las laderas de las montañas.
 - Laderas con pendientes muy fuertes o escarpadas (25° - 45°) a muy escarpadas ($>45^{\circ}$).
 - Acción de las aguas de escorrentía que saturan el terreno.
- 6) El factor desencadenante para la ocurrencia de movimientos en masa en el sector de Badopata, se debe a las lluvias intensas y/o excepcionales registradas entre los meses de diciembre a abril con umbrales de 36.7 mm por día y a la actividad sísmica alta (Zona 3).
- 7) La presencia de aguas subterráneas que discurren por el corte de talud de la carretera, los cuales estarían contribuyendo a la reactivación del evento junto al tránsito de vehículos de carga pesada que circula por dicha vía.
- 8) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector, es considerado como de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas.

7.RECOMENDACIONES

- 1) Construir zanjas de coronación por encima de derrumbes y deslizamientos antiguos identificados con el fin de captar las aguas de escorrentía y derivarlas hacia las quebradas próximas a través de canales revestidos y así evitar la saturación del terreno Implementar la construcción de drenaje traslade el agua de filtración y escurrimiento superficial hacia la quebrada principal para evita sobresaturación del terreno. Ver anexo 2: Medidas de mitigación para deslizamientos y derrumbes.
- 2) En este sector con frecuentes derrumbes se puede implementar el método de desquinche y retirar el material colgado e inestable ubicados en la parte alta del talud, estos trabajos deben ser planificados y supervisados, posteriormente realizar un enmallado de protección de talud bajo normativas técnicas y el asesoramiento adecuado, además implementar mallas metálicas colgadas ancladas que conduzcan el material desprendido hacia una zanja al pie del talud. Ver Anexo 2: Medidas de mitigación para deslizamientos y derrumbes.
- 3) Prohibir la construcción de carreteras sin supervisión adecuada, caminos de herradura u otra actividad antrópica dentro y en los alrededores del sector.
- 4) Implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para monitorear el deslizamiento en el sector de Badopata. Dicha implementación debe tener en cuenta la instalación de puntos de control geodésico, con el objetivo de tener avisos oportunos ante la ocurrencia de nuevos movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes, estos trabajos deben de ser realizados por especialistas.
- 5) Realizar charlas de sensibilización y concientización del peligro y riesgo al que se encuentran expuestos en el sector de Badopata y alrededores, así como la colocación de señales de advertencia para mitigación del peligro.



Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico



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

8. BIBLIOGRAFÍA

Cobbing, J.; (1973)- Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho, Huaral y Canta. Servicio de Geología y Minería. Boletín N°26, 171p. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/144>.

Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Lima. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 76, 298 p., 9 mapas.

Alva, J.; Meneses, J. & Guzmán, V. (1984) - Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (en línea). Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 5, Tacna, 11 p. (consulta: 5 noviembre 2017). Disponible en: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis17_a.pdf

Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “diseño sismoresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El Peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 p.

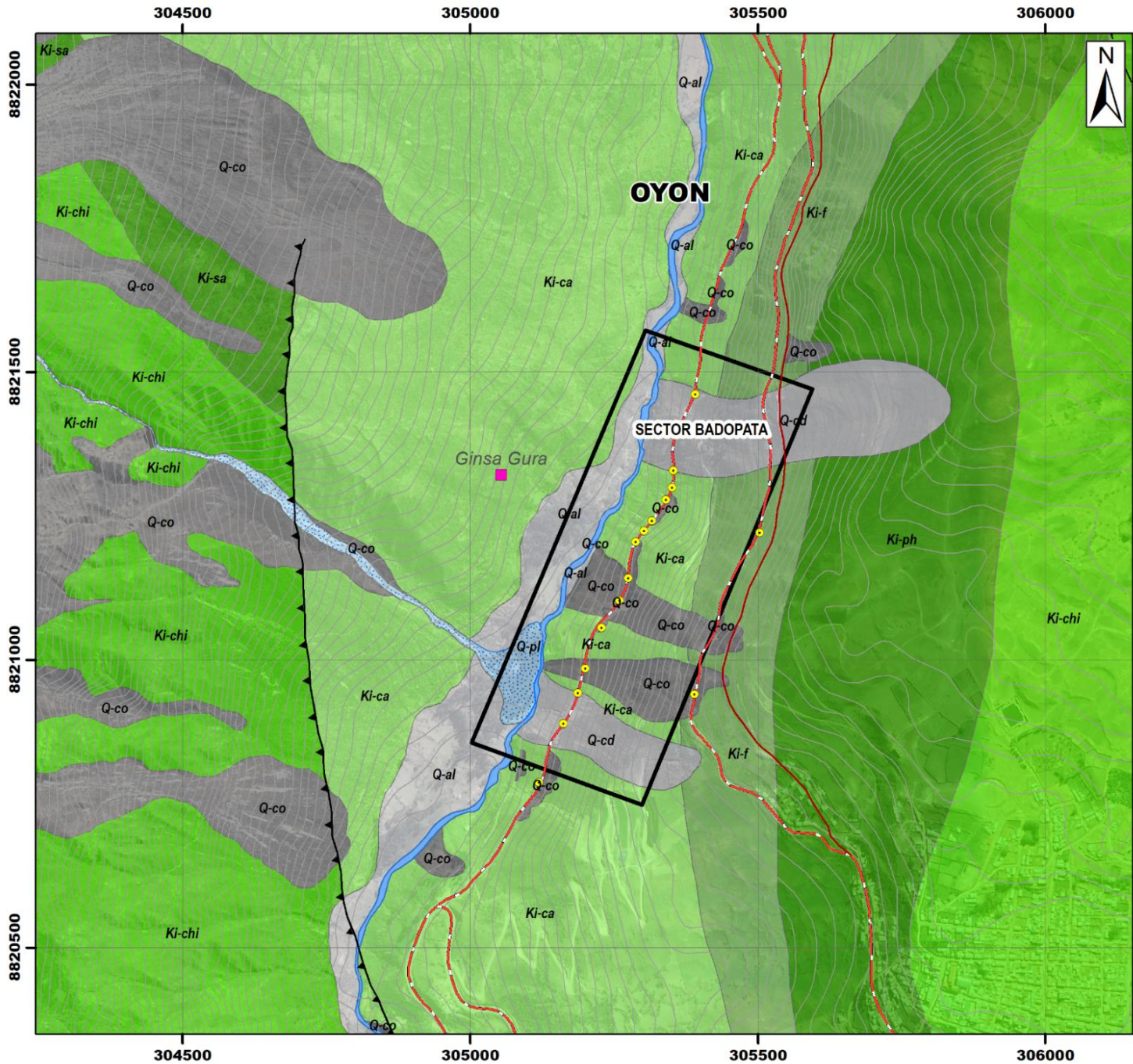
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

Romero, D. & Latorre, O., (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oyón (22-j) – Cuadrante III. Escala 1/50 000. Ingemmet. Lima, Perú. Disponible en: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2167>.

Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>.

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



SIMBOLOGÍA

- Centro poblado
- Puntos de control
- Curvas de nivel
- Vía departamental
- Vía local
- ▭ Área trabajo
- ▲ Falla inversa
- ▬ Río

LEYENDA

Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Cenozoico	Cuaternario	 Q-al Depósito aluvial
		 Q-pl Depósito proluvial
		 Q-cd Depósito coluvio-deluvial
		 Q-co Depósito coluvial
Mesozoica	Cretácico	 Ki-ph Formación Pariahuanca
		 Ki-f Formación Farrat
		 Ki-ca Formación Carhuaz
		 Ki-sa Formación Santa
		 Ki-chi Formación Chimú

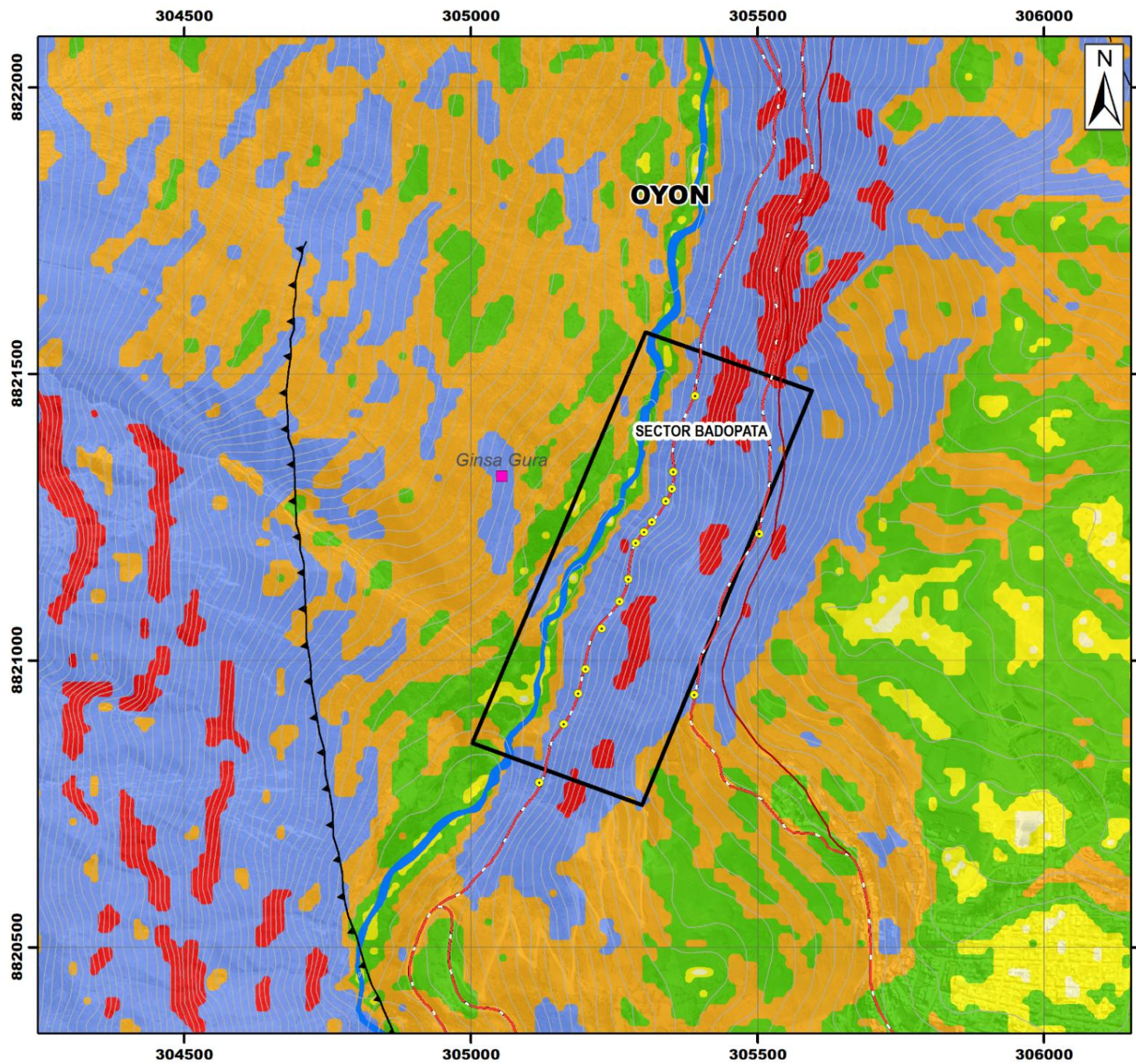
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: OYÓN
 DISTRITO: OYÓN

MAPA GEOLÓGICO

Escala: 1/9,000	Elaborado por: Sosa, N.	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Junio, 2022	



SIMBOLOGÍA

- Centro poblado
- Puntos de control
- Curvas de nivel
- Vía departamental
- Vía local
- Área trabajo
- Falla inversa
- Río

RANGOS DE PENDIENTE

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

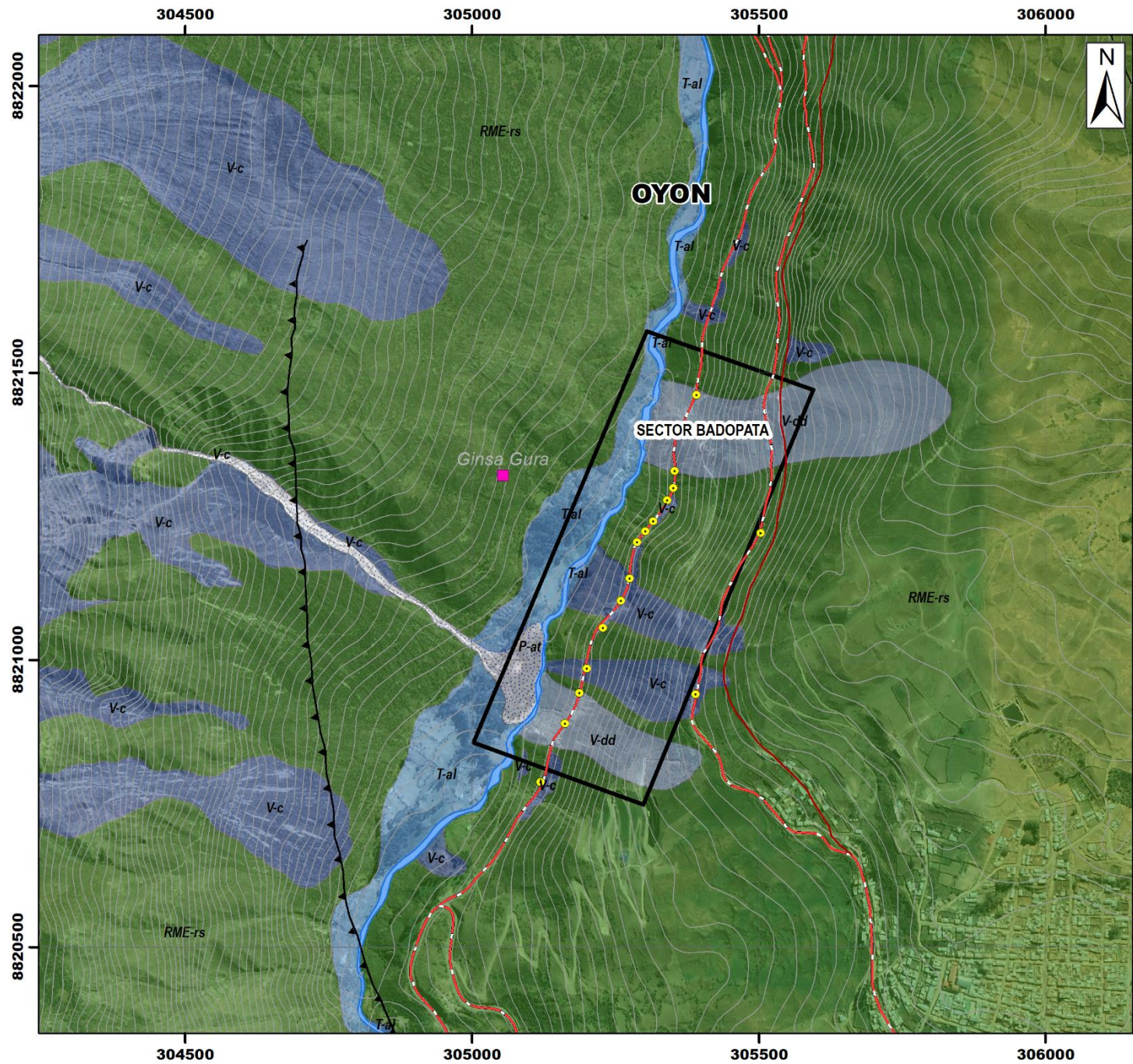
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: OYÓN
 DISTRITO: OYÓN

MAPA DE PENDIENTES

Escala: 1/9,000	Elaborado por: Sosa, N.	MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Junio, 2022	



SIMBOLOGÍA

- Centro poblado
- Puntos de control
- Curvas de nivel
- Vía departamental
- Vía local
- Área trabajo
- ▲ Falla inversa
- Río

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

RME-rs	Montaña estructural en roca sedimentaria
V-dd	Vertiente de deslizamiento
V-c	Vertiente coluvial
P-at	Vertiente aluvio-torrencial
T-al	Terraza aluvial

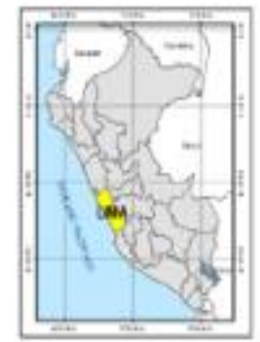
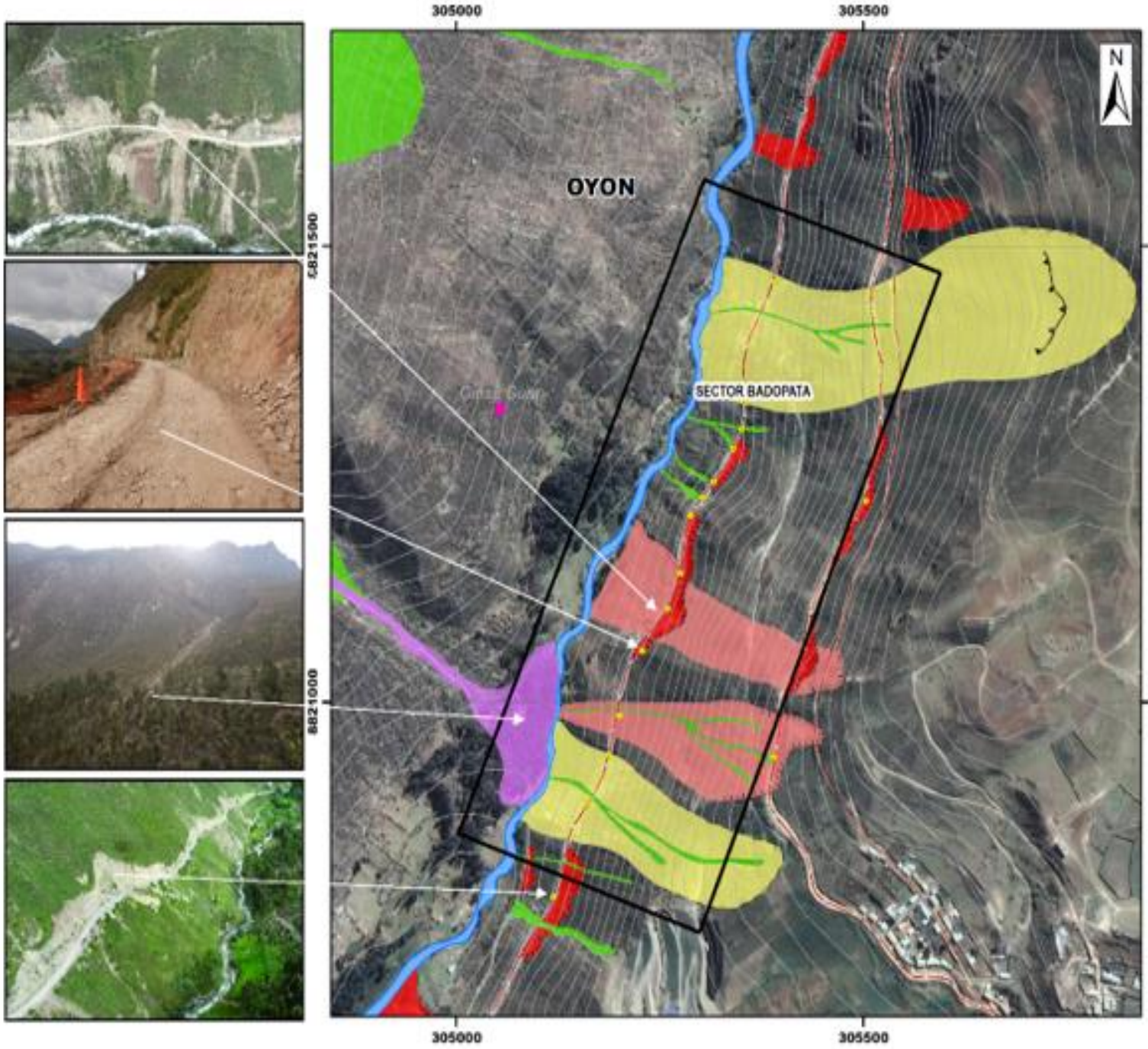
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: OYÓN
 DISTRITO: OYÓN

MAPA GEOMORFOLOGICO

Escala: 1/9,000	Elaborado por: Sosa, N.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	03
Versión digital 2022	Impreso: Junio, 2022	



SIMBOLOGIA

- Centro poblado
- Puntos de control
- Curvas de nivel
- Via departamental
- Via local
- ▭ Área trabajo
- Río

SIMBOLOGIA

- Derrumbe
- Derrumbe antiguo
- Deslizamiento antiguo
- Erosión de ladera
- Flujo

Trama

- Derrumbe
- Escarpa
- Deslizamiento antiguo

INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO NACIONAL DEL PERU

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: OYÓN
 DISTRITO: OYÓN

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Escala: 1:5.500	Elaborado por: Soledad N.	MAPA
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datam: WGS-84	04
Version digital 2022	Impreso: Junio, 2022	

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

A. Medidas de mitigación para deslizamientos y derrumbes.

1) Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Otras medidas son:

2) Construir zanjas de coronación

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 24).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

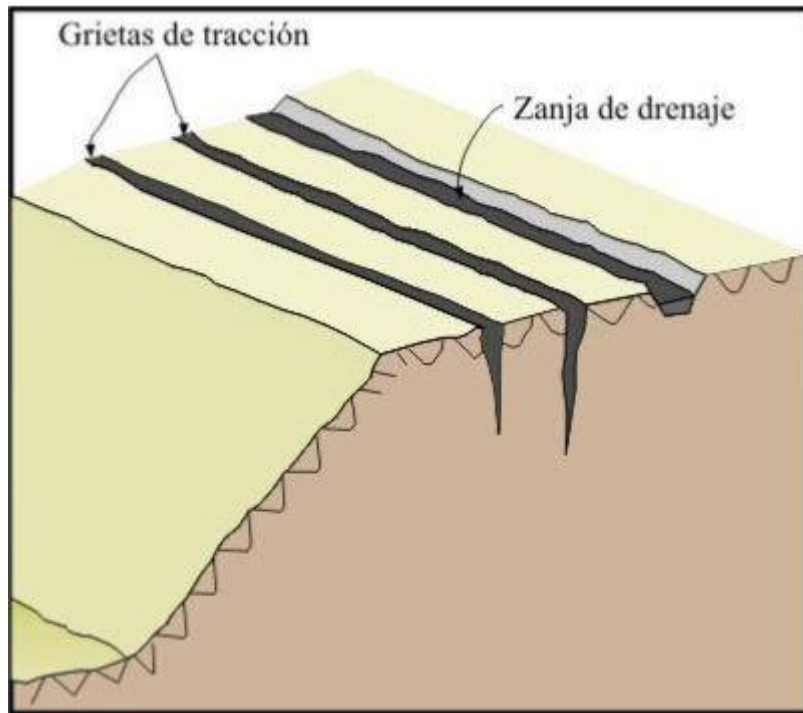


Figura 24. Canales de coronación.

25) **3) Otros métodos de remoción de rocas para estabilización de talud** (figura

- a) Tendido de talud en material meteorizado inestable en la parte superior del talud.
- b) Remoción de roca saliente mediante voladura.
- c) Remoción de árboles con raíces en grietas.
- d) Desquinche manual de bloques sueltos en roca astillada.
- e) Limpieza de cunetas.

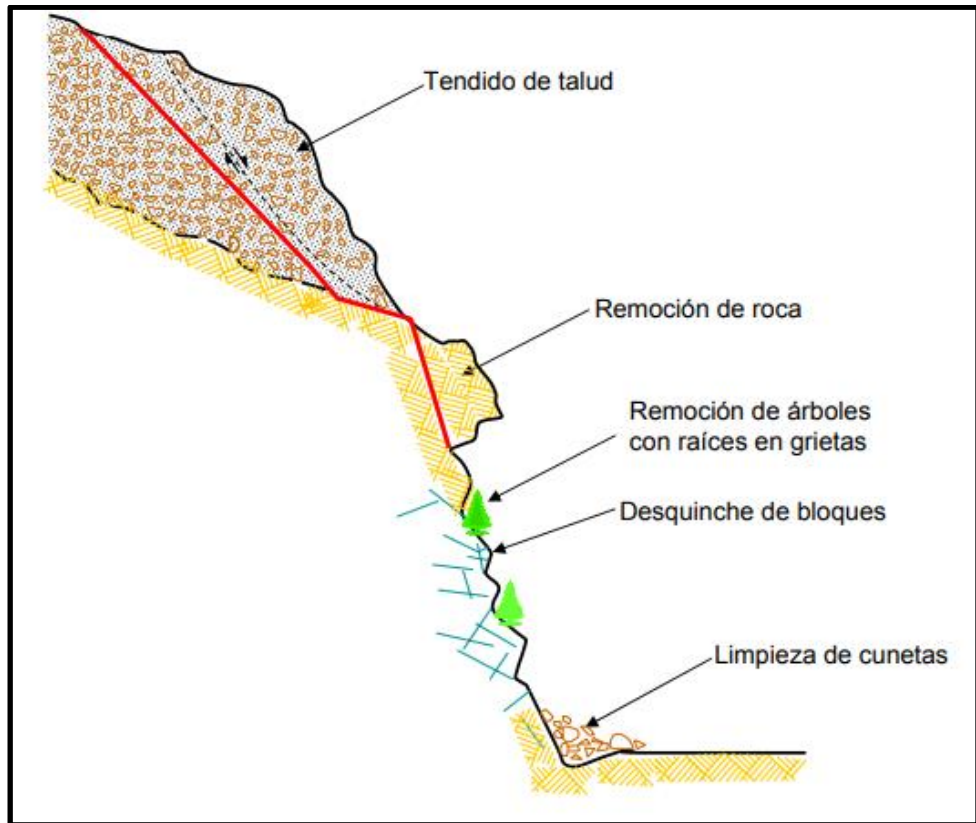


Figura 25. Métodos de remoción de rocas para estabilización de talud.