

Informe Técnico N° A6594

Informe Técnico:  
**Primer reporte de zonas críticas  
por Peligros Geológicos  
y Geo-Hidrológicos  
en la Región Apurímac**



POR:  
SANDRA VILLACORTA  
PATRICIO VALDERRAMA  
RONNI ROA

MARZO 2012

## CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
	1.1 GENERALIDADES.....	3
	1.2 ANTECEDENTES.....	5
	1.3 METODOLOGÍA.....	5
II.	PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN APURÍMAC.....	7
	2.1 CAÍDA.....	7
	2.2 DESLIZAMIENTO.....	10
	2.3 FLUJOS.....	14
	2.4 MOVIMIENTOS COMPLEJOS.....	19
	2.5 REPTACIÓN DE SUELOS.....	20
	2.6 EROSIÓN.....	21
	2.7 INUNDACIONES.....	26
III.	ZONAS CRÍTICAS.....	28
IV.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN.....	34
	4.1 PARA ZONAS CON CAÍDAS.....	34
	4.2 PARA EROSIÓN DE LADERAS.....	35
	4.3 PARA HUAYCOS.....	36
	4.4 PARA INUNDACIONES Y EROSIÓN FLUVIAL.....	37
V.	CONCLUSIONES.....	39
	AGRADECIMIENTO.....	39
	BIBLIOGRAFÍA.....	41

## PRIMER REPORTE POR ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO HIDROLÓGICO EN LA REGIÓN APURÍMAC

### I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, viene ejecutando desde el año 2000 trabajos de inventario y cartografiado de Peligros Geológicos a nivel nacional. A fin de contribuir con la prevención de desastres y ordenamiento territorial del País. En el año 2011 se inició el proyecto: "Peligros Geológicos en la región Apurímac" enfocado en la identificación de las zonas con mayor susceptibilidad a ser afectadas por eventos geológicos de diversa índole. Actualmente el proyecto se encuentra en proceso levantamiento de información, siendo el presente un informe preliminar que señala las zonas críticas por este tipo de fenómenos, identificadas durante los trabajos de campo del año 2011. Siendo importante señalar que este informe no cubre toda la región Apurímac.

#### 1.1 GENERALIDADES



Figura 1. Ubicación de la región Apurímac

La región Apurímac está situada en los Andes centrales del sur del país "envuelto" por el norte, este y oeste por las regiones Ayacucho y Cusco; y por el sur con Arequipa (Figura 1). Cuenta con una extensión de aproximadamente 20 900 km<sup>2</sup>. Siendo su capital la ciudad de Abancay (2378 msnm),

Las altitudes en la región varían entre 2000 y 5300 m.s.n.m. presentando territorio accidentado, con valles profundos y agrestes cumbres que alternan con altas mesetas y picos nevados, entre estos últimos pueden mencionarse: El Inticancha (5,081msnm); El Mallmanya (5,115 msnm) y el Cerro Cucho (5,071 msnm), en la provincia de Aymaraes; así como el Ampay (5,223 msnm), en la provincia de Abancay.

El clima es variado de acuerdo a los pisos de altitud: cálido y húmedo en el fondo de los cañones profundos del Apurímac, Pampas y Pachachaca, templado y seco en las altitudes medias; frío y con

acentuada sequedad atmosférica en la alta montaña; y muy frío en las cumbres nevadas. La variación de la temperatura es muy significativa y se incrementa con la altitud.

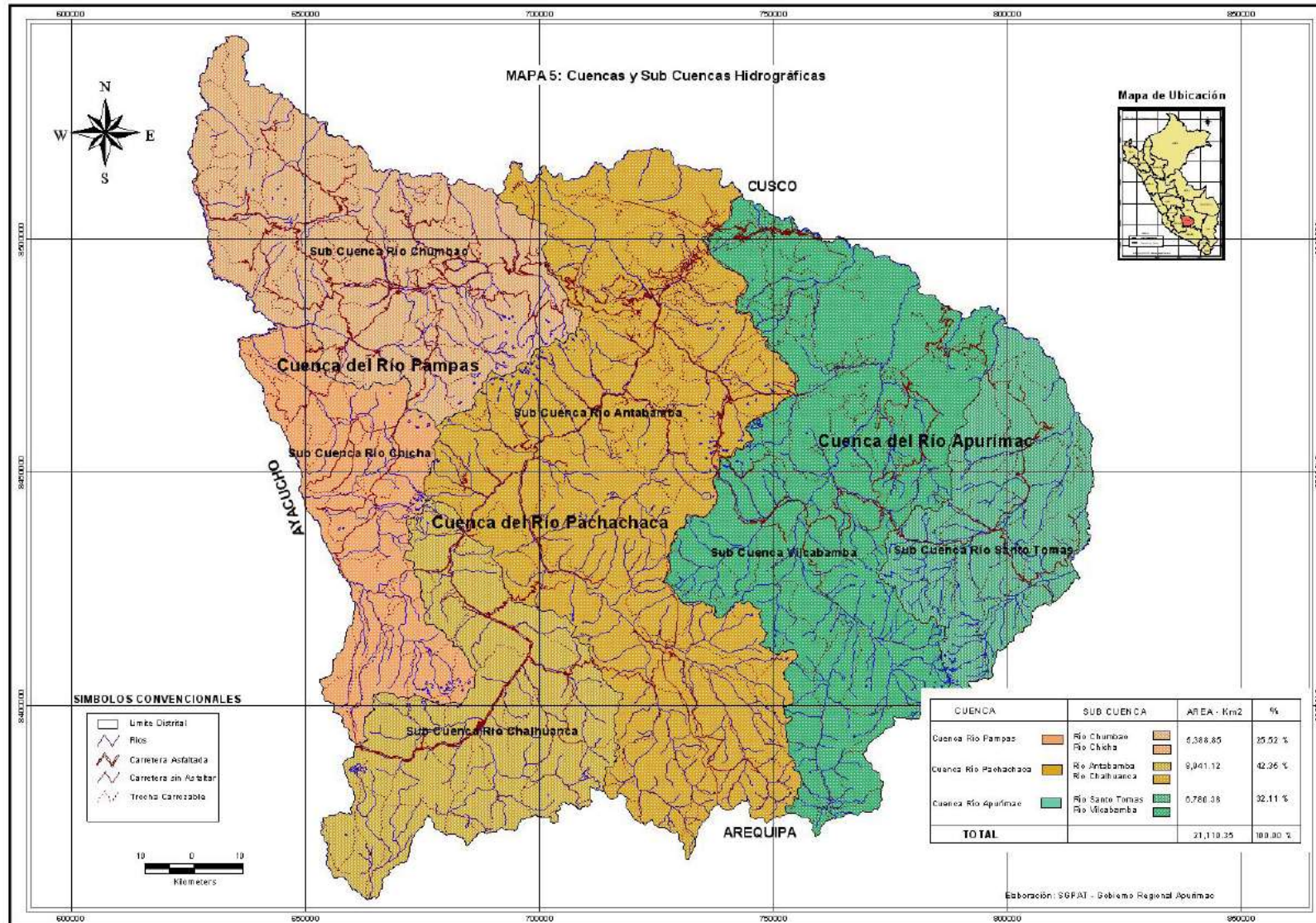


Figura 2. Mapa de cuencas hidrográficas de la región Apurímac (tomado de: (Comité regional de Defensa Civil Apurímac, 2011).

El drenaje hidrográfico en el territorio de este departamento tiene una orientación general de sur a norte y todos sus ríos pertenecen a la cuenca del río Apurímac, al que llegan sus aguas por la margen izquierda. Ver Figura 2

Los principales ríos se originan en la cordillera Occidental, siendo los más importantes: el Apurímac, que sirve de límite con el Departamento del Cusco, el río Pampas, que delimita el Departamento de Apurímac con el de Ayacucho; el río Santo Tomas que también sirve de límite por el Noreste con el departamento del Cusco; el río Vilcabamba y el río Pacucha, cuyas cuencas están íntegramente en el Departamento de Apurímac.

Al encontrarse en plenos Andes Centrales es poseedora de una gran diversidad geológica, con rocas de orígenes ígneos, sedimentarios y metamórficos (Figura 3), cuyas edades se encuentran entre más de 600 millones de años hasta la era reciente. La historia geológica de la región muestra que, desde fines del Paleozoico, la Cordillera Oriental fue una zona de levantamiento, o una zona expuesta a esfuerzos compresivos y sufrió varias etapas de erosión seguidas de levantamiento.

Las rocas más representativas de la región serían los grupos Copacabana y Mitu. El Grupo Copacabana de edad Pérmica Inferior (295 millones de años) está constituido por calizas gris azuladas a blanquecinas con intercalaciones en capas de menor espesor de lutitas. El grupo Mitu de edad Pérmica Superior (260 millones de años) está constituido por depósitos que sobreyacen al grupo Copacabana y que afloran por ejemplo en las estribaciones del nevado Ampay. El Grupo Mitu está formado por lutitas que se transforman en barro rojo por la acción de la lluvia.

## 1.2 ANTECEDENTES

En los estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franjas N°2 y N°3 (INGEMMET. 2002 y 2003) se analizó a escala regional la problemática de los peligros geológicos y se señalaron 10 zonas críticas por este tipo de procesos para la región Apurímac. También son importantes los informes como resultado de las evaluaciones técnicas realizadas por la Dirección de Geotecnia del INGEMMET (Dávila, S. & Herrera, I. 1997; Dávila, S. & Zavala, B. 1997; Dávila, S. 2000).

Otros estudios anteriores que mencionan la temática de la prevención de desastres en la región Apurímac son: el Plan regional de prevención y atención de desastres - Apurímac (Comité regional de Defensa Civil Apurímac, 2011) y el “Manual para la prevención de desastres y respuestas a emergencias la experiencia de Apurímac y Ayacucho” (Santillán et al, 2005).

## 1.3 METODOLOGÍA

La metodología seguida, consta de tres etapas: 1) etapa de gabinete en la que se recopiló información, se interpretó fotografías aéreas e imágenes de satélite, se elaboró mapas preliminares y bases de datos; 2) trabajos de campo realizada en dos campañas (46 días) donde se realizó el inventario y cartografiado de procesos geológicos y geohidrológicos, inventario de pasivos ambientales y trabajos de comunicación con comunidades (previa coordinación con la Subgerencia de Defensa Civil del Gobierno regional de Apurímac); y 3) procesamiento de la información obtenida en campo,

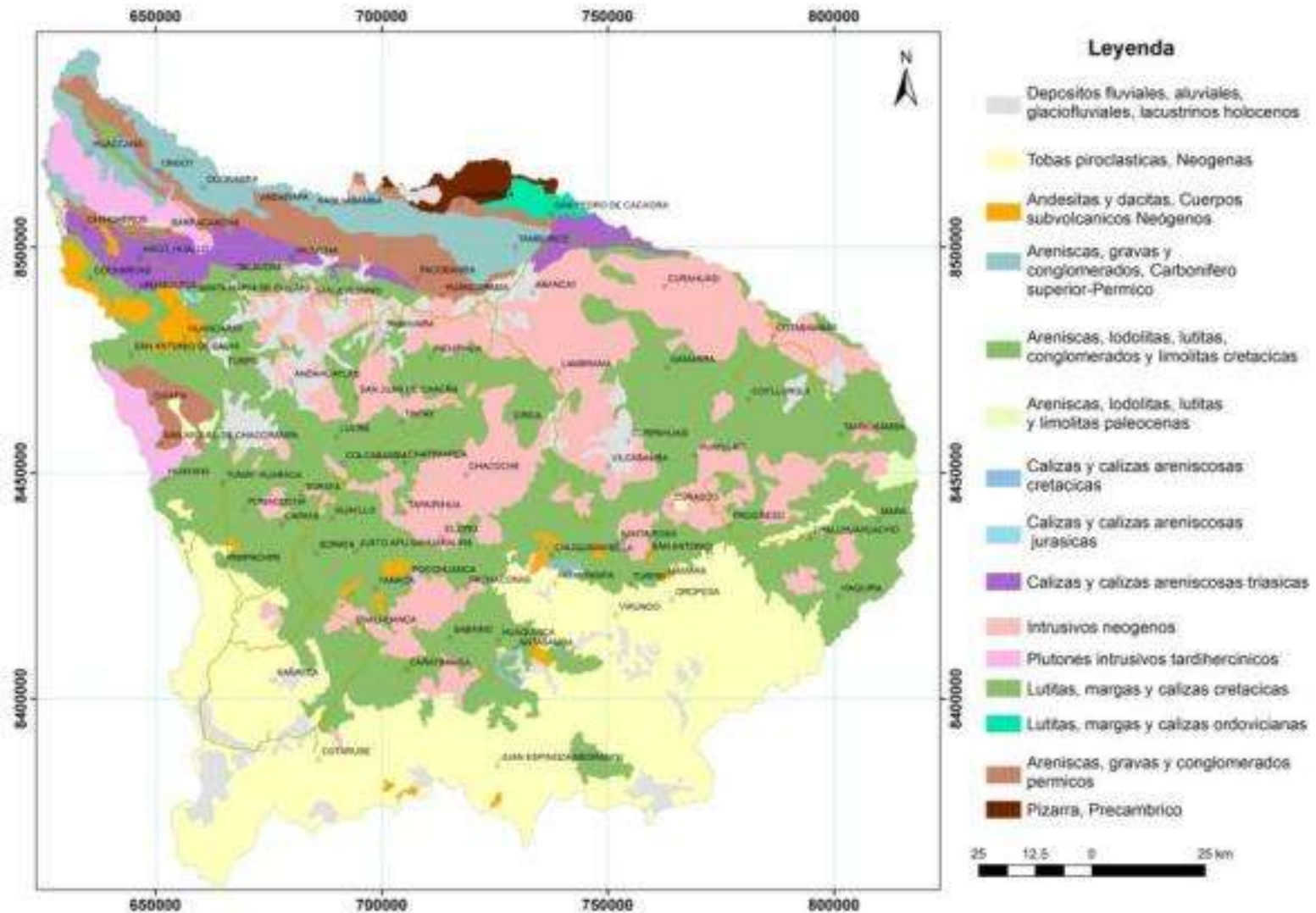


Figura 3. Mapa Geológico generalizado de la región Apurímac

Informe de zonas críticas y mapas temáticos (mapas 1 y 2). La clasificación utilizada para el caso de los movimientos en masa es la señalada en el documento “Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas” (PMA: GCA, 2007).

## II. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN APURÍMAC

De la revisión de información anterior, fotointerpretación, inventario y cartografiado de peligros geológicos a escala 1:50,000 en la región Apurímac, se ha registrado un total de 692 procesos de este tipo (Mapa 1). Del inventario se obtuvo la estadística resumida en la Figura 4, en la cual se establece que en esta región son más frecuentes las caídas de rocas, flujos, deslizamientos, movimientos complejos erosión de laderas y reptación. En menor cantidad pero no menos importante, por los daños asociados, se encuentran los fenómenos de inundación y erosión fluvial, así como las avalanchas de rocas.

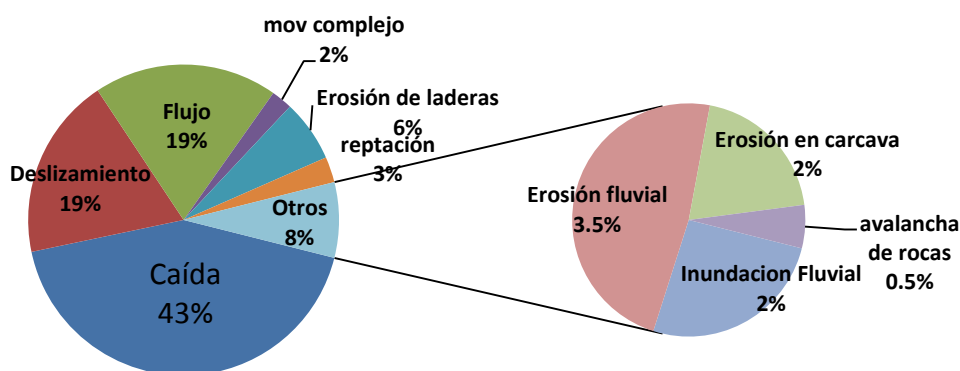


Figura 4: Porcentaje de Peligros geológicos inventariados en la región Apurímac

### 2.1 CAÍDA

Incluye el desprendimiento de la masa rocosa a manera de saltos, rodando, etc. ver Figura 5, así como el desplome violento del material que conforma una ladera o talud. Se producen en rocas intrusivas, volcánicas y/o sedimentarias, intensamente diaclasadas y alteradas (mostrando disyunción esferoidal), que dejan numerosos bloques libres en estado de equilibrio crítico, las que se activan por la fuerza de gravedad, lluvias torrenciales o movimientos sísmicos.

Algunos ejemplos notables son las caídas y derrumbes observados en los sectores de Lllamarumi y Llaullipata (distrito de Coyllurqui, provincia de Cotabamba) que podría afectar a la carretera Coyllurqui – Collauro (Foto 1); los derrumbes en los cerros Chantacca (Foto 2) y Chancaca (distrito de Tapairihua, provincia de Aymaraes), los desprendimientos de roca en el Sector de Uchychahuanta (distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba, Foto 3) siendo frecuentemente afectada la carretera Antabamba – Huaquirca en época de lluvias y los derrumbes observados a lo largo de la carretera Khilcata – Oropesa, la cual se considera zona crítica por este tipo de procesos.



*Figura 5: Esquema de una Caída de Rocas (Corominas y Yagué, 1997)*

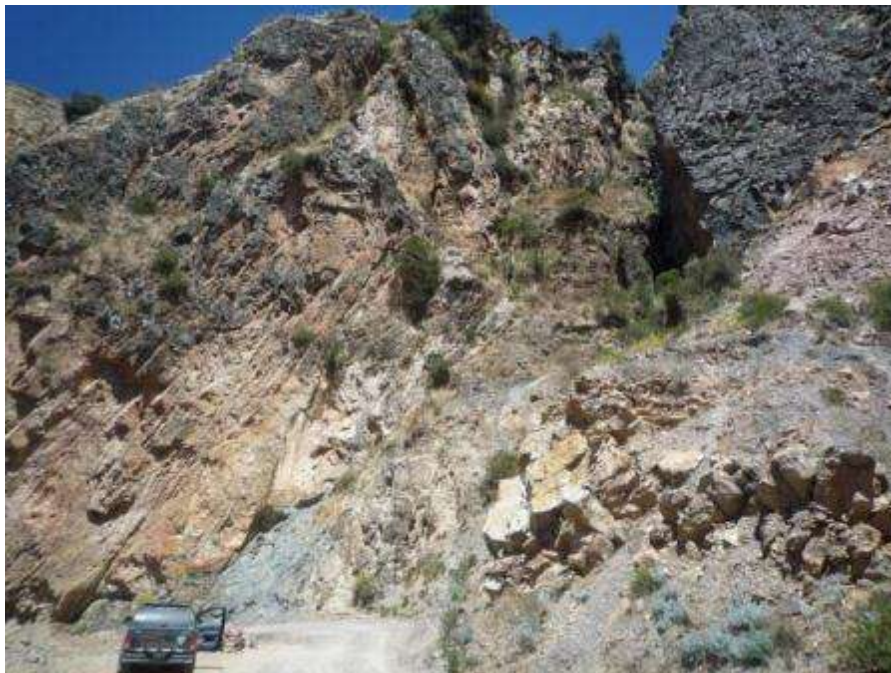


*Foto 1. Derrumbe en el sector Lllamarumi (distrito de Coyllurqui, provincia de Cotatabamba) que podría afectar a la carretera Coyllurqui – Collauro.*





*Foto 2. Derrumbe del cerro Chantacca (distrito de Tapairihua, provincia de Aymaraes) donde el substrato está muy meteorizado y fracturado y predominan los depósitos de material suelto.*



*Foto 3. La carretera Antabamba-Huaquirca, se ve afectada a la altura del Sector Uchychochahuanta (distrito de Huaquirca, provincia de Antabamba) durante época de lluvias.*

## 2.2 DESLIZAMIENTO

Es el desplazamiento de las rocas o materiales superficiales que conforman una ladera (Figura 6), bajo la influencia combinada de la gravedad y saturación acuosa (por infiltraciones pluviales, subterráneas o de riego) siguiendo planos de debilidad.

Los deslizamientos se clasifican según la forma de la superficie sobre la cual se desplaza el material en traslacionales y rotacionales.

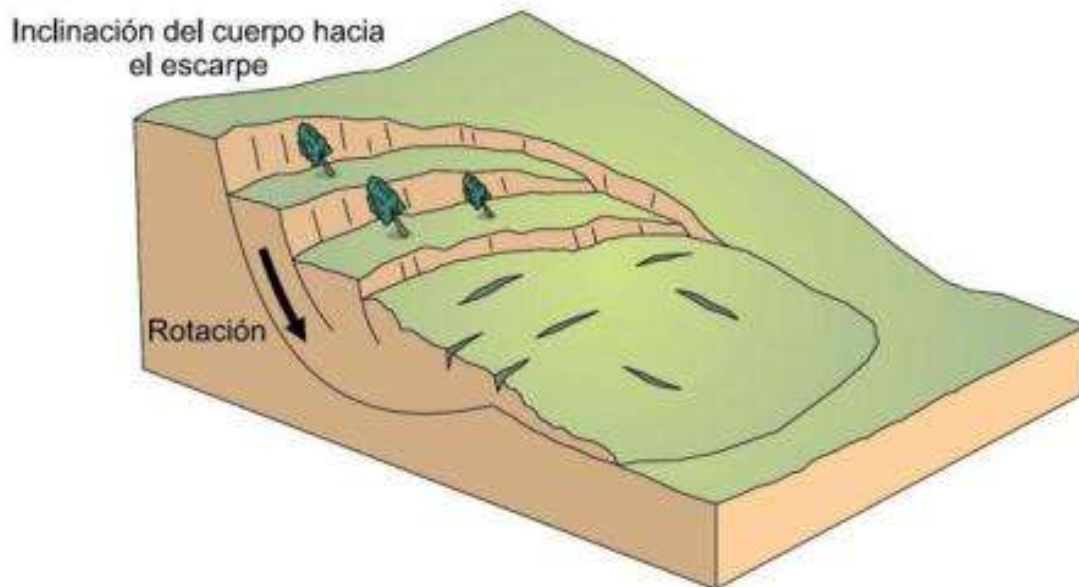


Figura 6. Esquema de un deslizamiento (PMA: GCA, 2007)

Este fenómeno es muy frecuente en toda la región Apurímac, siendo frecuentes en las provincias de Antabamba, Abancay, Cotabambas y Aymaraes.

En la provincia de Antabamba destacan los deslizamientos observados en la parte baja del poblado de Huaquirca (Foto 4) y a la altura de la Central Hidroeléctrica de Antabamba que afectan a la carretera Antabamba – Sabaino.



*Foto 4. Deslizamiento en Huaquirca (Antabamba) que afecta a la carretera Antabamba-Sabaino.*

En la provincia de Abancay, destacan los deslizamientos observados en Yactahui y del cerro Churccasa.

En el sector Yactahui de la comunidad de Antabamba (distrito de Circa) un deslizamiento ha afectado alrededor de 400 m del canal de agua potable de dicha comunidad. El substrato corresponde a rocas sedimentarias intruidas por cuerpos volcánicos tabulares que han alterado el afloramiento (Foto 5).



*Foto 5. Deslizamiento en el sector de Yactahui (distrito de Circa, provincia de Abancay) que afecta el canal de agua potable de esa comunidad.*

El deslizamiento del cerro Churuccasa (distrito de Abancay), en la margen izquierda del río Pachachaca (Foto 6) afecta a la vía Chalhuanca - Abancay y se desarrolla en una potente capa de material de remoción antiguo.



*Foto 6. Deslizamiento en la margen izquierda del río Pachachaca, a la altura del cerro Churuccasa que afecta a la vía Chalhuanca-Abancay*

En la provincia de Cotabambas son destacables los deslizamientos en la comunidad campesina Guacwe y en el distrito de Curpahuasi.

La comunidad campesina Guacwe (Anexo Tamburgo, distrito de Cotabambas) se encuentra afectada por un deslizamiento rotacional activo desarrollado en un substrato muy meteorizado y fracturado. Probablemente serían afectadas 20 viviendas si no se controla el riego por inundación y no se impermeabilizan los canales de riego en dicho sector.

El distrito de Curpahuasi, se ubica en el cuerpo de un antiguo deslizamiento reactivado por sectores. Es por ello un terreno altamente susceptible a movimientos en masa.

En la provincia de Aymaraes se observaron deslizamientos como el de Tiaparo, el del cerro Yamaorjo, Pampallacta Viejo, en Masopampa y en las comunidades de Sicuna y Juta.

En la comunidad de Tiaparo (distrito de Pochuanca), parte de una avalancha rocosa antigua se ha reactivado como deslizamiento. El substrato del sector es de mala calidad (está muy fracturado y tiene una potente cobertura de material suelto). La construcción de una cancha de fútbol ha favorecido la reactivación (fotos 7a y 7b).



Fotos 7a y 7b. Deslizamiento de Tiaparo.

El deslizamiento del cerro Yamaorjo, a la altura de la comunidad de Checcasa (distrito de Justo Apu Sahuaraura), es un deslizamiento antiguo reactivado en su "pie" por erosión fluvial. Afecta terrenos de cultivo de dicha comunidad. Presenta saltos o asentamientos del terreno de hasta 2.2 m de altura (Foto 8).



Foto 8. Zona crítica N°7 asentamiento de terreno en la margen derecha de la quebrada Checcasa, el desnivel observado es de 2.2 m.

El deslizamiento en el sector de Pampallacta Viejo (distrito de Chapimarca), es un antiguo proceso que provocó la reubicación del pueblo en el año 2000 (Dávila, 2000). Este deslizamiento sigue activo por filtración de agua subterránea y de lluvia.

Las comunidades de Sicuna y Juta (distrito de Lucre, Fotos 9a, 9b y 9c) se encuentran ubicadas en el cuerpo de deslizamientos antiguos reactivados en su "pie" (la parte baja). Las causas de la reactivación están relacionados al tipo de riego de esos terrenos de cultivo (por inundación) y a la erosión fluvial.



*Fotos 9a y 9b Dos vistas del deslizamiento de Juta (distrito de Lucre)*



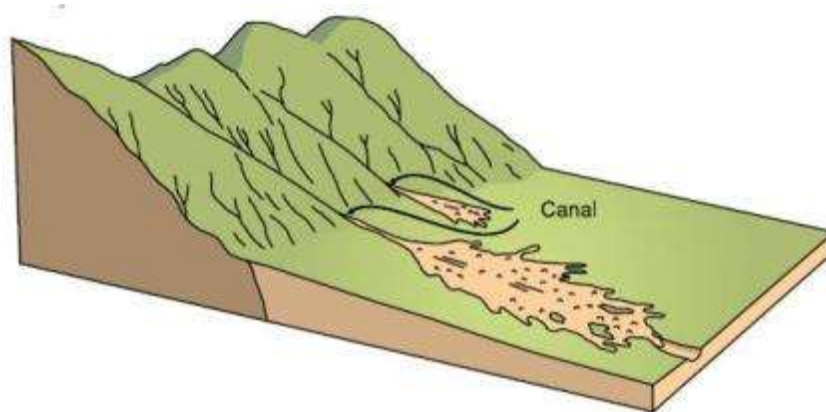
*Foto 9c. Nueva escarpa retrogresiva en la parte alta del deslizamiento de Juta (distrito de Lucre)*

El sector de Masopampa (distrito de Tapairihua) es considerado zona crítica, ya que en épocas de lluvias el deslizamiento activo, puede colapsar.

### **2.3 FLUJOS**

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco, de acuerdo al tipo y propiedades de los materiales involucrados, humedad, velocidad se le clasifica en: flujo de detritos, flujo de lodo, avalancha rocosa, avalancha de detritos, etc.

**FLUJO DE DETRITOS (HUAYCOS):** Flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados no plásticos, canalizada (Figura 7). Se movilizan fragmentos y escombros por efecto combinado de la gravedad y el agua (fuertes precipitaciones) que ocasionan la pérdida de cohesión interna del suelo conduciéndolo de estado plástico a líquido y haciendo que se desplace y deposite en forma de abanico o mantos en la parte baja de las laderas o encauzados en quebradas. Puede alcanzar elevadas velocidades y por tanto mayor fuerza de arrastre.



*Figura 7. Esquema de un flujo de detritos (Cruden y varnes, 1996)*

Ejemplos de este fenómeno se han observado en la quebrada Ñanpuquio – Ñacchero (Foto 10) del distrito de Pichirhua, provincia de Abancay; evento que afecta la autopista Chalhaunca – Abancay. En esta quebrada, la susceptibilidad a la ocurrencia de flujos de detritos se ve incrementada debido a la acumulación de material de desmonte por los parte de los pobladores.



*Foto 10. Flujo de detritos\_Qda. Ñanpuquio-Ñacchero) (distrito de Pichirhua, provincia de Abancay) afectando a la autopista de acceso a Abancay.*

Otro sector susceptible a estos eventos, son las quebradas Chasquiujajo y Huayahuayco (Foto 11), que pueden afectar viviendas y terrenos de cultivo del poblado de Curanco (distrito de Curanco, provincia de Antabamba).



*Foto 11. Flujo de detritos Curanco Qda. Huayahuayco*

Otro sector afectado constantemente por huaycos es Marceja, en el distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau. Los flujos de las quebradas tributarias al río Marjejamayo, durante épocas de lluvias, vienen cargados de un gran porcentaje de bloques, arenas y arcillas que arrastran todo lo que encuentran a su paso. Es un sector además afectado por desbordes e inundaciones.

Otro sector afectado constantemente por flujos de detritos o huaycos es el que corresponde a la Comunidad de Collauro (Foto 12), del distrito de Mariscal Gamarra en la provincia de Grau. Se evidencia lo violento del proceso debido a la dimensión del material de remoción (hasta de 1.5 m) que ocupa el cauce de la quebrada Collauro. El factor desencadenante viene a ser la alta pluviosidad en la región (lluvias periódicas y/o excepcionales).





*Foto 12. Flujo de detritos, derrumbe-Qda. Ccollauro*

Otro sector con flujo detritos frecuentes, son los ocurren en la Qda. Tastahuaycco (Foto 13). El último, afecto hasta 30 m del canal de agua de la comunidad de Sicuna (distrito de Lucre, provincia de Aymaraes).



*Foto 13. Flujo detritos de la quebrada Tastahuaycco (Lucre, Aymaraes)*

Otro flujo de detritos de ocurrencia frecuente y que constituye peligro inminente, es el que ocurre en la quebrada Santa Lucía. Este amenaza al barrio San Martín (distrito de Tambobamba y provincia de Cotabambas). Podrían ser afectadas cerca de 25 viviendas que se encuentran ubicadas dentro del cauce de esta quebrada (Fotos 14a y 14b).



*Fotos 14 a y b. Flujo de la quebrada Santa Lucía. (a) material heterogéneo con bloques de hasta 1.5 m de longitud. (b) Obsérvese que el material del flujo rompió paredes del canal del barrio San Martín (distrito de Tambobamba y provincia de Cotabambas).*

La comunidad de Juta (distrito de Lucre), se encuentra afectada por flujos de detritos (foto 15) uno de los cuales causo la muerte de una madre de familia.



*Foto 15. Flujo en el cuerpo del deslizamiento de Juta*

## 2.4 MOVIMIENTOS COMPLEJOS

Es la ocurrencia de uno o más movimientos en masa, que ocurren en forma sucesiva uno tras otro. Por ejemplo: derrumbe – flujo; deslizamiento – flujo.

Ejemplos de movimientos complejos se observaron en Potosí (distrito de Tapairihua, Aymaraes), en el sector de Pacaypata en el distrito de Gamarra (Grau) y en el distrito de Tamburco (provincia de Abancay) destaca el asociado al cerro Chuyllurpata (Santuario Nacional de Ampay).

En el sector de Potosí, margen derecha de la quebrada Laima (Tapairihua, Aymaraes), se observan movimientos complejos del tipo deslizamientos – flujos. Al respecto, cabe destacar que las carreteras Tapairihua – Ayllasana y Tapairihua – Tiaparo, se encuentran en mal estado y presentan problemas durante la época de lluvias.

El deslizamiento en el cerro Chuyurpata (distrito de Tamburco, provincia de Abancay), es un antiguo deslizamiento rotacional con control estructural de las pizarras del Grupo Copacabana (Foto 16). El 17-03-2012 se reactivó parte del cuerpo del deslizamiento y se convirtió en un flujo de grandes proporciones que puso en alerta a la población abanquina. Se registraron daños a 33 viviendas. Este proceso puede seguir reactivándose y de no efectuarse trabajos de mitigación para este evento futuro sería afectada la población de la ciudad de Abancay ubicada inmediatamente debajo del evento.



Foto 16. Escarpa principal del deslizamiento que afecta al cerro Chuyllurpata en el Santuario Nacional Ampay (Tamburco, Abancay). Sobre calizas del Grupo Copacabana

## 2.5 REPTACIÓN DE SUELOS

Es un movimiento del terreno, lento e imperceptible sin superficie de ruptura. Puede asociarse a cambios climáticos o de humedad del terreno. Se evidencia como agrietamientos o separaciones centimétricas a métricas del terreno (Figura 8)

En la región Apurímac, este fenómeno se ha observado en varios sectores, como en la carretera a Pincahuacho en el distrito de Chalhuanca (Aymaraes), así como en el sector Chilpacca (foto 17) en el distrito y provincia de Antabamba.

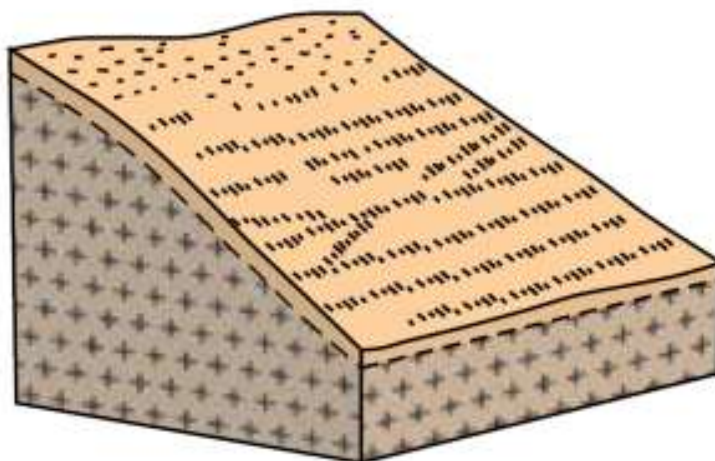


Figura 8. Esquema de una Reptación de suelos (Corominas y Yagué, 1997)



Foto 17. Reptación a la altura de Chilpacca (distrito y provincia de Antabamba)

## 2.6 EROSIÓN

Bajo esta denominación se agrupan importantes procesos en la región Apurímac por su frecuencia. Se incluye la erosión de laderas y la erosión fluvial.

**EROSIÓN DE LADERAS:** Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en laderas de valle y altiplanicies. Comienzan con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros (Figura 9). Este fenómeno sucede por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación.

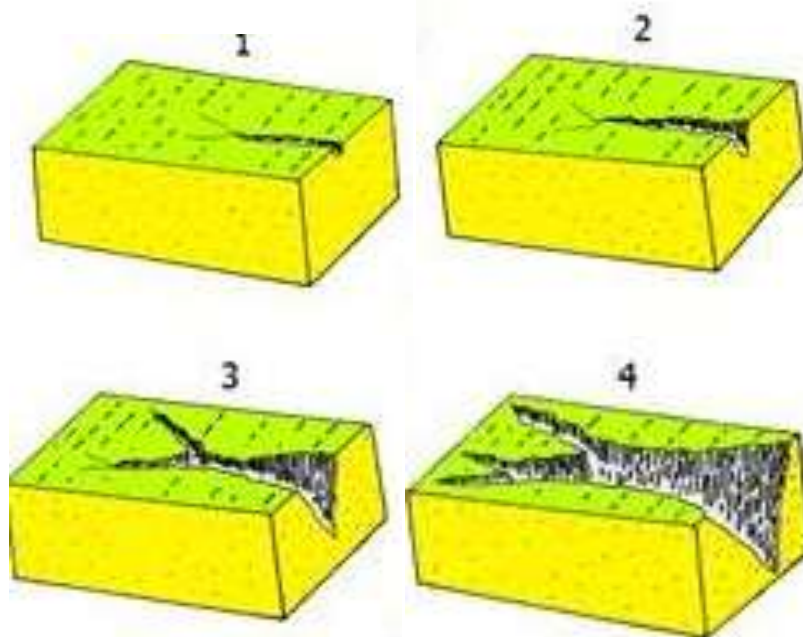


Figura 9. Esquema de la evolución de una cárcava en cuatro etapas (Fuente: Santiago, 2006)

Estos fenómenos se han observado en el cerro Ccochapampa (Foto 18) en el distrito y provincia de Cotabamba, cerro Ccochi (Foto 19), cerro Chancuana (Foto 20).



*Foto 18. Erosión de laderas cerro Ccochapampa*



*Foto 19 Erosión de laderas en el cerro Ccochi*



*Foto 20: Erosión de laderas cerro Chancuana*

Así como en el cerro Quisapata (Foto 21), en el sector de Lactame y Choncara-Asa en el distrito de Circa (Abancay).



*Foto 21: Erosión de laderas en el cerro Quisapata (distrito de Abancay)*

**EROSIÓN FLUVIAL:** Proceso frecuente ocasionado por las aguas corrientes sobre las márgenes y/o cauces de ríos y quebradas. Se desarrolla siguiendo los patrones de drenaje, los cuales son controlados por la estructura geológica, la dureza de los materiales, la carga fluvial, entre otros. Ejemplos de este proceso se pueden observar en los centros poblados de Chalhuanca y Totorá-Oropesa.

El centro poblado de Chalhuanca, capital del distrito del mismo nombre (Foto 22) es afectado frecuentemente por erosión fluvial del río Chalhuanca durante la época de lluvias.



*Foto 22: Erosión fluvial en Chalhuanca (Por cortesía del GORE Apurímac, enero del 2007)*

Por otro lado, en el sector Totora – Oropesa, están comprometidas las viviendas ubicadas en terrazas fluviales en ambas márgenes del río Oropesa (Foto 23).

Otro sector donde la erosión fluvial es importante se desarrolla en el río Tambobamba (Fotos 24a y 24b).



*Foto 23 Pobladores de Totora-Oropesa tratando de reforzar defensas ribereñas en la margen derecha del río Oropesa (Foto por cortesía del GORE Apurímac, enero del 2004)*





*Fotos 24a y b: Erosión fluvial río Tambobamba*

En el puente Pampatama (foto 25a y 25b) en febrero del 2008 se produjo la fractura del estribo derecho por aumento de caudal en temporada de lluvias.



Foto 25A



Foto 25b. Dos vistas de los alrededores del puente Pampatama en el acceso a Tintay, a la altura del km 62 de la vía afirmada Chalhuanca-Abancay. El sector altamente susceptible a erosión fluvial e inundación.

## 2.7 INUNDACIONES

Proceso geo – hidrológico provocado por el régimen de descargas de un río, donde los volúmenes de agua sobrepasan la capacidad de ríos o quebradas. Las zonas más afectadas son las terrazas fluviales y/o aluviales que no son lo suficientemente altas para encausar las aguas en época de creciente,

En la región Apurímac, este fenómeno produce más pérdidas que otros peligros (Santillán et al, 2005). Son críticas las inundaciones en los sectores de Yuraccacca, Totorá – Oropesa, Marcceja, puente Pampatama y la

inundación producida por el río Chumbao en los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera.

El sector de Yuraccacca (distrito de Pichirhua, provincia de Abancay), es una zona susceptible a inundación fluvial. Esta ya fue afectada en con la precipitaciones excepcionales del 2010, dañando terrenos de cultivo e incluso la zona urbana.

El centro poblado de Totorá – Oropesa (distrito de Oropesa, provincia de Antabamba), constituye zona crítica (sector de alto riesgo) por inundación fluvial. De igual manera el anexo de Marcceja (distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau), también constituye zona crítica por inundación fluvial, anexo que sido reubicado en un sector mas estable.

El puente Pampatama (distrito de Tintay, provincia de Aymaraes), constituye otro sector afectado por procesos de inundación y erosión fluvial. Las fuertes avenidas provocan que el río Pachachaca se desborde y erosione sus riberas, donde se ubica el poblado de Pampatama.

Es de alto riesgo también, las inundaciones provocadas por el río Chumbao, específicamente en la Av. Ejército (distritos San Jerónimo y Andahuaylas), Barrio Magisterial (distrito de Talavera) y el centro poblado Chumbao (Andahuaylas). De acuerdo a reportes del INDECI, inventario de peligros geológicos, imágenes satelitales, mapas y otros se puede decir que los sectores descritos son altamente susceptibles a ser afectados por desborde del río Chumbao, constituyendo zonas críticas. (Foto 26).



*Foto 26. Río Chumbao a punto de desbordarse en febrero del 2012. (Tomado de: <http://www.rpp.com>)*

### III. ZONAS CRÍTICAS

Las zonas críticas son áreas o lugares, que luego del análisis de la susceptibilidad a los procesos identificados y la vulnerabilidad a la que están expuestas obras de infraestructura y centros poblados; se considera necesario ejecutar en ellas obras de prevención y/o mitigación; o en algunos casos las medidas adoptadas anteriormente necesitan ampliarse o mejorarse (Fidel y otros, 2006).

En la región Apurímac, a la fecha, se han identificado 29 zonas críticas, estas se pueden apreciar en el mapa 2. Dichas zonas se presentan en las tablas siguientes resaltando:

- El sector afectado
- Los problemas identificados
- Daños y zonas afectadas

### ZONAS CRÍTICAS EN LA REGIÓN APURÍMAC

Nº	PROV.	DIST.	PELIGRO	CAUSAS	SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS Y ZONAS AFECTADAS	MEDIDAS RECOMENDADAS
1	Aymaraes	Tapairihua	Deslizamiento	Substrato de mala calidad, muy fracturado, naturaleza incompetente del suelo	Masopampa	Escarpa circular de 80 metros, superficie rotacional, retrogresivo. Salto principal: 2.2 m de altura.		Se recomienda replantar el trazo de la vía Abancay-Antabamba en ese sector.
2	Aymaraes	Tintay	Inundación, erosión fluvial	Pendiente del terreno, las precipitaciones pluviales intensas, el socavamiento al pie del talud así como la ocupación inadecuada del suelo por el hombre	Tintay Puente Pampatama	Inundación, erosión fluvial, presenta socavamiento al pie de la ladera 100 m de longitud, la zona afectada es urbana y agrícola,	Daños ocasionados a los estribos del puente	Reconstruir puente (ampliar la luz y longitud del puente, replantar el diseño de los estribos) con nuevas medidas considerando un estudio hidrológico del río Pachachaca y las máximas avenidas posibles. Se sugiere ubicar defensas ribereñas para proteger las viviendas del poblado de Pampatama.
3	Aymaraes	Chalhuanca	Caída	Alternancia de rocas de diferente competencia, naturaleza incompetente del suelo	Chalhuanca/Pariarca	El depósito presenta bloques aislados y obstruye la vía 15 metros	Daño ocasionado 15m de carretera	Estudio al detalle para diseñar enmallados o muros.
4	Aymaraes	Chalhuanca	Inundación, erosión fluvial	Pendiente del terreno, las precipitaciones pluviales intensas, el socavamiento al pie del talud así como la ocupación inadecuada del suelo por el hombre	Chalhuanca	Zonas inundables en ambos márgenes del río Chalhuanca.	Daños a viviendas asentadas en las riberas del río Chalhuanca	Hace falta que se completen las defensas ribereñas para proteger la zona urbana. Se recomienda reubicar las viviendas ubicadas al borde de las terrazas fluviales y

								prohibir la construcción de nuevas viviendas allí.
5	Aymaraes	Pocohuanca	Deslizamiento	Substrato de mala calidad, muy fracturado, naturaleza incompetente del suelo	comunidad de Tiaparo	Escarpa circular de 80 metros, superficie rotacional, retrogresivo	daños probables 50 viviendas	Se recomienda realizar un estudio Geotécnico para la elaboración de muro de contención en la parte baja de la cancha así como canales de colección de aguas pluviales en la parte alta del deslizamiento y en la comunidad misma. Reubicar viviendas y terrenos de cultivo en el cuerpo del deslizamiento.
6	Aymaraes	Justo Apu Sahuaraura	Deslizamiento	Substratos de mala calidad muy meteorizados, alternancia de rocas de diferente competencia, erosión fluvial del río Checcasa	cerro Yamaorjo, Checcasa	Escarpa circular, superficie rotacional, agrietamientos longitudinales	8 viviendas afectadas	Reubicar viviendas en el área de influencia del deslizamiento. No utilizar como terrenos de cultivo los sectores aledaños al río Checcasa.
7	Aymaraes	Chapimarca	Deslizamiento	Substrato de mala calidad muy meteorizado, rocas muy fracturadas, material de remoción antiguo susceptible, precipitaciones pluviales intensas, filtración de agua subterránea	Pampayacta Viejo	Escarpas múltiples, Escarpa principal semicircular, superficie principal rotacional,	Daños ocasionados 100 metros de canal	Sector No habitable
8	Aymaraes	Lucre	Deslizamiento	Substrato de mala calidad muy meteorizado, rocas muy fracturadas, material de remoción antiguo susceptible, precipitaciones pluviales intensas, filtración de agua subterránea	Sicuna/ Juta	Deslizamientos antiguos reactivados por regadío y corte del talud. Escarpas múltiples, Escarpa principal semicircular, superficie principal rotacional,	Daños a terrenos de cultivos y viviendas de los poblados de Sicuna y Juta	Remodelar el puente en la vía carrozable principal de acceso. Cambiar sistema de riego por inundación a aspersión e impermeabilizar los canales de riego y de agua para el consumo

								humano para evitar que se siga infiltrando agua en el cuerpo del deslizamiento.
9	Andahuaylas	Pacobamba	Deslizamiento	Substrato de mala calidad muy meteorizado, rocas muy fracturadas, material de remoción antiguo susceptible, precipitaciones pluviales intensas, filtración de agua subterránea	Huascatay	Deslizamiento rotacional en capas rojas.	En el 2003 murieron 8 personas a causa del deslizamiento.	No volver a habitar las zonas susceptibles a deslizamientos.
10	Andahuaylas	San Jerónimo	Inundación fluvial	Lluvias, terreno inundable	Chumbao	Los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera se ven afectados por la erosión fluvial y desborde del río Chumbao.	20 viviendas, 1 muerto	Se necesita completar los gaviones en ambas márgenes del río Chumbao.
11	Antabamaba	Huaquirca	Deslizamiento	Material alterado, depósitos inconsolidados, erosión fluvial del río Antabamba	Carretera Antabamba-Sabaino a la altura de Huaquirca.	Escarpa circular.	60 m de carretera	Estudio al detalle para diseñar drenaje pluvial
12	Antabamaba	Oropesa	Inundación, erosión fluvial	Pendiente del terreno, las precipitaciones pluviales intensas, el socavamiento al pie del talud así como la ocupación inadecuada del suelo por el hombre	Totora-Oropesa	Viviendas ubicadas en terrazas fluviales en ambas márgenes del río Oropesa.	Terrenos de cultivo, viviendas y puentes del centro poblado de Totora-Oropesa.	Se recomienda cambiar las defensas ribereñas destruidas en el último evento de esta inundación y ampliarlas en los sectores donde no se han colocado, para proteger las áreas urbanas y terrenos de cultivo.
13	Cotabamba	Tambobamba	flujo	Precipitaciones pluviales intensas y ocupación inadecuada del suelo por el hombre	Barrio San Martín-Qda. Santa Lucía	Flujo en forma de cono canalizado	Daño probable 25 viviendas	Reubicar viviendas y terrenos de cultivo en el área de influencia del deslizamiento.
14	Cotabamba	Cotabambas	Deslizamiento	Substrato de mala calidad, muy meteorizado, rocas muy fracturadas	Anexo Tamburgo, comunidad campesina Guacwe	Escarpa de forma circular, escarpa principal de 20 a 36 cm de salto, presencia de agrietamientos	20 viviendas afectadas comunidad de Guacwe	Reubicar viviendas y terrenos de cultivo en el cuerpo y área de influencia del deslizamiento.

						longitudinales		
15	Abancay	Circa	Deslizamiento	Substrato alterado, fracturado, intercalación de rocas de distinta competencia, pendiente fuerte, lluvias intensas.	Yactahui-comunidad de Antabamba	El substrato corresponde a rocas sedimentarias intruidas por cuerpos volcánicos tabulares que han alterado el afloramiento	Ha afectado alrededor de 400 m del canal de agua potable de dicha comunidad.	Es recomendable replantar el trazo de este canal.
16	Abancay	Tamburco	Movimiento complejo	Rocas muy fracturadas, alternancia de capas a favor de la pendiente, material de remoción antiguo susceptible, precipitaciones pluviales intensas, filtración de agua subterránea	Cerro Chuyllurpata	Avalancha-flujo	El 17-03-2012 afectó 33 viviendas y el estadio de Maucacalle.	Se recomienda construir aliviadores para el flujo, instalar una estación de monitoreo y establecer un sistema de alerta temprana.
17	Abancay	Pichirhua	Inundación	Pendiente del terreno, las precipitaciones pluviales intensas, el socavamiento al pie del talud así como la ocupación inadecuada del suelo por el hombre	Yuraccacca	Zona susceptible a inundación fluvial.	En febrero del 2010, fueron dañados terrenos de cultivo e incluso la zona urbana.	Ubicar defensas ribereñas en el sector de Yuraccacca para proteger la zona urbana y los terrenos de cultivo.
18	Grau	Curpahuasi	Deslizamiento	substrato de mala calidad muy meteorizado, rocas muy fracturadas, orientación desfavorable a las discontinuidades	Cerro Calvario-Curpahuasi	Escarpa única circular con un desnivel entre la escarpa y pie de 250m, presenta agrietamientos longitudinales y transversales	150 viviendas	Estudio al detalle para diseñar drenaje pluvial. Reubicar las viviendas cercanas a la zona del deslizamiento activo.
19	Grau	Chuquibambilla	Flujo	Alternancia de rocas de diferente competencia, rocas muy fracturadas	Marcceja-Jochaypampa-rio Marjejamayo	Flujo canalizado con gran porcentaje de bloques y pocas arcillas y Limos	Puente Marcceja y carpas de damnificados	Reconstruir puente con nuevas medidas considerando un estudio hidrológico del río Marjejamayo y sus máximas avenidas posibles.
20	Grau	Mariscal Gamarra	Movimiento complejo	Substrato de mala calidad muy meteorizado, rocas muy fracturadas,	Quebrada Ccollauro	Deslizamiento-flujo con tipo de rotura planar. El	Afectó 8 viviendas	Se recomienda reubicar las viviendas



				alternancia de rocas de diferente competencia.		material de flujo es canalizado, obstrucción de cauce.		en el abanico de este proceso.
21	Grau	Micaela Bastidas	flujo	Precipitaciones pluviales intensas y ocupación inadecuada del suelo por el hombre.	C.H. de Vilcabamba/ Carretera a Chiquibambilla			
22	Chincheros	Huaccana	Movimiento complejo	Precipitaciones pluviales intensas y ocupación inadecuada del suelo por el hombre	Troza carrozable Río Blanco-Chullama	Huaccana, Chullama y Ahuairo se ven afectadas por deslizamientos en zonas con presencia de potente cobertura de material incosolidado.		

#### IV. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN

A continuación se señalan una serie de recomendaciones que pueden servir como base para mitigar los peligros geológicos en las zonas críticas determinadas. Se recomienda evaluar al detalle, estos sectores para el correcto diseño de las obras de mitigación sugeridas.

##### 4.1 PARA ZONAS CON CAÍDAS

La aplicación de medidas correctivas en zonas con caídas se puede realizar sobre taludes que tienen pendientes más fuertes que las necesarias para su estabilización; para tener un factor de seguridad predeterminado y estabilizar fenómenos de rotura. A continuación se muestran algunos de los diferentes tipos de solución empleado en la corrección y tratamiento de zonas con caídas:

- Corrección por modificación de la geometría del talud. Consiste en estabilizar el ángulo del talud ya sea por corte del talud, escalonamiento de taludes en terrazetas (Figura 8), etc.
- Corrección por drenaje. Las medidas de corrección por drenaje son de dos tipos: Drenaje Superficial por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no; y Drenaje Profundo que tiene como finalidad deprimir el nivel freático del afloramiento. En ambos caso es necesario la participación de un hidrogeólogo para el diseño de los drenes.

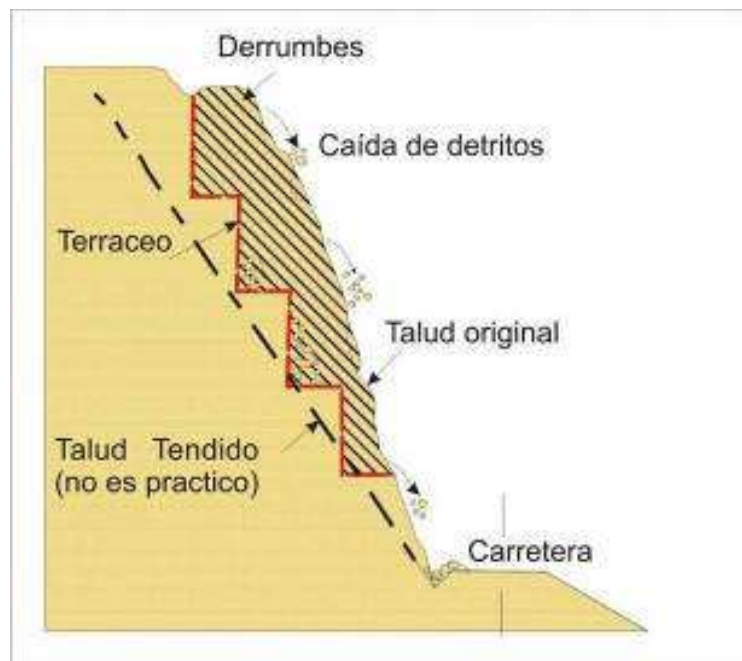


Figura 8. Escalonamiento de taludes en terrazetas para corregir un talud inestable (Fuente: INGEMMET, 2003).

- Corrección por elementos resistentes como anclajes, muros (de gaviones, de concreto), bandas de refuerzo etc.
- Correcciones superficiales. Consiste en técnicas ligeras y se usan cuando el problema no es tan crítico. En esta categoría se tiene por ejemplo el uso de mallas metálicas, capa de hormigón que cubra el talud inestable, sembrado de cobertura vegetal y el dejar un margen de seguridad al pie del talud frente a caídas y vuelcos de rocas con el fin de no destruir infraestructuras cercanas a ella.

#### 4.2 PARA EROSIÓN DE LADERAS

En zonas donde la erosión de laderas es aguda con presencia de cárcavas de gran amplitud, se debe aplicar prácticas de conservación y manejo agrícola como:

- Regeneración de la cobertura vegetal, de preferencia nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ellas, para asegurar su estabilidad.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales
- Construcción de diques o trinchos transversales constituidos con materiales propios de la región como: troncos, ramas, etc. (Figura 9).
- Zanjas de infiltración articuladas
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal conformada por pastos, malezas y arbustos con fines de estabilizar el terreno y controlar la erosión. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcancen versus la pendiente y profundidad de los suelos. Se recomienda además que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración construidas paralelas a las curvas de nivel.

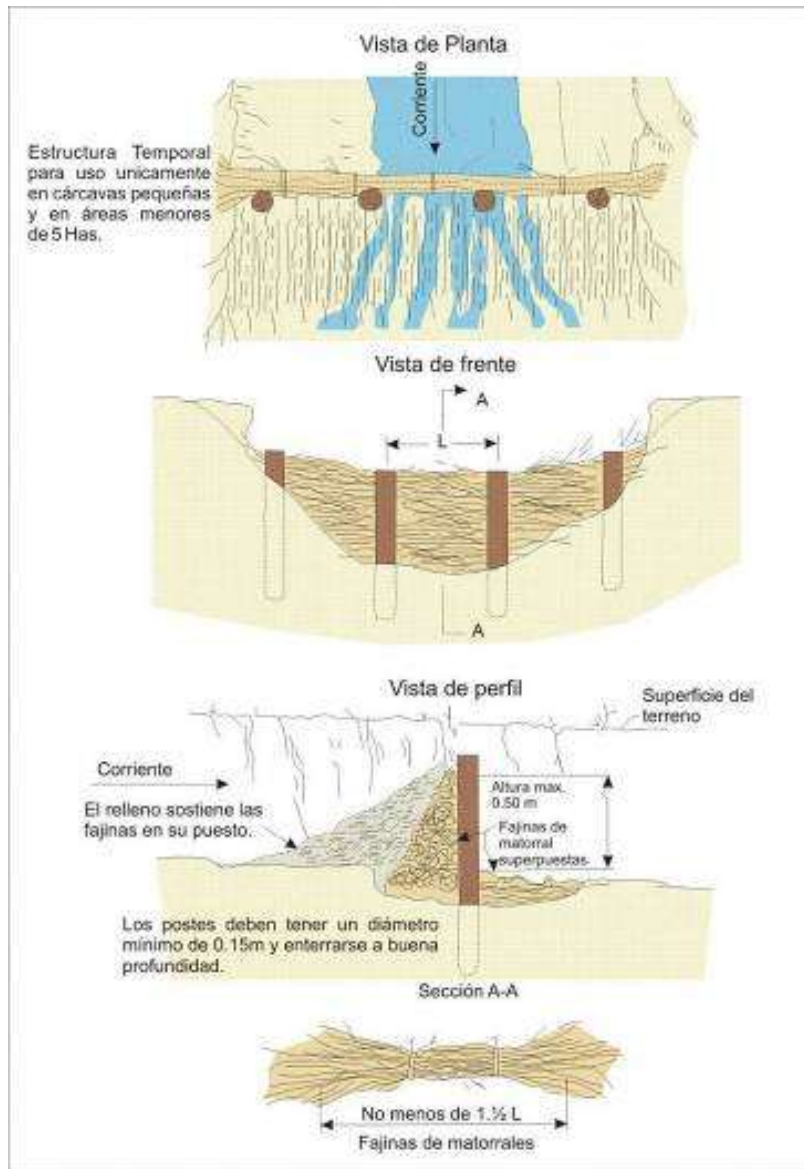


Figura 9. Trinchos transversales de troncos y fajas de matorrales para proteger áreas de la erosión de laderas (Modificado de Valderrama y otros, 1964)

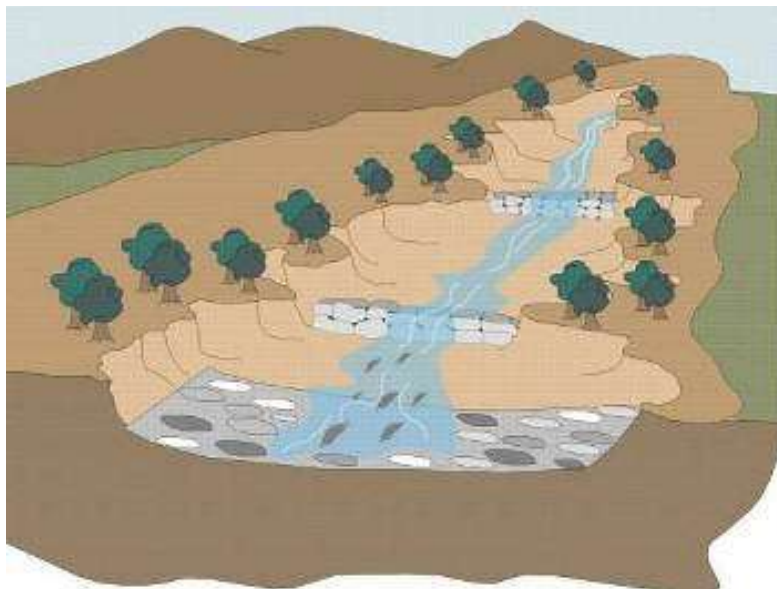
### 4.3 PARA HUAYCOS

En quebradas de régimen temporal donde se producen huaycos periódicos a excepcionales que pueden alcanzar grandes extensiones y pueden transportar grandes volúmenes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar en los casos que sea posible, las medidas que se proponen a continuación:

- Encauzar el cauce principal de los lechos aluviales secos, retirando los bloques rocosos en el lecho y seleccionando los que pueden ser utilizados para la construcción de enrocados, espigones o diques transversales artesanales siempre y cuando dichos materiales sean de buenas características geotécnicas. Considerar siempre que estos

lechos aluviales secos se pueden activar durante periodos de lluvia excepcional caso del Fenómeno El NIÑO.

- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.
- Las obras de infraestructuras que atraviesen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máxima crecidas registradas, que permitan el libre discurrir de crecidas violentas provenientes de la cuenca media y alta, evitándose obstrucciones y represamientos violentos.
- Construir presas transversales de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrean grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos (Figura 10).



*Figura 10. Presas de sedimentación escalonada para controlar la fuerza destructiva de los huaycos (Fuente: INGEMMET, 2003).*

#### **4.4 PARA INUNDACIONES Y EROSIÓN FLUVIAL**

Para disminuir los daños por inundaciones en la zona de estudio, se hace necesario aplicar las siguientes medidas:

- Encauzamiento del lecho principal, ríos y quebradas afluentes, en zonas donde se produzcan socavamientos laterales de las terrazas aledañas. Para ello se debe construir espigones laterales, enrocado o gaviones (Figura 11) para aumentar la capacidad de tránsito en el cauce de la carga sólida y líquida durante las crecidas y limpiar el cauce.

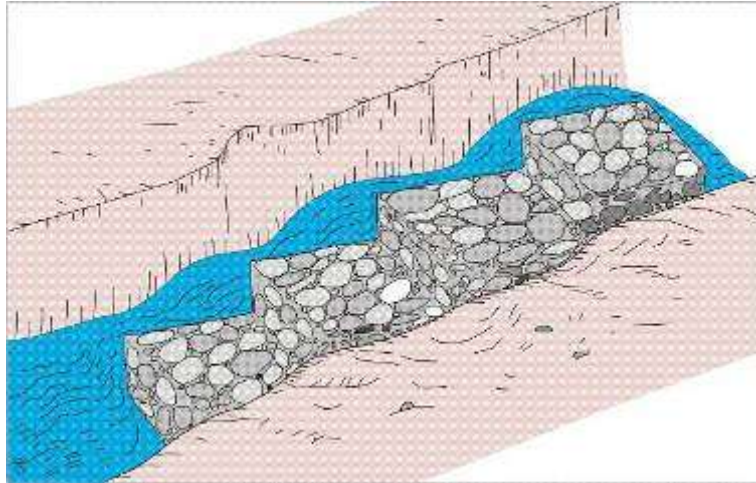


Figura 11. Gaviones para encauzar el lecho del río (Fuente: INGEMMET, 2003).

- Protección de las terrazas fluviales de los procesos de erosión fluvial por medio diques de defensa o espigones (Figura 12), que ayudan a disminuir el proceso de arranque y desestabilización.

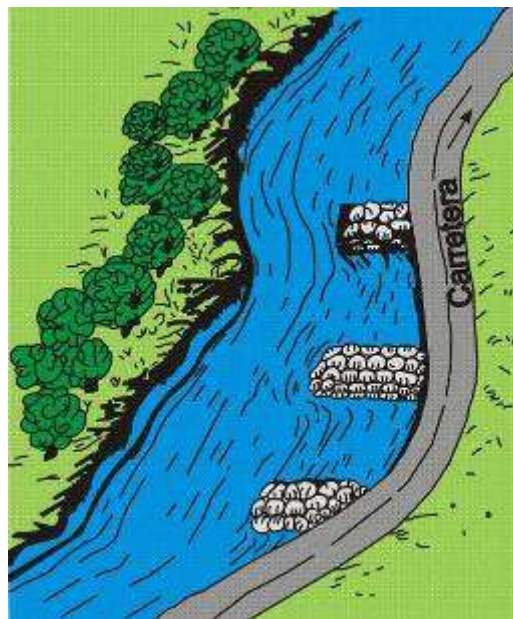


Figura 12. Espigones para proteger las terrazas fluviales (Fuente: INGEMMET, 2003).

- Realizar trabajos que propicien el crecimiento de bosques ribereños con especies nativas (molle, sauce, carrizos, caña brava); pero evitar la implantación de cultivos en el lecho fluvial para que no interrumpa el libre discurrir de los flujos hídricos.

## V. CONCLUSIONES

1. En la región Apurímac, se ha inventariado un total de 692 peligros geológicos y geo-hidrológicos.
2. Los movimientos en masa tipo caídas de rocas, derrumbes y flujos inventariadas y/o cartografiadas en la región, afectan autopistas y carreteras afirmadas como se observó en las provincias de Cotabambas, Aymaraes, Grau, Abancay y Antabamba, sobretodo en época de lluvias periódicas o excepcionales.
3. Los movimientos en masa tipo deslizamientos, son muy frecuente en toda la región Apurímac, estas se han cartografiado y/o observado en las provincias de Antabamba, Abancay, Cotabambas y Aymaraes.
4. Los flujos pueden ser de detritos (huaycos) o de lodo y en muchos sectores su volumen se ve incrementado por acción antrópica (acumulación de material de desmonte o basura en el cauce de las quebradas).
5. Las carreteras de Tapairihua – Ayllasana y Tapairihua – Tiaparo se encuentran en mal estado y presentaran problemas durante la época de lluvias.
6. La carretera Khilcata – Oropesa presenta muchos sectores afectados por movimientos en masa considerándose como una vía en estado crítico. Deberían estar señalizados los desvíos y sectores críticos.
7. Son sectores críticos por inundaciones los sectores de Yuraccacca, Totorá – Oropesa, Marcceja, puente Pampatama y la inundación producida por el río Chumbao en los distritos de San Jerónimo, Andahuaylas y Talavera. Así como también las inundaciones provocadas por el río Chumbao, específicamente en la Av. Ejército (distritos San Jerónimo y Andahuaylas), Barrio Magisterial (distrito de Talavera) y el centro poblado Chumbao (Andahuaylas).

## AGRADECIMIENTO

Los autores del presente informe agradecen en nombre del INGEMMET el apoyo del CENEPRED, del Gobierno Regional de Apurímac (en especial a la Sub Gerencia de Defensa Civil de la región Apurímac), el SERNANP (en especial a la administración del Santuario Nacional de Ampay) y a las municipalidades distritales de Antabamba, Cotabambas, Abancay, Aymaraes, Chalhuanca, Circa, Iambraña, Pichirhua, Huaquirca, Oropesa, Tapairihua, Challhuahuacho, Curahuasi y Tamburco por el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto GA-41 “Peligros Geológicos en la región Apurímac”, así como por brindar facilidades e información para la elaboración de este informe.

## BIBLIOGRAFÍA

Comité regional de defensa civil Apurímac. 2011. Plan regional de prevención y atención de desastres – Apurímac. 148 p. Abancay, Perú

Davila, S. & Herrera, I. 1997. Inspección de riesgo geológico en el barrio de Muyuna (Distrito Santa María de Chicmo, provincia de Andahuaylas y departamento de Apurímac). Informe técnico INGEMMET. Dirección de Geotecnia. 17 p. 1 mapa, Lima.

Davila, S. & Zavala, B. 1997. Inspección de riesgo geológico en el área de Ccocha y Pumararra (Distrito de Tamburco, provincia de Abancay y departamento de Apurímac). Informe técnico INGEMMET. Dirección de Geotecnia. 24 p. 1 mapa, Lima.

Davila, S. 2000. Peligro por fenómenos de remoción en masa en las áreas de Pampallacta y Supalla (Distrito de Chapimarca, provincia de Aymaraes y departamento de Apurímac). Informe técnico INGEMMET. Dirección de Geotecnia. 24 p. 1 mapa, Lima.

Gobierno regional de Apurímac. 2011. Plan estratégico institucional 2007-2011, “Ñawpaqman Apurímac”. 68 p. Abancay, Perú

Instituto Geológico minero y Metalúrgico (INGEMMET). 2003. Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N°3, INGEMMET, Serie C: Geología e Ingeniería Geológica, Boletín N° 28, Dirección de Geología Ambiental, 373 p., 21 figs., 159 fotos., 17 mapas, Lima.

Instituto Geológico minero y Metalúrgico (INGEMMET). 2002. Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N° 2. INGEMMET, Serie C: Geología e Ingeniería Geológica, Boletín N° 27, Dirección de Geología Ambiental, 368 p., 20 figs., 145 fotos., 27 mapas, Lima.

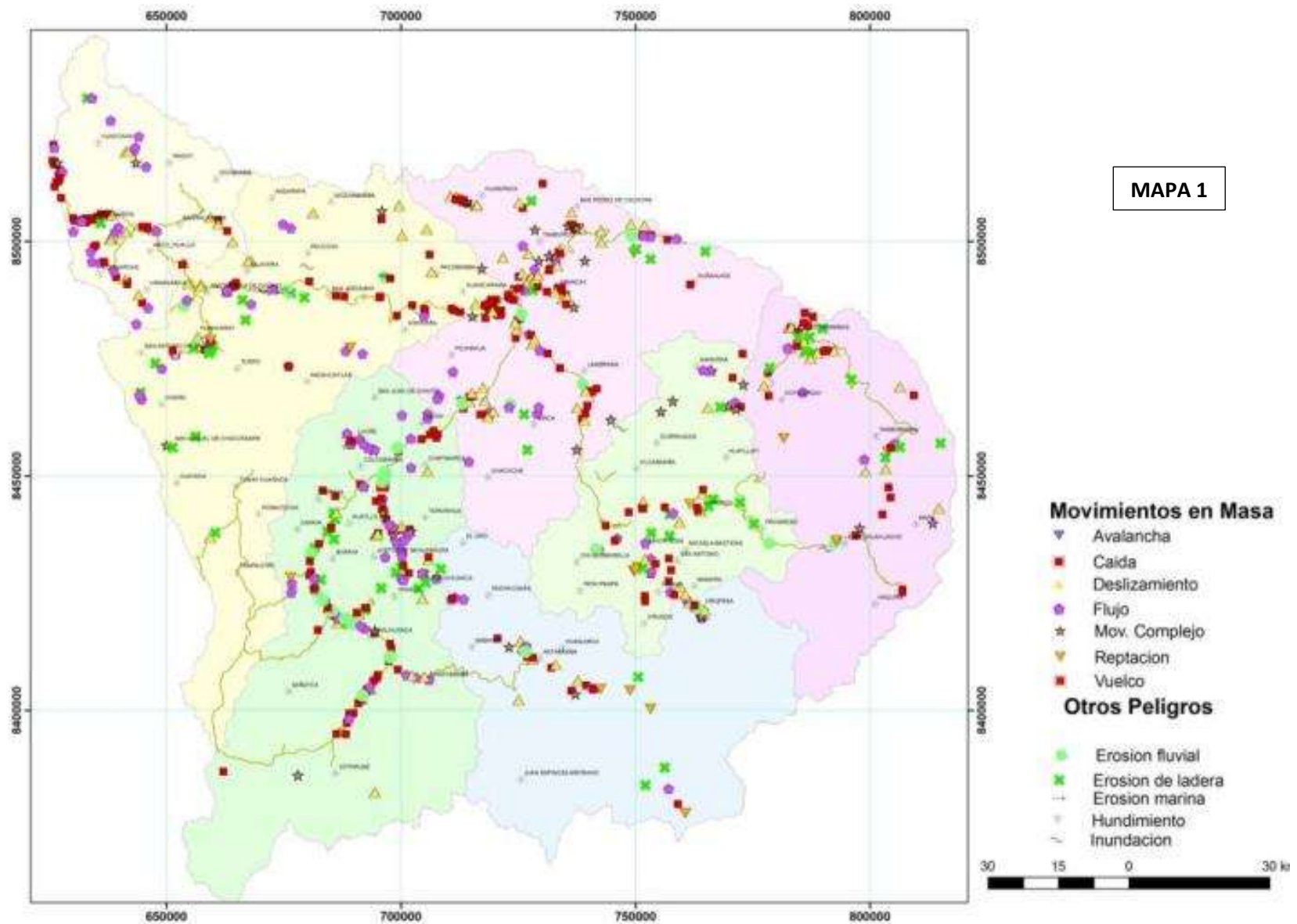
PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.

Santiago, J. (2006). Evolución del sistema de cárcavas del barrio Brisas del Este. Ciudad Bolívar, período 1960 – 2006. Ciudad Bolívar, Venezuela: Revista Geominas, Vol. 35, N° 42.

Santillán, G., Fernandez, J., Ferradas, P., Correia, J. 2005. Manual para la prevención de desastres y respuesta a emergencias. La experiencia de Apurímac y Ayacucho. Boletín ITDG, 44 p, Lima.



# MAPA DE INVENTARIO DE PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO-HIDROLÓGICOS AL 2011



**MAPA DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEO-HIDROLÓGICOS AL 2011**
