

Informe Técnico N° A6602



Evaluación de peligros geológicos en la provincia Daniel A. Carrión

Región Pasco



POR:
ING. GRISELDA LUQUE P.

JULIO 2012



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ASPECTOS GENERALES	1
3	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y LITOLÓGICOS	3
	3.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	3
	3.1.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO – DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	3
	3.1.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL Y AGRADACIONAL	5
	3.2 ASPECTOS LITOLÓGICOS	8
	3.2.1 DEPÓSITOS RECIENTES	8
	3.2.2 UNIDADES DE SUSTRATO	9
	3.3 PENDIENTE DE LOS TERRENOS	14
4	PELIGROS GEOLÓGICOS:	16
5	SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA EN LA PROVINCIA DANIEL A. CARRIÓN	41
	5.1 FACTORES CONDICIONANTES DE LA INESTABILIDAD Y DETERMINACIÓN DE SU PESO EN LA OCURRENCIA DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA	41
	5.2 GRADOS DE SUSCEPTIBILIDAD	43
	CONCLUSIONES	45
	BIBLIOGRAFÍA	47

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA PROVINCIA DANIEL A. CARRIÓN, REGIÓN PASCO

1. INTRODUCCIÓN

La Presidencia del Consejo de Ministros, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), mediante oficio N° 370-2012-PCM/SG, se le brinde información de la evolución de los peligros geológicos, identificados dentro de la jurisdicción de la provincia Daniel A. Carrión, los cuales puedan comprometer su seguridad física.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, encargada de administrar la información geodinámica regional y del país, y de mantener una base de datos georeferenciados de peligros geológicos actualizada, la cual pone a disposición de los interesados; este informe se basa en las observaciones de campo realizadas durante los trabajos de campo en la región Pasco, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales, así como de la información recopilada en el estudio regional "Riesgos geológicos en la Franja 4 (INGEMMET, 2003).

El presente documento incluye varios mapas a nivel de la provincia Daniel A. Carrión, donde se consigna las unidades litológicas que afloran en la zona, las unidades geomorfológicas, la pendiente del terreno, el inventario de peligros y la susceptibilidad a los peligros geológicos (movimientos en masa).

2. ASPECTOS GENERALES

Daniel Alcides Carrión es la provincia más pequeña y se encuentra ubicado en la parte Nor Oeste del departamento de Pasco, su capital es la ciudad de Yanahuanca. Con 08 distritos: Yanahuanca, Chacayan, Goyllarisquizga, Paucar, San Pedro de Pilao, Santa Ana de Tusi, Tapuc y Vilcabamba.



Figura 01: Ubicación de la Provincia Daniel A. Carrión

Los principales ríos que cruzan la Provincia de Daniel Carrión son los ríos Chaupihuaranga, Ushugoya y Pacobamba. En zonas superiores a los 4000 msnm el clima es frío en extremo. Según el mapa de precipitaciones de SENAMHI (2003), las lluvias acumuladas para el período lluvioso normal setiembre-mayo (alcanzan entre 500 a 700 mm por año).

Frente a Yanahuanca pasa una variante de la carretera Interoceánica Lima-Huaral - Oyón - Yanahuanca - Ambo. La ruta principal se da por la carretera central Lima-Cerro de Pasco (370 km) de carretera asfaltada y de Cerro de Pasco-Yanahuanca (64 km) carretera parcialmente asfaltada con mantenimiento por parte del gobierno Regional de Pasco.

La provincia Daniel A. Carrión es la menos poblada del departamento Pasco con una población de 47803 habitantes equivalente al 17,05 % del total departamental. El 58,5% de sus habitantes vive en áreas urbanas mientras que el 41,5% en áreas rurales (CPV, 2007). Con una superficie de 1529,56 km², Gráficos 01 y 02.

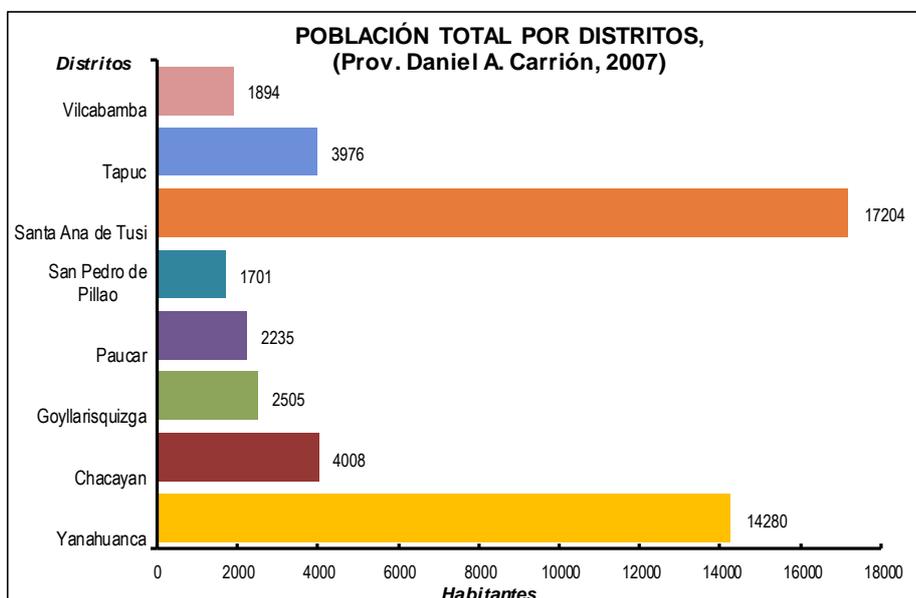


Gráfico 01: Población Total por distritos

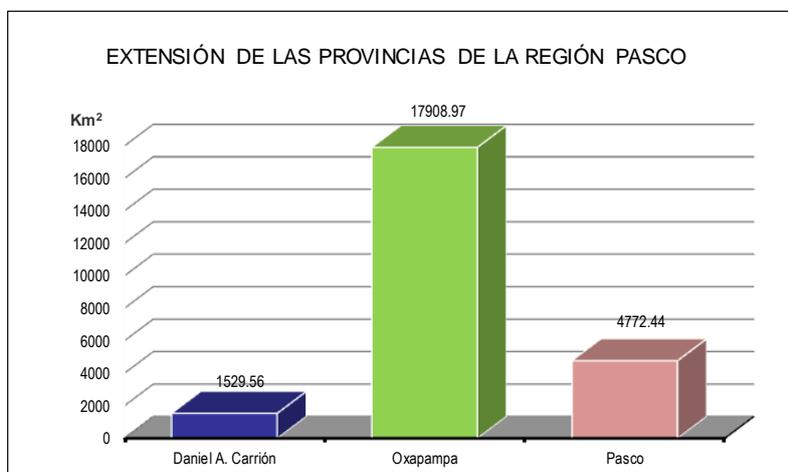


Gráfico 02: Extensión de la provincia Daniel A. Carrión

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS Y GEOLÓGICOS

3.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En general, desde el punto de vista morfoestructural regional, la provincia Daniel A. Carrión se ubica en la parte Central del Perú, comprendida entre la Cordillera Occidental y Oriental; la cual se encuentra disectada por varios cursos de ríos y quebradas, entre los principales se tiene a los ríos Chaupihuaranga, Ushugoya y Pacobamba

Las unidades geomorfológicas diferenciadas en la provincia se han producido por agentes tectónicos, erosionales y depositacionales, ocurridos a lo largo de su historia geológica. Estas unidades se diferencian de acuerdo a sus características morfológicas, morfométricas, geológicas y a su origen (Verstappen & Van Zuidam, 1991; Martín-Serrano et al., 2004).

Para la elaboración del mapa geomorfológico de la provincia Daniel A. Carrión, se utilizó la información litológica de la Carta Geológica Nacional, fotografías aéreas, imágenes satelitales Landsat TM5 y datos geomorfológicos recopilados en campo. Las unidades geomorfológicas (figura 02) agrupadas según su origen son:

3.1.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO – DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005). Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, altillanuras, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

Unidad de montañas

Las montañas presentan mayor distribución en la provincia Daniel A. Carrión, se considera dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc).

En el contexto general se encuentran conformadas por alineamientos alargados, constituidos por rocas de tipo metamórfica, intrusiva, volcánica, volcánico-sedimentaria y sedimentaria, con un moderado a fuerte estado de meteorización superficial y de erosión. Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

Relieve montañoso en rocas intrusivas (RM-ri)

Esta subunidad está conformando laderas y crestas de topografía abrupta, pertenecientes a la Cordillera Occidental de los Andes, con elevaciones que alcanzan los 4000 msnm.

Los cuerpos ígneos intrusivos que afloran en la provincia, se disponen como stocks y batolitos, de formas irregulares a alargadas, controladas por fallas. Se encuentran

constituidas por rocas intrusivas de composición intermedia a ácida tipo granodiorita y diorita.

Esta unidad ha sido disectada por los ríos y quebradas; también existen procesos de erosión de laderas y movimientos en masa. Se encuentran ubicadas en la zona Noreste y límite con Huánuco.

Relieve montañoso en rocas volcánicas (RM-rv)

Dentro de esta subunidad se consideran afloramientos de rocas volcánicas (tobas, tufos, derrames lavicos andesíticos y brechas), litológicamente corresponden al Volcánico Calipuy; sus elevaciones alcanzan los 4950 msnm. Presentan laderas con pendientes medias a fuertes. Se encuentran ubicadas en la zona este de la provincia, límite con la región Lima.

Relieve montañoso en rocas metamórficas (RM-rm)

Corresponde a cadenas montañosas antiguas expuestas en el lado central de la provincia Daniel A. Carrión. Litológicamente corresponden al Complejo Marañón y Grupo Excelsior. Presentan laderas con pendientes moderadas a abruptas, de cumbres redondeadas y alargadas. Se presentan muy erosionadas, asociadas a procesos de caídas, deslizamientos, erosión en cárcavas y flujos de detritos (huaycos). Sus elevaciones alcanzan los 4000 msnm. Se encuentran conformando las laderas hacia ambos márgenes del río Chuapihuaranga.

Relieve montañoso en rocas sedimentarias (RM-rs)

Corresponde a afloramientos de roca sedimentaria, afectados por procesos tectónicos y erosivos, conformados por rocas de tipo conglomerados, areniscas, lutitas, lodolitas, calizas y cuarcitas, de edad Cretácica. Presentan laderas con pendientes medias a fuertes, se localizan en el sector sureste de la provincia Daniel A. Carrión, límite con Huánuco y la provincia Pasco.

Montaña estructural (Me)

Su asociación litológica es principalmente sedimentaria; estructuralmente se presentan como alineamientos montañosos compuestos por secuencias estratificadas plegadas y/o con buzamientos de las capas de roca que controlan la pendiente de las laderas, se encuentran conformando anticlinales, sinclinales, cuevas y espinazos, que le dan una característica particular en las imágenes satelitales, tienen un alineamiento de dirección suroeste-noreste. Varían en pendiente desde moderada a muy fuerte.

Generalmente asociadas a colinas estructurales, su distribución es reducida, se presentan en las nacientes del río Chuapihuaranga. Geodinámicamente se asocian a erosión de laderas y flujo de detritos.

Unidad de Colinas y lomadas

Están representadas por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes grados de disección, de menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local) y con inclinación de laderas promedio superior a 16% (FAO, 1968), conforman alineamientos de carácter estructural y denudativo. Esta unidad se ubica próxima a la unidad de montañas y viene a formar parte de las estribaciones andinas.

Se asocian litológicamente a rocas de tipo intrusivo, volcánico, volcánico-sedimentario, metamórfico y sedimentario, cuyas edades van desde el Neoproterozoico al Neógeno.

Dentro de este grupo se diferenciaron cinco subunidades:

Relieve de colinas y lomadas en rocas volcánicas (RCL-rv)

Corresponde a afloramientos de rocas volcánicas (tobas, tufos y derrames lávicos), litológicamente corresponden al volcánico Calipuy, presentan formas irregulares, cimas agudas y laderas con pendientes medias a altas. Se encuentra al suroeste de la provincia Daniel A. Carrión.

Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)

Corresponde a afloramientos de roca sedimentaria, reducidos por procesos denudativos, se encuentran conformando elevaciones alargadas, con laderas de baja a moderada pendiente. Se localizan al sureste de la provincia Daniel A. Carrión y zona limítrofe con la provincia Pasco.

Colinas estructurales (Ce)

Corresponde a afloramientos de roca sedimentaria, que se presentan en la zona de estudio con un alineamiento de dirección noroeste-sureste. El drenaje de esta geoforma es paralelo y su disposición está controlada por la estructura geológica conformada por pliegues y fallas. La inclinación de las laderas es controlado por el buzamiento de las capas, también se presentan espinazos. Se localizan al sureste de la provincia Daniel A. Carrión.

3.1.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL Y AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Valle fluvial y terrazas indiferenciadas (VT-i)

Valles tributarios de cauce angosto, que discurren cortando la Cordillera Occidental de los Andes, donde no ha sido posible diferenciar el fondo de valle, las terrazas y llanuras de inundación, debido a la escala de trabajo. Entre ellos se tiene cursos de los ríos Chaupihuaranga, Ushugoya y Pacobamba.

Piedemonte coluvio-deluvial (P-cd)

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa del tipo deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Generalmente su composición litológica es homogénea; son depósitos de corto recorrido relacionados a las laderas superiores adyacentes. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Abanicos de Piedemonte (Ab)

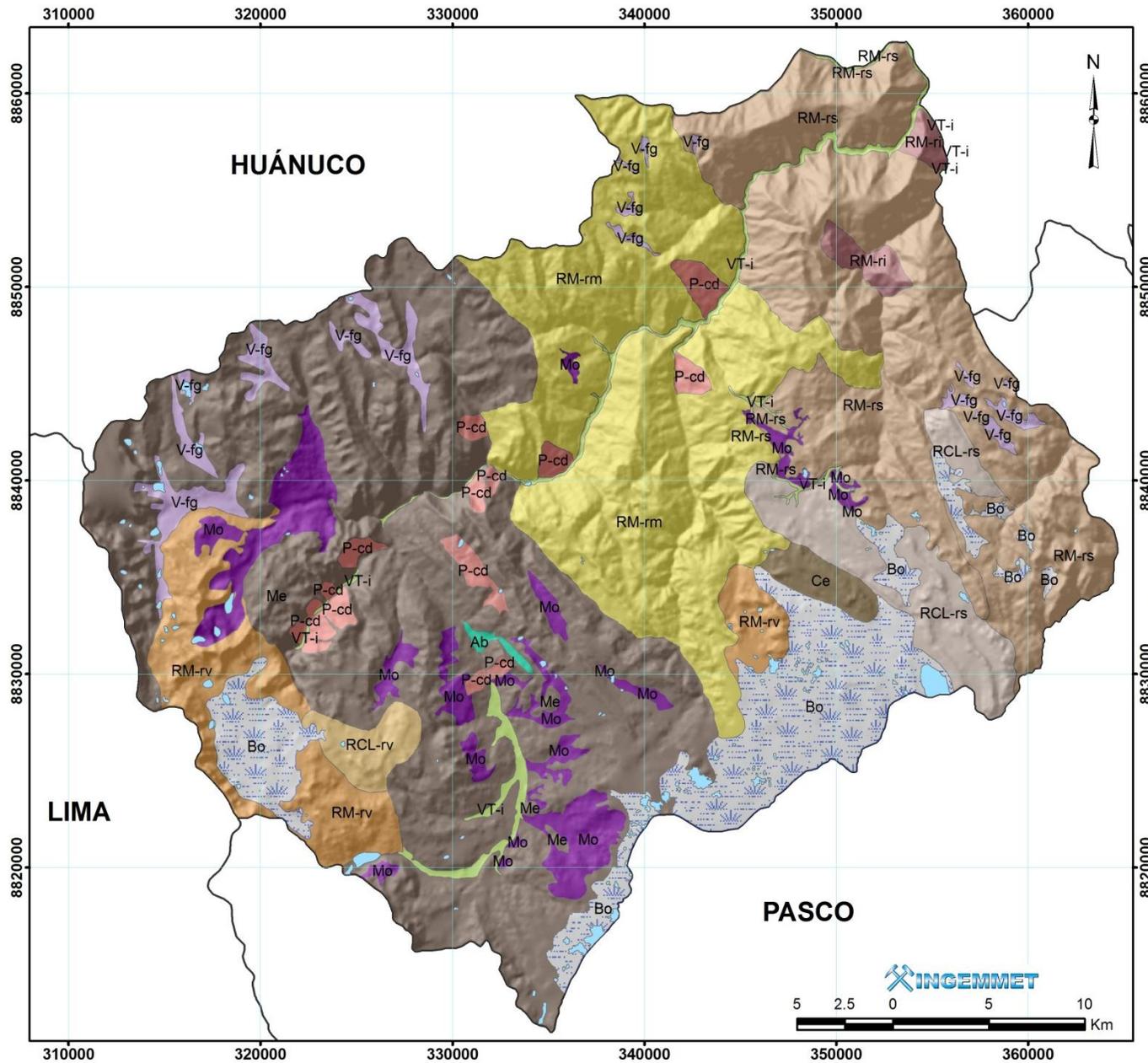
Son conos o abanicos de baja pendiente hacia el valle (2° - 15°), formadas por acumulaciones de material acarreado por flujos excepcionales, en la desembocadura de quebradas y ríos tributarios. Ejemplo de este depósito se tiene en la margen derecha del río Andachaca.

Morrenas (Mo)

Esta unidad comprende a geoformas convexas suaves y alargadas producidas por la acumulación de materiales depositados por acción glaciár durante el Plesitoceno-Holoceno. Existen varios tipos de morrena de acuerdo a su posición frente a un glaciár: morrena de fondo es la que se sitúa bajo en contacto con el lecho; morrena lateral cuando se sitúa en las orillas o bordes del lecho glaciár; morrena central: formadas por la unión de morrenas laterales en la confluencia de dos glaciares en un mismo valle; y morrena frontal o terminal: cuando se sitúa en la zona de deshilo del glaciár.

Lagunas, embalses de agua y cuerpos de agua (Lag)

Dentro de esta unidad se reúne a todo los cuerpos de agua de origen natural (lagunas), los cuales tienen dimensiones representables a la escala de trabajo. Como ejemplos se tiene a las lagunas Pampacancha, Ocro Cocha, Huascacocha.



GEOFORMA	UNIDAD	SUBUNIDAD	SÍMBOLO	
De carácter tectónico-degradacional y erosional	Montañas	Relieve montañoso en rocas intrusivas	RM-ri	
		Relieve montañoso en rocas volcánicas	RCL-rv	
		Relieve montañoso en rocas metamórficas	RM-rm	
		Relieve montañoso en rocas sedimentarias	RM-rs	
		Montaña estructural	Me	
	Colinas	Relieve de colinas y lomadas en rocas volcánicas	RM-rv	
		Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias	RCL-rs	
		Colinas estructurales	Ce	
	De carácter deposicional y agradacional	Piedemontes	Piedemonte coluvio-deluvial	P-cd
			Abanicos de piedemonte	Ab
Morrenas			Mo	
Planicies y depresiones de agua		Valle fluvial y terrazas indiferenciadas	VT-i	
		Valle fluvio-glacial	V-fg	
		Bofedales	Bo	
		Cuerpos de agua	Lagunas, embalses de agua y cuerpos de agua	Lag

Figura 02: Mapa Geomorfológico de la provincia Daniel A. Carrión.

3.2 ASPECTOS LITOLÓGICOS

El mapa litológico fue elaborado en base a los estudios de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100000, realizados en la región Pasco, por la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), cuya información se encuentra en tres boletines (INGEMMET, 1973 y 1996), abarcando los cuadrángulos de Yanahuanca, Oyón, Ambo y Pasco; así mismo se interpretó imágenes satelitales Landsat, fotos aéreas y se realizaron las verificaciones de campo respectivas.

Para la delimitación de las unidades litológicas se ha tomado como patrón la litología, el grado de homogeneidad de sus propiedades geotécnicas (rocas y suelos), principalmente su grado de fracturamiento, grado de meteorización y resistencia a la erosión, agrupándolas sin considerar su edad. Figura 03.

Es así que los principales grupos de suelos y rocas se han agrupado en dos grandes unidades de clasificación:

- Depósitos recientes
- Unidades del substrato

3.2.1 DEPÓSITOS RECIENTES

Depósitos inconsolidados (Unidad I)

Esta unidad agrupa a los depósitos poco o nada coherentes y consolidados con edad reciente, de extensión y grosor variable, conformados por materiales de litología heterogénea y heterométrica, depositados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, agrupados por su grado de compactación.

Para la provincia Daniel A. Carrión se han determinado cuatro tipos de sedimentos modernos, que son producto de la meteorización, erosión y acumulación; presentan morfologías que van desde planas, plano-onduladas a algo inclinadas, como en el caso de las acumulaciones de piedemonte. Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

Depósitos aluviales y fluviales (Subunidad I-1)

Depósitos Aluviales: Los depósitos mejor desarrollados se encuentran en las estribaciones andinas de la Cordillera Occidental y en los flancos de los grandes cursos fluviales, los materiales que los constituyen son conglomerados, con una matriz arenosa o limo-arcillosa.

Depósitos fluviales: Este depósito corresponde a la acumulación de material a lo largo de valles y en llanuras de inundación por corrientes fluviales, están constituidos por conglomerados, arenas, limo-arcillas.

Depósitos Glaciares (Subunidad I-2)

Estos depósitos se encuentran por encima de los 4300 msnm., se le encuentra en el empalme de los cuadrángulos de Yanahuanca y Oyón. Están representados principalmente por morrenas que forman lagunas como Pampacancha, Ocro Cocha, Huascacocha, etc., los depósitos están constituidos por clastos angulosos, englobados dentro de en matriz limo-arcillosa.

Esta sub-unidad puede ser afectada por deslizamientos, derrumbes y caída de rocas en los bordes de los depósitos, cuando forman acantilados; también por flujos de detritos (huaycos) o lodo, procesos de erosión fluvial e inundaciones.

Depósitos Glacio-fluviales (Subunidad I-3)

Conformados por materiales de morrenas que han sufrido removilización por acción fluvial o por gravedad, generalmente compuestas por material heterométrico, de gravas subredondeadas, en matriz arenolimosas, de profundidad y permeabilidad variable, medianamente compactos. Se encuentran ocupando las laderas de montaña en zonas glaciares y rellenando los valles glaciares, frentes de montañas, algunas veces en forma de talus de detritos.

Depósitos Coluvio-deluviales (Subunidad I-4)

Esta subunidad agrupa depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluvio-gravitacional), que se acumulan en vertientes o márgenes de los valles como también en laderas superiores; en muchos casos son resultado de una mezcla de ambos.

En conjunto, por su naturaleza son susceptibles a la erosión pluvial, remoción y generación de flujos de detritos (chorreras y huaycos), y cuando son el resultado de antiguos movimientos en masa son susceptibles a reactivaciones, al realizar modificaciones en sus taludes naturales. Geomorfológicamente están asociados a las unidades de depósitos de vertiente, depósitos de deslizamientos y abanicos deluvio/coluviales.

3.2.2 UNIDADES DEL SUBSTRATO

Rocas Intrusivas (Unidad II)

Dentro de esta unidad litológica encontramos rocas intrusivas de tipo granodioritas y dioritas. Las rocas plutónicas de esta región corresponden al emplazamiento batolítico en un lineamiento plutónico principal hacia el Oeste que participo en la edificación y cratonización de la cordillera occidental. Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

Granodioritas (Subunidad II-1)

Afloramientos de topografía moderada a fuerte, distribuidos principalmente en la zona oriental de la provincia, a manera de plutones y stocks. Se encuentran afectados por deslizamientos, derrumbes y procesos de erosión en cárcavas los cuales acarrear flujos de detritos. Dentro de esta subunidad destaca:

Plutón Azul Huanca: Es el plutón más importante y de mayor distribución geográfica en la provincia Daniel A. Carrión, se le encuentra en las cercanías de Yanagaga, Rangia, margen derecha del río Chuapihuaranga.

Pórfidos (Subunidad II-2)

Constituida por intrusivos de composición dacita-cuarzo-latita, conformando cuerpos subvolcánicos se caracteriza por su modo porfírico, morfológicamente aparecen como montañas de moderada pendiente y colinas. Se ubica entre los empalmes de los cuadrángulos de Ambo y Cerro de Pasco.

Dioritas (Subunidad II-3)

Constituyen intrusiones de dimensiones menores con relación a los anteriormente descritos, aflorando manera aislada y dispersa. Dentro de esta subunidad destaca las dioritas de Vilcabamba.

Rocas volcánicas (Unidad III)

En esta unidad presenta algunos afloramientos muy alterados, está constituida por lavas andesíticas, andesitas piroclásticas, tobas andesíticas y riolíticas. Dentro de la provincia se tiene una buena exposición de rocas volcánicas, en la zona de colinas y montañas. En esta unidad se han diferenciado las siguientes subunidades:

Lavas andesíticas, Tobas, tufos, derrámes lávicos (Subunidad III-1)

Se tiene buenos afloramientos en el lado occidental de la provincia. Se tiene poca ocurrencia de movimientos en masa, se puede apreciar algunos flujos de detritos, avalancha de rocas y deslizamientos. Dentro de esta subunidad destaca:

Volcánico Calipuy: constituido por rocas piroclásticas gruesas, lavas ácidas e ignimbritas dacíticas, lavas andesíticas púrpuras, piroclastos grueso, tufos finamente estratificados, basaltos, riolíticas y dacitas

Rocas volcánico-sedimentarias (Unidad IV)

Esta unidad tiene una reducida distribución en la zona oriental de la provincia, está constituida por secuencias clásticas volcánicas donde se tienen: tufos, aglomerados andesíticos, tobas, ignimbritas. Los peligros geológicos de más recurrencia son los derrumbes, caída de rocas, erosión de laderas.

Conglomerados, areniscas, lutitas y lavas andesíticas (Subunidad IV-1)

Dentro de la unidad destaca la siguiente formación:

Grupo Mitu: constituido por una intercalación de areniscas de color rojo ladrillo a púrpura, conglomerados polimícticos y estratos delgados de lutitas gris a rojizas con clara estratificación laminar. Las intercalaciones volcánicas son reducidas en la parte occidental representadas por andesitas. Aflora alrededores del pueblo Santa Ana de Tusi.

Rocas sedimentarias (Unidad V)

Dentro de esta unidad se han distinguido las siguientes cuatro subunidades:

Conglomerados, areniscas y lutitas (Subunidad V-1):

Esta unidad está conformada por rocas clásticas constituidas por intercalaciones de areniscas y conglomerados. Dentro de esta subunidad se presentan principalmente flujos de lodo, flujos de detritos, y algunas ocurrencias locales de deslizamientos, caídas y erosión fluvial. Este grupo está representado por las siguientes formaciones:

Formación Pocobamba: constituida por conglomerados polimícticos, con clastos subangulosos a subredondeados de calizas.

Formación Casapalca: areniscas, lutitas, conglomerados, calizas de colores rojizos.

Areniscas y lutitas (Subunidad V-2):

En esta subunidad predominan los derrumbes, escasos flujos de detritos, avalancha de rocas y movimientos complejos. Dentro de este grupo destacan:

Formación Farrat: compuesta por areniscas cuarcíticas blanquecinas de grano medio a grueso deleznales. Esporádicamente capas delgadas de lutitas gris oscuras.

Formación Chimú: compuesta por cuarcitas y lutitas.

Grupo Ambo: constituido de areniscas y lutitas carbonosas.

Calizas y calizas margosas (Subunidad V-3):

Dentro de esta subunidad no se han identificado grandes eventos de movimientos en masa, pero no se descarta la ocurrencia de pequeños eventos locales. Esta subunidad está representada por:

Formación Celendín: constituido por margas grises a pardo amarillentas con delgadas intercalaciones de caliza en capas delgadas.

Formación Jumasha: consiste de calizas gris a gris parduscas masivas, en bancos medios a gruesos, muy resistentes a la erosión.

Formación Pariatambo: calizas y margas bituminosas de color negro con intercalaciones de calizas oscuras tabulares que se rompen a manera de lajas.

Formación Chulec: constituida por calizas grises en capas medianas a delgadas con intercalaciones de calizas margosas y margas de color pardo grisáceo

Formación Pariahuanca: conformadas por calizas masivas en capas gruesas.

Formación Condorsinga: Constituido de caliza gris clara en banco medio con esporádicos niveles de caliza nodular.

Formación Aramachay: Calizas negras bituminosas en capas delgadas de abundante fósiles.

Fm Chambará: conformada por calizas gris masiva con intercalaciones de caliza nodular, niveles de lutita calcárea.

Domo de yeso (Subunidad V-4):

Este pequeño afloramiento es parte de un domo yeso que aflora entre el empalme de los cuadrángulos Yanahuanca y Ambo, en la margen izquierda del río Chaupihuaranga. Esta subunidad puede aparecer afectada por derrumbes locales y flujos de detritos.

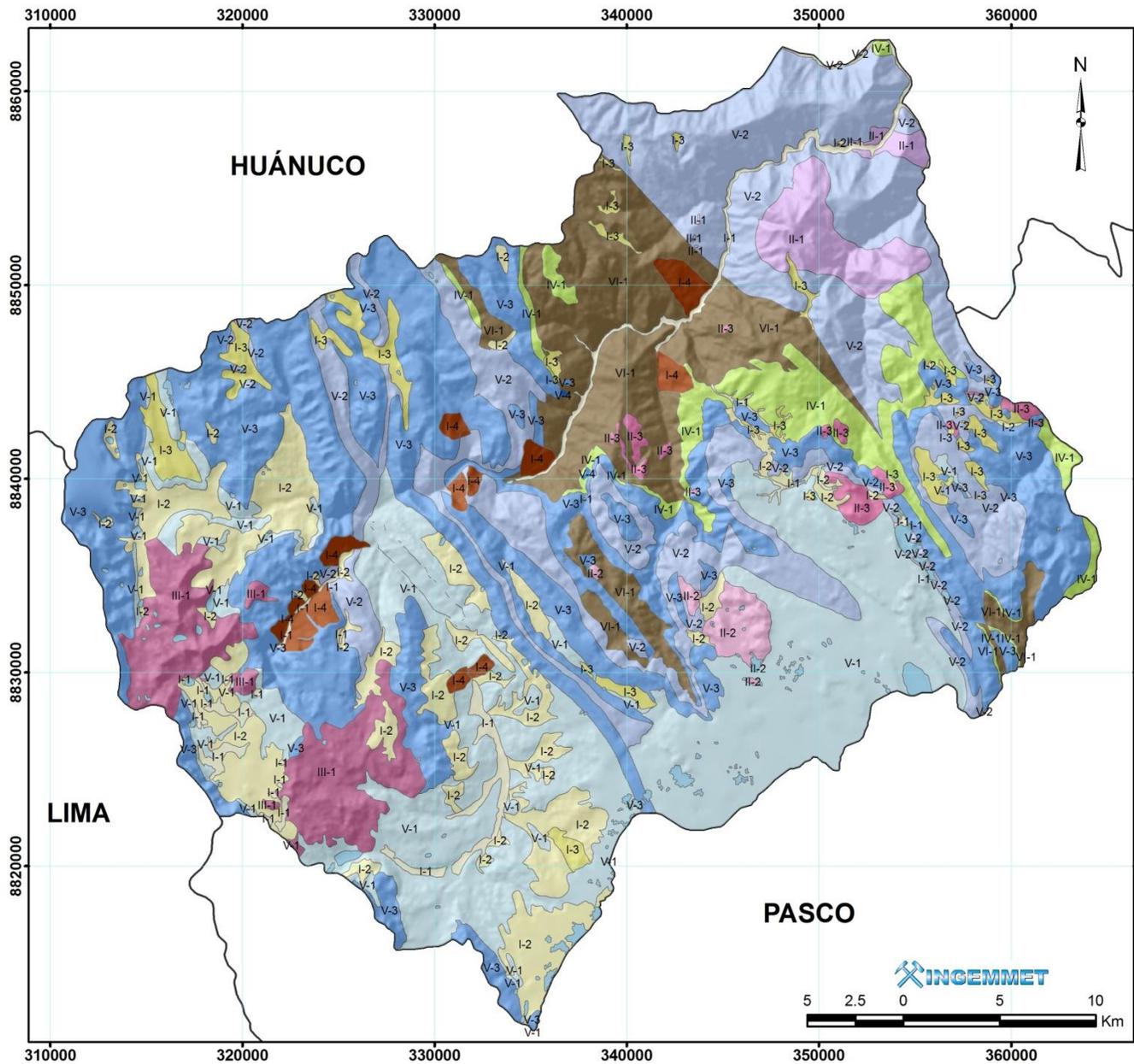
Rocas metamórficas (Unidad VI)

Esta unidad esta representada por rocas de tipo esquistos, gneis, pizarras, filitas y cuarcitas, por lo que ha sido dividido en cuatro subunidades.

Esquistos, filitas y gneis (Subunidad VI-1):

Estos afloran en el extremo oriental de la región principalmente. Dentro de esta subunidad se ha encontrado la predominancia de deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos, movimientos complejos y procesos de erosión de laderas.

Complejo Marañón: constituido por esquistos de color verde con lentes de cuarzo, esporádicamente con presencia de gneis bandeados.



UNIDAD	SUBUNIDAD	SÍMBOLO
DEPÓSITOS INCONSOLIDADOS	Aluviales y Fluviales	I-1
	Glaciales	I-2
	Glacio-fluviales	I-3
	Coluvio-deluviales	I-4
ROCAS INTRUSIVAS	Granodioritas	II-1
	Pórfidos	II-2
	Dioritas	II-3
ROCAS VOLCÁNICAS	Secuencia lávica y piroclástica	III-1
ROCAS VOLCÁNICO-SEDIMENTARIAS	Conglomerados, areniscas y lutitas, lavas andesíticas y tufos	IV-1
	ROCAS SEDIMENTARIAS	Conglomerados, arenisca y lutitas
Areniscas y lutitas		V-2
Calizas, calizas y margas		V-3
Domo de yeso		V-4
ROCAS METAMÓRFICAS	Esquistos, filitas y gneis	VI-1

Figura 03: Mapa Litológico de la provincia Daniel A. Carrión.

3.3 PENDIENTE DE LOS TERRENOS

El mapa de pendientes, fue preparado en base a los planos topográficos del IGN, a escala 1:100,000, con equidistancias de curvas de nivel cada 50 m, utilizándose para su generación el software de pendientes (con ayuda del GIS), obteniendo para ello un modelo de elevación digital y a la vez polígonos que presentan igual pendiente o inclinación en diferentes sectores de la provincia Daniel A. Carrión. Figura 04.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masa, en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media a fuerte ($> 30^\circ$), también es mas alta la erosión de laderas (laminar, surcos y cárcavas) en colinas o montañas, ya que a mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial.

Sin embargo, algunos procesos lentos como la reptación de suelos y ocasionales deslizamientos, ocurren con un mínimo de pendiente. En el caso de las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, también es usual en terrenos de suave pendiente.

Se consideró cinco rangos o grados de pendiente: muy baja, baja, media, fuerte, muy fuerte y abrupta; estas se describen a continuación:

Pendiente muy baja ($< 5^\circ$): Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de las zonas de planicies, también conforman los depósitos de piedemonte y fondos de valle.

Pendiente baja ($5^\circ - 20^\circ$): Terrenos de pendiente moderada, presentan buena distribución en la zona de montañas y colinas, en las altiplanices por encima de los 4350 msnm.

Pendiente media ($20^\circ - 35^\circ$): Pendientes con amplia distribución en la zona de montañas, también conformando las laderas superiores que se encuentran en ambas márgenes del río Chaupihuaranga y Pacobamba.

Pendiente fuerte ($35^\circ - 50^\circ$): Distribuidos principalmente en las laderas de montañas de la Cordillera Occidental, se extienden por sectores en las laderas superiores del río Yanahuanca y al límite con Huánuco.

Pendiente muy fuerte ($> 50^\circ$): Presentan una distribución reducida a lo largo de laderas de valles encañonados y las cabeceras que conforman el río Chaupihuaranga.

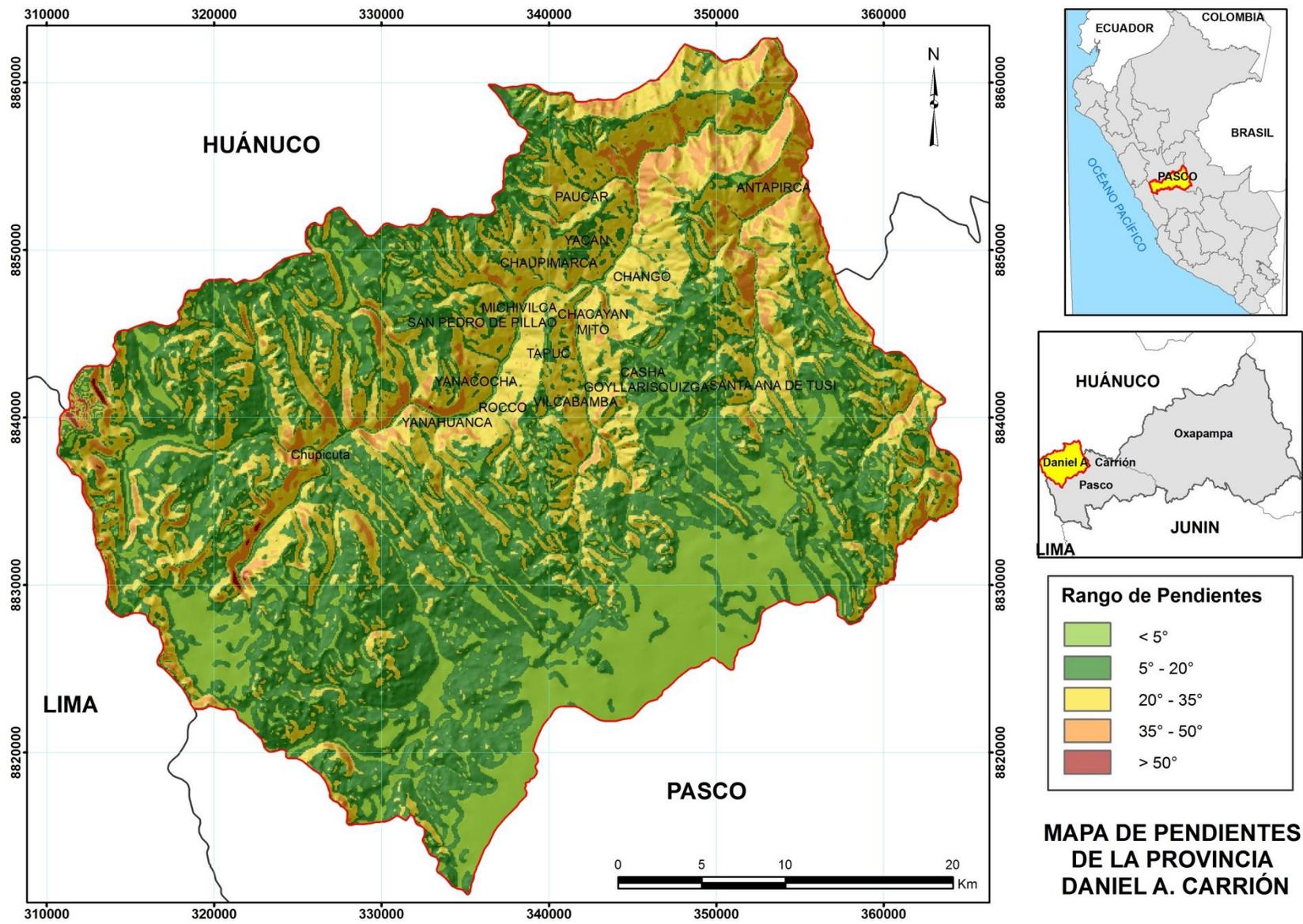


Figura 04. Mapa de pendiente de la provincia Daniel A. Carrion

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la provincia Daniel A. Carrión, corresponden a los de tipo movimientos en masa (deslizamientos, caídas, movimientos complejos, reptación y flujo de detritos) y geohidrológicos (inundación y erosión fluvial). Ver figura 05. Históricamente la zona, ha sido afectada por deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos (huaycos), evidenciado esto por sus depósitos, las cicatrices y la configuración topográfica del terreno.

Durante la evaluación de campo, fue posible identificar 139 peligros geológicos en la provincia Daniel A. Carrión, como se puede observar en el gráfico 03 y figura 06.

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos (como puede ser la geometría del terreno, el tipo de suelos, el drenaje superficial y subterráneo, la cobertura vegetal), combinados con factores extrínsecos (construcción de viviendas en zonas no adecuadas, carreteras, canales, riego por inundación, etc.). El “detonante” de estos eventos fueron las infiltraciones de agua subterránea en la zona.

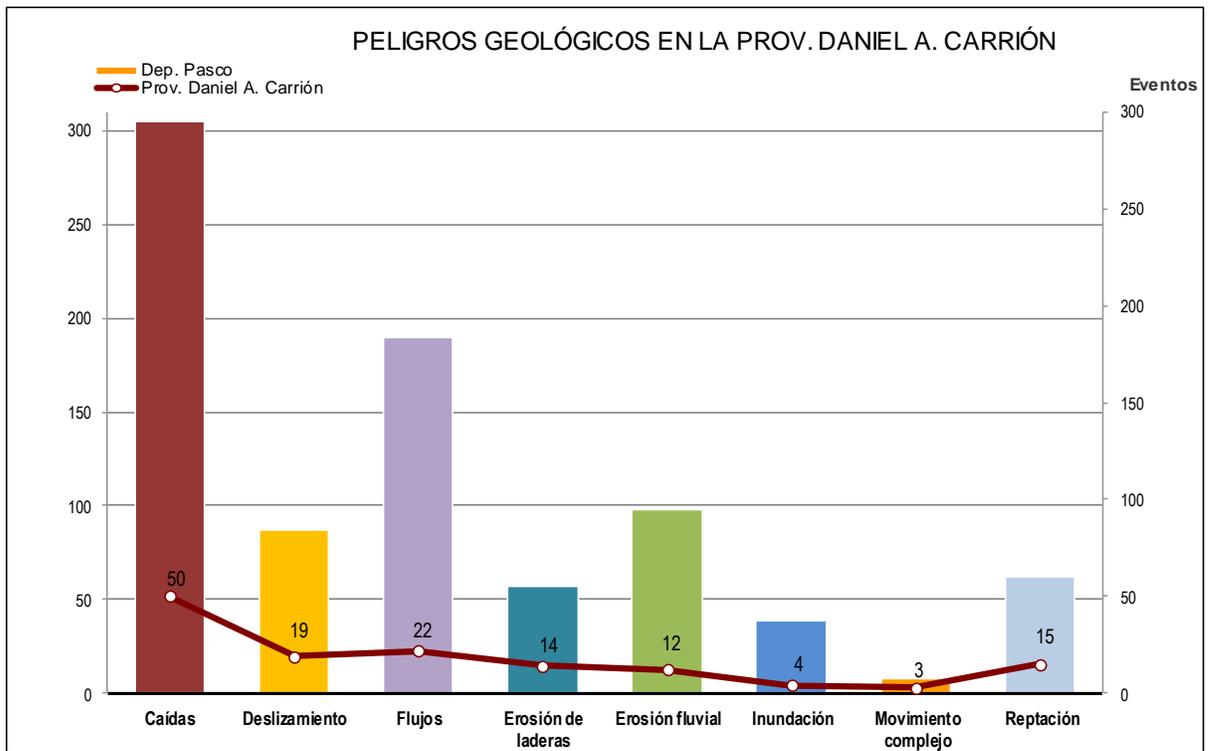


Gráfico 03: Peligros Geológicos en la provincia Daniel A. Carrión

A continuación se presenta una breve descripción de los principales peligros geológicos identificados en los diferentes distritos de la provincia Daniel A. Carrión, para poder tener una visión más clara sobre estos peligros en esta provincia.

Peligros Geológicos en el distrito Chacayan

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Flujo	Flujo de Detrito	Quebrada tributaria de la margen derecha del río Ushungoya	Chacayan	8847005	342032	2933	21-k Ambo
2	Caida	Derrumbe	Cerro Tuganga, margen derecha del río Ushungoya	Chacayan	8849110	343907	2842	21-k Ambo
3	Caida	Derrumbe	Cerro Yachica, margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8855288	345213	2692	21-k Ambo
4	Caida	Derrumbe	Cerro Masca, Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8851573	345041	2769	21-k Ambo
5	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8848218	342783	2866	21-k Ambo
6	Caida	Derrumbe	Ocho de Octubre	Chacayan	8860448	353876	2468	21-k Ambo
7	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8856047	347004	2667	21-k Ambo
8	Caida	Derrumbe	Cerro Yachica, margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8854922	345269	2705	21-k Ambo
9	Caida	Derrumbe	Cerro Mollin, margen derecha del río Chaupihuaranga	Chacayan	8856242	347371	2662	21-k Ambo
10	Caida	Derrumbe	Talud superior carretera Yanahuanca-Ambo	Chacayan	8857342	349267	2634	21-k Ambo
11	Caida	Derrumbe	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8853744	345055	2726	21-k Ambo
12	Caida	Derrumbe	Cerro San Cristobal, margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8856729	348220	2656	21-k Ambo
13	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8855948	346083	2680	21-k Ambo
14	Caida	Derrumbe	Misca	Chacayan	8857622	349687	2633	21-k Ambo
15	Deslizamiento	Deslizamiento	Poblado de Chango	Chacayan	8848525	345566	3517	21-k Ambo
16	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8854337	345262	2714	21-k Ambo
17	Deslizamiento	Deslizamiento	Centro poblado de Chango	Chacayan	8848610	344968	3319	21-k Ambo
18	Caida	Derrumbe	Talud superior carretera Yanahuanca-Ambo	Chacayan	8852792	345194	2737	21-k Ambo
19	Caida	Derrumbe	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	8856047	347003	2667	21-k Ambo
20	Caida	Derrumbe	Cerro Mollin	Chacayan	8856979	352580	2547	21-k Ambo
21	Deslizamiento	Deslizamiento	Centro poblado de Chango	Chacayan	8848700	344828	3242	21-k Ambo
22	Caida	Caída de Roca	Km 6+00 al 6+240 de la trocha Cerro de Pasco-Goyllarisquizga	Chacayan	8834620	350968	4153	22-k Cerro de Pasco
23	Deslizamiento	Deslizamiento Traslacional	Pueblo Mito	Chacayan	8845350	342150	3800	21-k Ambo
24	Deslizamiento	Deslizamiento Traslacional	Margen izquierda de la quebrada Huaycharagra	Chacayan	8846972	345262	3513	21-k Ambo
25	Caida	Caída de Roca	Untupuquio	Chacayan	8843900	344650	4150	21-k Ambo

Principales peligros geológicos en el distrito Chacayan



Foto 01: Deslizamiento traslacional antiguo, el poblado Mito se encuentra en el cuerpo del deslizamiento, presenta una reactivación al pie del deslizamiento.



Foto 02: Deslizamiento traslacional en el cerro Shushungaga, margen izquierda de la quebrada Huaycharagra, el área también es afectada por reptación de suelos.



Foto 03: Caída de rocas, en el sector Untupuquio, a la altura del km 24+00 de la trocha carrozable Goyllarisquizga-Chango.



Foto 04: Detalle de la foto 03, nótese bloques de caliza de aprox. 1,5 m de diámetro muy cerca a las vivienda del sector Untupuquio.

Peligros Geológicos en el distrito Goyllarisquizga

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Sector Casha	Goyllarisquizga	8842034	345901	4078	21-k Ambo
2	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Pueblo de Gollarisquizga	Goyllarisquizga	8841762	345894	4160	21-k Ambo



Foto 05: Vista panorámica del poblado Goyllarisquizga, parte de la población se encuentra sobre un deslizamiento rotacional antiguo con reactivaciones en forma de flujo de tierra, presenta asentamientos.



Foto 06: Vista panorámica del sector Casha, se encuentra sobre un deslizamiento rotacional antiguo con reactivaciones en forma de derrumbes y cárcavas en el cuerpo del depósito superficial.

Peligros Geológicos en el distrito Paucar

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Flujo	Flujo de Detrito	Paucar	Paucar	8853837	341862	3200	21-k Ambo
2	Deslizamiento	Deslizamiento Traslacional	Sector Yagan	Paucar	8851388	344805	2631	21-k Ambo
3	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Cerro Aunquimulle - Frente a San Fco. De Acochacan	Paucar	8861450	353950	2400	21-k Ambo
4	Mov. Complejo	Derrumbe - Flujo de Detrito	Río Chaupiguaranga (margen izquierda)	Paucar	8856900	348850	2600	21-k Ambo
5	Flujo	Flujo de Detrito	Río Caupiguaranga (margen izquierda)	Paucar	8857700	349350	2600	21-k Ambo
6	Flujo	Flujo de Detrito	Río Chaupiguaranga (margen derecha)	Paucar	8856950	348450	2600	21-k Ambo
7	Caida	Caída de Roca	Chaupiguaranga - Km. 239+800	Paucar	8854336	345251	2693	21-k Ambo

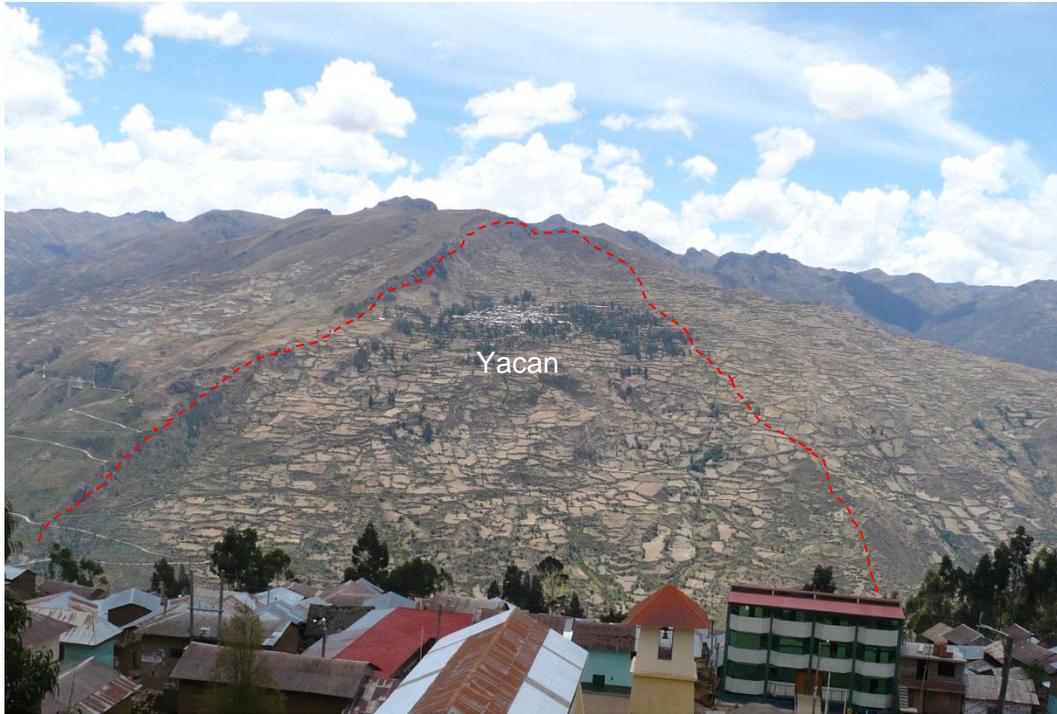


Foto 07: Vista del deslizamiento antiguo de Yacan, nótese escarpa antigua aún visible, con reactivaciones al pie del deslizamiento en la margen izquierda del río Chaupihuaranga, con presencia de cárcavas.



Foto 08: Vista de un huaico antiguo en la margen izquierda del río Chaupihuaranga, nótese la ubicación de viviendas sobre el depósito en forma de abanico, en el sector también presenta erosión en cárcavas. Frente al km 245+300 de la carretera Pasco-Ambo.



Foto 09: Zona de huaicos, en la margen izquierda del río Chaupihuaranga, nótese la ubicación de viviendas sobre el depósito antiguo, frente al km 247+00 de la carretera Pasco-Ambo. En la cabecera de estas quebradas se presenta intensa erosión.



Foto 10: Erosión en cárcavas en el cerro Aunquinmulle, aportando material al cauce del río Chaupihuaranga.

Peligros Geológicos en el distrito San Pedro de Pillao

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Caida	Derrumbe	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	San Pedro de Pillao	8845273	338058	3013	21-k Ambo
2	Caida	Caída de Roca	Gelgacuna	San Pedro De Pillao	8845633	336447	3642	21-k Ambo

Peligros Geológicos en el distrito San Ana de Tusi

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Río Pampania (margen derecha)	Santa Ana De Tusi	8851300	302075	3200	21-k Ambo
2	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Km. 7+00 hacia Chuquipata	Santa Ana De Tusi	8848780	355494	4026	21-k Ambo
3	Caida	Caída de Roca	Cruce a Chuquipata al km. 45+050	Santa Ana De Tusi	8845378	359020	4344	21-k Ambo
4	Reptacion	Reptación de Suelo	Cerro Tumanmarca	Santa Ana De Tusi	8835350	364050	3800	22-k Cerro de Pasco
5	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Cerro Puihuan Punta - Margen derecha de la Qda. Chuquipata	Santa Ana De Tusi	8846900	357700	4000	21-k Ambo
6	Reptacion	Reptación de Suelo	Carretera a Vinchos - Km. 25+800	Santa Ana De Tusi	8835342	353299	4267	22-k Cerro de Pasco
7	Caida	Caída de Roca	Cerro Punyan	Santa Ana De Tusi	8849370	349640	3837	21-k Ambo
8	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Carretera entre Pocogey - Antapirca	Santa Ana De Tusi	8852458	350675	3390	21-k Ambo
9	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Sector de Huiguayan	Santa Ana De Tusi	8849250	356500	3600	21-k Ambo
10	Caida	Caída de Roca	Pueblo de Chunquipata	Santa Ana De Tusi	8849230	355411	4001	21-k Ambo
11	Reptacion	Reptación de Suelo	Frente al sector Condorcancha	Santa Ana De Tusi	8835100	351050	4200	22-k Cerro de Pasco
12	Caida	Caída de Roca	Talud superior carretera Pasco-Santa Ana de Tusi	Santa Ana De Tusi	8842400	349331	4178	21-k Ambo
13	Deslizamiento	Deslizamiento Traslacional	Sector de Pocogey	Santa Ana De Tusi	8850928	350113	3546	21-k Ambo



Foto 11: Caída de rocas en cerro Argoaro, canchales de detritos suspendidos en ladera, puede afectar a las viviendas del sector Chunquipata.



Foto 12: Reptación de suelos en quebrada tributaria, de la margen derecha del río Pacobamba, en el detalle de la derecha se puede observar el colapso de un muro de contención de aprox. 8 m de longitud y alcantarilla que se encontraba en la plataforma inferior de la carretera Pasco-Goyllarisquizga.



Foto 13: Derrumbes en el talud superior de la carretera Vinchos-Jarica, en la margen izquierda del río Condoragra, afecta varios tramos de la carretera (A y B).

Peligros Geológicos en el distrito Tapuc

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Mishivilca	Tapuc	8846342	338329	2944	21-k Ambo
2	Deslizamiento	Deslizamiento	Chaupimarca	Tapuc	8849508	340513	3473	21-k Ambo
3	Caida	Derrumbe	Km 8+00 de la carretera a Paucar	Tapuc	8849074	341350	3420	21-k Ambo
4	Flujo	Flujo de Detrito	Colquipucro	Tapuc	8846598	338372	2946	21-k Ambo
5	Caida	Derrumbe	Sector Tapuc, Talud superior carretera Yanahuanca-Vilcabamba	Tapuc	8843268	340411	3653	21-k Ambo
6	Flujo	Flujo de Detrito	Chaupimarca	Tapuc	8849539	340497	3477	21-k Ambo
7	Caida	Derrumbe	Cerro Yanagaga	Tapuc	8847622	339077	2945	21-k Ambo
8	Deslizamiento	Deslizamiento	1° y 2° pampa, Henohuaypaso	Tapuc	8844230	340320	3611	21-k Ambo
9	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Río Chopiguarango - Km. 230+300	Tapuc	8848160	341729	2853	21-k Ambo
10	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Sector de Tapuc	Tapuc	8844700	341250	3400	21-k Ambo
11	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Frente al Km. 222+400 al Km. 225 carretera a Huánuco	Tapuc	8845050	338450	3050	21-k Ambo
12	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Margen derecha del río Chaupihuaranga	Tapuc	8843550	337650	3000	21-k Ambo



Foto 14: Erosión en cárcavas en la margen izquierda del río Ushugoya. El área también es afectada por derrumbes. El poblado de Tapuc se encuentra sobre la corona de un deslizamiento antiguo con presencia de cárcavas.

Peligros Geológicos en el distrito Yanahuanca

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
1	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Quebrada Gosearagra	Yanahuanca	8839708	335159	3293	21-j Yanahuanca
2	Reptacion	Reptación de Suelo	Carancha	Yanahuanca	8831145	331168	3758	22-j Oyón
3	Reptacion	Reptación de Suelo	Quebrada Yuracyacu/ Loma de Ocshapata	Yanahuanca	8838337	327762	3600	22-j Oyón
4	Reptacion	Reptación de Suelo	Estancia Lauche / Quebrada Pomayaros	Yanahuanca	8822737	328812	4150	22-j Oyón
5	Reptacion	Reptación de Suelo	Frente al poblado Santiago	Yanahuanca	8828937	332612	3825	22-j Oyón
6	Caida	Caída de Roca	Cerro Suihua	Yanahuanca	8842687	332312	3800	21-j Yanahuanca
7	Caida	Caída de Roca	Huaylacirca	Yanahuanca	8839474	335826	3479	21-j Yanahuanca
8	Flujo	Flujo de Detrito	Quebrada Bacurí	Yanahuanca	8840019	334221	3201	21-j Yanahuanca
9	Reptacion	Reptación de Suelo	Cerro Ventanilla	Yanahuanca	8831037	331912	3850	22-j Oyón
10	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Cerro Huacrapunta	Yanahuanca	8832550	326994	4198	22-j Oyón
11	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Yanahuanca	Yanahuanca	8839978	334227	3197	21-j Yanahuanca
12	Caida	Caída de Roca	Yanacocha	Yanahuanca	8842287	335062	3800	21-j Yanahuanca
13	Caida	Caída de Roca	Cerro Huagrapunta	Yanahuanca	8834612	325470	3981	22-j Oyón
14	Caida	Derrumbe	Cerro Ventanilla	Yanahuanca	8830337	332862	4050	22-j Oyón
15	Flujo	Flujo de Detrito	Río Blanco	Yanahuanca	8837936	326375	3529	22-j Oyón
16	Caida	Caída de Roca	Cerro Iscapata / Yanacocha	Yanahuanca	8841237	334762	3750	21-j Yanahuanca
17	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Baños termales de Tambochaca	Yanahuanca	8839901	330734	3359	21-j Yanahuanca
18	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Quebrada Alcahuarinan	Yanahuanca	8825637	333662	3390	22-j Oyón
19	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Río Andachaca o Pucamayo / Chinche	Yanahuanca	8837737	326412	3525	22-j Oyón
20	Deslizamiento	Deslizamiento	Lomas de Ocshapata	Yanahuanca	8836257	327912	3900	22-j Oyón
21	Caida	Caída de Roca	Cerro Pocco	Yanahuanca	8822937	327362	4500	22-j Oyón
22	Flujo	Flujo de Detrito	Huaychaumarca / Quebrada huachos	Yanahuanca	8835205	327430	3616	22-j Oyón
23	Deslizamiento	Deslizamiento	Cerro Huagrapunta / San Juan Baños de Rabi	Yanahuanca	8834714	325530	4000	22-j Oyón
24	Reptacion	Reptación de Suelo	Huachos / Cerro Huammy Huañusca	Yanahuanca	8828591	326823	4327	22-j Oyón
25	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Tambochaca	Yanahuanca	8840727	331551	3343	21-j Yanahuanca
26	Flujo	Flujo de Detrito	Cerro Yantajirca	Yanahuanca	8824106	327629	4265	22-j Oyón
27	Reptacion	Reptación de Suelo	Nunumiayo	Yanahuanca	8834037	329662	3700	22-j Oyón
28	Reptacion	Reptación de Suelo	Potrero y Cashapata	Yanahuanca	8836837	327262	3600	22-j Oyón
29	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Cerro Arcocacca	Yanahuanca	8824287	328962	4450	22-j Oyón
30	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Rejuay / Cerro Yuraccaiga	Yanahuanca	8823563	328119	4205	22-j Oyón
31	Reptacion	Reptación de Suelo	Ranracancha	Yanahuanca	8833587	330692	3900	22-j Oyón
32	Reptacion	Reptación de Suelo	Sector Huachao Marca	Yanahuanca	8835613	327117	3619	22-j Oyón
33	Caida	Caída de Roca	Cerro Qingaycocha / Tumacancha	Yanahuanca	8837037	334762	4100	22-j Oyón
34	Caida	Caída de Roca	Cerro Harapaco	Yanahuanca	8838437	333662	3800	22-j Oyón
35	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Chocopata	Yanahuanca	8835134	326139	3928	22-j Oyón

Nro.	TIPO PELIGRO	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	NORTE	ESTE	ALTITUD	CUADRÁNGULO
36	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Río Pucamayo	Yanahuanca	8835687	328412	3950	22-j Oyón
37	Caida	Caída de Roca	Quebrada Huachos / Huachos	Yanahuanca	8829737	325712	4500	22-j Oyón
38	Deslizamiento	Deslizamiento Traslacional	Astobamba	Yanahuanca	8842579	330728	3850	21-j Yanahuanca
39	Flujo	Flujo de Detrito	Quebrada Cupash	Yanahuanca	8839128	327871	3491	21-j Yanahuanca
40	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Astobamba y Huarautambo	Yanahuanca	8842686	331761	3640	21-j Yanahuanca
41	Caida	Caída de Roca	Cerro Cruz Punta	Yanahuanca	8841702	331843	3524	21-j Yanahuanca
42	Caida	Caída de Roca	Shuchuhuanca	Yanahuanca	8839987	331512	3000	21-j Yanahuanca
43	Flujo	Flujo de Detrito	Quebrada Ranracancha	Yanahuanca	8838534	333103	3645	21-j Yanahuanca
44	Caida	Caída de Roca	Quebrada Bacuri	Yanahuanca	8840287	333762	3400	21-j Yanahuanca
45	Flujo	Flujo de Detrito	Quebrada Huarautambo / Racri	Yanahuanca	8840812	331898	3324	21-j Yanahuanca
46	Reptacion	Reptación de Suelo	Quebrada Pomayaros / Loma Shinto	Yanahuanca	8822437	330362	4050	22-j Oyón
47	Deslizamiento	Deslizamiento	Quebrada San Juan Baños de Rabi	Yanahuanca	8836609	326553	3553	22-j Oyón
48	Otro Peligro	Erosión de Ladera	Quebrada Huachos	Yanahuanca	8827084	326640	4397	22-j Oyón
49	Mov. Complejo	Derrumbe - Deslizamiento	Talud superior carretera Yanahuanca-Michivilca	Yanahuanca	8842842	336977	3089	21-k Ambo
50	Caida	Derrumbe	Río San Juan baños Rabi (margen derecha)	Yanahuanca	8831300	322850	4200	22-j Oyón
51	Flujo	Flujo de Detrito	Río Curucuta	Yanahuanca	8821986	332494	3995	22-j Oyón
52	Flujo	Flujo de Detrito	Laguna Raracochoa	Yanahuanca	8828150	324450	4125	22-j Oyón
53	Caida	Derrumbe	Cerro Nazareno	Yanahuanca	8826450	317300	4750	22-j Oyón
54	Caida	Derrumbe	Abra Uccchucacua - Km. 169+00 de Huacho. Cero Urao	Yanahuanca	8826968	316270	4650	22-j Oyón
55	Caida	Derrumbe	Cerro Quichuar, margen derecha R. San Juan Valle Rabi	Yanahuanca	8831994	322121	4000	22-j Oyón
56	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Cerro Quichuar	Yanahuanca	8832300	323300	4200	22-j Oyón
57	Flujo	Flujo de Detrito	Quebrada tributaria de la margen der. del R. Chaupihuaranga	Yanahuanca	8842900	337100	3000	21-k Ambo
58	Mov. Complejo	Deslizamiento-Flujo	Sector Santiago Pampa	Yanahuanca	8829736	331808	3813	22-j Oyón
59	Caida	Derrumbe	Km. 197+520	Yanahuanca	8834812	325708	3893	22-j Oyón
60	Flujo	Flujo de Detrito	Km. 37 Sector Ucchumarca - Río Andachaca	Yanahuanca	8822374	334018	3970	22-j Oyón
61	Caida	Derrumbe	Cerro Shimiyc	Yanahuanca	8820500	333550	4600	22-j Oyón
62	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Pampa Pucapuca	Yanahuanca	8814350	329550	4250	22-j Oyón
63	Flujo	Flujo de Detrito	Laguna Raracochoa	Yanahuanca	8821018	325782	4042	22-j Oyón
64	Reptacion	Reptación de Suelo	Sector Pasco	Yanahuanca	8823400	327850	4250	22-j Oyón
65	Flujo	Flujo de Detrito	Qda. Colpa - Km. 175 + 00 de Huacho	Yanahuanca	8825850	321061	4531	22-j Oyón
66	Caida	Caída de Roca	Cerro Cruz punta	Yanahuanca	8842800	331050	3800	21-j Yanahuanca
67	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Qda. Huarantambo	Yanahuanca	8842712	331740	3448	21-j Yanahuanca
68	Flujo	Flujo de Detrito	Sector Colles	Yanahuanca	8839450	328850	3400	21-j Yanahuanca
69	Caida	Derrumbe	Frente al Sector Colles	Yanahuanca	8839376	328755	3410	21-j Yanahuanca
70	Caida	Derrumbe	Sector gigantón	Yanahuanca	8833698	329158	3780	22-j Oyón
71	Flujo	Flujo de Detrito	Pampa Michivilca - Km. 172+310	Yanahuanca	8826374	319029	4560	22-j Oyón
72	Flujo	Flujo de Detrito	Laguna Raracochoa chico (margen derecha)	Yanahuanca	8820150	326000	4200	22-j Oyón
73	Deslizamiento	Deslizamiento Rotacional	Sector Huaychao Marca	Yanahuanca	8835250	326650	3800	22-j Oyón
74	Otro Peligro	Inundación Fluvial	Río San Juan Baños de Rabi a la altura del Km 2+120	Yanahuanca	8833138	323036	3749	22-j Oyón
75	Caida	Derrumbe	Cerro Putoc	Yanahuanca	8827500	323000	4550	22-j Oyón
76	Caida	Derrumbe	Cerro Rachacancha	Yanahuanca	8824750	317900	4750	22-j Oyón
77	Caida	Derrumbe	Laguna Aguascocha	Yanahuanca	8829100	320200	4600	22-j Oyón
78	Otro Peligro	Erosión Fluvial	Río Yanahuanca - Sector Tambochaca	Yanahuanca	8840520	331295	3302	21-j Yanahuanca

Principales peligros en el distrito Yanahuanca



Foto 15: Derrumbes en talud superior de carretera nueva Yanahuanca-Pampamarca con proyección hasta Ucchu Chacua, con presencia de canchales de detritos, margen izquierda del río San Juan Valle Rabi



Foto 16: Zona de probable inundación fluvial en ambas márgenes del Río San Juan Baños Valle de Rabi a la altura del Km. 2+120. Con presencia de lluvias excepcionales, se ha desbordado hasta 50 m en la margen derecha del río, afectando a viviendas del poblado Pampamarca. Se ha colocado muro de contención.



Foto 17: Flujo de detritos en el río Curucuta, afecta tramo de carretera Pasco-Huachos-Yanahuanca y alcantarilla.



Foto 18: Derrumbes en el sector Yanahuanca, el poblado se encuentra en un depósito antiguo, con reactivaciones en el pie, margen derecha del río Yanahuanca.

Deslizamiento-flujo de Santiago Pampa

El evento que ocurrió el 18 de abril del 2011 en el sector de Santiago Pampa es un movimiento en masa del tipo movimiento complejo, designándose a deslizamientos que en fases posteriores a su iniciación se comportan como un flujo. También denominado por algunos autores “deslizamiento por flujo” ya que por su característica es de ocurrencia súbita de altas velocidades y grandes distancias de viaje, muy peligroso y tiene la tendencia de reducir su volumen y la pérdida de la resistencia durante la falla. Ver fotos 24 y 25.

El deslizamiento, es de tipo rotacional (fotos 19, 20, 21, 22 y 23) en el flanco sureste del cerro Huarmi Huañusca, con actividad retrogresiva, de velocidad lenta a moderada, según testimonios de lugareños indican que las grietas y asentamientos aparecieron 2 meses antes de generarse el evento; inmediatamente de producido discurrió como un flujo de lodo, con velocidad rápida.

La corona del deslizamiento tiene forma semicircular, de aproximadamente 70 m de longitud, la escarpa principal tiene alturas entre 2 a 7 m. La longitud entre la escarpa y el pie del deslizamiento es de 170 m aproximadamente. El flujo de tierra, así como “bloques de suelo” productos del deslizamiento, recorrieron una longitud aproximada de 180 m. El ancho del flujo varía entre 10 a 60 m. A su paso el flujo afectó terrenos de cultivo. Figura 05.

Los suelos son limoarcillosos de color rojizo pertenecientes a las rocas terciarias de la Formación Casapalca y capas superficiales de material orgánico, y suelos calcáreos provenientes de la parte alta existe afloramientos de calizas de la formación Jumasha. Con presencia de 03 manantiales en el cuerpo del deslizamiento, los cuales siguen saturando los depósitos coluvio-deluviales. El material avanzó ladera abajo a través de una superficie de corte o desplazamiento recto, dejando a su paso por efectos del empuje de material, la formación de albardones cortados por esta zona de desgarré. El material al parecer se trata de una arcilla de alta plasticidad, la cual se encuentra saturada, y al secarse es muy consistente. Este deslizamiento se comportó finalmente como flujos de tierra rápidos, el cual al llegar a una pequeña lomada se dividió en dos brazos, obstruyendo 02 tramos de la carretera Yanahuanca-Andachaca, alcanzando hasta el río Andachaca, represándolo por unos días, aun se observa parte del depósito en el cauce del río (fotos 26 y 27). En este evento se perdió una vida humana, y aprox. 13,5 Has de terrenos de cultivo de pastizales y avena para el ganado, de las cuales aprox. 7 Has se encuentran inutilizables, afectó aprox. 100 metros en dos sectores de la carretera, en la margen derecha del río Andachaca y 04 viviendas del anexo Chicchi Ucuro del centro poblado Santiago Pampa presentan grietas (foto 28). El terreno es irregular, con bofedales y con presencia de grietas longitudinales y transversales de hasta 0,5 m de ancho, de 10 a 20 m de longitud y de 0,2 a 0,4 m de profundidad en la parte alta.

Causas del movimiento

De acuerdo a las observaciones efectuadas, se pudo inferir que éste fue causado por los siguientes factores:

- Incremento de la presión de poros del material de contacto entre suelo y roca.
- La existencia suelo orgánico completamente saturado de agua (bofedal u oconal).
- La presencia de suelos coluvio-deluviales de contenido arcillo – limosos, completamente saturados de agua.
- Pendiente moderada ($>10^\circ$) de la ladera en la zona del deslizamiento.

Teniendo como “detonante” las fuertes precipitaciones pluviales en el área.

Factores de sitio:

- Pendiente del terreno
- Configuración geomorfológica del área (valle interandino estrangulado)
- Características litológicas del área (afloramiento de roca calcárea y suelos calcáreos).
- Material de remoción antiguo (deslizamiento antiguo).
- Naturaleza del suelo (suelos calcáreos y limoarcillas rojizas inconsolidados).

Del entorno geográfico:

- Precipitaciones pluviales intensas.
- Filtraciones de agua subterránea (saturación de suelos por presencia de manantiales).

Actividad antrópica:

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables).
- Riego inadecuado (riego por inundación)
- Captación del manantial, sin revestimiento

Daños

- Pérdida de una vida humana
- Obstruyó tramo de 145 m de la carretera que conecta Yanahuanca con los distritos de Andachaca, (Km 6+030).
- Afectó terrenos agrícolas
- Inundó terraza cercana al centro poblado Santiago Pampa



Foto 19: Vista panorámica del Deslizamiento-Flujo de Santiago Pampa

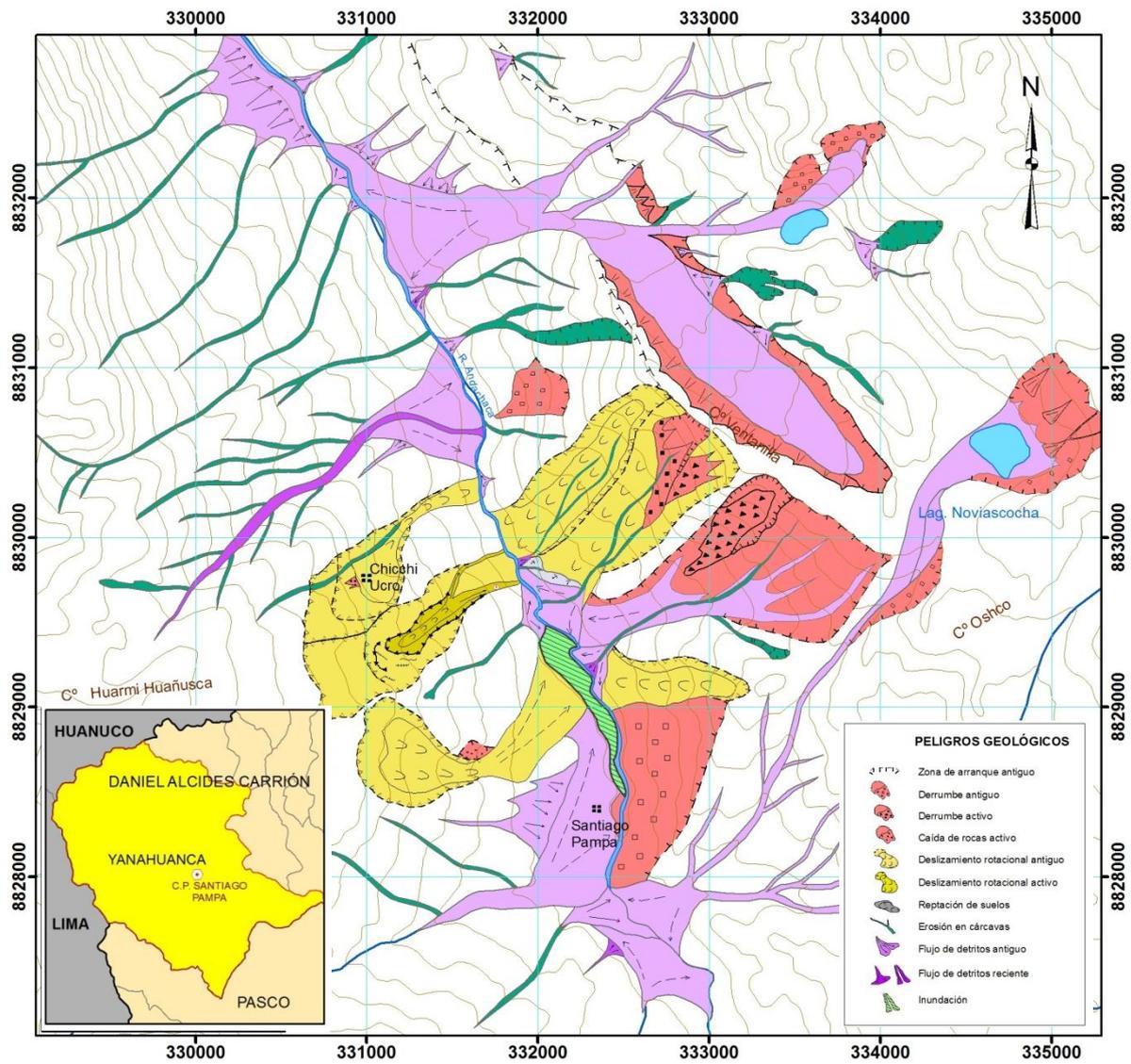


Figura 05: Mapa de inventario de peligros geológicos en el sector Santiago Pampa



Foto 20. Vista panorámica del deslizamiento-flujo de Santiago Pampa y ubicación del anexo Chicci Ucro.

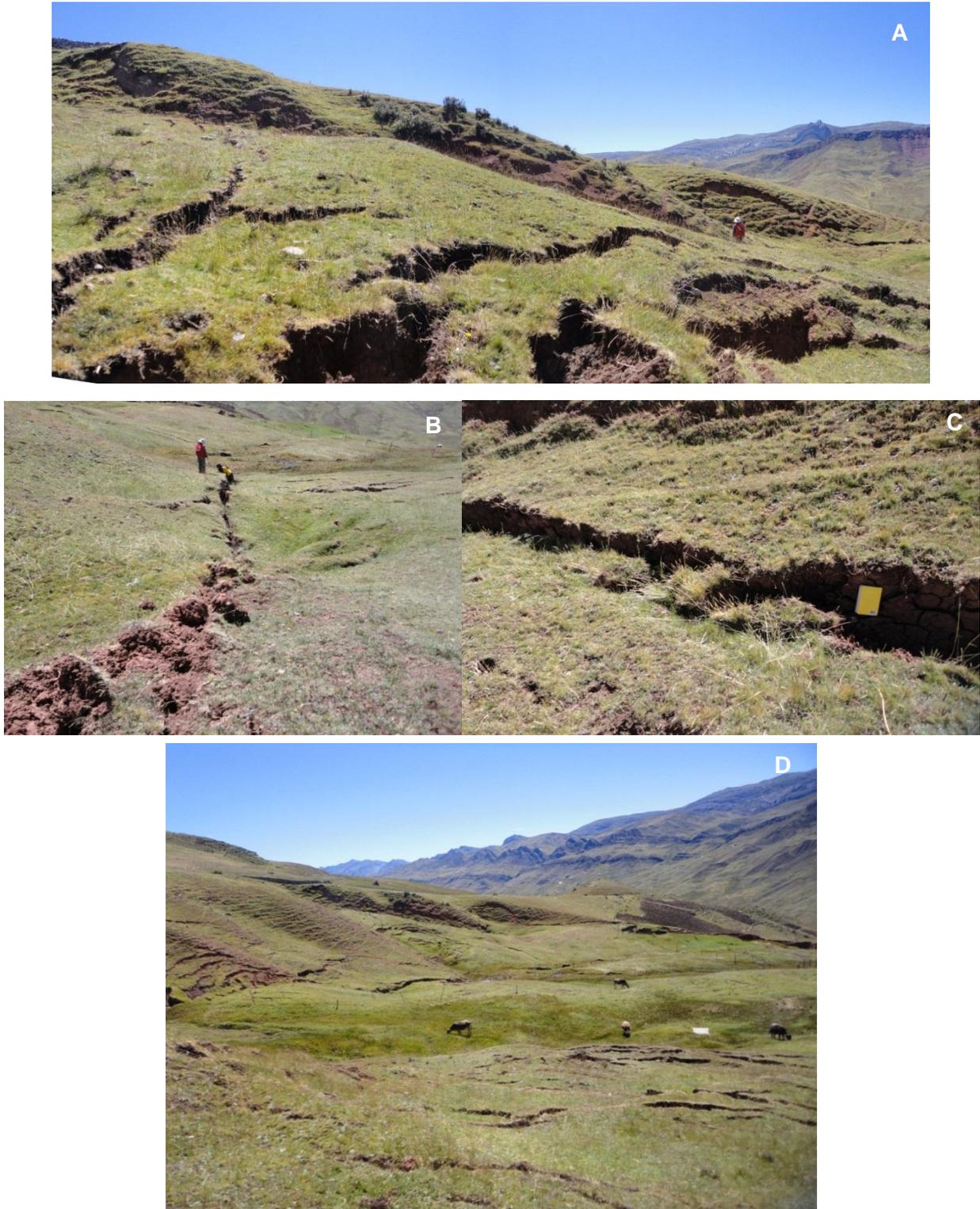


Foto 21. (A, B,C) Vistas de las grietas transversales en la margen derecha de la cara libre del deslizamiento-flujo de Santiago, por encima de la corona, de hasta 0,5 m de ancho, de 10 a 20 m de longitud y de 0,2 a 0,4 m de profundidad. (D) Vista Panorámica de las grietas transversales y longitudinales con presencia de bofedales.

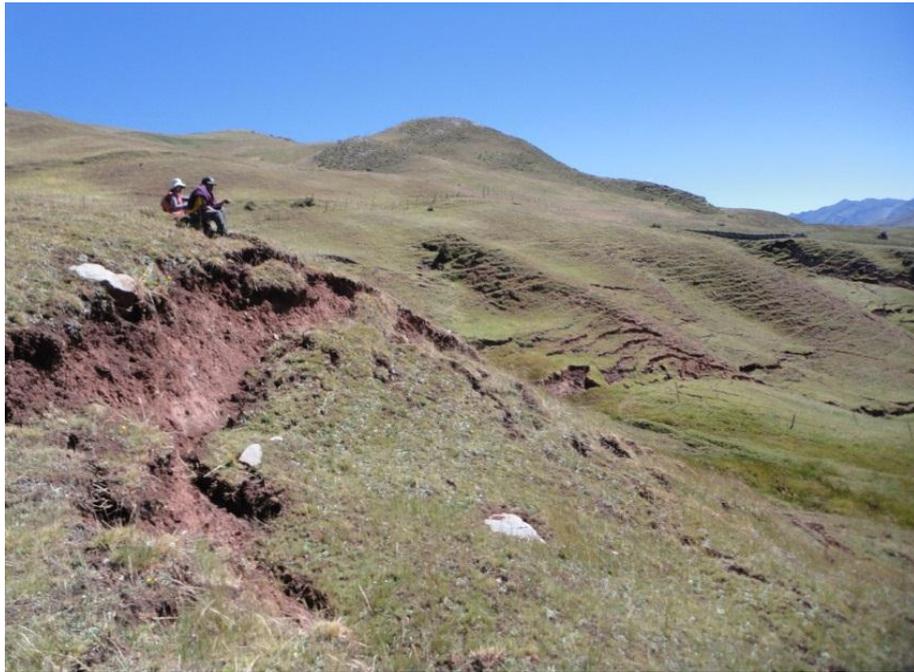


Foto 22. Presencia de saltos en la parte alta de la corona del deslizamiento-flujo de Santiago Pampa

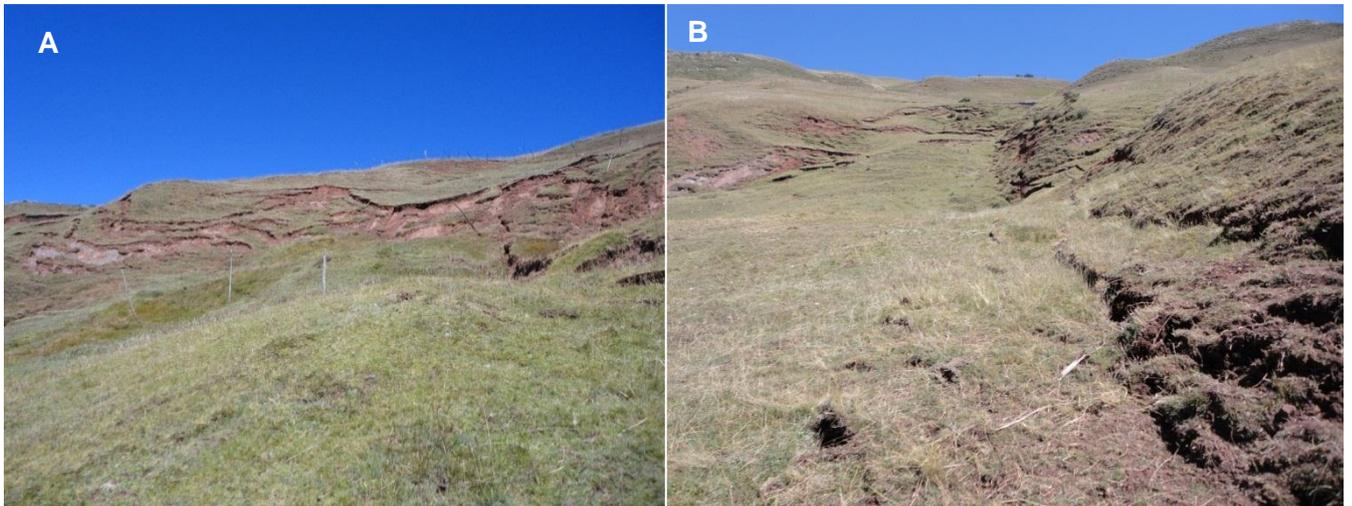


Foto 23. Presencia de asentamientos, pequeños saltos que desgarran la cobertura vegetal en el cuerpo de un deslizamiento antiguo (A) En la cabecera y (B) en la margen derecha de la cara libre del deslizamiento.



Foto 24. Fase inicial del evento, zona de la corona y escarpe principal del deslizamiento, con presencia de grietas transversales y longitudinales.



Foto 25. Vista donde se observa el evento que en un inicio se generó como un deslizamiento, a lo largo de su trayectoria se comportó como un flujo, debido a las propiedades de los materiales involucrados. Este flujo en su recorrido se dividió en dos brazos I y D.

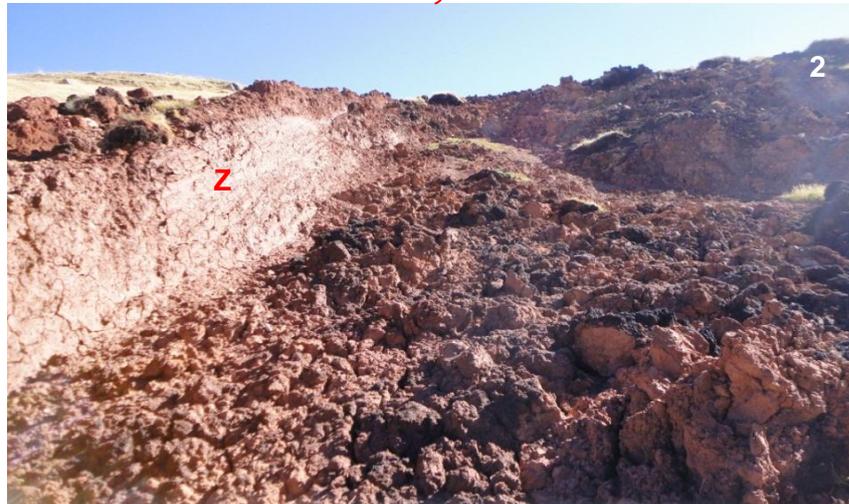
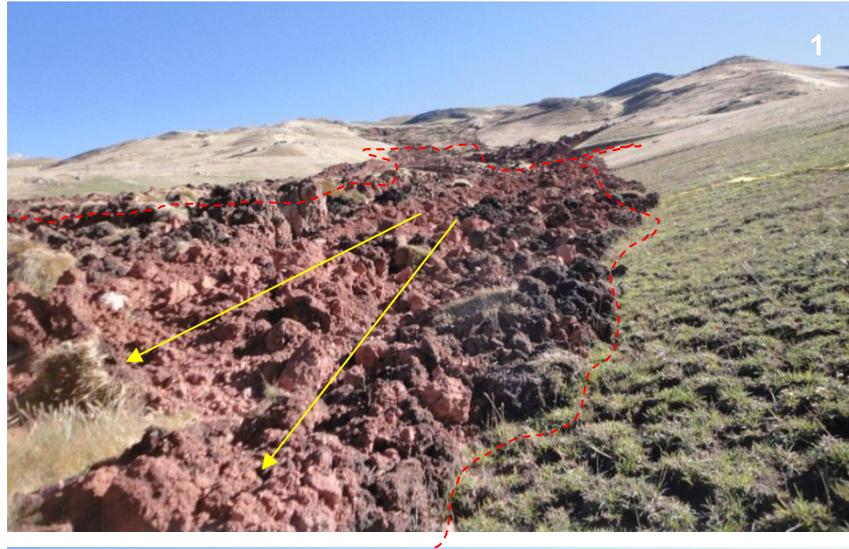


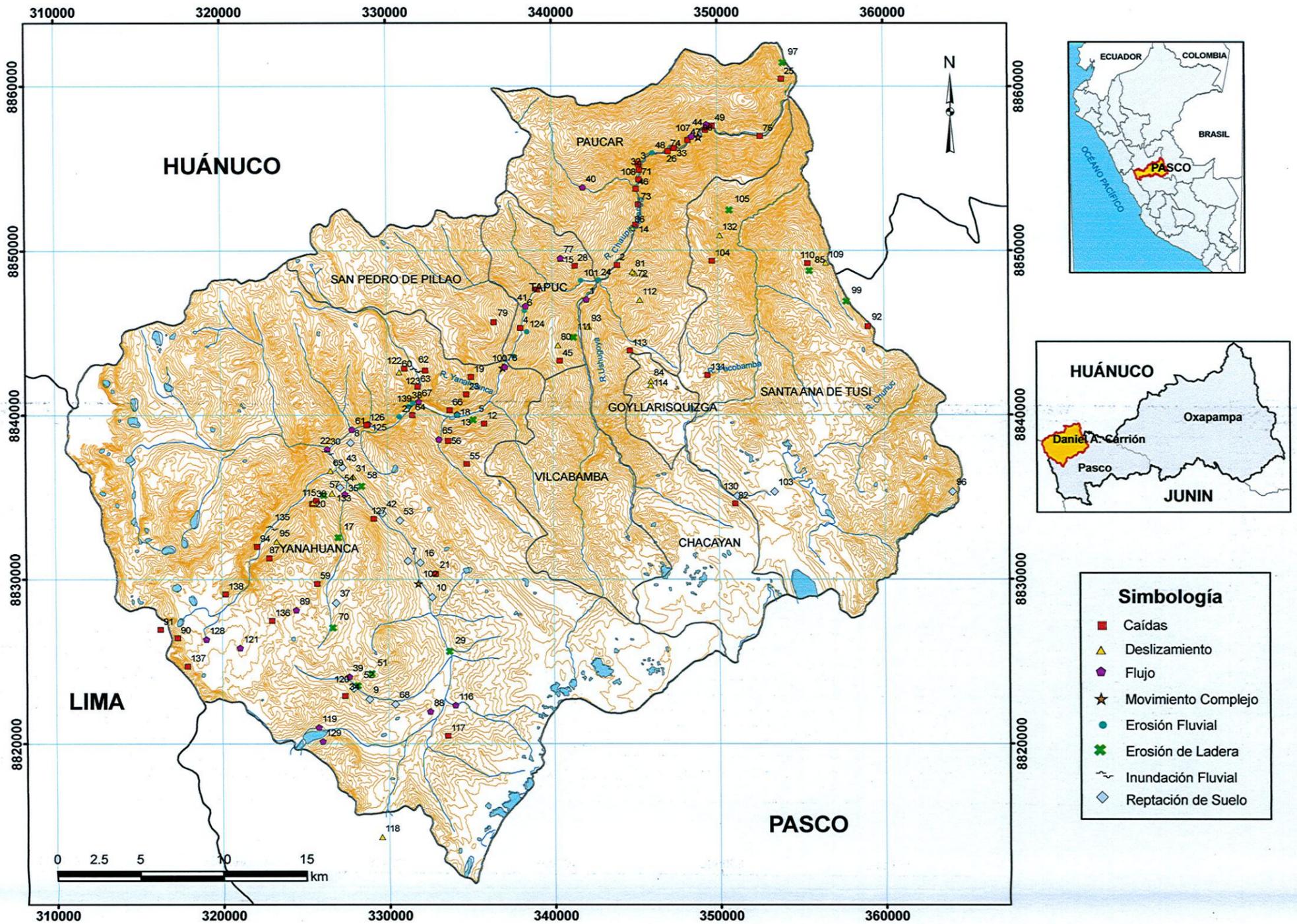
Foto 26. (1) Vista del deslizamiento flujo, en la parte media se divide en dos brazos. (2) Vista de la zona de falla o desplazamiento recto (Z), por donde el material avanzó ladera abajo, por efectos del empuje de material generando albardones cortados por esta zona de desgarre. (3) Vista de la parte inferior del flujo, el cual obstruyó la trocha carrozable Pasco-Yanahuanca y represó el río Andachaca en dos sectores A y B.



Foto 27: Vista de la superficie de corte por donde se desplazó el flujo producto del deslizamiento.



Foto 28: Presencia de grietas en viviendas del sector Chicchi Ucra, las cuales aparecieron después del evento del 18 de Abril del 2011.



Simbología

- Caídas
- ▲ Deslizamiento
- ◆ Flujo
- ★ Movimiento Complejo
- Erosión Fluvial
- ✕ Erosión de Ladera
- ~ Inundación Fluvial
- ◇ Reptación de Suelo

Nro.	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	Nro.	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.	Nro.	PELIGRO ESPECÍFICO	PARAJE	DIST.
1	Flujo de Detrito	Quebrada tributaria de la margen derecha del río Ushungoya	Chacayan	48	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	94	Demurbe	Cerro Quichuar, margen derecha R. San Juan Valle Rabi	Yanahuanca
2	Demurbe	Cerro Tuganga, margen derecha del río Ushungoya	Chacayan	49	Demurbe	Misca	Chacayan	95	Deslizamiento Rotacional	Cerro Quichuar	Yanahuanca
3	Demurbe	Cerro Yachica, margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	50	Deslizamiento	Poblado de Chango	Chacayan	96	Reptación de Suelo	Cerro Tumanmarca	Santa Ana De Tusi
4	Demurbe	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	San Pedro de Pillao	51	Erosión de Ladera	Cerro Arcocacca	Yanahuanca	97	Erosión de Ladera	Cerro Aunquimulle - Frente a San Fco. De Acochacan	Paucar
5	Erosión de Ladera	Quebrada Gosearagra	Yanahuanca	52	Erosión de Ladera	Rejuay / Cerro Yuraccaiga	Yanahuanca	98	Demurbe - Flujo de Detrito	Río Chaupihuaranga (margen izquierda)	Paucar
6	Erosión Fluvial	Mishivilca	Tapuc	53	Reptación de Suelo	Ranacancha	Yanahuanca	99	Erosión de Ladera	Cerro Puñuan Punta - Margen derecha de la Oda. Chuquipata	Santa Ana De Tusi
7	Reptación de Suelo	Carancha	Yanahuanca	54	Reptación de Suelo	Sector Huachao Marca	Yanahuanca	100	Flujo de Detrito	Quebrada tributaria de la margen der. del R. Chaupihuaranga	Yanahuanca
8	Reptación de Suelo	Quebrada Yuracayacu / Loma de Ocshapata	Yanahuanca	55	Caída de Roca	Cerro Qingaycocha / Turmacancha	Yanahuanca	101	Erosión Fluvial	Río Chopihuarango - Km. 230+300	Tapuc
9	Reptación de Suelo	Estancia Lauche / Quebrada Pomayaros	Yanahuanca	56	Caída de Roca	Cerro Harapaco	Yanahuanca	102	Deslizamiento-Flujo	Sector Santiago Pampa	Yanahuanca
10	Reptación de Suelo	Frente al poblado Santiago	Yanahuanca	57	Erosión de Ladera	Chocopata	Yanahuanca	103	Reptación de Suelo	Carretera a Vinchos - Km. 25+800	Santa Ana De Tusi
11	Caída de Roca	Cerro Suihua	Yanahuanca	58	Erosión de Ladera	Río Pucamayo	Yanahuanca	104	Caída de Roca	Cerro Puryan	Santa Ana De Tusi
12	Caída de Roca	Huaylacirca	Yanahuanca	59	Caída de Roca	Quebrada Huachos / Huachos	Yanahuanca	105	Erosión de Ladera	Carretera entre Pocogey - Antapirca	Santa Ana De Tusi
13	Flujo de Detrito	Quebrada Bacuri	Yanahuanca	60	Deslizamiento Traslacional	Astobarra	Yanahuanca	106	Flujo de Detrito	Río Caupihuaranga (margen izquierda)	Paucar
14	Demurbe	Cerro Masca, Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	61	Flujo de Detrito	Quebrada Curpash	Yanahuanca	107	Flujo de Detrito	Río Chaupihuaranga (margen derecha)	Paucar
15	Deslizamiento	Chaupimarca	Tapuc	62	Inundación Fluvial	Astobarra y Huarautambo	Yanahuanca	108	Caída de Roca	Chaupihuaranga - Km. 239+800	Paucar
16	Reptación de Suelo	Cerro Ventanilla	Yanahuanca	63	Caída de Roca	Cerro Cruz Punta	Yanahuanca	109	Deslizamiento Rotacional	Sector de Huiguayan	Santa Ana De Tusi
17	Erosión de Ladera	Cerro Huacrapiunta	Yanahuanca	64	Caída de Roca	Shuchuhuanan	Yanahuanca	110	Caída de Roca	Pueblo de Chunquipata	Santa Ana De Tusi
18	Erosión Fluvial	Yanahuanca	Yanahuanca	65	Flujo de Detrito	Quebrada Ranracancha	Yanahuanca	111	Erosión de Ladera	Sector de Tapuc	Tapuc
19	Caída de Roca	Yanacocha	Yanahuanca	66	Caída de Roca	Quebrada Bacuri	Yanahuanca	112	Deslizamiento Traslacional	Margen izquierda de la quebrada Huaycharaga	Chacayan
20	Caída de Roca	Cerro Huagrapiunta	Yanahuanca	67	Flujo de Detrito	Quebrada Huarautambo / Racri	Yanahuanca	113	Caída de Roca	Untupuquio	Chacayan
21	Demurbe	Cerro Ventanilla	Yanahuanca	68	Reptación de Suelo	Quebrada Pomayaros / Loma Shinto	Yanahuanca	114	Deslizamiento Rotacional	Pueblo de Goyllarisquizga	Goyllarisquizga
22	Flujo de Detrito	Río Blanco	Yanahuanca	69	Deslizamiento	Quebrada San Juan Baños de Rabi	Yanahuanca	115	Demurbe	Km. 197+520	Yanahuanca
23	Caída de Roca	Cerro Iscapata / Yanacocha	Yanahuanca	70	Erosión de Ladera	Quebrada Huachos	Yanahuanca	116	Flujo de Detrito	Km. 37 Sector Uchumarca - Río Andachaca	Yanahuanca
24	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	71	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	117	Demurbe	Cerro Shimiyoc	Yanahuanca
25	Demurbe	Ocho de Octubre	Chacayan	72	Deslizamiento	Centro poblado de Chango	Chacayan	118	Deslizamiento Rotacional	Pampa Pucapuca	Yanahuanca
26	Erosión Fluvial	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	73	Demurbe	Talud superior carretera Yanahuanca-Ambo	Chacayan	119	Flujo de Detrito	Laguna Raracocha	Yanahuanca
27	Erosión Fluvial	Baños temales de Tambochaca	Yanahuanca	74	Demurbe	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	120	Reptación de Suelo	Sector Pasco	Yanahuanca
28	Demurbe	Km 8+00 de la carretera a Paucar	Tapuc	75	Demurbe	Cerro Molín	Chacayan	121	Flujo de Detrito	Oda. Colpa - Km. 175 + 00 de Huacho	Yanahuanca
29	Erosión de Ladera	Quebrada Alcahuarinan	Yanahuanca	76	Demurbe - Deslizamiento	Talud superior carretera Yanahuanca-Michivilca	Yanahuanca	122	Caída de Roca	Cerro Cruz punta	Yanahuanca
30	Inundación Fluvial	Río Andachaca o Pucamayo / Chinche	Yanahuanca	77	Flujo de Detrito	Chaupimarca	Tapuc	123	Inundación Fluvial	Oda. Huarantambo	Yanahuanca
31	Deslizamiento	Lomas de Ocshapata	Yanahuanca	78	Demurbe	Cerro Yanagaga	Tapuc	124	Erosión Fluvial	Frente al Km. 222+400 al Km. 225 carretera a Huánuco	Tapuc
32	Demurbe	Cerro Yachica, margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	79	Caída de Roca	Gelgacua	San Pedro De Pillao	125	Flujo de Detrito	Sector Colles	Yanahuanca
33	Demurbe	Cerro Molín, margen derecha del río Chaupihuaranga	Chacayan	80	Deslizamiento	1° y 2° pampa, Henohuaypaso	Tapuc	126	Demurbe	Frente al Sector Colles	Yanahuanca
34	Caída de Roca	Cerro Pocco	Yanahuanca	81	Deslizamiento	Centro poblado de Chango	Chacayan	127	Demurbe	Sector gigantón	Yanahuanca
35	Flujo de Detrito	Huaychaamarca / Quebrada huachos	Yanahuanca	82	Caída de Roca	Km 6+00 al 6+240 de la trocha Cerro de Pasco-Goyllarisquizga	Chacayan	128	Flujo de Detrito	Pampa Michivilca - Km. 172+310	Yanahuanca
36	Deslizamiento	Cerro Huagrapiunta / San Juan Baños de Rabi	Yanahuanca	83	Erosión de Ladera	Río Pampania (margen derecha)	Santa Ana De Tusi	129	Flujo de Detrito	Laguna Raracocha chico (margen derecha)	Yanahuanca
37	Reptación de Suelo	Huachos / Cerro Huamy Huafusca	Yanahuanca	84	Deslizamiento Rotacional	Sector Casha	Goyllarisquizga	130	Reptación de Suelo	Frente al sector Condorcancha	Santa Ana De Tusi
38	Erosión Fluvial	Tambochaca	Yanahuanca	85	Erosión de Ladera	Km 7+00 hacia Chuquipata	Santa Ana De Tusi	131	Caída de Roca	Talud superior carretera Pasco-Santa Ana de Tusi	Santa Ana De Tusi
39	Flujo de Detrito	Cerro Yantajica	Yanahuanca	86	Deslizamiento Traslacional	Sector Yagan	Paucar	132	Deslizamiento Traslacional	Sector de Pocogey	Santa Ana De Tusi
40	Flujo de Detrito	Paucar	Paucar	87	Demurbe	Río San Juan baños Rabi (margen derecha)	Yanahuanca	133	Deslizamiento Rotacional	Sector Huaychao Marca	Yanahuanca
41	Flujo de Detrito	Colquipuco	Tapuc	88	Flujo de Detrito	Río Curucuta	Yanahuanca	134	Erosión Fluvial	Margen derecha del río Chaupihuaranga	Tapuc
42	Reptación de Suelo	Nunumayo	Yanahuanca	89	Flujo de Detrito	Laguna Raracocha	Yanahuanca	135	Inundación Fluvial	Río San Juan Baños de Rabi a la altura del Km 2+120	Yanahuanca
43	Reptación de Suelo	Potero y Cashapata	Yanahuanca	90	Demurbe	Cerro Nazareno	Yanahuanca	136	Demurbe	Cerro Putoc	Yanahuanca
44	Demurbe	Talud superior carretera Yanahuanca-Ambo	Chacayan	91	Demurbe	Abra Uchuchacua - Km. 169+00 de Huacho, Cerro Urao	Yanahuanca	137	Demurbe	Cerro Rachacancha	Yanahuanca
45	Demurbe	Sector Tapuc, Talud superior carretera Yanahuanca-Vilcabamba	Tapuc	92	Caída de Roca	Cruce a Chuquipata al km. 45+050	Santa Ana De Tusi	138	Demurbe	Laguna Aguscocha	Yanahuanca
46	Demurbe	Margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan	93	Deslizamiento Traslacional	Pueblo Mito	Chacayan	139	Erosión Fluvial	Río Yanahuanca - Sector Tambochaca	Yanahuanca
47	Demurbe	Cerro San Cristobal, margen izquierda del río Chaupihuaranga	Chacayan								

Figura 06. Mapa de inventario de peligros geológicos en la provincia Daniel A. Carrión

5. SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

La susceptibilidad a los movimientos en masa está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos, pueden ser intrínsecos o externos.

En la construcción del mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa se tienen en cuenta una serie de variable o factores que tienen influencia en la ocurrencia de dichos fenómenos (Aguilar & Mendoza, 2002)

Para determinar los grados de susceptibilidad a escala regional en la provincia Daniel A. Carrión, se ha utilizado el método basado en la categorización y ponderación de factores (**Método heurístico, indirecto y cualitativo**), cuyo objetivo principal es indicar y priorizar zonas donde las condiciones existentes hacen probable la ocurrencia de movimientos en masa. Figura 07.

El proceso de elaboración se inicia con la captura de los factores (mapas temáticos) relacionados con la ocurrencia de estos fenómenos. El inventario de movimientos en masa sirve para validar los modelos generados.

5.1 FACTORES CONDICIONANTES DE LA INESTABILIDAD Y DETERMINACIÓN DE SU PESO EN LA OCURRENCIA DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Los factores usados para el modelamiento de la susceptibilidad a los movimientos en masa han sido la litología, pendiente del terreno y la geomorfología.

De acuerdo a las observaciones de campo, a cada factor se le asigna un peso porcentual de forma cualitativa, según como se considera que influyen en la inestabilidad de los terrenos, esto basado principalmente en la experiencia del geólogo encargado de hacer el estudio de susceptibilidad. Es así que este valor o peso, representa en cuanto influye dicho factor en la generación de movimientos en masa.

En el cuadro 01 se presentan los pesos en porcentaje asignados a cada uno de los factores usados en el análisis de la susceptibilidad.

Cuadro 01: Variables y porcentajes

Variable o factor	Porcentaje (%)
Litología (L)	40
Pendiente (P)	37
Geomorfología (G)	23
Total	100

Por otro lado, cada factor (mapa temático) se analiza independientemente para valorar las unidades cartográficas diferenciadas en cada uno de ellos. A continuación se presenta el análisis de cada variable.

El mapa de susceptibilidad, es el resultado de la integración de las variables o factores analizados, mediante el uso de del software ArcGis 9.3, empleando la siguiente formula:

$$SMM = \frac{SP (0,45) + SL (0,35) + SG (0,20)}{3}$$

En donde:

- SMM : Susceptibilidad a los movimientos en masa
- SL : Susceptibilidad del parámetro litología
- SP : Susceptibilidad del parámetro pendiente
- SG : Susceptibilidad del parámetro geomorfología

5.2 GRADOS DE SUSCEPTIBILIDAD

Como resultado de este análisis, se obtiene el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, como se observa en el siguiente cuadro 05:

Cuadro 05: Grados de susceptibilidad

GRADO	CARACTERÍSTICAS
Muy alta susceptibilidad	Zonas en donde todas las condiciones del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa. Principalmente son áreas donde ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes (inventariados en el presente estudio), o reactivaciones de los antiguos al modificar sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos. Están concentradas donde el substrato rocoso es de mala calidad, es decir rocas metamórficas (esquistos, pizarras y filitas), sedimentarias (limolitas, limoarcillitas, areniscas y yeso) y depósitos de vertiente (coluvio-deluviales), laderas con pendiente entre 20° y 35°, morfologías de montañas de moderada a fuerte pendiente, piedemontes (detritos de Vertiente, depósitos de deslizamiento antiguo, abanicos deluvio-coluviales y montañas de moderada pendiente). Su distribución mayor está sobre el macizo del Complejo Maraón extendido con dirección NO-SE en el lado central de la provincia.
Alta Susceptibilidad	Zonas en donde la mayoría de condiciones del terreno son favorables para generar movimientos en masa, cuando se modifican sus taludes: substrato rocosos de limolitas, limoarcillitas, areniscas, capas rojas y conglomerados, pizarras y areniscas, y carbón, rocas intrusivas; montañas de moderada y fuerte pendiente, montañas y colinas estructurales. Los terrenos presentan pendientes que varían entre 20° y 35° mayormente (algunos casos hasta 45°), piedemontes de valle, acumulaciones glaciofluviales y morrenas. Predominan terrenos de pajonales, matorrales húmedos, vegetación de zonas húmedas y áreas deforestadas.

Moderada Susceptibilidad	Zonas en donde el terreno presenta algunas condiciones para generar movimientos en masa. Incluye zonas con geoformas de colinas y lomadas disectadas, monte islas constituidas por rocas sedimentarias (intercalaciones de areniscas, limoarcillitas, calizas), depósitos glacio-fluviales y de vertiente.
Baja Susceptibilidad	Zonas en donde las condiciones del terreno no son favorables para generar movimientos en masa. Coincidencia con zonas llanas a ligeramente inclinadas (5° a 20°), que incluyen geoformas de terrazas altas y/o planicies antiguas, abanicos proluviales y aluvionales y colinas. Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como el caso de flujos; asimismo erosión de las márgenes de ribera.
Muy Baja Susceptibilidad	Corresponde a terrenos muy llanos con pendientes <5°, geoformas de planicies y llanura de inundación fluvial). Litológicamente corresponden a terrenos permeables: depósitos fluviales y aluviales, algunos fluvioglaciales. Podrían ser afectadas por procesos que ocurren en sus franjas marginales, como obstrucciones o cierres de valle por flujos, e inundaciones. Ocupan las partes inferiores de los valles principales y tributarios mayores.

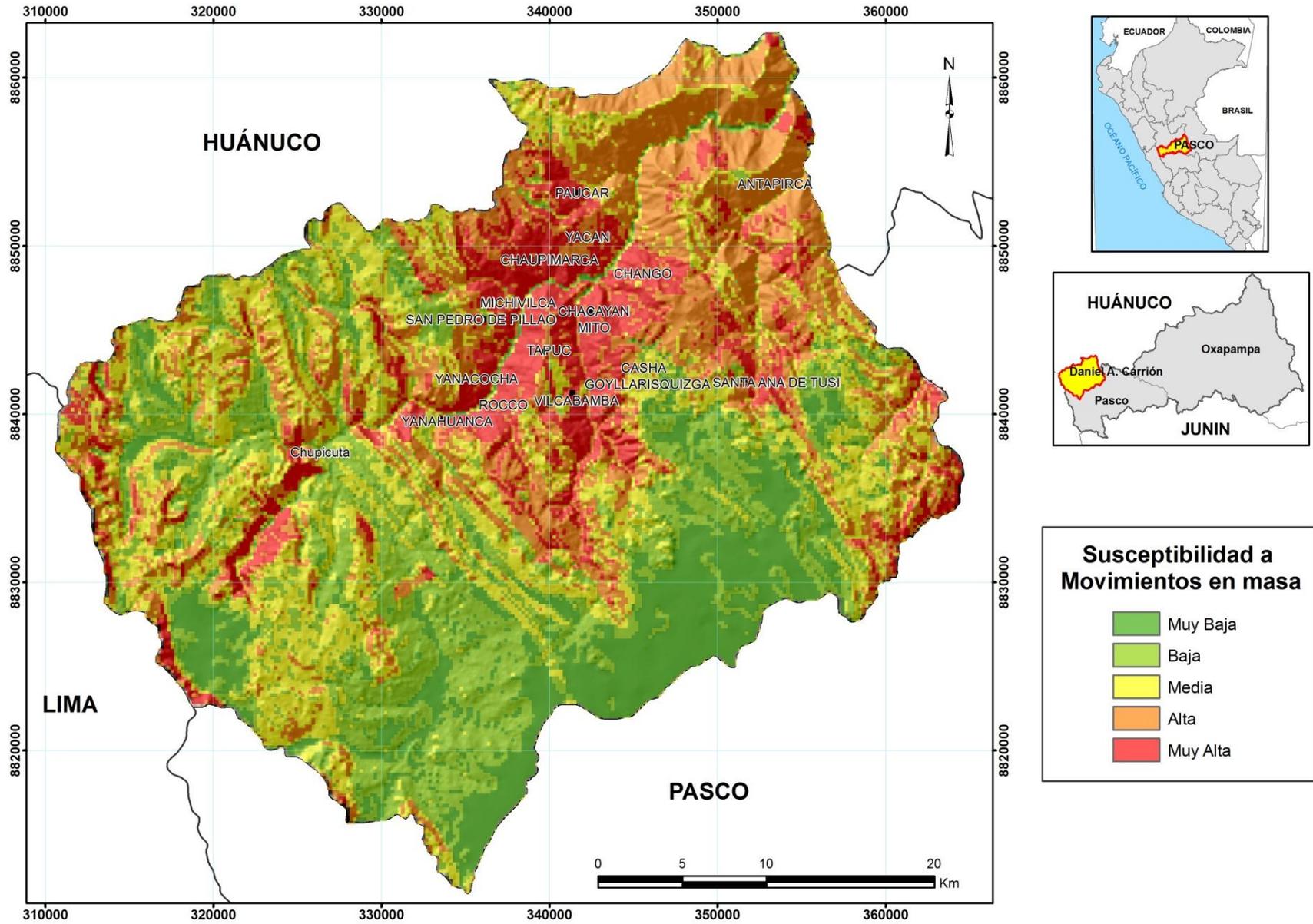


Figura 07: Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa en la provincia Daniel A. Carrión

CONCLUSIONES

1. Para la provincia Daniel A. Carrión, teniendo en cuenta su complejidad estructural y geológica, la interpretación del carácter litológico (grado de meteorización) y estructural (grado de fracturamiento) de las unidades de roca y suelo, permitió establecer grados de susceptibilidad, siendo las características más saltantes, las que se indican a continuación:
 - ✓ La Unidad VI-1 (esquistos, filitas y gneis), presenta de alta a muy alta susceptibilidad, a la ocurrencia de deslizamientos, movimientos complejos, derrumbes, flujos, reptación y erosión de laderas.
 - ✓ Las unidades IV-1 (conglomerados, areniscas, lutitas, lavas andesíticas y tufos), con alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, caídas (derrumbes), reptación, erosión de laderas y flujos de detritos (huaycos).
 - ✓ La unidad II-1, V-3, presenta una susceptibilidad media a la ocurrencia de derrumbes.
 - ✓ Las unidades V-1, V-2 y III-1, presenta de baja a media susceptibilidad a ocurrencia de deslizamientos y derrumbes.
 - ✓ Las Unidades de depósitos inconsolidados (coluviales y deluviales) presentan una alta susceptibilidad a la ocurrencia de flujos, también se pueden producir deslizamientos y derrumbes.
 - ✓ Las unidades de depósitos glaciales (morrenas) presentan una susceptibilidad media a la ocurrencia de deslizamientos y movimientos complejos.
 - ✓ Las unidades aluviales presentan una susceptibilidad baja a moderada a la ocurrencia de derrumbes.
2. La pendiente, es uno de los principales factores dinámicos de los movimientos en masa, debido a esto es un parámetro importante en el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa.
3. Las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores condicionantes netamente geomorfológicos y dinámicos, ocurren usualmente en terrenos de suave pendiente ($< 5^\circ$), de ahí que estos terrenos se consideran de muy alta susceptibilidad a las inundaciones.
4. El inventario de peligros en la provincia arroja 139 ocurrencias, mostrando una mayor ocurrencia de desprendimientos de rocas y derrumbes (36,0%), seguido de huaicos (15,8 %), deslizamientos (13,7 %), reptación de suelos (10,8 %), erosión de laderas (10,1 %), erosión fluvial (8,6 %) e inundaciones (2,9 %) y movimientos complejos (2,2 %).
5. El mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, nos muestra un alto y muy alto grado de susceptibilidad en el sector occidental de la región. Su distribución mayor está sobre el macizo del Complejo Marañón extendido con dirección NO-SE

correspondiendo a al valle de Chaupihuaranga. Entre las zonas de alta susceptibilidad destacan los sectores de Yanahuanca, Tapuc, Yacan, Chaupimarca, Mito, Vilcabamba, Santiago Pampa. Los peligros geológicos inventariados se ubican en las zonas de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa, lo cual valida el mapa.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR, V. & MENDOZA, D.P. (2002). Aproximación a un modelo de susceptibilidad a movimientos de masa en el eje cafetero, Colombia. Trabajo de grado, Ing. Topográfica, Universidad del Valle. 2002. Colombia.

COBBING, J., QUISPESIVANA, L., PAZ, M. (1996). Geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores. Boletín No 77. Serie A: Carta Geológica Nacional-INGEMMET.233p

COBBING, J., SANCHEZ, A. (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Boletín No 76. Serie A: Carta Geológica Nacional-INGEMMET.297p

COROMINAS, J. (1987). Criterios para la confección de mapas de peligrosidad de movimientos de ladera. Riesgos Geológicos. Serie Geología Ambiental. IGME, 193-201 pp., Madrid, España.

GONZÁLEZ, A. & MILLÁN J.A. (1998). Procedimiento para la Evaluación de la Amenaza por Fenómenos de Remoción en Masa en Santafe de Bogotá – Colombia. Bogotá: INGEOCIM, 1998.

HUAMANÍ & VALENZUELA, (2003).- Aguas termales y minerales en el Oriente central del Perú. Boletín N° 25, INGEMMET, Serie D, Estudios Regionales, Febrero, 2003.

MORA, C. S. y VAHRSON, W. G. (1993). Determinación a Priori de la Amenaza de Deslizamientos Utilizando Indicadores Morfodinámicos. Rev. Tecnología ICE, Vol.3, No.1, Octubre de 1993. 32 – 42 p.

MUÑOZ, G.E., 2002, EN WINCANDER, R., Fundamentos de Geología Aplicada.

OJEDA, M., J. Et al (2001). Evaluación del Riesgo por Fenómenos en Masa: Guía Metodológica. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería en coedición con INGEOMINAS, Julio, 2001. Bogotá, Colombia.

Romero, D., Latorre, O. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Oyón-Cuadrante III, escala 1:50000. INGEMMET, 21p.

SANTACANA I QUINTAS, N. (2001). Análisis de la susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Aplicación a la cuenca alta del río Llobregat. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, marzo, 2001, España.

THOMAS, F. M. (1994). Geomorphology in the Tropics, a Study of Weathering and Denudation in Low Latitudes. U.K: 1994. 460 p.