

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7727

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS SECTORES SIVERAPATA, YESOJURGUNAN, KM 1-2 DE LA CARRETERA LA CHIMBA - ANDAJES Y ALREDEDORES

Departamento: Lima
Provincia: Oyón
Distrito: Andajes



**FEBRERO
2026**

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LOS SECTORES SIVERAPATA, YESOJURGUNAN, KM 1-2 DE LA CARRETERA LA CHIMBA - ANDAJES Y ALREDEDORES

Distrito Andajes, Provincia Oyón, Departamento Lima



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

Equipo de investigación:

*Max Eduardo Chavez Chicoma
Norma Luz Sosa Senticala*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2026). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores Siverapata, Yesojurgunan, Km 1-2 de la carretera La Chimba - Andajes y alrededores*. Distrito Andajes, Provincia Oyón, Departamento Lima. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7729, 63 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. Objetivos del estudio.....	7
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	7
1.3. Aspectos generales.....	12
1.3.1. Ubicación	12
1.3.2. Población	12
1.3.3. Accesibilidad.....	12
1.3.4. Clima.....	15
2. DEFINICIONES	16
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	19
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	19
3.1.1. Grupo Chicama.....	19
3.1.2. Depósitos Cuaternarios	20
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	24
4.1. Pendientes del terreno.....	24
4.2. Subunidades geomorfológicas	25
4.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	25
4.2.2. Geoformas de carácter depositacional o agradacional	26
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	28
5.1. Deslizamientos.....	28
5.1.1. Deslizamientos en el sector Wasurrumi.....	28
5.1.2. Deslizamientos en el sector Siverapata.....	33
5.2. Caídas	34
5.2.1. Derrumbes y caída de rocas en el sector Siverapata.....	35
5.3. Movimiento complejo	38
5.3.1. Deslizamiento – caída de rocas en el sector Yesojurgunan y Siverapata... 38	
5.4. Otros peligros geológicos.....	41
5.4.1. Erosiones de ladera	41
5.5. Factores condicionantes.....	42
5.6. Factores desencadenantes.....	42
5.7. Factores antrópicos.....	42
6. CONCLUSIONES.....	44
7. RECOMENDACIONES.....	46

7.1. Medidas estructurales.....	46
7.2. Medidas no estructurales	46
8. BIBLIOGRAFÍA.....	48
ANEXO 1: MAPAS	50
ANEXO 2: PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS	55

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores de Yesojurgunan, Siverapata, km 1-2 de la vía Chimba - Andajes y alrededores del distrito de Andajes, provincia de Oyón, departamento de Lima. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), cumple con una de sus funciones, que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología para los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Desde el punto de vista geológico, el área evaluada se encuentra conformada por depósitos cuaternarios coluviales y coluvio-deluviales, constituidos por gravas y bloques de rocas sedimentarias dentro de una matriz areno-limosa, así como por macizos rocosos del Grupo Chicama compuestos principalmente por lutitas y areniscas, muy fracturados y altamente meteorizadas. La presencia local de niveles de yeso y carbón interestratificados incrementa la susceptibilidad a procesos de remoción en masa debido a su comportamiento mecánico desfavorable frente a la infiltración de agua.

Geomorfológicamente, predominan unidades de montaña con laderas de pendientes muy fuertes a escarpadas (25° a 45°), y unidades de piedemonte con inclinaciones de fuerte a muy fuerte (15° a 45°), lo que favorece la acumulación de material suelto y su movilización ladera abajo.

Se identificaron deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, movimientos complejos y procesos de erosión de ladera tipo cárcava, varios de los cuales afectan directamente la vía La Chimba – Andajes, terrenos de cultivo de palta, un mirador turístico y, en algunos sectores, alcanzan el cauce del río Huaura. El más resaltante, el deslizamiento rotacional activo en el sector de Wasurrumi que presenta una longitud escarpa de 100 m. con un desnivel entre escarpa y pie de 200 m.

Las condiciones de inestabilidad están asociadas tanto a factores naturales como antrópicos, destacando la intensa fracturación del macizo rocoso, las pendientes pronunciadas, la infiltración de agua producto de precipitaciones y riego agrícola, el deterioro de sistemas de riego, los cortes de talud viales y la ausencia de obras adecuadas de drenaje. En conjunto, estas condiciones configuran un escenario de **zona crítica, de peligro alto** ante la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, con posibilidad de reactivación o generación de nuevos movimientos en masa.

Finalmente, se recomienda la implementación de medidas de mitigación estructurales y no estructurales, tales como el control y manejo adecuado de aguas superficiales, la estabilización de taludes, el mantenimiento de la infraestructura vial y de riego, la reforestación con especies nativas en laderas inestables y la restricción de actividades agrícolas y turísticas en zonas de alto peligro, a fin de reducir la vulnerabilidad de la población, la infraestructura y las actividades productivas del área evaluada.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)” y contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Por ello, en atención a los Oficios N°0209-2025-MDA/ALC, N°017—2026-MDA/ALC, y en el marco de las competencias de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, se realizó la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores Siverapata, Yesojurgunan y alrededores, distrito de Andajes, provincia Oyón, departamento de Lima.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al Geol. Max Eduardo Chávez Chicoma e Ing. Norma Luz Sosa Senticala para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector mencionado, los días 26 y 27 de octubre del 2025. Los trabajos de campo se realizaron en coordinación y con el apoyo del presidente de la Comunidad Campesina La Chimba

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS y tomas fotográficas), cartografía geológica, geomorfológica y geodinámica, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y iii) Etapa de gabinete donde se realizó procesamiento de toda la información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografía e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Andajes, así como de instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil - Indeci y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - Cenepred, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley N° 29664, y sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar los peligros geológicos por movimientos en masa en los sectores Siverapata, Yesojurgunan y alrededores, distrito de Andajes, provincia Oyón, departamento de Lima.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de los peligros geológicos identificados.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante los peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluyen el área de estudio, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, los cuales se detallan en el cuadro 1 y se describen a continuación:

Cuadro 1. Estudios en el área de trabajo.

N°	Estudio	Autor (es)	Año
1.2.1	Boletín N° 76 “Peligro geológico en la región Lima”	Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M.	2020
1.2.2	Informe técnico N° A7318: Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Yanalpan Wasurrumi	Ingemmet	2022
1.2.3	Informe técnico Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lima	Luque, G. & Rosado, M,	2014
1.2.4	Boletín N° 29 “Estudio de Riesgos Geológicos del Perú - Franja N° 4”	Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G.	2006
1.2.5	Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oyón (22-j)-Cuadrante III. Escala 1:50000	Romero, D. & Latorre, O	2003
1.2.6	Boletín N° 26, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta”	Cobbing, E	1973

Fuente: Elaboración propia

1.2.1. Boletín N° 76, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “Peligro geológico en la región Lima” (Luque *et al.*, 2020). En este estudio, se cuenta con un mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1: 500 000. Considerando este mapa, el área de estudio presenta terrenos con susceptibilidad **muy alta** frente a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).

Entendiéndose por susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos. El cuadro 02 muestra una descripción detallada de los distintos grados de susceptibilidad ante movimientos en masa

Cuadro 2. Susceptibilidad a los movimientos en masa en el departamento de Lima

Grado	Características	Recomendaciones
Susceptibilidad Muy Alta	Las condiciones del terreno son muy favorables para que se generen movimientos en masa. Se concentran donde ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes reactivaciones de los antiguos al modificar sus taludes.	Prohibir el desarrollo de cualquier infraestructura, sin el detallado conocimiento geológico previo. Son necesarios los estudios geológicos-geotécnicos al detalle para el desarrollo y construcción probable de cualquier tipo de infraestructura (carreteras, puente, canales, presas, hidroeléctricas), o habilitación urbana.
Susceptibilidad Alta	Confluyen la mayoría de condiciones del terreno favorables a generar movimientos en masa, cuando se modifican sus taludes. Colinda con zonas de muy alta susceptibilidad.	Restringir el desarrollo de infraestructura urbana, o de instalaciones para una alta concentración de población. En el caso de infraestructura vial, líneas de energía, actividad minera, etc., se deben de realizar estudios geotécnicos de detalle.
Susceptibilidad Media	Presenta algunas condiciones favorables para producir movimientos en masa.	Permitir el desarrollo de infraestructura urbana e industrial, al conocer el detalle de las propiedades de los terrenos para poder tomar decisiones respecto a la viabilidad del proyecto.
Susceptibilidad Baja	Las condiciones intrínsecas del terreno no son propensas a generar movimientos en masa	Permitir el desarrollo de infraestructura al incorporarse las recomendaciones del estudio de diseño para hacer viable cualquier proyecto, o adaptarse a las condiciones del terreno
Susceptibilidad Muy Baja	Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como obstrucciones o cierres de valles originados por flujos, deslizamientos u otro movimiento en masa	Evaluar procesos geohidrológicos circundantes (inundación y erosión fluvial), en las áreas de escorrentía, generación de flujos de detritos u otros movimientos en masa en sus zonas marginales.

Fuente: Luque et al. (2020).

1.2.2. Informe técnico N° A7318: Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Yanalpan Wasurruni (Ingemmet; 2022). En este trabajo se presenta la evaluación de peligros geológicos en el sector Yanalpan Wasurruni, sectores colindantes a Siverapata y Yesojurgunan. Se identificaron deslizamientos, derrumbes, flujo de detritos y erosiones de ladera. Entre los factores condicionantes se tiene la litología, geomorfología y antrópico; y factor desencadenante las precipitaciones que ocurren durante los meses con mayor recurrencia de estas.

1.2.3. Informe técnico Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lima (Luque, G. & Rosado, M, 2014). En dicha investigación se presenta un listado de zonas críticas a lo largo de la región Lima. Cerca del sector en estudio se presenta una zona crítica descrita en el cuadro 3.

Cuadro 3. Áreas sujetas a desprendimientos de rocas y derrumbes

Sector	Peligro geológico y comentario geodinámico	Recomendación
Churín 295083 E 8804657 N	Área sujeta a erosión fluvial, erosión de laderas, derrumbes. Gran parte de Churín se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Huaura, zona afectada por erosión fluvial. Por encima del poblado, es afectado por derrumbes en forma de canchales de detritos suspendidos en las laderas del cerro Ronchao.	Construir muros de gaviones en ambas márgenes del río Huaura y revegetar terrazas fluviales. Limpiar el cauce.

Fuente: Ingemmet (2014).

- 1.2.4. 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). En base a este trabajo a escala regional y considerando el área de estudio del presente informe, se lograron identificar distintos peligros geológicos próximos al área de estudio, detallados en el cuadro 4 (figura 2).

Cuadro 4. Inventario de peligros geológicos

Sector	Peligro geológico	Vulnerabilidad
Entre Hatum Pampa y Yanalpam	Deslizamiento traslacional	Afecta la carretera a Andajes en un tramo de 500m, presenta agrietamientos. También afecta 1 vivienda y postes de tendido eléctrico.
Churín / Cerro El Mirador	Erosión de ladera	Puede afectar bosque, camino vecinal y terrenos de cultivo.
Churín	Erosión fluvial	En el año 1997-98 se llevó Central Hidroeléctrica, terrenos de cultivo y 3 viviendas. Puede afectar viviendas y carretera de tránsito pesado.

Fuente: Ingemmet (2006).

- 1.2.5. Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oyón (22-j)-** Cuadrante III. Escala 1:50 000 (Romero, D. & Latorre, O, 2003). En este estudio se realiza la actualización del boletín de 1973. Aquí en la zona de estudio se tiene afloramientos de las Formaciones Chicama y Oyón.
- 1.2.6. Boletín N° 26, serie A, carta geológica nacional: “Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta”.** Hojas 22-h, 22-i, 22-j. 23-h, 23-i, 23-j (Cobbing, E, 1973). Este estudio realizado a escala 1: 100 000 muestra que cerca de las zonas de estudio se tiene afloramientos rocosos de las formaciones Chimú (lutitas), Santa (Calizas) y Carhuaz (lutitas y areniscas).

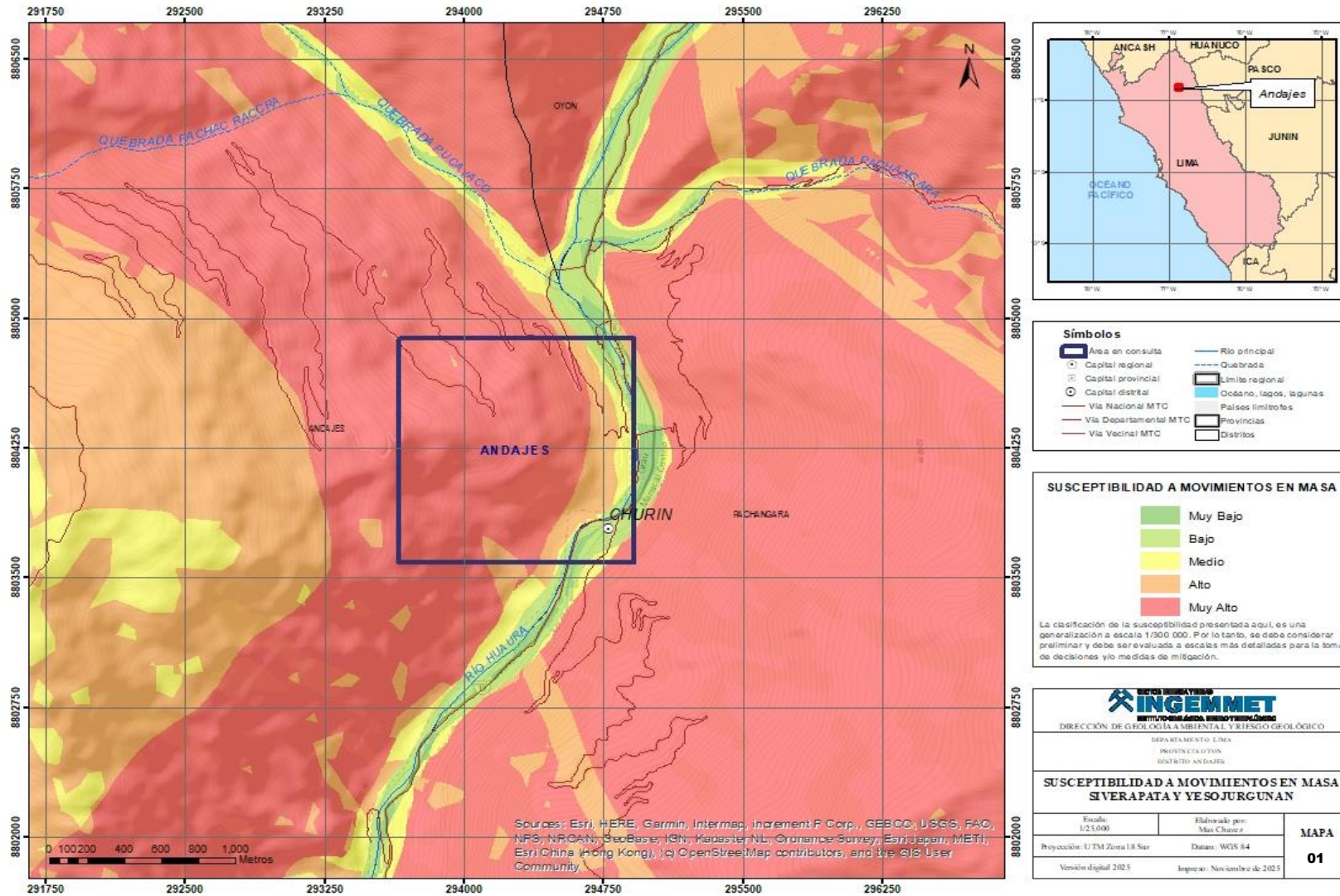


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el distrito de Andajes. Fuente: Luque et al. (2020).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La zona de estudio corresponde a los sectores de Siverapata y Yesojurgunan, ubicados en la Comunidad Campesina La Chimba.

Políticamente, pertenece al distrito de Andajes, Provincia de Oyón, departamento de Lima (figura 3).

Las coordenadas UTM (WGS84-Zona 18s) del área de estudio se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Coordenadas del área en evaluación

Distrito	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Andajes	263893	8804627	-10.807882°	-76.885140°

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el distrito de Andajes presenta una población censada de 546 habitantes (cuadro 6) distribuidos en un total de 697 viviendas (Fuente: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm).

Cuadro 6. Población censada en el distrito de La Perla.

Distrito	Población censada			Viviendas particulares		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
Andajes	546	254	292	697	658	39

1.3.3. Accesibilidad

El acceso hasta los sectores de Siverapata y Yesojurgunan, se realiza siguiendo la ruta detallada en el cuadro 7. El recorrido total desde la sede central del Ingemmet (distrito de San Borja) hasta los sectores evaluados es de 222.5 km aproximadamente por un tiempo estimado de 4 horas 30 min. (figura 4).

Cuadro 7. Rutas y accesos al área evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ingemmet (Lima) – Óvalo Río Seco (Huaral)	Asfaltada	110	2 h 30 min
Óvalo Río Seco (Huaral) – Andahuasi (Sayán)	Asfaltada	43	40 min
Andahuasi (Sayán) – Churín (Pachangara)	Asfaltada	64.5	1 h 15 min
Churín (Pachangara) – Yesojurgunan (Andajes)	Trocha carrozable	5	20 min

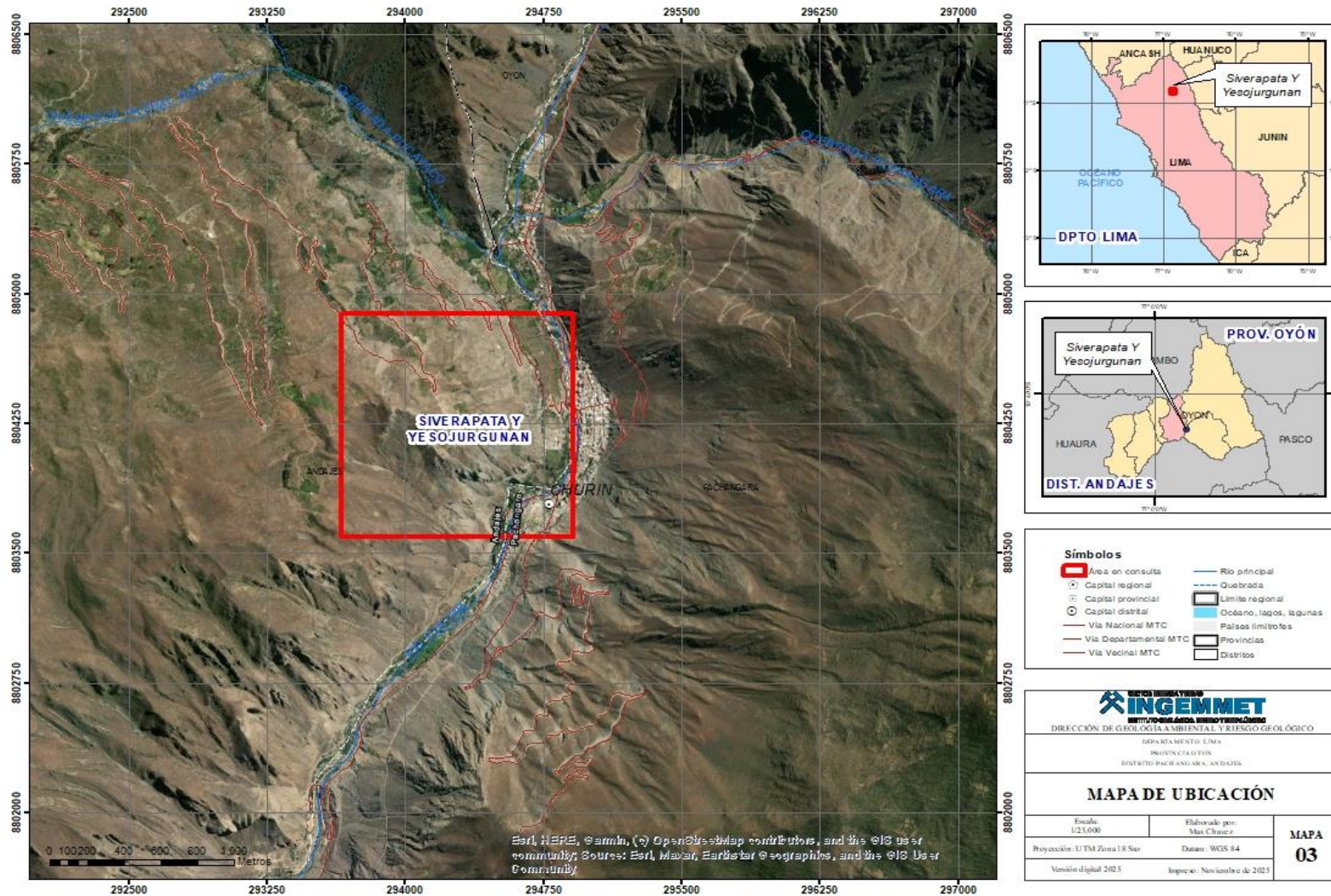


Figura 3. Ubicación de los sectores Siverapata, Yesojurgunan y km 1-2 de la carretera La Chimba - Andajes, distrito de Andajes, provincia de Oyón, departamento de Lima.



Figura 4. Ruta de acceso hacia los sectores evaluados desde la ciudad de Lima.

1.3.4. Clima

De acuerdo con el Mapa climático del Perú, elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, los sectores evaluados presentan un tipo de clima denominado Semiárido con invierno seco. Templado. Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 19°C a 23°C y temperaturas mínimas de 15°C a 19°C. Los acumulados anuales de lluvias en estas áreas varían desde los 300 mm hasta los 700 mm aproximadamente (figura 5)

En verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, la ZCIT y la TSM en el norte del país, por el flujo de humedad del este y por factores locales. Mientras que, en el invierno, las DANAs pueden generar precipitaciones aisladas, principalmente en el centro y norte del país (Senamhi, 2025)

- **Precipitación efectiva:** semiárido
- **Eficiencia térmica:** templado
- **Concentración de humedad:** invierno seco

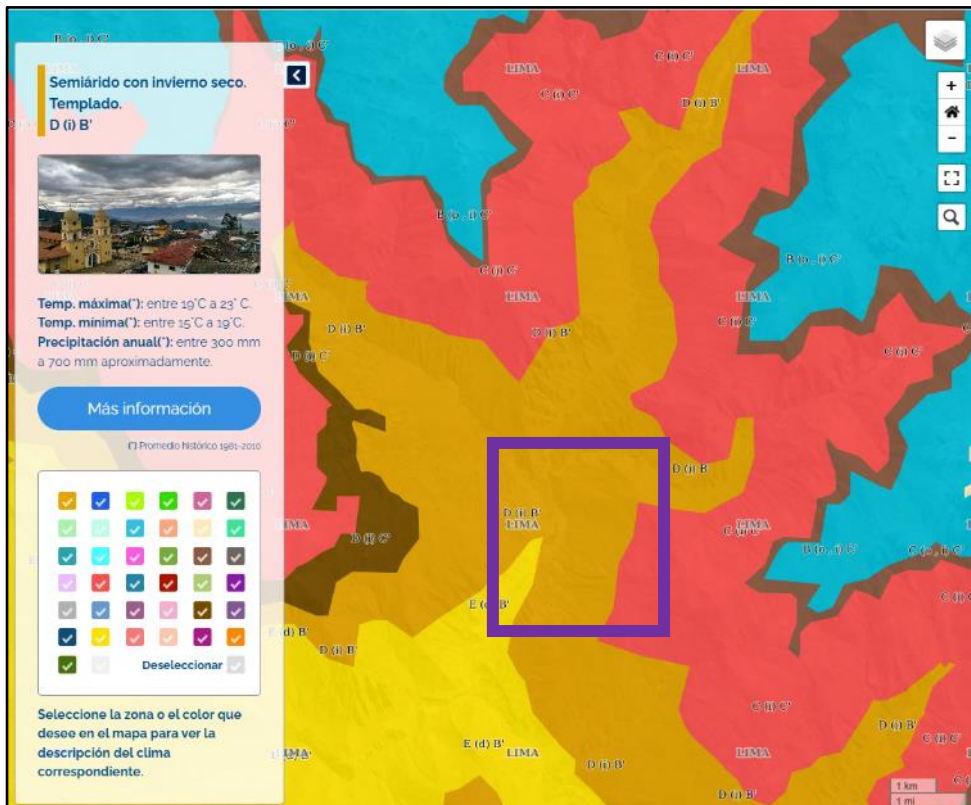


Figura 5. Mapa climático de la zona evaluada. Fuente: Senamhi

Durante el presente año, según fuente de datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere, se tuvo temperaturas mínimas de 2° C y máximas de 18° C. en el caso de precipitaciones, el mes de febrero se tuvo los mayores acumulados llegando a 17 mm. (figura 6).

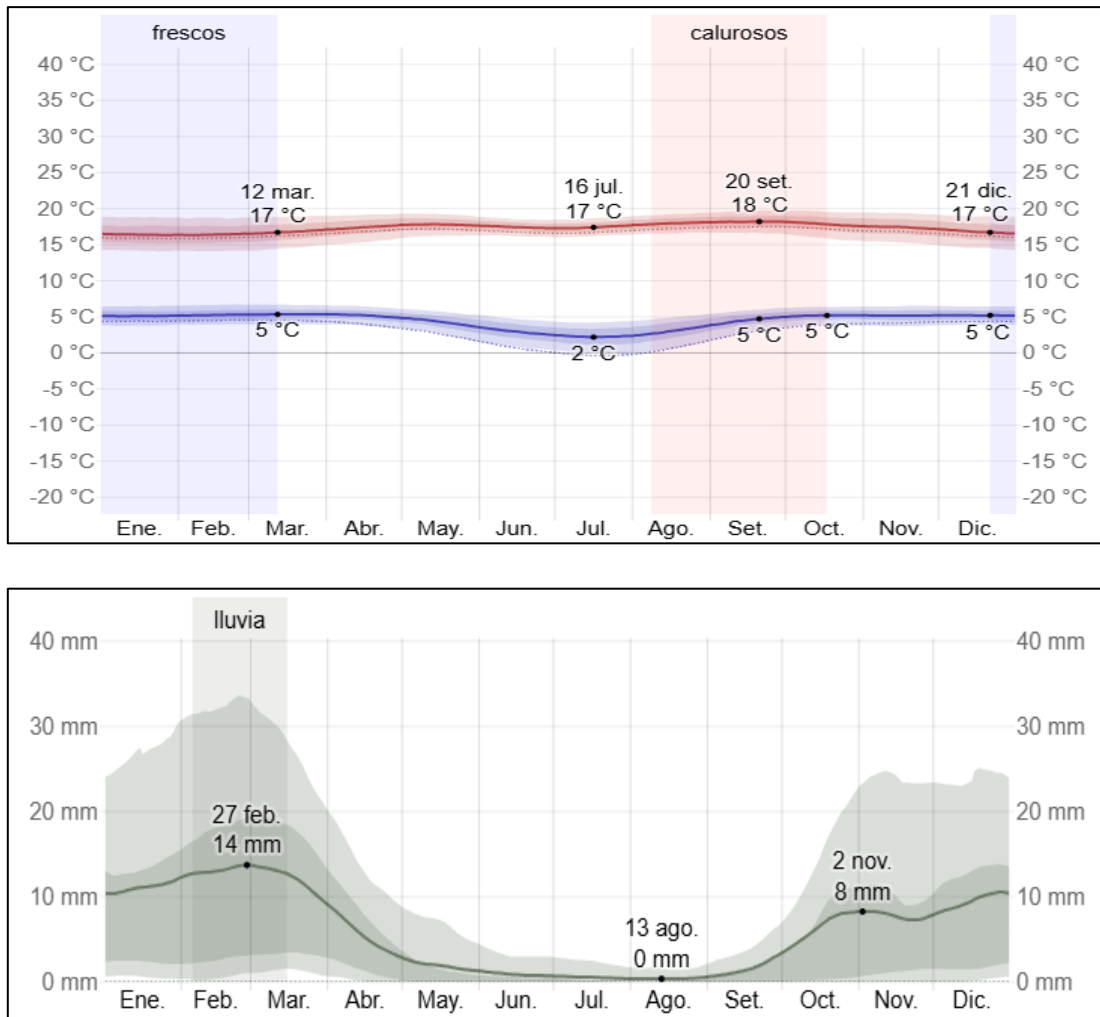


Figura 6. Arriba: Temperaturas máximas y mínimas de la estación Andajes durante el año 2025. Abajo: precipitaciones distribuidas a lo largo del 2025 en el distrito de Andajes. Fuente: Weather Spark, disponible en: <https://es.weatherspark.com/>

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos. En el informe se desarrollan terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. La terminología técnica utilizada, tiene como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores

de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

- Movimiento en masa activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- Movimiento en masa reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.
- Movimiento en masa suspendido: Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).
- Movimiento en masa antiguo: 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 (WP/WLI, 1993).

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.

Caída: Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

Caída de rocas: Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

Condicionante: Se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

Cárcava: Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

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.

Detonante (sin.: disparador, desencadenante, gatillante): Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera y la sobrecarga de una ladera.

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, glacial, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifican como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

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

Inactivo latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

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 geológico: 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.

Susceptibilidad: Propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Talud: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico se desarrolló en base al mapa geológico a escala 1: 50 000 empalmado a nivel nacional, complementándose con observaciones realizadas en campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas identificadas durante los trabajos de campo dentro de la zona de estudio corresponden a los miembros Punta Moreno y Tinajones del grupo Chicama y depósitos Cuaternarios, como depósitos coluvio-deluviales, coluviales y aluviales (**Mapa 1, Anexo 1**).

3.1.1. Grupo Chicama

De acuerdo al mapa geológico a escala 1:50 000, publicado en la plataforma de Geocatmin, este Grupo presenta dos formaciones geológicas que afloran en el área de estudio: Tinajones (Miembro Inferior) y Punta Moreno (Miembro Superior).

3.1.1.1. Formación Tinajones (Js-t/i)

A nivel regional se encuentra compuesta de limoarcillitas gris oscuras, esquistas, intercaladas con delgados estratos de caliza y areniscas con un espesor aproximado de 500 m.

A nivel local se observan estratos de limoarcillitas y lutitas carbonosas muy fisibles con espesores variables de entre 5 a 20 cm. Presentan un alto grado de meteorización y fracturamiento producto de la erosión por precipitaciones y vientos. En algunos sectores presentan capas de yeso concordantes a la estratificación. Hacia el suroeste de la zona evaluada, se presentan estratos de areniscas y calizas oscuras muy fracturadas con rumbo N° 345° y buzamientos 70° SW. Los derrumbes y deslizamientos ocurridos en los tramos de la carretera Chimba – Baños de Fierro están relacionados a dicha formación (Fotografía 1).



Fotografía 1. Vista en dirección norte de secuencias de limoarcillitas y lutitas oscuras carbonosas muy fracturadas. Coordenadas UTM 8803936N, 294559E.

3.1.1.2. Formación Punta Moreno (Js-pm)

Regionalmente, la Formación Punta Moreno está constituida por una secuencia de areniscas cuarzosas oscuras, de textura compacta a esquistosa, intercaladas con delgados niveles de calizas y areniscas finas, con un espesor estimado de varios cientos de metros, sobreyaciendo a la Formación Tinajones dentro del Grupo Chicama.

A nivel local, aflora como estratos de areniscas cuarzosas y calizas oscuras, generalmente muy fracturados y moderada a fuertemente meteorizados, con espesores de capas variables entre 10 y 40 cm. Estas rocas presentan un marcado control estructural, evidenciado por la presencia de diaclasas y planos de debilidad asociados a fallas locales. El contacto con la Formación Tinajones se encuentra afectado por estructuras tectónicas de alto ángulo, las cuales favorecen la inestabilidad de laderas. En sectores donde la formación aflora en pendientes pronunciadas, se observan procesos de caída de rocas y derrumbes, especialmente durante periodos de lluvias intensas. Dicha formación esta asociada a los movimientos en masa ocurridos en los sectores Siverapata, Yesojurgunan, Wasurrumi y la vía La Chimba – Andajes (figura 7).

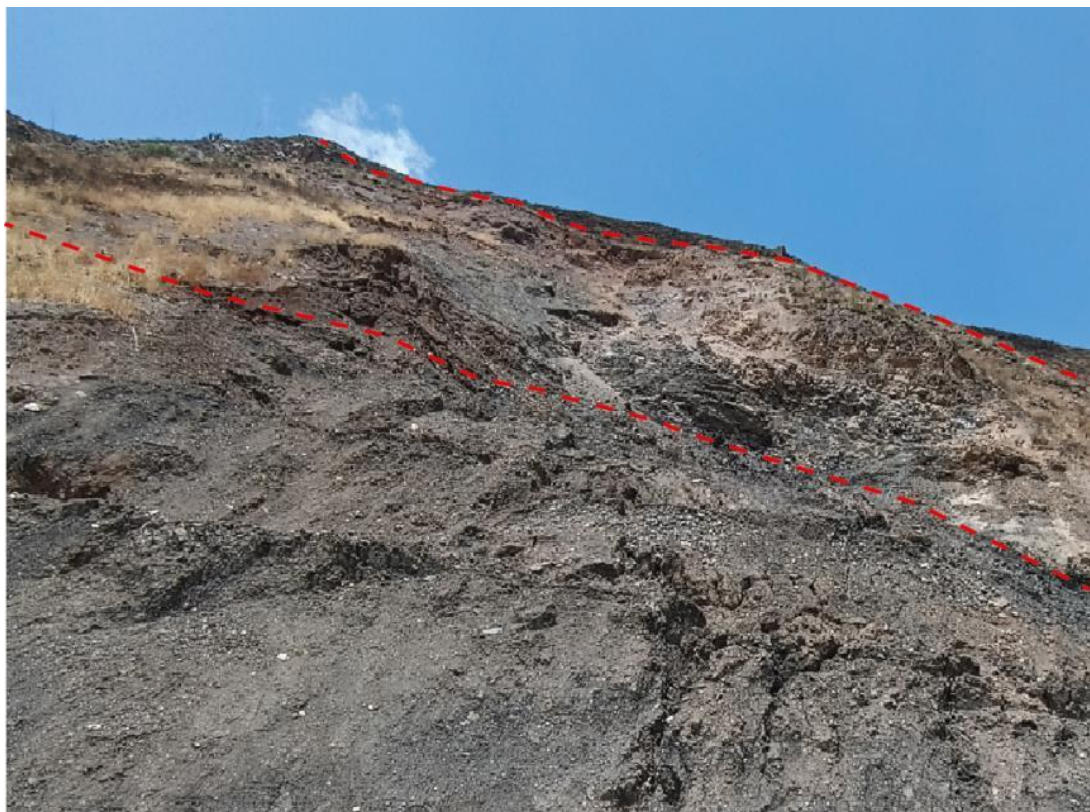


Figura 7. Vista en dirección suroeste de las zonas altas del sector Wasurrumi, donde se presentan afloramientos de areniscas correspondientes a la Formación Punta Moreno.

3.1.2. Depósitos Cuaternarios

3.1.2.1. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Se localizan en forma caótica en las laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía producto de diversos movimientos en masa. Están

compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias (50%), subangulosos a subredondeados con diámetros que varían entre 0.1 a 1 m, gravas (30%), envueltos en una matriz limo arcilloso – arenoso (20%) (figura 8 y 10).

Por el tipo de matriz, este tipo de suelo tiende a retener la humedad por su capacidad de absorber y retener grandes cantidades de agua y baja la resistencia al corte lo que favorece a la ocurrencia de un movimiento en masa por gravedad, especialmente cuando este se encuentre saturado.

3.1.2.2. Depósito coluvial (Q-co)

A los depósitos coluviales se les reconoce por su geometría y deben su origen a movimientos en masa como deslizamientos, movimientos complejos, derrumbes, entre otros, con fuente de origen cercana. Están formados por bloques de naturaleza homogénea de origen sedimentario, heterométricos, mezclados con gravas y materiales finos como arena, limo y arcilla principalmente.

Estos depósitos carecen de relleno, son sueltos sin cohesión. Conforman taludes de reposo poco estables, generalmente sueltos a medianamente densos los cuales se han originado por meteorización y destrucción mecánica de rocas preexistentes; su transporte y depositación gravitacional (originada por caídas de rocas y derrumbes), han producido acumulaciones en la base de las laderas de los cerros. Son observables en múltiples puntos de la vía Chimba - Andajes, y en la margen derecha del río Huaura (figuras 9 y 10).

3.1.2.3. Depósito aluvial (Q-al)

Corresponden a los depósitos de terrazas y conos de deyección, en las márgenes de los ríos principales. Están conformados por bloques de roca y gravas subredondeadas, medianamente consolidado, envueltos en una matriz arenolimosas observables adyacentes al río Huaura, formando terrazas bajas, que se encuentran en proceso de socavamiento por procesos erosivos fluviales (figura 11).



Figura 8. Secuencias de intercalación de gravas, limos y arcillas cerca del sector Yesojurgunan.

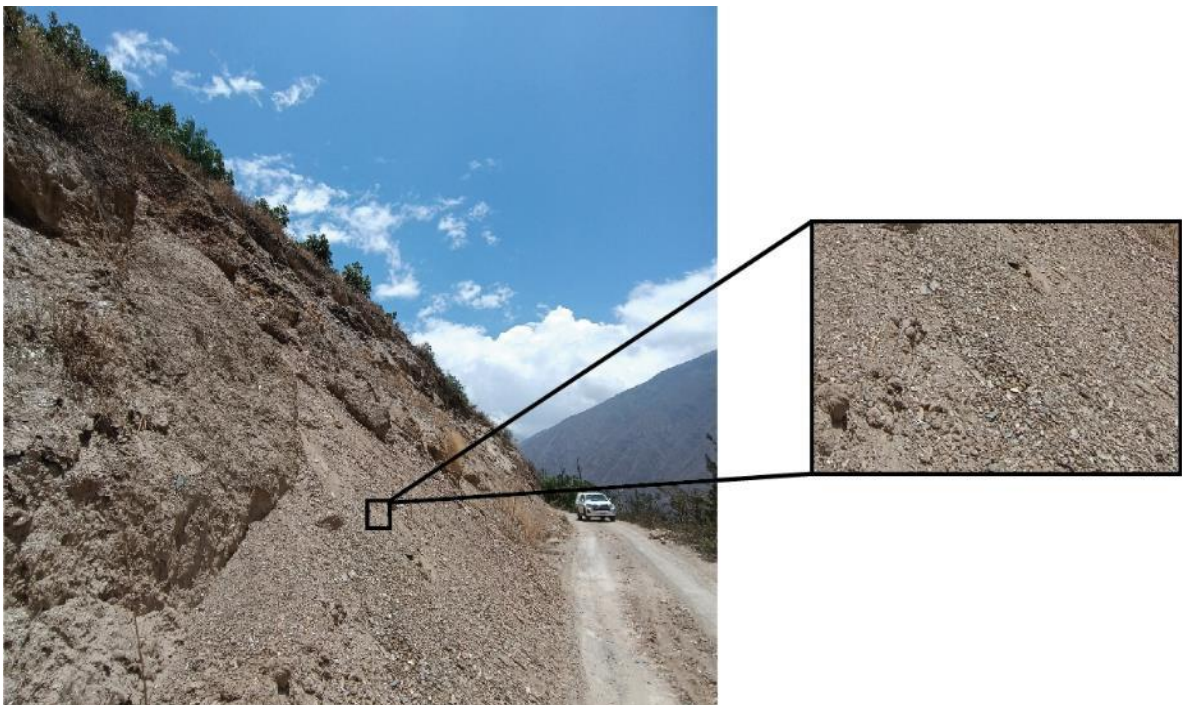


Figura 9. Depósitos coluviales en taludes poco estables observados en distintos puntos de la vía Chimba – Andajes. Se encuentran compuestos de fragmentos angulosos de naturaleza sedimentaria, gravas en una matriz limosa arenosa.



Figura 10. Detalle de depósitos coluvio-deluviales usados para sembríos de palta. Como consecuencia, se tiene un deslizamiento (depósito coluvial) que afecta la vía La Chimba - Andajes.



Figura 11. Depósitos aluviales en forma de terrazas donde se asienta parte del pueblo de Churín en la margen izquierda del río Huaura, mientras que en la margen derecha se presenta terrenos de cultivos y comunidades como La Chimba.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico, se utilizó un modelo de elevación digital del terreno (DTM) de 0.17 m de resolución, además se realizó el análisis de imágenes satelitales para el estudio de la morfometría del relieve, complementada con los trabajos de campo realizados durante la evaluación geológica en los sectores Yesojurgunan, Siverapata y alrededores.

4.1. Pendientes del terreno

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

En el **Mapa 2 (Anexo 1)**, se presenta el mapa de pendientes de terreno, elaborado en base a la información del modelo de elevación digital del terreno (DTM) de 0.17 m de resolución. Cabe precisar que, este modelo fue elaborado en base al sobrevuelo con dron realizado en el área de estudio.

De acuerdo con este mapa, los sectores Yesojurgunan y Siverapata se encuentran sobre terrenos con pendiente muy fuerte a escarpada (25° - 45°), detallado en cuadro 5. En este rango de pendiente, facilita la ocurrencia de movimientos en masa como derrumbes y caídas de rocas ya sea por precipitaciones, sismos o pequeñas vibraciones que ocurran cerca de la zona.

Cuadro 5. Rango de pendientes del terreno

Pendiente	Rango	Descripción
0° - 1°	Llano	Son terrenos llanos que corresponden a depósitos cuaternarios. Se distribuyen mínimamente en los cauces de quebradas. Estos terrenos pueden ser susceptibles a procesos de inundación fluvial durante lluvias excepcionales.
1° - 5°	Suave a inclinado	Terrenos planos a ligeramente ondulados que se distribuyen a lo largo de las quebradas. Estos terrenos están sujetos a inundaciones de tipo fluvial y pluvial.
5° - 15°	Moderada	Terrenos con moderada pendiente que presentan buena distribución en las laderas de las montañas, así como en las vertientes con depósitos de deslizamientos y vertientes coluvio-deluviales. Estos terrenos están sujetos a deslizamientos, derrumbes y procesos de erosión de ladera.
15° - 25°	Fuerte	Son 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, donde se registran procesos de deslizamientos, y derrumbes.
25° - 45°	Muy fuerte a escarpado	Terrenos con distribución restringida a la zona de montañas que ocupan áreas muy grandes de la zona de estudio. Las laderas de las montañas en roca sedimentaria presentan pendiente del terreno muy fuerte a escarpado y en estas zonas se podrían generar procesos como deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas.
>45°	Muy escarpadas	Ocupa áreas reducidas y distribuidas a lo largo de laderas y cumbres de montañas. Estos terrenos están sujetos a caídas de rocas y derrumbes por la pendiente del terreno muy escarpado. Este rango de pendiente se localiza en toda la zona de estudio y condiciona la ocurrencia de los procesos mencionados anteriormente.

4.2. Subunidades geomorfológicas

Para la caracterización de las subunidades geomorfológicas en el área de estudio (**Mapa 3, Anexo 1**), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación, además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1: 250 000 elaborado por Ingemmet. En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. Unidades y subunidades geomorfológicas

Unidades geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña en roca sedimentaria (RM-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)
	Vertiente coluvial (V-co)
	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)

4.2.1. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales, sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

4.2.1.1. Unidad de montaña

Corresponde 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. En el área de evaluación de acuerdo a su morfología y origen se subdivide en:

Subunidad de montaña en roca sedimentaria (RM-rs):

Subunidad geomorfológica formada en unidades litoestratigráficas de rocas sedimentarias conformadas por las formaciones Tinajones y Punta Moreno, correspondientes al Grupo Chicama, las cuales se muestran intensamente afectadas por procesos tectónicos y erosivos. La pendiente de sus laderas varía principalmente entre 25° a 45°, caracterizada como muy fuerte a

escarpado. También se observa sector aislados con pendiente muy escarpado (mayor a 45°) asociado a ocurrencias de movimientos en masa como derrumbes y deslizamientos (Figura 12).



Figura 12: Vista de unidades de montaña que se encuentran en el distrito de Andajes.

4.2.2. Geformas de carácter depositacional o agradacional

4.2.2.1. Unidad de piedemonte

Los piedemontes corresponden a un conjunto de depósitos conformando una superficie inclinada y disectada que se extiende al pie de sistemas montañosos y que ha sido formada por la depositación sucesiva de materiales transportados por corrientes de agua que emergen desde los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas (Villota, 1991). Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):

Son depósitos inconsolidados, localizados al pie de laderas de montañas, resultantes de la acumulación de material de origen coluvial y deluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como derrumbes y deslizamientos. Estas geformas se encuentran ampliamente desarrolladas en las laderas de montañas, con pendientes predominantes de muy fuerte a muy escarpado (25°- >45°) y fáciles de remover (figura 13).

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

Estas geformas se observaron cómo cuerpos de deslizamientos antiguos y recientes, depositadas en las laderas superiores, donde las pendientes van de fuerte a muy fuerte (15°- 45°). Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, de

corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa (figura 13).

Subunidad de vertiente coluvial (V-co):

Corresponde a las geoformas originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias o actividad sísmica. Esta subunidad corresponde a la combinación de geoformas formadas por la acumulación de depósitos de movimientos en masa (prehistóricos, antiguos y recientes) y acumulaciones de material movilizado por la escorrentía superficial que se acumulan lentamente (figura 13).

4.2.2.2. 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.

Subunidad de terraza aluvial (T-al): En el área de estudio, esta subunidad corresponde principalmente a terrenos ubicados encima del cauce del río Huaura, limitados a los valles, muestran pendientes entre 1°y 5°, es común que se produzcan en sus márgenes procesos de erosión fluvial (figura 14).

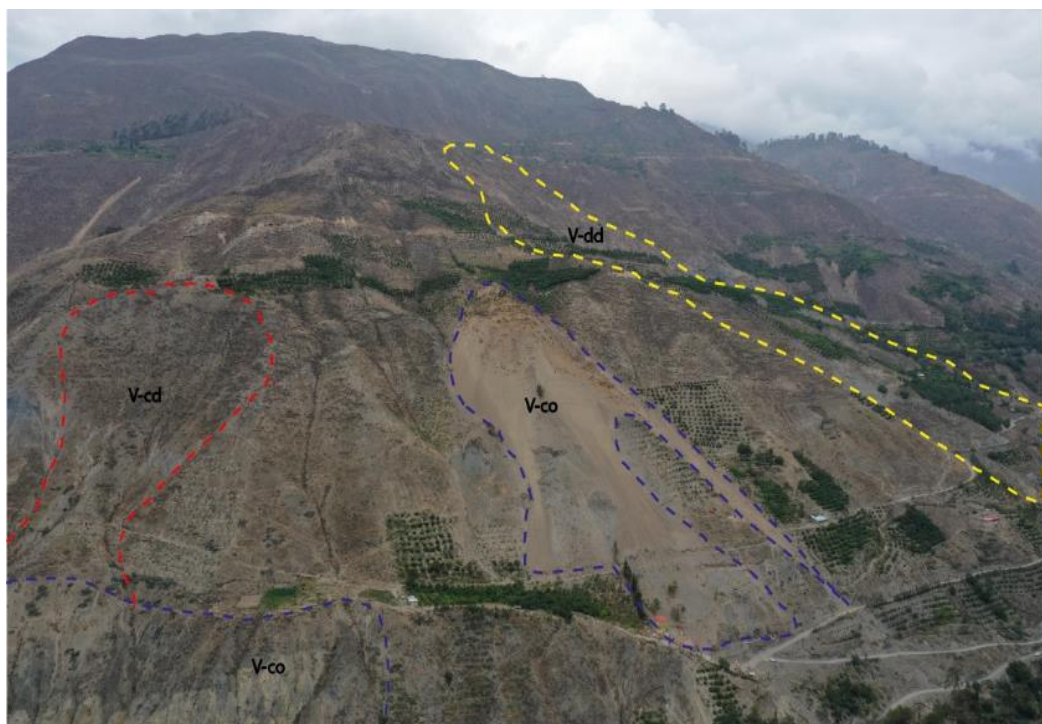


Figura 13: Vista de vertiente coluvio-deluvial (V-cd), coluvial (V-co) y de depósito de deslizamiento (V-dd) hacia las zonas altas de la comunidad La Chimba.



Figura 14: Vista aérea de terrazas aluviales (T-al) formados por deposición de material del río Huaura. Son aprovechadas para terrenos de cultivo y construcción de viviendas.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La cartografía de peligros geológicos consideró los procesos geodinámicos que se encuentran condicionados por factores propios de la geomorfología y la geología, así como también la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelo o las coberturas aluviales.

Los peligros geológicos identificados en los sectores Yesojurgunan y Siverapata, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbe, movimiento complejo y otros peligros geológicos de tipo erosión de cárcavas (**Mapa 4, Anexo 1**).

La caracterización de estos peligros geológicos se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa y se realizó la cartografía geológica, geomorfológica y geodinámica basada en la observación morfométrica in situ.

5.1. Deslizamientos

De acuerdo a los trabajos de campo y mediante imágenes aéreas de dron y satelitales, se identificaron deslizamientos rotacionales activos descritos de acuerdo a los siguientes sectores:

5.1.1. Deslizamientos en el sector Wasurumi

Se presentan tres (3) deslizamientos rotacionales activos descritos en el cuadro 07:

Código de deslizamiento	Coordenadas UTM – 18S		Altitud (m s.n.m.)
	Norte	Este	
D-01	8804613	293902	2671
D-02	8804551	293984	2674
D-03	8804520	294062	2662

a.) Deslizamiento D-01

Este deslizamiento constituye uno de los eventos activos de mayor magnitud identificados y cartografiados dentro del área de estudio. Su inicio se remonta al año 2020, presentando reactivaciones recurrentes durante los años 2022, 2024 y 2025, lo que evidencia un comportamiento dinámico y persistente del proceso de inestabilidad. El evento afectó directamente la vía La Chimba–Andajes, comprometiendo un tramo aproximado de 100 m, lo que ocasionó la interrupción del tránsito vehicular por un periodo cercano a 15 días. Asimismo, el deslizamiento produjo la afectación de terrenos agrícolas destinados al cultivo de palta (figura 15).

De acuerdo con la información brindada por las autoridades locales y las observaciones realizadas durante los trabajos de campo, el deslizamiento estaría principalmente condicionado por el fuerte fracturamiento rocoso en esa zona, así como también por la presencia de tuberías en deficiente estado de conservación pertenecientes a los cultivos de palta ubicados muy cerca del sector evaluado. Estas tuberías han sido identificadas en diversos sectores cercanos al cuerpo del deslizamiento, así como a lo largo de los bordes de la carretera, donde las filtraciones contribuyen al incremento del contenido de humedad en los materiales, favoreciendo la reactivación de movimientos en masa, lo que genera una mayor inestabilidad del talud y de la infraestructura vial (figura 16).

Características visuales del evento:

-
- Escarpa principal con longitud: 100 m. aprox.
- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Forma de la escarpa principal: Semicircular
- Superficie de rotura: Elongada, irregular.
- Desnivel entre escarpa y pie: 200 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento, varía entre 60 a 85 m.
- Tipo de avance: Retrogresivo
- Presenta agrietamientos con un ancho de entre 25 a 35 cm, profundidad de hasta 65 cm y longitud entre 20 a 35 m.



Figura 15. Vista aérea del deslizamiento D-01, en el sector Wasurumi. Se observan plantaciones de palta hacia los márgenes y pie del deslizamiento, así como también la vía La Chimba – Andajes que atraviesa dicho deslizamiento.



Figura 16. Grietas con saltos de hasta 30 cm. al borde de la vía La Chimba – Andajes. También se logran ver tuberías para riego de cultivos de paltas.

b.) Deslizamiento D-02

El deslizamiento descrito se encuentra actualmente en proceso de activación y se desarrolla de manera contigua al deslizamiento D-01, lo que sugiere una posible relación geomorfológica y geomecánica entre ambos eventos. El fenómeno se da sobre terrenos destinados al cultivo de palta, condición que constituye un factor condicionante relevante para su evolución y desarrollo.

De acuerdo con el análisis de imágenes aéreas y la información recopilada durante las evaluaciones de campo, este deslizamiento estaría principalmente condicionado por la infiltración de aguas, asociada al sistema de riego por goteo y a la filtración proveniente de tuberías en deficiente estado de mantenimiento. Cabe señalar que se ha identificado la presencia de redes de tuberías que atraviesan el cuerpo del deslizamiento, lo cual favorece el incremento del contenido de humedad en los materiales del talud, reduciendo su resistencia al corte y facilitando la reactivación del movimiento.

En caso de que el proceso de inestabilidad continúe su avance, el deslizamiento podría comprometer un tramo carretero aproximado de 150 m de la vía La Chimba–Andajes, representando un riesgo significativo para la infraestructura vial y la transitabilidad de la zona (figura 17).

Características visuales del evento:

- Escarpa principal con longitud: 120 m. aprox.
- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Forma de la escarpa principal: Semicircular
- Superficie de rotura: Elongada, irregular.
- Desnivel entre escarpa y pie: 115 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento variable de hasta 160 m.
- Tipo de avance: Retrogresivo
- Presenta agrietamientos en las zonas altas. Al pie del deslizamiento se observa pequeños derrumbes debido al corte de carretera que lo atraviesa.

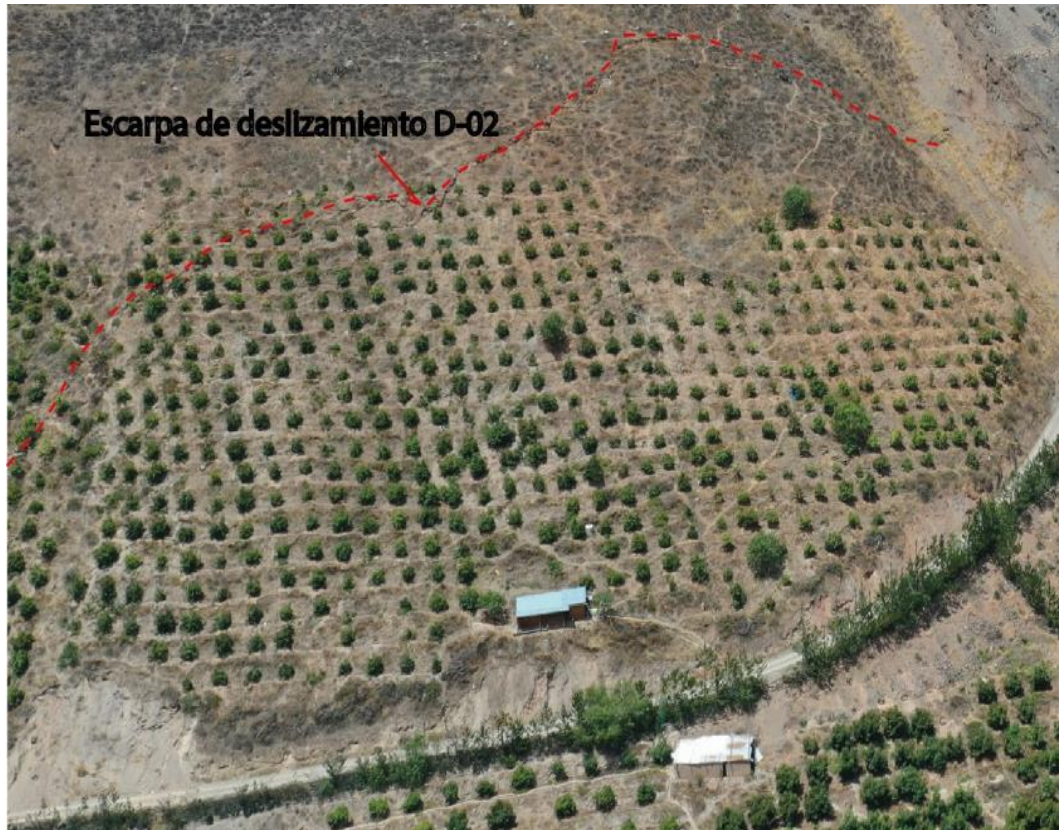


Figura 17. Vista aérea del deslizamiento D-02 que se desarrolla sobre terrenos de cultivos de papa.

c.) Deslizamiento D-03

Este deslizamiento es de menor dimensión a los anteriores, pero afecta cultivos y vía de comunicación. Se desarrolla cerca del pie del deslizamiento D-02, por ende, los factores condicionantes para su desarrollo es el mismo. Compromete un tramo de 40 m de la vía La Chimba – Andajes. Cerca de la escarpa del deslizamiento se observa tuberías expuestas para riego (fotografía 2).

Características visuales del evento:

- Escarpa principal con longitud: 35 m.
- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Forma de la escarpa principal: Semicircular
- Superficie de rotura: Elongada, irregular.
- Desnivel entre escarpa y pie: 14 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento 34 m.
- Tipo de avance: Retrogresivo
- Presenta agrietamientos visibles en la carretera con un ancho entre 7 a 10 cm y 25 cm de profundidad.



Fotografía 2. Vista en dirección sur del deslizamiento D-03. Coordenadas UTM 8804520 N, 294062 E.

5.1.2. Deslizamientos en el sector Siverapata

Se presentan tres (3) deslizamientos rotacionales activos descritos en el cuadro 07:

Código de deslizamiento	Coordenadas UTM – 18S		Altitud (m.s.n.m.)
	Norte	Este	
D-04	8804613	293902	2671
D-05	8804551	293984	2674
D-06	8804520	294062	2662

a.) Deslizamientos D-04, D-05 y D-06

Los deslizamientos D-04, D-05 y D-06 corresponden a eventos contiguos, identificados y cartografiados principalmente a partir del análisis de imágenes aéreas obtenidas mediante dron, debido a la limitada accesibilidad para su evaluación directa en campo. Si bien estos eventos muestran variaciones en la dirección de movimiento, se desarrollan bajo un mismo contexto geológico, caracterizado por afloramientos rocosos intensamente fracturados y con alto grado de meteorización, condiciones que favorecen la inestabilidad de los taludes.

Los procesos son interpretados como deslizamientos de tipo rotacional, controlados por la geometría del talud y la presencia de planos de debilidad estructural. Dichos deslizamientos afectan de forma directa y exclusiva a la vía La Chimba–Baños de Fierro, comprometiendo la estabilidad del talud de

corte y la seguridad de la infraestructura vial. En el área de influencia inmediata no se identifican terrenos de cultivo, viviendas, ni actividades antrópicas relevantes, por lo que el desarrollo de estos eventos estaría principalmente asociado a factores geológicos y geomorfológicos, tales como la intensa fracturación del macizo rocoso, la pendiente del terreno y los procesos de meteorización (figura 18).

Características visuales del evento:

- Escarpas principales con longitud: D-04 de 310 m; D-05, 176 m; y D-06, 240 m.
- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Formas de las escarpas principales: Semicircular
- Superficie de rotura: irregular.
- Desnivel entre escarpa y pie: D-04 de 380 m; D-05, 230 m; y D-06, 400 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento, varía entre 120 a 140 m.
- Tipo de avance: Retrogresivo
- Presenta escarpas secundarias múltiples, además de que en ciertas zonas del cuerpo se desarrollan erosión en cárcavas.

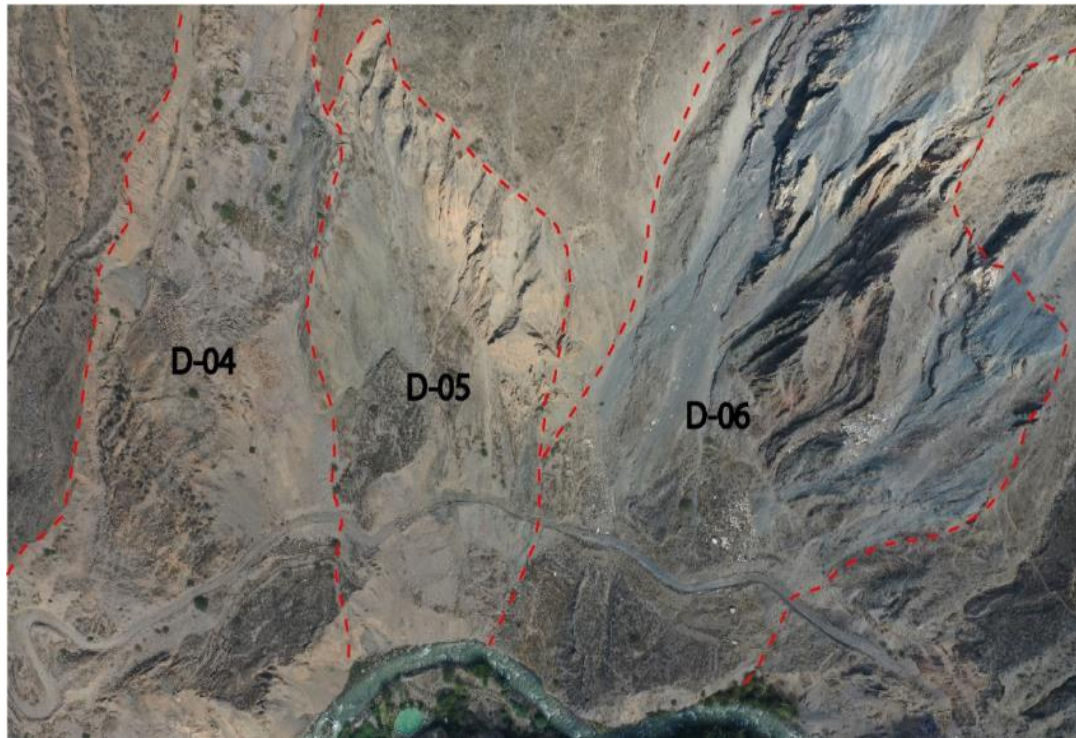


Figura 18. Vista aérea de los deslizamientos rotacionales activos D-04, D-05 y D-06.

5.2. Caídas

De acuerdo a los trabajos de campo y mediante imágenes aéreas de dron y satelitales, se identificaron caídas del tipo derrumbes y caída de rocas, descritos de acuerdo a los siguientes sectores:

5.2.1. Derrumbes y caída de rocas en el sector Siverapata

En el área de estudio se han identificado procesos de derrumbe y caída de rocas que afectan de manera directa a la vía de comunicación La Chimba - Andajes, terrenos agrícolas destinados al cultivo de palta, viviendas y cementerio de la Comunidad de La Chimba, el cual ha sido parcialmente impactado por estos eventos. Dichos procesos se desarrollan principalmente en taludes rocosos empinados, constituidos por bloques de areniscas y lutitas, los cuales presentan alto grado de fracturamiento y meteorización, favoreciendo el desprendimiento gravitacional de material rocoso.

Los derrumbes se manifiestan en colapsos de material coluvio-deluvial o de antiguos depósitos de deslizamiento debido a la saturación por infiltración de aguas proveniente de regadío, mientras que las caídas de rocas, por la liberación de bloques de tamaño variable, acompañados de fragmentos angulosos y detritos, que descienden por las laderas hasta alcanzar la plataforma vial, generando condiciones de alto riesgo para la transitabilidad. En determinados sectores, el material desprendido sobrepasa el eje de la vía, extendiéndose ladera abajo hasta alcanzar el cauce del río Huaura, lo que evidencia la energía del proceso y la pendiente pronunciada del terreno (figura 19, fotografías 3).

Asimismo, se ha constatado la afectación de áreas agrícolas, donde los bloques rocosos y escombros han invadido sectores de cultivo, provocando la pérdida parcial de suelos productivos. En el caso de las viviendas, estas se hallan al pie de los derrumbes, que en caso de futuras activaciones podrían verse seriamente dañadas, al igual que el cementerio de la comunidad La Chimba (figura 20).

A la fecha de la evaluación, se pudo observar que bloques rocosos y material colapsado aún permanecen sobre la vía obstruyendo un tramo de 90 m y en otros sectores asentamientos de la plataforma vial, obstruyendo el tránsito entre la comunidad La Chimba y los baños termales de Fierro, lo que incrementa la exposición al peligro y la probabilidad de ocurrencia de nuevos eventos, especialmente durante periodos de lluvias o sismos. La persistencia de estos materiales inestables, sumada a la falta de obras de contención y limpieza periódica, mantiene latente el riesgo para la población, la infraestructura vial y las actividades turísticas y agrícolas de la zona (figura 21).



Figura 19. Derrumbes y caída de rocas que afecta un tramo de 90 m. de la vía hacia los baños termales de Fierro.



Figura 20. Derrumbe identificado sobre la comunidad La Chimba que afecta directamente al cementerio de la comunidad, así como también a ciertas viviendas.



Fotografía 3. Material desprendido por derrumbes y caídas de rocas. Resaltar que durante la inspección se desprendían aún pequeños bloques rocosos, lo que resalta la inestabilidad del talud. Coordenadas UTM 8803938 N; 294578 E.



Figura 21. *Izquierda:* Bloque rocoso de aproximadamente 1.5 m de diámetro compuesto de arenisca que obstruye la vía. *Derecha:* Bloques de caída de rocas recientes.

5.3. Movimiento complejo

De acuerdo a los trabajos de campo y mediante imágenes aéreas de dron y satelitales, se identificó un movimiento complejo del tipo deslizamiento – caída de rocas, descritos a continuación:

5.3.1. Deslizamiento – caída de rocas en el sector Yesojurgunan y Siverapata

Se ha identificado un movimiento complejo, correspondiente a un mecanismo combinado de deslizamiento–caída de rocas, el cual evidencia una interacción progresiva entre procesos de deformación y colapso gravitacional. El evento presenta una zona de arranque bien definida, con una escarpa con longitud de aproximadamente 35 m, compromete una superficie estimada de 0,5 ha de terrenos de cultivo de palta, generando la remoción y pérdida de suelos (figura 21 y fotografía 4).

Hacia el sector inferior del fenómeno, el material movilizado evoluciona hacia un proceso de caída de bloques, los cuales se propagan ladera abajo hasta alcanzar el sector de Siverapata, ocasionando la afectación directa de áreas agrícolas y comprometiendo de manera parcial un mirador turístico ubicado en la zona de influencia. Esta transición sugiere una disminución progresiva de la cohesión del material, asociada a la fragmentación del macizo rocoso y presencia de niveles de yeso entre las capas de lutitas y areniscas (figura 22, 23 y 24).



Figura 21. Vista aérea del movimiento complejo afectando los sectores de Yesojurgunan y Siverapata.



Fotografía 4. Terrenos de cultivo de palta afectados por el deslizamiento – caída de rocas en el sector Yesojurgunan. Coordenadas UTM 8804491 N; 294288 E.



Figura 22. Vista aérea de afectación de caída de rocas en el mirador turístico y sembríos de palta en el sector de Siverapata.



Figura 23. Izquierda: Restos de bloques caídos afectando parcialmente las instalaciones de mirador turístico. Derecha: Bloques rocosos afectando caminos, cultivos de palta y tuberías para riego.



Figura 24. Niveles de yeso interestratificado entre lutitas y areniscas. Esto constituye como un factor desfavorable debido a su comportamiento soluble incrementando la susceptibilidad del macizo a movimientos en masa.

5.4. Otros peligros geológicos

De acuerdo a los trabajos de campo y mediante imágenes aéreas de dron y satelitales, se identificó erosiones de ladera de tipo cárcava, descrito a continuación:

5.4.1. Erosiones de ladera

En el área evaluada se han identificado procesos de erosión de ladera tipo cárcava, los cuales se distribuyen de manera recurrente en diversos sectores del ámbito de estudio. Estas formas erosivas presentan profundidades y anchos variables, desarrollándose preferentemente sobre pendientes moderadas a fuertes, donde la escorrentía superficial ha generado un encajonamiento progresivo del terreno.

En determinados sectores, las cárcavas atraviesan terrenos agrícolas, afectando la estabilidad de los suelos destinados al cultivo. Asimismo, en los márgenes de estas erosiones se reconocen procesos de colapso y pequeños derrumbes, originados por la socavación de la base y la pérdida de soporte lateral, lo que contribuye a la ampliación lateral y retroceso de las cárcavas.

Cerca de la comunidad de La Chimba, se ha observado que las aguas durante periodos de precipitación intensa descargan hacia estas formas erosivas, canalizando volúmenes significativos (figura 25). Esta condición incrementa la energía erosiva del flujo, favoreciendo la profundización de las cárcavas y generando un peligro potencial para las viviendas cercanas y plataformas viales. La persistencia de estas cárcavas evidencia un desequilibrio hidrológico del sistema, asociado a la concentración artificial (tuberías de regadío) o natural (precipitaciones) de escorrentías, la pendiente del terreno y la baja resistencia de los materiales superficiales.



Figura 25. Erosiones en cárcava sobre la Comunidad La Chimba

5.5. Factores condicionantes

Los factores condicionantes o intrínsecos son propios del terreno, como: el tipo de roca, el tipo de suelo, la pendiente y el tipo de geoforma.

a. Factor litológico – estructural

Presencia de depósitos cuaternarios tipo: coluvio – deluviales y coluviales. Estos depósitos se encuentran conformados por gravas y bloques, de rocas de tipo sedimentaria, envueltas en una matriz areno-limosa; y en menor proporción limos y arcillas que resultan ser susceptibles a removerse y erosionarse fácilmente. Asimismo, los macizos rocosos principalmente de lutitas presentan muy fisibles, fuertemente fracturadas y muy meteorizadas, sumado a niveles de carbón y yeso que incrementan la susceptibilidad a movimientos en masa en los sectores evaluados.

b. Factores geomorfológicos

La unidad de montaña en la zona presenta pendiente muy fuerte a escarpada (25° a 45°), mientras que las unidades de piedemonte van de fuerte a muy fuerte (15° a 45°). En este rango de pendiente ha condicionado la disgregación progresiva de los materiales superficiales. Como consecuencia, el material suelto presenta alta susceptibilidad a la remoción y transporte ladera abajo.

5.6. Factores desencadenantes

- a. **Precipitaciones intensas y prolongadas** que incrementan la escorrentía superficial y la infiltración, generando la saturación del terreno, especialmente en zonas con niveles de yeso interestratificados, donde la disolución genera inestabilidad.
- b. **Incremento del peso propio del material** producto del contenido hídrico elevado en suelos y macizos rocosos alterados.
- c. **Sismicidad regional**, que puede generar vibraciones suficientes para desestabilizar materiales previamente debilitados.
- d. **Reactivación de planos de debilidad estructura**, como diaclasas, estratificación y contactos litológicos desfavorables.

5.7. Factores antrópicos

- a. **Riego agrícola intenso**, principalmente de cultivos de palta, que genera infiltración continua de agua en laderas y taludes.
- b. **Sistema de riego por goteo y tuberías en mal estado**, que producen filtraciones localizadas y saturación diferencial del terreno.
- c. **Cortes de talud asociados a la vía La chimba – Andajes**, que alteran la geometría natural de las laderas y reducen su estabilidad.
- d. **Deficiente manejo de aguas superficiales**, sin obras adecuadas de drenaje o canalización.

- e. **Ocupación del territorio en zonas inestables**, incluyendo infraestructura vial, miradores turísticos y áreas agrícolas.
- f. **Ausencia de mantenimiento periódico**, tanto de la vía como de los sistemas hidráulicos y de control de erosión.

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica y geodinámica del área de estudio, así como a los trabajos de evaluación de peligros geológicos realizados en campo, se emiten las siguientes conclusiones:

- a) Geológicamente, se presenta unidades sedimentarias del Grupo Chicama, conformadas por las formaciones Tinajones y Punta Moreno, así como depósitos cuaternarios no consolidados. La Formación Tinajones, compuesta predominantemente por limoarcillitas y lutitas carbonosas, y la Formación Punta Moreno, constituida por areniscas cuarzosas y calizas, presentan elevado fracturamiento y meteorización. Los depósitos coluvio-deluviales y coluviales, de naturaleza heterométrica y baja cohesión, incrementan la susceptibilidad a movimientos en masa, especialmente bajo condiciones de saturación. Los depósitos aluviales, formados por gravas y bloques subredondeados en matriz areno-limosa, evidencian procesos activos de socavamiento fluvial.
- b) El área de estudio se caracteriza geomorfológicamente por el predominio de unidades de montaña desarrolladas sobre rocas sedimentarias, cuyas laderas presentan pendientes muy fuertes a escarpadas (25° – 45°) e incluso muy escarpadas ($>45^{\circ}$), condiciones que favorecen la inestabilidad de taludes y la ocurrencia recurrente de derrumbes, deslizamientos y caídas de rocas. Asociadas a estas unidades, se reconocen geoformas de piedemonte, representadas por vertientes coluvio-deluviales, coluviales y con depósitos de deslizamiento, con pendientes fuertes a muy fuertes (15° – 45°) y materiales inconsolidados. Estas subunidades actúan como zonas de acumulación y retrabajo de materiales movilizados desde las áreas altas, incrementando la susceptibilidad a nuevos movimientos en masa. En contraste, las terrazas aluviales presentan pendientes suaves (1° – 5°), pero muestran procesos activos de erosión fluvial por el río Huaura en sus márgenes.
- c) Se identificaron deslizamientos rotacionales, derrumbes, caídas de rocas, movimientos complejos y erosiones de ladera, controlados por la pendiente del terreno, geoformas, litología sedimentaria intensamente fracturada.
- d) Los deslizamientos presentan un comportamiento activo y retrogresivo, con afectación directa a la vía La Chimba–Andajes y a terrenos agrícolas, que afecta al tránsito vehicular y peatonal.
- e) Los procesos de derrumbe y caída de rocas se desarrollan en taludes empinados, alcanzando incluso el cauce del río Huaura, lo que demuestra la elevada energía de estos fenómenos.
- f) El movimiento complejo deslizamiento–caída de rocas refleja una degradación progresiva del macizo rocoso, favorecida por la infiltración de agua y la presencia de niveles de yeso interestratificados afectando cultivos, caminos y un mirador turístico.
- g) Las erosiones de ladera (cárcavas) incrementan la susceptibilidad del terreno, que afectan viviendas, áreas agrícolas e infraestructura vial.
- h) Los factores condicionantes se presentan en el ámbito litológico - estructural por la presencia de depósitos coluvio–deluviales y coluviales de baja cohesión, así

como por macizos rocosos sedimentarios intensamente fracturados y meteorizados. La presencia de niveles de carbón y yeso incrementa la debilidad estructural del terreno. Las laderas de pendientes fuertes a muy escarpadas propias de las unidades de montaña y piedemonte favorecen la remoción y el transporte gravitacional de los materiales. Las condiciones intrínsecas mencionadas explican la alta susceptibilidad del área evaluada a procesos de inestabilidad.

- i) Los factores desencadenantes se tienen a las precipitaciones intensas y prolongadas, las cuales incrementan la infiltración y saturación del terreno, especialmente en sectores con niveles de yeso interestratificados. El aumento del peso propio de los materiales y la reducción de su resistencia favorecen la inestabilidad. Adicionalmente, la sismicidad regional y la reactivación de planos de debilidad estructural contribuyen a la ocurrencia y reactivación de estos procesos
- j) Los factores antrópicos que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa están relacionados principalmente con el riego agrícola intensivo y la deficiente gestión del agua, que favorecen la infiltración y saturación de laderas. El mal estado de los sistemas de riego y los cortes de talud asociados a la vía La Chimba–Andajes alteran la estabilidad natural del terreno. Asimismo, la ocupación de zonas inestables y la ausencia de mantenimiento periódico incrementan la vulnerabilidad de la infraestructura y áreas productivas.
- k) Dado que, las condiciones descritas, los sectores de Yesojurgunan, Siverapata y alrededores, donde ocurren deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y movimiento complejo, se considera como **Zona Crítica** y de **Peligro muy alto**, que podrían ser reactivados en temporadas de lluvias o por actividad sísmica.

7. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones. Cabe precisar que, las recomendaciones ingenieriles finales deben ser propuestas en base a estudios geotécnicos e ingeniería civil de mayor detalle que tengan en cuenta los datos descritos este informe; sin embargo, de forma general, se proponen las siguientes recomendaciones:

7.1. Medidas estructurales

- a) Ejecutar obras de estabilización de taludes en tramos críticos de la vía La Chimba–Andajes, tales como muros de contención, muros de gaviones, anclajes, y mallas de protección para control de caídas de rocas.
- b) Implementar sistemas de drenaje superficial (cunetas revestidas, zanjas de coronación) en laderas inestables, con especial énfasis en sectores con niveles de yeso interstratificados, a fin de reducir la infiltración y saturación del terreno.

7.2. Medidas no estructurales

- a) Prohibir el acceso de personas por la parte alta de los acantilados donde se evidencian procesos de caída de rocas, particularmente en el área del mirador turístico y en los terrenos agrícolas con cultivos de palta del sector Siverapata, debido a las condiciones de inestabilidad existentes.
- b) Evitar el riego de cultivos por inundación en las laderas que se encuentren dentro del cuerpo de los deslizamientos reactivados, con el objetivo de evitar la saturación del suelo. Considerar cambiar el tipo de cultivo y riego previa asesoría técnica de especialistas del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)
- c) Desarrollar planes de ordenamiento territorial, evitando la expansión de viviendas, cultivos y/o equipamiento turístico en zonas identificadas como de alta susceptibilidad. Además de prohibir el cultivo de palta en todo el sector evaluado debido al alto consumo de agua que requiere dicho producto agrícola.
- d) Reforestar laderas inestables con especies nativas, con el fin de incrementar la resistencia del suelo para reducir la erosión superficial y disminuir la velocidad de escorrentía, especialmente en unidades de montaña y piedemonte con pendientes moderadas a fuertes.
- e) Realizar las Evaluaciones del Riesgo de Desastres (EVAR) por derrumbe y caída, para determinar las medidas estructurales adecuadas. Estos trabajos deben ser diseñados y dirigidos por un especialista en geotecnia.
- f) Implementar un programa de monitoreo geotécnico y geomorfológico, que incluya inspecciones periódicas, control de grietas, seguimiento con dron e imágenes satelitales, especialmente en deslizamientos activos y reactivados.

- g) Realizar estudios geofísicos (sísmica, eléctrica, gravimetría, georadar u otro) para conocer la estructura del subsuelo principalmente en zonas con deslizamientos activos, así como evaluar su comportamiento dinámico ante la ocurrencia de sismos.
- h) Priorizar la limpieza y remoción oportuna de material inestable sobre la vía La Chimba–Andajes, especialmente en temporadas de lluvia, para garantizar la transitabilidad y reducir el riesgo de accidentes.
- i) Integrar la cartografía de peligros geológicos al planeamiento municipal y comunal, para su uso en la toma de decisiones sobre mantenimiento vial, agricultura y turismo.
- j) Implementar y difundir programas de capacitación, sensibilización y concientización dirigidos a la población de los sectores evaluados y áreas aledañas, respecto a los peligros geológicos existentes, con énfasis en la prevención, reducción del riesgo y respuesta ante movimientos en masa.

8. BIBLIOGRAFÍA

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.

Cobbing, E, (1973). Boletín N° 26, serie A, carta geológica nacional: "Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta". Hojas 22-h, 22-i, 22-j. 23-h, 23-i, 23-j. 172 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/144>

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.

Fidel, L.; Zavala, B; Núñez, S. & Valenzuela, G. (2006) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N° 4. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 29, 376 p., 19 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/263>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Yanalpan Wasurumi. Distrito Andajes, provincia Oyón, departamento Lima. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7318, 46 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/4262>

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. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2571>

Luque, G. & Rosado, M, (2014). Informe técnico Zonas críticas por peligros geológicos en la región Lima. 75 p., 1 mapa. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2018>

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 1:50000. 23p., 1 mapa. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2166>

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.

Weather Spark (2025). Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio. Disponible en: <https://es.weatherspark.com/y/20442/Clima-promedio-en-EI-Callao-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

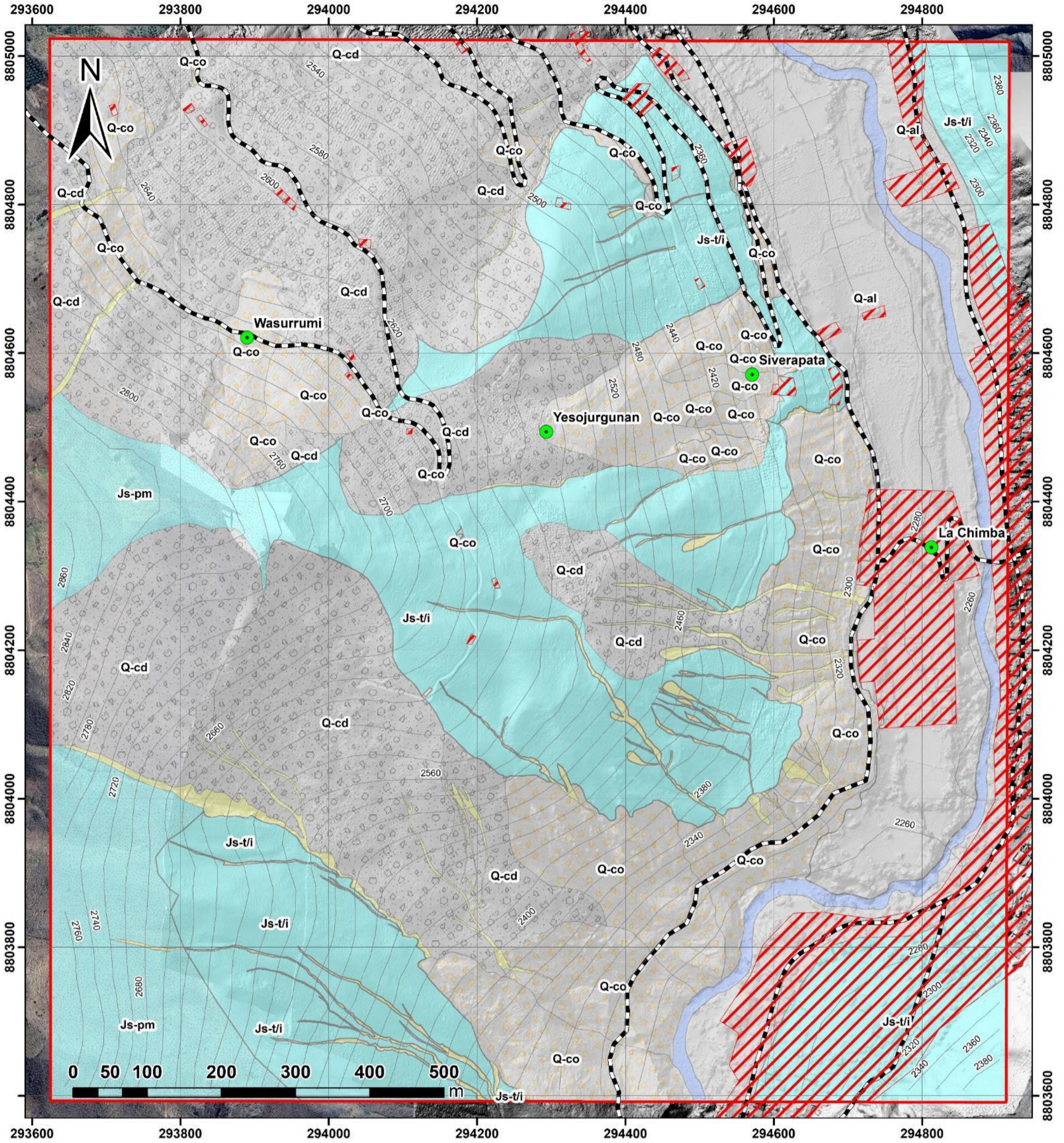
ANEXO 1: MAPAS

Mapa 1. Mapa geológico.

Mapa 2. Mapa de pendientes.

Mapa 3. Mapa geomorfológico.

Mapa 4. Cartografía de peligros geológicos.



SIMBOLOGÍA

- Sectores
- Curva de nivel
- Viviendas
- Area de estudio
- +— Vías
- Cauce de río
- Cárcava

LEYENDA

Unidad

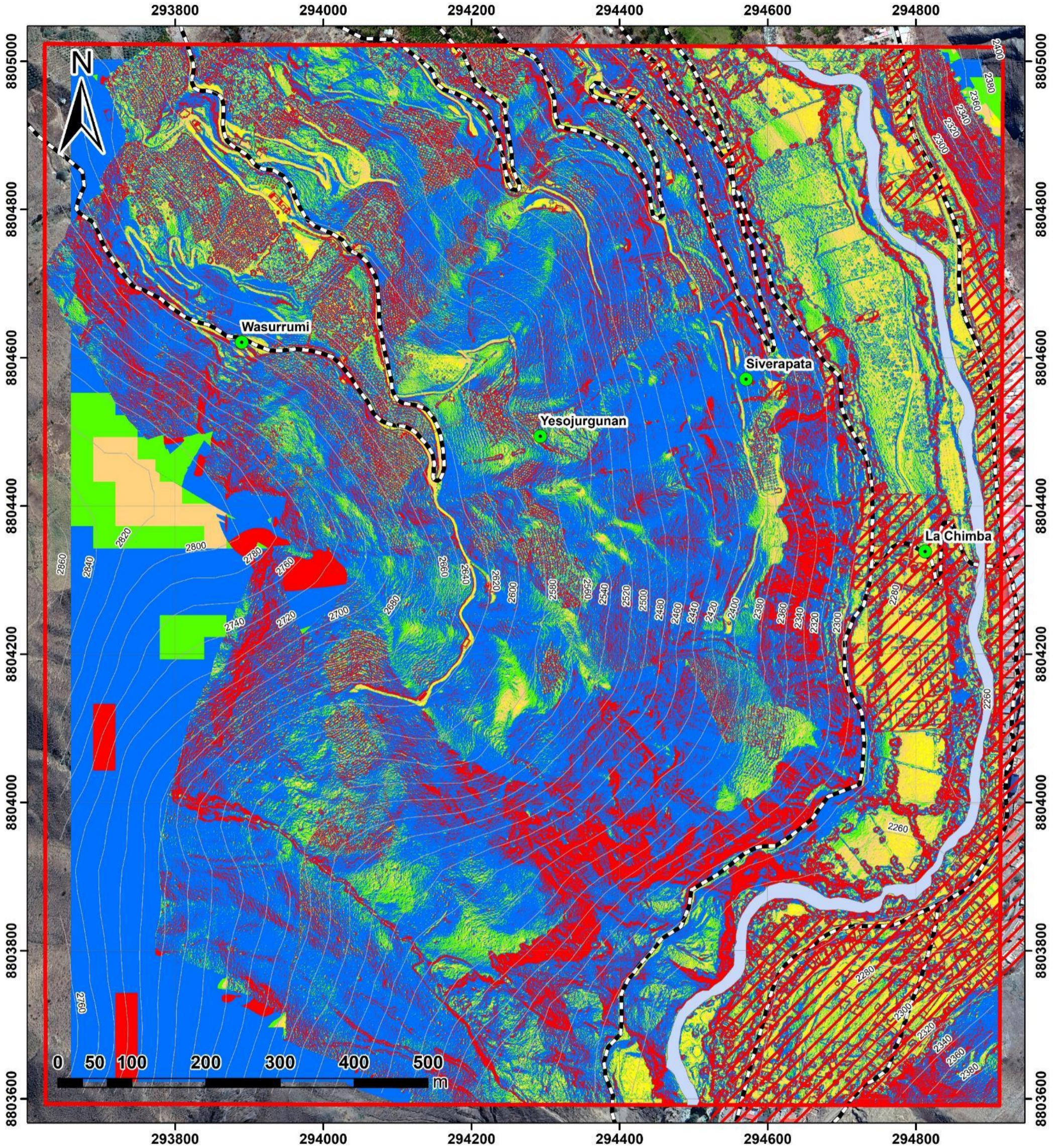
- Q-al Depósito aluvial
- Q-co Depósito coluvial
- Q-cd Depósito coluvio-deluvial
- Js-pm Formación Punta Moreno
- Js-t/i Formación Tinajones

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
PROVINCIA OYÓN
DISTRITO ANDAJES

MAPA GEOLÓGICO

Escala: 1:5000	Elaborado por: Max Chavez	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2026	Impreso: Enero 2026	



SIMBOLOGÍA

- Sectores
- Curva de nivel
- Viviendas
- Area de estudio
- Vías

LEYENDA

- 0°-1°: Terreno llano
- 1°-5°: Terreno suave a inclinado
- 5°-15°: Pendiente moderada
- 15°-25°: Pendiente fuerte
- 25°-45°: Pendiente muy fuerte a escarpada
- >45°: Pendiente muy escarpada

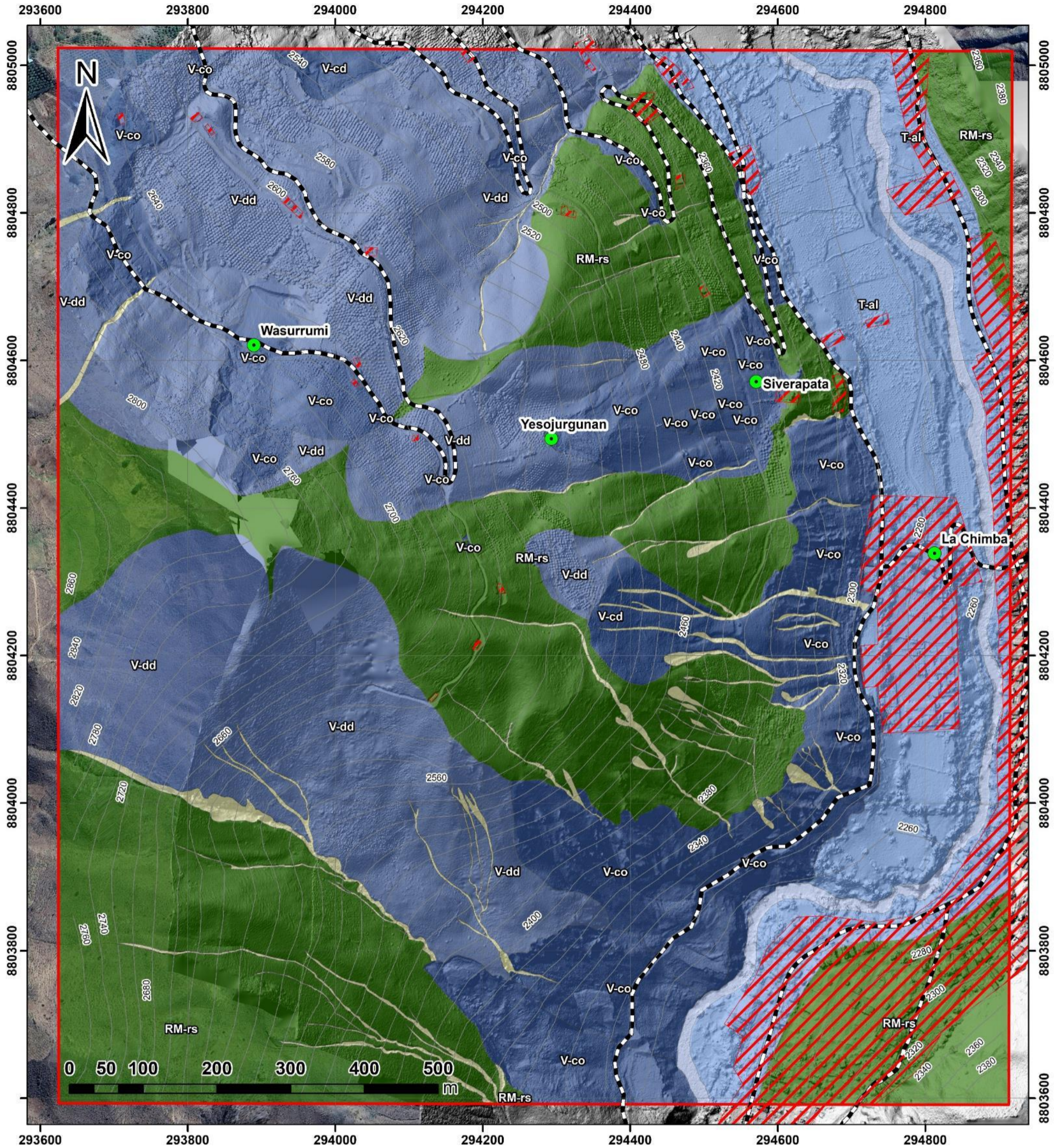
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
PROVINCIA OYÓN
DISTRITO ANDAJES

MAPA DE PENDIENTES

Escala: 1:5000	Elaborado por: Max Chavez	MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2026	Impreso: Enero 2026	



SIMBOLOGÍA

- Sectores
- Curva de nivel
- Viviendas
- Area de estudio
- Vías
- Cauce de río
- Cárcava

LEYENDA

Subunidad

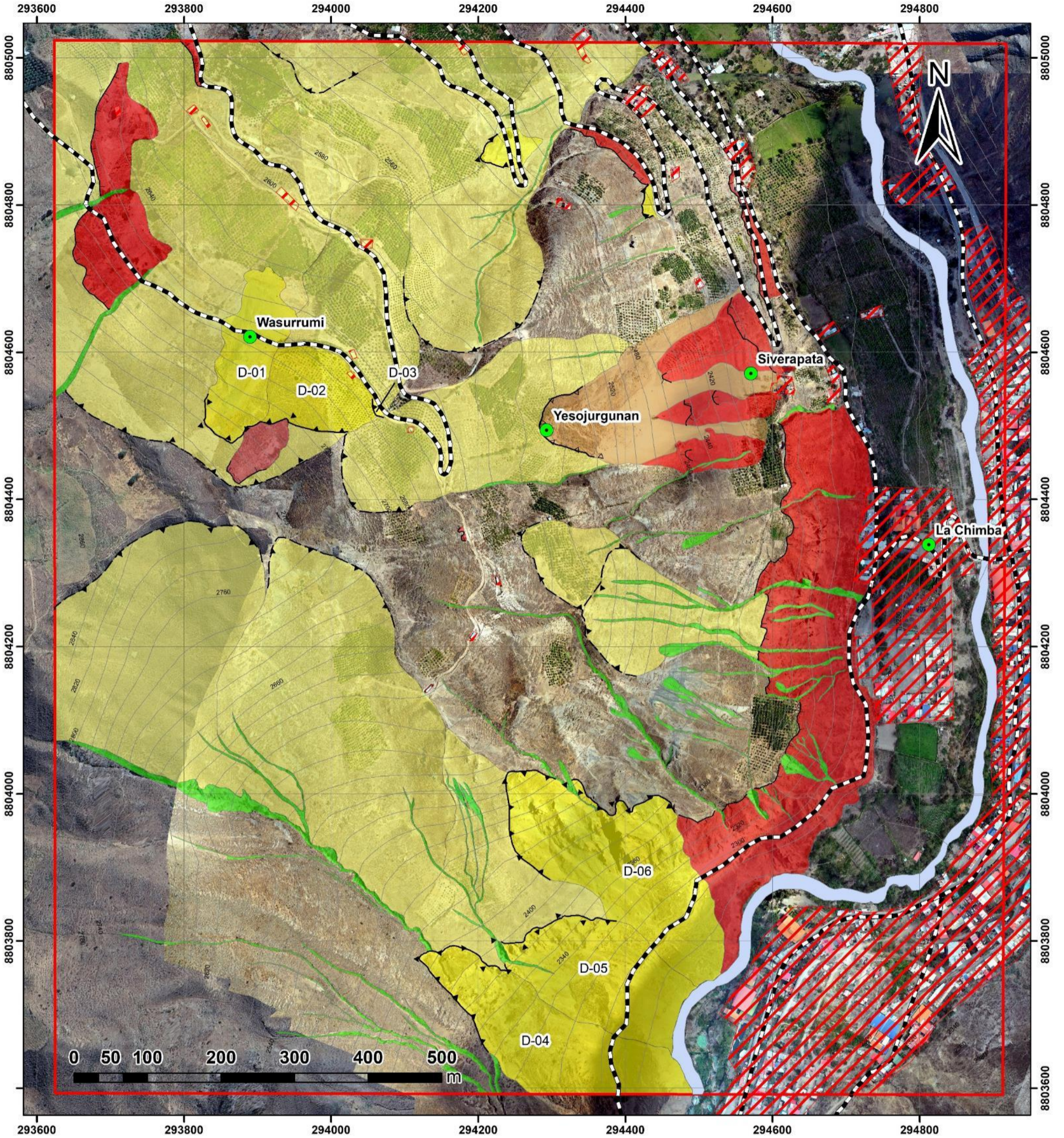
- RM-rs Montaña en roca sedimentaria
- T-al Terraza aluvial
- V-co Vertiente coluvial
- V-cd Vertiente coluvio-deluvial
- V-dd Vertiente con depósito de deslizamiento

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
PROVINCIA OYÓN
DISTRITO ANDAJES

MAPA GEOMORFOLÓGICO

Escala: 1:5000	Elaborado por: Max Chavez	MAPA 03
Proyección: UTM Zona 18 sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2026	Impreso: Enero 2026	



SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|-----|--------------------------------|-----|---|
| — — | Escarpa de caída | —▲— | Escarpa de deslizamiento inactivo latente |
| —▲— | Escarpa de movimiento complejo | —▲— | Escarpa de deslizamiento activo |
| — | Curva de nivel | ● | Sectores |
| — — | Vías | ▨ | Viviendas |
| | | ■ | Area de estudio |
| | | ■ | Cauce de río |

LEYENDA

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|--|
| ■ | Caída de rocas, Activo | ■ | Deslizamiento rotacional, Activo |
| ■ | Caída de rocas, Inactivo-latente | ■ | Deslizamiento rotacional, Inactivo-latente |
| ■ | Derrumbe, Activo | ■ | Deslizamiento-caída de rocas, Activo |
| ■ | Derrumbe, Inactivo-latente | ■ | Erosión en cárcava, |

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO LIMA
PROVINCIA OYÓN
DISTRITO ANDAJES

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Escala:
1:5000

Elaborado por:
Max Chavez

Proyección:
UTM Zona 18 sur

Datum:
WGS 84

Versión digital 2026

Impreso: Enero 2026

MAPA
04

ANEXO 2: PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS

MEDIDAS PREVENTIVAS Y/O CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas de solución de forma general para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de derrumbes y caídas de detritos. Así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

A continuación, se señalan una serie de recomendaciones que pueden servir como base para mitigar los peligros geológicos en el área de estudio. Se recomienda evaluar al detalle, esta zona para el correcto diseño de las obras de mitigación sugeridas, con especialistas.

1. Mitigación de peligros por derrumbes y caída de rocas

Los derrumbes y caída de rocas son comunes en zonas con pendientes escarpadas de rocas y acantilados. Estos peligros son la causa de cuantiosas pérdidas y muertes, las primeras principalmente al obstaculizar el transporte y el comercio debido al bloqueo de las carreteras.

La aplicación de medidas correctivas en zonas con derrumbes y caídas se puede realizar sobre taludes que tienen pendientes fuertes y es necesaria su estabilización; para tener un factor de seguridad predeterminado y estabilizar fenómenos de rotura, los métodos más frecuentes se muestran en la figura 1.

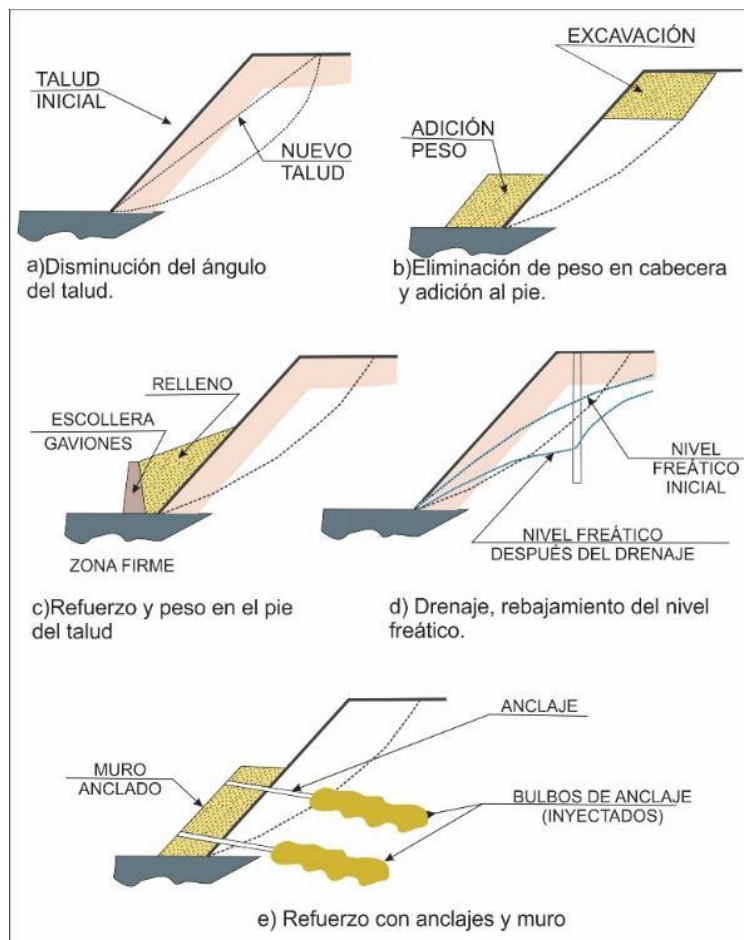


Figura 1. Métodos más frecuentes para aumentar el coeficiente de seguridad en taludes de suelos (González *et al.*, 2002).

Para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros tanto de tipo constructivo y económico. A continuación, se muestran algunos de los diferentes tipos de solución empleado en la corrección y tratamiento de estas zonas:

- Corrección por modificación de la geometría del talud, consiste en estabilizar el ángulo del talud ya sea por corte del talud, escalonamiento de taludes en bancos (figura 2), etc. Mediante este tipo de corrección se distribuyen las fuerzas debidas al peso de materiales, obteniéndose una nueva configuración más estable.

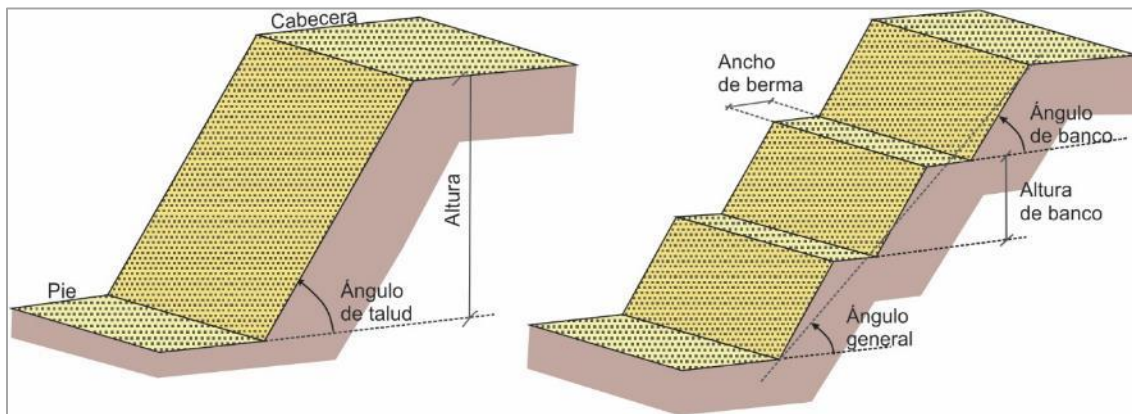


Figura 2. Talud con ángulo uniforme y talud con excavado de forma escalonada con bermas y bancos (González *et al.*, 2002).

- Corrección por drenaje, las medidas de corrección por drenaje son de dos tipos: 1) drenaje superficial mediante zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud con el fin de recoger las aguas superficiales o aquella recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud evitándose su infiltración; y 2) drenaje profundo que tiene como finalidad deprimir el nivel freático del afloramiento ya sea por medio de drenes horizontales, galería de drenaje, zanjas, pozos o drenes verticales, entre otros como se muestran en la figura 3. En ambos casos es necesario la participación de un hidrogeólogo para el diseño de los drenes.

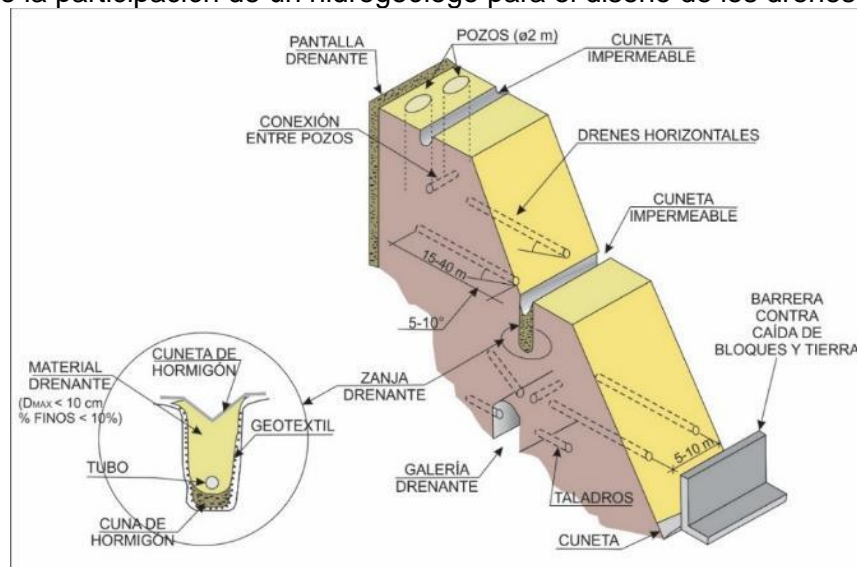


Figura 3. Medidas de drenaje y protección de taludes (Uriel, 1991).

- Corrección por elementos resistentes, tiene por finalidad aumentar la resistencia al corte mediante sistemas más frecuente como: *anclajes* formados por cables o barras de acero que se anclan en zonas estables del macizo, trabajan a tracción y proporcionan una fuerza contraria al movimiento y un incremento de las tensiones normales sobre la superficie de rotura (figura 4). *Muros* que se construyen al pie del talud como elementos resistentes de sostenimiento, contención o revestimiento (figura 5); estos muros pueden ser de: 1) gravedad, se construyen de hormigón en masa, concreto ciclópeo, mampostería, piedra seca o piedra argamasada para taludes pequeños (figura 6), 2) aligerados, ejecutados con hormigón armado en forma de L, aquí la pantalla vertical actúa como viga en voladizo y contrarrestan el momento volcador del empuje del terreno principalmente con el momento estabilizador de las tierras situadas sobre el talón; y muros contrafuertes (figura 7).

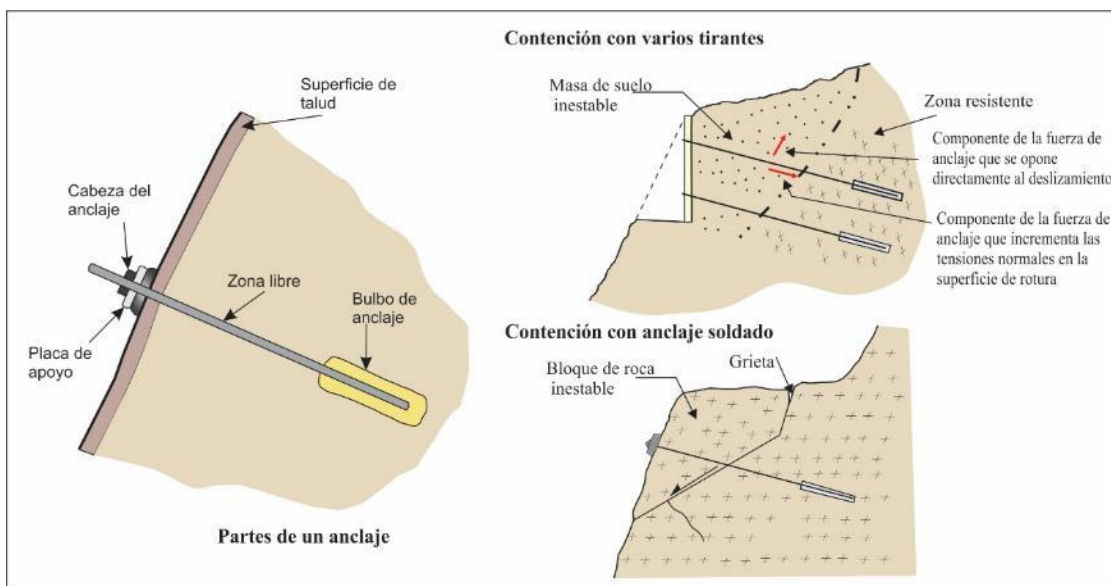


Figura 4. Esquema de las partes de un anclaje y ejemplos de aplicación.

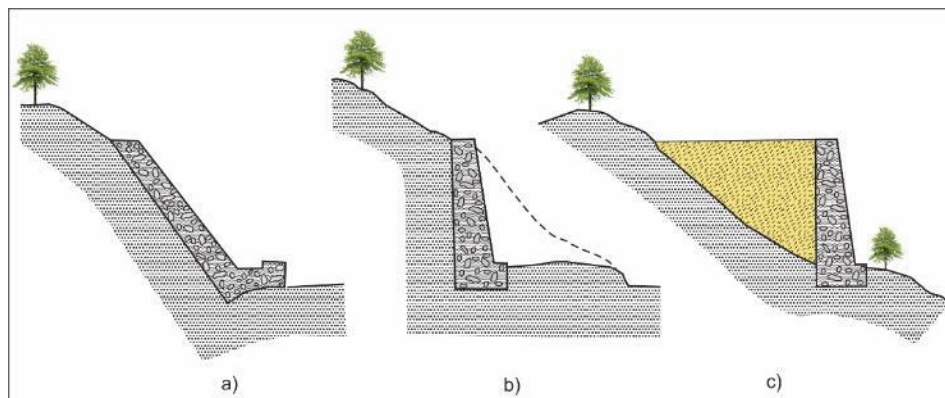


Figura 5. Tipo de muros: a) revestimiento, b) contención, c) sostenimiento (Jiménez *et al.*, 1976).

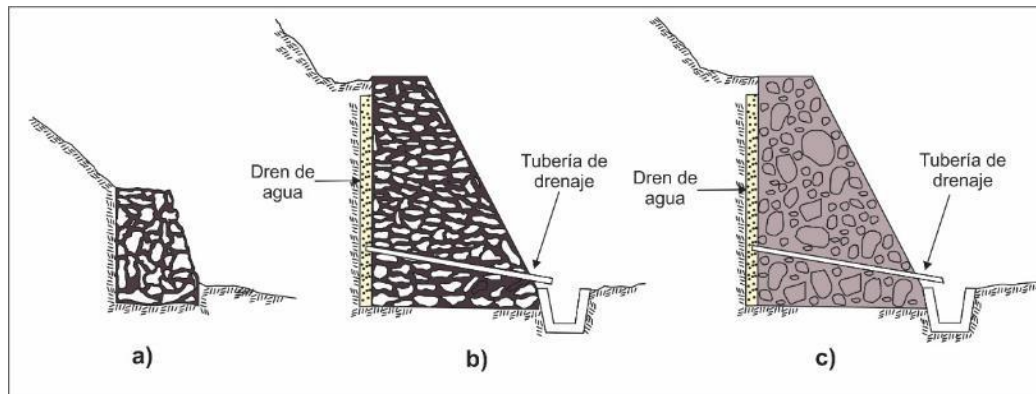


Figura 6. Muros de gravedad.

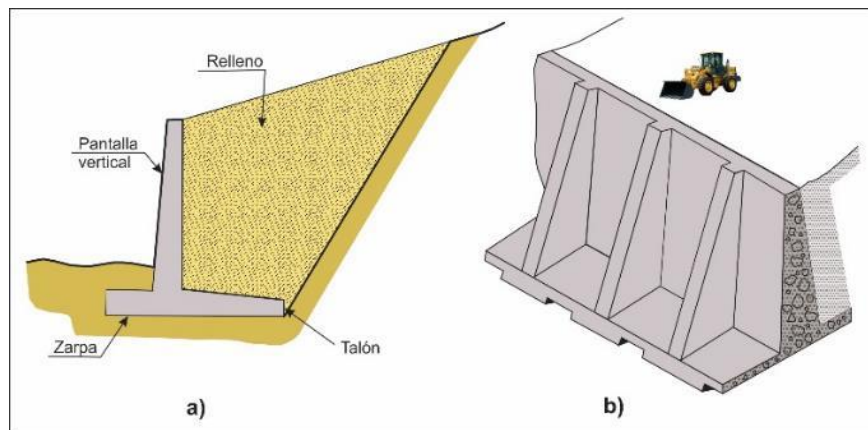


Figura 7. Muros aligerados: a) muro en L, b) muro con contrafuertes en el intradós (Jiménez *et al.*, 1976).

Gaviones con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable como caliza, andesita, granitos, etc. retenido por una malla de alambre metálico galvanizado, la altura puede ser de 5 a 10 m (figura 8). *Pantallas de pilotes*, de hormigón armado, constituyen alineaciones de pilotes cuyo diámetro varía entre 40 a 120 cm, siendo el espacio entre dos adyacentes lo suficientemente pequeño como para conseguir un sostenimiento relativamente continuo, son muy costosos, también se usan los *muros de pantalla*, enterrados de hormigón armado, su acción estabilizadora ante los deslizamientos existentes o potenciales es muy similar a la de las pantallas de pilotes (figura 9).

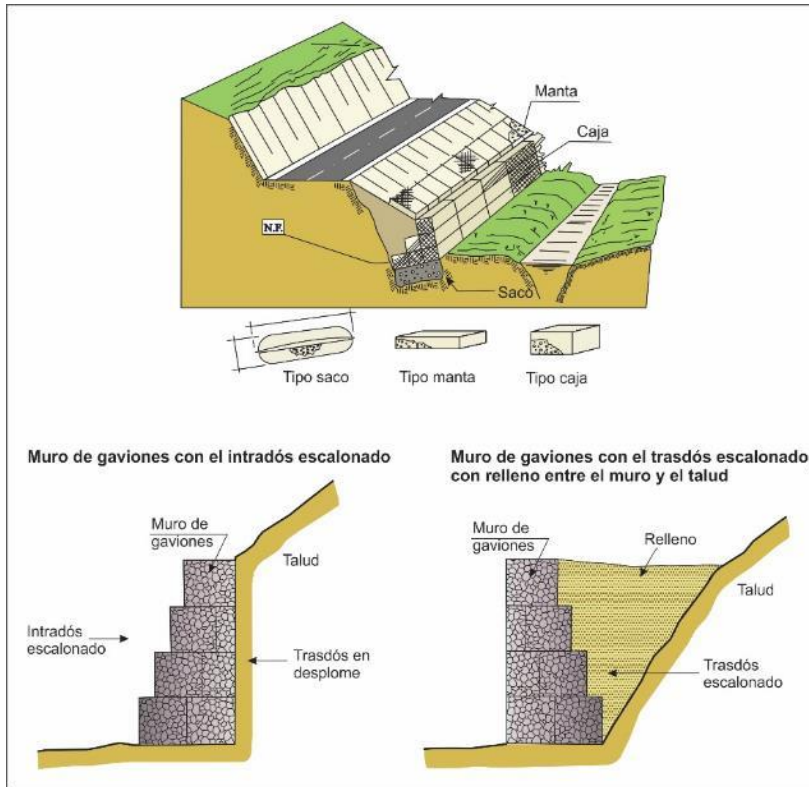


Figura 8. Muro de gaviones y ejemplos de aplicación.

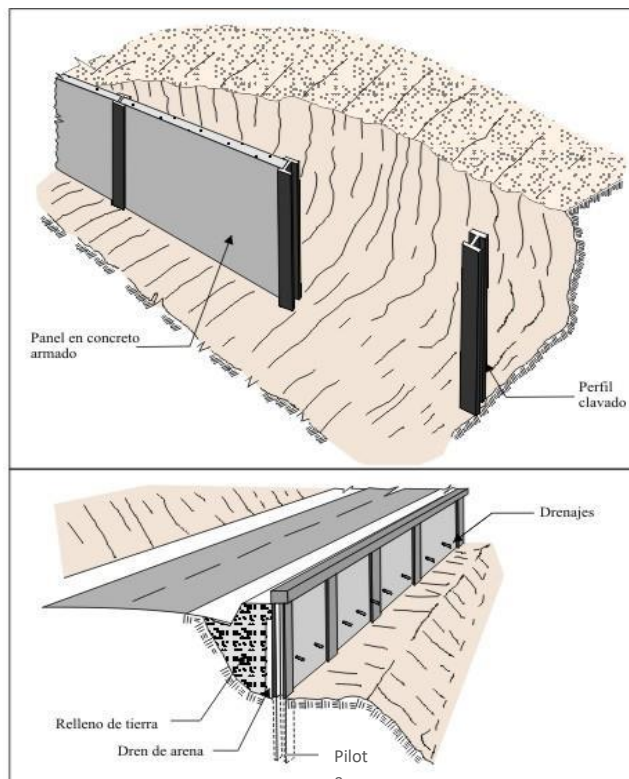


Figura 9. Ejemplo de muros de pantalla y muros con pilotes.

Otros tipos de muros, son los de *tierra armada*, formados por un paramento exterior prefabricado de hormigón o chapas metálicas y un relleno de suelo, reforzado mediante bandas o tirantes de metal o de material sintético que se anclan al paramento y al talud (figura 10).

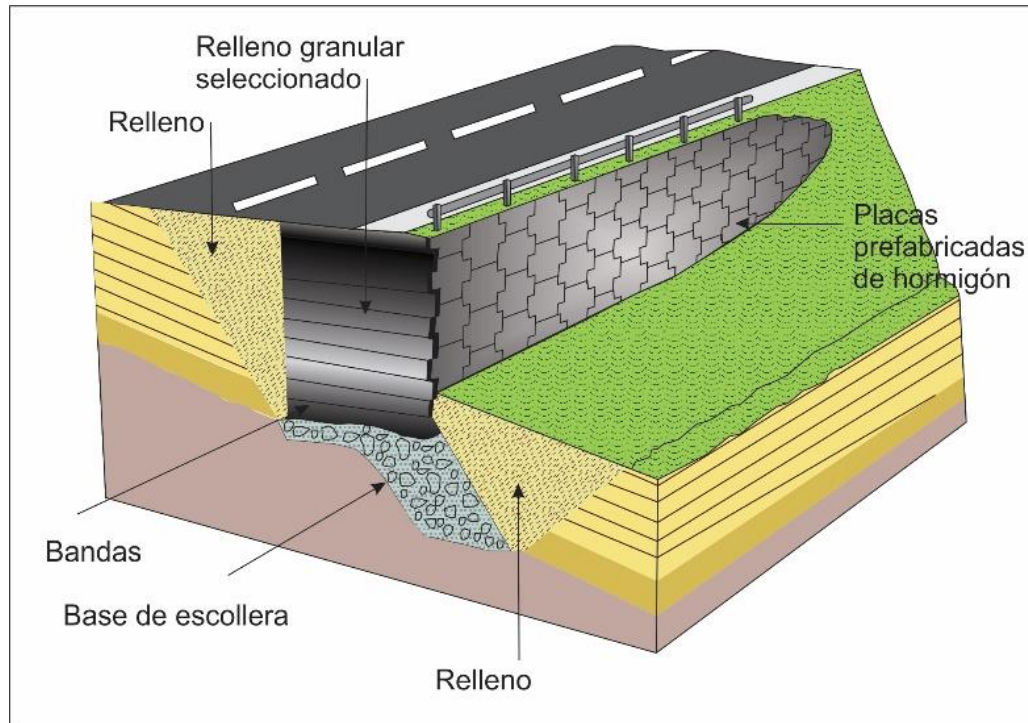


Figura 10. Muro de tierra armada (modificado de Canmet, 1977).

- Correcciones superficiales, estas medidas se aplican en la superficie de un talud de manera que afectan solo a las capas más superficiales del terreno con la finalidad de evitar o reducir la erosión y meteorización de la superficie del talud, eliminar los problemas derivados de los desprendimientos de rocas en los taludes donde estos predominan y aumentar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales. En esta categoría se tiene por ejemplo el uso de: 1) *mallas metálicas* que cubre la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, lo cual es siempre peligroso, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud, en la parte final de la malla se suele dejar un metro por encima de la zanja de acumulación de fragmentos sueltos de rocas, apropiados cuando el tamaño de roca a caer se encuentra entre 0,6 a 1 m (fotografía 1), en muchos taludes de las carreteras principales de la región Lima, es necesario utilizar esta medida y no solo realizar limpieza del material caído; 2) sembrado de cobertura vegetal en un talud o también denominado método biotecnológico, para evitar la erosión superficial tanto hídrica como eólica (fotografía 2); 3) capa de hormigón que cubra el talud inestable; y 4) dejar un margen de seguridad al pie de talud frente a caídas y vuelcos de rocas con el fin de no destruir infraestructuras cercanas a ella.



Fotografía 1. Mallas de protección con anclajes para caída de rocas o derrumbes tanto en detritos como roca alterada.



Fotografía 2. Ejemplo de laderas forestadas para controlar la erosión superficial.

2. Mitigación de peligros por deslizamientos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo en movimiento. Los métodos de estabilización de los movimientos en masa, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizante en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de la zona afectada, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior de la zona en movimiento (figura 11). En las obras construidas - zanjas

de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

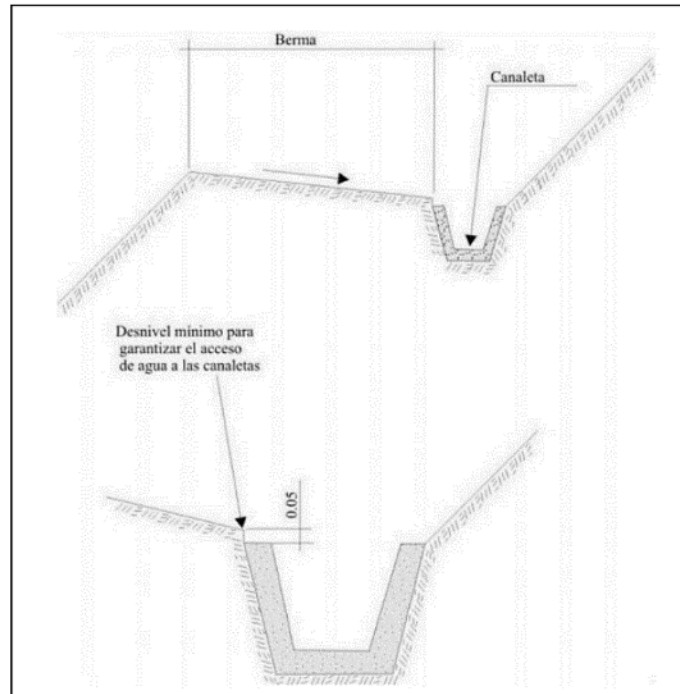


Figura 11. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Revegetación

Los árboles y arbustos de raíz profunda aportan una resistencia cohesiva significativa a los mantos de suelo más superficiales y al mismo tiempo, facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo en esta forma la probabilidad de movimientos en masa poco profundos (Suárez Díaz, 2007). Un ejemplo son las figuras 12 y 13.

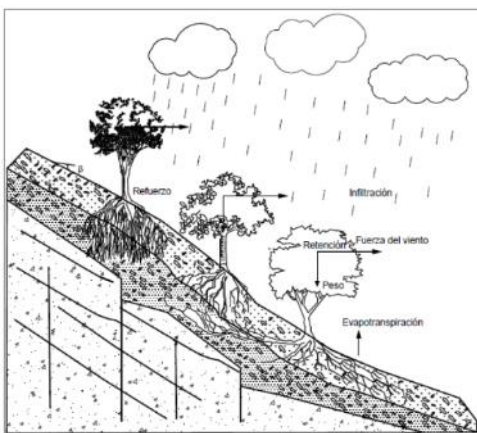


Figura 12. Izquierda: Estabilización de taludes mediante revegetación.

Figura 13. Arriba. Ejemplo de bioingeniería con arbustos.