



Informe Técnico N° A6596

# Peligros geológicos en el sector de Ayna San Francisco

Región Ayacucho, Provincia La Mar, Distrito Ayna  
Paraje Ayna San Francisco

POR:  
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ

OCTUBRE 2012

**PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE AYNA SAN FRANCISCO**  
Distrito Ayna - Provincia Huanta – Región Ayacucho

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA.....	1
3.	MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL .....	3
3.1	RÍO APURÍMAC .....	3
3.2	Río SHANKIRWATO .....	4
4.	ASPECTOS LITOLÓGICOS .....	5
4.1	FORMACIÓN CABANILLAS .....	5
4.2	FORMACIÓN LA MERCED. ....	6
4.3	DEPÓSITOS ALUVIALES .....	6
5.	PELIGROS GEOLÓGICOS .....	8
5.1	OBSERVACIONES DE CAMPO .....	8
5.1.1	MOVIMIENTOS EN MASA ANTIGUOS .....	8
5.1.2	INUNDACIÓN FLUVIAL .....	10
5.1.3	DESLIZAMIENTO AGROINDUSTRIAL.....	14
5.1.4	DERRUMBE .....	19
5.1.5	DERRUMBE-FLUJO SECTOR LA AURORA.....	21
6.	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	22
	CONCLUSIONES.....	24
	RECOMENDACIONES .....	25
	ANEXOS .....	26
	(ESQUEMAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS) .....	26
	PARA DESLIZAMIENTOS .....	27
A)	CORRECCIÓN POR DRENAJE .....	27
B)	PARA DESLIZAMIENTOS Y CÁRCAVAS .....	29
	PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAICOS) .....	30
	PARA INUNDACIONES, EROSIÓN Y DESBORDES .....	33

## **FIGURAS**

- Figura 1: Mapa de ubicación.
- Figura 2: Imagen del Google Earth, se muestra la ubicación de la localidad de Ayna San Francisco.
- Figura 3: El río Apurímac de tipo anastomosado.
- Figura 4: Mapa Geológico del sector de Ayna San Francisco.
- Figura 5: Islas frente a Ayna San Francisco.
- Figura 6: Movimientos en masa antiguos.
- Figura 7: Imagen satelital del Google Earth, se muestra la zona inundada en el año 2012.
- Figura 8: En la imagen satelital, el área coloreada de color rojo es parte del antiguo cauce del río Apurímac y las flechas de color rojo muestran el sentido de la corriente del río.
- Figura 9 Imagen satelital, se muestra las áreas inundables del Apurímac
- Figura 10: Deslizamiento en el área Agroindustrial.
- Figura 11: Detalle de una canaleta de drenaje superficial
- Figura 12: Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.
- Figura 13: Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos.
- Figuras 14 y 15: Medidas correctivas para flujos de detritos.
- Figura 16: Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.
- Figura 17: Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente.

## **FOTOS**

- Foto 1: Cauce del río Shankirwato.
- Foto 2: Afloramiento de conglomerado masivo en el cerro San Cristóbal (La Antena).
- Foto 3: Cauce del río Shankirwato.
- Foto 4: Se observa todo un primer piso de las viviendas, cubiertas por agua.
- Foto 5: Se observa un primer piso cubierto por agua. Las líneas de color rojo indica el nivel alcanzado por las aguas.
- Foto 6: Área afectada por deslizamiento.
- Foto 7: Canal de desagüe sin revestir.
- Foto 8: Puquial, ubicado cerca de la escarpa principal.
- Foto 9: Columnas de viviendas de madera inclinadas por el movimiento.
- Foto 10: Carretera Ayna San Francisco-San Agustín afectada por asentamientos.
- Foto 11: Se muestra postes y árboles inclinados por efecto del movimiento de tierras.
- Foto 12: Vista panorámica del derrumbe en el cerro San Cristóbal, sector Antena.
- Foto 13: Sector Antena, se muestra escarpe del derrumbe inestable, con fracturas abiertas y filtraciones de agua.
- Foto 14: Sector del Mirador, se observa viviendas en el borde de la escarpa del derrumbe.
- Foto 15: Zona de arranque del derrumbe-flujo.
- Foto 16: Sector por donde se canalizó la masa originada por el derrumbe.

# **PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE AYNA SAN FRANCISCO**

## **Distrito Ayna - Provincia La Mar – Región Ayacucho**

### **1. INTRODUCCIÓN**

En el periodo lluvioso del 2012, se presentaron intensas lluvias que afectaron a la localidad de Ayna, San Francisco, generando erosiones e inundaciones fluviales, así como derrumbes y deslizamientos.

El Alcalde de la Municipalidad Distrital de Ayna, mediante Oficio N°094-2012-MDASF/A de fecha 27 de febrero, dirigida a la Presidenta del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitó la designación de un profesional, para realización de un informe técnico por desastres en el cercado del distrito de Ayna San Francisco.

Atendiendo a esta solicitud, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET comisiona al Ing. Segundo Núñez Juárez a realizar dicha evaluación. Los trabajos de campo se realizaron entre el 14 al 20 de marzo del 2012, previas coordinaciones con el Dr. Hector Gaspar Alcoser. En los trabajos de campo se contó con la presencia de los Técnicos Jhonny Torres Chaupin y Fredy Coronado Miguel, de la Municipalidad de Ayna San Francisco.

En este informe se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes que la municipalidad de Ayna San Francisco, debe tomar en cuenta para la prevención y mitigación de los procesos geohidrológicos – geológicos ocurridos en su jurisdicción, para así evitar problemas futuros de esta índole.

### **2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA**

La localidad de Ayna San Francisco se ubica en la margen izquierda del río Apurímac, en ambas márgenes del río Shankirwato (Figura 1 y 2). El distrito cuenta con una población de 10 196 habitantes (INEI-2007), que se dedican principalmente a la agricultura.

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM: 8602000 – 8605000 Norte y 630000 – 633000 Este; con una altitud de 800 m.s.n.m.

Se accede desde Ayacucho, a través de la carretera Ayacucho – Tambo – Máchente – Rosario – Ayna San Francisco (carretera afirmada), con 190 km de longitud (ocho horas en camioneta).

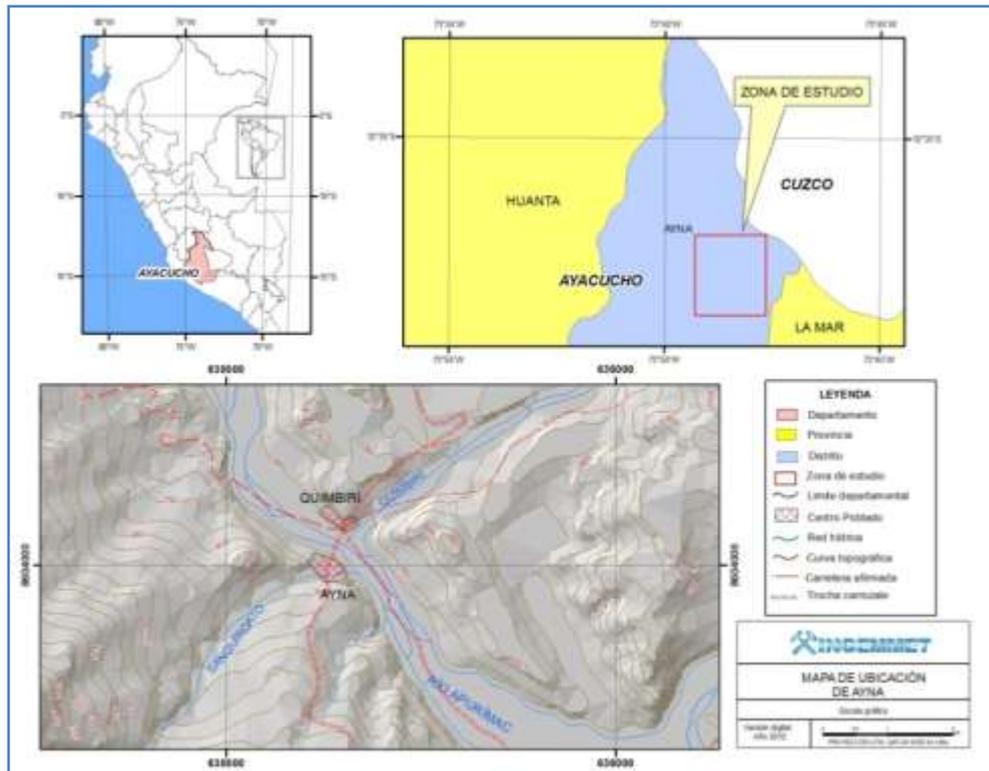


Figura 1: Mapa de ubicación.

La zona presenta **clima** tropical y húmedo. En la actualidad, Ayna no cuenta con estación hidrometeorológica; sin embargo de la estación de Pichari, la más cercana al área de trabajo (última en funcionar), se han registrado precipitaciones de 2 184,6 mm anuales (SENAMHI, 2003).

La localidad de Ayna – San Francisco (Figura 2), se encuentra actualmente en proceso de expansión urbana, acciones que se realizan sin planificación, ubicando áreas urbanas en zonas de peligros geológicos, aumentando su vulnerabilidad. La expansión urbana ha ocupado cauces de antiguas quebradas, terrenos muy susceptibles a ser erosionados por la dinámica fluvial; y en laderas inestables.



Figura 2: Imagen del Google Earth, se muestra la ubicación de la localidad de Ayna San Francisco.

### 3. MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL

Para entender los procesos de erosión e inundación fluvial, ocurridos en el área de estudio, es necesario conocer las características morfológicas, drenaje y comportamiento fluvial que presentan el río Apurímac y Shankirwato.

#### 3.1 RÍO APURÍMAC

Los ríos de drenaje de tipo anastomosado, está condicionado por la gradiente muy baja que presenta, originándose una serie de canales que se interconectan mostrando una alta sinuosidad; siendo estos angostos y relativamente profundos. En estos sistemas los canales son separados por planicies de inundación que consisten en islas con vegetación, muros naturales y áreas donde pueden desarrollarse depósitos de desborde. Los canales, en estos sistemas, son rellenados con arena y grava, formando depósitos lenticulares, limitados por depósitos areno – arcillosos de muro natural (Smith, S 1980).

Díez-Herrero et-al (2008), clasifica a los ríos de tipo anastomosados, por el tipo de sinuosidad, en baja y alta (según la forma de los canales); y por la multiplicidad de ellos, que puede ser sencilla a moderada.

El río Apurímac es de tipo anastomosado de múltiples canales de baja sinuosidad y de multiplicidad moderada (Figura 3). En ciertos lugares de vuelve rectilíneo.



Figura 3: El río Apurímac de tipo anastomosado.

### 3.2 RÍO SHANKIRWATO

Este río presenta un drenaje de tipo rectilíneo, las corrientes se caracterizan por tener una sinuosidad baja (menor a 1,5) y multiplicidad 1, es decir, un único canal. Por ser un río juvenil, con perfil típico en “V”, generalmente son muy inestables, y tienden a evolucionar a otros tipos de río; por ello erosionan sus paredes laterales, inestabilizando las laderas y generando derrumbes o deslizamientos. Tienen caudal de alta energía y gran capacidad erosiva.

En el borde del cauce, en ambos márgenes, se encuentra ocupada por viviendas, que han generado un estrechamiento del cauce (foto 1).



Foto 1: Cauce del río Shankirwato.

#### 4. ASPECTOS LITOLÓGICOS

Según la Cartografía Geológica en el cuadrángulo de San Francisco (Monge et. al., 1998), en el área de estudio se presentan las siguientes unidades geológicas (Ver Figura 4).

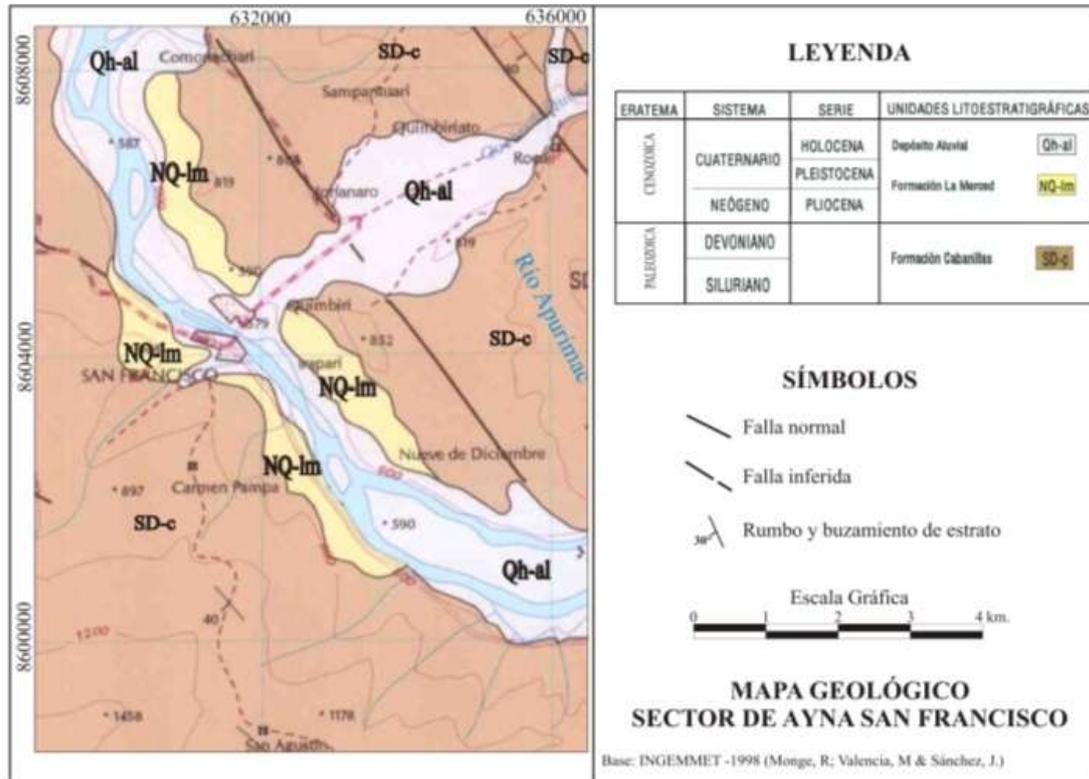


Figura 4: Mapa Geológico del sector de Ayna San Francisco.

##### 4.1 FORMACIÓN CABANILLAS

Esta unidad aflora en las nacientes del río Shankirwato. Monge, R. (1998) divide a la Formación en dos miembros:

- Inferior.- Conformado por alternancia de areniscas cuarzosas y limolitas pizarrosas. En menor proporción alternan las limolitas pizarrosas, estratificadas en capas delgadas característicamente laminares de color negro beige con presencia de micas.
- Superior.- Representada por una intercalación de limolitas pizarrosas de color negro característicamente laminar, micácea y en menor proporción niveles delgados de arenisca cuarzosa con estructuras sedimentarias de estratificación sesgada en pequeña escala

En esta unidad se pueden generar deslizamientos, derrumbes como también flujos de detritos.

## 4.2 FORMACIÓN LA MERCED.

En el área de estudio, se distribuye en la margen izquierda del río Apurímac, entre el sector de Ayna San Francisco. Siguiendo una dirección noroeste.

Está constituida por una gruesa secuencia de conglomerados polimícticos (foto 2). Los clastos son de formas subredondeadas a redondeadas, en matriz areno-limosa, con tamaños que llegan hasta de 20 cm, de cuarcitas, pizarras silicificadas, calizas, areniscas y en menor proporción de intrusivos. El grado de consolidación de esta unidad es semiconsolidada, son rocas de mala calidad, muy susceptibles a la generación de fenómenos de movimiento en masa, como derrumbes y flujos de detritos.

Los conglomerados de las Formación La Merced yacen discordantemente sobre el Grupo Ambo y la Formación Cabanillas.



*Foto 2: Afloramiento de conglomerado masivo en el cerro San Cristóbal (La Antena).*

## 4.3 DEPÓSITOS ALUVIALES

Estos materiales se encuentran distribuidos a lo largo de los cauces de los ríos Apurímac y Shankirwato.

En el valle del río Apurímac (sector de estudio), esta unidad está conformada por gravas en una matriz arenosa, los fragmentos de roca son de forma redondeada a subredondeada. Esporádicamente se presentan bolones. Las terrazas formadas en ambos márgenes del río Apurímac, indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateralmente de las aguas, generalmente están conformadas por grava y arena. Se generan islas (Figura 5) que se disponen en formas paralelas a la dirección de la corriente de agua, que indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateral de las aguas.



*Figura 5: Islas frente a Ayna San Francisco.*

En el valle del río Shankirwato (sector implicado), la unidad está conformada por grava, con algunos bolones, en matriz areno-limosa. Los fragmentos de roca son de formas redondeadas a subredondeadas (Foto 3) que provienen de la erosión de las formaciones geológicas ubicadas en su cuenca, siendo la Formación La Merced la que aporta mayor material, por ser una unidad inconsolidada.



*Foto 3.- Cauce del río Shankirwato. Las viviendas han “encajonado” el cauce, convirtiéndola en zona de alto riesgo.*

## **5. PELIGROS GEOLÓGICOS**

Muchas poblaciones ocupan áreas que pueden ser afectadas por peligros geológicos, como son antiguos cauces de quebradas, llanura de inundación, terrazas bajas del valle, laderas inestables, etc.

El área de Ayna San Francisco se encuentra asentada en parte sobre una antigua terraza formada por el río Shankirwato, que está sujeta a inundaciones y erosiones fluviales. Otro sector de la población se asienta sobre laderas sujetas a movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes.

Según Guzmán et al, 2006, el sector de Ayna San Francisco, está considerado como un área de alta susceptibilidad a los movimientos en masa.

### **5.1 OBSERVACIONES DE CAMPO**

Durante los trabajos de campo realizados en el sector de Ayna San Francisco, se identificaron peligros geológicos antiguos y recientes, se describen a continuación.

#### **5.1.1 MOVIMIENTOS EN MASA ANTIGUOS**

En base a la interpretación de la imagen satelital del Google Earth, se ha diferenciado un flujo de detritos antiguo, quizás se dio en el Pleistoceno (?), donde actualmente se encuentra parate de la localidad de Ayna San Francisco.

Este flujo de detritos (huayco) de gran magnitud, se desplazó por el río Shankirwato y originó que el río Apurímac migre hacia la margen derecha (Figura 6) y a través del tiempo este depósito se fue erosionando.

Una de las causas de este flujo de detritos, fue el aporte de material suelto proveniente de los deslizamientos que se encuentran en ambas márgenes del río Shankirwato. Otra de las causas es, roca es de fácil erosión y muy susceptible a la generación de movimientos en masa. Influye también la pendiente del terreno. El factor detonante fue la precipitación pluvial.

Los depósitos generados por los deslizamientos antiguos, han hecho migrar el cauce del río Shankirwato, por ambas márgenes.

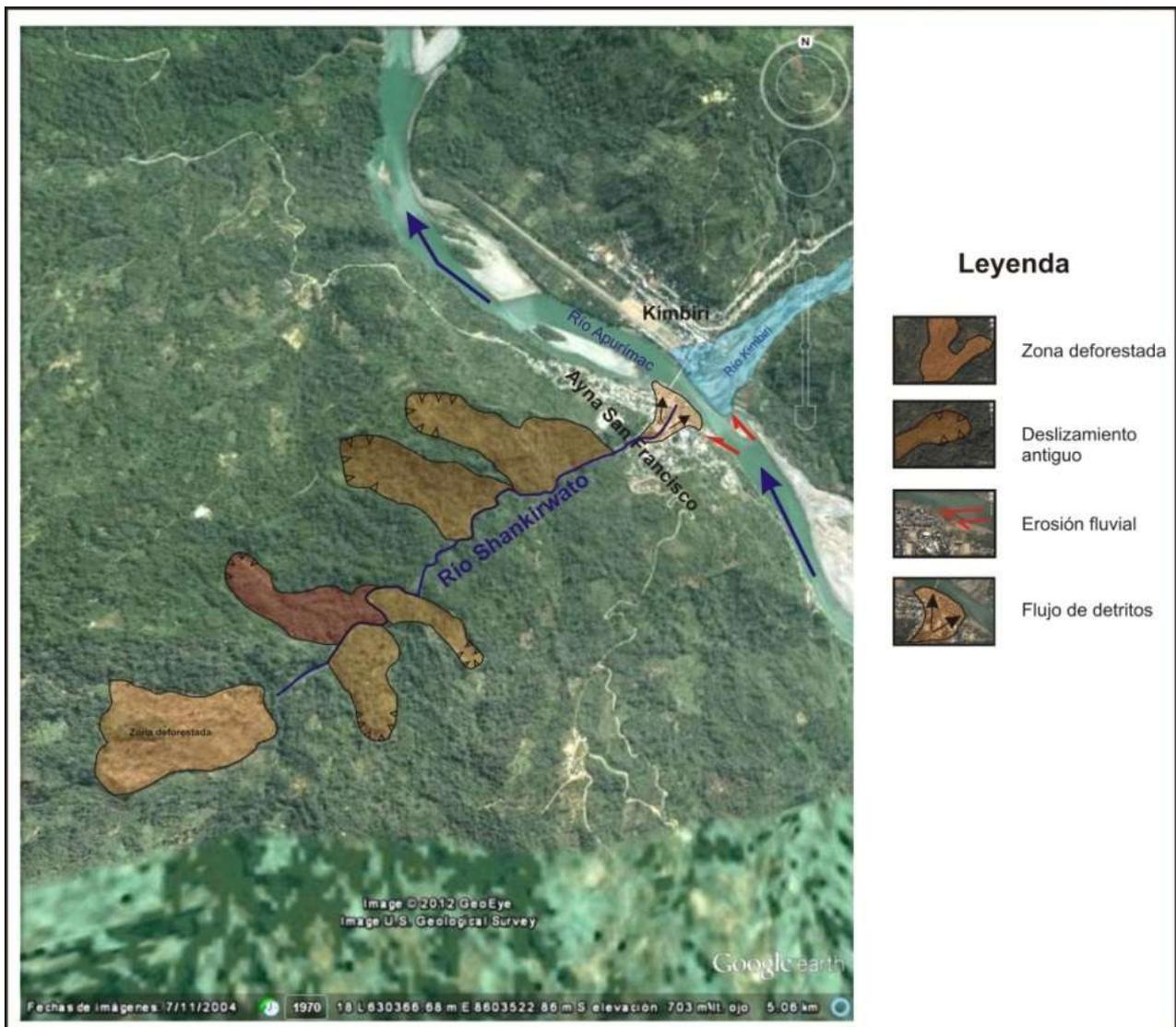


Figura 6.- Movimientos en masa antiguos, cartografiados en la evaluación.

### **5.1.2 INUNDACIÓN FLUVIAL**

En el presente año el río Apurímac; generó inundación fluvial en ambas márgenes, por la izquierda afectó al sector de Ayna San Francisco (Ayacucho) y por la derecha a la localidad de Kimbiri (Cuzco).

Según versiones de los lugareños en el periodo lluvioso 1994/1995, el río Apurímac se desbordó en el sector de Ayna San Francisco, las aguas sobrepasaron al puente Shankirwato, afectando a viviendas, vías de acceso y centro comercial.

En los periodos lluviosos 2011 y 2012, han generado inundaciones, afectando viviendas, vías de acceso y centro comercial. Siendo el del 2012 el de mayor intensidad.

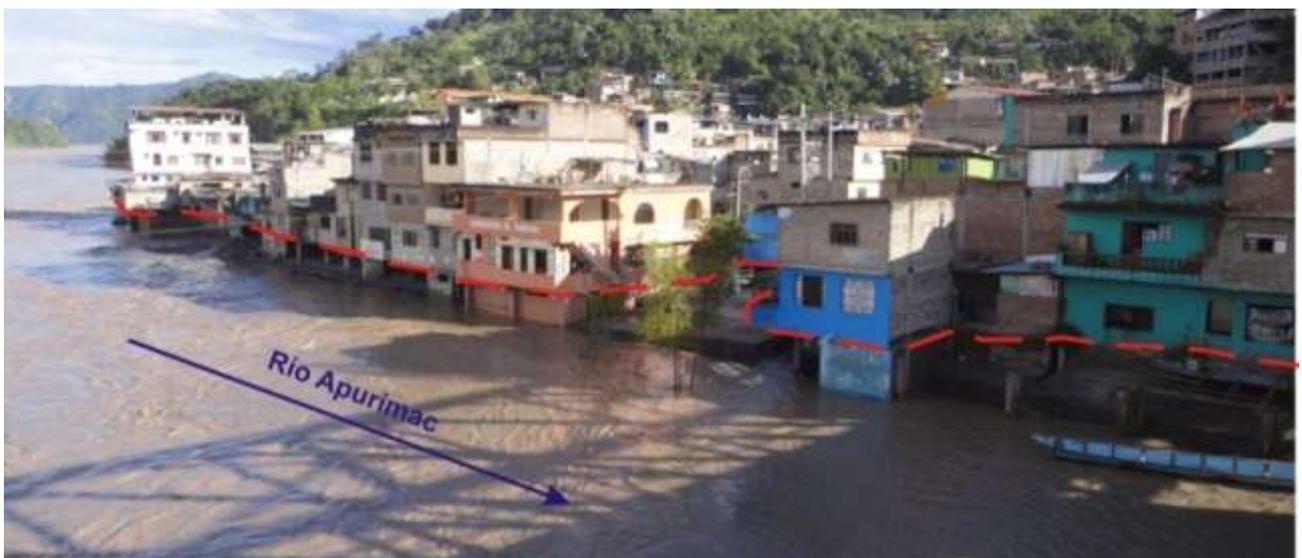
En febrero del 2012, la inundación llegó a cubrir casas hasta un piso (Foto 4), entrando tierra adentro hasta en 50 m. Durante la inspección, el agua había bajado de nivel, pero aun las viviendas seguían inundadas (Foto 5), en la Figura 7 se muestra la zona inundada.

Causas de la inundación:

- a) Estrechamiento del cauce del río Apurímac, por crecimiento poblacional.
- b) Terraza baja, formada por un antiguo depósito del río Shankirwato.
- c) Los depósitos dejados por el río Kimbiri en su desembocadura, en la margen derecha, hacen que el río Apurímac migre hacia la margen izquierda (sector de Ayna-San Francisco).
- d) Entrampamiento de río Sankirwato por el incremento del nivel de las aguas del río Apurímac.
- e) El factor detonante, fueron las precipitaciones pluviales, en el periodo lluvioso.



*Foto 4: Se observa todo un primer piso de las viviendas, cubiertas por agua.*



*Foto 5: Se observa la mitad de un primer piso cubierto por agua. La línea de color rojo indica el nivel alcanzado por las aguas.*



(1) Foto: Vivienda de tres pisos, el primero completamente cubierto, se muestra el nivel de alcanzado por el agua (línea de color rojo).



(2) Foto: Av. 28 de Julio y Jr. La Mar, área hasta donde llegó la inundación del periodo lluvioso 2012. En la pared quedan las huellas de la inundación (línea de color rojo).



(3) Foto: Viviendas inundadas por el rio Apurimac.



(4) Foto: Sector de Gamarrita, afectado por inundación.

Figura 7: Imagen satelital del Google Earth, se muestra la zona inundada en el año 2012.

En el río Apurímac, aguas debajo del poblado de Ayna San Francisco, se ha formado una isla. Esto se debe, porque las viviendas ubicadas en pleno cauce del río, están sirviendo como “dique o defensa ribereña”, atenuando la fuerza del río, y por ende el río va a empezar a sedimentar (Figura 8).



Figura 8: En la imagen satelital, el área coloreada de color rojo es parte del antiguo cauce del río Apurímac y las flechas de color rojo muestran el sentido de la corriente del río.

En la Figura 9, se muestra una imagen satelital del año 2011, en ella se observa una terraza (color amarillo), que tiene una longitud de 150 m y el área inundable ocupada por la población.

Las viviendas ubicadas en el borde la terraza inundable deben de ser reubicadas, porque la inundación llega a cubrir hasta en un piso.



Figura 9: Imagen satelital, se muestra las áreas inundables del Apurímac

### 5.1.3 DESLIZAMIENTO AGROINDUSTRIAL

Este deslizamiento se localiza entre las coordenadas 631570 E y 8603910 N, en la localidad de Ayna San Francisco, está afectando a 50 viviendas (Foto 6). y a la carretera afirmada Ayna San Francisco-San Agustín



*Foto 6.- Área afectada por deslizamiento.*

Antecedentes del evento: Según los lugareños, este fenómeno se empezó a generar a partir del 2010, donde se dieron los primeros indicios de movimientos, como agrietamientos del terreno, viviendas asentadas. Este deslizamiento se activa en los periodos lluviosos.

En base a la interpretación de imágenes satelitales disponibles en Google Earth del 24 octubre del 2011, así como a los trabajos de campo realizados en marzo del presente, permitieron determinar la existencia de un deslizamiento. (Figura 10).

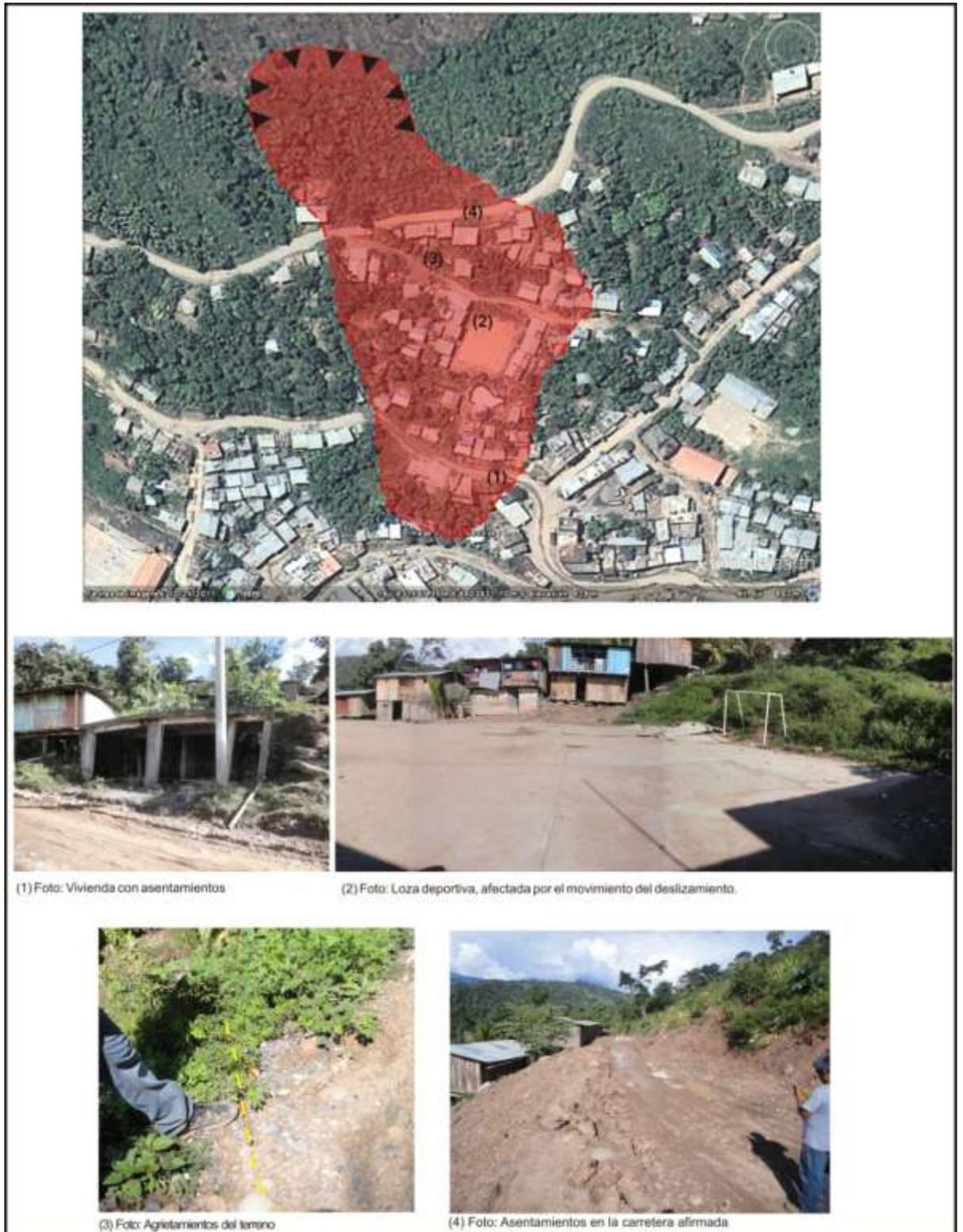


Figura 10: Deslizamiento en el área Agroindustrial.

Factores condicionantes y detonantes:

Usualmente, en los Andes, los movimientos en masa son detonados por el clima (fuertes lluvias), movimientos sísmicos o por causas antrópicas (malas técnicas en riego, cortes inadecuados, deforestación, etc.). Las condiciones naturales del terreno (suelo o roca), expresadas en su grado

de fracturamiento, alteración o meteorización y pendiente de las laderas, se ven afectadas por lluvias cortas e intensas, o prolongadas, por la vibración sísmica originada por sismos (locales o por subducción), o la modificación del talud para efectuar un corte para un canal o carretera (Zavala, 2011).

Para el caso del deslizamiento de Ayna San Francisco fue condicionado por:

- Pendiente general de la ladera del cerro, alcanza en algunos casos más de 20°. Sobre ello se ha realizado el trazo de la carretera afirmada Ayna San Francisco-San Agustín (Foto 6).
- El substrato rocoso, está conformado por conglomerado inconsolidado con matriz areno-limosa, muy meteorizada; se considera una roca de mala calidad, con poca resistencia al esfuerzo cortante (Foto 2).
- Vertimiento de aguas servidas a la calle (Foto 7).
- Se identificó puquiales (Foto 8), filtraciones de agua, que demuestran la saturación del terreno.



*Foto 7: Canal de desagüe sin revestir.*



*Foto 8: Puquial, ubicado cerca de la escarpa principal.*

Descripción del deslizamiento: En forma general se describe al deslizamiento como un movimiento de masa lento.

El deslizamiento presenta un arranque regular, con una superficie de falla plana.

La meteorización intensa de la roca, la pendiente y la saturación del terreno, favorecieron la formación del deslizamiento.

El material que se está desplazando ladera abajo, por los agrietamientos en el terreno.

Se tomaron las siguientes dimensiones en los deslizamientos:

- Ancho de escarpa: 70 m. Cubierta parcialmente por vegetación.
- Salto principal: 5 m.
- Angulo de inclinación de la superficie de falla: 25°
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 65 m
- Longitud horizontal corona a punta: 225 m
- Dirección (azimut) del movimiento: 350°
- Longitud total (inclinada): 235 m
- Área del deslizamiento: 26 400 m<sup>2</sup>
- Volumen de material: Se estima que se está desplazando 132 000 m<sup>3</sup>
- Agrietamientos del terreno, sin desplazamiento horizontal, el desplazamiento vertical es del orden menor a 5 mm.
- Avance: Retrogresivo.

Daños causados: Este deslizamiento rotacional, ha afectado:

- Viviendas de concreto, se encuentran asentadas y colapsadas, se observan paredes y vigas inclinadas (Foto 9).

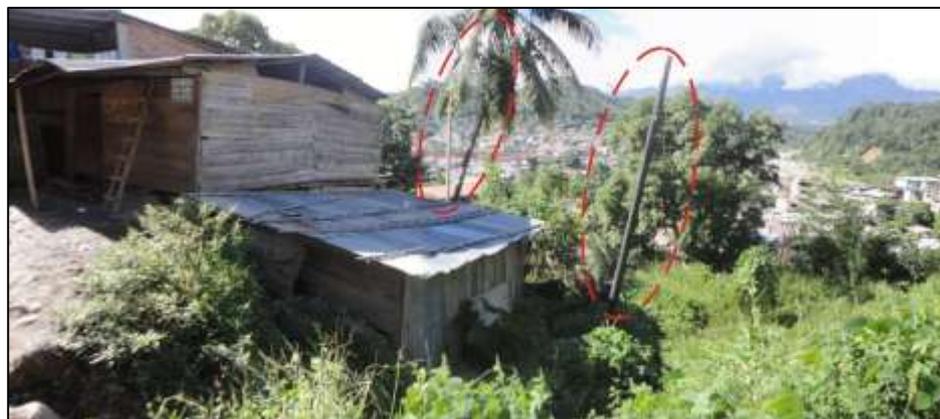
- Carretera Ayna San Francisco-San Agustín sufre constantemente asentamientos (Foto 10)
- Postes de tendido eléctrico inclinados (Foto 11)



*Foto.9: Columnas de viviendas de madera inclinadas por el movimiento.*



*Foto 10: Carretera Ayna San Francisco-San Agustín afectada por asentamientos.*



*Foto 11: Se muestra postes y árboles inclinados por efecto del movimiento de tierras.*

El movimiento del cuerpo del deslizamiento es lento, de seguir, es muy probable que la masa desplazada, afecte las viviendas ubicadas cuesta abajo.

Otra de las observaciones es que el cuerpo del deslizamiento se encuentra completamente saturado de agua, por la filtración de agua proveniente de la lluvia, aguas servidas y silos.

Es necesario drenar el cuerpo del deslizamiento, forestar la zona, banquetear el cuerpo del deslizamiento, reubicar las viviendas que se ubican en el cuerpo del deslizamiento.

#### **5.1.4 DERRUMBE**

Se han presentado derrumbes en el flanco sureste del cerro San Cristóbal.

Las causas son:

- Intensa deforestación de la zona: Se han talado los árboles, con la finalidad de convertir los terrenos en área urbana, otros casos para utilizarlos como terrenos de cultivo, en menor proporción para el aprovechamiento de la madera. Estando deforestado la ladera del cerro, ha permitido la fácil infiltración de agua de lluvia hacia el subsuelo.
- Roca de mala calidad: Conglomerado no litificado, de fácil erosión en matriz areno-limosa. Este tipo de material permite la retención del agua.
- Pendiente del terreno: La ladera presenta pendientes comprendidas entre los 20 a 25°.
- Terreno saturado de agua: Por la infiltración de agua de lluvia el terreno ha perdido estabilidad.
- El factor desencadenante: Entre enero y marzo del 2012, se han presentado lluvias intensas que han saturado el terreno.

Se tienen los siguientes eventos importantes, que a continuación se describen:

#### **Derrumbe sector La Antena**

Este derrumbe se encuentra cerca de la Antena de Movistar (Foto 12). Presenta un escarpe de 50 m de longitud, con 30 m de altura (Foto 13). La pared de la escarpa aún sigue inestable se presenta agrietamientos abiertos de hasta 20 cm (foto 12), la masa puede ceder y dar la generación de un nuevo derrumbe.



*Foto 12: Vista panorámica del derrumbe en el cerro San Cristóbal, sector Antena.*



*Foto 13: Sector Antena, se muestra escarpe del derrumbe inestable, con fracturas abiertas y filtraciones de agua.*

Sobre la masa derrumbada se observó restos de árboles (troncos y ramas). En el momento de la inspección la masa aún se encontraba saturada de agua.

#### **Derrumbe sector del Mirador**

Este derrumbe tiene un escarpe de 50 m de longitud y 20 m de altura, con una pendiente fuerte de 70°. Un factor adicional a las causas es la infiltración de agua proveniente de las aguas servidas y de los silos.

En el borde de la escarpa se encuentran viviendas (foto 14), las cuales deberían ser reubicadas.



Foto Municipalidad de Ayna San Francisco Febrero 2012

*Foto 14: Sector del Mirador, se observa viviendas en el borde de la escarpa del derrumbe.*

#### **5.1.5 DERRUMBE-FLUJO SECTOR LA AURORA**

Este fenómeno, la zona de arranque tiene una longitud de 10 m, y su altura de 5 m, la masa generada se canalizó, por una pequeña quebrada, hasta llegar a las inmediaciones del sector La Aurora. Este flujo de detritos, por la pendiente del terreno, el desplazamiento de la masa ha sido muy veloz. Al momento de desplazarse la masa, se fue incorporando restos de árboles y plantas, como también parte del conglomerado (Foto 15 y 16).



*Foto 15: Zona de arranque del derrumbe-flujo.*



*Foto 16: Sector por donde de canalizo la masa originada por el derrumbe.*

Este flujo no llego afectar a viviendas, solamente afectó a terrenos de cultivo.

## **6. MEDIDAS CORRECTIVAS**

El río Shankirwato, por ser río de régimen estacional, donde es posible el acarreo de material detrítico generado por movimientos masa de ambas márgenes, se debe propiciar: la fijación de los sedimentos en tránsito y minimizar el transporte fluvial. Para ello es preciso aplicar, en los casos que sean posibles, las medidas que se proponen a continuación:

- Encauzamiento del canal principal, con remoción selectiva de materiales gruesos, que serán utilizados en los enrocados, espigones y/o gaviones para controlar las corrientes.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de su cauce y en las zonas circundantes a ella, asegurando su estabilización, así como la disipación de la energía de las corrientes.
- La vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, arboles) que se desarrollan en estas áreas, están contribuyendo a atenuar el proceso de generación de flujos. Por estas razones, es recomendable regenerar y no destruir la cobertura vegetal natural. En lo posible reforestar las laderas de la quebrada.
- Es necesario descolmatar los cauces de las quebradas afluentes, y del río Shankirwato, para aliviar la carga sólida del río en tiempos de crecida. Con esto se lograría atenuar que el río genere flujos de detritos y erosione sus márgenes.

Para el área afectada por inundación fluvial en margen izquierda del río Apurímac, área urbana de Ayna San Francisco, es recomendable reubicar las viviendas ubicadas en pleno cauce, cercanas al cauce del río. Porque este sector siempre será afectado por este fenómeno. Sería recomendable que este sector sea destinado a otro uso dentro de los planes de ordenamiento territorial. Construcción de enrocados y /o gaviones.

Para el deslizamiento es necesario:

- Reubicar las viviendas ubicadas dentro del cuerpo del deslizamiento.
- Hacer canales de coronación, para impedir la filtración de aguas pluviales hacia el cuerpo del deslizamiento.
- Sellar las grietas del cuerpo del deslizamiento con arcilla.
- Canalizar los puquiales, mediante tuberías de PBC, hacia el cauce del río Shankirwato.
- Monitoreo topográfico, para determinar el movimiento del terreno.

Para el área afectada por derrumbe, es necesario:

- Reforestar el área, con plantas nativas.
- Monitorear las grietas ubicadas en la escarpa.

En el sector donde se generó el derrumbe-flujo:

- Construir muros transversales al cauce de la quebrada, con la finalidad de atenuar la velocidad y retener material de la masa del posible flujo a generarse.
- No permitir el crecimiento poblacional hacia la ladera del cerro San Cristóbal.

De manera general la municipalidad de Ayna San Francisco, debe tener un programa de reforestación, con la finalidad de detener la aceleración de los procesos de movimientos en masa.

## CONCLUSIONES

1. El conglomerado de la Formación La Merced, por ser una unidad no litificada (no consolidada a medianamente consolidada), se comporta como una roca de mala calidad; es por ello, se presentan la mayor cantidad de movimientos en masa, derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos.
2. La deforestación, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los peligros geológicos de movimientos en masa.
3. El sector de Ayna San Francisco, por estar amenazado constantemente por los siguientes fenómenos: movimientos en masa (deslizamientos y derrumbes), erosiones e inundaciones fluviales, se considera como un área de **PELIGRO INMINENTE**.
4. El factor desencadenante para los peligros mencionados, están relacionadas a las intensas precipitaciones pluviales estacionales que ocurren entre los meses de diciembre a abril.

## RECOMENDACIONES

1. Después de cada periodo lluvioso, se debe descolmatar y encausar el cauce de los ríos Shankirwato y sus quebradas afluentes, a fin de aminorar y alivie su carga de sedimentos.
2. En el área agroindustrial, afectada por deslizamiento, se debe:
  - Reubicar las viviendas ubicadas en el cuerpo del deslizamiento.
  - Captar los puquiales con tuberías de PVC y canalizarlos hacia el río Shanquirwato, con la finalidad de evitar la infiltración del agua hacia el terreno.
  - Construir canales de coronación revestidos, encima de la corona principal, para evitar la infiltración de aguas provenientes de las lluvias.
  - Sellar las grietas, de preferencia con material arcilloso, para evitar la infiltración de agua proveniente de las lluvias hacia el terreno.
  - Banquetear el talud de la masa inestable, labor que debe ser dirigida por un geotécnista.
3. Reforestar con plantas nativas las laderas, a fin de evitar la formación de nuevos movimientos en masa (flujos de detritos, deslizamientos derrumbes) o aceleración de ellos.
4. Para la zona donde se ha presentado el flujo de detritos, en su cauce se deben construir muros transversales, con la finalidad de atenuar la velocidad y retener material de los futuros flujos que se puedan presentar.
5. En los anexos se muestran algunos gráficos de medidas correctivas adicionales que se pueden tomar frente a deslizamientos y flujos de detritos.

# **ANEXOS**

## **ESQUEMAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS RECOMENDADAS**

## PARA DESLIZAMIENTOS

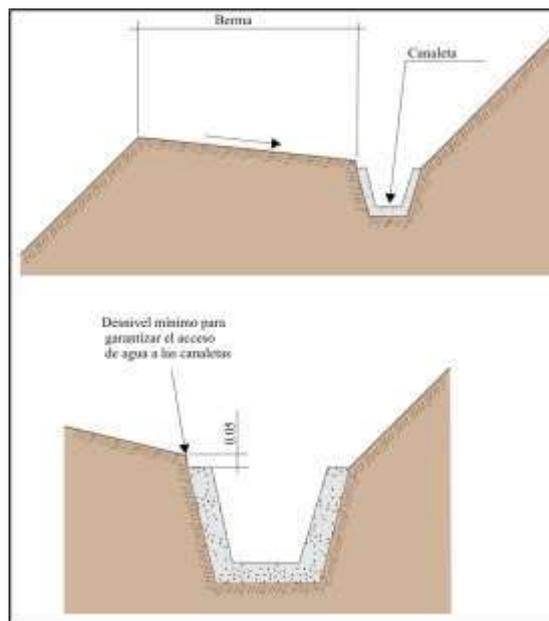
### **A) CORRECCIÓN POR DRENAJE**

Este tipo de corrección se efectúa con el objeto de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la superficie de deslizamiento (sea potencial o existente), lo que aumenta su resistencia y disminuye el peso total, y por tanto las fuerzas desestabilizadoras.

Las medidas de drenaje son de dos tipos:

Drenaje superficial. Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose su infiltración (Figura 11).

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no. El cálculo de la sección debe hacerse con los métodos hidrológicos.



*Figura 11: Detalle de una canaleta de drenaje superficial*

Drenaje profundo. La finalidad es deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales. Para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno.

Se clasifican en los siguientes grupos:

b.1) Drenes horizontales. Perforados desde la superficie del talud, llamados también drenes californianos. Consisten en taladros de pequeño diámetro, aproximadamente horizontales, entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$ , que parten de la superficie del

talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (Figuras 12 y 13).

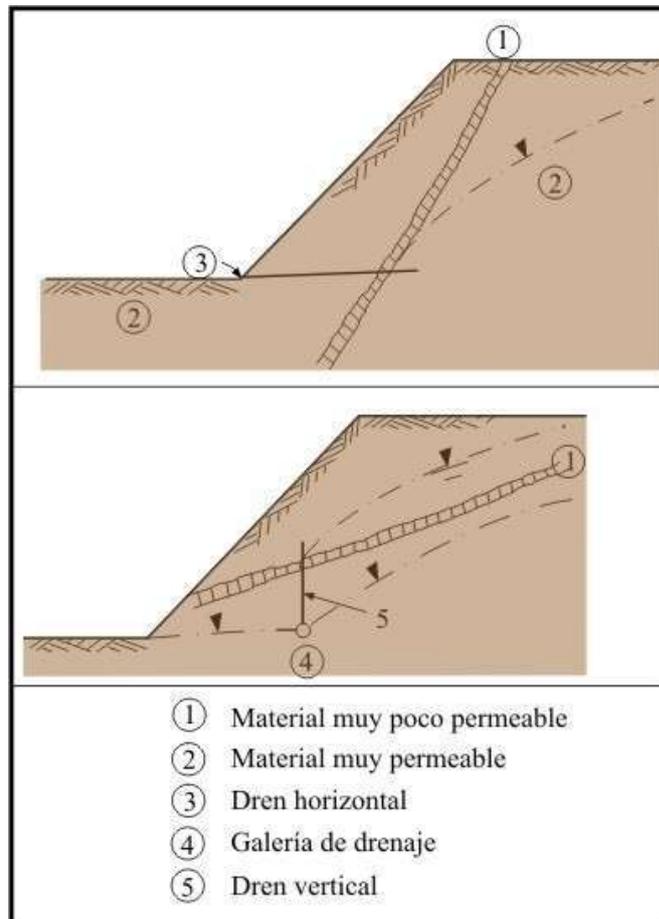


Figura 12: Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.

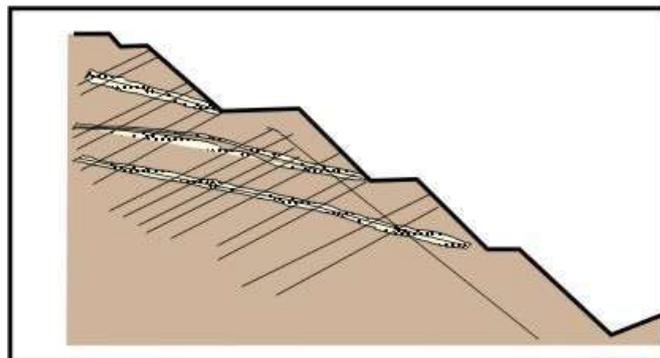


Figura 13: Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos.

Sus ventajas son:

- Su instalación es rápida y sencilla.
- El drenaje se realiza por gravedad.
- Requieren poco mantenimiento.
- Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

Sus desventajas son:

- Su área de influencia es limitada y menor que en el caso de otros métodos de drenaje profundo.
- La seguridad del talud hasta su instalación puede ser precaria.

## **PARA DESLIZAMIENTOS Y CÁRCAVAS**

El proceso de deslizamientos y cárcavas ocurre esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento del río al pie de deslizamientos, la utilización de canales sin revestir, etc. Algunas, medidas que se proponen para el manejo de estas zonas son:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de cultivo debe ser por surcos en contorno y conectados al sistema de drenaje, para una evacuación rápida del agua.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece a la infiltración y saturación del terreno.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- En las cuencas altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Los tramos de carretera que cruzan cauces de quebradas, en donde se producen flujos, deben de ser protegidos por medio de gaviones para evitar los efectos de los huaycos y el socavamiento producido por avenidas en las quebradas. Los gaviones deben ser construidos teniendo en cuenta los caudales máximos de las quebradas y deben ser cimentados a una profundidad de 1 m como mínimo.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización, en la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos, se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración a curvas de nivel con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.

- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

### **PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS (HUAICOS)**

Construir diques transversales a lo largo de: río Sankirwato, las quebradas afluentes al río y quebradas que discurren del cerro hacia la zona urbana; con la finalidad de atenuar la carga del flujo de detritos y de su velocidad. Figuras 14, 15, 16 y 17.

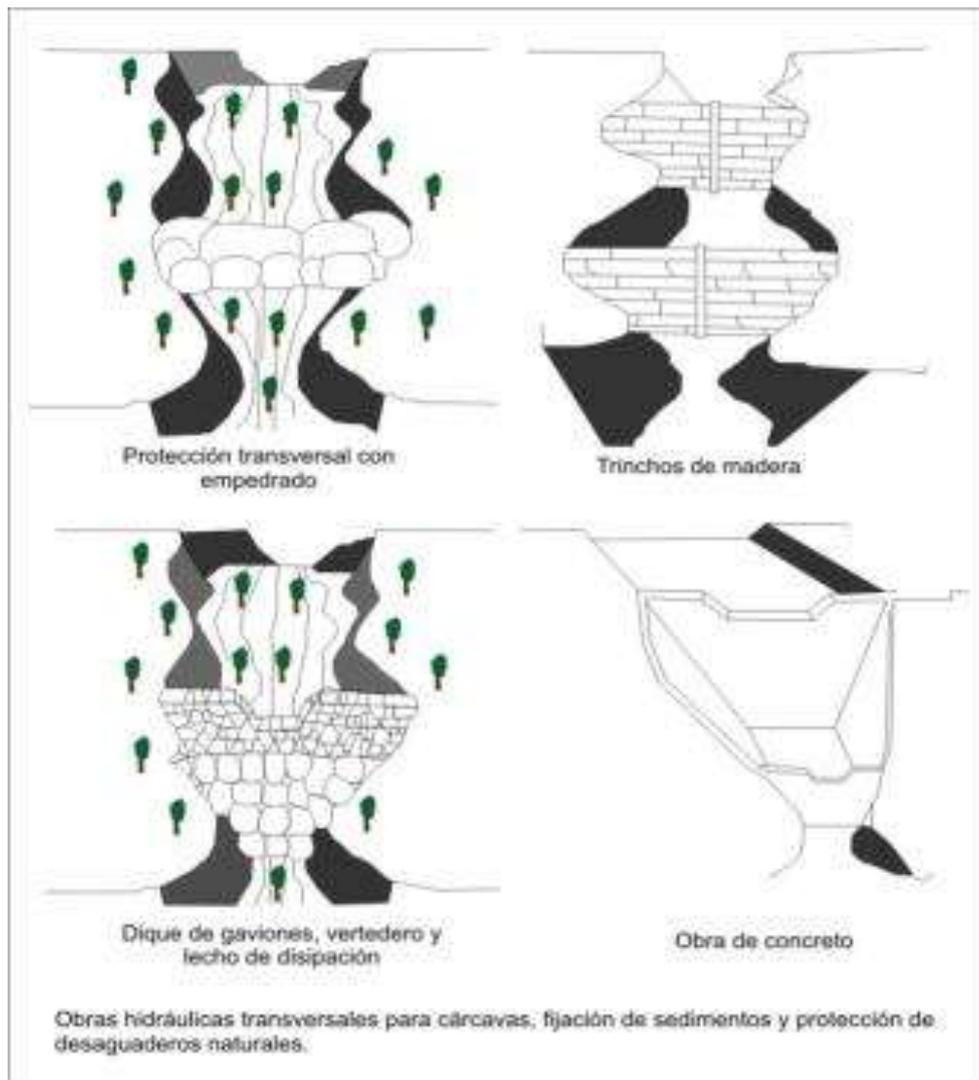
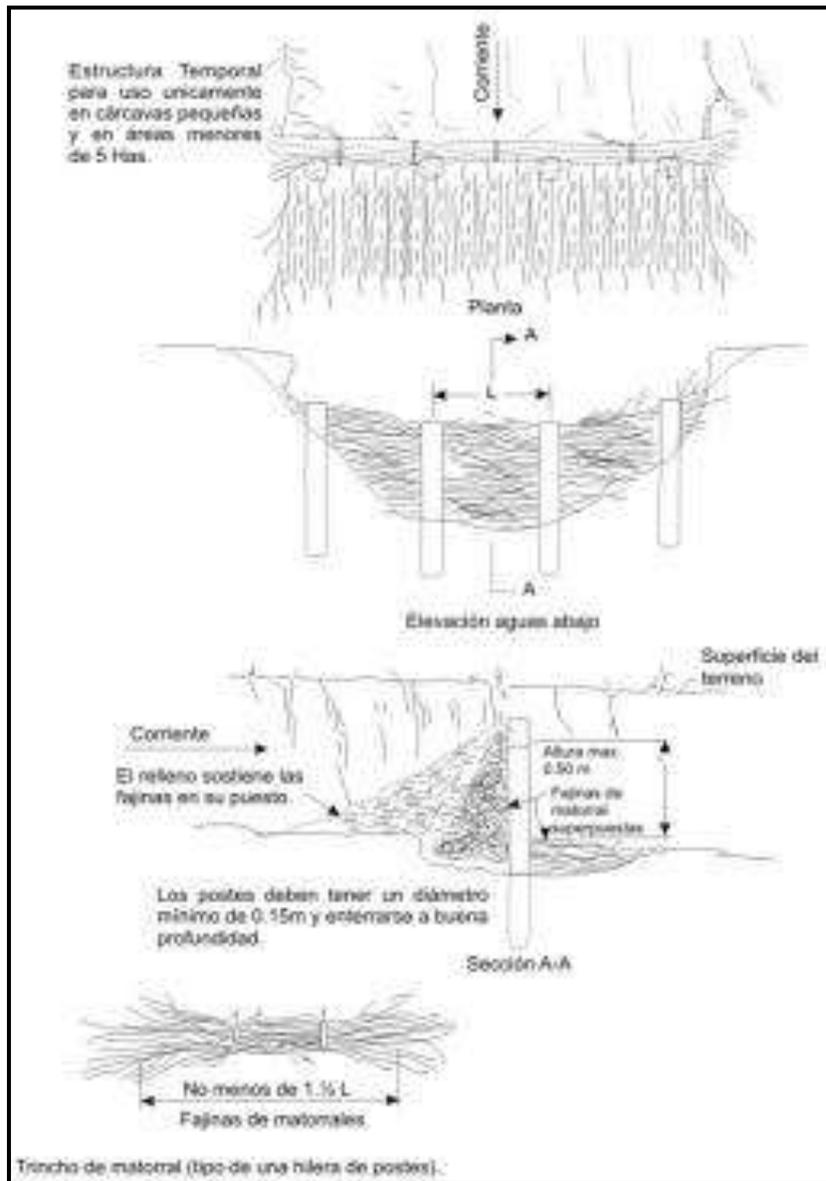


Figura 14



Figuras 14 y 15: Medidas correctivas para flujos de detritos.

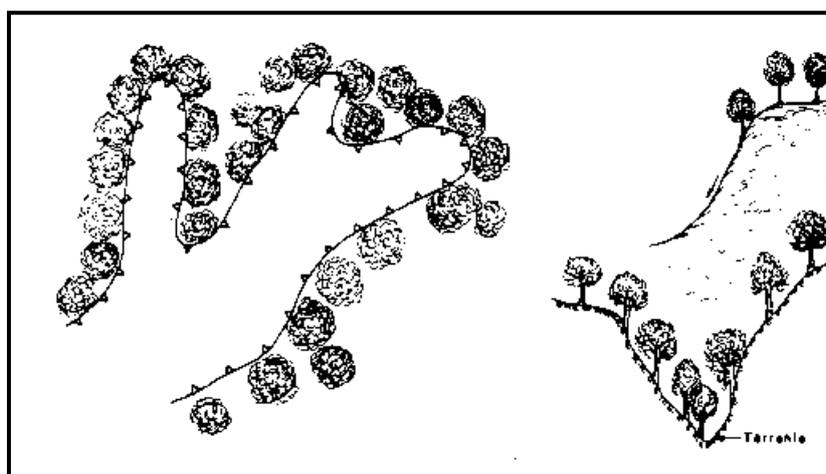


Figura 16: Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.

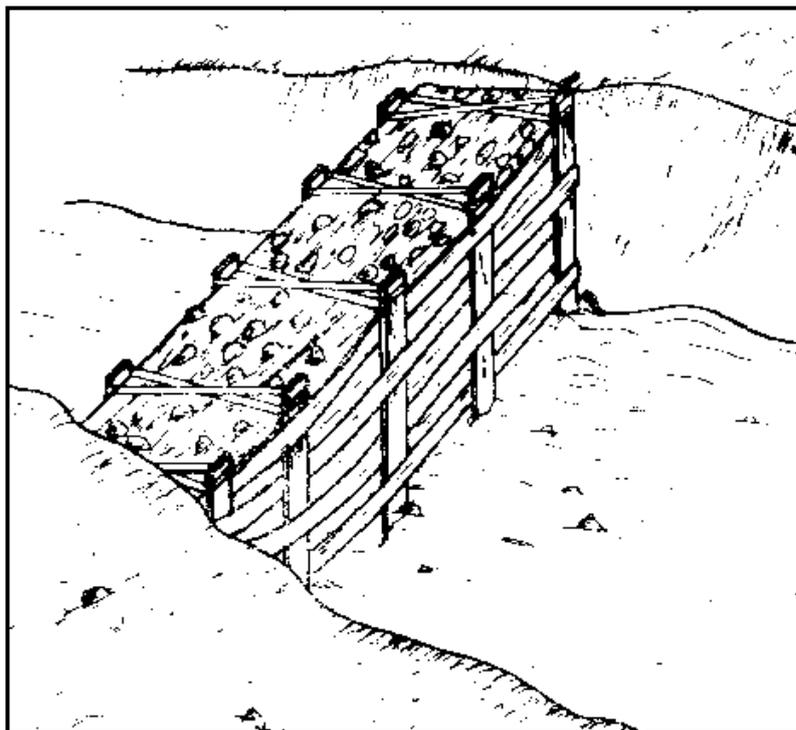
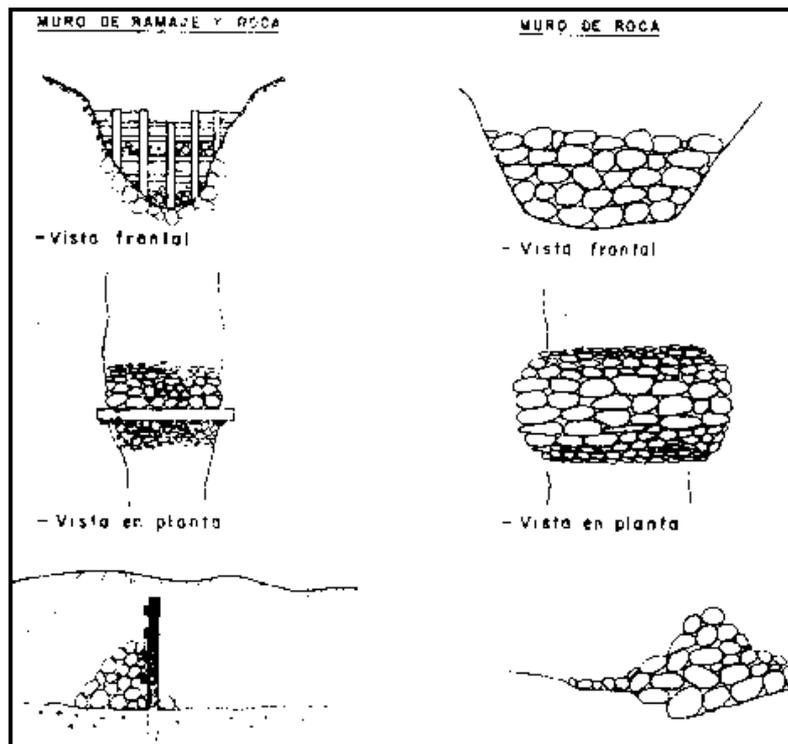


Figura 17: Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente.

## **PARA INUNDACIONES, EROSIÓN Y DESBORDES**

En función del objetivo de esta evaluación, las alternativas de manejo que a continuación se exponen, están dirigidas esencialmente al manejo de los tramos evaluados con problemas de desbordes, erosión e inundaciones.

En esta parte plantearemos algunas soluciones a los problemas localizados en el área de estudio, teniendo en cuenta que se tienen que proteger las viviendas e infraestructura cercanas al cauce del río Apurímac. Esto no quiere decir que no tengamos que analizar las posibilidades de reubicación de estas.

Las medidas que se proponen, están orientados a minimizar (mitigar) los desbordes, erosiones e inundaciones que ocurren en las márgenes del río Apurímac. Para la protección a nivel de cauce, se recomienda la construcción de gaviones o enrocado, por su fácil construcción, no necesitan cimentaciones profundas, no requieren mano de obra calificada y resultan más económicas que las que emplean soluciones rígidas o semirrígida (relación vida útil vs. Costo total favorable). En las Fotos 17, 18, 19, y Figura 18, tenemos ejemplos de estas estructuras que pueden ser usadas en las obras de defensa ribereña.



Foto 17a: Gaviones escalonados (tipo terrazas)



Foto 17b: Gaviones escalonados, construcción

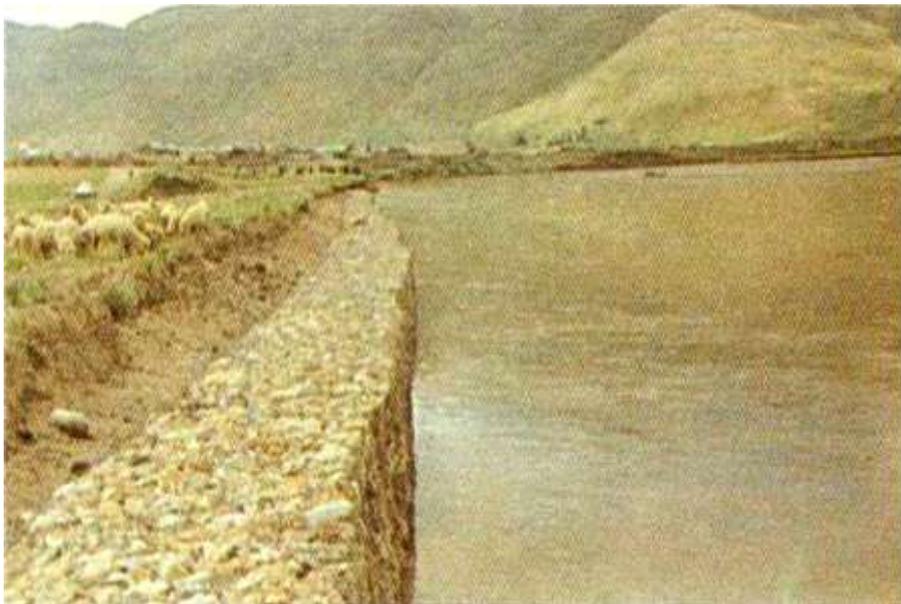


Foto 18: Ejemplo de muro longitudinal para el encauzamiento del río. (Tomado de PROLANSA).



a)



b)

Foto 19: Recubrimientos de talud. En b se observa uso de geotextil para defensas ribereñas.

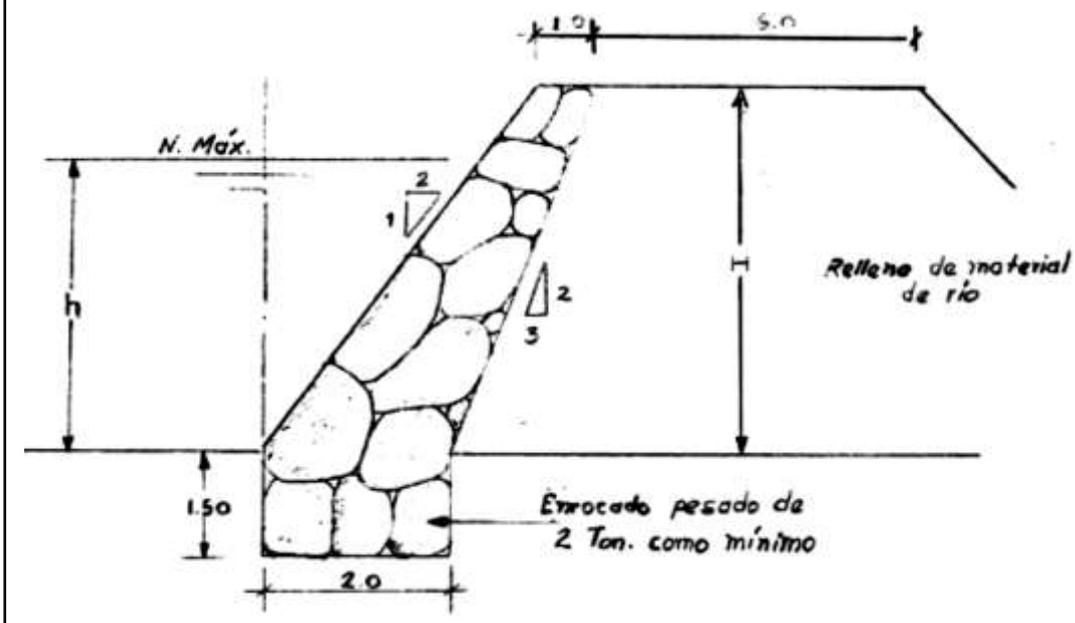


Figura 18: Protección de riberas mediante enrocados.