

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

**INFORME TECNICO  
GEOLOGIA AMBIENTAL**

**SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS GEOLÓGICOS EN  
LA CARRETERA PATIVILCA - CONOCOCHA - ANTAMINA**

(Departamentos de Lima y Ancash)

POR:

**BILBERTO ZAVALA CARRION**



LIMA - PERÚ  
FEBRERO, 2007

**SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS GEOLÓGICOS  
EN LA CARRETERA PATIVILCA-CONOCOCHA-ANTAMINA**  
(Departamentos Lima y Ancash)

**CONTENIDO**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>4</b>
CONCLUSIONES.....	4
RECOMENDACIONES.....	5
<b>1.0 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	6
1.2 ACTIVIDADES REALIZADAS .....	6
<b>2.0 ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>8</b>
2.1 CARRETERA PATIVILCA-CONOCOCHA-ANTAMINA .....	8
2.2 HIDROLOGIA .....	8
<b>3.0 INVESTIGACIONES BASICAS.....</b>	<b>10</b>
3.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	10
3.2 GEOMORFOLOGIA Y PROCESOS.....	21
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS .....	21
<b>4.0 EVALUACIÓN DE PELIGROS.....</b>	<b>29</b>
4.1 MOVIMIENTOS EN MASA.....	29
FACTORES CONDICIONANTES.....	29
FACTORES DETONANTES.....	30
CAIDAS DE ROCAS, DERRUMBES Y VUELCOS Y COMBINACIONES.....	30
AVALANCHAS DE DETRITOS:.....	36
AVALANCHAS DE ROCAS: .....	38
DESLIZAMIENTOS Y MOVIMIENTOS COMPLEJOS: .....	40
REPTACIÓN:.....	44
OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS:.....	45
<b>5.0 ZONAS CRÍTICAS: .....</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 1: RESUMEN DE LA BASE DE DATOS DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 2: MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LADERAS INESTABLES .....</b>	<b>72</b>
<b>RELACIÓN DE MAPAS</b>	
1. Geológico a escala 1: 100 000	
2. Geomorfológico a escala 1: 100 000	
3. Inventario de peligros a escala 1: 50 000	
4. Zonas críticas a escala 1: 100 000,	

## RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), realizó una evaluación geológica-geodinámica, sobre la “**Susceptibilidad a los Peligros Geológicos en el Tramo de la carretera entre Pativilca-Conococha-Antamina**”, estudio que se centró en la identificación de problemas de inestabilidad de laderas y taludes a lo largo del eje carretero en mención, que comprometan la seguridad física de la infraestructura vial existente y aledaña, con el objetivo de evaluar la probabilidad de ocurrencia futura de movimientos en masa y otros peligros geológicos, la reactivación de antiguos procesos existentes, que comprometan el normal tránsito de acceso a las operaciones de la mina y, a la vez, plantear recomendaciones o alternativas de manejo y tratamiento de las zonas consideradas tramos críticos.

El estudio combinó investigaciones de campo (observaciones insitu, cartografiado geológico-geodinámico e inventario de movimientos en masa), trabajos de gabinete con utilización de técnicas adecuadas de mapeo con fotos aéreas, cartas topográficas e imágenes de satélite; bases de datos de peligros y zonas críticas elaboración de mapas temáticos con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), útiles para la evaluación geológica en mención (geología, geomorfología y geodinámica).

Los trabajos de campo se llevaron a cabo entre los días el 05/07 al 09/07 y entre el 21/07 al 25/07/2006, culminando con la preparación del presente informe técnico en enero del 2007.

Con la información cartográfica, se abordaron diversos aspectos de interés para el estudio, relacionados básicamente a los aspectos litológico-estructurales, geomorfología y procesos, evaluación e identificación de peligros geológicos geo-hidrológicos y antrópicos, evaluación de la infraestructura vial y la determinación de zonas críticas por peligros geológicos.

En la segunda parte del informe se presentan los resultados de las investigaciones básicas realizadas, que han permitido obtener la información concerniente al análisis de peligros de movimientos en masa y antrópicos, evaluar los factores de influencia (condicionantes y detonantes), haciendo una descripción de los procesos identificados y su grado de amenaza.

Un tercer aspecto desarrollado son los resultados de evaluación de las condiciones de estabilidad de la infraestructura vial (laderas y taludes) evaluada, indicando las áreas consideradas críticas, que se deben tomar en consideración.

Con los resultados obtenidos en las etapas precedentes, finalmente se emiten las conclusiones y recomendaciones, planteándose alternativas de manejo a los problemas e inestabilidad identificados.

El informe incluye planos en formato impreso y digital a escala 1:25 000 (cartografía geodinámica), litología y geomorfología a escala 1: 100, 0000, cuadros, figuras, fotografías ilustrativas y anexos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se exponen las principales conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado, en el ámbito del área de estudio.

### CONCLUSIONES

1. La carretera Pativilca-Conococha-Antamina en el contexto regional transcurre de oeste a este sobre unidades geomorfológicas de: Planicie Costanera, Cordilleras Occidental, Negra y Blanca (extremo sur), valles fluvial, glacial y superficie puna. Los ríos Fortaleza y Pativilca muestran valles juveniles, limitados por cadenas montañosas con laderas de moderada a fuerte pendiente, depósitos de movimientos en masa, que ponen en evidencia la geodinámica antigua y actual de la zona.
2. Localmente se diferenciaron tres grandes unidades geomorfológicas: A) Relacionadas a procesos denudacionales o erosivos en función a la litología y pendiente de los terrenos; B) Relacionadas a procesos gravitacionales; C) Relacionados a actividades antrópicas: áreas urbanas y relaves mineros.
3. Geológicamente se diferencian a lo largo de la carretera de Oeste a Este: rocas intrusivas del batolito de la Costa, rocas volcánico-sedimentarias del Grupo Calipuy y Formación Fortaleza y secuencias mesozoicas de la Formación Oyón, Grupo Goyllarisquizga (Formaciones Chimú, Santa y Carhuáz), Formaciones Pariahuanca, Pariatambo y Jumasha, Los sedimentos cuaternarios están conformados por depósitos superficiales de poco espesor, de origen coluvial y deluvial-proluvial, fluvial y glacial.
4. Entre los peligros geológicos (movimientos en masa), evaluados, las caídas de rocas ocupan el primer lugar, seguido de movimientos complejos (combinaciones de derrumbes, vuelcos o deslizamiento-flujos), derrumbes, flujos de detritos o huaycos, erosiones fluviales, deslizamientos rotacionales, avalanchas de detritos de rocas y vuelcos, deslizamientos transnacionales, reptaciones y erosión de laderas, en ese orden.
5. Se ha inventariado deslizamientos entre antiguos (muchos estabilizados), sin embargo algunos han sido reactivados, cuyo avance puede generar daños en la carretera. La totalidad de flujos de detritos cartografiados son de categoría latente, pues pueden ser activados en presencia de lluvias excepcionales por eventos de El Niño, como ocurrió en los años 1997-98.
6. La mayoría de derrumbes, caída de rocas, vuelcos y combinaciones de estos se originan principalmente por la naturaleza litológico-estructural, rocas fracturadas y de mala calidad o con alternancia de rocas incompetentes (capas de carbón), y pendiente de los terrenos. Los factores detonantes o gatillo para su ocurrencia son además de los taludes de corte originados, por la incentivación sísmica y la presencia de lluvias intensas.

7. En la cartografía realizada, no se evidenció la presencia de actividad neotectónica y/o fallas activas; la ocurrencia de movimientos en masa pasados y actuales están relacionados principalmente a eventos hidrometeorológicos (lluvias), aunque algunos eventos han tenido como detonante la actividad sísmica en el contexto regional.
8. El mapa de inventario de movimientos en masa (antiguos y actuales) realizado, constituye una herramienta de evaluación o diagnóstico retrospectivo de la actividad geodinámica de un área, y representa un análisis de la susceptibilidad, pues se reconocen las áreas donde ocurren o han ocurrido eventos en el pasado, y que estas áreas pueden volver a sufrirlos.
9. Algunas zonas o tramos de carretera con presencia de uno o más o mas peligros geológicos han sido agrupados y señalados como zonas críticas, donde es necesario tomar en consideración las alternativas de manejo de estabilidad de taludes.

## **RECOMENDACIONES**

1. En muchas de las áreas afectadas por caída de rocas, derrumbes o vuelcos, que presentan bloques inestables, se recomienda un desquinche, pues pueden generar daños en el tránsito en; en algunos casos de acuerdo al diámetro de los materiales o bloques generados es posible colocar mallas de protección con anclajes.
2. Es recomendable realizar el monitoreo topográfico en el deslizamiento activo presente en el sector de Uranyacu, derrumbes en el sector de Mayorarca, con la finalidad de detectar posibles movimientos en el cuerpo del deslizamiento antiguo y actual. Se recomienda además realizar sistemas de drenaje con zanjas de coronación encima de las escarpas.
3. En los canales fluviales de las quebradas de regimen excepcional-torrencial, ubicados en la cuenca media-inferior del río Fortaleza, es necesario efectuar una limpieza y canalización de estas, reduciendo el ancho de su influencia y a la vez colocando badenes o alcantarillas suficientes para el paso adecuados de flujos.
4. En algunos sectores se indica necesario la forestación y reforestación de laderas sujetas a deslizamientos o derrumbes.

## 1.0 INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), realizó un reconocimiento geológico-geodinámico a lo largo del tramo de carretera de acceso principal a las operaciones de Antamina, que corresponde al sector entre Pativilca-Conococha-Antamina, estudio denominado **“Susceptibilidad a los peligros geológicos en el Tramo de la carretera entre Pativilca-Conococha-Antamina”**.

En relación al objetivo principal del estudio, los trabajos geológicos estuvieron centrados en la cartografía de la geodinámica externa con influencia directa del eje carretero en mención. Así, para la evaluación de estabilidad de las laderas naturales y cortes artificiales para los fines arriba indicados, se dio énfasis en el cartografiado e inventario de procesos de movimientos en masa antiguos y recientes (o activos), por lo que se hacen mención de alternativas o recomendaciones del manejo o control en las áreas con laderas o taludes inestables susceptibles a estos procesos, con fines de prevención de desastres.

Los resultados que se reportan en el presente informe técnico, y la implementación o adecuación oportuna de las recomendaciones establecidas, constituyen un aspecto importante para el manejo de la peligrosidad en la infraestructura.

### 1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objetivo principal:

- Conocer y evaluar las características geodinámicas en los taludes y laderas existentes a lo largo de la carretera, que permitan interpretar y conocer su susceptibilidad a la generación de movimientos en masa, que comprometan la o las infraestructuras viales existentes (plataforma, puentes, cunetas, badenes, etc.
- Determinar las áreas potencialmente susceptibles a los peligros que representen zonas críticas al eje carretero.

### 1.2 ACTIVIDADES REALIZADAS

Para lograr los objetivos planteados, se combinaron investigaciones de campo y gabinete, utilizando técnicas disponibles.

En el campo se realizaron las siguientes actividades:

- Revisión y análisis de la información cartográfica disponible.
- Reconocimiento geológico y geomorfológico en el trazo de carretera y su área de influencia.

- Cartografiado geológico – geodinámico a escala 1:25 000, principalmente de procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes (activos o reactivados) y otros peligros geológicos e hidrológicos existentes, con influencia directa o indirecta sobre la carretera.
- Descripción de la estabilidad de laderas, características puntuales del macizo rocoso y depósitos superficiales.

Los trabajos de gabinete, estuvieron orientados, a la recopilación de información previa a los trabajos de campo, tanto de la geología y geodinámica del área de estudio, así como el procesamiento de la información obtenida en campo, con el fin de obtener la información básica para el análisis geodinámico en relación a la inestabilidad de laderas frente a la activación de procesos de movimientos en masa.

Las actividades de gabinete comprendieron:

- Revisión de información geológica de Ingemmet a escala regional y local 1:100 000 (Hojas de Barranca, Huayllapampa, Chiquián y Recuay).
- Elaboración de planes de trabajo de campo.
- Fotointerpretación del área correspondiente al tramo con fotos aéreas de alto vuelo disponibles.
- Procesamiento y preparación de la información geológica – geodinámica obtenida en campo (fichas de inventario y fotografías ilustrativas) para la elaboración de mapas temáticos (geología, geomorfología e inventario de movimientos en masa), para la evaluación de la estabilidad de las laderas. Elaboración de base de datos georeferenciada.
- Análisis de la información geológico – estructural, del área.
- Selección de alternativas o recomendaciones generales, para el control de la estabilidad de las laderas y seguridad física de la infraestructura vial existente.
- Generación de informe técnico y reporte final, incluyendo la elaboración de planos, gráficos, cuadros, figuras, etc.

Para la ejecución de los trabajos, INGEMMET designo a los ingenieros: Bilberto Zavala C., Griselda Luque especialistas en cartografía y evaluación de movimientos en masa; teniendo como asesor al Ing. Lionel Fidel Smoll, Director del área de Geología Ambiental de Ingemmet. En el procesamiento SIG (ArcGis y módulos complementarios), el apoyo del Ing. Samuel Lu L. y en digitalización los técnicos Javier Hernandez y José Luis, los trabajos de campo se llevaron a cabo entre los días el 05/07 al 09/07 y entre el 21/07 al 25/07/2006, culminando con la preparación del presente informe técnico en enero del 2007.

## **2.0 ASPECTOS GENERALES**

### **2.1 CARRETERA PATIVILCA-CONOCOCHA-ANTAMINA**

La carretera transcurre abarcando parte de las regiones de Lima y Ancash, específicamente parte de los distritos de Paramonga (Lima), Chasquitambo, Cajacay, Chiquián (Ancash). Geográficamente se desarrolla en las cuencas de los ríos Fortaleza, una pequeña porción de la cuenca alta del Santa y Pativilca (vertiente occidental), así como una porción de las cuencas superiores de los ríos Mosna y Vizcarra (vertiente oriental), sobre altitudes comprendidas entre 50 hasta más de 4400 msnm.

La carretera asfaltada en todo su tramo es una vía de penetración principal que comunica a la costa norte del departamento de Lima con Huaráz y Callejón de Huaylas, al cual se desvía a la altura de Conococha, así como a la provincia de Chiquián (Ancash), y hacia el sector de mina Huanzalá, Huallanca y La Unión (región Huánuco), con un recorrido aproximado de 236 Km, desde la Panamericana Norte.

Las precipitaciones en el área varían entre valores menores a 200 en la planicie costera y 400 a 800 mm en los valles de Fortaleza, Santa, Pativilca y Alto Marañón, respectivamente. El clima por lo tanto varía entre semiseco (otoño, invierno y primavera secos), templado, con alta humedad, hasta semiseco (invierno seco), frío, y alta humedad.

La configuración topográfica del área varía entre plana a suave en la planicie costanera y zona altoandina, quebrada a moderada en las estribaciones occidentales y relieves estructurales plegados. Los suelos de profundidad variable, producto de la meteorización de rocas de naturaleza calcárea, arcillítica e intrusiva.

Las poblaciones principales adyacentes a la carretera son Tunán, Chasquitambo, Huaquish, Chaucayán, Raquia, Cajacay, Conococha, Aquia y Pachapaqui.

### **2.2 HIDROLOGIA**

El área de estudio está enmarcada en cuatro cuencas principales:

- Cuenca Fortaleza perteneciente a la Vertiente Pacífica, donde destaca el río del mismo nombre, algunos ríos y quebradas tributarias mayores que son cruzadas por la carretera con puentes o badenes.
- Cuenca del río Santa, una porción pequeña de la cabecera en el sector entre Conococha y Casa Blanca.
- Cuenca superior del río Pativilca, sectores de Aquia, Pachapaqui.



- Parte de la cuencas superiores de los ríos Mosna y Vizcarra, afluentes del río Marañón.

Las principales lagunas en el sector son Conococha, que muestra un descenso del espejo de agua y la laguna Canrash.

Los balances hídricos de estas cuencas dan cuenta de precipitaciones del orden de 457 mm, 919 mm, 926 mm, para las cuencas de Fortaleza, Pativilca y Marañón, respectivamente.

Las cuencas involucradas presentan un régimen hidrológico, irregular y torrencioso que se incrementa durante el período de lluvias estacional entre diciembre y abril, manteniendo un caudal mínimo durante el resto del año.

La actividad geodinámica, en el tiempo, ha dado lugar a nivel de cuencas depósitos de cauce o fluviales y terrazas angostas que son removidas durante los períodos de creciente del río; sin embargo en las zonas colindantes a la carretera se muestran substratos sedimentarios e intrusivos, así como depósitos coluvio-deluviales, depósitos de movimientos en masa, antrópicos, tanto en las laderas como al pie o márgenes del valle.

### 3.0 INVESTIGACIONES BASICAS

#### 3.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS

Desde el punto de vista estratigráfico, y tomando como base los mapas geológicos de los cuadrángulos de Barranca, Huayllapampa, Chiquián y Recuay a escala 1: 100 000 (MYERS, 1980 Y COBBING et al, 1973 y 1996), la edad de las rocas que afloran en la cuenca, está comprendida entre el Cretáceo inferior y el Cenozoico (Ver Mapa N° 1).

Litológicamente las rocas que predominan el área de estudio corresponden a formaciones sedimentarias, rocas ígneas (intrusivas y volcánicas) y depósitos cuaternarios, correspondientes a las siguientes unidades:

Las **unidades sedimentarias** presentes a lo largo de la carretera están representadas por secuencias de la Formación Oyón, Grupo Goyllarisquiza, diferenciadas en las formaciones Chimú, Santa y Carhuáz, Formación Pariahuanca, Formación Pariatambo, Jumasha, cuya edad varía entre el Cretáceo inferior a superior, las cuales se describen a continuación:

- Formación Oyón: Se caracteriza por presentar núcleos de anticlinales y sinclinales y deformación intensa. Su litología consiste de limonitas, lutitas gris oscuras en estratos delgados intercaladas con areniscas pardo amarillentas, grises y gris claras en estratos más gruesos e intercalaciones de niveles de carbón. Con una disposición estructural de rumbo regional norte sur, se presentan entre las progresivas 15 y 70 del tramo Conococha Antamina
- Formación Chimú: Constituye núcleos de anticlinales de dirección andina, destacando por su morfología conspicua y coloración blanquecina a blanco rojiza. Consiste principalmente de estratos de 1 a 3 m de areniscas blancas, macizas.
- Formación Santa: Yace concordantemente sobre la Formación Chimú. Consiste de calizas de color azul grisáceo, en estratos con grosores entre 0,10 y 1,00 m.
- Formación Carhuáz: Sus afloramientos principales se encuentran al este de la Cordillera Blanca, específicamente en el área entre las progresivas 70 y , caracterizada por su topografía más suave en relación a las unidades adyacentes. Litológicamente está conformada de limoarcillitas de color gris a gris-verde; en algunos sectores como cerca de Conococha se presentan areniscas ferruginosas algo friables, de grano fino en capas de 10 m de grosor, separadas por limolitas y limoarcillitas.
- Formación Pariahuanca: Concordantemente sobre la Formación Carhuáz se presentan calizas macizas de color gris azulado dispuestas en estratos de 1 a 2 m de grosor.
- Formación Pariatambo: Está compuesta principalmente por margas marrón oscuras que tienen un olor fétido, aunque son frecuentes intercalaciones de estratos delgados de limoarcillitas calcáreas gris oscuras.

- Formación Jumasha: En general conformada por una litología de calizas oscuras con estratificación maciza. Aflora en el área en el sector de laguna Canrash en contacto fallado, cabalgada por secuencias de la Formación Oyón.
- Formación Celendín: Consiste de calizas margosas nodulares, pobremente estratificadas que alteran a un color amarillo grisáceo; se intercalan niveles de limoarcillitas grises y margas que en general originan una morfología suave con abundante cobertura de suelo. Afloran de manera reducida en las cercanías de la mina Antamina, sobreyaciendo a la Formación Jumasha.

Algunas vistas de afloramientos representativos a lo largo de la carretera se muestran en las fotos 1 al 6.



Foto 1 Secuencias de limoarcillitas abigarradas y lutitas de la Formación Oyón (Km 26 tramo Conococha-Antamina).



Foto 2 Estratos medianos de areniscas macizas de la Formación Chimú (Km 43 Conococha-Antamina).



Foto 3 Calizas azulinas en estratos delgados de la Formación Santa (Km 21+100, Conococha-Antamina).



Foto 4 Limoarcillitas de la Formación Carhuáz (Km 77 Conococha-Antamina).



Foto 5 Calizas macizas en estratos medianos de la Formación Pariahuanca (Km 57 Conococha-Antamina).



Foto 6 Secuencias plegadas de calizas de la Formación Jumasha en contacto fallado con secuencias de la Formación Oyón, sector laguna Canrash.

Las unidades plutónicas o intrusivas están representadas por tonalitas, granodioritas, aplitas, escasos plutones de gabro y dioritas, granitos, que corresponden a los Complejos Intrusivos de Patap, Paccho y Santa Rosa del Batolito de la Costa de edad mesozoica, y son muy representativos en la cuenca media y baja del río Fortaleza en el cuadrángulo de Huayllapampa (Fotos 7, 8 y 9). Además existen pequeños stocks de intrusivos neógenos en las cercanías a Antamina.

- El Complejo Cerro Muerto, constituido por granodioritas que afloran en el lado occidental del área entre el cerro Lomo largo y Tunán.
- El Complejo Patap, está constituido por gabros y dioritas en afloramientos dispersos y reducidos, en los sectores de Huaricanga, Chasquitambo y cerca de Chaucayán.
- El Complejo Santa Rosa, representado por la tonalita Huaricanga caracterizada por grano medio, aspecto homogéneo y presencia de hojuelas de biotitas y cristales de plagioclasa y algo de cuarzo; la tonalita Corralillo con plutones que se exponen en el sector de Quilca Bajo hasta Huancar Alta.
- El Complejo Puscao – San Jerónimo, ocupando mayor área que los anteriores y definido por la unidad de aplitas Puscao, de color rosado con textura granofírica, dispuesta en cuerpos tabulares subhorizontales de hasta 20 m de grosor y expuestos entre la Rinconada y quebrada Chanama. Cerca de Cajacay aflora un intrusito similar cartografiado como sienogranitos.
- Stock monzogranito: Ubicado en el cerro Chaupi Jirca, cerca de Antamina, tratándose de un monzogranito rosado con cristales bien formados de feldespato potásico, que se encuentra emplazado sobre en las calizas de la Formación Celendín.



Foto 7 Intrusito granodiorítico cerca al poblado de Tunán, del complejo Cerro Muerto.

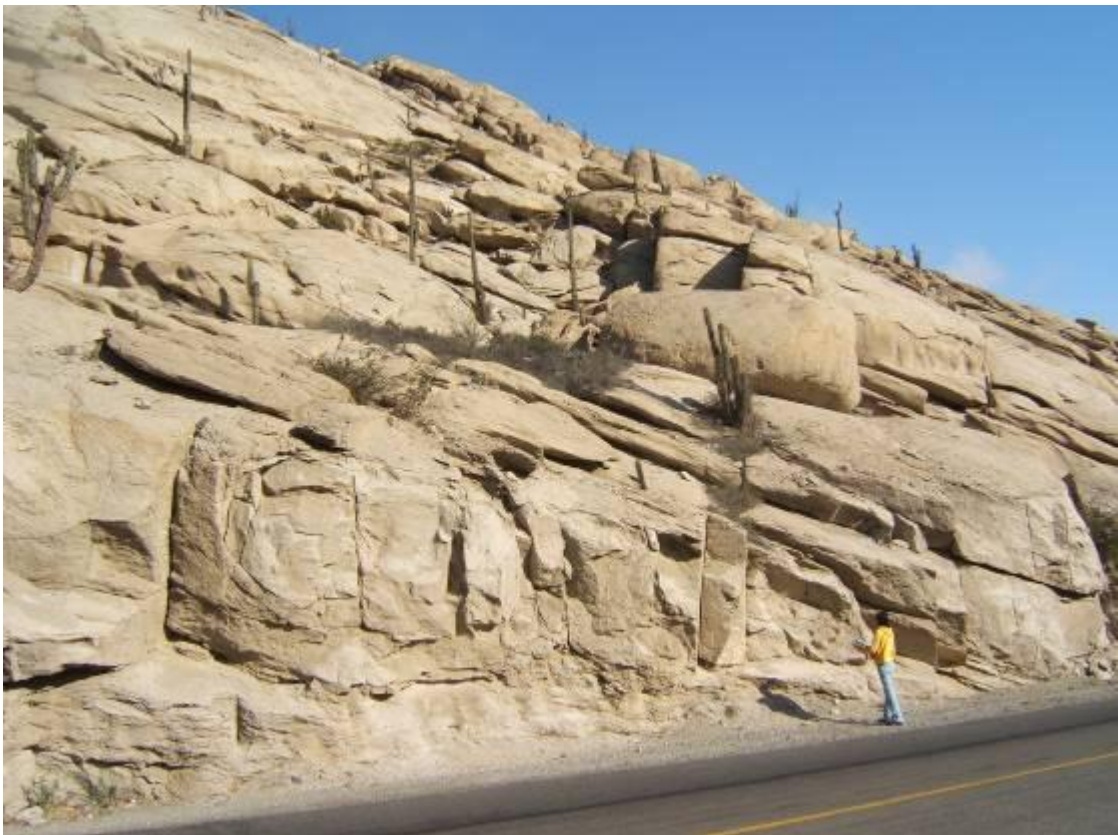


Foto 8 Plutones de monzogranito (adamelita), de la Unidad Puscao (sector Chiquiahuanca).

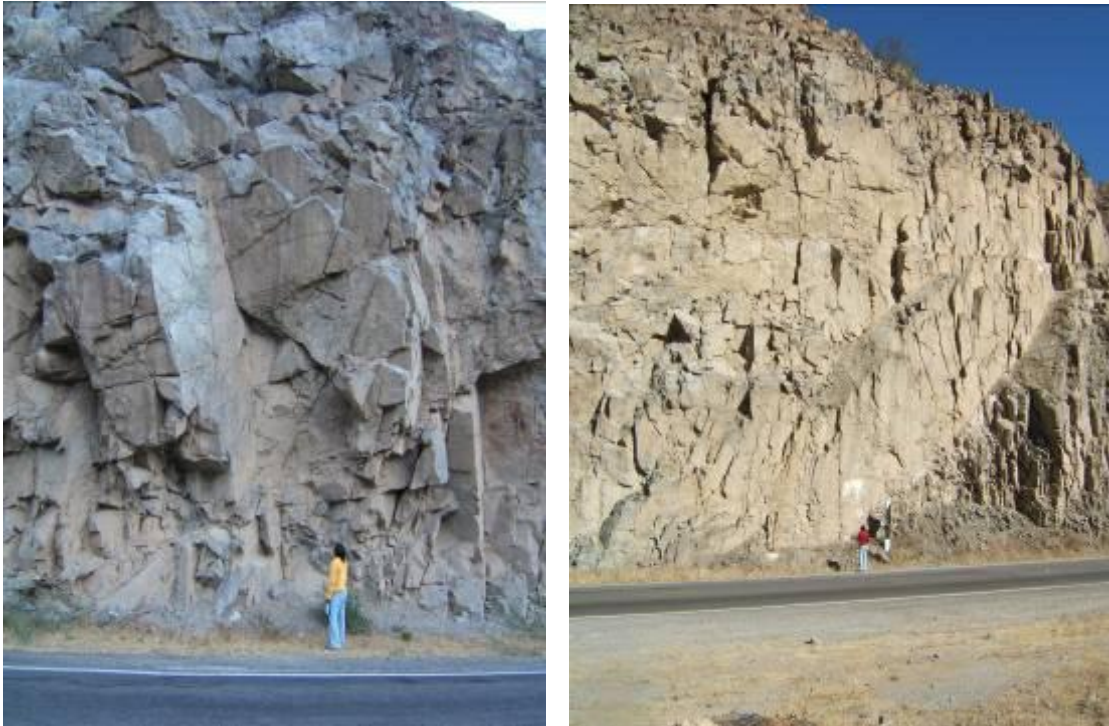


Foto 9 Dioritas del Complejo Paccho, sector frente a Chaucayán (izquierda) y puente Huertas (derecha).

Las unidades volcánicas corresponden a las secuencias principalmente de carácter piroclástico pertenecientes del Grupo Calipuy y a la Formación Fortaleza, compuestas de:

- Grupo Calipuy: Secuencias de este grupo se encuentran aguas arriba de Cajacay hasta el sector de la laguna Conococha, prolongándose hasta el sector de Casa Blanca, discordante sobre secuencias de la Formación Chimú. Consiste de flujos de tobas y lapillis, tobas de flujos de cenizas y tobas soldadas en su parte superior (Ver Foto 10); sin embargo presentan variaciones locales que incluyen secuencias clásticas continentales, cuerpos subvolcánicos y procesos de alteración hidrotermal que han afectado estas rocas.
- Formación Fortaleza: Compuesta por tobas formadas como flujo de cenizas, que afloran en la cuenca superior del río Fortaleza desde la confluencia de la quebrada Rari-Llaclín (sector Chaucayán), aguas arriba hasta el sector de Pampas Chico. Su característica principal es su disyunción columnar (Foto 11).

El Cenozoico, está representado por sedimentos cuaternarios conformados por depósitos superficiales, de poco espesor, acumulados en las vertientes de laderas o rellenando los valles.

De acuerdo a su origen se diferencian depósitos coluviales, deluviales, proluviales y mezcla de ellos, principalmente originados por procesos de movimientos en masa; también se tiene materiales fluviales, aluviales, fluvioglaciares y glaciares acumulados en los valles y vertientes altas (Ver Fotos 12 al 17).





Foto 10 Secuencias piroclásticas (brechas), del Volcánico Calipuy, Km 97 Pativilca-Conococha.



Foto 11 Afloramiento de tobas i ignimbritas de la Formación Fortaleza, cerro Mogote (Km 73 Pativilca-Conococha).



Foto 12 Depósitos aluviales (nivel inferior), cubiertos por depósito proluviales de huayco antiguo, sector puente Tunán.



Foto 13 Talud de corte de carretera sobre depósitos coluvio-deluviales, sector Cutatambo; muestra acumulación de bloques angulosos no canalizados caídos por gravedad con arrastre pluvial.



Foto 14 Sector Raquia, taludes de corte de carretera que muestra dos eventos de depósitos caóticos de origen proluvial, el superior de granulometría fina.



Foto 15 Depósitos glaciales (morrenas), que cubren secuencias alteradas del Grupo Calipuy, sector Casa Blanca, carretera Conococha-Antamina.



Foto 16 Depósito coluvial en talus de detritos de fuerte pendiente, sector del cerro Cresta de Gallo, carretera Conococha-Antamina.



Foto 17 Depósitos glaciales, colgados, ladera del nevado Burro; materiales susceptibles a avalanchas de detritos,

## 3.2 GEOMORFOLOGIA Y PROCESOS

La carretera Pativilca-Antamina en el contexto regional atraviesa de oeste a este unidades geomorfológicas de Planicie Costanera, Cordilleras Occidental, Negra y Blanca en su extremo sur, valles fluvial, glacial y superficie puna.

El relieve general está supeditado a la presencia de diferentes litologías, aspectos estructurales y morfogenéticos de carácter denudacional, gravitacional, fluvial, glacial-periglacial.

La morfología actual es producto de la erosión fluvial, glacial y pluvial en concomitancia con la última etapa del levantamiento andino y procesos hidrometeorológicos, además de la influencia de movimientos en masa antiguos y recientes (deslizamientos, huaycos, derrumbes), que se localizan en las márgenes de los valles principales.

### UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Tratando de asociar las geoformas existentes en la cuenca, la litología y el carácter estructural del sustrato, con la morfogénesis de los diferentes relieves, se agrupó las geoformas en unidades bajo tres grandes grupos (Ver Mapa N° 2):

#### A) RELACIONADAS A PROCESOS EROSIVOS Y CONTROL LITOLÓGICO ESTRUCTURAL Y PENDIENTE: Estas se subdividen de Oeste a Este en:

- Laderas de montañas intrusivas con moderada a fuerte pendiente (MI/fp): Macizos intrusivos que ocupan gran parte de la cuenca del río Fortaleza, en el tramo Pativilca-Conococha. Presentan laderas de moderada a fuerte pendiente ( $35^\circ$  a  $70^\circ$ ), hasta abruptas ( $<70^\circ$ ). Sus cumbres son variables entre formas redondeadas hasta crestas agudas. Corresponden a las rocas del Batolito de la Costa (Foto 18).
- Laderas de montañas volcánicas con moderada a suave pendiente (MI/fp): Macizos de rocas piroclásticas antiguas que ocupan la parte central del área de estudio (cuenca alta de los ríos Fortaleza y Santa). Muestran laderas de moderada a suave pendiente ( $20^\circ$  a  $50^\circ$ ). Sus cumbres mayormente son suaves, originadas por procesos de erosión (Foto 19).
- Mesetas volcánicas con frentes escarpados: Geoformas relacionadas a los volcánicos Fortaleza, que se exponen como superficies elevadas y plano-disectadas que rellenan un antiguo valle mostrando frentes escarpados (Ver Foto 19).
- Laderas estructurales de montañas sedimentarias de moderada a fuerte pendiente (MS/mfp): Dispuestas en gran parte de la cuenca del río Pativilca y cerca de mina Antamina, extendiéndose desde el sector de Aquia, mostrando

crestas o alineamientos de secuencias estratificadas, a veces escarpados por erosión diferencial y presentando estructuras anticlinales y sinclinales de dirección NO-SE. Litológicamente corresponde a secuencias de areniscas, limoarcillitas, calizas, margas y lutitas de la Formación Oyón, Grupo Goyllar y Formaciones Pariahuanca, Pariatambo y Jumasha. En forma regional corresponde a un relieve estructural plegado al este de la cordillera blanca. En algunos sectores de acuerdo a su altura relativa pueden corresponder a colinas o montañas estructurales (Foto 20).

- Valles fluviales y Terrazas (V): Ocupan una regular porción en el área de estudio, tratándose del lecho fluvial y superficies angostas y planas adyacentes, generalmente erosionadas o removidas por el río en el período de creciente. Corresponde al lecho actual de los ríos Fortaleza, Pativilca y Santa principalmente (Fotos 18 y 21).
- Valles glaciales: La cuenca superior del río Pativilca y sectores de la vertiente oriental, muestran valles en U con superficies suaves, típicos de morfología glacial con márgenes o paredes subverticales y lagunas (Foto 22 y 23).
- Planicie Costanera y Abanico aluvial: Corresponde a la cuenca baja del río Fortaleza que se extiende aproximadamente desde Tunán, donde el valle se abre paulatinamente aguas abajo. El río transcurre pegado a su margen derecha, y está limitado por colinas, estribaciones bajas y depósitos de piedemonte proluviales, en ambas márgenes. Las áreas relativamente planas están ocupadas por áreas de cultivo, sectores poblados y carretera.



Foto 18 Vista aguas arriba del valle del río Fortaleza (Sector Anta), que muestra unidades geomorfológicas de: laderas de moderada a fuerte pendiente en rocas intrusivas (A); Valle fluvial y terrazas (B) y depósitos de abanicos proluviales que descienden con pendiente suave al valle (C).

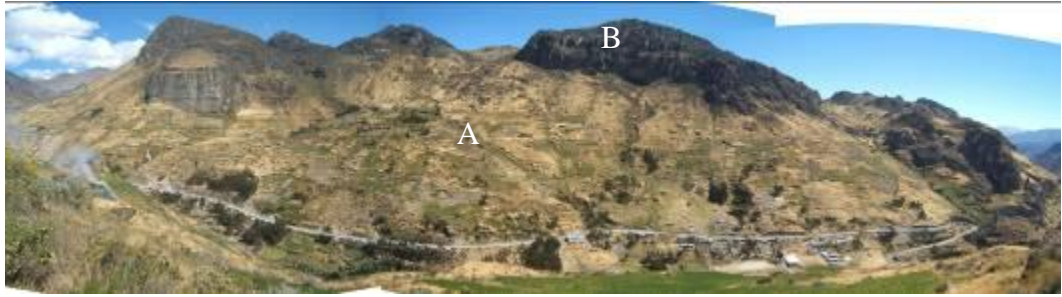


Foto 19 Montañas en laderas de moderada pendiente en rocas volcánicas (A), y mesetas volcánicas con frentes escarpados en rocas piroclásticas (B), que coronan las vertientes.



Foto 20 Colinas y montañas con laderas estructurales en el sector de



Foto 21 Valle fluvial encañonado en la cuenca superior del río Pativilca.



Foto 22 Valle glaciar labrado en substrato de calizas; laguna Canrash limitado por laderas de montañas estructurales.



Foto 23 Sector Conococha, colinas estructurales y laguna del mismo nombre; relleno de material fluvio-glaciar.

## B) RELACIONADAS A ACUMULACIONES DE DEPOSITOS DE PIEDEMONTE Y PROCESOS GRAVITACIONALES

- Depósitos de movimientos en masa (Dmm): Ocupan una importante parte de la zona de estudio y su diferenciación es primordial para el análisis de riesgo. Se tratan de acumulaciones de diferente origen: coluviales y coluvio/deluviales, a manera de depósitos de piedemonte caóticos producidos ya sea por deslizamientos, deslizamiento-flujos y avalanchas de rocas. Involucran procesos de movimientos en masa antiguos. Corresponden a depósitos inconsolidados acumulados en las vertientes y pisos de valle. Se aprecian actualmente en las laderas o en los cortes de carreteras (Ver Foto 24).





Foto 24 Depósito de movimiento en masa generado deslizamiento rotacional antiguo en la ladera del cerro Catac, Pachapaqui (Km 38 Conococha-Antamina).

- Abanicos proluviales y deluvio-proluviales (Ab): Corresponden a las formas en abanico, diferenciadas como conos de flujo individuales de suave pendiente (menor a 5°), y ocasionalmente entre 5° a 20°, ubicados en la desembocadura de las quebradas a los ríos principales (Fortaleza, Pativilca), así como conos más pequeños que descienden de quebradas torrenciales, excepcionales a los cauces principales, con materiales de origen deluvial y proluvial (Foto 25). Constituyen terrenos de cultivo, áreas con asentamientos poblacionales, tramos desarrollados de plataforma de carretera en muchos casos.



Foto 25 Abanico proluvial de huayco antiguo y montañas intrusivas de moderada pendiente.

- Talus de detritos: Acumulaciones de detritos sin forma definida en el pie de laderas en forma de talus se encuentran en muchos sectores adyacentes y/o en los taludes de corte de carreteras; ejemplos de estos son muchos en la cuenca media y baja del río Fortaleza y parte superior del río Pativilca (Foto 26), propensos a remoción con lluvias o también incentivados por sismos.



Foto 26 Talus de detritos en las márgenes del valle superior del río Pativilca.

- Morrenas y depósitos glacio-fluviales: Están circunscritas a áreas de altiplanicie, sobre cotas superiores a 4100 msnm en las nacientes de la cuenca del río Santa (entre Conococha y Casa Blanca), parte central del área de estudio, así como a cotas superiores a 4200 msnm, tanto en el sector superior de la cuenca del río Pativilca en las inmediaciones del nevado Burro (Foto 27), como hacia la divisoria de aguas del sector oriental, sobresaliendo las áreas del cerro Iscayhuanca, laguna Canrash y el ingreso a Antamina.



Foto 27 Montaña con cobertura de nieve y depósitos morrénicos, cabecera de la cuenca del río Pativilca.

#### C: RELACIONADOS A LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA

Muy pocas son las superficies relacionadas a las morfologías de carácter antrópica, siendo estas relacionadas a:

- Áreas urbanas (U): Superficies planas ocupadas por pequeños poblados o distritos, adyacentes a la carretera, tanto en terrazas, piedemontes como laderas. Destacan en el trayecto como áreas de ocupación humana los poblados de Chasquitambo, Raquia, Cajacay, Conocochoa, Pachapaqui, entre otros menores; en estos sectores se diferencian áreas de cultivo (Ver Foto 28).



Foto 28 Área de ocupación antrópica con viviendas y terrenos de cultivo adyacentes a la carretera.

- Relaveras (R): Depósitos relacionados a la actividad minera existente en las inmediaciones de la carretera, constituyendo pasivos ambientales (Ver Foto 29). Sobresalen los materiales estériles ubicados en el sector de Pachapaqui (pampa Cora).



Foto 29 Rellenos antrópicos generados por la actividad minera, sector Pachapaqui; se aprecia además montañas sedimentarias con estructuras plegadas.

## **4.0 EVALUACIÓN DE PELIGROS**

El cartografiado geológico-geodinámico de campo a escala 1:25 000, la fotointerpretación así como la interpretación de cartas topográficas, permitieron identificar los eventos físicos o peligros geológicos actuales y antiguos, que ayudan a analizar la susceptibilidad de las laderas y taludes existentes a lo largo del tramo de carretera Pativilca-Concocochoa-Antamina, a la ocurrencia futura de movimientos en masa, teniendo en cuenta las características intrínsecas de sitio, sin considerar los procesos detonantes que los desencadenen (lluvias, sismos, actividad antrópica, etc.).

La descripción de cada proceso se efectuó utilizando un formato especial de inventario de campo, donde se resumen las características principales del proceso de movimiento en masa u otro peligro geológico pasado reconocido, como de otros potenciales en función a la inestabilidad existente. Se utilizó además la información de la Base de datos sobre peligros geológicos de la franja 4 (FIDEL et al, 2006), información que fue corroborada y ampliada.

Como resultado de este proceso se elaboró el Mapa de Inventario de Peligros Geológicos en el tramo carretero (Mapa N° 3). Asimismo en el Anexo 1, se presenta un resumen de las características para cada peligro inventariado, que incluye 130 ocurrencias entre movimientos en masa y peligros de erosión fluvial.

### **4.1 MOVIMIENTOS EN MASA**

El cartografiado geomorfológico y geodinámico permitió diferenciar procesos de movimientos en masa, los cuales fueron tipificados de acuerdo a la Clasificación de Varnes (1978, 1996) y Hungr et al (2001), así como la terminología adoptada recientemente por el Grupo de Estandarización de Movimientos en Masa para la región Angina (GEMMA, 2006). Se diferenciaron según su estado o actividad en procesos activos y antiguos (algunos reactivados), entre los cuales destacan en orden de ocurrencia: 26 sectores con caída de rocas, 24 movimientos complejos (combinación de caída de rocas, derrumbes y vuelcos, o deslizamiento-flujos), 20 derrumbes, 16 flujos de detritos (huaycos), 10 erosiones fluviales, 9 deslizamientos rotacionales, 6 avalanchas de detritos, 6 avalanchas de rocas, 6 vuelcos, 4 deslizamientos trasnacionales, 2 reptaciones y una erosión de laderas.

La ocurrencia de estos eventos, una gran parte de carácter excepcional, tienen como origen o causas principales las siguientes:

#### **FACTORES CONDICIONANTES**

- Naturaleza litológica del substrato en muchos casos de mala calidad, por la alternancia de secuencias sedimentarias competentes e incompetentes (lutitas o limoarcillitas con niveles carbonosos y secuencias areniscosas y calcáreas); rocas intrusivas muy fracturadas y/o meteorizadas en algunos casos; orientación

desfavorable de discontinuidades en relación a los cortes de carretera tanto en rocas sedimentarias (estratos), e intrusivas (bloques).

- Formaciones o depósitos superficiales originados por movimientos en masa antiguos (suelos coluviales y coluvio-deluviales), reactivados por saturación en períodos de lluvias intensas, infiltraciones naturales y/o inducidas por actividades de riego agrícola existente en el área.
- En algunos casos poca cobertura vegetal causada por la deforestación y el minado (incluyendo el artesanal e informal).
- Pendiente natural de los terrenos o laderas de montañas con fuerte a muy fuerte declive, y las modificaciones de los taludes hechos en los cortes de carretera, dejando zonas inestables susceptibles de remoción.

### **FACTORES DETONANTES**

- Lluvias de gran intensidad y corta duración, o de moderada intensidad y larga duración; generalmente en los meses de invierno, o en presencia de El Niño; ocasionan el incremento de la presión intersticial, las fuerzas de filtración y del peso unitario de los materiales embebidos en agua. Por otro lado es importante resaltar que el régimen de precipitaciones tiene una relación directa e inmediata.
- Actividad sísmica regional en la zona.

A continuación describiremos los principales tipos de movimientos en masa identificados.

### **CAIDAS DE ROCAS, DERRUMBES Y VUELCOS Y COMBINACIONES**

La ocurrencia de derrumbes, caída de rocas y vuelcos, y/o combinaciones de dos o más de estos procesos de remoción de bloques de rocas o detritos, está ligada principalmente a los taludes de corte en rocas intrusivas (en el tramo entre Tunán-Chasquitambo-Chaucayán), rocas volcánicas e intrusivas en el tramo aguas arriba de Chaucayán y Conococha (sectores de Cabracutac, Curán, puente Mellizo y Mayorarca, entre otros. Otro tramo importante corresponde al sector entre Aquia y Antamina, en varios tramos de la carretera, íntegramente desarrollado en taludes rocosos de naturaleza sedimentaria, compuestas por alternancias de rocas de diferente competencia.

Las dimensiones de zonas de arranque de formas irregulares, áreas inestables con bloques fracturados o detritos de roca suspendidos varían en centenas de metros de longitud, algunos de carácter crítico. Algunos ejemplos de estos procesos se muestran en las fotos 30 al 38 .



Foto 30 Laderas susceptibles a derrumbes en el sector de Huancar Alta Km 39 Pativilca-Conococha)



Foto 31 Taludes de corte y laderas susceptibles a caída de rocas, sector de la quebrada Maray Colca (Km 41 Pativilca-Conococha).



Foto 32 Laderas en rocas intrusivas con bloques inestables, sujetos a caída de rocas; paraje Chiquiahuanca (Km 43-44, Pativilca-Conoccocha)



Foto 33 Área susceptible a caída de rocas en el sector del cerro Huana Cayán, Km 70-71 Pativilca-Conoccocha.





Foto 34 Tramo de carretera (Km 95+600 al 96+250, Pativilca.-Conococha), afectado por derrumbes.



Foto 35 Sector del Km 68+780 al 69+080 del tramo Conococha-Antamina, afectado por derrumbes y caída de rocas.



Foto 36 Tramo de la carretera Pativilca-Concocochoa en rocas intrusivas muy fracturadas, afectada por vuelco, sector cerro Botija (Km 53+850).



Foto 37 Taludes de corte afectados por vuelco de estratos en el tramo 43+100 al 43+240 Conococha-Antamina.



Foto 38 Sector susceptible a derrumbes y caída de rocas, Km 92 Pativilca-Conococha.

### **FLUJOS: FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS), AVALANCHAS DE DETRITOS Y AVALANCHAS DE ROCAS**

**HUAYCOS:** Por su naturaleza y dinámica se tratan de flujos de detritos o huaycos, que se activan con precipitaciones excepcionales hasta periódicas. Normalmente arrastran material suelto acumulado en las laderas y cauce. Se tratan de flujos en la cuenca media baja del río Fortaleza que se activan durante períodos de lluvias excepcionales asociadas a eventos de El Niño; se incluyen en este grupo las quebradas Julquillas, Huancapampa, Coralillo, Shaura, Manas, Maray Colca, Dos Corazones, donde las quebradas presentan suave pendiente, amplios cauces y depósitos en abanico que controlan la morfología del valle (Fotos 39 y 40).



Foto 39 Depósito de flujo e inundación de detritos en la quebrada Manas (Km 36 de la carretera Pativilca-Conococha); flujos de carácter excepcional.



Foto 40 Depósito de flujo antiguo en la quebrada Dos Corazones (Km 40 carretera Pativilca-Conococha).

Aguas arriba se tiene ejemplos en las quebradas Patap (Foto 41), Llama rumi, Chanama, Rari, Limonpampa y Cañada, donde su recurrencia es de carácter excepcional a ocasional.



Foto 41 Vista del sector de Huaquish afectado por flujo de detritos de la quebrada Patap; en el mismo sector erosión fluvial.

Por su naturaleza y ubicación estos depósitos constituyen un material susceptible de arrastre durante el período lluvioso, lo cual generaría aguas abajo flujos de detritos que afectarían acceso al campamento de Mina Trinilaya.

### **AVALANCHAS DE DETRITOS:**

Depósitos antiguos de flujos no canalizados de material detrítico que descendieron de la margen derecha, son observables en el sector frente a Mayorarca, material anguloso con grandes bloques y cantos, suelto que aparentemente cubrieron el cauce del río Fortaleza, así como en el sector entre Quilca Bajo y Manas (Fotos 42 y 43). El material se presenta estable sin embargo podrían generar algunos deslizamientos en forma puntual. Otros ejemplos de estos procesos de actividad reciente y latente se presentan en la ladera del nevado Burro (Foto N° 44), cabecera del río Pativilca.



Foto 42 Depósitos antiguos de avalancha de detritos en la margen derecha del río Fortaleza, sector puente Mellizo.



Foto 43 Depósitos antiguos de avalanchas de detritos, en el sector del río Fortaleza, paraje Quilca Alto.



Foto 44 Área susceptible a peligros de avalancha de detritos, ladera del nevado Burro, cabecera de la cuenca del río Fortaleza (Km 46-47 tramo Conococha-Antamina).

### **AVALANCHAS DE ROCAS:**

Depósitos antiguos de movimientos en masa asociados a avalanchas de rocas se pueden distinguir en la margen derecha del río Fortaleza, cerca y aguas debajo de Chasquitambo (Foto 45), sin embargo mayores exposiciones de estos procesos se tiene en la cuenca media superior del río Pativilca, en los sectores de los cerros Cunuco (Km 37 Conococha-Antamina), Naranja Pata (Km 41), y en el sector de Hda. Palmar (Km 73.), con acumulaciones de medianos a grandes depósitos identificables al pie o con recorrido corto pendiente abajo del valle (Foto 46 y 47).

En el primer caso por la naturaleza del depósito generado es posible asociar la avalancha a un sismo importante en la región, que llevó al represamiento temporal del valle.



Foto 45 Depósito antiguo de avalancha de rocas que represó temporalmente el río Fortaleza, cerca de Chasquitambo (cerro baúl). Este pudo haber sido por efecto de un sismo de gran magnitud en la zona.



Foto 46 Depósito antiguo de avalancha de rocas en el sector del cerro Cunuco, valle del río Pativilca.



Foto 47 Depósitos de avalancha de rocas en el sector del cerro Naranja Pata (Km 41-42 Conococha-Antamina); se distinguen los abanicos de material que descienden hacia el valle.

### **DESLIZAMIENTOS Y MOVIMIENTOS COMPLEJOS:**

Los deslizamientos como peligros individuales, son procesos geodinámicos presentes en menor número, tratándose de procesos generalmente antiguos y pocos recientes (reactivados), los que han sido cartografiados. Involucran en su mayoría formaciones rocosas y formaciones superficiales. Los deslizamientos inventariados son del tipo rotacional y traslacional, presentando escarpas generalmente antiguas del orden de decenas de metros de longitud, las cuales se reflejan en la topografía del área (Fotos N° 48 y 49).



Foto 48 Vista del deslizamiento rotacional antiguo en el sector de Villanueva (Km 18); se distingue el trazo o escarpa antigua y en el cuerpo el desarrollo de agricultura en la zona.





Foto 49 Vista hacia el oeste del deslizamiento antiguo de Aquia, valle aguas abajo del río Pativilca.

Escasas áreas con deslizamientos activos, se encuentran en el tramo Pativilca Conococha, siendo generalmente de menor dimensión, sin embargo algunos representan un potencial de peligro (Fotos 50 y 51).; en el tramo Conococha-Pativilca se manifiestan ejemplos de procesos activos en las inmediaciones de Aquia, sector de Uranyacu y cerca de la laguna Vinchos (Fotos 52 y 53).



Foto 50 Pequeño deslizamiento en el sector de la ladera media de la quebrada Palpín (Km 95 Pativilca-Conococha).



Foto 51 Deslizamiento rotacional antiguo, reactivado, sector de Puquioyacu, cerca de Pampas Chico (Km 98 Pativilca-Conococha).



Foto 52 Deslizamiento activo de Uranyacu, deslizamiento rotacional reactivado en el talud inferior (Km 27 Conococha-Antamina).



Foto 53 Deslizamiento traslacional en el sector cerca de laguna Vinchos (Km 110+720 al 110+800, tramo Conococha-Antamina).

Para el caso de movimientos complejos se consideran en este acápite solo los procesos combinados de deslizamientos-flujo de tierra; estos ejemplos son escasos en el área y son procesos antiguos como el que se presenta en el sector de Pariacancha, adyacente a Pachapaqui (Ver Foto N° 54 y 55).



Foto 54 Sector de Pariacancha (Pachapaqui), vista hacia el noreste que muestra una superficie cóncava de escarpa antigua de deslizamiento y un depósito al pie, a manera de flujo.



Foto 55 Corte de carretera sobre depósito antiguo de deslizamiento-flujo, sector cerro Shushy, Km 70+500 al 70+915 Conococha-Antamina; derrumbes en los cortes recientes.

### **REPTACIÓN:**

Escasas son las áreas susceptibles a estos procesos y en general desarrollados en suelos superficiales, saturados o parcialmente saturados con presencia de filtraciones o bofedales.

Este tipo de peligro se ha evidenciado en el sector de bifurcación de la carretera hacia mina Huanzalá y Huallanca, en dos sectores de taludes (Ver Foto 38). Estos procesos desencadenan a deslizamientos o derrumbes en los taludes de corte. También se evidencia la presencia de escalonamientos en la ladera como vestigios de reptaciones antiguas.



Foto 56 Ejemplos de reptación de suelos en la cabecera de la quebrada Torres, cabecera de la cuenca del río Vizcarra; zona de bifurcación de la ruta a mina Huanzalá-Huallanca.

## OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS:

Entre los otros peligros geológicos inventariados en el presente trabajo, se tienen procesos de erosión fluvial y escasas áreas con erosión de laderas. Se inventariaron 10 áreas susceptibles a erosión fluvial, la cual es acompañada algunas veces de inundación o generada también por flujos de detritos. Algunos ejemplos de estos procesos se muestran en las fotos 57, 58 y 59.



Foto 57 Área susceptible a erosión e inundación fluvial en la margen derecha de la quebrada Tishgo, cabecera del río Santa (Km 4 Conococha-Antamina).



Foto 58 Valle del río Fortaleza en el sector de Rinconada; erosión fluvial en la margen derecha con avenidas excepcionales.



Foto 59 Dos sectores del río Fortaleza (sector Huaquish), donde se producen procesos de erosión fluvial que pueden comprometer tramo de la carretera Pativilca-Conococha.

Con respecto a la erosión de laderas, este es un proceso poco frecuente, habiéndose solo identificado en las cercanías a Antamina, en el cerro Chaupijirca (Ver foto 60).



Foto 60 Ladera del cerro Chaupijirca, con acumulaciones de depósitos glaciares (morrenas), afectados por erosión en cárcavas.

## **5.0 ZONAS CRÍTICAS:**

Después de analizar la información geológica-geodinámica obtenida en los trabajos de campo, el inventario de movimientos en masa, se pueden indicar las áreas más inestables o susceptibles a los peligros que comprometen directamente a la carretera, a la cual se les denomina según su potencialidad de peligro como zonas críticas.

Esta determinación resalta los tramos de carretera, que presentan uno o más peligros geológicos, algún tramo en particular con condiciones geodinámicas similares, donde es necesario realizar obras de prevención y/o mitigación.

Las principales áreas o sectores críticos se describen en el Cuadros N° 2, las cuales se consignan sus características principales:

- Tramo de carretera o sector.
- Amenaza actual o futura
- Vulnerabilidad asociada (daños ocasionados o probables)
- Algunas recomendaciones generales para su prevención y mitigación.

Ejemplos de estas zonas críticas se muestran en las fotografías 61 al 68, así como su distribución áreal en el Mapa N° 4.

Algunas de formas de prevención, mitigación o medidas correctivas, en las laderas o taludes inestables para caminos se muestran en el anexo 2.

**CUADRO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS**

TRAMO DE CARRETERA O SECTOR	AMENAZAS ACTUAL O FUTURA	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS (OCASIONADOS O PROBABLES)	RECOMENDACIONES
<b>TRAMO PATIVILCA - CONOCOCHA</b>			
Huaricanga	Flujo de detritos con lluvias excepcionales se pueden activar en la quebrada Huancapampa	Obstrucción de carretera en tramo de 300 m.	Carretera necesita baden; es necesario encauzar quebrada aguas arriba y desviar flujo hacia un lado de la quebrada.
Entre La Villa, Cutatambo y Cerro Toro (Progresiva 22 al 27)	Caída de rocas; bloques suspendidos con diámetros de 0,5 a 2,0 m pueden caer por efectos sísmicos.	Tramos de 900 m, 450 m y 650 m respectivamente de carretera.	Desquinche de material rocoso inestable, y eliminación de bloques suspendidos.
Quebrada Manas (Km 36)	Flujo e inundación de detritos.	Tramo de 300 m de carretera	Encauzamiento de curso principal de quebrada (aguas arriba) y colocación de obra de drenaje (alcantarilla o baden
Entre Huancar Alto y Lomo Largo	Derrumbes y caída de rocas; canchales y talus de detritos con clastos de 0,2 a 1,0 m, bloques suspendidos de rocas intrusivas de hasta 3 m de diámetro, pueden removerse con sismos.	Afecta tramos de carretera de 450 y 700 m respectivamente.	Desquinche en algunos sectores de taludes con bloques inestables; muros de contención.
Quebrada San Marcos	Flujo de detritos excepcional. Se distingue flujo reciente aparentemente Niño 97-98	Tramo de carretera con obras de arte inadecuados para paso de flujo.	Material de huayco puede obstruir alcantarilla y represar flujo comprometiendo tramo de 30 m de carretera.
Cerro Berraco (aguas arriba de Chasquitambo)	Caída de rocas.	Dos tramos de carretera de 750 y 450 m respectivamente	Desquinche en algunos sectores de los taludes con bloques inestables; muros de contención.
Huaquish	Flujo de detritos, erosión fluvial y vuelco; colmatación de cauce de quebrada	Tramo de 280 m carretera podría ser afectado por erosión fluvial.	Necesita limpieza de quebrada; defensas con enrocados o gabiones para proteger



		Obstrucción de vía por vuelco de bloques inestables	plataforma de carretera. En el mismo sector desquinche de bloques rocosos inestables
Chaucayán	Flujo de detritos y erosión fluvial; colmatación del cauce del río Fortaleza	Obstrucción y/o erosión de plataforma de carretera en tramo de 500 m	Mejorar defensas con enrocados o gabiones; limpieza de cauce del río.
Cerros Mina Punta, Huana Cayán y Cabra Cutac	Caída de rocas con movimientos sísmicos; frentes escarpados de rocas volcánicas y bloques suspendidos en las laderas.	Obstrucción e interrupción de tránsito en carretera en varios tramos entre el Km 69 al 77.	Forestar en algunos sectores de laderas que lo permitan; mallas de protección en algunos taludes altos, subverticales
Km 88 + 300 al 92+200	Derrumbes y caída de rocas y detritos en los taludes de corte	Tres a cuatro sectores pueden ser afectados con eventos sísmicos.	Ampliar reforestación en algunos sectores; desquinche de material removible (roca alterada y bloques sueltos); mallas de protección ancladas, para caída de detritos.
Km 95+600 al 96+250	Derrumbes con lluvias y sismos	Afecta tramo de 650 m de carretera	Necesita mallas de protección con anclajes, para caída de detritos por sectores.
Puquioyacu (Km 98)	Deslizamiento; anteriormente se activó hace 10 años	Afecta tramo de 70 m de carretera.	Reforestar la ladera; zanjas de coronación para control de aguas pluviales y drenajes.
Km 99 al 102 (Quitap., Mayorarca, puente Mellizos)	Derrumbes y caída de rocas en los taludes de corte y laderas en presencia de fuertes lluvias y sismos.	Afecta por sectores tramos de carretera	Ampliar forestación de laderas en el sector de Mayorarca y Km 100 y construir drenajes de coronación; desquinche de bloques en taludes de corte inestables y colocación de mallas de protección.

TRAMO DE CARRETERA O SECTOR	AMENAZAS ACTUAL O FUTURA	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS (OCASIONADOS O PROBABLES)	RECOMENDACIONES
<b>TRAMO CONOCOCHA-ANTAMINA</b>			
Quebrada Tishgo (Km 4)	Inundación y erosión fluvial con avenidas excepcionales de la quebrada Tishgo	Puede comprometer tramo de 180 m de carretera	Necesita defensas con arrimado de material y/o enrocados en tramo de 180 m.
Km 15+400 al 18	Derrumbes, caída de rocas y deslizamientos; este último reactivado en zona de deslizamiento antiguo.	Tres a cuatro sectores o zonas muy inestables que afectan y obstruyen dos a tres desarrollos de carretera.	Se han efectuado obras de drenaje, banqueteo de taludes y desquinche de bloques; mallas de protección para caída de detritos en los taludes.
Km 18+520 al 20+460	Caída de rocas (cuñas y vuelcos) y derrumbes; deslizamiento antiguo en el sector de Villanueva.	Afecta tramo de 2 km por sectores	Necesitan mallas de protección y drenajes para aguas pluviales; desquinche de bloques,
Km 22+200 al 26	Derrumbes y caída de rocas; involucra rocas y suelos	Por sectores afecta tramo de 4 km de carretera.	Se ha banqueteado algunos tramos, colocado muros de piedra en el pie de taludes y drenajes; necesita colocar mallas de protección anclados.
Km 27 +500 al 28+800	Deslizamiento antiguo reactivado. Puede activarse con lluvias excepcionales. Derrumbes; deslizamiento antiguo reactivado en el corte.	Afecta tramo de 200 y 400 m de carretera, respectivamente	Se ha banqueteado talud de corte; necesita drenajes para aguas pluviales y reforestar el área. Se han construido drenajes y colocado muros de contención de piedra.
Uranyacu	Deslizamiento rotacional reactivado en talud inferior; avance retrogresivo.	Afecta tramo de carretera principal y carretera a Aquia.	Reforestación de ladera; drenajes
Cerros Cresta de Gallo e Iscatana (Km 31+600 al 38+000)	Caída de rocas, avalancha de detritos y flujo de detritos. Se evidencian en la zona procesos antiguos de avalancha de rocas.	Con fuertes lluvias varios sectores de este tramo son comprometidos.	Se han colocado muros de contención de piedra, banqueteo de taludes. Ampliar y levantar la altura de muros; combinar con reforestación de laderas y en algunos casos mallas de protección en materiales detríticos,
Km 43+100 al	Vuelco de estratos. Laderas con taludes	Obstrucción parcial en tramo de 140 m	Desquinche de bloques sueltos, inestables

43+240	de corte < 12 m de altura y bloques caídos de 1,0 a 2,5 m de diámetro.	de carretera.	con sismos y tráfico pesado.
Nevado Burro (Km 46+120 al 47+500)	Avalancha de detritos y flujos de detritos	Obstrucción de tramo por sectores	Se ha construido badenes para paso de flujos
Km 53+700 al 60+500	Caída de rocas, derrumbes, vuelcos y movimientos complejos; eventos periódicos.	Roca de mala calidad con procesos de remoción con lluvias estacionales y sismos.	Desquinche de material inestable; mallas ancladas de protección.
Km 68+680 al desvío a Huanzalá (Km 72)	Derrumbes, caída de rocas, deslizamientos y reptación.	Por sectores afecta tramos de la carretera	Se ha banquetado en algunos casos los taludes; necesita drenajes para aguas pluviales en sector de cerros Pasco y Shushy.
Cerro Cocha Pata (Km 82+860 al 85+340)	Derrumbes y caída de rocas en secuencias sedimentarias que alternan capas de carbón.	Tramo de 2,5 km de carretera con obstrucción parcial por caída de bloques y detritos durante el período de lluvias.	Existen muros de piedra para contención y banqueteo de taludes; se uede combinar con mallas de protección ancladas y revestir cunetas de coronación de aguas pluviales.
Km 92+300 al 93+600	Talud rocoso muy fracturado, afectado por derrumbes y caída de rocas	Caída de detritos en la pista; obstrucción de tránsito normal a la mina.	Necesita desquinche de materiales inestables
Laguna Canrash (Km 93+600 al 96+700)	Talud inestable con rocas de mala calidad afectada por vuelcos y derrumbes	Dos sectores afectados en roca y suelos que afectan el tránsito normal.	Se tienen enmallado para protección de talud, drenajes, muros de contención y anclajes.
Km 105+140 al 105+400	Vuelco de estratos	Afecta tramo de 250 m de carretera.	Desquinche de bloques inestables; malla de protección con anclajes; perfilar el talud.
Km 110+720 al 110+800	Deslizamiento traslacional		Se ha colocado malla de protección en el talud con pernos de anclaje y algunos drenajes.



Foto 61 Sector de Mayorarca y cerca de puente Mellizos, zona crítica por derrumbes.



Foto 62 Quebrada Manas, zona crítica susceptible a flujos e inundación de detritos excepcionales.



Foto 63 Laderas y taludes en el cerro Berraco, zona crítica por caída de rocas y derrumbes.



Foto 64 Km 15 al 18 (Concococho-Antamina), cerca de Aquia, zona crítica por derrumbes y caída de rocas.



Foto 65 Deslizamiento de Uranyacu, zona crítica por reactivación de deslizamiento en talud inferior.





Foto 66 Sector de la laguna Canrash (carretera Conococha-Antamina), afectada por vuelco, derrumbes y caída de rocas.



Foto 67 Laderas del nevado Burro con acumulaciones de material suelto (tramo Conococha-Antamina), susceptible a avalancha y flujo de detritos.



Foto 68 Zona crítica por caída de rocas y avalancha de detritos, laderas de los cerros Cresta de Gallo e Iscatana.

## **BIBLIOGRAFÍA**

COBBING J. (1973). Geología de los Cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaraz y Canta. Bol. 26 Servicio de Geología y Minería.

COBBING J., SANCHEZ A., MARTÍNEZ W. & ZARATE H. (1996). Geología de los Cuadrángulos de Huaráz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Bol. 76, Serie A: Carta Geológica Nacional, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

FIDEL L., ZAVALA B., NUÑEZ S. & VALENZUELA G. (2006). Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja 4. Bol. 29, Serie C.: Geodinámica e Ingeniería Geológica, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

MYERS J. (1980). Geología de los Cuadrángulos de Huamey y Huayllapampa. Bol. 33, Serie A: Carta Geológica Nacional, del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

## ANEXO 1: RESUMEN DE LA BASE DE DATOS DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

TIPO DE PELIGRO	CÓDIGO	FACTORES CONDICIONANTES	FACTORES DETONANTES	ESTADO DEL MOVIMIENTO	PEN-DIENTE	LITOLOGÍA	DISTRITO	PARAJE	LAT.	LONG.	ALT	P	V	R	COMENTARIO GEODINÁMICO	DAÑOS A LA VIDA Y LA PROPIEDAD
Flujo de detritos	PC-01	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología	Precipitaciones pluviales intensas	Reactivado	5°-20°	Intrusivo	Paramonga	Pte. Tunan / Q. Julquillas	8830750	198500	106	3	2	6	Flujo de detritos, material grueso y heterogeneo, flujo del material canalizado; albardón o levé en la margen derecha aguas arriba del puente de aprox. 180 m, Se ha colocado defensas con arrimado de material	Se han registrado daños leves en los cultivos o pastizales, así como en el puente.
Erosión fluvial	PC-02	Naturaleza del suelo	Precipitaciones pluviales intensas	Latente	5°-20°	Intrusivo, granodiorita	Paramonga	Balcon de Judas	8832477	198005	300	4	2	8	Se observa zonas de inundación en ambas márgenes del río Fortaleza. Se observa erosión en ambas márgenes del río.	Puede afectar bocatoma de canal, puente colgante, terrenos de cultivo, tramo de carretera Lima-Huaraz (14+000 - 14+500)
Caída de rocas	PC-03	Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	5°-20°	Intrusivo	Paramonga	Pte. Colgante km- 14.	8832474	198005	250	3	2	6	Talud rocoso fracturado planar, vuelco y mixto, corte artificial, forma de la zona de arranque irregular	-
Derrumbe	PC-04	Rocas muy fraturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Paramonga	Km 16 al 17	8831611	198143	125	4	2	8	Talud rocoso fracturado mixto, corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Se han registrado daños en la carretera, obstrucción de la vía 300 m.
Caída de rocas y flujo de detritos	PC-05	Rocas muy fraturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Material de remoción antiguo. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Paramonga	Entre Canchay y Naranjal Km-16-17	8834435	198400	175	3	2	6	Talud rocoso fracturado cuña, planar y mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua. Flujos de detritos depósito, en cono/abanico, flujo del material no canalizado, flujos de detritos estabilizado.	Se han registrado daños moderados, 2 a 3 viviendas afectadas.
Flujo de detritos	PC-06	Rocas muy fraturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Material de remoción antiguo susceptible. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Latente	5°-20°	Intrusivo	Paramonga	Naranjal	8835575	198575	250	2	2	4	Flujos de detritos, depósito en cono / abanico. Flujos de detritos estabilizado. Cono proluvial antiguo.	No se han registrado daños.
Vuelco de bloques	PC-07	Orientación desfavorable de discontinuidades, pendiente	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50	Intrusivo, granodioritas	Paramonga	Cerca de Hoya chica km- 18+470	8836600	209985	100	3	2	6	Talud rocoso fracturado vuelco, ladera, depósitos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstrucción de la vía 450 m.
Flujo de detritos	PC-08	Naturaleza del suelo. Material de remoción antiguo. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	< 5°	Intrusivo	Paramonga	Huaricanga	8839150	199075	200?	3	3	9	Flujos de detritos, depósito en cono / abanico.	Se han registrado daños en carretera, obstrucción de la vía 300 m, 5 viviendas afectadas.
Caída de rocas	PC-09	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad.	Activo	35°-50	Intrusivo, granodiorita	Paramonga	La Villa	8840702	200049	475	3	2	6	Talud rocoso fracturado cuña, planar, mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstrucción de la vía 900 m.
Caída de rocas	PC-10	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Intrusivo	Paramonga	Cutatambo	8841831	200679	550	3	3	9	Talud rocoso fracturado cuña, planar, mixto, ladera; forma de la zona de arranque irregular y discontinua; depositos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños moderados, obstrucción de la vía 450m.
Caída de rocas	PC-11	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad.	Activo	35°-50	Intrusivo	Paramonga	Qda. Maraiocolca	8853400	209560	650	3	3	9	Talud rocoso fracturado mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua; depositos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstrucción de la vía.

Derrumbe	PC-12	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Intrusivo, granodiorita	Paramonga	Km- 27, C' Toro	8844334	201217	350	2	2	4	Talud rocoso fracturado mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua; depositos en canchales o talus de detritos.	Se han resgistrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 650 m.
Erosión fluvial	PC-13	Naturaleza del suelo. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas	Inactivo-joven	< 5°	Intrusivo, granodiorita	Paramonga	Sauce Grande; Rinconada	8846528	201908	314	3	2	6	Erosion fluvial en ambas margenes.	Se han registrado daños moderados, en la carretera 450 m, cultivos o pastizales 450x 10
Erosión fluvial	PC-14	Naturaleza del suelo. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas	Latente	< 5°	Intrusivo, granodiorita	Paramonga	Rinconada	8847133	203011	325	3	3	9	Erosion fluvial en ambas margenes. Flujo de detritos reactivado.	Se han registrado daños en la carretera 400m, cultivos o pastizales 350 x 30
Flujo de detritos	PC-15	Naturaleza del suelo.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	< 5°	Intrusivo, granodiorita	Paramonga	Qda. Shuaro	8848100	203260	330	4	3	12	Flujos de detritos. Cono proluvial antiguo.. Depositos aluviales extensos en valle conpoca dinamica actual.	
Avalancha de detritos	PC-16	Naturaleza del suelo. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Morfologia.	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Paramonga	Quilca Alto	8849675	203750	450	4	2	8	Avalancha de detritos, deposito cono/ abanico.	Se han registrado daños leves, erosion de tierras de cultivo 250 x 20 m.
Flujo e inundacion de detritos	PC-17	Naturaleza del suelo. Material de remocion antiguo, susceptible. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	< 5°	Intrusivo	Paramonga	Qda. Manas. Km- 36	8850775	205800	285	4	3	12	Flujos de detritos, depositos cono / abanico.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 300 m.
Erosión fluvial	PC-18	Naturaleza del suelo. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	< 5°		Paramonga	Huancar	8851639	207072	400	3	2	6	Erosion fluvial en mabas margenes, longitud erosionada 350 m.	Los daños ocasionados son moderados, cultivos o pastizales 400 x 20 m.
Derrumbe	PC-19	Rocas muy fraturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Paramonga	Km 39; Huancar Alto	8852499	208151	650	4	2	8	Talud rocoso fracturado mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua; acumulacion de bloques en la ladera, depositos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños moderados, obstruccion de la via 450m.
Flujo de detritos	PC-20	Naturaleza del suelo. Material de remocion antiguo, susceptible. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas,	Latente	< 5°		Paramonga	Dos corazones. Qda. Maraicolca; Km 40	8853369	208996	490	3	2	6	Deposito cono / abanico. Flujo de detritos estabilizado	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 300 m.
Caída de rocas	PC-21	Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad.	Activo	35°-50	Intrusivo	Paramonga	Chiquiahuanc a; Km 43-44	8855933	212021	625	4	2	8	Talud rocoso fraturado planar, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque regular y discontinuo, depoitos de bloques aislados.	Se han registrado daños moderados, obstruccion de via..
Avalancha de rocas	PC-22	Substrato de mala calidad. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente.	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50	Intrusivo, granodioritas	Paramonga	C' Baul	8857375	211875	775	4	2	8	Escarpa unica. Avalancha de rocas, material homogeneo, flujo del material no canalizado.	Embalse de cauce 400m.
Flujo de detritos	PC-23	Naturaleza del suelo. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	< 5°		Paramonga	Qda. San Marcos	8858000	212450	710	3	2	6	Flujo de detritos, material grueso	Se han registrado daños moderados en la carretera 30 m, en el puente 15 m.
Caída de rocas	PC-24	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad	Activo	50°-70°	Intrusivo	Colquioc	Chasquitambo	8859548	214440	725	3	3	9	Caída de rocas, tipo de rotura planar, roca/ suelo; forma de la zona de arranque irregular y discontinua; depositos de bloques aislados	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via.
Caída de rocas	PC-25	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Intrusivo	Colquioc	C' Berraco	8860217	215062	825	4	3	12	Talud rocoso fraturado mixto, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinuo, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños moderados.
Erosión fluvial	PC-26	Naturaleza del suelo. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	< 5°		Colquioc	Pte. Huaquish	8862357	216429	950	3	3	9	Erosion fluvial en ambas margenes, longitud erosionada 400 m.	Se han registrado daños en la carretera, en el puente.
Flujo de detritos	PC-27	Naturaleza del suelo. Material de remocion antiguo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetacion. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	< 5°	Intrusivo	Pararín	Huaquish	8862875	216500	1150	3	3	9	Flujos de detritos. Desviacon del curso fluvial.	Se han registrado daños en la carretera 300m. En el puente, erosion de cauce 350m, embalse de cauce 300 m.

Erosión fluvial	PC-28	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Dinamica eolica.	Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones, voladuras.	Activo	< 5°	Intrusivo	Colquioc	Cerca de Huaquish	8862664	216845	1004	4	2	8	Erosion fluvial en ambas margenes.	Se han registrado daños moderados en la carretera 280 m, asi como en el puente.
Vuelco de bloques	PC-29	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientacion desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	Sismicidad.	Inactivo-joven	>70°	Intrusivo, granito	Colquioc	Cerro Botija	8862836	216976	1005	3	3	9	Talud rocoso fraturado vuelco, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque discontinua, depositos en canchales o detritos.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 300 m.
Caída de rocas	PC-30	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	>70°	Intrusivo	Colquioc	Hornillos	8865296	2187022	925	2	3	6	Talud rocoso fraturado vuelco, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque discontinua, depositos de bloques aislados.	Se han registrao daños leves en la carretera.
Caída de rocas	PC-31	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Intrusivo, granodiorita alterada.	A. Raimondi	Cerro Polaco	8866842	218527	1151	3	2	6	Talud rocoso fraturado mixto, ladera y corte artificial, deposito de bloques aislados.	Se han registrados daños moderados.
Flujo de detritos	PC-32	Naturaleza del suelo. Material de remocion antiguo, susceptible. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	< 5°		Llaclín	Quebrada Llama Rumi	8867750	218850	1223	2	2	4	Flujo de carácter excepcional	Podría comprometer viviendas y tramo de carretera
Erosión fluvial	PC-33	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	< 5°		Llaclín	Qda. Llama Rummy	8867849	219253	1225	3	2	6	Erosion fluvial en ambas margenes, longitud erosionada 250 m.	Se han registrado daños moderados en la carretera 250 m.
Erosión fluvial	PC-34	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Dinamica eolica. Colmatacion del cauce fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones, voladuras.	Activo	< 5°		Llaclín	Km- 62; Socosh Vado	8870025	219901	1303	3	2	6	Erosion fluvial en ambas margenes, longitud erosionada 190 m.	Se han registrado daños moderados en la carretera 190 m.
Flujo de detritos	PC-35	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Dinamica fluvial.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	5°-20°	Intrusivo	Llaclín	Chaucayan	8873312	220440	1465	4	3	12	Fuujos de detritos, cono / abanico. Erosion fluvial en ambas margenes, longitud erosionada 500 m.	Se han registradomoderados en la carretera, obstruccion de la via 500 m.
Flujo de detritos	PC-36	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Aguas subterranas.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	35°-50	Intrusivo	Llaclín	Qda. Limon Pampa	8874450	221502	1475	2	2	4	Fuujos de detritos, cono / abanico.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 200 m. Baden y alcantarillados.
Flujo de detritos	PC-37	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Aguas subterranas.	Precipitaciones pluviales intensas.	Latente	5°-20°	Intrusivo	Llaclín	Quebrada Lucma	8874822	221914	1490	2	2	4	Excepcional	Se ha construido baden para paso de flujo
Flujo de detritos	PC-38	Dinámica fluvial, pendiente	Precipitaciones pluviales intensas	Activo	5°-20°		Llaclín	Chaucayan / Colegio de Chaucayan	8872736	219762	1490	3	3	9	Desembocadura de la quebrada Rari al río fortaleza, se observa material de proluvial en el cauce de la quebrada.	En la desembocadura de la quebrada, se ha construido un colegio, que con una reactivación del huayco, podría quedar seriamente dañado
Caída de rocas	PC-39	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Naturaleza del suelo.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Intrusivo	A. Raimondi	C' Mina Punta	8875156	222800	1632	2	2	4	Caída de rocas, tipo de rotura planar, forma de la zona de arranque discontinua; acumulacion de bloques en la ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños en la carretera, obstrucción de la via 500 m.
Caída de rocas y derrumbe	PC-40	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	>70°	Intrusivo	Marca	Puente Huertas	8876343	222698	1647	3	2	6	Talud rocoso fracturado vuelco, forma de la zona arranque discontinua, acumulación de bloques en ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños moderados en la carretera 200 m.
Caída de rocas	PC-41	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Volcanicas	Marca	Km- 69+300; 69+640; cerro Huana Cayán	8875743	223016	1725	3	2	6	Caída de rocas, tipo de rotura planar, ladera, forma de la zona de arranque discontinua ; acumulacion de bloques en la ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 450 m.
Caída de rocas	PC-42	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Volcanicas	Marca	Cerro Huana Cayan	8876196	223409	2400	2	2	4	Caída de rocas, tipo de rotura planar, ladera, forma de la zona de arranque discontinua; acumulacion de bloques en la ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 500 m.

Caída de rocas	de	PC-43	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Marca	Km- 72+700	8875800	224550	1650	3	2	6	Caída de rocas, tipo de rotura planar, forma de la zona de arranque irregular y discontinua; acumulacion de bloques en la ladera.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 150 m.
Caída de rocas	de	PC-44	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Volcanicas	Marca	Cerro Cabracutac	8878350	226525	2066	3	2	6	Caída de rocas , tipo de rotura cuña, laderas, forma de la zona de arranque discontinua, acumulacion de bloques en ladera, depositos de bloques aislados.. Flujo de detritos.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 800 m.
Derrumbe		PC-45	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	>70°	Intrusivo	Cajacay	Km- 88+ 300	8877443	233370	3375	2	2	4	Talud rocoso fracturado, forma de la zona de arranque irregular, corte artificial, depositos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 230 m.
Derrumbe		PC-46	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Cajacay	Cerca de Cajacay; Km 91+300	8877292	233892	2625	2	2	4	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura cuña, planar ,ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque discontinua, deppositos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 300 m.
Caída de rocas	de	PC-47	Pendiente, discontinuidades en las rocas	Sismicidad, precipitaciones pluviales intensas	Inactivo-joven	>70°	Rocas volcánicas	Marca	Rurec	8878229	225378	1850	3	2	6	Se observa caída de rocas en las laderas del Cerro Mongote, en la margen izquierda del río Marca. Bloques grandes sueltos en las laderas de hasta 4m de diámetro aproximadamente. Roca volcánica muy fracturada y alterada.	Con una reactivación podría afectar terrenos de cultivo, pastos y viviendas en las laderas.
Derrumbe y caída de rocas	de	PC-48	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	>70°	Intrusivo muy meteorizado.	Cajacay	Km- 91+900. Sector Curan	8877800	233975	2600	2	2	4	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulacion de bloques en ladera.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 300 m.
Derrumbe y caída de rocas	de	PC-49	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Intrusivo muy meteorizado.	Cajacay	Km- 93+570; quebrada Palpin	8877572	235432	2850	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulacion de bloques en ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 1 Km.
Deslizamiento rotacional		PC-50	Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50		Cajacay	Ladera media. Qda. Palpin. Km- 94+950	8878407	236047	3250	3	2	6	Escarpas sucesivas en forma semicircular, continua, superficie rotacional, movimiento lento, actividad retrogresiva. Asentamientos, depositos de flujo.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 30 m.
Derrumbe		PC-51	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Substrato de mala calidad. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Intrusivo	Cajacay	Km- 95+600, 96+250	8879038	236959	3075	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulacion de bloques en la ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 650 m.
Derrumbe		PC-52	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Substrato de mala calidad. Pendiente. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Volcanicas, muy fracturada y alterada (brechas aglomerados)	Cajacay	Cerro Palpin	8879074	237705	3075	2	2	4	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulacion de bloques en la ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 280 m.
Deslizamiento rotacional		PC-53	Naturaleza del suelo. Pendiente. Morfología. Aguas subterráneas.	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50		Cajacay	Cerca de Pampas Chico. Km 98 (Puquoyacu)	8878281	238268	3000	3	2	6	Escarpas sucesivas en forma irregular y elongada, superficie rotacional, movimiento lento, actividad progresiva. Asentamientos, agrietamiento longitudinal.	Se han registrado daños moderados en la carretera, obstruccion de la via 70 m. Viviendas afectadas (1).



Derrumbe y vuelco.	PC-54	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo.	Excavaciones, voladuras	Inactivo-joven	50°-70°	Volc. Brechas	Cajacay	Km- 98+650; 99+150	8878016	238936	3000	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura mixto, corte artificial, forma de la zona de arranque discontinua, depositos de canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 500 m. Bloques inestables necesitan desquincar,
Caída de rocas y derrumbe	PC-55	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterranas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Volc. Muy meteorizado.	Cajacay	Km- 100 - 100+270	8877585	239945	3140	3	3	9	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura planar, corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y continua, acumulacion de bloques en la ladera, depositos de bloques aislados.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 270 m.
Avalancha de detritos	PC-56	Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterranas.	Precipitaciones pluviales intensas	Inactivo-joven	35°-50		Cajacay	Pte. Mellizo	8877440	241327	3400	2	2	4	Deposito cono / abanico. Flujo de material no canalizado. Flujo de detritos, avalanchas de detritos no canalizado. Valle de represamiento con modificacion de pendiente del rio.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 200 m.
Erosión fluvial	PC-57	Morfología, pendiente del terreno; dinámica fluvial	Precipitaciones pluviales intensas	Activo	< 5°		Cajacay	Aguas arriba de puente Mellizo	8877100	241850	3262	3	2	6	200 m de erosión por sectores; colmatación del cauce; bloques y bolones con diámetros de 0,30 a 1,50 m	Se ha construido pequeño gabión de 15 m de longitud
Derrumbe	PC-58	Naturaleza del suelo. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Aguas subterranas.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Volc. muy fracturado.	Cajacay	Cerca al Pte. Mellizo; Km 102+060	8877105	241880	3250	3	3	9	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura planar, corte artificial, forma de la zona de arranque irregular, acumulacion de bloques en la ladera, depositos en canchales o talus de detritos.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstruccion de la via 230 m.
Derrumbe	PC-59	Substrato muy fracturado y alterado; pendiente del terreno	Sismicidad; corte de cacretera	Activo	35°-50	Volc. muy fracturado.	Cajacay	Mayorarca	8876700	242500	2700	4	3	12	Derrumbes, tipo de rotura planar, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulacion de bloques de detritos.	Se han registrado daños en la carretera, obstruccion de la via 200 m.
Caída de rocas	PC-60	Rocas volcánicas fracturadas; pendiente del terreno	Sismicidad	Latente	35°-50	Volc. muy fracturado.	Cajacay	Km 110 - 113; cerro Inca Huagansa	8876125	244300	3697	2	2	4	Se observa caída de rocas en la ladera del Cerro Huagansa, bloques grandes sueltos en la ladera de hasta 3 m de diámetro aproximadamente. Roca volcánica muy fracturada y alterada con una pendiente de 90°	Puede afectar tramo de carretera Lima - Huaraz en el Km110+000 al 112+500
Caída de rocas	PC-61	Rocas volcánicas fracturadas; pendiente del terreno	Sismicidad	Latente	20° - 35°	Volc. muy fracturado.	Cajacay	Km 113 + 900 - 115 + 500; cerro Inca Huagansa	8876625	245500	3820	2	2	4	Se observa caída de rocas en la ladera del Cerro. Grandes bloques sueltos de hasta 5 m de diámetro aproximadamente. Roca volcánica muy fracturada y alterada.	Puede afectar tramo de carretera Lima - Huaraz en el Km112+500 hasta el 114+000
Erosión e inundación fluvial	CA-01	Naturaleza del suelo, pendiente, morfología. Colmatación del cauce fluvial	Precipitaciones pluviales intensas	Activo	5°	Depósitos fluvio-glaciares	Catac	Quebrada Tishgo	8881633	252142	4032	3	2	6	Erosión fluvial de terraza.	Se han registrado daños en la carretera 180 m.
Caída de rocas y derrumbe	CA-02	Sustrato de mala calidad ( muy meteorizado), aguas subterranas infiltraciones	Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad y/o fallas, excavaciones voladuras.	Activo	20°-35°		Aquia	Km. 15+540-15+900	8884392	261832	4350	2	2	4	Talud rocoso fracturado, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, depósito de bloque aislado.	Se han registrado daños leves
Derrumbe	CA-03	Substrato de mala calidad, rocas muy fracturas o diaclasadas, pendiente del terrenos, aguas subterranas.	Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad excavaciones voladuras.	Activo	35°-50		Aquia	Km. 17+180	8885000	262350	4325	3	3	9	Talud rocoso fracturado, roca/suelo; forma de la zona de arranque irregular y discontinua	
Deslizamiento traslacional	CA-04	Substrato de mala calidad, material de remoción en antiguo, susceptible, pendiente del terreno, aguas subterranas	Precipitaciones pluviales intensas	Activo	20°-35°	Volcánicas-sedimentario	Aquia	Cerro Mesapata	8884764	261947	4275	3	2	6	Deslizamiento traslacional, con estilo reactivación y asentamientos, con una velocidad lenta, distribución progresiva	Se han registrado daños en la carretera.

Deslizamiento rotacional	CA-05	Rocas muy fracturadas o diaclasadas, orientación desfavorable de discontinuidades, pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad y/o fallas	Activo	20°-35° 35° -50°	Sedimentaria	Aquia	C° Mesapata	8886125	262300	4250	2	1	2	Se observa deslizamiento rotacional, estilo escarpa única, con 180 m de dimensión estabilizado, bloques de material aislado de remoción identificable.	Sin daños registrados.
Deslizamiento traslacional	CA-06	Rocas muy fracturadas o diaclasadas, orientación desfavorable de discontinuidades, pendiente.	Sismicidad, cortes de carretera, precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50°	Sedimentaria	Aquia	Km 18	8885250	262725	4150	4	3	12	Zona Crítica; deslizamiento antiguo reactivado por corte de carretera,	Obstrucción de vía por derrumbes actuales
Caída de rocas y derrumbe	CA-07	Rocas muy fracturadas o diaclasadas, orientación desfavorable de discontinuidades, pendiente	Sismicidad y, precipitaciones pluviales intensas.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, Volc-Sedimentarias, volcánicas.	Aquia	18+520-20+460	8886325	262625	4275	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura en cuña y vuelco, forma de la zona de arranque irregular, depósitos de bloques aislados	Se han registrado daños en la carretera.
Deslizamiento rotacional	CA-08	Rocas meteorizadas y fracturadas; pendiente; infiltración; corte de carretera	Sismicidad y, precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50°	Sedimentaria	Aquia	Villanueva	8886525	262245	4350	2	2	4	Se observa deslizamiento rotacional reactivado.	Se ha banquetado el talud,
Deslizamiento rotacional	CA-09	Rocas muy fracturadas o diaclasadas, pendiente, aguas subterráneas	Sismicidad y/o fallas activas, precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50°	Sedimentaria	Aquia	Villa Nueva	8886125	261875	4435	2	2	4	Se observa deslizamiento estilo escarpa única.	Sin daños registrados.
Derrumbe	CA-10	Naturaleza del suelo, material de remoción antiguo, pendiente, aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad, excavaciones-voladuras.	Activo	35°-50°, 50°-70°	Sedimentaria	Aquia	Km- 22+200 - 22+340	8886601	263877	3950	3	3	9	Se observa caída de derrumbes, con corte artificial, roca/ suelo, forma de zona de arranque regular y continua, con una longitud de 140m, y altura de 40m.	Se han registrado daños en la carretera 140m.
Derrumbe y caída de rocas	CA-11	Rocas muy fracturadas o diaclasadas, substrato de mala calidad, pendiente, aguas subterráneas.	Sismicidad, precipitaciones pluviales intensas, excavaciones-voladuras.	Activo	35°-50°, 50°-70°	Sedimentaria	Aquia	Km- 22+880-23+720	8886544	264204	3950	2	2	4	Se observa caídas de derrumbe y de roca, talud rocoso fracturado, forma de la zona de arranque irregular.	-
Derrumbe	CA-12	Substrato de mala calidad, naturaleza del suelo, pendiente, aguas subterráneas	Precipitaciones pluviales intensas, excavaciones voladuras.	Inactivo-joven	35°-50°, 50°-70°	Sedimentaria, volcánica sedimentaria, lutitas areniscas. y	Aquia	San Miguel	8887156	264921	3850	2	1	2	Se observa caída de derrumbes, con zona de arranque discontinua, una altura de 20-35 m	-
Deslizamiento rotacional	CA-13	Rocas muy fracturadas o diaclasadas.	-	Inactivo maduro viejo	35°-50°	Sedimentarias, Volc. Sed.	Aquia	Aquia	8887125	265450	3600	2	1	2	Deslizamiento, escarpa en forma circular, superficie plana, estilo desviación de cauce y/o embalse.	Sin daños registrados.
Deslizamiento rotacional	CA-14	Rocas muy fracturadas o diaclasadas.	Precipitaciones pluviales intensas, excavaciones voladuras, sismos.	Inactivo maduro	20° - 35°	Sedimentaria, lutitas muy fracturadas.	Aquia	Uruguay	8889800	265875	3800	2	2	4	Se observa deslizamiento rotacional, escarpa única, estabilizados superficie cóncavo, convexa identificada en la carta topográfica; bloques de roca aislados o material de remoción identificable.	Sin daños registrados, Podría reactivarse
Caída de rocas, avalancha de detritos	CA-15	Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo. Pendiente. Otro factor.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Activo	35°-50°	Sedimentarias, lutitas	Aquia	Macabalaca	8890918	265907	3625	3	3	9	Se observa caída de rocas, avalanchas de detritos, depósitos cono/ abanico, flujo de material no canalizado.	Los daños ocasionados son leves; se ha banquetado el talud
Deslizamiento rotacional	CA-16	Substrato de mala calidad. Naturaleza del suelo susceptible. Pendiente. Corte de carretera.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Reactivado	35°-50°	Sedimentaria	Aquia	Uruguay	8889300	265875	3775	4	3	12	Se observa deslizamiento rotacional irregular, con una superficie plana, actividad retrogresiva, movimientos en masa reactivado.	Los daños ocasionados son leves; reactivación del talud inferior compromete carretera a Aquia, Zona Crítica,

Flujo de detritos	de	CA-17	Naturaleza del suelo removible	Precipitaciones pluviales intensas	Latente	20°-35°	Sedimentaria	Aquia	Km- 30+780 - 30+860. Pte. Santa Rosa.	8891410	266071	3625	2	1	2	Se observa flujos de detritos , deposito abanico.	
Caída de rocas	de	CA-18	Orientación desfavorable de discontinuidades. Material de remoción antiguo, susceptible. Pendiente.	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	50°-70°	Sedimentaria	Aquia	Carretera Huarmey-Aija Km7+800	8892950	266200	3750	2	1	2	Caída de rocas, talud rocoso fracturado plano, forma de la zona de arranque regular y continua, acumulaciones de bloques en la ladera, depósitos en canchales o talus de detritos.	Los daños ocasionados son leves.
Caída de rocas	de	CA-19	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente, Naturaleza del suelo	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad y/o fallas activas. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias	Aquia	C° Cresta de Gallo.	8894500	266275	3975	3	3	9	Se observa caída de rocas, talud rocoso fracturado, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulaciones de bloques en la ladera, depósitos en canchales o talus de detritos.	Los daños ocasionados son moderados.
Flujo de detritos	de	CA-20	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Material de remoción susceptible. Pendiente.	Precipitaciones pluviales intensas,	Inactivo-joven	20°-35°	Sedimentarias	Aquia	Carbonera. C° Cresta de gallo.	8894604	267284	3800	1	1	1	Se observa flujos de detritos, depósitos de abanico.	No se han registrado daños.
Caída de rocas - avalancha de detritos	de	CA-21	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Naturaleza del suelo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad y/o fallas activas.	Activo	35°-50°		Aquia	Recuay	8894525	267800	4225	3	3	9	Talud rocoso fracturado mixto, acumulación de bloques de ladera, depósitos en canchales o talus de detritos. Avalancha de detritos depósito de escombrera, el flujo del material es no canalizado.	No se han registrado daños, Existen muros de contención,
Caída de rocas	de	CA-22	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Material de remoción antiguo. Ausencia o escasez de vegetación.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad y/o fallas activas. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50°	Sedimentarias, areniscas limonitas.	Aquia	C° Huegangaro, 32+900 - 34+540.	8895175	267625	3680	3	3	9	Talud rocoso fracturado, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulación de bloques en la ladera, depósitos en canchales o talus de detritos.	Daños leves en la carretera.
Caída de rocas	de	CA-23	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Material de remoción antiguo. Ausencia o escasez de vegetación.	Lluvias intensas; sismicidad,	Activo	35°-50°	Sedimentarias, areniscas.	Aquia	C° Iscatacana 35+020 - 35+860.	8895875	269050	3925	3	2	6	Talud rocoso fracturado en cuña y vuelco, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, acumulaciones de bloques en la ladera, depósitos en canchales o talus de detritos.	Daños en la carretera, en las redes de energía.
Caída de rocas	de	CA-24	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Material de remoción antiguo. Ausencia o escasez de vegetación.	Lluvias intensas; sismicidad,	Activo	35°-50°, 50°-70°	Sedimentarias, calizas	Aquia	Frente al CC.HH San Judas Tadeo, Km 35+940 .....	8896418	269642	4030	3	2	6	Talud rocoso fracturado vuelco, forma de zona de arranque irregular y discontinua, acumulación de bloques en la ladera canchales o talus de detritos.	Daños leves en la carretera.
Avalancha de rocas	de	CA-25	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	Sismicidad y/ o fallas activas. Precipitaciones pluviales intensas.	Inactivo-joven	35°-50°	Sedimentarias, calizas	Aquia	C° Cunuco CC.HH San Judas Tadeo.	8896100	270250	4325	1	1	1	Se observa avalancha de rocas estabilizado, con una altura de 8-10 m, distancia recorrida 500 m, con embalse de cauce de 300 m.	No se han registrado daños.
Derrumbe y caída de rocas	de	CA-26	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Material de remoción antiguo susceptible. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad y/o fallas activas.	Activo	35°-50°	Sedimentarias, calizas.	Aquia	Pachapaqui Km- 41+260, 42+140	8900429	271038	4025	2	2	4	Talu rocoso fracturado, tipo de rotura vuelco, forma de zona de arranque irregular.	Daños en la carretera, los efectos principales son el derrumbe de tierras.
Avalancha de rocas	de	CA-27	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de	Sismicidad y/ o fallas activas. Precipitaciones	Activo	35°-50°		Aquia	C° Naranjo Pata	8900175	271500	4150	1	1	1	Talud rocoso fracturado planar, forma de la zona de arranque regular, discontinua. Depósito en	No se han registrado daños.

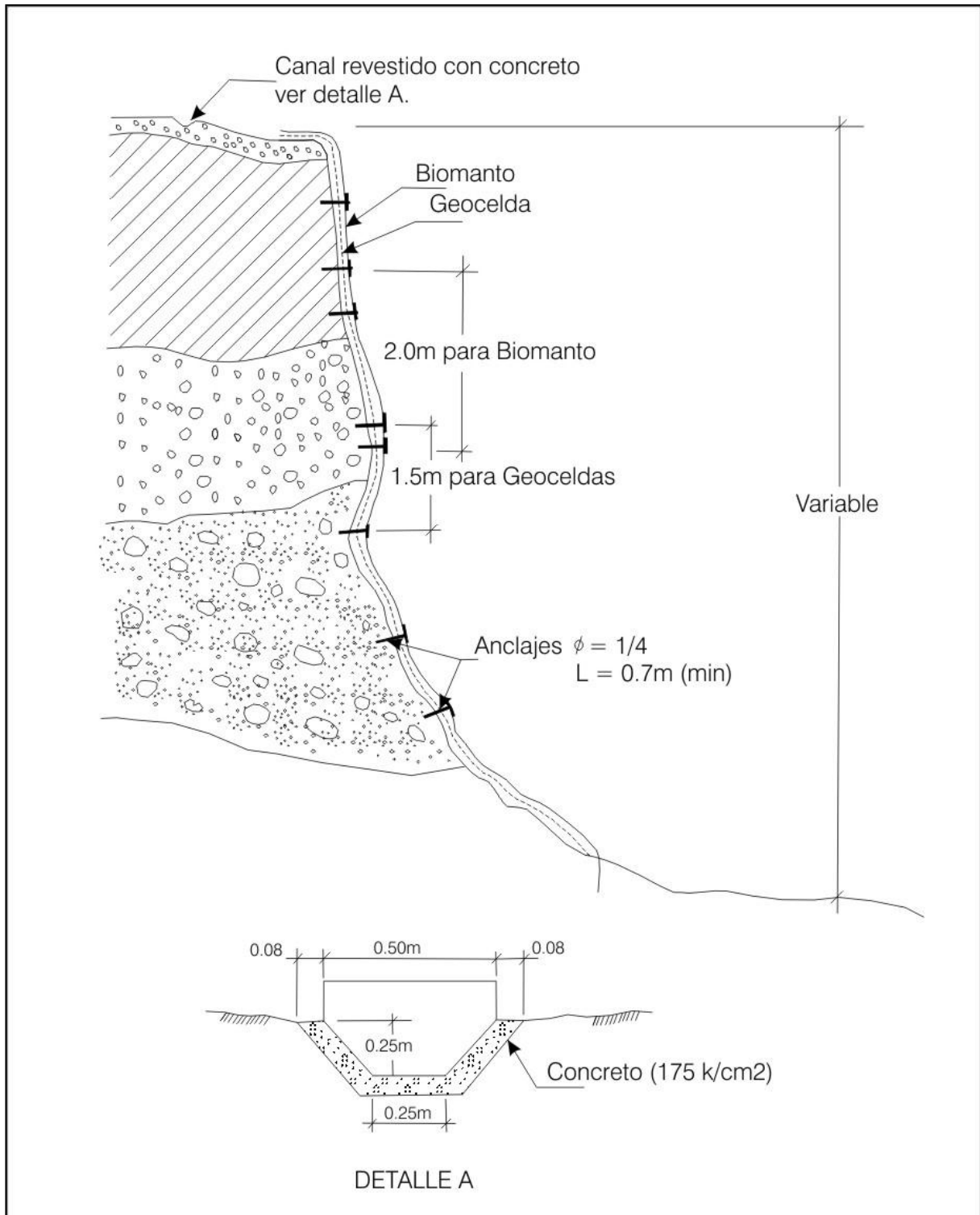
		discontinuidades. Pendiente.	pluviales intensas.														abanico.	
Avalancha de rocas	CA-28	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	Sismicidad y/o fallas activas. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50°	Sedimentarias, calizas.	Aquia	C° Naranjo Pata	8900875	271775	4200	2	1	2			Talud rocoso fracturado planar y vuelco, forma de la zona de arranque irregular, depósito en canchales o talus de detritos, avalancha de rocas estabilizado, superficie cóncavo, convexa identificado en la carta topográfica; bloques de roca aislados o material de remoción identificable.	No se han registrado daños.
Caída de rocas y derrumbe	CA-29	Naturaleza del suelo. Material de remoción antiguo, susceptible. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación.	Sismicidad y/o fallas activas. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50°	Sedimentarias.	Aquia	Minas Vetilla.	8902575	272100	4250	3	2	6			Roca / suelo, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, depósitos en canchales o talus de detritos.	Daños en la carretera.
Avalancha de detritos	CA-30	Material de remoción antiguo, susceptible. Naturaleza del suelo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad y/o fallas activas.	Activo	35°-50° y > 70°	Sedimentarias, calizas	Aquia	C° La Burra Km-46+120, 47+300	8904825	273850	4180	4	3	12			Se observa avalanchas de detritos, depósitos en abanico, flujo de material no canalizado.	Daños en la carretera, obstrucción en la vía 1180 m.
Avalancha de detritos	CA-31	Naturaleza del suelo. Material de remoción, susceptible. Pendiente. Morfología Aguas subterráneas. Deshielo.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Latente	35°-50°		Aquia	Nevado Burro.	8903475	273975	4750	3	3	9			Se observa avalanchas de detritos, flujo de material no canalizado.	Daños en la carretera, obstrucción en la vía.
Deslizamiento rotacional	CA-32	Orientación desfavorable de discontinuidades. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Activo	20°-35° y 35°-50°	Sedimentarias, Calizas	Aquia	C° Cataladerra SE ( Pachapaqui).	8897882	270333	4150	2	1	2			Se observa escarpas sucesivas, deslizamiento estabilizado, superficie cóncava-convexa, identificada en la carta topográfica, material de remoción identificable; pequeños derrumbes por corte de carretera.	No se han registrado daños.
Deslizamiento -flujo	CA-33	Orientación desfavorable de discontinuidades. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Activo	20°-35° y 35°-50°	Sedimentarias, calizas	Aquia	Pariacancha-Pachapaqui.	8900950	269425	4325	2	1	2			Se observa deslizamiento semicircular, escarpa sucesiva plana, desviación de cauce y/o embalse. Deslizamiento en masa, flujos de detritos estabilizado. Superficie cóncavo-convexo, identificado en la carta topográfica. Material de remoción identificada; .	No se han registrado daños; se ha reforestado la ladera
Vuelco de estratos	CA-34	Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, cuarcitas.	Aquia	Km- 43+240, 43+100	8901378	271306	3975	2	2	4			Talud rocoso fracturado planar, vuelco, forma de zona de arranque regular y discontinua, bloques aislados.	Daños leves en la carretera, Caída de bloques con obstrucción de cunetas,
Caída de rocas	CA-35	Fracturamiento en las rocas; pendiente del terreno; acumulación de bloques sueltos inestables,	Sismicidad	Inactivo-joven	50°-70°	Sedimentarias, calizas.	Aquia	Km- 50+850, 51+500	8906840	272325	4375	2	1	2			Talud rocoso fracturado planar, vuelco, acumulación de bloques en la ladera, bloques aislados, depósitos en canchales o talus de detritos.	Podrían desprenderse bloques de hasta 2,5 m de diámetro
Derrumbe-vuelco	CA-36	Substrato de mala calidad. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, lutitas negras carbonosas con material calcáreo.	Aquia	Km- 53+700, 54+800	8909263	270966	4475	3	2	6			Talud rocoso fracturado vuelco, forma de zona de arranque regular y continua, bloques aislados.	Daños leves en la carretera. Obstrucción de vía, bloques de roca de 0,40 m de diámetro.

Vuelco de estratos	CA-37	Substrato de mala calidad. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas, sismicidad. Excavaciones, voladuras	Activo	50°-70°	Sedimentarias	Aquia	Km- 58+120, 58+560	8909250	272279	4625	3	3	9	Talud rocoso fracturado en roca de mala calidad.	No se han registrado daños, Bloques de tamaños entre 1,5 y 2,5 m de diámetro,
Caída de rocas y derrumbe	CA-38			Activo	50°-70°	Sedimentarias	Aquia	Km- 68+780, 69+080	8911634	274419	4750	3	2	6	Talud rocoso fracturado, forma de zona de arranque irregular, acumulación de bloques en ladera producidos por caídas recientes.	Daños en la carretera.
Deslizamiento traslacional	CA-39	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Aguas subterráneas	Sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50	Sedimentarias, calizas	Aquia	C° Pasco, Km 69+420, 70+200	8911250	275125	4350	3	3	9	Escarpa única semicircular. Movimiento en masa antiguo reactivado. Superficie cóncavo-convexa identificada en la carta topográfica. Material de remoción identificable.	No se han registrado daños.
Deslizamiento -flujo	CA-40	Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.		Inactivo-joven	35°-50	Sedimentarias, calizas	Aquia	C° Shushy	8910800	275850	4475	2	2	4	Escarpa única, movimientos en masa antiguos reactivados; material de remoción identificable.	Se han registrado daños leves; derrumbes en los cortes recientes de carretera,
Reptación de suelos	CA-41	Naturaleza del suelo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación.	Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Sedimentarias, calizas	Aquia	Desvío a Huanzala	8910783	276676	4150	2	2	4	Reptación, desgarre de cobertura vegetal, saturación y remoción de suelo superficial; ndicios de reptación antigua acelerada recientemente por corte de carretera.	Se han registrado daños leves. como en los pastizales, corte artificial.
Reptación de suelos	CA-42	Naturaleza del suelo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas	Inactivo-joven	35°-50	Sedimentarias	Aquia	Km 72+440	8910587	277585	4180	2	2	4	Reptación con ladera abrupta; reactivación con corte de carretera; se ha banquetado el talud	Se han registrado daños en la carretera así como en los cultivos y pastizales.
Avalancha de rocas	CA-43	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	sismicidad. Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50	Rocas sedimentarias	Aquia	Hda. Palmar. Km 73+360	8911215	277914	4225	3	3	9	Talud rocoso fracturado planar, forma de la zona de arranque regular, discontinua. Flujos en escombreras no canalizados. Movimientos en masa antiguos reactivado; material de remoción identificable.	Carretera cruza depósito de avalancha antigua; bloques sueltos en ladera superior podrían caer con sismo
Deslizamiento y derrumbe	CA-44	Naturaleza del suelo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Sedimentarias	Aquia	C° Puca Cushuro. Km 73+880 al 74+540	8911685	277695	4200	3	2	6	Escarpa única irregular plana, forma de la zona de arranque irregular, discontinua. Derrumbes en laderas, corte artificial; modificación del talud en depósitos coluviales.	Se han registrado daños en la carretera; se han construido muros de piedra al pie de talud y algunos drenajes.
Derrumbe	CA-45	Naturaleza del suelo. Pendiente. Ausencia o escasez de vegetación. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Sedimentarias	Aquia	C° Paccha, Km- 75+860 al 76+560	8913520	276694	4350	3	2	6	Derrumbes, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, con corte artificial.	Se han registrado daños en la carretera, Construcción de muros de piedra y obras de drenaje en las laderas,
Vuelco de estratos	CA-46	Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	>70°	Sedimentarias, secuencia abigarrada de lutitas y limoarcillitas.	San Marcos	Km- 80+200 al 81+940	8918000	274650	4625	2	2	4	Talud rocoso fracturado (vuelco), forma de zona de arranque regular y continua, depósitos de bloques aislados.	Se han registrado daños en la carretera, obstrucción de la vía 2500 m.
Derrumbe	CA-47	Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	>70°	Sedimentarias	San Marcos	Km= 82+00 al 82+180	8918800	273920	4625	2	1	2	Se observa derrumbes, sedimentos, forma de zona de arranque irregular y continua.	Se han registrados daños en la carretera 180 m.

Derrumbe y caída de rocas	CA-48	Orientación desfavorable de discontinuidades. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, lutitas y limoarcillitas.	San Marcos	C' Cocha Pata	8919351	273625	4325	3	2	6	Talud rocoso fracturado planar y vuelco, ladera y corte artificial, forma de la zona de arranque irregular, depósitos de bloques aislados, canchales o talus de detritos.	No se han registrado daños. Bloques suspendidos en ladera superior podrían caer con sismo; derrumbes en el talud de corte,
Derrumbe	CA-49	Substrato de mala calidad. Alternancia de rocas de diferente competencia. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras. Actividad minera informal.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, lutitas carbonosas,	San Marcos	Km- 83+220; 83+580; 84+200	8919844	273814	4300	3	2	6	Derrumbes tipo de rotura mixta, ladera y corte artificial, roca/ suelo, forma de zona de arranque irregular y discontinua.	Se han registrado daños leves por tramos; se han construido muros de contención de piedra.
Derrumbe	CA-50	Substrato de mala calidad. Alternancia de rocas de diferente competencia. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, lutitas carbonosas y limoarcillitas.	San Marcos	C' Huancuro Grande	8921125	274159	4000	2	2	4	Roca / suelo, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, depósitos bloques aislados.	Se han registrado daños en la carretera; existen drenajes de coronación y banqueteo del talud.
Caída de rocas	CA-51	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades.	#¡VALOR!	Inactivo-joven	35°-50	Sedimentarias, lutitas	San Marcos	C' Yurac Huanca	8924025	274575	3475	1	1	1	Movimiento en masa avalancha de rocas estabilizado. Material de remoción identificable.	No se han registrado daños.
Derrumbe	CA-52	Substrato de mala calidad. Alternancia de rocas de diferente competencia. Naturaleza del suelo. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°		San Marcos	Lag. Huachocoda; Km- 90+440	8924985	276040	4530	3	2	6	Talud rocoso fracturado vuelco, roca/suelo, forma de la zona de arranque irregular; talud de corte inestable por filtraciones,	Se han registrado daños leves en la carretera; obstrucción de la vía; se han construido cunetas y zanjas para aguas pluviales; muros de contención, drenajes y banqueteo en los taludes .
Derrumbe y caída de rocas	CA-53	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Alternancia de rocas de diferente competencia. Substrato de mala calidad. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Sed. Volc- Sed, rocas muy fracturadas.	San Marcos	Abra Km- 92+300; 93+600	8926428	277211	4525	3	2	6	Talud rocoso fracturado mixto, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Taludes rocosos necesitan desquinche de bloques inestables; derrumbes y caídas de material por sectores con obstrucción de vía,
Vuelco y derrumbe	CA-54	Alternancia de rocas de diferente competencia. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sed. Lutitas y limoarcillitas rojas abigarradas, calizas en la parte superior.	San Marcos	Laguna Canrash. Km- 93+600 al 95+740	8927100	276400	4625	4	3	12	Talud rocoso fracturado vuelco, forma de la zona de arranque continua	Se ha registrado daños en la carretera, obstrucción de la vía; zona crítica; se ha colocado enmallado, drenajes, muros de contención y anclajes.
Derrumbe	CA-55	Substrato de mala calidad. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Material de remoción antiguo, susceptible.		Activo	35°-50	Sed. Lutitas negras carbonosas, y limoarcillitas.	San Marcos	Laguna Canrash. Km- 95+800 al 96+700	8928760	274792	4375	3	2	6	Roca/ suelo, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Se han registrado daños leves en la carretera; drenajes encima de zonas de arranque y muros de contención al pie.
Derrumbe y caída de rocas	CA-56	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Material de remoción antiguo, susceptible. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, calizas.	San Marcos	Cerro Colla. Km- 101+780; 102+320	8933550	257043	4500	3	2	6	Talud rocoso fracturado e inestable, forma de la zona de arranque irregular y discontinuo, depósitos de bloques aislados.	Se han registrado pequeños daños en la carretera; necesita desquinche de bloques en algunos tramos.
Derrumbe	CA-57	Substrato de mala calidad. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	50°-70°	Sedimentarias, limoarcillitas y calizas.	San Marcos	Km- 102+800 al 103+180	8934452	275392	S/ HOJA	2	1	2	Talud rocoso fracturado planar, vuelco y mixto, forma de la zona de arranque irregular y continua	Se han registrado daños en la carretera; se ha efectuado banqueteo del talud.
Vuelco de estratos	CA-58	Substrato de mala calidad. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras	Activo	50°-70°	Sedimentarias, limoarcillitas abigarradas, niveles de lutitas carbonosas.	San Marcos	Km- 105+140 al 105+400	8934460	276130	4570	4	3	12	Talud rocoso fracturado vuelco, con corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Podría generar daños moderados en la carretera; zona crítica

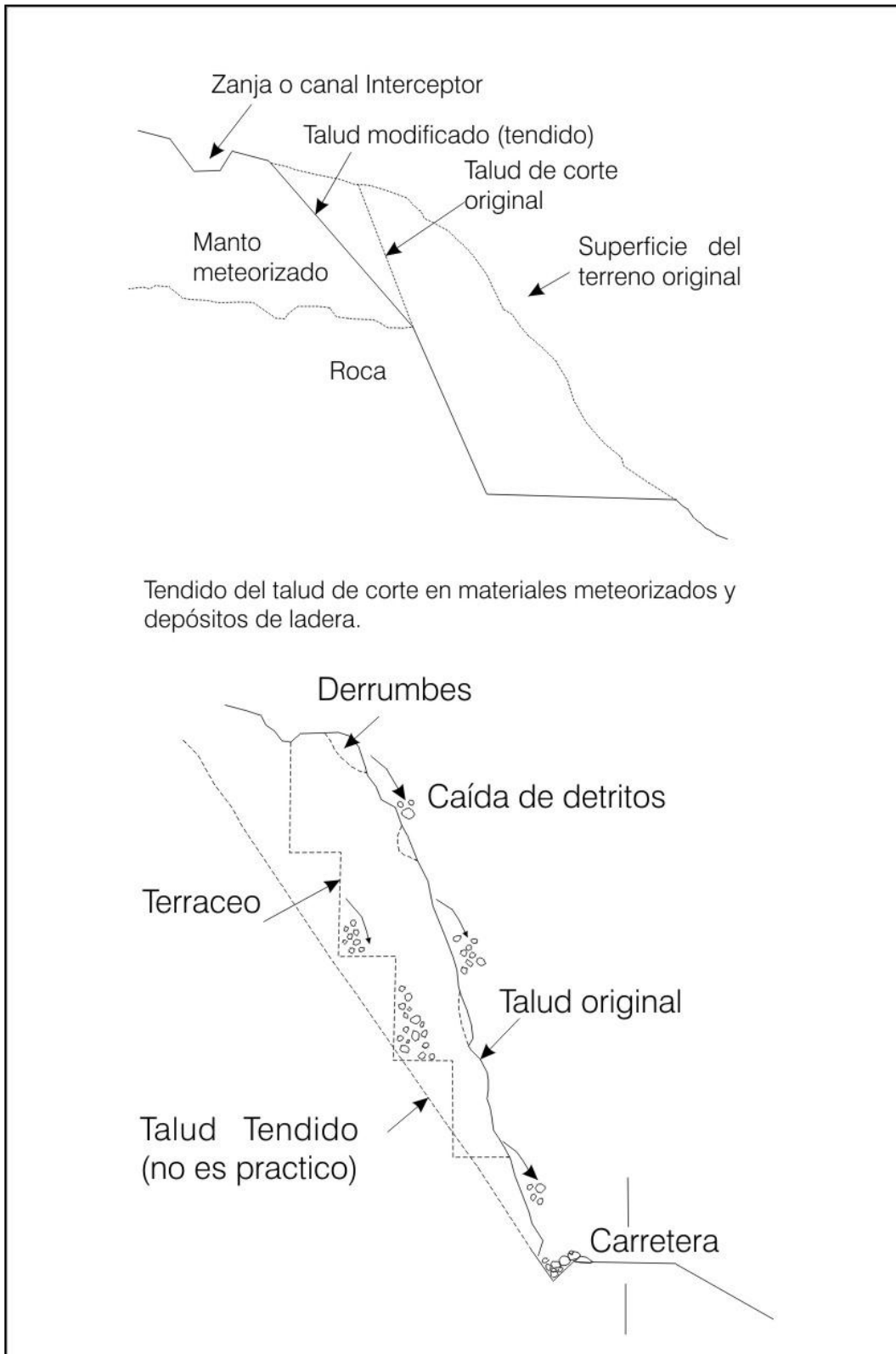
Reptación de suelos - deslizamiento	CA-59	Substrato de mala calidad. Orientación desfavorable de discontinuidades. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras	Activo	20°-35°	Sed. Limoarcillitas	San Marcos	Lag. Minascocha	8934512	277263	4575	2	2	4	Deslizamiento rotacional. Reptación ladera suave, desgarre de cobertura vegetal. Saturación y remoción de suelo superficial.	Se han registrado daños leves en la carretera, en los cultivos y bofedales del sector; se aprecia banqueteo en la zona deslizada, cunetas y zanjas de coronación.
Deslizamiento traslacional	CA-60	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras	Inactivo-joven	50°-70°	Sed. Calizas	San Marcos	Lag. Vinchos. Km- 110+720 al 110+800	8935919	278066	4500	3	3	9	Escarpa única semicircular, superficie plana. Talud rocoso fracturado mixto, corte artificial. Necesita desquince en taludes contiguos	Se han registrado daños en la carretera, obstrucción de la vía; se han efectuado trabajos geotécnicos con malla de protección y pernos de anclaje.
Caída de rocas	CA-61	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente.	Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Activo	35°-50	Sed. Calizas encima de intrusivos.	San Marcos	Lag. Vinchos. Km- 111+4800; al 113+540	8936628	277924	4525	2	1	2	Talud rocoso fracturado mixto, ladera a corte artificial, forma de la zona de arranque irregular y discontinua, depósitos de bloques aislados, Fracturas abiertas en substrato calcáreo	Se han registrado daños leves en la carretera, con caída de detritos pequeños.
Erosión de laderas	CA-62	Naturaleza del suelo. Pendiente; escasez de vegetación,	Precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-51	Sedimentarias, intrusivo. Calizas encima del intrusivo	San Marcos	Cerro Chaujirca	8939600	278825	4475	2	2	4	Se observa desprendimiento de rocas en la ladera izquierda del Cerro Berraco. Grandes bloques sueltos de roca intrusiva muy fracturada y alterada en la ladera	Podría afectar carretera Lima - Huaraz en el tramo Km50+600 y terrenos de cultivo
Caída de rocas	CA-63	Alternancia de rocas de diferente competencia. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras		>70°	Sed. Lutitas carbonosas y margas	Aquia	Cerro Yanashallash Km 60+080 al 60+500	8909844	272239	4675	3	2	6	Corte artificial, tipos de rotura superficie planar, vuelco, forma de la zona de arranque discontinua.	Se han registrado daños leves en la carretera, obstrucción de la vía 400 m.
Caída de rocas y vuelco	CA-64	Rocas muy fracturadas; orientación desfavorable de discontinuidades; pendiente; corte de carretera,	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad.	Activo	>70°	Sed. Lutitas carbonosas y margas	Aquia	Cerro Yanashallash Km 57-54+660.	8909389	271157	4450	3	2	6	Talud rocoso fracturado vuelco, forma de la zona de arranque irregular y discontinua.	Obstrucción de la vía.
Derrumbe	CA-65	Alternancia de rocas de diferente competencia. Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Pendiente. Aguas subterráneas.	Precipitaciones pluviales intensas. Sismicidad. Excavaciones, voladuras.	Inactivo-joven	50°-70°	Sed. Alternancia de lutitas carbonosas y limoarcillitas.	Aquia	Cerro Yanashallash Km- 54+660 al 5+540	8909497	271115	4450	3	2	6	Talud rocoso fracturado, tipo de rotura cuña y vuelco, forma de la zona de arranque irregular y continua.	Se han registrado daños moderados en la carretera, con obstrucción de vía.
Avalancha de detritos	CA-66	Naturaleza del suelo. Pendiente. Deshielos y/o retroceso glaciar.	Precipitaciones pluviales intensas	Activo	50°-70°	Sed. Alternancia de rocas de diferente competencia	Aquia	Nevado Burro.	8904380	275075	5000	3	2	6	Alud o avalancha de nieve, puede generar remoción de sedimentos glaciares en la vertiente; evidencia de talus de detritos antiguos y conos de flujos.	Daños probables en la carretera
Avalancha de rocas	CA-67	Rocas muy fracturadas o diaclasadas. Orientación desfavorable de discontinuidades. Pendiente. Aguas subterráneas	Sismicidad, precipitaciones pluviales intensas.	Activo	35°-50	Sed.	Aquia	Km- 42	8901137	271296	4000	2	1	2	Talud rocoso fracturado vuelco. Forma de zona de arranque irregular. Avalancha de rocas antiguo con desviación parcial del cauce de río,	No se han registrado daños.
Flujo de detritos	CA-68	Naturaleza del suelo coluvial, pendiente del terreno	Precipitaciones pluviales intensas; colapso de canal	Activo	20°-35°	Sedimentarios	Aquia	Racrachaca	8889070	266656	3500	4	3	12	Flujo reciente tras una lluvia intensa; material de casajo y lodo en la margen derecha del río Pativilca,	Afectó 50 viviendas, canal de derivación de agua a central hidroeléctrica

## ANEXO 2: MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE LADERAS INESTABLES



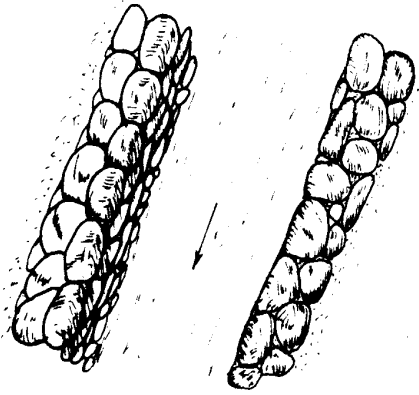
Protección de taludes para caída de detritos con geoceldas o geomantas.



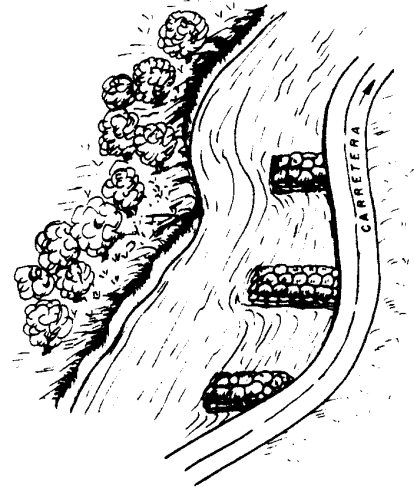


Terraceo o banqueteo de talud inestable; construcción de zanjas de coronación

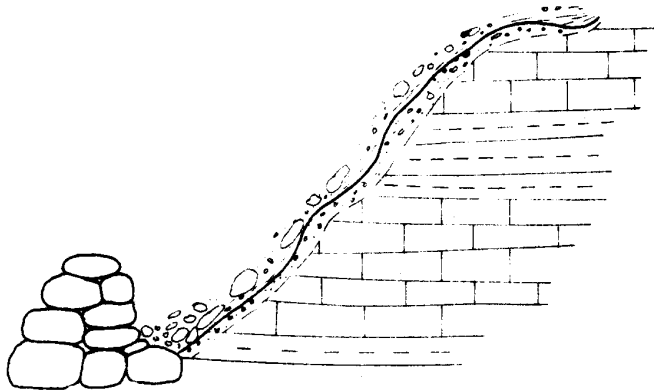
Peotección de márgenes activas o latentes por erosión fluvial



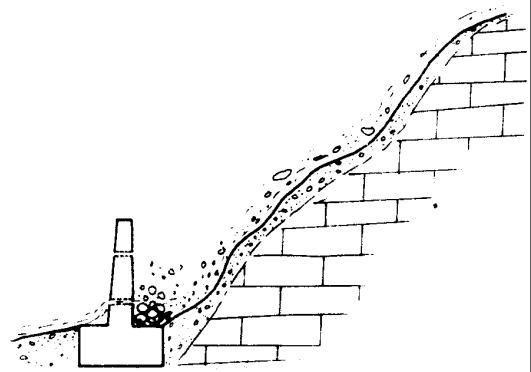
- Protección de las márgenes con enrocados.



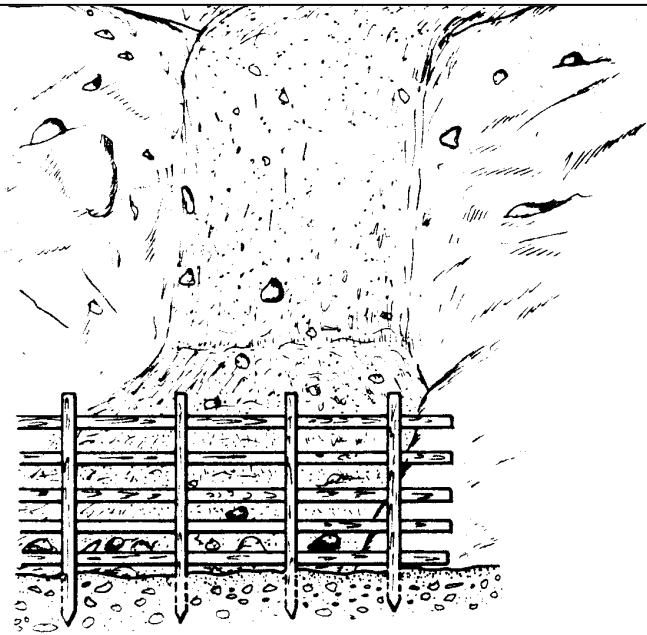
- Protección de una margen con espigones.



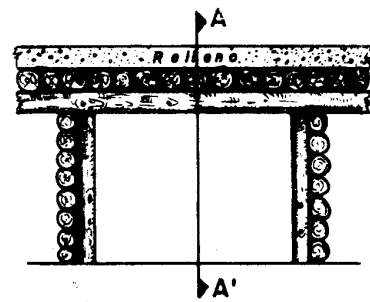
- Construcción de muros secos al pie del talúd.



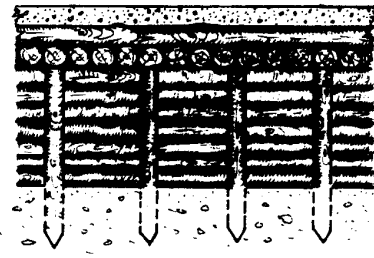
- Construcción de muros de cemento cíclopeo o concreto armado.



- Utilización de tablestacados para acumulación de material al-pie del talud en áreas inestables.

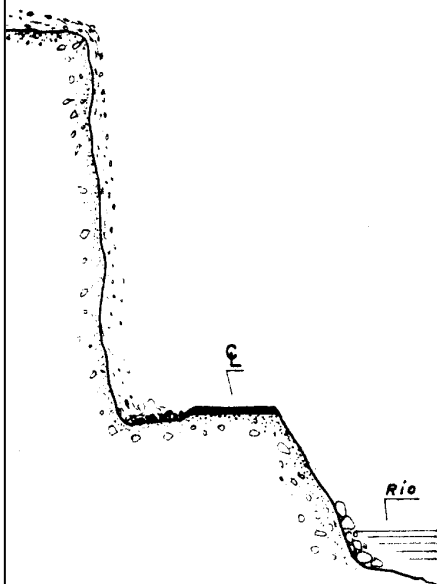


Capa granular

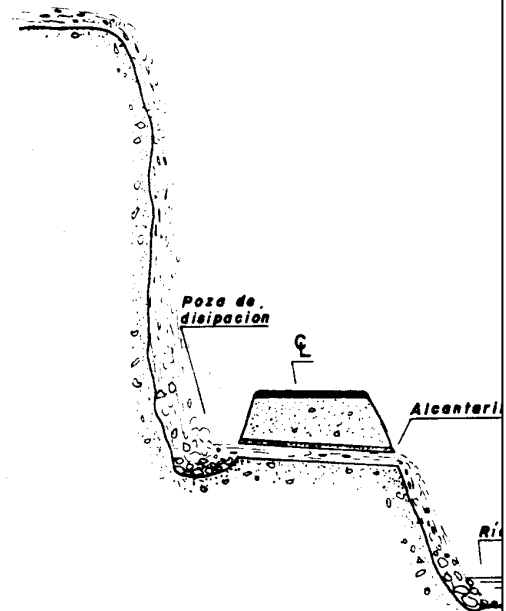


CORTE A-A'

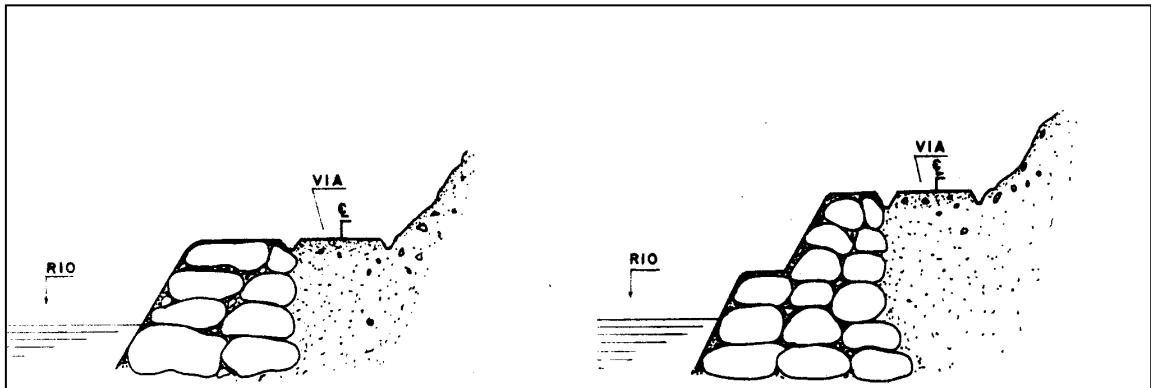
- Alcantarilla o pontón de tronco



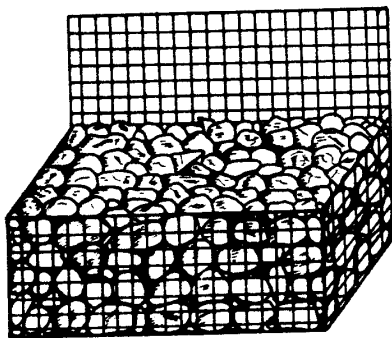
ESTADO PRESENTE



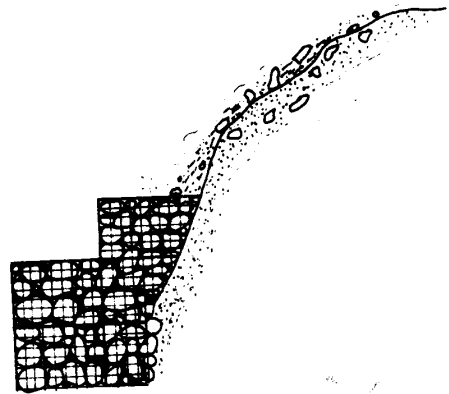
- Captación del agua que discurre por torrenteras colgadas en el talud superior de una vía.



- Uso de enrocados para protección de riberas.



- Gabión empleado en obras de protección de laderas o erosión.



- Empleo de Gabiones al pie del Talud.