

Informe Técnico N° A6710

**Inspección Técnica:
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS
EN EL C.P. LA LIBERTAD**

**Distrito Coviriali, Provincia Satipo Departamento
Junín**

Por:

CARLOS A. LUZA HUILLCA

BORIS SANTOS ROMERO

Abril 2016



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGOS



CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	UBICACIÓN	2
1.3	OBJETIVO	3
II.	ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	4
2.1	ROCAS SEDIMENTARIAS	5
	Formación Contaya	5
	Grupo Mitu	5
	Depósitos Aluviales	5
	Depósitos Coluviales	6
2.2	ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS	7
	Batolito de San Ramón.....	7
III.	ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	7
3.1	GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	7
3.2	GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL	8
IV.	PELIGROS GEOLÓGICOS	8
4.1	DESLIZAMIENTOS	9
4.2	DERRUMBES	11
4.3	EROSIONES DE LADERA	13
4.4	EROSIONES E INUNDACIONES FLUVIALES.....	14
	CONCLUSIONES	27
	MEDIDAS PREVENTIVAS Y RECOMENDACIONES.....	28
	ANEXO I	29
	Gaviones.....	29
	Presa de gaviones.....	30
	Canales de derivación	31
	Espigones o venas	33
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL DISTRITO DE COVIRIALI

Provincia de Satipo, departamento Junín

I. INTRODUCCIÓN

El alcalde distrital de Coviriali, mediante Oficio N° 124- 2015-A/MDC, de fecha 06 de abril de 2015, se dirige al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico- Ingemmet, por intermedio de la Oficina Desconcentrada de Huancayo, solicitando la “Evaluación y estimación de riesgo geológico en el distrito de Coviriali”, de la provincia de Satipo, región Junín.

El Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riego Geológico (DGAR), designó a los geólogos Carlos A. Luza y Boris Santos Romero para que realicen los trabajos solicitados.

Los trabajos de campo se llevaron a cabo los días 4, 5 y 9 de Diciembre del 2015, en coordinación con las diversas autoridades de la municipalidad de Coviriali, siendo acompañados hacia los diferentes sectores por el Secretario de Defensa Civil, señor William Martínez y el asistente del Área de Desarrollo Urbano, señor Ovidio Hurichagua Vélchez, ambos de la Municipalidad Distrital de Coviriali.

1.1 ANTECEDENTES

El 21 de marzo del 2015 a las 04:00 horas , a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales, se incrementó el caudal del Río Coviriali, originando su desborde, afectando viviendas (foto 1), vías de comunicación y áreas de cultivo de las localidades de Ricardo Palma, Buenos Aires, La Libertad y Coviriali (INDECI, 2015).

Durante este evento el puente Ricardo Palma colapso (foto 2) y fue reemplazado por un puente provisional del tipo Acrow.



Foto 1: Se muestra vivienda, colapsada por las inundaciones originadas en Satipo (Fuente: RPP Fotógrafo: José Hullcapuri).



Foto 2: Puente "Ricardo Palma" colapsado, cortó el tránsito de Covilari, Pampa Hermosa y Comas hacia Satipo (fuente Grupo 10 Noticias).

El 30 de diciembre del 2015, tras varias horas de precipitación se produjo un deslizamiento y derrumbes en el sector La Libertad, estos eventos afectaron viviendas y escuela del sector; también fueron afectados los sectores de San Luis y Palmapampa.

1.2 UBICACIÓN

El distrito de Coviriali pertenece a la provincia Satipo, departamento de Junín (

) cuenta con un área aproximada de 140 km² y una población de 5266 habitantes de acuerdo con el XI Censo de Población y VI de Vivienda (INEI, 2007), la capital del distrito se localiza en las coordenadas UTM (WGS84).

Plaza de Armas de Coviriali 540651 E

8751839 N

Altitud de 648 m.s.n.m.

Desde Lima se accede a la zona de estudio tomando la Carretera Central pasando por la Oroya, de aquí se toma al vía asfaltada hacia La Merced, para luego proseguir hacia Pichanaki hasta llegar a la ciudad de Satipo, desde aquí se toma la Av. Micaela Bastidas, se cruza el puente Ricardo Palma, para luego proseguir por el primer ingreso hacia el SE (izquierda), vía afirmada, que discurre por la margen derecha del río Coviriali, la que nos conduce a la zona de estudio.

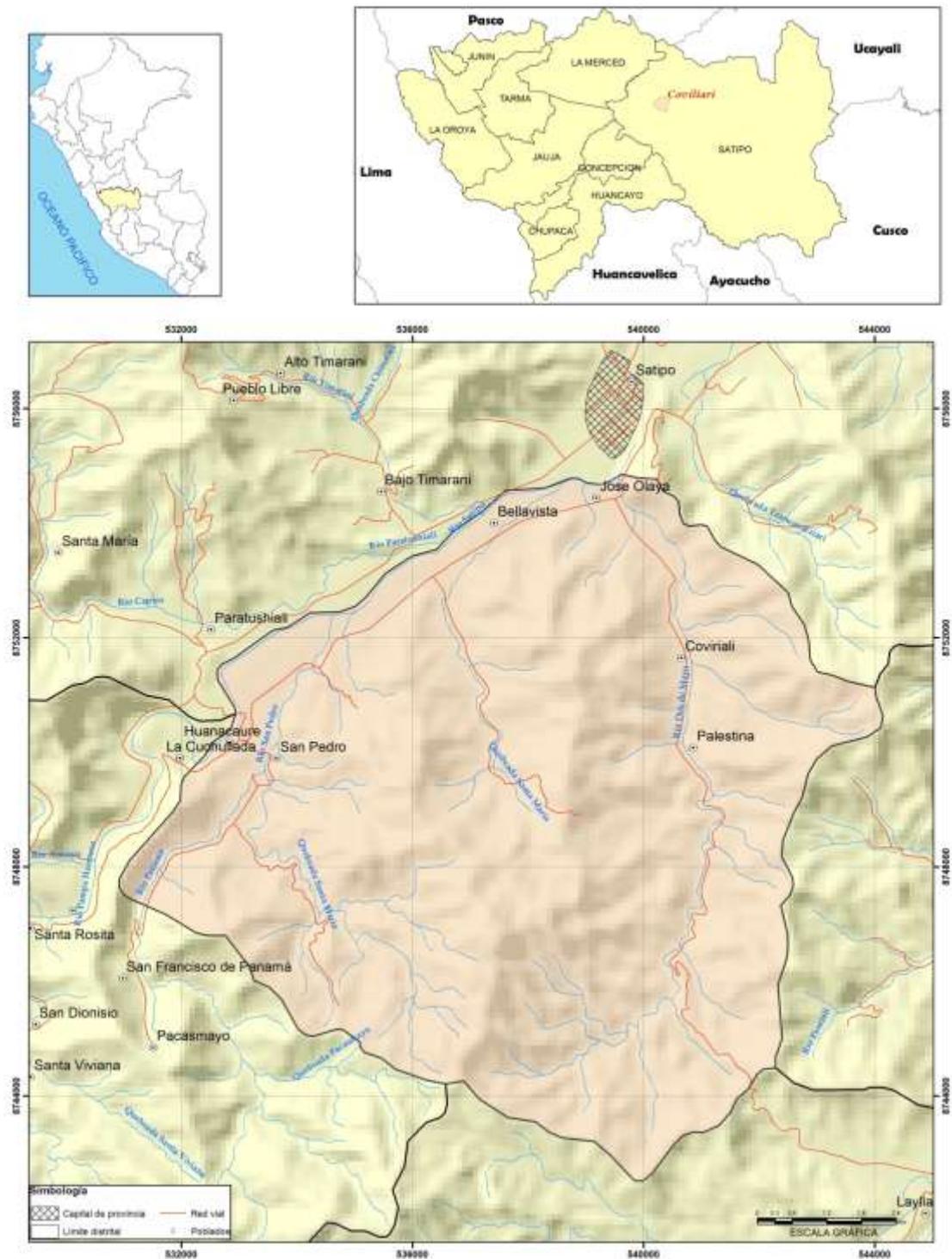


Figura 1: Ubicación del distrito de Coviriali

1.3 OBJETIVO

El objetivo principal del estudio es identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa y peligros hidrogeológicos, que puedan afectar los sectores de Coviriali.

II. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo a estudio geológico regional de la Cuenca Ene, realizado por Chacaltana et al. (2011), así como las observaciones de campo, en el área evaluada se tienen formaciones geológicas que van desde el Ordovícico al Jurásico Inferior, finalizando en depósitos Cuaternarios. Se muestra la columna estratigráfica regional del área evaluada (Figura 2).

ERAT.	SISTEMA	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	Metros	LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
CENOZOICO	CUATERNARIO	DEPÓSITOS COLUVIALES DEPÓSITOS ALUVIALES			Suelo residual Gravas y bloques en una matriz arenolimsa
	PALEÓGENO	FORMACIÓN YAHUARANGO	>2000		Intercalación de areniscas finas con limolitas y lutitas de color pardo rojizo.
MESOZOICO	CRETÁCICO	FORMACIÓN VIVIAN	50		Areniscas cuarzosas blanquesinas
		FORMACIÓN CHONTA	70 - 730		Calizas de color gris a gris oscuro, masivas a veces muy fracturadas, intercaladas con niveles de lutitas grises
		GRUPO ORIENTE Agua Caliente Raya Cuehabetay	200 - 400		Areniscas cuarzosas blanquesinas con presencia de pirita diseminada y lutitas grises oscuras.
	JURÁSICO	FORMACIÓN SARAYACUILLO	30 - 1500		Areniscas cuarzo-feldespáticas con matriz arcillosa color pardo rojizo, intercaladas con capas de limolitas y lutitas manón rojizo.
		GRUPO PUCARA	600 - 800		Calizas grises a negras con niveles de areniscas de coloración rojiza y niveles de lutitas negras.
	TRIÁSICO	GRUPO MITU	>1000		Areniscas cuarzo-feldespáticas, matriz arcillosa, color pardo rojizo, intercaladas con limolitas y lutitas de coloración rojiza. Niveles volcánicos andesíticos de coloración violácea. Conglomerados con clastos volcánicos y calizas de color gris oscuro.
PALEOZOICO	PÉRMICO	FORMACIÓN ENE	100 - 250		Areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas negras a grises oscuras con chert y niveles calcáreos.
		GRUPO COPACABANA	600		Calizas grises a grises oscuras fósilíferas con abundantes nódulos de chert.
	CARBONIFERO	GRUPO AMBO	200-300		Intercalación de cuarcitas con delgados niveles de lutitas y limolitas negras con fragmentos de plantas.
	DEVÓNICO	GRUPO CABANILLAS	200		Areniscas finas cuarzosas con lutitas grises.
	ORDOVÍCI	FORMACIÓN CONTAYA	>1500		Lutitas pizarrosas negras con presencia de graptolitos.

Figura 2: Columna Estratigráfica Regional para el sector de la Cordillera Oriental y Zona Subandina (Modificado de Chacaltana et al., 2011).

2.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

Formación Contaya

Está constituido por secuencias de lutitas pizarrosas de colores gris oscuros laminadas, carentes de bioturbación y cuarcitas compactas. Su espesor de estima en 1500 m., afloran en las quebradas de los ríos Negro, Satipo, Coviriali y en otros lugares próximos al poblado de Yurinaqui. En base a los reportes de graptolitos, se le asignó la edad de Ordovícico Inferior (Wilson, J. y Reyes, L. 1964).

Grupo Mitu

Aflora en los sectores de Coviriali, Palestina y Mariscal Castilla, limita al Este de la Cordillera Oriental con las rocas intrusivas del Batolito de San Ramón. Litológicamente constituida de rocas volcano-sedimentarias, en el cual se encuentran secuencias grano estrato crecientes de brechas y conglomerados, intercalados con areniscas, limolitas y lutitas presentando coloraciones rojas violáceas (foto 3A y 3B). La edad estimada para este Grupo es Triásico Superior – Jurásico Inferior (Reitsma et al., 2010; Sempere et al., 2002 y Carlotto, 1998).



Foto 1A y 3B: Canteras artesanales, sectores puente Coviriali y Bellavista respectivamente, donde extraen material para la construcción de infraestructuras. El material es volcano-sedimentario intercalado con limo y arcilla rojiza.

Depósitos Aluviales

Estos depósitos se han originado por el transporte y acumulación de materiales provenientes de cursos fluviales, principalmente de los ríos San Ramón, Chavini, Mazamari, Coviriali y Satipo. Litológicamente están compuestos por gravas, arenas y limos, de formas subredondeados a redondeados de naturaleza polimíctica de tamaños heterométricos (foto 4).



Foto 4: Materiales fluviales, río Coviriali.

Depósitos Coluviales

Estos depósitos constituyen el piedemonte que cubren las faldas de las laderas de los cerros. Se encuentran en ambos flancos de las principales quebradas que atraviesan la zona evaluada. Litológicamente están compuestos por gravas y bloques subangulosos, con matriz arenosa limosa (foto 5).



Foto 5: Vista de depósitos coluviales, conformados por arenas, limos y arcillas, generados por deslizamientos rotacionales y derrumbes locales.

2.2 ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

Batolito de San Ramón

Según la Asociación Lagesa CFGS (1997), se encuentran afloramientos del Batolito San Ramón al Oeste de la Cordillera Oriental, en los sectores Los Olvidados, Palmapampa y Mariposa, en los ríos de San Ramón, Chavini y Coviriali (Fotos 6A y 6B). Estas rocas intrusivas se encuentran diaclasadas y altamente alteradas. Su composición es mayormente granítica a granodiorítica variando en algunos sectores a dioritas y gabros cortados por diques aplíticos, estas rocas se presentan altamente meteorizadas lo que las hacen deleznable presentando una muy baja resistencia.

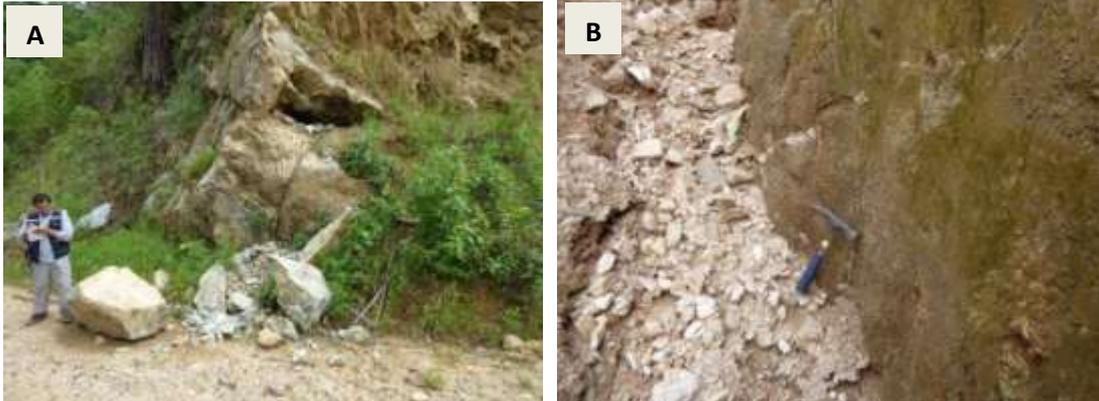


Foto 6A: Afloramientos de rocas graníticas moderadamente fracturadas, sector Los Olvidados.

Foto 6B): Contacto entre rocas graníticas con dioritas meteorizadas, sector La Libertad, Coviriali.

III. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación. Las geoformas particulares individualizadas se agrupan en tres tipos generales del relieve en función a su altura relativa, donde se diferencian: 1) colinas, 2) montañas, 2) piedemontes y 3) planicies. Para la clasificación de las unidades geomorfológicas se tomó en cuenta la publicación de Villota (2005).

3.1 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, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

MONTAÑAS

Hacia el sur de Coviriali se observan montañas, de morfología abrupta con cimas sub-redondeadas.

Presentan una cobertura vegetal con espesor delgado sobre el substrato rocoso. Las pendientes de las laderas alcanzan en promedio 60°.

Esta unidad presenta rocas altamente meteorizadas de fácil erosión, es decir rocas de mala calidad, lo cual es un condicionante para la ocurrencia de movimientos de masa, como derrumbes, deslizamientos, flujo de detritos y erosión de laderas.

COLINAS

El distrito de Coviriali presenta colinas de cimas redondeadas y alturas menores a 300 m respecto al nivel base local, estas se encuentran formadas por material sedimentario de arcilla y arena, cubiertas por abundante vegetación, con pendientes moderadas de menos d 30°.

3.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía 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.

DEPÓSITOS COLUVIO – DELUVIALES

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos), así como también del material detrítico proveniente de caídas o de escorrentía superficial, los cuales se depositan sucesivamente al pie de laderas.

TERRAZA ALUVIAL

Esta unidad presenta pendiente baja (entre 1-3%), mostrándose terrazas aluviales a lo largo del río Coviriali y Quilmariali, se caracterizan por estar constituidas por arenas y gravas, depositados en las márgenes de los ríos, donde pierde fuerza de transporte y depositan dicho material.

El tipo de granulometría de estos depósitos depende de la velocidad de transporte del río, por lo que varía constantemente.

IV. PELIGROS GEOLÓGICOS

El distrito de Coviriali durante los meses de diciembre a enero registra intensas lluvias las cuales son el detonante de diferentes eventos geológicos e hidrogeológicos como deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos, inundaciones y erosiones fluviales, los cuales afectaron principalmente el sector de La Libertad. Para los dos primeros casos, una de las causas principales de su ocurrencia es el estado en que se encuentran las rocas, muy meteorizadas y muy fracturadas (trituras).

4.1 DESLIZAMIENTOS

Un deslizamiento se define como un movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo debido a la acción de la gravedad, cuando el esfuerzo de corte excede el esfuerzo de resistencia del material, ocurriendo un desplazamiento predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (PMA: GCA, 2007).

Los deslizamientos más frecuentes los de tipo rotacional y traslacional. *El deslizamiento rotacional* (Figura 3A) presenta una superficie de rotura curva hacia arriba (en forma de cuchara) y el movimiento del deslizamiento es más o menos de rotación alrededor de un eje que es paralelo al contorno de la ladera. *El deslizamiento traslacional* ocurre a lo largo de una superficie relativamente plana con poco movimiento de rotación. El material del deslizamiento puede variar de suelos sueltos, no consolidados, a placas extensas de roca, o ambos. Estos suelen fallar a lo largo de discontinuidades geológicas tales como fallas, juntas, superficies de los lechos o el contacto entre la roca y el suelo (Highland & Bobrowsky, 2008).

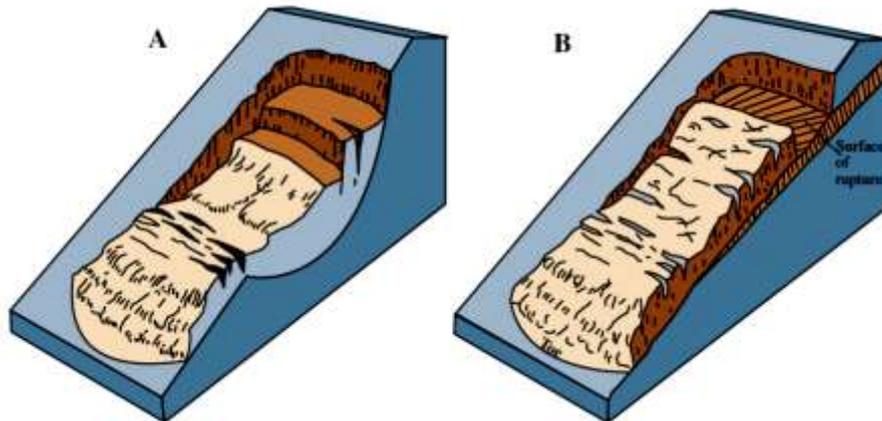


Figura 3: Deslizamiento tipo rotacional (A) y traslacional (B).

Se observó un deslizamiento rotacional en la carretera hacia el Sector la Libertad, presenta una corona con longitud de 30 m, con altura entre 2 y 4 m, obstruyó 40 m de dicha carretera. El material deslizado es suelo areno-limoso color pardo, con ramas y plantas (foto 7), este evento se presentó en el periodo lluvioso del mes de diciembre del 2015.



Foto7: Deslizamiento de suelo ocurrido en la carretera de acceso hacia el sector La Libertad.

En la carretera La Libertad – Laylla se identificó un deslizamiento rotacional, el material movilizado estuvo conformado por arena y grava, destruyó el local de la iglesia evangélica (foto 8) y bloqueó la carretera en un tramo de 30 m.



Foto 8: Vista del local de la Iglesia evangélica afectada por un deslizamiento, sector La Libertad–Laylla.

A 60 m del local comunal, en la cantera de extracción material para afirmado de trochas, se tiene un deslizamiento-flujo (foto 9), presenta una escarpa de 16 m, la distancia entre el escarpe y el pie del depósito es de 52 m. El depósito está conformado por clastos angulosos de granito con diámetro de hasta 15 cm.



Foto 9: Vista del movimiento complejo que se generó en el interior de una cantera, presenta talud inestable.

Las causas de estos eventos son:

- Intensa deforestación, escasa cobertura vegetal, plantas de raíces superficiales.
- Corte de talud con pendiente entre 60° - 70° .
- Roca de mala calidad, muy meteorizada, origina un suelo residual. Suelo suelto poco compacto.

4.2 DERRUMBES

Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. Se pueden presentar a lo largo de laderas de colinas o montañas, con afloramientos de rocas fracturadas y meteorizadas (Vilchez, et al 2013)

En el sector de La Libertad, en la escuela y el local comunal, se produjeron derrumbes. En el caso de la escuela, el material es tipo arcillo-arenoso, saturado (al momento de la inspección), la masa del derrumbe se llegó a extender por 20 m (fotos 10 y 11). Mientras que en el local comunal el material se canalizó por el cauce del río Fátima.



Foto 10: Derrumbe que afectó a los terrenos de la escuela.



Foto 11: Vista de derrumbes junto a la escuela en el sector La Libertad.

Otro derrumbe con similares características se presentó en la ladera de la margen izquierda del río Fátima (Fotofoto 11). Presenta una zona de arranque de 8 m, con altura de 33 m, con pendiente de 60° a 70°. Afectó viviendas ubicadas al pie del talud, el material generado se canalizó por el río y llegó a obstruir al puente La Libertad (foto 12 y 13). El sector se encuentra inestable.



Foto12: Derrumbe, cercano a vivienda (Río Fátima).



Foto 13: Palizada obstruyendo el puente sobre el río Fátima, sector La Libertad.

4.3 EROSIONES DE LADERA

Se presentan erosiones de ladera, en forma puntual, en el sector de Palmapampa, este proceso puede afectar al local comunal (foto 14) y la carretera afirmada del sector (foto 15).

El proceso de laderas se presenta a manera de cárcavas, teniendo como causas:

- Suelo fácilmente removible, poco compacto.
- Roca altamente meteorizada.
- Escasa vegetación, que permite la infiltración de agua de lluvia al suelo.
- Laderas con pendiente fuerte.

Estas causas combinadas con las precipitaciones pluviales, originaron la pérdida de la cohesión de los suelos, originándose las incisiones del terreno. El material formado se va a transportar aguas abajo a manera de flujos.



Foto 14: Vista del local comunal al borde del talud que viene siendo afectado por erosiones de ladera.



Foto 15: Vista de erosión de la carretera afirmada en el sector de Palmapampa.

4.4 EROSIONES E INUNDACIONES FLUVIALES

El 7 de diciembre del 2015, se produjo una lluvia intensa de dos horas, incrementándose el caudal del río Coviriali, afectando áreas de cultivo (arrasando las plantaciones aledañas), y bases del puente provisional Ricardo Palma (foto 16A y 16B). En caso de otra crecida extraordinaria del río podría afectar las viviendas localizadas en la margen izquierda.



Foto 16 A y 16B: Vistas de río Coviriali y del puente provisional Ricardo Palma, se observa el incremento del caudal después de 2 horas de lluvia. En la vista de la derecha se observa una vivienda que puede ser afectada por inundación.

En el río Tigre se formó una palizada, la cual se acumuló en los puentes que tienen corta luz¹, obstruyéndose, ello ocasionó el desborde del río, inundando las áreas aledañas (foto 17).

¹ Luz: Distancia longitudinal entre los ejes de apoyo de la superestructura de un puente



Foto 17: Puente dañado por la crecida del río Tigre, se muestra troncos y ramas que obstruyeron la luz del puente.

Algunos pobladores conocedores de las inundaciones que se presentan cada año durante los meses de diciembre a marzo, han construido sus viviendas sobre pilotes que las elevan algunos metros del suelo (foto 18). Pero en la mayoría de los casos no presentan ninguna estructura o defensa ribereña a fin de amortiguar los efectos de las inundaciones.



Foto 18: Vista del cauce del río Coviriali mostrándose una vivienda dentro de este, construida sobre pilotes.

En la Tabla 1, se resumen los peligros registrados en los diferentes anexos del distrito.

Tabla 1. Peligros geológicos e hidrogeológicos registrados en el Distrito de Coviriali - Junín.

Código	SECTOR COORDENADAS UTM (E/N)	TIPO DE PELIGRO	Causas	OBSERVACIONES	Medidas correctoras	Foto
01	Bellavista 537352/8753775	Inundación fluvial	Incremento del caudal del río. Cauce del río con pendiente menor a 5°. Factor detonante fueron las precipitaciones pluviales.	Se observan terrazas bajas o llanuras de inundación, sobre las cuales se encuentran viviendas. El río podría afectar los estribos del puente Bellavista, no presenta defensas ribereñas. La inundación de diciembre 2015, llegó a cubrir a la terraza hasta en 50 m tierra adentro.	Evitar crecimiento poblacional hacia los bordes de los ríos (terrazas bajas). Realizar limpieza del cauce. Construir defensas ribereñas como gaviones o enrocado. Canalizar del río.	
02	San Pedro 533221/8749920	Deslizamiento rotacional (2004)	Pendiente del terreno, baja resistencia del terreno. El factor detonante, fueron las precipitaciones pluviales intensas.	Este deslizamiento es de tipo rotacional, la distancia del pie deslizamiento hacia la corona es de 159 m, un ancho de 192 m, la escarpa principal tiene 30m. Se observan escarpas secundarias con longitudes hasta de 9 m, se observa un suelo arcilloso-arenoso color rojizo poco compacto. Afectó al C.P. San Pedro, la población se ha reubicado en el sector Villa Toledo. Actualmente se muestra estable.	Reforestar la zona. El deslizamiento, en la actualidad se ha estabilizado. Pero de modificarse las condiciones actuales podría reactivarse.	
03	Boca Negra 533015/8749279	Inundación fluvial	Incremento del caudal del río Pendiente baja del terreno. Factor detonante fueron las precipitaciones pluviales.	Se observan llanuras de inundación, sobre ellos se tienen terrenos de cultivo, que podrían ser inundados con avenidas futuras. Se muestra suelo arenoso gris claro con clastos y bloques sub-redondeados a redondeados con diámetros de hasta 1.5 m. El río en la inspección tenía un ancho de 10 m	Evitar crecimiento poblacional hacia los bordes de los ríos y en las áreas inundables. Realizar la limpieza del cauce del río. Colocar defensas ribereñas en los tramos colindantes al río.	
04	Puente Túpac Amaru 533117/8749430	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. La terraza está conformada por material inconsolidado. Factor detonante las precipitaciones pluviales.	El estribo izquierdo del puente se encuentra anclado sobre un material aluvial (arena, limo y grava), se observó que la base está siendo erosionada.	Incrementar luz del puente. Los estribos del puente deben estar cimentados sobre roca. En caso de tener suelo se deberá cimentar por debajo del nivel del cauce del río. Implementar defensas ribereñas como gaviones o celdas de colchoneta, en ambas marges del puente.	

					Evitar crecimiento poblacional hacia los bordes de los ríos y áreas cercanas al puente.	
05	Río Blanco 532357/8748426	Inundación fluvial	Incremento del caudal del río. Baja pendiente del cauce del río. Precipitaciones pluviales intensas.	Se observan llanuras de inundación cubiertas de vegetación limitantes con la carretera que podría ser erosionada con avenidas extraordinarias. La terraza está conformada por un suelo arenoso, con clastos y bloques de forma sub-redondeado a redondeados con diámetros de hasta 1.5 m. En la inspección se observó que el río Blanco presenta un ancho de 7 m. Por la margen derecha, se ha observado que la inundación llegó hasta en 18 m tierra adentro.	Realizar el encausamiento y decolmatación del río. Colocar defensas ribereñas como gaviones, usar el material extraído del río para estas estructuras. Evitar cultivos hacia los bordes de los ríos y en áreas inundables.	
06	Río Blanco 531583/8747926	Erosión fluvial	Incrementó del caudal del río. Sustrato de mala calidad, muy meteorizado. El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales.	La margen derecha del Río Blanco, fue erosionada, en su borde se observan árboles caídos cercanos a la carretera a Pacasmayo. En caso de seguir la erosión afectaría a la carretera.	Colocar defensas ribereñas como graviones, cuyas bases deben ubicarse por debajo del nivel del río.	
07	Río Blanco 531519/8747832	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. Terraza conformada por material suelto de fácil erosión. El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales.	Erosión de la margen derecha del Río Blanco, desnivel de 2m. La zona puede inundarse fácilmente, como también ser erosionada.	Para evitar la erosión de la margen del río se debe implementar defensas ribereñas, cuyas bases deben ubicarse por debajo del nivel del río. Para estas estructuras puede usar gaviones o realizar una canalización de las margenes.	

08	Buenos Aires 540568/8745383	Derrumbe	Roca muy meteorizada, de mala calidad. Intensa deforestación que permite la filtración del agua de lluvia al subsuelo. Corte de talud de carretera con pendiente fuerte. Vegetación de raíces superficiales. El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales.	Afectó 30 m de carretera hacia el C.P. La Libertad. Se observa suelo limoso, poco compacto, color rojizo, se muestra también bloques de roca angulosos y meteorizados.	Mejorar la pendiente del talud. Construir presas transversales hacia la parte baja de la carretera, con la finalidad de evitar la pérdida de suelo, estas pueden ser contruidas a base de fragmentos de rocas, palos o ramas.	
09	Buenos Aires 540644/8745730	Erosión de laderas	Sustrato rocoso de mala calidad, muy meteorizada. Pendiente del terreno. El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales.	Se observan cárcavas que cortan la carretera. Este proceso genera material suelto, los cuales pueden generar flujos de detritos.	Construir presas transversales para evitar la pérdida de suelo, pueden ser a base de fragmentos de rocas, palos o ramas.	
10	Buenos Aires 540628/8746714	Inundación fluvial	Incrementó del caudal del río. Baja pendiente del cauce del río. Terraza de baja pendiente. El factor detonante son las precipitaciones pluviales.	Puente con poca luz, su construcción ha formado un cuello de botella, lo que conlleva a la obstrucción con el material arrastrado por el río Tigre (troncos y rocas), se tiende a formar una presa, permitiendo que se inunden ambas márgenes. Eventos anteriores han afectado al puente, destruyendo sus barandas. Actualmente el estribo izquierdo del puente está siendo erosionado.	Realizar la limpieza del cauce del río. Incrementar la luz del puente. Construir defensas ribereñas para proteger los estribos. Evitar el crecimiento poblacional hacia los bordes de los rios.	

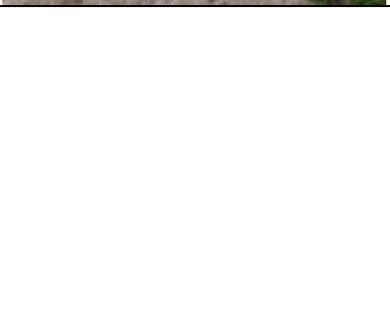
11	Buenos Aires 540961/8747371	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. Sustrato rocoso de mala calidad, muy meteorizado. Factor detonante las precipitaciones pluviales.	Afectó 27 m de trocha de acceso al sector de Buenos Aires. La altura de la terraza es de 50 cm.	Realizar el encausamiento y limpieza del río. Construir defensas ribereñas como graviones, cuyas bases deben ubicarse por debajo del nivel del río.	
12	Buenos Aires 540973/8746909	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. La plataforma de la carretera está construida sobre un relleno, que es de fácil erosión. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	La erosión afectó la trocha a Buenos Aires en un tramo de 36 m, se redujo el ancho de la vía. La margen izquierda se inundó.	Construir defensas ribereñas como graviones, cuyas bases deben ubicarse por debajo del nivel del río.	
13	Buenos Aires 540999/8747988	Inundación fluvial	Incremento del caudal del río El ancho del cauce del río es mayor que la luz del puente. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	Puente con poca luz, obstruido con troncos y bloques de roca. Se observan ambas márgenes erosionadas por el río.	Realizar la limpieza del cauce del río. Incrementar la luz del puente. Los estribos del puente deben estar cimentados sobre roca, en caso de suelo debe estar por debajo del nivel del cauce del río. Construir defensas ribereñas, evitar crecimiento poblacional hacia los bordes de los ríos y áreas cercanas al puente.	
14	Puente Mariscal Castilla 540940/8749200	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río El ancho del cauce del río es mayor que la luz del puente. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	Los estribos del puente se muestran debilitados por la erosión.	Incrementar luz del puente. Los estribos del puente deben estar cimentados sobre roca, en caso de ser suelo debe estar por debajo del nivel del cauce del río. Construir defensas ribereñas, evitar crecimiento poblacional hacia los bordes de los ríos y áreas cercanas al puente.	

15	Vía Laylla 540847/8745117	Derrumbe-flujo	Suelo sobresaturado. Pendiente del terreno, mayor de 25°. Escasa vegetación. El factor detonante es la precipitación pluvial intensa.	Presenta un área de arranque de 15 m, la distancia del recorrido del flujo fue de 60 m. Destruyó una iglesia y 50 m de la trocha hacia la localidad de Laylla. El material acumulado en la trocha llegó a tener un espesor de 1 m.	Reforestar la zona.	
16	Vía Laylla 540669/8745305	Avalancha de detritos	Sobresaturación del suelo. Pendiente del terreno, mayor de 25°. Escasa vegetación superficial. El factor detonante la precipitación pluvial intensa.	Afectó 18 m de la trocha a Laylla.	Reforestar la zona.	
17	Vía Laylla 540584/8745394	Avalancha de detritos	Suelo saturado. Pendiente del terreno, mayor de 25°. Escasa vegetación superficial. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	Afectó 15 m de la trocha a Laylla.	Reforestar la zona.	
18	Carretera Buenos Aires - La Libertad 539908/8745002	Erosión de ladera	Suelo saturado. Pendiente del terreno, mayor de 30°. Vegetación con raíces superficiales. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	Afectó 12 m de la trocha de acceso al C.P. La Libertad. Se observan afloramiento de granitos muy meteorizados y fragmentados, son de muy baja resistencia.	Construcción de muro de contención en el talud inferior de la trocha. Mejorar la pendiente del talud mediante banqueteo. Construir presas transversales para que eviten la pérdida de suelo, estas pueden ser hechas de rocas, palos o ramas. Reforestar la zona.	

19	Carretera Buenos Aires - La Libertad 539911/8745281	Avalancha de detritos.	Suelo saturado. Pendiente del terreno, mayor de 25° Corte de talud para carretera. Escasa vegetación. El factor detonante es la precipitación pluvial intensa.	Interrumpió la trocha hacia C.P. La Libertad. En la masa deslizada se muestran clastos 30 cm en una matriz areno-limosa.	Realizar el banqueteo del tatud de corte superior de carretera. Reforestar la zona.	
20	Carretera Buenos Aires - La Libertad 540443/8745316	Avalancha de detritos	Suelo saturado. Filtraciones de agua. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	Afectó 10 m de la trocha. Se muestra suelo areno-limoso color pardo. Se observó un manante de agua que satura el suelo.	Construir presas transversales para que eviten la perdida de suelo, estas pueden ser de rocas, palos o ramas. Realizar drenes o canales para evitar la infiltración de agua al subsuelo. Reforestar la zona.	
-21	Palestina 540582/8750103	Inundación fluvial	Terraza de baja pendiente. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	El río Coviriali ha erosionado la margen izquierda, sobre la cual se encuentra una trocha afirmada. La cual podría ser destruida con el incremento del caudal.	Construir defensas ribereñas en la margen izquierda, como gaviones. Canalizarel cauce del río	
22	Coviriali 540711/8751858	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. Terraza conformada por material de fácil erosión. El factor detonante es la Precipitación pluvial intensa.	Se observa erosión fluvial en la margen izquierda del río Coviriali. Las defensas ribereñas han colapsado, por ello hay una mayor erosión en la ribera.	Construir muros de concreto o gaviones en el talud inferior y colocar drenes. Sobre la terraza se observan viviendas las cuales deben de ser retiradas como medida preventiva.	

23	San Luis 540485/8752090	Erosión fluvial	Cambio de dirección del cauce del río. Incremento del caudal del río. Factor detonante las precipitaciones pluviales.	Río Coviriali erosionó la terraza de la margen derecha.	Reubicar el puente a un sector estable.	
24	Túpac Amaru 540412/8753573	Inundación fluvial	Incremento del caudal del río. Terraza de baja pendiente. El factor detonante son las precipitaciones pluviales intensas	El curso del río ha sufrido un cambio de dirección, ello ha originado inundación de las zonas bajas. Este evento afectó una familia y cultivos de cacao y maíz. La inundación dejó bancos de arena de 1m de espesor.	Realizar el encausamiento y limpieza del río. Reubicar la viviendas localizadas en el área inundable del río.	
25	Santa María 537368/8749662	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. Sustrato de mala calidad, muy meteorizado. El factor detonante son las precipitaciones pluviales intensas	El caudal del río Quilmariali erosionó la margen izquierda. La terraza está constituida por un suelo arenoso con clastos angulosos polimícticos de fácil erosión. Por el proceso de erosión, el ancho de la carretera está reducido, se muestra un corte talud con una altura de 10 m.	Construir en el talud inferior, muros de contención o gaviones, de modo que queden cementados por debajo del lecho del río.	
26	Santa María 537304/8749889	Erosión fluvial	Incremento del caudal del río. Terraza conformada por material de fácil erosión. El factor detonante son las precipitaciones pluviales intensas.	Río Quilmariali erosionó la margen izquierda de la ribera, reduciendo el ancho de la carretera y mostrando un corte de 8 m de alto La terraza está constituida por suelo arenoso con clastos angulosos polimícticos, es de fácil erosión.	En este punto, en el talud inferior, construir muros de contención o gaviones de modo que queden cementados por debajo del lecho del río.	

27	Santa María 537449/8750330	Inundación fluvial	Terraza con baja pendiente. El factor detonante son las precipitaciones pluviales intensas.	La inundación llegó a 32 m tierra adentro, cerca al C.P. Santa María. El año 2010 este C.P. fue afectado.	Realizar el encausamiento y limpieza del cauce del río. Las áreas inundables no deben ser ocupadas para vivienda. Los cultivos deben estar orientados según el periodo estacional.	
28	Carretera La Libertad – Los Olvidados 539712/8745161	Avalancha de detritos	Suelo saturado, conformado por gravas mal seleccionadas en matriz areno-limosa de fácil erosión. Pendiente del terreno menor de 45°. Escasa vegetación. El factor detonante son las precipitaciones pluviales intensas.	Evento ocurrido el 30-11-2015.	Reforestar la zona	
29	Los Olvidados 538096/8743525	Erosión de laderas	Suelo suelto conformado por arena-arcillosa con gravas, sobresaturado de fácil erosión. Pendiente del terreno, menor de 45°. Vegetación escasa. El factor detonante las precipitaciones pluviales intensas.	Interrupción de 37 m de la vía.	Reforestar la zona.	
30	Los Olvidados 538162/ 8743565	Erosión de laderas	Suelo inconsolidado, sobresaturado. Pendiente del terreno, menor de 30°. Vegetación escasa. El factor detonante las precipitaciones pluviales intensas.	La erosión se presentó a manera de cárcavas. Afectó canales y cunetas de trocha carrozable.	Reforestar la zona. Realizar el mejoramiento de la vía. Colocar canales de drenaje.	

31	Los Olvidados 539045/ 8743531	Derrumbe	Pendiente del corte de la carretera. Roca moderadamente meteorizada y medianamente fracturada. Factor detonante las fuertes precipitaciones pluviales.	Trocha que conduce al C.P. Los Olvidados, fue afectada, en un tramo de 10 m. En el cuerpo del derrumbe se observan bloques de roca angulosos de hasta 40 cm de diámetro son de composición granodiorítica.	Rebajar la pendiente del talud. Reforestar la zona.	
32	Los Olvidados 539095/ 8743761	Derrumbe	Roca de mala calidad. Suelo sobresaturado. Pendiente del terreno, menor de 30°. Intensa deforestación. Factor detonante las fuertes precipitaciones pluviales.	Trocha que conduce al C.P. Los Olvidados, fue afectada en un tramo de 10 m. en el cuerpo del derrumbe se observan bloques de roca en matriz arenosa.	Reforestar la zona.	
33	Los Olvidados 538981/ 8743611	Derrumbe	Roca de mala calidad. Suelo conformado por arena gravosa inconsolidado. Pendiente del terreno. Vegetación con raíces superficiales e intensa deforestación. Factor detonante las fuertes precipitaciones pluviales.	Trocha que conduce al C.P. Los Olvidados, fue afectada en un tramo de 10 m. El material movilizado está conformado por arena gravosa.	Reforestar la zona.	
34	Los Olvidados 538964/ 8743665	Derrumbe	Roca de mala calidad. Suelo conformado por arena gravosa inconsolidado, saturado. Pendiente del terreno, menor de 30°. Escasa vegetación. Factor detonante las fuertes precipitaciones pluviales.	Ladera se muestra inestable, se han desprendido bloques de roca hasta de 2m de diámetro. Afecta la vía de acceso hacia C.P. Los Olvidados.	Reforestar la zona.	

35	Los Olvidados 539046/ 8743913	Flujo de detritos	Pendiente del terreno menor a 5° Material suelto en el cauce de la quebrada. En laderas se tiene suelo areno-limoso y bloques que alimentan al cauce de la quebrada. Factor detonante las intensas precipitaciones pluviales.	Afecta la trocha hacia el C.P. Los Olvidados.	Construir un baden que permita que discurra el agua y el material movilizado proveniente de la quebrada. Colocar presas transversales que eviten la perdida de suelo, estas pueden ser hechas de rocas, palos o ramas.	
36	Los Olvidados 538964/ 8744077	Derrumbe	Suelo sobresaturado conformado por gravas con matriz areno-limoso. Rocas de mala calidad muy meteorizada. Pendiente del terreno. Vegetación con raíces superficiales e intensa deforestación	El evento bloqueo trocha de acceso al C.P. Los Olvidados, en un tramo de 20 m. El material movilizado se muestra inestable.	Reforestar la zona.	
37	Los Olvidados 538937/ 8744202	Avalancha de detritos	Suelo sobresaturado. Sustrato rocoso de mala calidad. Pendiente del terreno de 30°. Intensa deforestación. El factor desencadenante son las intensas precipitaciones.	El material desplazado está constituido por bloques de hasta 1m de diámetro, se observan también restos de troncos de árboles. El material aún sigue inestable.	Reforestar la zona.	
38	Los Olvidados 538886/ 8744442	Derrumbe	Suelo areno-limoso con bloques de fácil saturación. Roca de mala calidad. Pendiente del terreno Intensa deforestación. El factor desencadenante son las intensas precipitaciones.	Afecta tramo de la trocha en 12 m.	Reforestar la zona.	

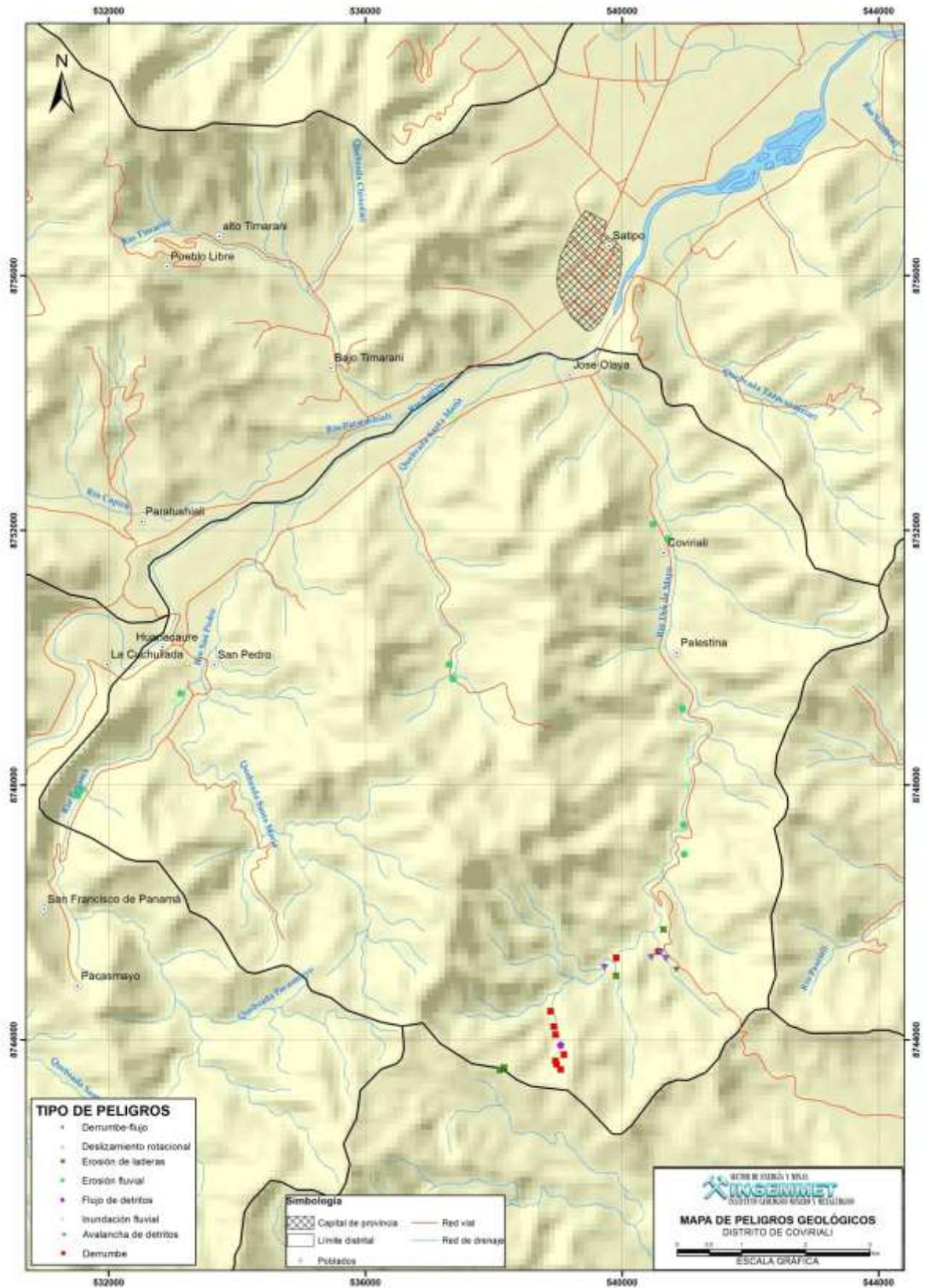


Figura 4. Inventario de Peligros geológicos en el distrito de Coviriali.

CONCLUSIONES

1. Por las intensas lluvias sucedidas en mes de diciembre 2015 los caudales de los ríos Coviriali, Tigre, Fátima y Quilmari, se incrementaron, originando el ensanchamiento de sus márgenes y desborde, afectando terrenos de cultivo, bases de puentes, trochas afirmadas y centros poblados de la jurisdicción de Coviriali.
2. El área de estudio se considera geodinámicamente activa, porque se han presentado peligros geológicos como deslizamientos, derrumbes, flujo de detritos; como también, inundaciones y erosiones fluviales, etc. Lo cuales tienen como detonante las intensas lluvias.
3. En el sector de La Libertad, las condiciones del terreno, para la generación de nuevos eventos aún persisten, por lo cual se considera como **zona crítica**, de **peligro inminente** ante la ocurrencia de nuevas lluvias intensas.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y RECOMENDACIONES

1. Incentivar la reforestación de los cerros a fin de protegerlos de la erosión y disminuir el área de infiltración de aguas pluviales, con ello se obtendrá una mejor fijación de los suelos, se evitará la generación de movimientos de masa. Así mismo se debe promover, mantener y restaurar la vegetación autóctona con prácticas de cultivo adecuadas.
2. Establecer la zonificación del uso del suelo en función de los periodos de recurrencia de las inundaciones, las áreas de influencia de flujos de detritos, derrumbe y deslizamientos.
3. Implementar un sistema de alerta temprana (SAT). como también la instalación de estación meteorológica, para poder determinar su relación con la detonación de los movimientos en masa, como también el punto crítico para que se generen inundaciones.
4. Los cauces de las quebradas deben ser descolmatadas, a fin de disminuir la carga de los futuros flujos de detritos (huaicos) que se puedan presentar.
5. En las zonas que cruza la trocha con cauces, se deben realizar trabajos como badenes o alcantarillas disminuyendo de esta manera la erosión de la trocha.
6. Los estribos del puente que cruza al río Fátima, deben ser reforzados.
7. Realizar un mantenimiento periódico de la trocha y tener un registro de las zonas que podrían tener mayor daño durante eventos extraordinarios.
8. Reubicar las viviendas ubicadas dentro del cauce de la quebrada, ubicada junto al río Fátima y las zonas afectadas de La Libertad.
9. Mediante campañas de concientización se debe capacitar a la población sobre los riesgos y las medidas a adoptar antes, durante y después de las inundaciones, flujos de detritos y deslizamientos siguiendo normas establecidas por INDECI.
10. Se recomienda tecnificar la extracción del material agregado del río Coviriali, ya que actualmente este material viene siendo extraído sin seguir ningún criterio técnico.
11. En la Tabla 1 se dan una serie de recomendaciones a tomarse en cuenta en la reconstrucción de los daños causados por las lluvias en el distrito de Coviriali; en el anexo I se establecen algunas alternativas para mitigar los efectos de los peligros geológicos observados.

ANEXO I

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Las medidas adoptadas en esta sección son orientadas en mitigar y controlar los efectos de los peligros geológicos determinados en la zona de estudio, que por su naturaleza estos fenómenos se caracterizan por el transporte masivo de materiales producto de la erosión de las laderas, siendo las soluciones estructurales transversales al eje del cauce las que ofrecen una solución simple y efectiva, encontrándose dentro de estas las siguientes.

Gaviones

Estructura de gravedad permanentes que consiste en una caja de forma rectangular de malla hexagonal de triple torsión, elaborada con alambre galvanizado. Los gaviones se rellenan con piedra de cantera o cualquier material similar que se pueda obtener del entorno próximo a la obra, Como criterio o norma general, los gaviones serán de 1,00 x 1,00 x 1,00 metros, estos pueden presentar diferentes diseños el cual debe ser elegido de acuerdo con las necesidades (Figura, foto 19).

Teniendo como principales beneficios:

- La flexibilidad, los muros de gaviones permiten cierta deformación al ser sometido a presiones, comportamiento que los diferencia de los muros convencionales.
- La permeabilidad, ya que al estar constituidos por bloques de roca permiten el flujo de agua a través de la estructura, evitando así la generación de presiones hidrostáticas en la parte trasera del muro.
- No requieren cimentación
- Su costo de elaboración es relativamente bajo.

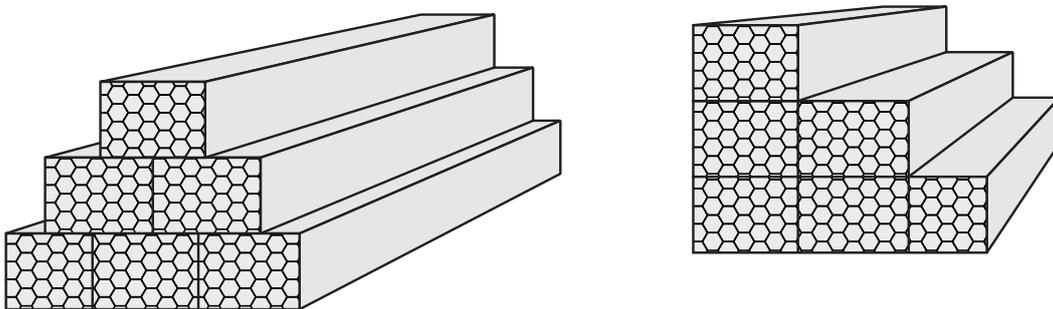


Figura 5. Perfiles más comunes de muros de gaviones para la retención de flujos.



Foto 2. Muro de gaviones en pleno proceso constructivo.

Presa de gaviones

Estas estructuras construidas en base a gaviones, son usadas para disminuir la velocidad de los flujos de detritos y su poder erosivo (Figura 6), permitiendo la retención de los materiales traídos por el flujo estabilizando de esta forma el fondo de la cárcava, ya que evita su crecimiento en profundidad y anchura.

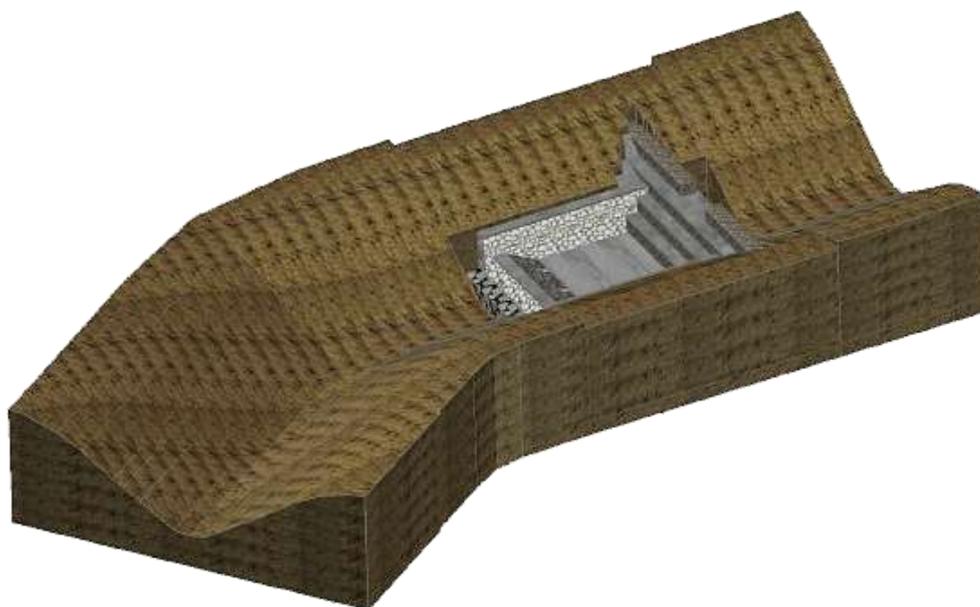


Figura 6. Esquema del diseño de una presa de gaviones



Foto 3. Presa gaviones utilizada para controlar flujo de detritos.



Foto 4. Construcción de una presa de gaviones

Canales de derivación

Es un sistema de estructuras utilizada para desviar las corrientes de agua naturales y artificiales y tienen como objetivo principal proteger el cauce evitando su erosión por el agua,

y puede ser construido de roca o concreto, el cual es colocado longitudinalmente en la margen del cauce.

Actualmente el uso de gaviones como elemento estructural del canal está siendo muy difundido por las ventajas y características que proporcionan dentro de estas podemos citar:

- **FLEXIBILILIDAD:** El gavión una vez relleno con piedra sufre deformaciones, y aun así continúa sin perder eficiencia en el caso de presentarse una falla en el suelo.
- **PERMEABILIDAD:** El gavión relleno, no contiene aglutinantes ni cementantes, por lo que quedan huecos o intersticios. Disipa la energía del agua, disminuye los empujes hidrostáticos. Permite tener saneados los terrenos aledaños a las estructuras.
- **RESISTENCIA:** Proporciona dominio en todos los esfuerzos de compresión, tensión y torsión.
- **DURABILIDAD:** La materia prima del gavión, esta provista de un recubrimiento que logra retrasar los efectos del medio ambiente sobre el acero. Por su triple torsión no se desarma en caso de ruptura accidental o intencional. Resiste la Corrosión.
- **INSTALACION FACIL Y ECONÓMICA:** No requiere mano de obra especializada, uso de herramienta básica.



Foto 5. Canalización de cauce teniendo como elemento estructural celda de gaviones.

Entre otras técnicas de canalización se puede considerar al uso de colchonetas cuyas características y ventajas son similares a las de los gaviones. La colchoneta es un contenedor de piedra, considerado estructuralmente como una armadura con la cual se logran condiciones de resistencia equilibrada, provisto con celdas internas uniformemente repartidas, con alturas y aberturas de malla menores a las utilizadas en el gavión (fotos 23 y 24).



Foto 6. Canalización de cauce teniendo como elemento estructural celda de Colchonetas.



Foto 7. Canalización de cauce teniendo como elemento estructural celda de Colchonetas.

Espigones o venas

Son estructuras transversales en ángulo con el fin de reducir la erosión del banco local redirigiendo el flujo desde el banco del centro del canal.

Este tipo de estructuras han demostrado ser muy rentables en su construcción y eficientes en su propósito de control de la erosión, favoreciendo además la revegetación de los márgenes del cauce (fotos 25 y 26).



Foto 8. Vista de espigones usados en el re direccionamiento del flujo.

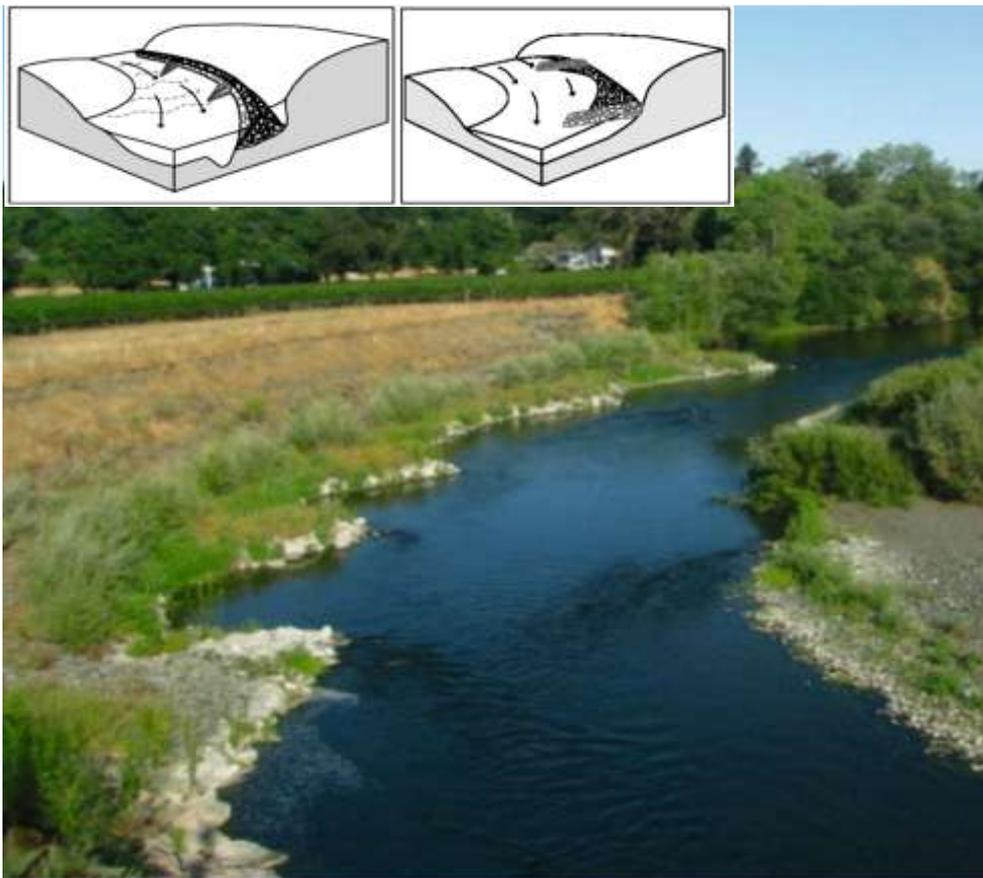


Foto 9. Vista de los diseños de venas de roca y su aplicación como medida preventiva de erosión permitiendo además la revegetación del área intervenida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Asociación Lagesa-CFGS (1997). **Geología de los cuadrángulos de Satipo (23-n), Puerto Prado (23-ñ)**. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 86. 254p.
- b) Carlotto, V., Cardenas, J., Reitsma, M. y Rodriguez, R. (2010). **Las edades de la formación Ene y del Grupo Mitu: Propuesta de cambios en la cartografía Regional: Abancay-Cusco-Sicuani**. Sociedad Geológica del Perú. En: XV Congreso Peruano de Geología. Resúmenes extendidos.830-833 p.
- c) Chacaltana, C.; Harmut, A.; Carlotto, V.; Peña, D.; Valdivia, W.; Rodríguez, R. y Jaimes, F. (2011). **Estudio geológico de la cuenca Ene – sectores Centro y Sur**. INGEMMET. Serie D: Estudios Regionales. Boletín n° 29. 172 Págs.
- d) Highland, L.M.; Bobrowsky, P. (2008) **Manual de derrumbes**. Guía para entender todo sobre los derrumbes: Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA, 129 p.
- e) Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007) - **Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas**, 404p.
- f) Reitsma, M., Schaltegger, U., Spikings, R., Winkler, W. y Carlotto V. (2010). **Constraining the age of the Mito Group, SouthEast Peru: U-Pb ages of detrital and igneous zircons**. XV Congreso Peruano de Geología
- g) Sempere, T., Carlier, G., Soler, P., Fornari, M., Carlotto, V., Jacay, J., Arispe, O., Néraudeau, D., Cárdenas, J., Rosas, S. y Jiménez, N. (2002). **Late Permian-Middle Jurassic lithospheric thinning in Peru and Bolivia and its bearing on Andean-age tectonics**. Tectonophysics, 345, 153-181.
- h) USGS (2004) **Landslide Types and Processes**. <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/>. Acceso: 01/02/2016.
- i) Vilchez, M., Luque, G., Rosado, M. (2010). **Riesgo Geológico en la Región Piura**. INGEMMET. . Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 52. 284 Págs.
- j) Villota, H. (2005) **Geomorfología Aplicada A Levantamientos Edafológicos Y Zonificación De Tierras**. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia. 183 Págs.
- k) Wilson, J. y Reyes, L. (1964). **Geología del Cuadrángulo de Pataz**. Comisión Carta Geológica Nacional. Editado Comisión de la Carta Nacional. 92 Págs.
- l) Group 10. Noticias Huancayo. (2015). **Colapsó el puente “Ricardo Palma” en Covilari-Satipo**. En línea (Consulta: enero 2016). <http://group10noticiashuancayo.blogspot.pe/2015/03/colapso-el-puente-ricardo-palma-en.html>
- m) RPP Noticias (2015). **Satipo: Viviendas inundadas e inhabilitadas tras intensas lluvias y desborde de ríos**. En línea (consulta en enero 2016). <http://rpp.pe/peru/juin/satipo-viviendas-inundadas-e-inhabitables-tras-intensas-lluvias-y-desborde-de-rios-noticia-909454>.