



Informe Técnico

ESTUDIO GEOAMBIENTAL EN LA
CUENCA QUILCA-VÍTOR-CHILI



REPORTE PRELIMINAR
DE ZONAS CRÍTICAS
POR PELIGRO GEOLÓGICO

(Región Arequipa)

Por:



BILBERTO ZAVALA
SEGUNDO NUÑEZ J.
DULIO GÓMEZ V.

2012



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

ESTUDIO GEOAMBIENTAL EN LA CUENCA QUILCA-VÍTOR-CHILI
REPORTE PRELIMINAR DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS

INTRODUCCIÓN	2
MARCO GEOGRÁFICO	3
INVENTARIO, CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA	3
ZONAS CRÍTICAS.....	4
CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	5
ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS.....	7
ANEXO 2: MAPA DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA CUENCA	47

ESTUDIO GEOAMBIENTAL EN LA CUENCA QUILCA-VÍTOR-CHILI

REPORTE PRELIMINAR DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS

INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de la Dirección de Geología Ambiental, el año 2009-2010 viene desarrollando el proyecto GA-34 denominado "**Estudio Geoambiental en la cuenca Quilca-Vítor-Chili**"¹.

Este proyecto permitirá entre otros aspectos evaluar e inventariar los peligros geológicos que afectan a la cuenca, población e infraestructura, generar información de gran importancia básica para el conocimiento del medio físico en relación a la prevención de desastres, línea de base ambiental y ordenamiento territorial de la cuenca mencionada. En estos dos últimos aspectos se ha considerado un inventario de áreas con pasivos ambientales por actividades mineras, así como zonas de disposición de residuos sólidos (**30 fichas de pasivos ambientales**), y una evaluación del potencial de patrimonio geológico en la cuenca.

Los trabajos de campo (tres campañas de campo, dos de 25 días y una de 15 días) y labores de gabinete efectuados el año 2009, han permitido identificar, georeferenciar y determinar el grado de peligrosidad de ocurrencias recientes y antiguas, tanto de procesos de movimientos en masa, para diferentes zonas comprometidas por deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos (huaycos, flujos de lodo, avalanchas de rocas o detritos), así como también de zonas afectadas y/o susceptibles a procesos de erosión e inundación fluvial, erosión de laderas (**830 fichas de inventario de peligros**). La cartografía geodinámica a 1: 50,000 se ha efectuado en 30 hojas topográficas y asimismo se ha efectuado una cartografía 1: 25,000 en ocho hojas correspondientes a la ciudad de Arequipa y alrededores. Actualmente se encuentran en preparación diferentes mapas temáticos (litología, geomorfología e hidrogeología), básicos para toda evaluación de línea base ambiental.

Conjuntamente con la recopilación de esta información de peligros, se efectuó una evaluación de seguridad física de centros poblados y obras de infraestructura vulnerables a los peligros geológicos, que permitieron definir las zonas críticas o con alto grado de riesgo.

El presente reporte, constituye una parte del informe integral de estudio en la cuenca, en elaboración, donde se detalla información geológica útil sobre áreas afectadas por peligros o potencialmente susceptibles a los peligros y constituye un avance preliminar del estudio. Resume en forma sucinta, las zonas o áreas consideradas como críticas, con evidencia de peligros potenciales activos y su relación con la vulnerabilidad asociada. Se toma en cuenta también en la definición de estas áreas la recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de los eventos. En estas áreas es necesario considerarlas dentro de los planes o políticas regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres. Para tal se ha efectuado un cuadro resumen, para los diferentes distritos que integran la cuenca, donde se identifican para cada sector o zona crítica, él o los peligros geológicos, las zonas vulnerables que pueden o están siendo afectadas y se dan algunas recomendaciones generales para prevención y mitigación de desastres.

¹ El nombre inicial del proyecto consideraba el nombre de la cuenca: Quilca-Siguas-Vítor. La denominación actual de acuerdo al mapa de cuencas publicado por INRENA es de Quilca-Vítor-Chili

MARCO GEOGRÁFICO

La Cuenca del río Quilca-Vítor-Chili está ubicada en el flanco sur-occidental de la Cordillera de los Andes, limita por el norte y oeste con la cuenca del río Colca, por el sur y este con las cuencas de los ríos Cabanillas y Tambo. Varía en altitudes entre 0 a 6,056 msnm. en la divisoria de aguas con las cuencas vecinas.

Políticamente comprende principalmente la región Arequipa, aunque también incluye pequeños sectores de las regiones Puno y Moquegua, en el sector oriental.

El río Chili se origina con la confluencia de los ríos Blanco y Sumbay. Luego de atravesar la ciudad de Arequipa recibe por la margen izquierda, aguas del río Tingo Grande. Posteriormente al unirse con el río Yura forman el río Vítor. Este al unirse con el río Siguas forma el río Quilca, el cual desemboca en el Océano Pacífico, muy cerca al poblado de Quilca. El río Tingo Grande se forma de la unión de los ríos Andamayo y Postrero; éste último se forma de la confluencia de los ríos Mollebaya y Yarabamba.

INVENTARIO, CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA

El trabajo de cartografiado geomorfológico-geodinámico detalla la ocurrencia de peligros de movimientos en masa y geohidrológicos, sobre mapas a escala 1:50 000 que han sido ingresados al Sistema de Base de Datos Geológica (**SISBDGEO**), para lo cual se realizaron transectos en el terreno, en tres campañas de campo (65 días), así como identificación y mapeo geomorfológico con ayuda de fotografías aéreas e imágenes satelitales tanto de movimientos en masa antiguos y recientes.

En esta base de datos se ha ingresado y registrado 830 ocurrencias de procesos geológicos, existiendo una mayor cantidad de flujos de detritos (178), asociados a procesos de erosión de laderas (169). Le siguen en número las caídas de rocas (148), derrumbes (89) y deslizamientos (80), avalanchas de detritos (54), reptaciones (32) y movimientos complejos (21). Finalmente se tienen procesos de erosión fluvial, avenamiento o invasión de arenas, flujos de lodo, lahares, inundaciones, vuelcos y avalanchas de roca (Ver Figura 1). Cada tipo de evento se encuentra debidamente georeferenciado en coordenadas UTM, se ha descrito las causas que lo originaron, características geomorfológicas, condiciones litológicas del substrato, así como los daños ocasionados y una estimación de su peligro potencial y grado de riesgo.

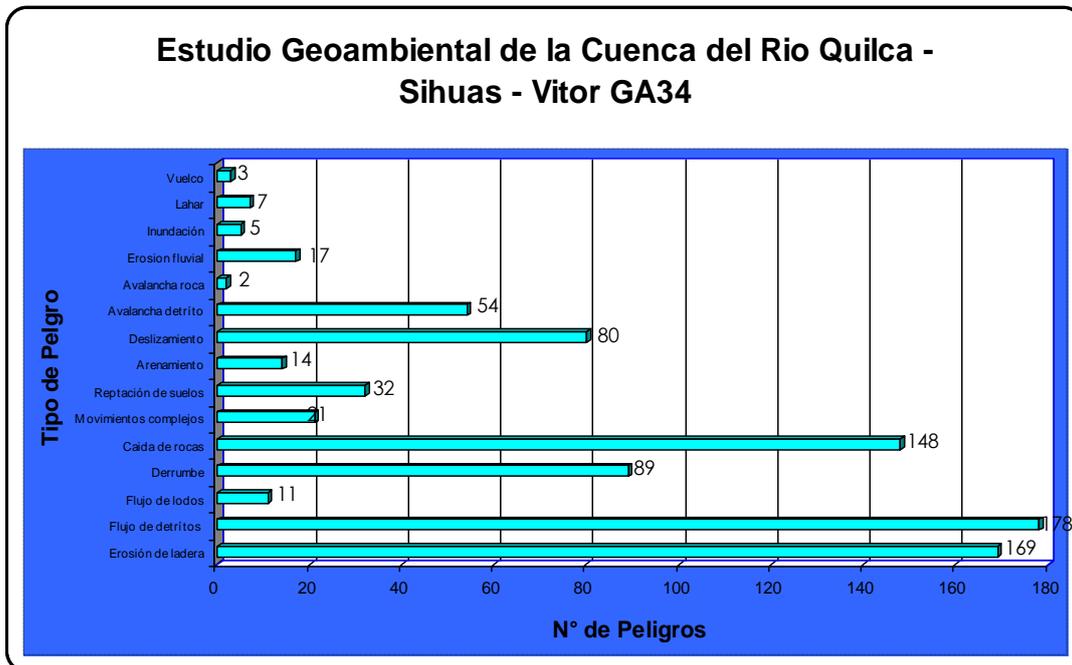


Figura 1. Frecuencia de peligros geológicos en la cuenca.

ZONAS CRÍTICAS

Para la identificación y descripción de “Zonas Críticas”, se determinó el grado de peligro potencial individual y/o el análisis de densidad de ocurrencias de peligros potenciales en un área o sector, donde se exponen infraestructura o poblaciones, vulnerables a uno o más peligros geológicos.

En estas zonas críticas se resalta las áreas o lugares, que luego del análisis de él o los peligros geológicos identificados, la vulnerabilidad a la que están expuestas (infraestructura y centros poblados), por estos peligros, se consideran con peligro potencial de generar desastres, y que necesitan que se realicen obras de prevención y/o mitigación o mejorar las existentes.

En el mapa 1 (Ver Anexo 2), se muestra la distribución de zonas críticas dentro de la cuenca, y en los Cuadros del 1 al 14 (en el anexo adjunto), se describen resumidamente las características de cada una de estas zonas, indicando la geodinámica del sector, la vulnerabilidad asociada así como las recomendaciones pertinentes. En la cuenca se ha identificado un total de 49 Zonas críticas.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

1. Respecto a la litología, un gran porcentaje de flujos de detritos y erosión de laderas, ocurren principalmente en rocas de tipo ignimbritas y volcanoclásticas, Capas Rojas y también en unidades metamórficas. Las primeras de ellas ocupan un gran porcentaje del área de la cuenca, sobre todo en la cuenca alta.
2. La morfología también está asociada a algunos movimientos en masa frecuentes. En los frentes de coladas de lavas muy fracturadas, zonas de valles encañonados, las lavas en bloques y también ignimbritas muy fracturadas, son frecuentes las caídas de rocas, derrumbes o movimientos complejos.
3. La ciudad de Arequipa morfológicamente se ubica sobre una acumulación de piedemontes correspondientes a los volcanes Chachani, Misti y Pichu Pichu. Le siguen planicies o mesetas de acumulación de flujos piroclásticos e ignimbritas; colinas aisladas o monte islas en rocas intrusivas, y un valle fluvial y terrazas aluviales originadas por el río Chili, Andamayo, Mollebaya y tributarios.
4. Respecto a la peligrosidad en la cuenca puede manifestarse lo siguiente:
 - Eventos detonantes de movimientos en masa recientes son considerados las lluvias de 1985 y 1998 asociados a eventos de El Niño este último, donde se activaron muchas quebradas que afectaron tramos de carreteras, áreas de cultivo y zonas rurales en Murco, Huambo, Lluta; los sismos de 1967 y 2001 generaron derrumbes y caída de rocas en los valles, laderas, tramos de carreteras. Algunas inundaciones por desbordes del río Chili y efectos de las torrenteras en Arequipa.
 - Influencia del complejo volcánico Ampato/Sabancaya con actividad piroclástica en la década del 80-90: lahares en el flanco sureste del nevado Ampato (entre Taya y Patapampa). Actividad similar en el pasado: grandes depósitos de lahares en Huambo, Yura y Yura Viejo, así como en la carretera Arequipa-La Joya.
 - Irrigaciones de Majes, La Cano y San Isidro: Los valles de Siguan y Vitor vienen siendo grandemente afectados por procesos de deslizamientos de tierras, originados tanto por las irrigaciones de Majes y La Cano/San Isidro, respectivamente. Esto ha modificado grandemente el valle de Siguan entre la zona de El Zarzal, Pachaqui y Santa Ana.
5. Con respecto a los impactos de la actividad antrópica y recursos en la cuenca se puede incluir:
 - Minería Metálica: Mina Cerro Verde en la parte central de la cuenca, desarrollada sobre una zona generalmente árida. Gran desarrollo de minería con impacto principalmente en el paisaje y suelo.
 - Minería no-metálica: Minería informal aurífera (quebrada Agua Salada), pequeña minería, explotación de piedra sillar, piedra laja y sal/yeso (Minas de Lluta y Chilcane), con impactos moderados al paisaje y suelo. Algunas de estas zonas como las minas de Lluta o las canteras de Añashuayco, muestran zonas propensas a deslizamientos y derrumbes/caída de rocas, respectivamente

- Residuos sólidos: 12 sectores con botaderos de basura municipales, activos y antiguos se encuentran ubicados en las partes altas de las zonas urbanas de Arequipa (planicies y cerca del borde de quebradas). Estas se relacionan con zonas de expansión urbana reciente y chancherías. Solo existe un relleno sanitario controlado por la municipalidad provincial. Existe una convivencia de los botaderos de basura con zonas de crianza de cerdos.
 - Explotación de canteras: Las canteras de agregados ocupan gran parte de cauces de quebradas. La remoción de material proluvial y lahárico ha sido y es bastante explotado. Ha originado colmatación en las quebradas, no apreciándose un cauce definido de las torrenteras. Mollebaya es el área de ubicación de gran cantidad de hornos de fabricación de ladrillos.
 - Explotación de recursos no renovables: Aprovechamiento de recursos hídricos y energía solar en la generación de energía eléctrica; en menor porcentaje energía eólica usada en molinos de viento. Turísticos.
6. El análisis preliminar de la vulnerabilidad en la cuenca permite concluir:
- Expansión de la ciudad de Arequipa, hacia los flancos del volcán Misti y Ubinas y cauces de quebrada. Crecimiento acelerado en los últimos años, con nuevos AA HH y proyectos urbanísticos (Ej. Fundo Cabrería en Alto Cayma y en Miraflores), ocupan las laderas del Misti, cauces de torrenteras, donde existe el peligro de avenidas excepcionales, o lahares ante una reactivación del volcán Misti.
 - Crecimiento desordenado de viviendas en las laderas de los cerros, en Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo (rocas intrusivas), así como Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata y Socabaya (rocas volcánicas).
 - Encauzamiento insuficiente de torrenteras. Torrenteras con cauces estrechos, reducidos por la ubicación de viviendas y acumulación de basura o desmonte. Muchas quebradas están encauzadas (muros de concreto), algunos tramos sin defensas o con muros parcialmente construidos. Los municipios locales invierten en el encauzamiento, limpieza y construcción de muros de defensa.

**ANEXO 1: DESCRIPCIÓN DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS
GEOLÓGICOS**

CUADRO 1. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO)	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITOS ALTA SELVA ALEGRE-CAYMA			
Río Chili (margen izquierda) Alto Selva Alegre-Cayma 8191480 / 229300 (01)	Área sujeta a caída de rocas. Substrato fracturado compuesto por derrames lávicos, pendiente de terreno muy fuerte, ausencia de vegetación, corte natural de talud por dinámica fluvial, lluvias y movimiento sísmico.	Fenómeno afectaría a terrenos de cultivo, torres de alta tensión y provocaría el represamiento de cauce del río Chili.	Forestar la zona, colocar muro de contención. Mantener monitoreado el área.
Torretera Chilina Alto Selva Alegre 8188841 / 229383 (02)	Área sujeta a derrumbes, flujos de detritos y erosión fluvial. Substrato rocoso de mala calidad, diaclasas con orientación desfavorable, terreno con fuerte pendiente, ausencia de vegetación. Cuando se presentan flujos o huaycos se produce erosión fluvial en ambos márgenes, Como factores detonantes las precipitaciones pluviales y sismos. Las caídas de rocas se presentan en la margen izquierda de la quebrada; se pueden generar derrumbes y erosión de laderas (cárcavas). Estos fenómenos alimentan con material suelto a la torretera que en caso de lluvias excepcionales puede generar flujo.	Afectaría terrenos de cultivo, viviendas que se ubican próximos al talud y carretera de acceso. Existen algunas canteras en el cauce de la torretera que están removiendo el material del cauce.	Forestar. Canalizar cauce de la torretera Muros de contención hacia la margen izquierda, completar el muro de contención. No permitir el crecimiento urbano hacia el cauce de la torretera.
Quebrada Peral/ Villa Ecológica Sector D Alto Selva Alegre 8189944 / 230019 (03)	Área sujeta a flujo de detritos y caída de rocas La torretera presenta material suelto incompetente, ausencia de vegetación, pendiente de terreno. El fenómeno puede ser desencadenado con lluvias ocasionales a excepcionales. También se presentan erosiones de ladera. Esta quebrada tiene sus nacientes en el volcán Pichu Pichu. En el cauce de la quebrada se han construido viviendas, también se aprecia terrenos de cultivo. Rocas con diaclasamiento favorable a la pendiente, ausencia de vegetación, pendiente fuerte. En este sector si se presentaran movimientos sísmicos ó intensas precipitaciones pluviales es muy probable que el fenómeno se reactive. Las rocas de tipo volcánico, andesítico. Las caídas de rocas tienen forma regular y discontinua, longitud de arranque 200 m y altura 50 m. La parte inferior del talud se construye viviendas.	De presentarse el fenómeno afectaría viviendas, canal de riego y áreas de cultivo.	Canalizar desde las partes altas, muros de atenuación de flujos a lo largo de la quebrada. Reubicar viviendas situadas al pie del cerro y forestar Forestar las laderas.

<p>Toma Cuatro Cayma-Alto Selva Alegre 8197950 / 237150 (04)</p>	<p>Área sujeta a flujo de detritos El cauce de la quebrada se encuentra colmatado; a lo largo de la quebrada se encuentran canteras de agregados que han removido el material del cauce, ausencia de vegetación y como agente detonante las precipitaciones pluviales.</p>	<p>Puede afectar camino rural, puente y toma de agua IV puente.</p>	<p>Forestar. Construir muros de atenuación de flujos a lo largo de la quebrada.</p>
<p>Quebrada San Lázaro (margen izquierda) Alto Selva Alegre 8189500 / 233250 (05)</p>	<p>Área sujeta a caída de rocas. Roca de tipo volcánica, presenta un diaclasamiento con orientación favorable a la pendiente, terreno con pendiente fuerte. Al pie del talud se encuentran ubicadas viviendas.</p>	<p>Por desprendimiento de rocas pueden ser afectadas viviendas y camino rural.</p>	<p>Forestar las laderas. Desatar o desquinchar bloques sueltos o inestables con sismo. No realizar corte inadecuado en el talud. No construir más viviendas en la ladera del cerro.</p>
<p>Río Chili (margen derecha) Cayma 8193510 / 229919 (06)</p>	<p>Área sujeta a caída rocas y derrumbes. Las causas de los fenómenos son: ausencia de vegetación, pendiente del terreno (cañón), dinámica fluvial, y substrato fracturado compuesto por derrames lávicos. Los factores detonantes son sismos y precipitaciones pluviales. El área involucrada tiene una longitud de 1200 m y presentan alturas no mayor de 30m.</p>	<p>El fenómeno afectaría torres de alta tensión y podría represar el cauce del río Chili.</p>	<p>Forestar la zona. Desatar los bloques sueltos, colocar muro de contención. Realizar estudios detallados para estabilidad de taludes.</p>
<p>Río Chili (margen derecha) Cayma 8191943 / 228738 (07)</p>	<p>Área susceptible a derrumbes y caída de rocas. Substrato de mala calidad compuesto por depósitos de flujos, derrames lávicos, con pendiente abrupta, ausencia de vegetación. Por corte de talud se ha desestabilizado. En el sismo del 2001, se presentaron derrumbes y caídas de rocas que afectaron a la carretera de acceso a la central hidroeléctrica.</p>	<p>Afectó la carretera de acceso a la central hidroeléctrica de Charcani en una extensión de 3 km, por sectores a parte baja, torres de alta tensión y terrenos de cultivo.</p>	<p>Forestar. Construir muros de contención. Desatar bloques sueltos.</p>
<p>Río Chili/Central Hidroeléctrica Charcani Cayma 8194400 / 232075 (08)</p>	<p>Área sujeta a caída de rocas, derrumbes, flujos de detritos y deslizamientos Rocas volcánicas (lavas y tobas) fracturadas que muestra inestabilidad. Se identificaron derrumbes y deslizamientos antiguos y modernos. Por corte de talud en muchos sectores se presentaron caídas de rocas y derrumbes (sismo del 2001). Por lluvias de tipo excepcional se generaron flujos o avalanchas de detritos. Se observó, que en los frentes de lava se generan caídas de rocas. Al parecer algunos deslizamientos de tipo traslacional se reactivaron con el sismo del 2001.</p>	<p>Afectaría instalaciones de las centrales hidroeléctricas, y carretera afirmada que comunica a las centrales hidroeléctricas y torres de alta tensión.</p>	<p>Realizar desquinche de rocas sueltas. Realizar estudios puntuales o locales para estabilizar taludes.</p>



Foto 1. Río Chili (margen izquierda), se observa caída de rocas puede afectar cultivos, y canal de regadío



Foto 2. Sector Chilina, sujeta a derrumbes, flujos de detritos y erosión fluvial. Esta quebrada llega a desembocar en la ciudad de Arequipa.



Foto 3. Flujo de detritos en la quebrada Peral, por la presencia de lluvias excepcionales afectaría canal de riego y terrenos de cultivo



Foto 4. Quebrada Azufra. Nótese en color amarillo, depósito del último flujo de pequeña dimensión que descendió por su cauce.



Foto 5. Laderas y taludes propensos a caída de rocas y derrumbes en el cañón del río Chili (ambas márgenes) que obstaculizarían el tránsito y afectan las centrales hidroeléctricas en Charcani.

CUADRO 3. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO LA JOYA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
La Joya La Joya 8174300 / 198700 (09)	Área sujeta a arenamiento Dinámica eólica, ausencia de vegetación, pendiente de terreno. Los depósitos eólicos se presentan en forma de mantos de arena y dunas aisladas. Las arenas de las dunas están compuestas por partículas de cenizas.	Afecta la zona urbana, cultivos y obstruye carretera de acceso de la ciudad de La Joya	Forestar Limpieza continua de las zonas invadidas por las arenas.
Pampa Repartición -Carretera La Cano La Joya 8171644 / 192421 (10)	Área sujeta a arenamiento Ausencia de vegetación. Vientos en dirección noreste que acarrear partículas de arena, y son depositadas en las planicies, formando dunas aisladas. Las arenas de las dunas están compuestas por partículas de cenizas.	Afecta, carretera Panamericana, con invasión de dunas de arena, Este fenómeno se presenta por sectores.	Forestar. Limpieza permanente de las zonas invadidas por la arena.



Foto 6. Arenamiento en carretera de ingreso a La Joya afecta zona urbana y cultivos



Foto 7: Arenamiento en de Pampa Repartición que afecta carretera La Cano.

CUADRO 4. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS UCHUMAYO-SACHACA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
Carretera Arequipa – Uchumayo, Km 17-18 Uchumayo 8182302/212607 (11)	Área sujeta a caída de rocas y derrumbes. Substrato de mala calidad con fracturamiento abierto, diaclasas con orientación a favor del talud, pendiente moderada del terreno, corte de talud para carretera, roca conformada por derrames andesíticos. El tramo afectado es de 400 m, los derrumbes y caídas se presentan con alturas hasta de 10 m.	Este fenómeno afecta la carretera Uchumayo. En el sismo del año 2001 interrumpió el tránsito vehicular.	Desquinchar bloques sueltos, construcción de muros de contención y otras medidas de sostenimiento (mallas de anclaje y concreto lanzado).
Carretera Panamericana Antigua, Arequipa-Cerro Verde/ Larribure Uchumayo 8174442/220251 (12)	Área sujeta a caída de rocas y derrumbes. Substrato fracturado con tipo de rotura mixta y abierta. Las fracturas tienen una orientación a favor del talud, pendiente fuerte del terreno. La zona afectada es de 550 m por sectores, presentan alturas de 15 m. El factor que ha influenciado es el corte de talud para carretera. Los movimientos sísmicos y las intensas precipitaciones pluviales son los factores desencadenantes. En el año 2001 por el sismo se presentaron caídas de rocas.	Este fenómeno afecta especialmente la carretera panamericana obstaculizando el tránsito. Como ocurrido con el sismo del año 2001	Desquinchar bloques sueltos, aplicar medidas de sostenimiento (muros de contención o mallas de anclaje).
Arequipa Uchumayo 8180830/219740 (13)	Área sujeta a caída de rocas Causas: substrato de mala calidad, rocas muy fracturadas con orientación desfavorable, pendiente fuerte de terreno, ausencia de vegetación. Ladera conformada por derrames lávicos, con longitud de arranque de 130 m y altura 30 m. Zona con ocupación antrópica. Se aprecia que las bases de las viviendas están construidas con pircas, lo cual lo hace inestable.	Por la presencia de movimientos sísmicos afectaría 10 viviendas y 200 m de vía férrea	Forestar. Desquinche de bloques sueltos y medidas de sostenimiento. Mejorar el sistema constructivo de las bases de las viviendas.
Casa Blanca Uchumayo 8183026/218043 (14)	Área sujeta a caída de rocas. Las rocas presentan un diaclasamiento con orientación favorable a la pendiente. Terreno con pendiente media. Sin vegetación. Otro factor que ha influenciado es el corte de talud de carretera y de canal que ha desestabilizado en parte al talud.	El tramo afectado es una longitud de 1500m, por sectores. Presenta alturas no mayores a los 40m. También afectaría a canal de regadío	Mantener el sistema de sostenimiento. Desatar bloques sueltos. Forestar.

<p>Cerro Buenavista/Cerro San Pedro Uchumayo-Sachaca 8180500/223750</p> <p>(15)</p>	<p>Área sujeta a caída de rocas En estos cerros la población ha ocupado las laderas en una forma inadecuada. Han construido sus viviendas con cimientos a base de muros secos (pircas). Las rocas están formadas por intrusitos muy fracturados; esto genera cierta inestabilidad. Se aprecian antiguas caídas de rocas, como depósitos de canchales, ocupados por la población. En un flanco del cerro San Pedro está siendo lotizado para la construcción de viviendas. Se han realizado cortes en el talud, lo que puede generar cierta inestabilidad. En caso de un sismo es muy posible que se genere caídas de rocas, o derrumbes de los muros secos.</p>	<p>Si ocurrir movimiento sísmico afectaría a las viviendas y camino rural que ocupan los terrenos de estos cerros.</p>	<p>Mejorar el sistema constructivo de las viviendas. No realizar cortes inadecuados de talud. No habitar en zonas inestables como en las zonas canchales. Para construir viviendas en las laderas de los cerros deben hacerse estudios puntuales.</p>
---	---	--	---



Fotos 8 y 9: Taludes propensos a caída de rocas y derrumbes en tramo de la variante de Uchumayo (Izq.). Rocas fracturadas, que pueden generar caídas de rocas. Antigua carretera Panamericana.

CUADRO 5. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO VÍTOR

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>Vítor-La Cuesta, Torcontamargen izquierda de la quebrada Gramadal Vítor 8186900 / 196250</p> <p>(16)</p>	<p>Área sujeta a deslizamientos, erosión en cárcavas, erosión fluvial y flujos de detritos/lodo; caídas de rocas. Se presentan en ambas márgenes del río Vítor. Para los deslizamientos la principal causa es la infiltración de aguas de la irrigación La Cano, substrato permeable conformado por conglomerados, arenas, y limolitas. Se presentan deslizamientos antiguos, destacando el que se ubica entre las quebradas Millo y Quebrada con una escarpa de 2,5 km de longitud y llega a represar al río Vítor. Deslizamientos modernos con escarpas no mayores a los 800 m y saltos inferiores a 20 m. En los cauces de quebradas afluentes al río Vítor se aprecia material suelto; lluvias excepcionales se podrían generar flujos de detritos o de lodo. Los antiguos flujos han llegado a represar al río en forma parcial, también se ha observado que en sectores el cauce del río ha cambiado de dirección. Las caídas de rocas se presentan en la margen derecha, puede afectar a viviendas. También se puede presentar este fenómeno es los escarpes generado por los deslizamientos. Estos se pueden activar ante la presencia de sismos, lluvias intensas ó actividad antrópica.</p>	<p>Los deslizamientos afectan terrenos de cultivo y carretera de acceso. De presentar flujos afectaría a viviendas ubicadas en pleno cauce de la quebrada. Las caídas de rocas ubicadas en la margen derecha afectarían a terrenos de cultivo y podría afectar viviendas ubicadas en estas márgenes. También afectaría camino rural, campamento antiguo y torres de alta tensión</p>	<p>Utilizar otro sistema de riego, forestar Hacer un sistema de drenaje en la zona. No construir viviendas en las zonas inestables. Monitorear los deslizamientos activos.</p>
<p>Río Vítor (margen izquierda) Arequipa Vítor 8186145/195552</p> <p>(17)</p>	<p>Área sujeta a caída de rocas, derrumbes, erosión de laderas, arenamientos y flujos de detritos o de lodo. Para las caídas de roca, estratos favorables al talud, roca muy fracturada, pendiente moderada a fuerte del terreno, ausencia de vegetación y corte de talud. Rocas con rotura mixta, fracturamientos abiertos de 2 cm, Se observa depósitos en bloques aislados y canchales. En sectores se observa arenamientos y erosión en cárcavas que alimenta la quebrada.</p>	<p>Evento que afecta carretera de acceso y terrenos de cultivo</p>	<p>Realizar desquinche de rocas sueltas, aplicar medidas de sostenimiento y forestar</p>
<p>Vítor-La Capilla-La Cano-Frente al Cerro Tacar-Savala-Berenguel</p>	<p>Área susceptible a deslizamientos, flujos de detritos, caídas de rocas y arenamientos. En el área afloran conglomerados y areniscas conglomerádicas, y</p>	<p>Fenómeno afectaría terrenos de cultivo y carretera. El arenamiento llega a cubrir al</p>	<p>Forestar. Monitorear el área. Cambiar el sistema de</p>

<p>Arequipa Vitor 8171250/283700</p> <p>(18)</p>	<p>limolitas. Se han observado eventos antiguos y recientes. La principal causa de los deslizamientos es la infiltración de las aguas de las irrigaciones entre los conglomerados y la secuencia limolítica, lo que hace que pierdan estabilidad los conglomerados. Estos deslizamientos han llegado a hacer variar la dirección del cauce del río. También se presentan deslizamientos antiguos que han llegado a represar al río Vitor. En la margen izquierda del río se presentan algunos arenamientos que han cubierto el antiguo canal de irrigación y parte el cauce de las quebradas, esta zona tiene una extensión aproximada de 1000 m. En caso de presentarse lluvias excepcionales se pueden generar flujos de lodo. Las caídas de rocas se pueden presentar en las escarpas de los antiguos deslizamientos.</p>	<p>antiguo canal de regadío, afectándolo seriamente. Al ocurrir un movimiento sísmico podría afectar viviendas y camino rural</p>	<p>riego de los terrenos de cultivo. Desatar los bloques sueltos. Para el caso del arenamiento el canal de regadío debe ser cubierto, y eliminar las arenas que migran hacia los terrenos de cultivo.</p>
---	--	---	---



Foto 10. Deslizamiento rotacional en el río Vitor a su margen derecha



Foto 11: Derrumbes en el río Vitor (margen izquierda) interrumpiendo camino rural



Foto 12. Sector La Cuesta a la margen izquierda del río Vitor se observa un deslizamiento antiguo



Foto 13. Deslizamiento y erosión de laderas (cárcavas) en el sector La Capilla, margen derecha del río Vitor.

CUADRO 6. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITO SAN JUAN DE TARUCANI

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
Mirador Carlitos – carretera Arequipa-Puno San Juan de Tarucani 8227619/255000 (19)	Área sujeta a caída de rocas. Causas: Substrato de mala calidad con un fracturamiento a favor del talud, terreno con pendiente fuerte, corte de talud. Los factores desencadenantes son las precipitaciones pluviales y sismos. La zona que puede ser afectada tienen una longitud de 500 m, la altura que puede tener es hasta de 20 m. De presentarse el fenómeno obstaculizaría el tránsito. Como medidas preventivas el talud ha sido banquetado.	Afectaría tramo de carretera obstaculizando el tránsito	Desquinchar o desatar bloques sueltos ubicados en el talud. Emplear medidas de sostenimiento. Colocar en la carretera letreros de prevención sobre la posible caída de rocas.
Quebrada Jatun Occo San Juan de Tarucani 8223300/289900 (20)	Zona sujeta a caída de rocas. Las rocas que afloran son derrames lávicos andesíticos, en los frentes de lava por estar fracturada la roca se presentan caída de rocas. La pendiente del terreno es muy fuerte (frente de lava). Por corte de talud se ha desestabilizado el talud. La zona afectada tiene una longitud de 1500 m, se presentan caídas por sectores, tienen alturas no mayores a 15 m. Ante un movimiento sísmico o lluvias excepcionales se pueden activar estos fenómenos.	Afectaría carretera antigua Arequipa – Puno y pastizales	Mejorar el talud de corte, realizar trabajos de desquinche y forestación
Pampa Patapampa- Parhuallani San Juan de Tarucani 8213457/294450 (21)	Zona sujeta a flujo de detritos, proveniente de las quebradas. Depósitos de huayco compuestos por material grueso en más del 50%, sobre el cual está asentado el poblado de Parhuallani. Ante lluvias de tipo ocasional o excepcional afectaría a viviendas ubicadas en el antiguo cauce de la quebrada	Pueden ser afectadas viviendas, de Parhuallani. ubicados en el cauce y depósito antiguo	Forestar con plantas nativas para estabilizar laderas. Colocar muros de atenuación de flujos en el cauce de la quebrada. Reubicar las viviendas ubicadas dentro del cauce de la quebrada.
Embalse El Frayle San Juan de Tarucani	Área sujeta a erosión de laderas. Rocas conformadas por tobas (de mala calidad) ante lluvias son de fácil erosión.	Afecta Embalse El Frayle incrementando el nivel de	En las zonas más afectadas construir

<p>8217750/271350</p> <p>(22)</p>	<p>El terreno presenta una pendiente suave a moderada. Las erosiones que se presentan son en cárcavas y bad lands. Este evento se presenta al contorno del embalse. Se observó derrumbes y flujos de lodo de menores dimensiones. Los fenómenos mencionados están sedimentando la presa.</p>	<p>sedimentación</p>	<p>muros en el cauce de las pequeñas quebradas con el fin de atenuar la erosión, En las inmediaciones uno de los diques ubicados en el sector oeste se ha construido un muro con la finalidad de parar la erosión.</p>
-----------------------------------	--	----------------------	--



Foto 14. Abanico de flujo de detritos en pampa Patapampa donde se asienta el poblado de Parhuallani.



Foto 15. Erosión de laderas en los alrededores de la Represa el Frayle.

CUADRO 7. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS MOLLEBAYA-QUEQUEÑA-YARABAMBA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD OCASIONADOS	Y/O RECOMENDACIONES
Yarabamba Yarabamba 8169566 / 235639 (23)	La población de Yarabamba está asentada sobre una zona de confluencia de quebradas; margen derecha sujeta a erosión fluvial. Por la margen derecha se muestra depósito de material de desmonte, provocando la reducción del cauce. Esto puede originar colmatación del río e inundaciones por la margen izquierda.	Este fenómeno afectaría puentes y terrenos de cultivo.	No eliminar desmonte en el cauce del río y colmatación del río. Construir muros para evitar



Foto 16. Río Yarabamba. Botadero de desmonte en la margen derecha que estrecha su cauce.

CUADRO 8. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS MOLLEBAYA Y CHIGUATA-PAUCARPATA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITO MOLLEBAYA			
Mollebaya Mollebaya 8175970 / 236130 (24)	Área sujeta a erosión fluvial. Causas: Naturaleza de suelo, pendiente de terreno, ausencia de vegetación y dinámica fluvial. Planicie donde se observa niveles de terrazas que son erosionados en ambas márgenes. Donde también se generan derrumbes	Puede afectar al canal que se encuentra en la margen izquierda y cultivos.	Limpieza del cauce, mejorar los muros de contención
Cerro Pajonal. Carretera a Chapi Mollebaya 8173820 / 236150 (25)	Área sujeta a caída de rocas, flujos de lodo y erosión de laderas (cárcavas). Se presenta un sustrato de mala calidad conformado por depósitos piroclásticos, estos terrenos dan pendiente moderada. Estas se activan en tiempos de lluvias, y por sus pequeños cauces se pueden generar flujos de detritos y/o lodo.	La profundización de la erosión afecta a la carretera en una longitud de 200 m. y terrenos de cultivo.	Forestar las laderas. Construir cunetas y badenes
DISTRITO CHIGUATA			
Poblado de Tambo de Sal Arequipa Chiguata 8194175 / 270228 (26)	El área esta sujeta a la ocurrencia de flujos de detritos, durante las temporadas de lluvias ocasionales o excepcionales. En el cauce se evidencia material suelto compuesto por más del 50% de grueso, proveniente de un evento antiguo sobre el que esta asentado el poblado Tambo de Sal. No se observa ningún tipo de vegetación	Afectaría al poblado de Tambo de Sal, y tramo de carretera San Juan de Tarucani-Chiguata.	Canalizar la quebrada. Reubicar las viviendas ubicadas dentro del cauce de la quebrada. No construir más viviendas en el cauce de la quebrada.
La Calera - Canal Cangallo – Río Andamayo Paucarpata-Chiguata- Sabandía 8185109 / 241160 (27)	Área sujeta a derrumbes, erosión y flujo de detritos. Sustrato de mala calidad, ausencia de vegetación, pendiente de terreno, dinámica fluvial. Los factores detonantes son los movimientos sísmicos y precipitaciones pluviales. Se observa derrumbes antiguos ocurridos en la confluencia del río Andamayo y el canal Cangallo, eventos con longitud de arranque hasta de 300 m y altura de 20 m. Las quebradas son alimentadas por erosiones en cárcavas y estos generan flujos de detritos dejando depósitos los cuales son utilizados como canteras de agregados.	Eventos afectarían tramo de carretera, puente, y cultivo. Puede represar al río Andamayo.	Realizar medidas de sostenimiento, realizar excavaciones con criterio técnico para no inestabilizar el talud y forestar



Foto 17. Erosión Fluvial en el río Mollebaya



Foto 18: Depósito antiguo de flujo de detritos donde se ubica el poblado de Tambo de Sal.



Foto 19. Canal Cangallo se observa derrumbes y erosión de laderas en las márgenes.

CUADRO 9. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS CHARACATO Y SABANDÍA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITO CHARACATO			
Mosopuquio / Morocancha Quebrada Canuma Characato 8179800 / 248550 (28)	<p>Área sujeta a erosión en cárcavas y flujo de detritos. Quebradas con material susceptibles a ser removidos, pendiente de las quebradas, terrenos desprovistos de vegetación. Los factores detonantes son las precipitaciones pluviales de tipo ocasional o excepcional. Se muestran antiguos depósitos de detritos. Estas quebradas tienen sus nacientes en el volcán Pichu Pichu. Dentro de los depósitos antiguos se encuentran asentados los poblados de Mosopuquio y Morocancha Se observó también erosiones en cárcavas. Estos flujos han tenido recorridos hasta de 5 km.</p>	Afectaría: trocha carrozable de acceso a terrenos de cultivo y viviendas ubicadas próximos a los cauces de la quebrada	<p>Forestar. Construir badenes en las áreas que cruza la vía de acceso a la quebrada. No permitir la construcción de viviendas dentro del cauce de las quebradas.</p>
DISTRITO SABANDIA			
Cerro Quisco Sabandia 8178200/234900 (29)	<p>Área sujeta a erosión de laderas (cárcavas). Rocas volcánicas de tipo tobas, de mala calidad de fácil erosión, que ante lluvias son de fácil erosión. Los terrenos presentan pendiente moderada y están desprovistos de vegetación. Se pueden generar flujos de lodo de menores dimensiones.</p>	Compromete viviendas y terrenos de cultivos	<p>Forestar. En las zonas acentuadas con erosiones colocar muros, con el fin de atenuar la erosión.</p>



Foto 20. Poblado de Mosopuquio ubicado sobre un depósito de flujo antiguo



Foto 21. Erosión fluvial en es sector Albertazo.

CUADRO 10. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS YURA Y CERRO COLORADO

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
<p>Carretera Yura-Puno/Yura Viejo. Yura 8203750 / 210450</p> <p>(30)</p>	<p>Área sujeta a caída de rocas y erosiones de laderas. Afloran rocas volcánicas de tipo derrames lávicos y tobas. Los derrames lávicos presentan caídas de rocas, las fracturas forman cuñas y tienen un sistema de fracturamiento a favor de la pendiente, el corte de talud desestabilizó la ladera. Los factores detonantes son sismos y precipitaciones pluviales. Con el sismo del año 2001 se presentaron grandes acumulaciones de bloques de caídas de rocas que obstaculizaron la vía Yura-Puno, de forma angulosa y diámetros de hasta 2 m. La zona que puede ser afectada es 2,5 km aproximadamente, se han presentado caídas de rocas con longitudes no mayores a los 100 m, con alturas no mayores a los 40m. En las tobas se generan erosiones de ladera.</p>	<p>La caída de rocas afecta a la carretera Yura-Puno en un tramo de 2,5 km. Las erosiones de la ladera afecta al tramo de carretera mencionado como también a pastizales.</p>	<p>Desquinchar bloques sueltos. Hacer estudios más detallados de estabilidad de taludes, para tomar medidas correctivas correctas. Forestar las laderas.</p>
<p>Carretera Yura – Huanca Km 8+880. Yura 8208237 / 207953 (31)</p>	<p>Área sujeta a flujo de detritos. Causas: Naturaleza de suelo incompetente, pendiente del terreno ausencia de vegetación, precipitaciones pluviales y dinámica fluvial. Ladera con depósito en forma de cono abanico de material grueso mayor a 50% y distancia recorrida de 1150m. Quebrada alimentada con caída de rocas y derrumbes.</p>	<p>Afectaría carretera.</p>	<p>Forestar, canalizar y muros transversales a la quebrada.</p>
<p>Ciudad de Dios/Virgen de Chapi Yura 8196439 / 220724 (32)</p>	<p>Área sujeta a flujos de detritos. En el cauce de la quebrada se encuentra material suelto y removido por labores de canteras; material grueso mayor al 50%. En los depósitos antiguos se encuentran asentadas las viviendas, como también algunas viviendas ubicadas en pleno cauce de la quebrada. Los cauces de las quebradas están siendo rellenadas por desmonte, llegándolas a estrecharlas. No hay presencia de vegetación. También se pueden presentar erosiones de ladera, por ser rocas (tobas) de fácil erosión, el material proveniente de estos procesos alimentaría a las quebradas. Se muestran construcciones de puentes, en la carretera.</p>	<p>Afectaría viviendas y puente (carretera a Yura) si se presentan lluvias excepcionales.</p>	<p>Canalizar la quebrada. Muros de atenuación de flujos. No rellenar con desmonte los cauces de la quebrada. Forestar el área. No permitir el crecimiento urbano hacia los cauces de quebradas.</p>



Foto 22. Zona susceptible a flujos de detritos y erosión en las laderas adyacentes al centro poblado de Ciudad de Dios.



Foto 23: Erosión en cárcavas y posibilidad de ocurrencia de flujo de detritos en el sector Virgen de Chapi.



Foto 24 y 25. Flujos de detritos excepcionales que afectan tramo de carretera Yura-Huanca-Lluta, así como acceso a las canteras de la minas de calizas de Cementos Yura.

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
Quebrada Azufrera – Fundo Cabrería. Cerro Colorado-Yura 8196187 / 227923 (33)	Área sujeta a flujo de detritos. Flujo antiguo de material grueso mayor a 50%, con algunos pequeños depósitos de flujos más modernos, estos se genera en épocas de precipitaciones excepcionales. Actualmente en las márgenes del cauce de la quebrada, se están construyendo viviendas, recientemente urbanizadas (Fundo Cabrería). También se apreció explotación de agregados (canteras), que están dejando material removido en todo el cauce de la quebrada. Antiguos depósitos de lahares provenientes del Chachani.	Afectaría viviendas y carreteras afirmadas.	Forestar. Canalizar la quebrada, desde aguas arriba. Colocar muros de atenuación de flujos en el sector de Cabrería. No más expansión urbana hacia los cauces de la torrentera.
Quebrada Torconta / margen izquierda de la quebrada Gramadal. Yura 8200450 / 200350 (34)	Flujo de detritos y caída de rocas. Se observan antiguos flujos de detritos y modernos. En los cauces de las quebradas se observa material suelto, no presenta vegetación. Ante la presencia de lluvias de tipo ocasional o excepcional se van a presentar flujos de detritos. El flujo con mayor recorrido es de 3500 m. La quebrada es alimentada con caída de rocas y erosión de laderas.	Afectaría camino rural, campamento antiguo y torres de alta tensión.	Forestar la ladera. Canalizar las quebradas que estén dentro de la influencia de las torres de alta tensión.
Nueva Carretera Huanca-Yura (km.7+280 al 11+630) Yura 8213427 / 197433 (35)	Erosión fluvial, caída de rocas, derrumbe y flujos de detritos y erosión de ladera.- Por las lluvias excepcionales del año 2012, la quebrada Liquirca incrementó su caudal, provocando erosión fluvial en ambas márgenes. Se generaron también caídas de rocas y derrumbes siendo las causas corte de talud de carretera, estratificación a favor de la pendiente. Por la reactivación de las erosiones de ladera, se generaron flujos de detritos.	La erosión fluvial afectó tramo carretero entre las progresivas 7+280 a 11+630, por sectores comprendidos entre 50 a 100 m. Los derrumbes y caídas de rocas en sectores menores a los 20 m.	Hacer estudios detallados para el nuevo trazo de carretera. Elevar el trazo de carretera, con la final que esta fuera del cauce antiguo de la quebrada. Para las erosiones de ladera, en los cauces de las pequeñas incisiones del terreno, evitar la acumulación de material suelto, por ejemplo mediante la construcción de muros disipadores.



Foto 26. Flujo de detritos en la quebrada Azufrera - fundo Cabrería



Foto 27 y 28.- Quebrada Liquirca, aumento su caudal en el periodo lluvioso 2012, generando erosión fluvial en la margen derecha, afectando tramo carretero Yura-Huanca en 100 m (Km 9+720).

CUADRO 11. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS ALTO SELVA ALEGRE/CAYMA, MARIANO MELGAR, MIRAFLORES Y SOCABAYA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITO MARIANO MIRAFLORES			
(36) Puente Ricardo Palma (torrentera), quebrada Honda/Churupara (Peregrinos de Chapi) 8187800 / 232250	Área sujeta a flujos de detritos. El cauce de la torrentera se encuentra con material suelto, generado por las labores antiguas y actuales de canteras (agregados), desmonte y basurales. Se observó que a lo largo del cauce de la torrentera se han construido edificaciones que han reducido el mismo. En caso de lluvias excepcionales se podrían generar flujos de detritos que se desplazarían a lo largo del cauce de la torrentera. Sobre el cauce de la quebrada Honda/Churupara está asentado el poblado de Los Peregrinos de Chapi. Se tienen algunas canteras (ladrilleras), que han removido el cauce de la quebrada que originado material suelto. Los flujos se pueden presentar por lluvias de tipo excepcional.	Afectaría a edificaciones ubicadas a lo largo de la torrentera y quebrada, como también vías de acceso y puentes.	Canalizar el cauce de la quebrada y limpieza. No eliminar desmonte y residuos sólidos al cauce de torrentera. No construir más viviendas en el cauce y en los bordes de la torrentera. Reubicar viviendas ubicadas en el cauce.
(40) Puente Arnao-Tahuantinsuyo Miraflores 8186759 / 231817	Área sujeta a caída de rocas. Roca volcánica, con fracturamiento a favor de la pendiente con pendiente fuerte. Se observó la ausencia de vegetación, y corte de talud que ha desestabilizó el talud. Las fracturas de las rocas son de forma mixta. La zona afectada tiene una longitud de 125 m, su arranque irregular y discontinuo, la altura que pueden tener las caídas es menor a 20 m. Se observó bloques sueltos al pie del talud por los trabajos realizados para la instalación de servicios básicos (agua y desagüe). Estos fenómenos se pueden presentar ante movimientos sísmicos o con fuertes precipitaciones pluviales.	Podría afectar a los transeúntes y carretera obstaculizando el tránsito.	Desquinchar bloques sueltos. Medidas de sostenimiento, para ello requiere de estudios más detallados.
DISTRITOS DE MIRAFLORES-MARIANO MELGAR			
Quebrada San Lázaro, Frente a cerro Pajonal – Villa Mirador 8186200 / 233100	Área sujeta a caída de rocas, erosión de laderas y flujo de detritos. Las rocas son de mala calidad (Tobas), presentan una orientación favorable a la pendiente, en cauce de la quebrada se encuentra material de remoción antiguo. En las laderas se observa ausencia de vegetación. Caídas de rocas por sectores, se observan depósitos antiguos de caídas acumulados como canchales, con fragmentos de roca hasta de 0.5 m.	Podría afectar viviendas construidas dentro del cauce de la torrentera y en las laderas de los cerros.	Forestar ladera. Mejorar sistema constructivo de viviendas. Canalizar totalmente la torrentera.

(37)	<p>También se presenta erosión de laderas. Los fenómenos mencionados alimentan a la quebrada y en caso de lluvias excepcionales pueden generar flujos. En sectores de la torrentera se observó canteras que han removido el material del cauce, que es de fácil transporte. Se observó también secuencias de antiguos lahares provenientes del Misti</p>		<p>No ubicar viviendas en el cauce de la torrentera, las que se encuentran dentro de ella reubicarlas. No más viviendas dentro de la torrentera.</p>
DISTRITO DE SOCABAYA			
(38)	<p>Área sujeta a erosión fluvial. Terrazas conformadas por gravas y bloques englobados en una matriz arenolimosas; relleno en la margen derecha que ha estrechado el cauce. La longitud que puede ser erosionada es de 425 m. Este fenómeno se puede dar por lluvias ocasionales o de tipo excepcional. En el año 1980, se produjo una inundación a raíz de la obturación del puente, se formó una represa y el agua se desbordó por ambas márgenes.</p>	<p>Puede afectar a terrenos de cultivo y puente La Marina.</p>	<p>Limpieza del cauce. No eliminar desmonte y basura a los bordes del río. El puente tiene defensas ribereñas.</p>
(39)	<p>Área sujeta a erosión fluvial. Terrazas conformadas por rocas de fácil erosión por la dinámica fluvial del río Machahuay. La longitud que puede ser erosionada es de 350 m, este fenómeno se presenta en ambas márgenes</p>	<p>De continuar la erosión podría afectar la estructura del puente Afecta directamente a terrenos de cultivo.</p>	<p>Mejorar el enrocado en la margen derecha y enrocar la margen izquierda</p>



Foto 29. Caída de rocas, erosión y flujo de detritos en las laderas del cerro Pajonal, ocupadas por el sector de Villa Mirador.

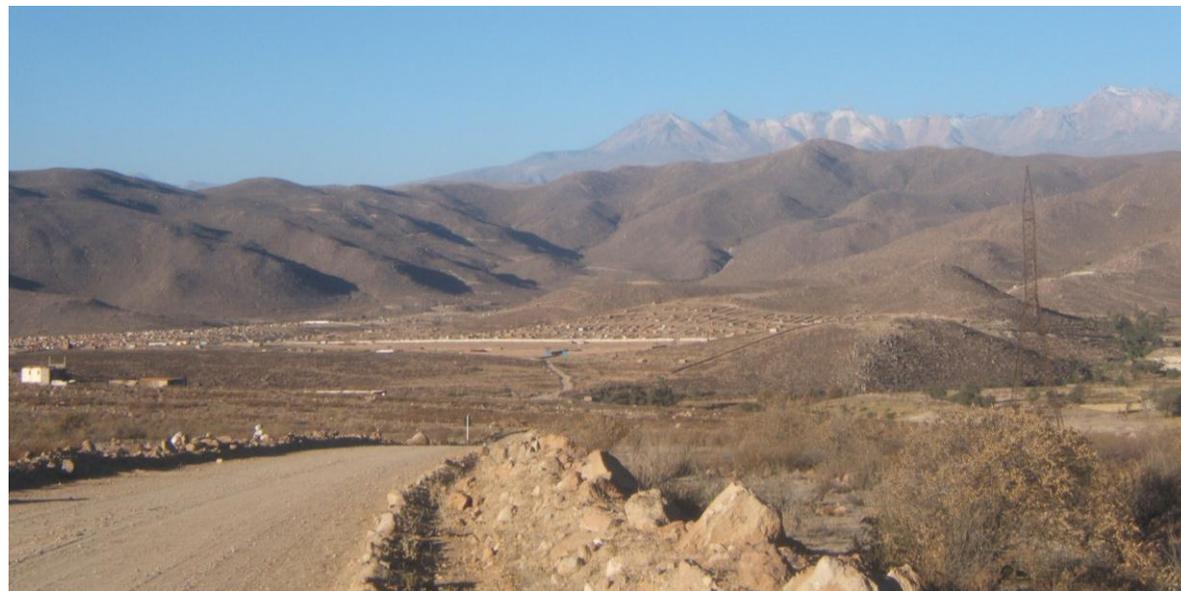


Foto 30. Quebrada Honda. Depósito de flujo antiguo donde se encuentra ubicado el poblado de Los Peregrinos del Chapi



Foto 31. Erosión fluvial en el río Chili con lluvias excepcionales afectaría los cultivos.



Foto 32. Caída de rocas en el sector la Rinconada



Foto 33. Caída de rocas en el puente Arnao Tahuantinsuyo

CUADRO 12. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA DE AREQUIPA, DISTRITOS TIABAYA, PAUCARPATA, SANTA RITA DE SIGUAS

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICO	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITO PAUCARPATA			
Miguel Grau – Ciudad Blanca. Paucarpata 8183780 / 234606 (41)	Área sujeta a flujos de detritos. Causas: Pendiente de terreno, Ausencia de vegetación y como factor detonante precipitaciones. Quebrada con material suelto antigua sin indicios de presencia de flujos modernos, utilizado como botaderos de desmonte y residuos sólidos (basura). Se genera erosión antrópica por la presencia de ladrilleras.	De presentarse lluvia excepcionales podría afectar viviendas que se encuentra situadas en el cauce	Forestar la zona, canalizar la quebrada y limpieza del cauce.
DISTRITO SANTA RITA DE SIGUAS			
Carretera Panamericana Sur Km 93+000 a 94+000 Santa Rita de Sigwas 8184576 / 812000 (42)	Área sujeta a arenamiento Material suelto (cenizas volcánicas) de fácil remoción por el viento. Esta zona presenta escasa vegetación. Los depósitos eólicos se presentan en forma de mantos de arena y dunas aisladas que invaden la carretera.	Afecta a la carretera Panamericana en un tramo de 1 km.	Limpieza constante de las dunas que invaden la carretera. Corta vientos. Forestar.
Siguas Zarzal / Carretera Panamericana Sur 8187939 / 803996 (43)	Área susceptible a deslizamientos, y caídas de rocas. En área afloran conglomerados y areniscas conglomeráticas, y limolitas. Se han observado eventos antiguos y recientes. La principal causa de los deslizamientos es la infiltración de las aguas de las irrigaciones entre los conglomerados y la secuencia limolítica, lo que hace que pierda estabilidad los conglomerados. Estos deslizamientos han llegado a hacer variar la dirección del cauce del río. También se presentan deslizamientos antiguos que han llegado a represar al río Sigwas. También se pueden generar en las zonas de las escarpas de los deslizamientos modernos. Las caídas de rocas se pueden presentar en las escarpas de los antiguos deslizamientos.	Los deslizamientos actualmente están afectando terrenos de cultivo y trocha carrozable de acceso. De seguir el movimiento también afectaría a la carretera Panamericana Sur.	Forestar. Monitorear el área. Cambiar el sistema de riego de los terrenos de cultivo. Sistemas de drenajes para los sectores donde hay infiltración de Desatar los bloques sueltos. Para el caso de las caídas en lo posible desatar los bloques sueltos.



Foto 34. Laderas propensas a caída de rocas con sismos, en el cerro San Pedro.



Foto 35. Arenamiento que invade carretera panamericana sur Km 93+000 a 94+000, pampa de Sigüas.



Foto 36. Deslizamiento en el sector de Alto Sigüas (El Zarzal), margen derecha del río Sigüas.



Fotos 37 y 38. Deslizamientos con represamiento parciales del valle de Sigwas, sector Pachaqui / Santa Ana.

CUADRO 13. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA CAYLLOMA, DISTRITOS SAN ANTONIO DE CHUCA, YANQUE, LLUTA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICOS	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITO IMATA			
Río Chili – Puente Imata Imata San Antonio de Chuca 8248036 / 276159 (44)	Área sujeta a inundación fluvial En tiempos de lluvias excepcionales, la llanura se inunda. Las inundaciones se pueden presentar en ambos márgenes del cauce, también se pueden presentar erosiones fluviales.	Fenómeno que podría afectar a puente Imata, terrenos de cultivo y pastizales	Limpieza del cauce antes del periodo lluvioso para evitar la colmatación. Canalizar el río.
DISTRITO YANQUE			
Challhuanca/Huara Hurto (margen derecha) 8262840 / 251937 (45)	Área sujeto a erosiones fluviales y flujos de detritos. Se presenta erosión fluvial por la margen derecha del río Challhuanca. La terraza está conformada por gravas y arenas. En tiempos de crecida esta área es erosionada. A lo largo del acceso al poblado de Challhuanca se identificaron una serie de flujos de detritos que activan con periodos lluviosos de tipo excepcional.	Por la presencia de lluvias excepcionales afectaría carretera y pastizales.	Colocar muros transversales a las quebradas. Construir badenes a lo largo de la trocha afirmada
DISTRITO LLUTA			
Mina de Sal / Quebrada Quishuarmayo 8231432 / 179318 (46)	Área sujeta a deslizamientos y caídas de rocas. Se observan eventos antiguos y modernos. El deslizamiento que destaca se ubica en la mina El Sol, se da en Capas Rojas con niveles de sal, meteorizadas. La escarpa principal tiene una longitud de 350 m; agrietamientos de forma paralela y transversal a la escarpa principal, tienen aberturas hasta de 10 cm y con profundidades comprobadas hasta de 2 m. El terreno con pendiente moderada y con ausencia de vegetación. Las rocas presentan venillas de sal y yeso, esto contribuye a un aceleramiento de los movimientos, pues, el yeso al saturarse de agua aumenta su volumen, lo que lo hace inestable. Con las lluvias estacionales se satura el terreno, perdiendo estabilidad. En la parte alta de la quebrada Quihuarmayo, sucedieron dos eventos, un deslizamiento (margen derecha) y una caída de rocas (margen izquierda) que llegaron a represar a la quebrada. Se aprecia también antiguos deslizamientos	Podría afectar camino rural y antiguas labores mineras. También puede ser afectado el canal de regadío. Puede represar a la quebrada Quihuarmayo.	Forestar zona. En la zona de la Mina de Sal restringir el acceso hacia las labores. No realizar cortes de talud en las zonas inestables. En las zonas de caídas de rocas y por donde discurre el canal de regadío es recomendable que el canal sea cubierto. Forestar la zona.

	que han llegado a represar a la quebrada. En caso de un sismo es muy probable que se generen caídas de rocas.		
Huasamayoc/Jesau 8225950 / 818150 (47)	Área sujeta a deslizamientos, derrumbes, erosión de laderas y flujos de detritos. Rocas sedimentarias meteorizadas y fracturadas, generan suelos potentes e impermeables. En la margen derecha se observa un deslizamiento de tipo traslacional y en la margen izquierda deslizamientos rotacionales y derrumbes. Los deslizamientos de la margen izquierda se han reactivado, por malas técnicas de regadío y también ha influenciado la erosión fluvial del río Lluta. También se observo erosión en cárcavas que alimenta la quebrada y generan flujos de detritos.	Afectaría terrenos de cultivo y carretera de acceso a Lluta-Huasamayoc. Puede represar al río Lluta.	Cambiar el sistema de regadío. Realizar sistemas de drenaje en el cuerpo de los deslizamientos activados. No realizar costes indebidos en el talud. Forestar en las zonas donde se ubican las cárcavas.
Puente Vasco 8224150 / 188350 (48)	Área sujeta a deslizamientos, derrumbes, y erosiones de ladera. Se aprecian antiguos derrumbes que forman canchales, que se han activado por el corte de talud. El deslizamiento ubicado en la margen izquierda del río Pionrijma, es de tipo rotacional con escarpa única de forma circular y con longitud de 250 m, en caso de reactivarse puede represar al río. Las erosiones en cárcavas alimentan con material suelto al río generando flujos de detritos de menores proporciones.	Afecta carretera Huanca-Talla en 4 km.	Realizar medidas correctivas (muros de contención). Mantener constantemente la carretera. No realizar cortes de talud en la zona del deslizamiento. Para a las erosiones en cárcavas colocar muros transversales a su cauce con la finalidad de atenuar su avance. Forestar.



Foto 39. Área susceptible a erosión fluvial y flujos de detritos en el río Chili Puente Imata



Foto 40. Flujo de detritos en el sector Huara Hurto.



Foto 41. Deslizamiento en la quebrada Lisera margen derecha.



Foto 42. Erosión en cárcavas en la margen derecha de la quebrada Pichirijma



Fotos 43 y 44. Izquierda: Deslizamiento antiguo en el sector Huasamayoc, aprovechado como terreno de cultivo.
Derecha: Deslizamiento en el sector Puente Vasco

CUADRO 14. ZONAS CRÍTICAS EN LA CUENCA QUILCA- VÍTOR-CHILI, PROVINCIA CAYLLOMA, DISTRITO HUANCA

PARAJE/ SECTOR DISTRITO COORDENADAS / CÓDIGO	SUSCEPTIBILIDAD / COMENTARIO GEODINÁMICOS	VULNERABILIDAD Y/O DAÑOS OCASIONADOS	RECOMENDACIONES
DISTRITO LLUTA			
Vertiente sur de los nevados Ampato y Sabancaya (49)	Flujos de detritos (lahares): Se reconocen varios flujos recientes, probablemente asociados a la última actividad eruptiva del Sabancaya (1986-1990), canalizados en las quebradas, sobre una altiplanicie volcánica (Pampa Jatun Pampa) disectada por varias quebradas (Quellocancha, Jaruma y Yurachuayjo).	Si bien es cierto no existe mucha infraestructura en esta zona, se debe prever su ocurrencia en el caso de proyectos futuros sobre esta área.	Zona no apta para la construcción de obras de infraestructura.
DISTRITO HUANCA			
Carretera Chivay – Arequipa Km. 53+000 / Cerro Taco Ancara 8257200 / 224450 (50)	Área sujeta a caída de rocas. Se aprecian afloramientos de rocas volcánicas son frente de lava, se encuentran fracturadas y muestran pendiente fuerte, que ante movimientos sísmicos o fuertes precipitaciones pluviales pueden activarse. La zona que puede ser afectada tiene una longitud de 150m, la altura que puede alcanzar la caída de rocas es menor a los 80.m. E n el cuerpo del antiguo depósito se observan bloques hasta de 1m.	Afectaría carretera	Muros de contención.
Cerro Cantera / Santuario del Señor de Huanca / Río Lihualla. Caylloma. Huanca 8224800 / 193250 (51)	Área sujeta a deslizamientos, caídas de rocas y flujos. Se aprecian deslizamientos antiguos y recientes de tipo rotacional y traslacional ubicados en ambas márgenes del río Lihualla. Se presenta un flujo de detritos, que descendió por la quebrada Huayco en la margen derecha represando el río Lihualla. Deslizamiento rotacional reciente en la margen izquierda del río Lihualla, presenta escarpa única de forma circular con longitud de 150 m, desnivel entre escarpa y pie 50 m. En la margen derecha, sector de Señor de Huanca se presentan antiguas caídas de rocas, que pueden ser activadas por movimientos sísmico se observan bloques aislados con diámetros hasta de 4 m.	Carretera de acceso y al Santuario del Señor de Huanca. Afectaría terrenos de cultivo.	Para la caída de rocas, desatar bloques sueltos. Para la zona de deslizamientos no irrigar los terrenos por inundación.

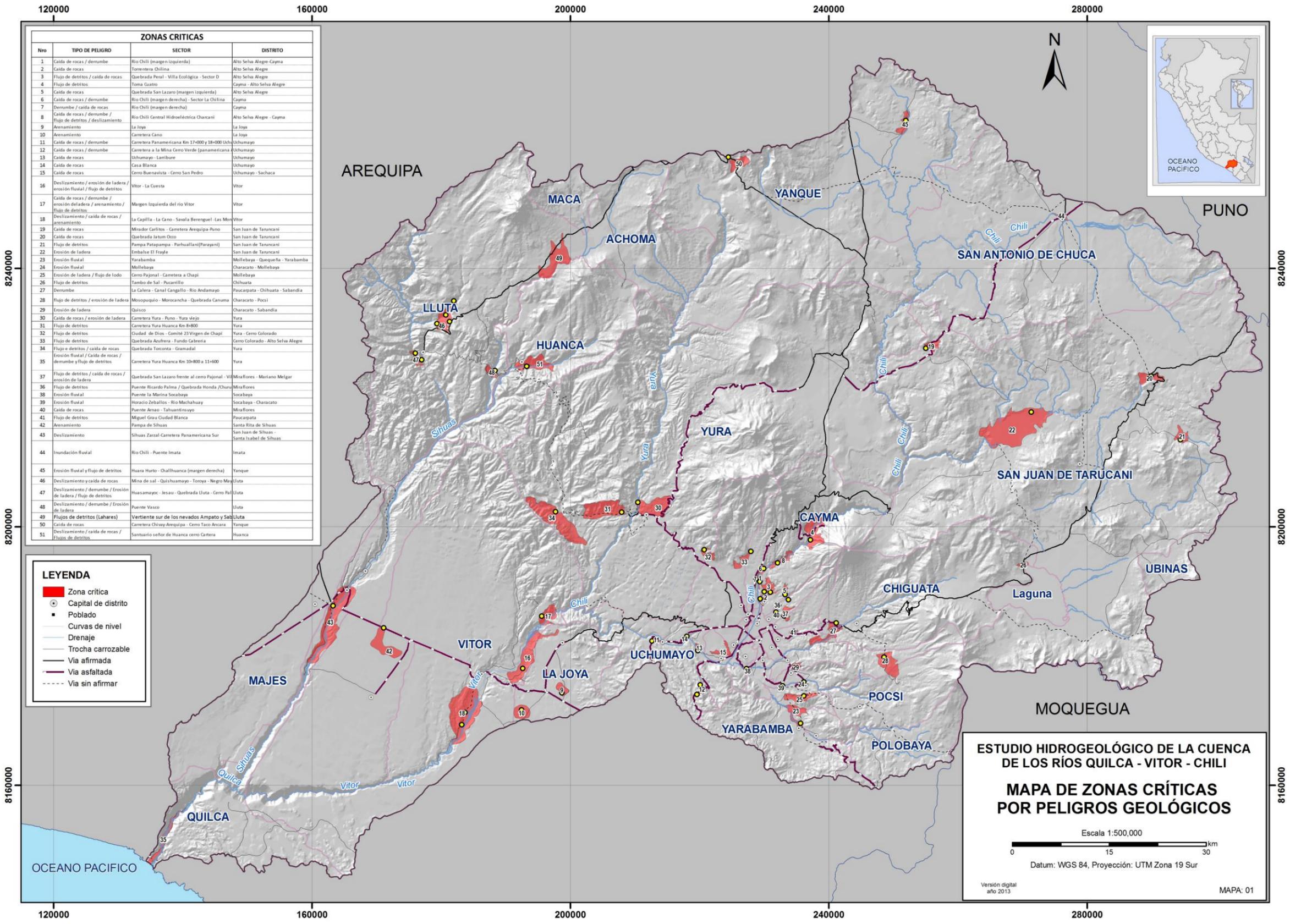


Foto 45. Caída de rocas en la Carretera Chivay Km 53+000



Foto 46. Caída de rocas en la margen derecha del el río Lihualla. Cerro Cantera, Santuario del señor de Huanta.

**ANEXO 2: MAPA DE ZONAS CRÍTICAS
POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA CUENCA**



ZONAS CRITICAS			
Nro	TIPO DE PELIGRO	SECTOR	DISTRITO
1	Caída de rocas / derrumbe	Rio Chili (margen izquierda)	Alto Selva Alegre - Cayma
2	Caída de rocas	Torreñera - Chillina	Alto Selva Alegre
3	Flujo de detritos / caída de rocas	Quebrada Peral - Villa Ecológica - Sector D	Rio Selva Alegre
4	Flujo de detritos	Toma Guato	Cayma - Alto Selva Alegre
5	Caída de rocas	Quebrada San Lazaro (margen izquierda)	Alto Selva Alegre
6	Caída de rocas / derrumbe	Rio Chili (margen derecha) - Sector La Chillina	Cayma
7	Derrumbe / caída de rocas	Rio Chili (margen derecha)	Cayma
8	Caída de rocas / derrumbe / flujo de detritos / deslizamiento	Rio Chili Central Hidroeléctrica Chancani	Alto Selva Alegre - Cayma
9	Arenamiento	La Joya	La Joya
10	Arenamiento	Carretera Cano	La Joya
11	Caída de rocas / derrumbe	Carretera Panamericana Km 17-000 y 18-000 Uchumayo	Uchumayo
12	Caída de rocas / derrumbe	Carretera a La Mina Cerro Verde (panamericana)	Uchumayo
13	Caída de rocas	Uchumayo - Lambure	Uchumayo
14	Caída de rocas	Casa Blanca	Uchumayo
15	Caída de rocas	Cerro Buenavista - Cerro San Pedro	Uchumayo - Sachaca
16	Deslizamiento / erosión de ladera / erosión fluvial / flujo de detritos	Vitor - La Cuesta	Vitor
17	Caída de rocas / derrumbe / erosión de ladera / arenamiento / flujo de detritos	Margen izquierda del rio Vitor	Vitor
18	Deslizamiento / caída de rocas / arenamiento	La Capilla - La Cano - Savala Berenguel - Las Moras	Vitor
19	Caída de rocas	Mirador Carlitos - Carretera Arequipa-Puno	San Juan de Tarucani
20	Caída de rocas	Quebrada Jatun Oco	San Juan de Tarucani
21	Flujo de detritos	Pampa Patapampa - Parhuallari (Parayani)	San Juan de Tarucani
22	Erosión de ladera	Embalse El Frayle	San Juan de Tarucani
23	Erosión fluvial	Yarabamba	Mollebaya - Quequeña - Yarabamba
24	Erosión fluvial	Mollebaya	Characato - Mollebaya
25	Erosión de ladera / flujo de lodo	Cerro Pajonal - Carretera a Chapi	Mollebaya
26	Flujo de detritos	Tambo de Sal - Pucanillo	Chihuata
27	Derrumbe	La Calera - Canal Cangallo - Rio Andamayo	Paucarpata - Chihuata - Sabandía
28	Flujo de detritos / erosión de ladera	Mosopuquio - Morococha - Quebrada Canuma	Characato - Pochi
29	Erosión de ladera	Quilco	Characato - Sabandía
30	Caída de rocas / erosión de ladera	Carretera Yura - Puno - Yura viejo	Yura
31	Flujo de detritos	Carretera Yura Huanca Km 8-800	Yura
32	Flujo de detritos	Ciudad de Dios - Comité 23 Virgen de Chapi	Yura - Cerro Colorado
33	Flujo de detritos	Quebrada Azufre - Fundo Gabreña	Cerro Colorado - Alto Selva Alegre
34	Flujo de detritos / caída de rocas	Quebrada Torcota - Gramadal	Yura
35	Caída de rocas / derrumbe / flujo de detritos	Carretera Yura Huanca Km 10-800 a 11-600	Yura
36	Flujo de detritos / caída de rocas / erosión de ladera	Quebrada San Lazaro frente al cerro Pajonal - Vitor	Miraflores - Mariano Melgar
37	Flujo de detritos	Puente Ricardo Palma / Quebrada Honda / Churru	Miraflores
38	Erosión fluvial	Puente La Marina Socabaya	Socabaya
39	Erosión fluvial	Horacio Zeballos - Rio Machahuay	Socabaya - Characato
40	Caída de rocas	Puente Amazo - Tahuantimayo	Miraflores
41	Flujo de detritos	Miguel Grau Ciudad Blanca	Paucarpata
42	Arenamiento	Pampa de Sihuas	Santa Rita de Sihuas
43	Deslizamiento	Sihuas Zarzal - Carretera Panamericana Sur	San Juan de Sihuas - Santa Isabel de Sihuas
44	Inundación fluvial	Rio Chili - Puente Imata	Imata
45	Erosión fluvial y flujo de detritos	Huana Huato - Challhuanca (margen derecha)	Yanque
46	Deslizamiento y caída de rocas	Mina de sal - Quishuamayo - Toroya - Negro Mar	Uta
47	Deslizamiento / derrumbe / erosión de ladera / flujo de detritos	Huamayo - Jesau - Quebrada Uta - Cerro Pall	Uta
48	Deslizamiento / derrumbe / erosión de ladera	Puente Vasco	Uta
49	Flujos de detritos (Lahares)	Vertiente sur de los nevados Ampato y Sab	Uta
50	Caída de rocas	Carretera Chivay Arequipa - Cerro Tazo Ancara	Yanque
51	Deslizamiento / caída de rocas / flujo de detritos	Santuario Señor de Huanca cerro Cartera	Huancá

LEYENDA	
	Zona crítica
	Capital de distrito
	Poblado
	Curvas de nivel
	Drenaje
	Trocha carrozable
	Via afirmada
	Via sin afirmar

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA CUENCA DE LOS RÍOS QUILCA - VITOR - CHILI

MAPA DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS

Escala 1:500,000

0 15 30 km

Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 19 Sur

Versión digital año 2013 MAPA: 01