

Informe Técnico N° A6586

Peligro de Erosión Fluvial, Inundación y Huaycos en el Sector Codo del Pozuzo

Provincia Puerto Inca - Región Huánuco

POR:
ING. GRISELDA LUQUE P.
ING. MALENA ROSADO S.

NOVIEMBRE 2011

**PELIGRO DE EROSIÓN FLUVIAL, INUNDACIÓN Y HUAYCOS
EN EL SECTOR CODO DEL POZUZO
PROVINCIA PUERTO INCA - REGIÓN HUÁNUCO**

CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN	1
2.0	CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA	2
3.0	MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL	5
3.1	RIO POZUZO	5
4.0	ASPECTOS GEOLÓGICOS	9
4.1	DEPÓSITOS FLUVIALES	10
4.2	DEPÓSITOS ALUVIALES	11
4.3	DEPÓSITOS COLUVIALES	11
4.4	FORMACIÓN IPURURO	11
4.5	GRUPO ORIENTE	12
5.0	PELIGROS GEOLÓGICOS	13
5.1	OBSERVACIONES DE CAMPO	13
5.1.1	EROSIÓN FLUVIAL	13
5.1.2	INUNDACIONES	16
5.1.3	FLUJOS DE DETRITOS (HUAYCOS)	19
5.1.4	CÁRCAVAS	19
6.0	MEDIDAS PREVENTIVAS	20
	CONCLUSIONES	22
	RECOMENDACIONES	23
	REFERENCIAS	24
	ANEXOS	25

FIGURAS:

- Figura 01. Mapa de ubicación.
- Figura 02. Canales e islas formados en el río Pozuzo (Vista del Google Earth).
- Figura 03. Perfil esquemático de un río anastomosado.
- Figura 04. Imágenes de diferentes años que muestran la dinámica del río Pozuzo.
- Figura 05. Mapa Geológico del sector Codo del Pozuzo.
- Figura 06. Mapa de Peligros Geológicos del sector de Codo del Pozuzo
- Figura 07. Esquema de la dinámica de la erosión fluvial e inundación en la margen izquierda del río Pozuzo y ubicación de la defensa ribereña.
- Figura 08. Medidas correctivas para flujos de detritos.
- Figura 09-10. Medidas correctivas para flujos de detritos.
- Figura 11. Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.
- Figura 12. Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente
- Figura 13. Protección de riberas mediante enrocados.

FOTOS:

- Foto 01. Poblado de Codo de Pozuzo.
- Foto 02. Codo e Isla de forma lenticular, formada frente al sector de Codo.
- Foto 03. Canales (A) e islas (B) lenticulares en el río Pozuzo.
- Foto 04. Cauce del río Pozuzo, en la margen derecha se observa acumulación de palizada.
- Foto 05. Depósito fluvial en el cauce actual del río pozuzo.
- Foto 06. Barras de cauce del rio pozuzo,
- Foto 07. Terrazas formadas por depósitos aluviales en la margen izquierda del río Pozuzo.
- Foto 08. Relieve colinoso de areniscas del Grupos Oriente, margen derecha del río Pozuzo.
- Foto 09. Afloramiento de areniscas del Grupo Oriente, en la margen izquierda de una quebrada tributaria del río Pozuzo, se puede observar erosión en cárcavas y flujos de detritos.
- Foto 10. Terraza erosionada en la margen izquierda del río Pozuzo.
- Foto 11. Área erosionada en la margen izquierda del río Pozuzo.
- Foto 12. Aún se observa restos del el espigón que fue destruido en el 2009, por la dinámica del río Pozuzo.
- Foto 13. Espigón actual colocado por los mismos pobladores del sector Codo.
- Foto 14. Zona de inundación en la margen izquierda del río Pozuzo.
- Foto 15. Caño abandonado que se desborda en época de lluvias.
- Foto 16. Vista de la alcantarilla colocada en el caño abandonado.
- Foto 17. Vistas de la quebrada Paque, viviendas del sector Codo del pozuzo se encuentran ubicadas en ambas márgenes.
- Foto 18. Viviendas del sector Codo del pozuzo afectadas por la inundación de Enero del 2011. Vistas tomadas por la Municipalidad Distrital Codo del Pozuzo.
- Foto 19. Quebrada tributaria de la margen izquierda del río Pozuzo, se aprecia un depósito dejado por flujo de detritos, aportando material suelto al río.
- Foto 20. Gaviones escalonados (tipo terrazas)
- Foto 21. Gaviones escalonados, construcción
- Foto 22. Ejemplo de muro longitudinal para el encauzamiento del río. (Tomado de PROLANSA).
- Foto 23. Recubrimientos de talud. En b se observa uso de geotextil para defensas ribereñas.

**PELIGRO DE EROSIÓN FLUVIAL, INUNDACIÓN Y HUAYCOS
EN EL SECTOR CODO DEL POZUZO
PROVINCIA PUERTO INCA - REGIÓN HUÁNUCO**

1. INTRODUCCIÓN

En el mes de enero del 2011, intensas lluvias se precipitaron sobre la región Huánuco, provocando avenidas extraordinarias que ocasionaron erosión, desbordes e inundaciones; como también se flujos de detritos (huaycos); siendo el sector Codo del Pozuzo, de la provincia de Puerto Inca una de las localidades más afectadas. Lugar donde el río Pozuzo, hace un “codo”, discurriendo con dirección O-E y afectando extensas áreas en la margen izquierda del río.

Las avenidas periódicas y excepcionales provocan el incremento del caudal del río y su consiguiente crecimiento de nivel, llegando a ocupar todo su cauce actual e inundando la margen izquierda del río Pozuzo. Este, a través de un “caño” (pequeño cauce antiguo), incrementa el caudal de la quebrada Paque, que cruza parte del poblado, generando daños en viviendas, terrenos de cultivo y colapsos en las obras de defensa ribereña (espigón).

Las áreas afectadas se ubican principalmente en los cauces del río donde se ubica el llamado “codo”. Asimismo en las quebradas tributarias de la margen izquierda, afluentes del río Pozuzo, se generan con frecuencia, flujos de detritos (huaycos) que afectan la trocha carrozable Pozuzo – Codo de Pozuzo obstruyendo el paso vehicular.

El Presidente del Gobierno Regional Huánuco, mediante Oficio N°429-2011-GRH-PR de fecha 13 de Setiembre, dirigida al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicita la evaluación geológica en el área de su jurisdicción.

Atendiendo a esta solicitud, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET, comisiona a las ingenieras Griselda Luque y Malena Rosado a realizar dicha evaluación. Los trabajos de campo se realizaron entre el 12 al 13 de Octubre del 2011, previas coordinaciones con la Señora Ana Maria Lonetti (asesora técnica de Codo de Pozuzo) y el Alcalde Municipal de Codo de Pozuzo, el Señor Edwin R. Baumann Schaus. En los trabajos de campo se contó con la presencia del Alcalde y el Sub Gerente de Infraestructura Urbano y Rural de la Municipalidad de Codo del Pozuzo, Ing. Israel Alan García Ramirez.

El presente informe contiene documentación obtenida en campo así como la interpretación de los procesos de dinámica fluvial del río Pozuzo, y peligros geohidrológicos ocurridos. En este se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes que la Municipalidad de Codo de Pozuzo debe tomar en cuenta para la prevención y mitigación de los procesos geohidrológicos – geológicos ocurridos en su cuenca fluvial, para así evitar desastres futuros en las poblaciones ribereñas analizadas.

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

El sector Codo del Pozuzo ocupa el espacio Central – Oriental del departamento de Huánuco, al extremo Sur Oeste con respecto a la provincia de Puerto Inca a la cual pertenece. Codo se ubica en la margen izquierda del río Pozuzo (Figura 01) a 367 m.s.n.m.; cuenta con aproximadamente 215 viviendas y 871 habitantes que se dedican principalmente a la ganadería, según INEI (Censo, 2007).

El área evaluada está comprendida entre las coordenadas UTM WGS 84: 8926000 - 8933000 Norte y 444000 - 451000 Este.

La expansión urbana, sin planificación (Foto 01), ha ubicado al centro poblado sobre áreas vulnerables a peligros geológicos, específicamente sobre los cauces de antiguas quebradas y terrenos muy frágiles a ser erosionadas por la dinámica fluvial.

Su morfología es homogénea en toda su extensión, presentando el río, una corriente tranquila de aguas transparentes entre los meses de mayo y octubre (temporada seca) y aumentando su caudal y fuerza en los meses restantes (temporada de lluvias).

Zona de clima semicálido muy lluvioso con humedad relativa calificada como muy húmeda (SENAMHI, 1988). Actualmente no cuenta con una estación hidrometeorológica. Sin embargo de la estación de Puerto Inca, la más cercana al área de estudio (última en funcionar), se tiene registrada precipitaciones promedio multianual entre 64,29 mm y 360,51 mm (SENAMHI, 1997- 2005), con temperatura media mensual que varía de 25,34°C en el mes de Julio, a 27,14°C en el mes de octubre, con un promedio anual de 26,4°C. (SENAMHI, 1998-2005).

La mayor extensión territorial se sitúa en la zona de selva alta o Rupa Rupa entre los 500 m.s.n.m. y 1500 m.s.n.m. Muestra un relieve de vasta llanura con ligeras ondulaciones y con suave declive a lo largo del valle. En su parte alta presenta fuertes pendientes y quebradas estrechas.

El acceso a Codo del Pozuzo se puede realizar por vía terrestre, fluvial o aérea; siendo las rutas, las siguientes:

Terrestre:

- a) Lima – La Oroya – Tarma – La Merced – Oxapampa – Pozuzo – Codo del Pozuzo
- b) Lima – La Oroya – Tarma – La Merced – Villarica – Iscosazin – Mayro – Pto. Islería – Codo del Pozuzo.
- c) Lima – La Oroya – Tarma – La Merced – Villarica – Cacazú – Bermudez - Palcazú – Codo del Pozuzo
- d) Lima – La Oroya – Cerro de Paso – Huanuco – Tingo María – Km 86+000 – Zúngaro – Palcazu – Codo del Pozuzo.

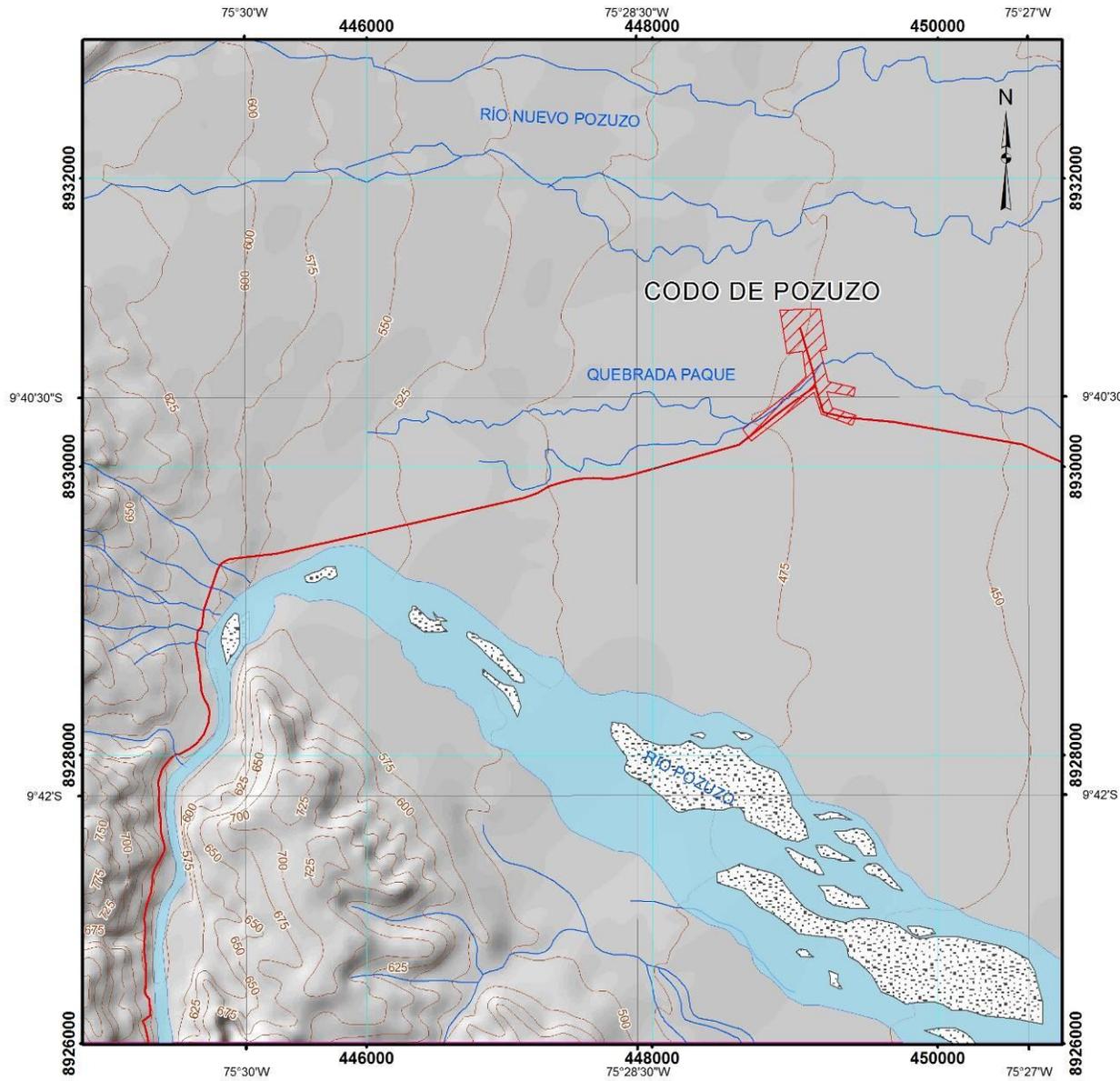
En época seca (no lluviosa), se accede a Codo de Pozuzo desde Pozuzo, a través de la carretera Oxapampa – Huancabamba – Pozuzo – Codo de Pozuzo (128 km en aproximadamente siete horas). En el periodo lluvioso, la carretera en el sector de Rosario - Pozuzo, se interrumpe por derrumbes en los cortes de talud y huaycos, por lo que es necesario tomar la ruta Pucalpa - Puerto Inca.

Terrestre y aéreo (avioneta):

- a) Lima – La Oroya – Tarma – San Ramón (Express Aéreo a Codo)
- b) Lima – La Oroya – Tarma – La Merced – Oxapampa – Pozuzo (Express Aéreo a Codo).
- c) Lima – La Oroya – Cerro de Pasco – Huánuco – Tingo María – Pucallpa Express Aéreo a Codo)



Foto 01.- Poblado de Codo del Pozuzo



MAPA DE UBICACIÓN



Figura 01. Mapa de Ubicación.

3. MORFOLOGÍA Y DRENAJE FLUVIAL

Para entender los procesos ocurridos en el valle de Pozuzo, es necesario conocer las características morfológicas, drenaje y comportamiento fluvial del río.

3.1 RÍO POZUZO

El río Pozuzo se origina en los deshielos del nudo de Pasco, en la confluencia de los ríos Huancabamba y Chorobamba. Tras un accidentado recorrido, va a dar al río Palcazú, que a su vez desemboca en el Pachitea.

El río Pozuzo cuenta con longitud aproximada de 20 km y un caudal promedio de 442,8 m³/s y discurre de sur a norte con dirección NNE, en un valle estructural en forma de "V". En el área de estudio forma un "codo" de aproximadamente 145° con dirección al SE. Cambio brusco, a la altura del río Paque, debido a la diferencia de alturas entre el cauce del río y los depósitos aluviales de los ríos Nuevo Pozuzo, Moshoca y Tato al norte. De allí que los primeros colonos deciden ponerle el nombre a esta zona, como Codo del Pozuzo, refiriéndose al cambio de recorrido del mismo.

Este río, a partir del sector de Codo de Pozuzo, discurre con drenaje tipo anastomosado, condicionado por la gradiente muy baja que presenta, originándose una serie de canales que se interconectan mostrando una alta sinuosidad. Los canales son, angostos, relativamente profundos y 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 (Foto 02), limitados por depósitos areno - arcillosos de muro natural (Smith, S 1980).



Foto 02. Codo e Isla de forma lenticular, formada frente al sector de Codo de Pozuzo.

Estas corrientes fluviales con drenaje anastomosadas, tienen gran capacidad de transporte y sedimentación, pero menor energía que las corrientes rectilíneas, por lo que, al encontrarse con obstáculos, tienden a modificar su trayectoria adecuándose al relieve y a los sedimentos en el fondo del cauce. Su deposición en el fondo está compuesta por sedimentos de granulometría heterogénea durante la época de aguas bajas, causa principal de la división del cauce en los canales anastomosados, es decir, divididos dentro del propio cauce (ver Figuras 02, 03 y 04). A medida que se van estabilizando las islas de sedimentos, pueden llegar a desarrollarse en ellas una vegetación pionera primero y más estable después, aprovechando la dotación de agua que proporciona el propio río.

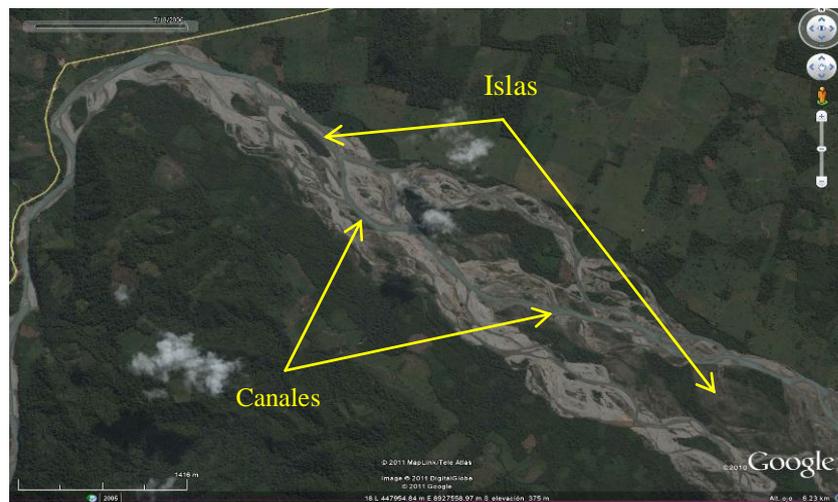


Figura 02. Canales e islas formados en el río Pozuzo (Vista del Google Earth).

El río Pozuzo en este sector, no ha formado islas permanentes, es por ello que el cauce del río no tiene una dirección definida (Fotos 03, y 04).



Figura 03. Perfil esquemático de un río anastomosado.

Según lo observado en el plano topográfico que data de 1993, la imagen satelital para el año 2006 y los datos tomados en la evaluación de campo (ver Figura 04); las mayores variaciones del cauce del río Pozuzo, se han localizado en la margen izquierda del Codo. Debido a la dirección de las corrientes que inciden directamente sobre esta margen.



Foto 03: Canales (A) e islas (B) lenticulares en el río Pozuzo.



Foto 04: Cauce del río Pozuzo, en la margen derecha se observa acumulación de palizada.

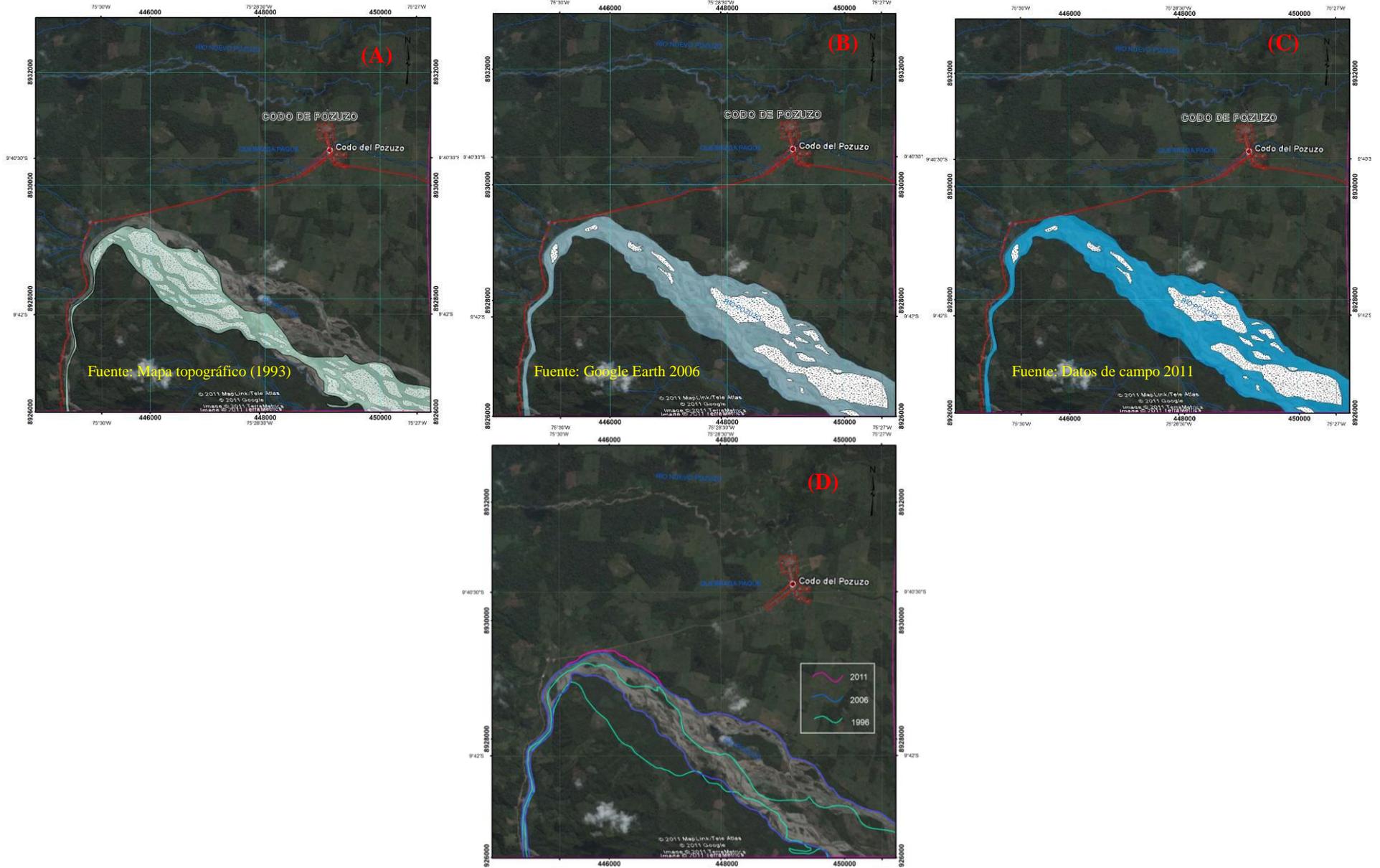
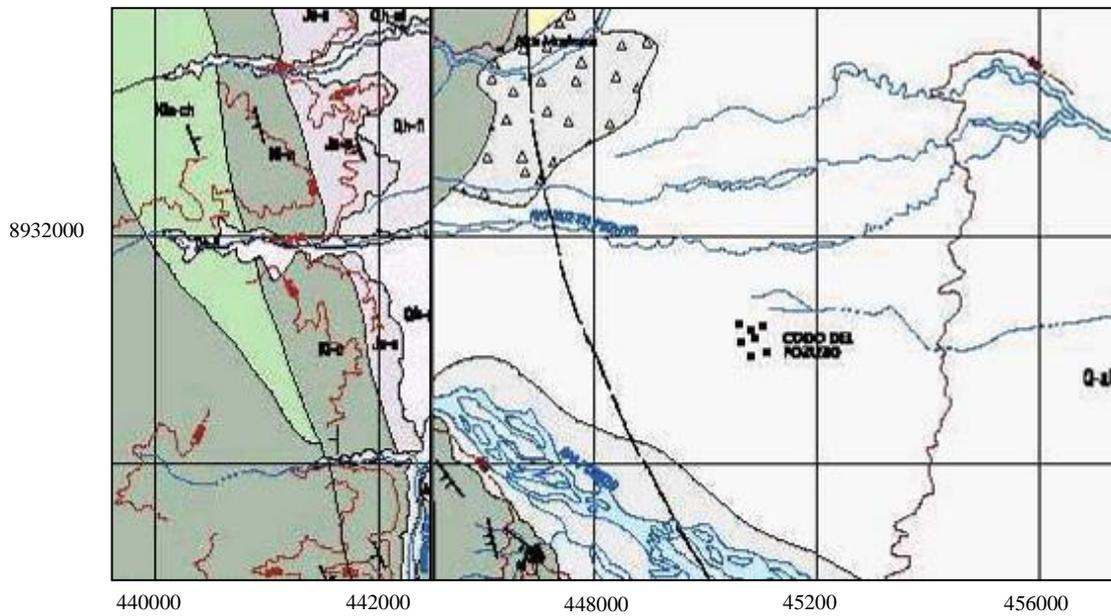


Figura 04: Imágenes de diferentes años que muestran la dinámica del río Pozuzo., A: Cauce del río Pozuzo tomado del mapa topográfico (1993), B: Cauce del río Tomado del Google Earth (2006), C: Cauce del río tomado de los datos de campo (2011), D: Comparación de los cauces del río Pozuzo (1993-2011).

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Según la cartografía geológica realizada por INGEMMET-CGS Consultores asociados (1997), y De la Cruz, et al (1996), en el área de estudio se presentan las siguientes unidades geológicas: (ver figura 05).



LEYENDA

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITESTRATIGRAFICAS	ROCAS ÍGNEAS
CENOZOICA	CUATERNARIO	Holocena	Depositos Fluviales Qh-1	Diorita Kp-2
		Pleistocena	Depositos Fluviales Q-u	
			Depositos Coluviales Q-cu	
	NEOGENO	PLUOCENA MIOCENA	Formación Ignaria N-1	
			Formación Cruzada N-ch	
	PALEOGENO	OLIGOCENA EOCENA PALEOGENO	Grupo Huesabamba (Fm. Huellyan, Huellyan, Yaluarungo y Pasa) Kp-1	
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR	Formación Vialba Ks-v	
			Formación Cruzada Ks-ch	
		INFERIOR	GRUPO ORIENTE: Formaciones Agua Caliente, Paga, Cuzubambay Ks-o	

SÍMBOLOS

- Falla normal
- Falla inferida
- Rumbo y buzamiento de estrato 30°

Escala Gráfica
0 1 2 3 4 km.

MAPA GEOLOGICO CODO DEL POZUZO

Fuente: INGEMMET, 1997. CGS

Figura 05: Mapa Geológico del sector Codo del Pozuzo.

4.1 DEPÓSITOS FLUVIALES (Q-fl)

Se encuentran a lo largo del cauce del río Pozuzo, corresponde a los depósitos recientes del río, se ubican en los cauces abandonados formando islas y terrazas. El material consiste en gravas inconsolidadas, con clastos redondeados en matriz arenosa y sedimentos pelíticos, así como material orgánico vegetal (foto 05). Estos provienen de las colinas y lomas que quedan en las partes altas del río o de las quebradas tributarias que desembocan a este río.

Se generan barras de cauce (foto 06) que se disponen en forma paralela a la dirección de la corriente, llegando a constituir pequeñas islas, terrazas que indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateral de las aguas. Áreas susceptibles a inundaciones.



Foto 05: Depósito fluvial en el cauce actual del río Pozuzo.



Foto 06: Barras de cauce del río Pozuzo.

4.2 DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al)

Son producto de antiguos cauces del río Pozuzo que ocupan la mayor parte de la llanura. Estos se acumulan en los flancos del valle y en las quebradas tributarias de la margen izquierda del río Pozuzo. Están constituidos por conglomerados polimícticos poco consolidados con clastos de grano heterogéneo con matriz limo – arcillosa.

Las terrazas formadas en ambas márgenes del río Pozuzo (foto 07), indican las fluctuaciones del caudal y la migración lateralmente de las aguas, generalmente están conformadas por grava y arena. Susceptibles a desborde, inundaciones y erosión fluvial.

Están ampliamente distribuidos en el poblado Codo del Pozuzo. La presencia de grava y arena es importante como material de construcción en obras civiles a realizarse.



Foto 07: Terrazas formadas por depósitos aluviales en la margen izquierda del río Pozuzo.

4.3 DEPÓSITOS COLUVIALES (Q-co)

Estos depósitos están localizados en la parte baja de las laderas de la montaña, se presenta formando conos, los cuales han sido deformados por erosión, debido a su débil compactación. Se pueden generar deslizamientos, derrumbes, así como también flujos de detritos.

Consisten de una masa formada por bloques y gravas angulosas, dentro de una matriz areno-limosa poco consolidada, provenientes de las partes más altas.

4.4 FORMACIÓN IPURURO (N-IP)

Forman colinas en la parte plana, y pequeños farallones en los flancos de la margen izquierda del río Pozuzo. Su litología consiste de una secuencia marrón rojiza, predominante de areniscas intercaladas con pequeños

horizontes de arcillas. Las areniscas afloran en horizontes gruesos de hasta 10 m de, de color marrón rojizo (por meteorización), de grano fino, duras y calcáreas, se presentan en estratos medianos a bancos. Las arcillitas se presentan en horizontes pequeños, de color marrón rojizo oscuro, en estratos delgados.

4.5 GRUPO ORIENTE (Ki-O)

Está compuesto por areniscas de grano grueso a medio, de colores blanco a amarillo marrón por meteorización. Existen además capas delgadas de limoarcillitas negras y púrpuras. Se encuentran en la parte inferior muchos conglomerados dispersos conteniendo guijarros de caliza y cuarzo. Se pueden generar, deslizamientos, derrumbes, erosión en cárcavas y flujos de detritos. Ver fotos 08 y 09.



Foto 08: Relieve colinoso de areniscas del Grupos Oriente, margen derecha del río Pozuzo.



Foto 09: Afloramiento de areniscas del Grupo Oriente, en la margen izquierda de una quebrada tributaria del río Pozuzo, se puede observar erosión en cárcavas y flujos de detritos.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Las crecidas de los ríos (avenidas) constituyen un proceso natural ligado a la dinámica geológica (morfología del cauce), en las cuales el río habilita un cauce amplio para almacenaje del caudal y su carga. La cuenca actúa como un sistema de proceso – respuesta autorregulable, en el cual todos los factores están interrelacionados. Cualquier modificación introducida en un punto, implicará un reajuste en su dinámica y morfología, que no se produce de forma progresiva, sino con cambios bruscos, originando en muchos casos desastres, cuando los caudales y la carga superan la capacidad de sus cauces.

Es importante mencionar que el origen más frecuente de las avenidas y flujos de detritos (huaycos) son las lluvias periódicas estacionales y las precipitaciones excepcionales por su intensidad, duración y/o extensión (lluvias cortas de gran intensidad o lluvias prolongadas de baja o gran intensidad).

Las avenidas se caracterizan por su frecuencia probable de ocurrencia o período de retorno, definiendo así la avenida en mensual, anual, decenal, centenaria, milenaria, etc., a cada una de las cuales corresponderán mayores valores de caudal y nivel de aguas a alcanzar, inundando superficies crecientes en las márgenes.

Pese a una inundación o huayco periódico o excepcional, las áreas que corresponden a la llanura de inundación o terrazas bajas del valle, son frecuentemente utilizadas para la agricultura, comunicaciones y asentamientos poblacionales, o para la explotación de caudales del propio río.

En consecuencia, las crecidas o avenidas excepcionales, es decir con caudales superiores a los normales, en mayor o menor grado, vienen asociadas normalmente con ingentes daños a bienes y personas, como el caso del área de estudio.

5.1 OBSERVACIONES DE CAMPO

Durante los trabajos de campo realizados en el sector Codo del Pozuzo, se identificaron los siguientes peligros geológicos: desbordes, inundaciones, erosión fluvial y flujos de detritos (huaycos), que a continuación se detallan: (Ver figura 06)

5.1.1 EROSIÓN FLUVIAL

Haciendo comparaciones de los canales del cauce del río Pozuzo entre los años 1993 - 2011 (figura 04) se aprecia cambios en su dirección, con un avance hacia el NE, debido a que las corrientes que vienen de sur a norte, cambian bruscamente hacia el sur oeste (sector Codo de Pozuzo), incidiendo estas directamente hacia la margen izquierda del río,

Según los lugareños, entre el año 2009 al 2010, la erosión fluvial avanzó tierra adentro aproximadamente 140 m, en una longitud de 200 m. La longitud total afectada por la erosión fluvial es aproximadamente 1500 m. Lo cual se puede corroborar comparando una imagen satelital del 2006 con los datos obtenidos en la evaluación realizada en Octubre 2011. Ver foto 10, 11 y figura 07.

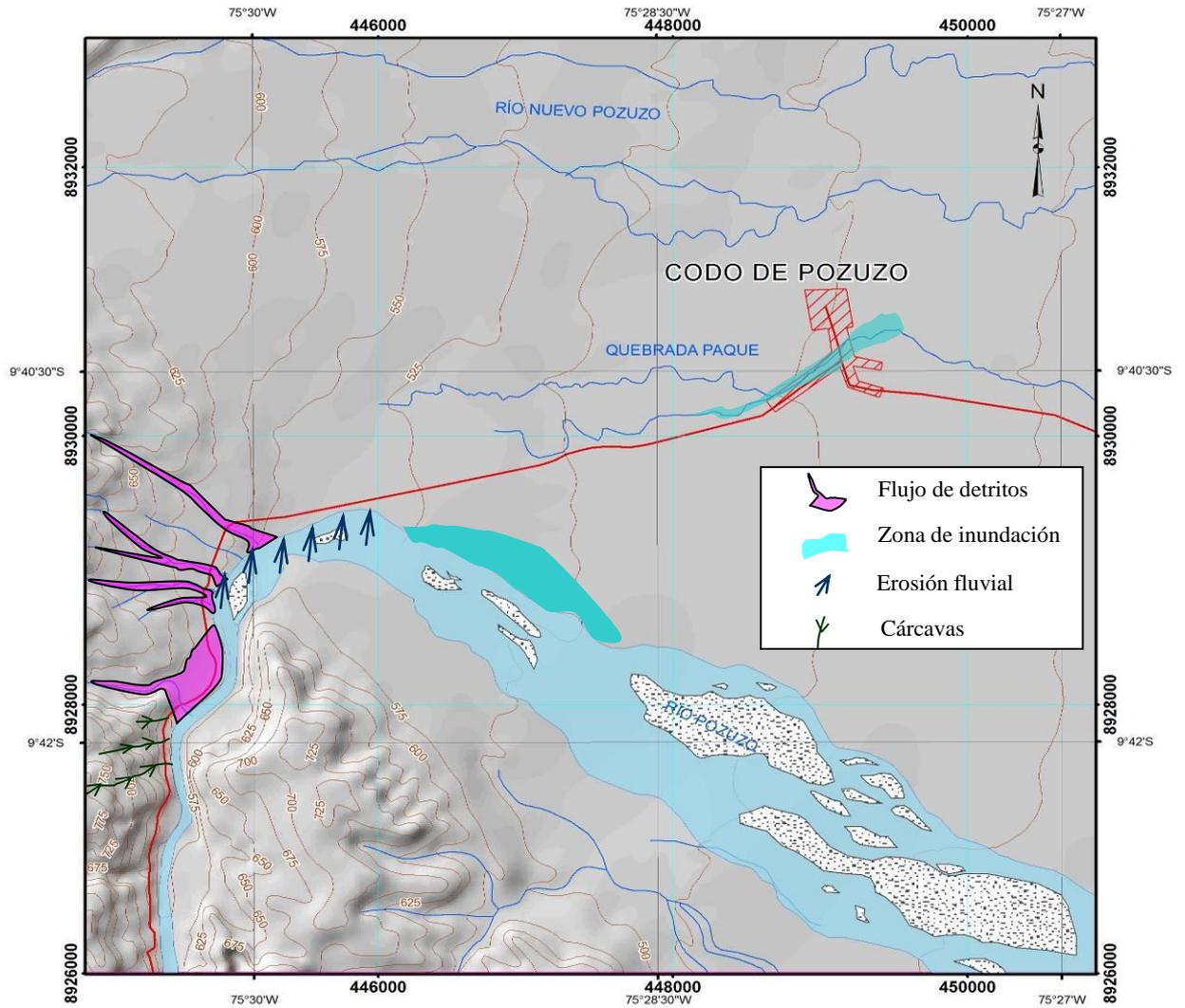


Figura 06: Mapa de Peligros Geológicos del sector de Codo del Pozuzo

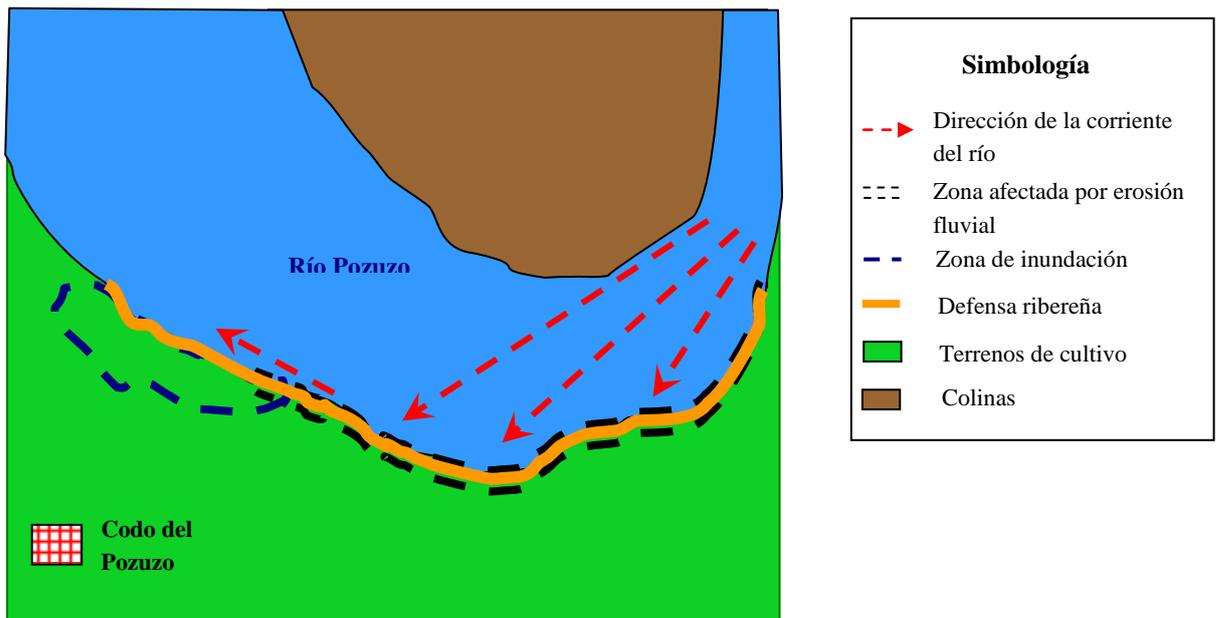


Figura 07: Esquema de la dinámica de la erosión fluvial e inundación en la margen izquierda del río Pozuzo y ubicación de la defensa ribereña.



Foto 10: Terraza erosionada en la margen izquierda del río Pozuzo.



Foto 11: Área erosionada en la margen izquierda del río Pozuzo.

En la margen izquierda del río Pozuzo, había un espigón improvisado por los mismos pobladores para evitar la erosión fluvial, el cual actuaba como defensa ribereña, pero en el año 2009 fue erosionado y destruido por la dinámica del río (foto 12). Actualmente se ha colocado otro espigón a 150 m aprox. aguas arriba (foto 13). Es necesario diseñar y construir defensas ribereñas apropiadas para el caudal del río.



Foto 12: Aún se observa restos del el espigón que fue destruido en el 2009, por la dinámica del río Pozuzo.



Foto 13: Espigón actual colocado por los mismos pobladores del sector Codo del Pozuzo.

5.1.2 INUNDACIONES

Aguas abajo de la erosión fluvial, el cauce del río Pozuzo cambia su dirección de SO-NE a NO-SE, cambiando también su tipo de drenaje de meándrico a anamostosado ampliando de esta manera su cauce. Este cambio brusco de la dirección del río, aunadas al caudal en épocas de avenidas, hace que en este sector el río desborde llegando a inundar terrenos de cultivo. Ver foto 14.

Dentro del área susceptible a inundación, existe un “caño” (cauce abandonado) que conecta el río Pozuzo con la quebrada Paque que cruza el poblado Codo del Pozuzo. En épocas de avenidas (provocadas por precipitaciones periódicas y extraordinarias) este “caño” se encarga de alimentar a la quebrada Paque generando inundaciones en el poblado Codo del Pozuzo y afectando la carretera, como se muestra en las fotos 15, 16, 17 y 18.



Foto 14: Zona de inundación en la margen izquierda del río Pozuzo.



Foto 15: Caño abandonado que se desborda en época de lluvias.



Foto 16: Vista de la alcantarilla colocada en el caño abandonado.



Foto 17: Vistas de la quebrada Paque, viviendas del sector Codo del pozuzo se encuentran ubicadas en ambas márgenes.



Foto 18: Viviendas del sector Codo del pozuzo afectadas por la inundación de Enero del 2011. Fotos tomadas de la Municipalidad Distrital Codo del Pozuzo.

5.1.3. FLUJOS DE DETRITOS

Los flujos de detritos o huaycos, se producen por:

- Material suelto en las laderas y cauce de las quebradas, fácil de ser acarreado o removidas por las lluvias y avenidas.
- En las quebradas afluentes, por la margen derecha, se generan flujos de detritos que descargan sus materiales al río Pozuzo (foto 19).
- La intensa deforestación, acelera la generación de procesos de movimientos en masa (flujos de detritos, y derrumbes).

El factor “detonante” de estos eventos, son las intensas precipitaciones pluviales como las que se presentaron en el mes de enero del presente.



Foto 19: Quebrada tributaria de la margen izquierda del río Pozuzo, se aprecia un depósito dejado por flujo de detritos, aportando material suelto al río.

5.1.4 CÁRCAVAS

Se ha identificado áreas afectadas por erosión de laderas en la margen izquierda del río Pozuzo.

Las causas principales de las cárcavas son:

- Rocas de mala calidad (muy meteorizadas). Ver foto 09.
- Erosión laminar y en surcos.
- Actividad antrópica (corte de talud para la construcción de caminos de acceso).

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

Los ríos tienen su fondo de valle cubierto por depósitos fluviales (gravas, cantos, arenas). Estos son materiales de tránsito, que son retrabajados y removidos por el río, que excava en ellos su canal de flujo normal. En momentos de aumento de caudal (debido a intensas precipitaciones pluviales) el río puede llegar a ocupar la totalidad de su llanura aluvial y se producen las denominadas avenidas o crecidas produciendo inundaciones, desbordes, erosión y flujos de detritos.

El que este hecho natural derive en un “desastre” proviene de la competencia del hombre y el río por ocupar la llanura de inundación o los espacios cercanos a las orillas de los ríos. Los hechos resultan, a veces, catastróficos socialmente no sólo por la acción de las aguas sobre las actividades humanas, sino también y de forma significativa porque estas mismas actividades contribuyan a acrecentar los daños.

El planteamiento del control de avenidas deberá hacerse combinando una serie de medidas dentro del marco de la planificación regional. Las obras de control deben contemplarse también dentro del contexto, y enfocarlas fundamentalmente a la disminución de daños. Los aspectos básicos a considerar dentro de esta planificación serán (IGME, 1985)

- 1° Ordenación de la cuenca de recepción: Los objetivos son favorecer al máximo la infiltración en esta zona y evitar la erosión, reduciendo así la escorrentía superficial y retardando el tiempo de concentración de las aguas. Para ello hay que favorecer el mantenimiento de la estructura del suelo mediante el mantenimiento o restauración de la vegetación autóctona, la utilización de pastizales y prácticas de cultivo adecuadas (reforestación y utilización de especies nativas). Para impedir la erosión se empleará pequeñas estructuras o diques que favorezcan el depósito de sedimentos (IGME, 1985).
- 2° Regulación de las áreas de inundación, erosión fluvial y zonas afectadas por flujos de detritos: Consiste en la zonificación de usos de suelo en función de determinados periodos de recurrencia de las inundaciones, erosiones fluviales y flujos de detritos. Esto permite evitar al máximo en los daños y al mismo tiempo no poner limitaciones de desagüe al canal. Esta acción debe tomarse en base a un mapa de riesgos y debe ir acompañada de propuestas para la gestión y desarrollo de medidas de protección en la zona (muros, gaviones, espigones, etc.).
- 3° Normas para la previsión y prevención de riesgos: La puesta en marcha y el éxito de un proyecto de planificación de gestión del riesgo, depende fundamentalmente en su mayor parte de la difusión y aceptación que tenga entre los usuarios del plan (las comunidades afectadas). Para llegar a esto es necesario establecer las bases para una labor paralela de información pública y desarrollo de medidas de prevención en que se aborden los siguientes puntos:
 - Establecer sistemas de predicción meteorológica y de previsión de la magnitud de la avenida en función de las precipitaciones y del registro de caudales aguas arriba (estaciones hidrometeorológicas).
 - Bases para el establecimiento de una normativa de medidas de seguridad y previsión de sistemas de alerta temprana (SAT) y evacuación de la población.

- Medidas de información y difusión pública entre la población sobre el riesgo existente y las medidas a tomar en caso de avenidas (Sensibilización sobre los peligros a que está expuesta la población e infraestructura).
- Potenciación de campañas de educación sobre peligros geológicos en todos los niveles educativos, divulgativos del problema, en este caso, de las inundaciones dentro del contexto ambiental y de control de erosión.

Al respecto es importante recordar lo que decía Francis Bacon en 1620, que “para que la naturaleza nos obedezca, antes debemos respetarla”.

CONCLUSIONES

1. El drenaje del río Pozuzo, en la zona de estudio, es de tipo anastomosado. Siendo una de sus principales características dinámicas la colmatación del cauce y por ello tender a formar nuevos cauces y expandirse.
2. Debido a que las corrientes del río Pozuzo discurren de sur a norte y cambian bruscamente hacia el sur oeste en el sector Codo de Pozuzo, se generan intensa erosión fluvial incidiendo directamente en la margen izquierda del río. Se ha calculado que la erosión en el sector, entre los años 1993 a 2011, tiene un avance de 140 m tierra adentro.
3. El sector de Codo del Pozuzo es recurrente a la peligrosidad de generarse erosiones fluviales e inundaciones en épocas de avenida (diciembre a marzo). Originados por precipitaciones periódicas y/o excepcionales.
4. El factor desencadenante para las erosiones fluviales, inundaciones y flujos de detritos que se presentaron en el mes de enero del presente año, fueron las intensas precipitaciones pluviales que se presentaron en esa época.
5. Las rocas que conforman las laderas en el área de estudio, están compuestas por areniscas meteorizadas (Grupo Oriente) de mala calidad (muy meteorizados) por consiguiente, de fácil erosión.
6. Los flujos de detritos que se han presentado en la cuenca del río Pozuzo, están aportando abundante material al cauce del río. Aportes que pueden causar variaciones en el cauce del río Pozuzo.
7. Por presentar condiciones favorables a la incidencia de peligros geológicos (como rocas de mala calidad, pendiente del terreno, morfología, deforestación y precipitaciones pluviales intensas), el área de Codo del Pozuzo se considera como una zona de alta susceptibilidad y **Peligro Inminente** a la erosión fluvial, inundaciones y huaycos.

RECOMENDACIONES

1. Para evitar el avance de la erosión fluvial del río Pozuzo, en la terraza aluvial donde se asienta el poblado Codo del Pozuzo, se debe dragar o descolmatar los antiguos canales del río ubicados agua arriba que han sido rellenados por gravas y arenas.
2. En la zona que está siendo erosionada por el río Pozuzo (margen izquierda), se debe construir un enrocado o defensa ribereña diseñada según la morfología del cauce y dinámica del río.
3. Aguas arriba del río Pozuzo, por la margen izquierda, en el área rocosa se deberá construir defensas ribereñas, con la finalidad de desviar el cauce hacia la margen derecha (Anexo A, figura 08).
4. El cauce del río Pozuzo debe ser descolmataado (limpiado), después de cada temporada de lluvia, especialmente en el tramo final del codo frente al poblado Codo del Pozuzo.
5. Así como el espigón ubicado en la margen izquierda del río Pozuzo, deben proyectarse varios espigones en la misma margen hasta finalizar el codo que se forma en el río.
6. Hacer un programa de forestación con la finalidad disminuir los procesos de movimientos en masa, en la margen izquierda del río Pozuzo.

REFERENCIAS

- CGS Consultores Asociados (1997). **Geología de los cuadrángulos de Codo del Pozuzo y Río Palcazu (hojas 20-m y 20-n)**. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 88, 144 p.
- De la Cruz, J; Valencia, M; Boulanger, E. (1996). **Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Pano y Pozuzo (hojas: 19-I, 20-I, 21-I)**. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 80, 134 p.
- SENAMHI-Dirección General de Meteorología (1988), **Mapa de Clasificación Climática del Perú**, Método de Thornthwaite. 9 p.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) (2003). **Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo)**. En: Atlas de Peligros Naturales (INDECI). Lima. Págs. 310-311.
- Smith, S (1980). **Sistemas de río Anastomosados** en línea (Consulta: Octubre 2011)
<http://www.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/sistemaderiosanastomosados.htm>.

ANEXOS

MEDIDAS CORRECTIVAS

A) PARA LA EROSIÓN FLUVIAL E INUNDACION FLUVIAL

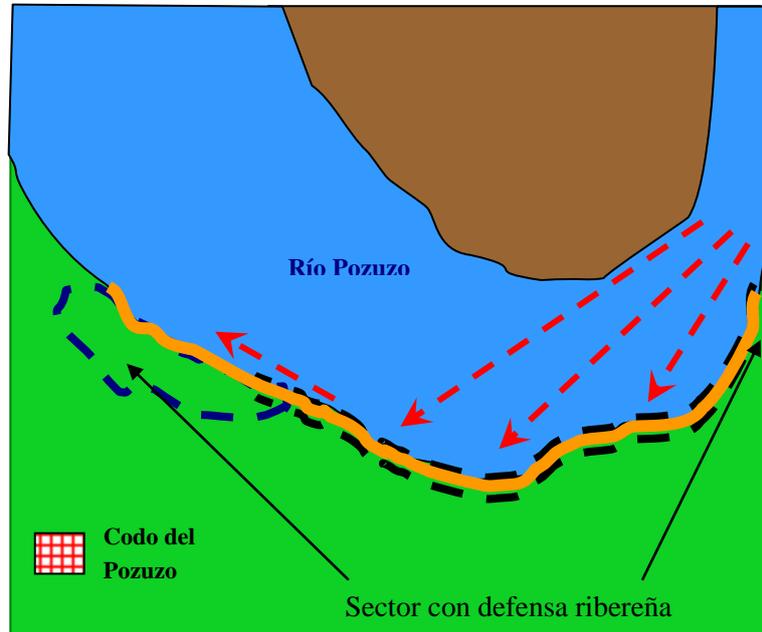


Figura 08: Esquema del sector donde debe colocarse defensa ribereña.

B) PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS

- Construir diques transversales a lo largo de la quebrada, con la finalidad de atenuar la carga del flujo de detritos. Figuras 09, 10 y 12.
- Hacer un programa de forestación, con la finalidad de evitar la aceleración de los movimientos en masa (derrumbes y deslizamientos) y erosiones de las laderas: cárcavas (Figura 11).

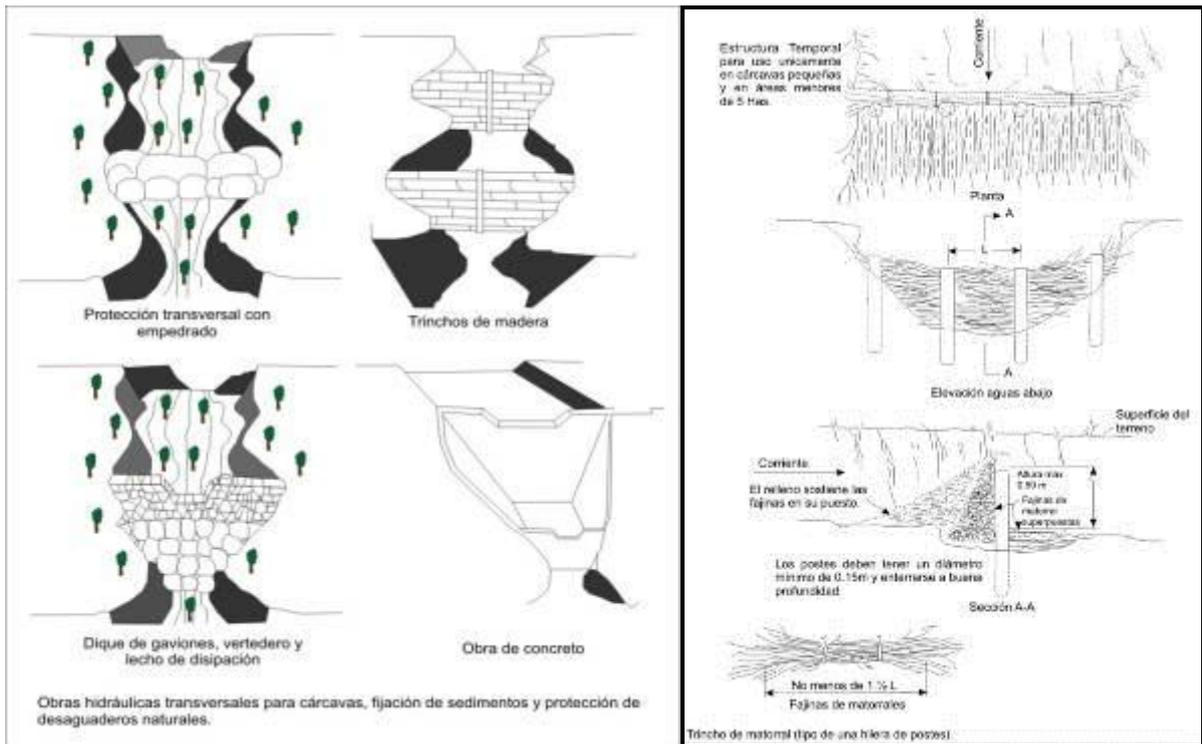


Figura 09 y 10.- Medidas correctivas para flujos de detritos.

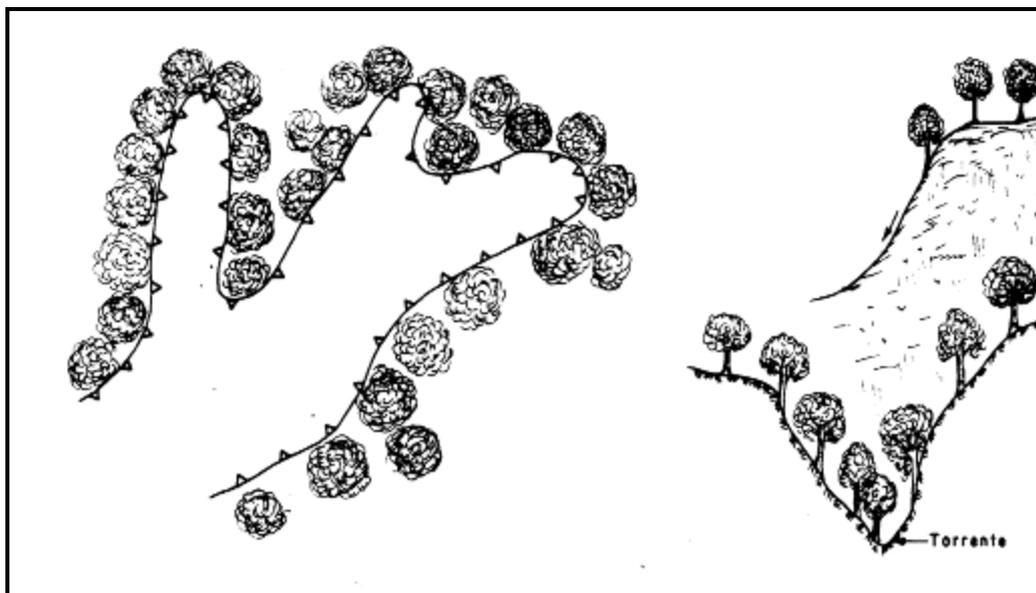


Figura 11.- Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables

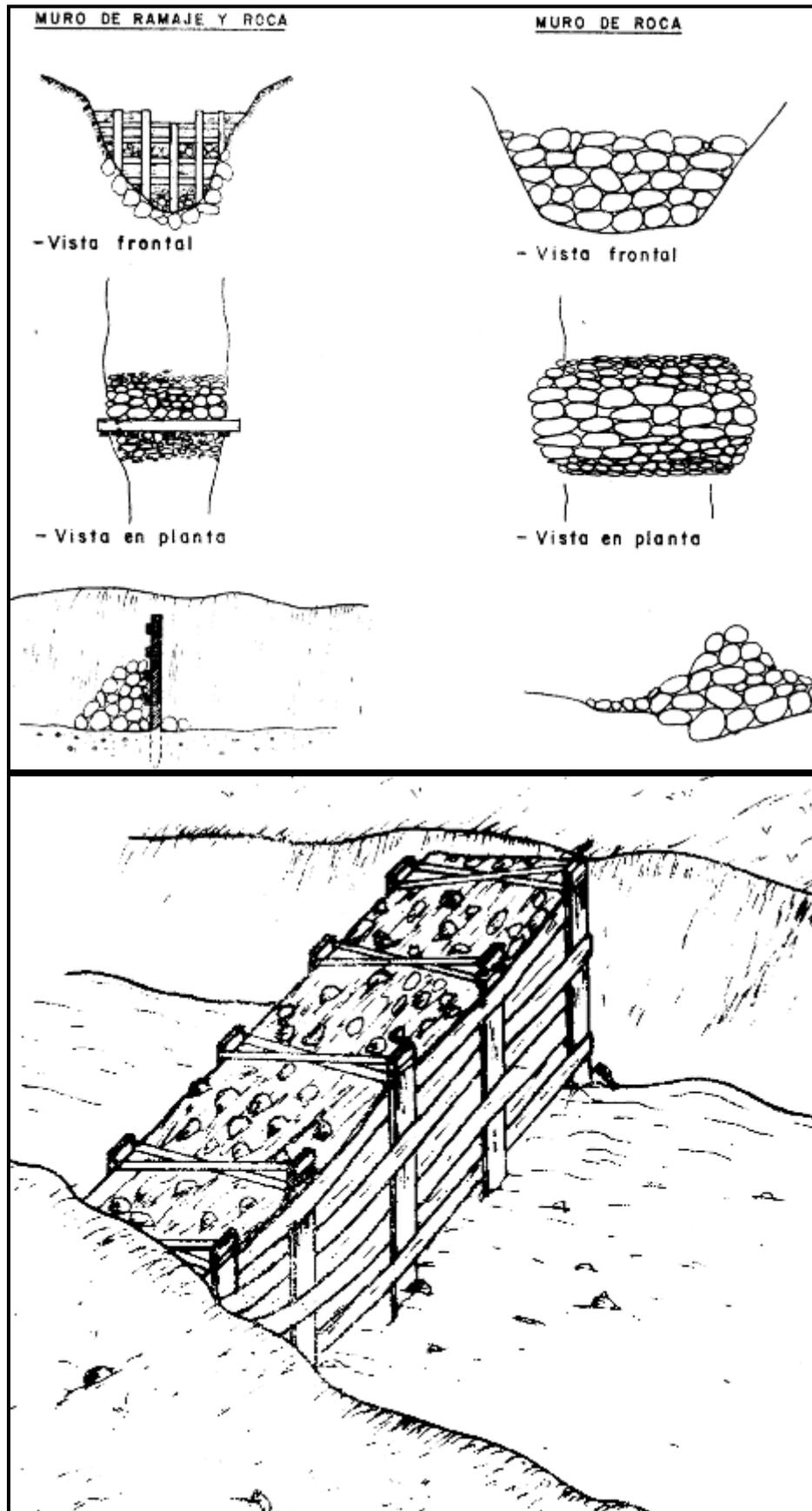


Figura 12. Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente

MANEJO DEL PROBLEMA

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.

En esta parte plantearemos algunas soluciones a los problemas localizados en el área de estudio, teniendo en cuenta que se tienen que proteger los terrenos de cultivo e infraestructura cercanas al cauce del río Pozuzo.

Las medidas que se proponen, están orientados a minimizar (mitigar) los desbordes, erosiones e inundaciones que ocurren en la margen izquierda del río Pozuzo. 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 siguientes fotos: 1a, 1b, 2, 3a, 3b y figura 1, tenemos ejemplos de estas estructuras que pueden ser usadas en las obras de defensa ribereña.



Foto 20. Gaviones escalonados (tipo terrazas)



Foto 21. Gaviones escalonados, construcción

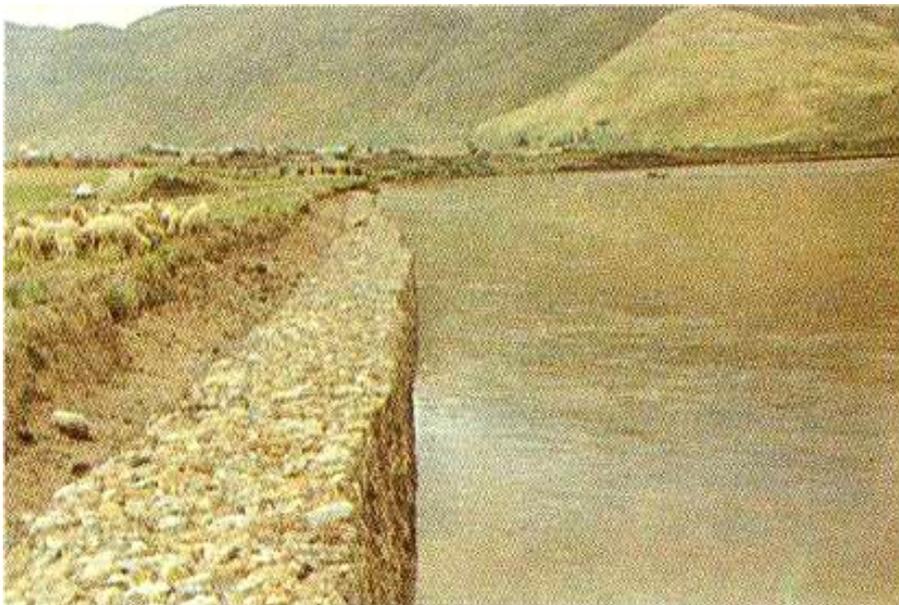


Foto 22. Ejemplo de muro longitudinal para el encauzamiento del río. (Tomado de PROLANSA).



a)



b)

Foto 23. Recubrimientos de talud. En b se observa uso de geotextil para defensas ribereñas.

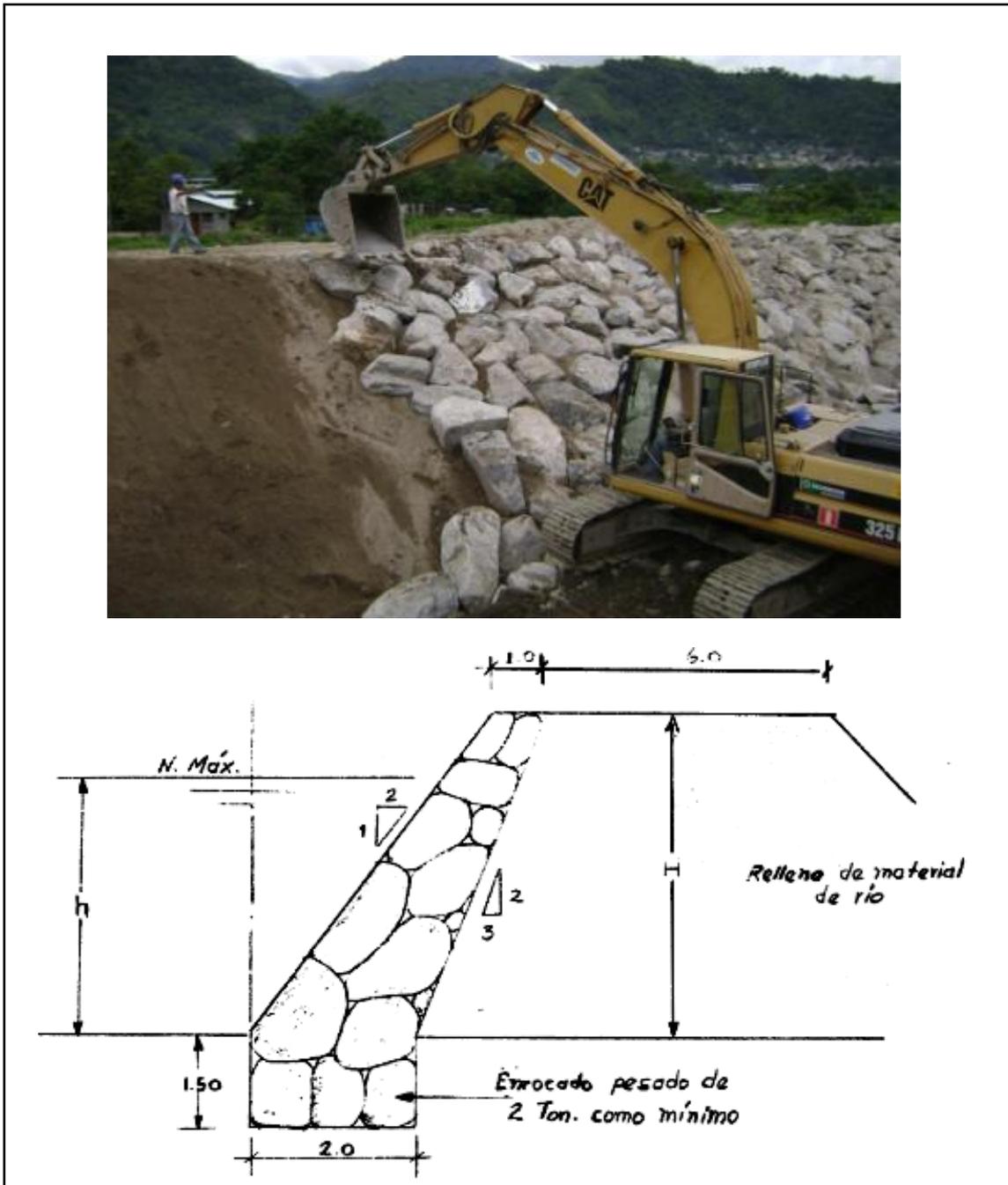


Figura 13. Protección de riberas mediante enrocados.