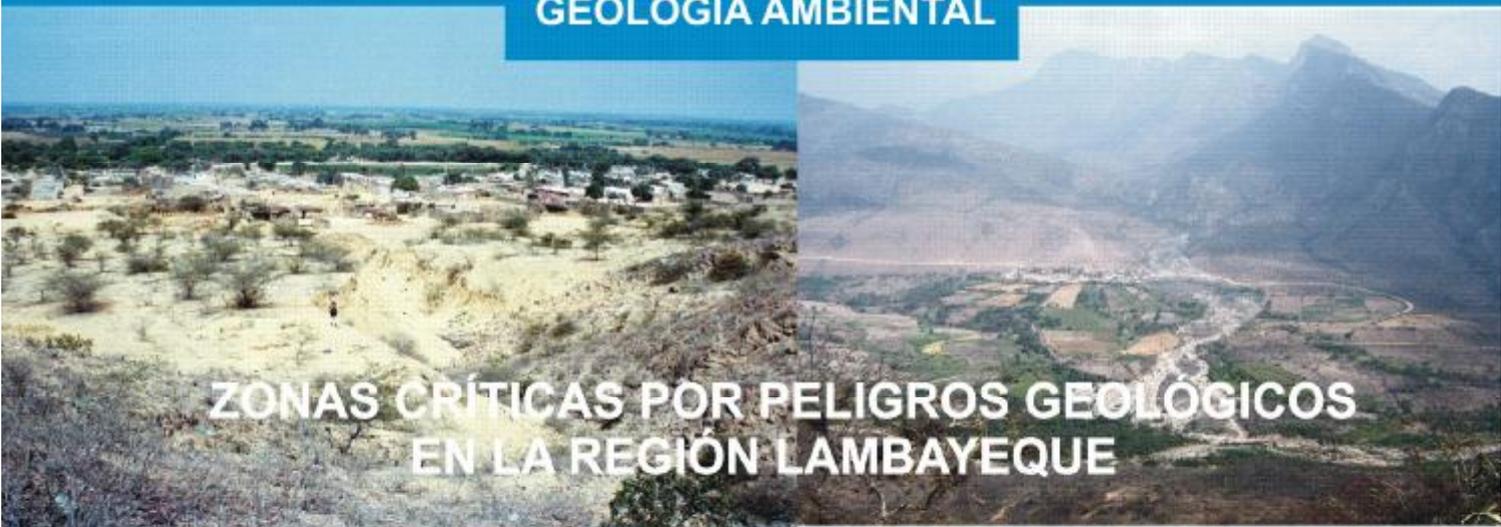


**INFORME TECNICO
GEOLOGIA AMBIENTAL**



**ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS
EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE**



PRIMER REPORTE

**POR
SANDRA VILLACORTA
MAGDIE OCHOA Z.
SEGUNDO NUÑEZ**

DGAR- DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**LIMA - PERÚ
DICIEMBRE 2008**

PRIMER REPORTE DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

Por: Villacorta, S.; Ochoa, M. y Nuñez, S.
Diciembre 2008

INDICE

INTRODUCCION	3
GENERALIDADES.....	3
MARCO GENERAL.....	3
METODOLOGÍA.....	4
PELIGROS GEOLOGICOS Y ZONAS CRÍTICAS	4
PELIGROS GEOLÓGICOS MÁS FRECUENTES	4
ZONAS CRÍTICAS	6
PROVINCIA DE CHICLAYO	6
PROVINCIA DE FERREÑAFE	20
PROVINCIA DE LAMBAYEQUE	23
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN.....	30
PARA ZONAS CON CAÍDAS	30
PARA ZONAS CON CÁRCAVAS.....	31
PARA ZONAS DE DESLIZAMIENTOS.....	32
PARA HUAYCOS.....	34
PARA INUNDACIONES Y EROSIÓN FLUVIAL.....	35
PARA ZONAS CON ARENAMIENTOS	36
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES.....	37
AGRADECIMIENTOS.....	37
REFERENCIAS.....	37

INTRODUCCION

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de la Dirección de Geología Ambiental Y Riesgo Geológico, viene ejecutando desde el año 2000 trabajos de inventario y cartografiado de Peligros Geológicos a nivel nacional. Este trabajo cubre en la actualidad cerca del 70% del territorio nacional y continuando con esta contribución a la prevención de desastres y ordenamiento territorial del país, este año se eligió la región Lambayeque, sabiendo que es una de las más afectadas durante la ocurrencia del fenómeno El Niño.

El proyecto: "Peligros Geológicos en la región Lambayeque" está enfocado en la identificación de las zonas con mayor susceptibilidad a la ocurrencia de peligros geológicos en dicha región. El presente, es un informe preliminar que presenta las zonas críticas por peligros geológicos identificadas durante el desarrollo del proyecto.

GENERALIDADES



MARCO GENERAL

La Región Lambayeque se encuentra situada en el nor-occidente del territorio peruano y limita (figura 1):

- Por el Norte con La Región Piura
- Por el Este con La Región Cajamarca
- Por el Sur con La Región La Libertad
- Por el Oeste con el Océano Pacífico

Tiene una superficie de cerca de 14,000.00 km² (1.10 % del territorio nacional), en el que viven cerca del 4 % de la población del país. Desagregado por provincias el territorio corresponde a: Chiclayo 3,288.1 Km², Ferreñafe 1,578.6 km² y Lambayeque 9,364.6 km².

Las altitudes varían de 0 a 3100 msnm. El clima de la región es semi-cálido, con alta humedad atmosférica y escasas precipitaciones en la costa (siempre por debajo de 50 mm anuales a excepción de los eventos de El Niño) y altas en la zona de las estribaciones de la cordillera occidental (hasta 250 mm anuales). La temperatura máxima en Lambayeque es de 31°C y mínima 14.7 °C, con un promedio anual

de 22.3 °C. (SENAMHI, 2006).

Figura 1. Ubicación de la Región Lambayeque.

La red hidrográfica de la región pertenece a la vertiente del Pacífico. Los principales cursos de la región son de sur a norte: Saña, Chancay (Reque, Lambayeque y Taymi), La Leche, Motupe, Olmos, y Cascajal.

El actual territorio de Lambayeque, está estructurado en dos basamentos geológicos: el complejo Olmos, de edad Precambriana y la Formación Salas (Ordovícico). Ambos consisten de secuencias de esquistos y filitas intercaladas con lutitas que afloran hacia el lado noreste de la región. Dichos basamentos han sido cubiertos por formaciones mesozoicas silicoclásticas (Grupo Mitu, Formación Oyotún, Grupo Goyllarizquiza) y derrames volcánicos andesíticos del Grupo Calipuy de edad eoceno-mioceno. Cortando a toda la secuencia descrita se encuentran rocas intrusivas y cuerpos

subvolcánicos de andesitas y dacitas. Durante el Cuaternario tuvieron lugar cuatro transgresiones marinas, provocadas por el movimiento de la corteza terrestre, lo que sumado a la deglaciación provocó la depositación de materiales de origen fluvio-glaciario, aluvial, fluvial y eólico.

METODOLOGÍA

La metodología seguida, ha constado de tres etapas: Una etapa de gabinete en la que se recopiló información, se interpretó fotografías aéreas e imágenes de satélite, se elaboró mapas preliminares y bases de datos. En seguida, una etapa de campo realizada en tres campañas (75 días) en las que se realizó el inventario y cartografiado (mapeo) de procesos que causan desastres naturales, inventario de pasivos ambientales y trabajos de comunicación con comunidades; y una etapa final en la que se procesó la información obtenida en campo y se elaboró el informe y los mapas temáticos (Fidel y otros, 2006). La clasificación utilizada para el caso de los movimientos en masa es la de Varnes (1978).

PELIGROS GEOLOGICOS Y ZONAS CRÍTICAS

PELIGROS GEOLOGICOS MÁS FRECUENTES

Del inventario, cartografiado (escala 1:50,000) y fotointerpretación de peligros geológicos en la región Lambayeque se ha registrado un total de 934 fenómenos. De dicho inventario se obtuvo la estadística resumida en la figura 2 de la cual se establece que en esta región existe una mayor frecuencia de flujos, erosión, caídas, inundaciones y deslizamientos. En menor cantidad pero no menos importante por los daños asociados, se encuentran los fenómenos de arenamiento, movimientos complejos y reptación de suelos.

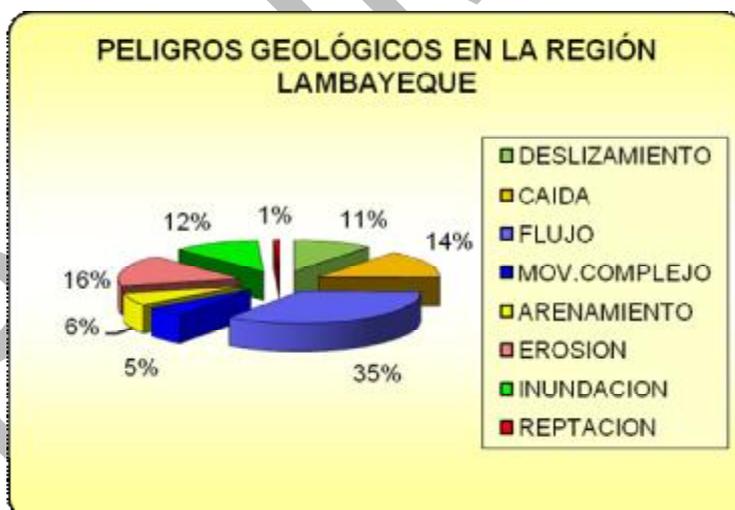


Figura 2. Porcentajes de Peligros Geológicos inventariados en la región Lambayeque.

FLUJO

Se llama así al proceso, que corresponde a un movimiento de material rocoso y/o suelo, que exhibe un comportamiento semejante al fluido. Puede ser rápido o lento, saturado o seco. De acuerdo al tipo y propiedades de materiales, humedad, velocidad; pueden clasificarse en: flujo de detritos, avalancha de detritos, flujos de tierra, flujos de lodo.

FLUJO DE DETRITOS

Son remociones masivas o canalizadas de fragmentos y escombros de regular magnitud que frecuentemente ocurren en laderas de fuerte pendiente por efecto combinado de la gravedad y la lluvia

que ocasionan la pérdida de cohesión interna del suelo conduciéndolo de estado plástico a líquido y haciendo que se desplace y deposite en forma de abanico o mantos en la parte baja de las laderas; o encauzados en quebradas, donde alcanzan mayores velocidades y por tanto mayor fuerza de arrastre.

FLUJO DE LODO

Flujo rápidamente canalizado de detritos saturados plásticos con alto contenido de agua. Son parecidos a los flujos de detritos, pero a diferencia de estos, poseen mayor fracción arcillosa.

EROSION

EROSIÓN DE LADERAS

Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en laderas de valle y altiplanicies. Comienzan con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros. Este fenómeno sucede por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación y es perjudicial para la agricultura y el paisaje.

EROSION FLUVIAL O DE RIBERAS

Debido a que los ríos de la región Lambayeque, son de régimen irregular y torrencioso, en épocas de crecientes incrementan su caudal con el consiguiente arrastre de material que actúa como agente erosivo de sus riberas. Esto ocurre mayormente en zonas de mayor velocidad de circulación, meandros y rocas de menor resistencia; en una acción dinámica que afectan obras de ingeniería civil, puentes, carreteras; centros poblados u obras de infraestructura de riego como bocatoma y canales.

CAIDA

Desprendimiento de una masa rocosa de un talud a través de una superficie a manera de saltos, rodando, etc. Se producen en rocas intrusivas, volcánicas y/o sedimentarias, ampliamente diaclasadas y alteradas (disyunciones esferoidales), que dejan numerosos bloques libres en estado de equilibrio crítico, las que se activan por la fuerza de gravedad, lluvias torrenciales o movimientos sísmicos.

Estos fenómenos se presentan en el valle del río Huaura (entre Sayan y Churín), y red tributaria; y a lo largo de las vías de comunicación. Casos típicos en la cuenca Huaura se observan a lo largo de las carreteras Sayán-Churín (foto 1); Sayán-Oyón-Miña Raura y Picoy-Rapaz.

INUNDACIÓN

Son provocadas por el régimen de descargas del río Huaura que presenta crecientes en épocas de lluvias. Las zonas más afectadas son las partes baja y media de la cuenca aledañas al cauce de los ríos con pendientes bajas y donde no siempre se cuentan con terrazas lo suficientemente altas para proteger los desbordes.

DESLIZAMIENTO

Es el desplazamiento de formaciones superficiales o rocas no coherentes, bajo la influencia combinada de la gravedad y saturación acuosa (por infiltraciones pluviales, subterráneas o de riego) que ocasionan la pérdida de cohesión interna del terreno deformando la masa de suelo o roca formando planos de debilidad por donde se desliza el material que conforma una ladera.

ARENAMIENTO

Este fenómeno se produce en zonas que presentan morfología plano ondulada de pampas, colinas bajas y planicies costaneras aledañas al litoral, donde existe una dinámica eólica importante. La dirección, la velocidad del viento y la geomorfología del entorno favorecen la migración y acumulación de arenas. En muchos casos estas acumulaciones pueden llegar a afectar viviendas, terrenos de cultivo y obstruyendo tramos de carretera.

MOVIMIENTOS COMPLEJOS

Es la ocurrencia de uno o más fenómenos naturales, que ocurren en forma sucesiva uno tras otro. Por ejemplo: Erosión de ladera-Flujo de detritos; Deslizamiento-Flujo, etc

REPTACIÓN DE SUELOS

Es un movimientos del terreno, lento e imperceptible sin superficie de ruptura. Puede asociarse a cambios climáticos o de humedad del terreno. Se presentan como agrietamientos o separaciones centimétricas a métricas del terreno.

ZONAS CRÍTICAS

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

En la región Lambayeque se han identificado 55 zonas críticas. Dichas zonas se presentan en las tablas siguientes resaltando:

- § El sector afectado
- § Los problemas identificados
- § Recomendaciones respecto a medidas a adoptar

PROVINCIA DE CHICLAYO

No	DISTRITO	FENOMENO	PARAJE	COMENTARIO	DAÑO	MEDIDAS
1	CHONGOYAPE	Inundación y erosión Fluvial	Puntilla-Chongoyape	Inundaciones y erosión fluvial en épocas de lluvia (principalmente El Niño), también se presentan con crecidas.	Afectó áreas agrícolas, perdiéndose 20 Ha de arrozales y de caña de azúcar.	Revegetación, limpieza de cauce y canalización de flujos con enrocado. No permitir el crecimiento urbano dentro del cauce de la quebrada.



Foto 1. Zona crítica No 1. Inundación observada entre La Puntilla-Chongoyape (Reque) que afectó cultivos de caña de azúcar. Foto: Nuñez y Villacorta (2005)

Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque

No	FENOMENO	PARAJE	COMENTARIO	DAÑO	MEDIDAS
2	Flujo de detritos	Quebrada Montería - Tabazos	Huayco en quebrada de cerca de 20 km. de longitud, que desemboca en la margen izquierda del río Chancay. A lo largo de la quebrada se presentan otros flujos y derrumbes que la alimentan.	Afectó en 1998 unas 10 viviendas del caserío de Tablazos, terrenos de cultivo y trocha carrozable Pampa Grande – Huaca Blanca.	Revegetación, limpieza de cauce y canalización de quebradas. Reubicar el caserío de Tablazos.
3	Inundación, erosión Fluvial y Flujo de detritos	Wadington-Huayto	Inundaciones y erosión fluvial en épocas de lluvia (principalmente El Niño), también se presentan con crecidas.	Afectó terrenos de cultivo de arrozales y de caña de azúcar.	Enrocado de la terraza, revegetación, limpieza de cauce y canalización de flujos
4	Flujo de detritos	Quebrada Magin-Juana Ríos	Flujos de detritos (Huayco)	En los años 1983 y 1998 han afectado a viviendas de los caseríos de Mojonazo, Oberrazabal, Mirador y Cerrillos. Terrenos de cultivo.	Revegetación, limpieza de cauce y canalización de flujos
5	Flujo de detritos	Chiriquipe	La quebrada Chiriquipe se une con la quebrada Magin. Haciendo una longitud de hasta 24 Km. y un cono hasta de 4 km. A lo largo de su quebrada se ve material suelto como gravas, arenas y limos fáciles de ser removidos.	Se activan cuando se presenta el fenómeno de El Niño.	Revegetación, limpieza de cauce y canalización de flujos
6	Flujo de detritos, flujos de lodo	Pampa Grande	Quebrada amplia de amplio cauce con un cono hasta de casi 3 Km. Se activa con lluvias excepcionales (fenómeno El Niño)	En 1998 afectó viviendas, carretera Huaca Blanca – Pampa Grande.	Limpieza de cauce y canalización de flujos. Ampliar dique.
7	Inundación, erosión Fluvial y Flujo de detritos	Quebrada Campana	La quebrada presenta un cono de 300 m. de ancho y desemboca en el río Chancay. Las terrazas al borde del río, en tiempos de crecidas excepcionales (El Niño) son erosionadas.	Afectó la carretera afirmada Huaca Blanca- Cahuaquero. La erosión fluvial de continuar podría afectar a viviendas. De inundarse afectaría a los terrenos de cultivo.	Limpieza del cauce de la quebrada y del río para su canalización. Construir badén en la trocha. No eliminar la vegetación natural que se encuentra en sus riberas, y reforestar donde amerite. Reubicar viviendas ubicadas en terrazas aledañas.



Foto 2. Zona crítica No 6. Vista del Sector de Pampa Grande afectado por huaycos (Distrito de Chongoyape, Provincia de Chiclayo) que afectó al caserío del mismo nombre. Foto: Nuñez y Villacorta (2005).

8	SANTA ROSA	Inundación, arenamiento, tsunami	Santa Rosa-Monsefú	Llanura de inundación del río Reque rodeada por arenamientos, se alimenta de varias quebradas. Área de inundación marina en caso de tsunami	Afecta a canales de desagüe.	Evitar construcción de viviendas, reforzar el canal de desagüe con enrocado
9	OYOTUN	Inundación, flujo de detritos, Erosión Fluvial	Querpán, Sector seis, Macuaco	Se forma una isla en el cauce del río Zaña, flujos en las quebradas aledañas. Terraza de hasta 4m, con inundación hacia la margen izquierda	En 1998 afectó terrenos de cultivo y estancias.	Canalizar el río. Limpieza de cauce, evitar la deforestación. Zona no apta para vivir. Limpieza de cauce, reforestar las riberas, construcción de badén.
10		Inundación, flujo de detritos, erosión fluvial	Las Delicias-Santa Rita	Se presenta también erosión por la margen derecha.	Afectó puentes y carretera en 1998.	Construir badén y puente con mayor luz hacia la derecha. Reforestar, no crecer urbanísticamente al borde de la quebrada o en su cauce.
11		Inundación, flujo, erosión fluvial	La Compuerta	Terraza de 3m erosionada conformada por arenas y limos. Depósitos de arena y restos de troncos	Puente destruido.	Reforestar el cauce del río. Colocar gaviones,



Foto 3. Zona crítica No 9. Inundación sector Querpán –Seis (Río Zaña)



Foto 4. Zona crítica No 10. Inundación, flujo de detritos, erosión fluvial en Las Delicias-Santa Rita

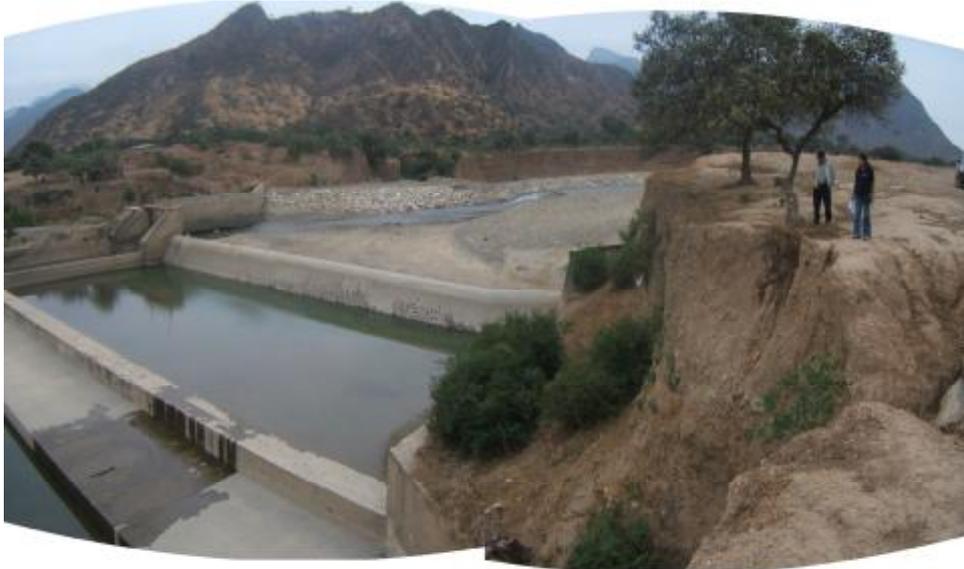


Foto 5. Zona crítica No 11. Inundación y erosión en el sector La Compuerta.

12	Flujo de detritos	Desaguadero	Quebradas de amplio cauce, con conos de hasta 4 Km. En su cauce hay material suelto como arenas, limos y algo de gravas, fáciles de remover. Esta quebrada solamente se activa con lluvias tipo fenómeno de El Niño.	Afecto a los caseríos de Progreso, La Cruz y La Victoria, Terrenos de cultivo y canal Madre del reservorio de Tinajones.	Reforestar la zona, canalizar la quebrada en la parte alta. No permitir el crecimiento urbano sobre la influencia de la quebrada.
	PATAPO				



Foto 6. Zona crítica No 12. Sector Papayo-Desaguadero afectado estacionalmente por flujos de detritos.

Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque

13	NUEVA ARICA	Inundación y erosión Fluvial	Portachuelo-El Collao	En tiempos de lluvias el río cambia de dirección inundando terrazas en ambas márgenes.	Afectó en 1998 terrenos de cultivo y 1 vivienda.	Reforzar badén con enrocado en el río. Colocar gaviones en ambas márgenes del río. Limpieza de cauce. Reforestar
14		Inundación, flujo, caída de rocas	Culpón	En el margen derecho se observan restos de árboles y gravas acarreados por el río con 100 m al lado derecho		Hacer estudios de tallado de la variación del cauce del río Zaña. Reforestar
15	LAGUNAS	Inundación fluvial	Rafán-San Luis-Lagunas	El río Zaña ha migrado hacia la derecha inundando y erosionando la terraza de depósitos eólicos antiguos. Se impide el pase cuando crece el río.	En 1983 el río zaña inundó y destruyó viviendas,desapareciendo el pueblo de Lagunas	Reforestar y hacer muros en ambas márgenes del río. Preservar como patrimonio natural ya que es zona ecológica
16		Erosión marina-caída de rocas	La Punta-Canalocha	Erosión marina del acantilado produce caída de rocas.	Afecta vía de acceso a la playa.	Preservar la trocha sellando las cárcavas
17		Inundación fluvial	Pte.Reque	Zona inundable en el río Reque, con ancho de 200m .pueden afectar cultivos	Pueden afectar cultivos	Se han hecho terrazas de 2.5 m de material inconsolidado ,Mejorar las terrazas ,construir puente
18		Arenamiento, erosión en surcos y flujo de detritos	Nuevo Mocupe-Pampa San Nicolás	La actividad eólica ha acumulado arena. Posteriormente se produjo erosión en surcos y en tiempos de lluvias flujos de detritos.	carretera panamericana , viviendas de AAHH Nuevo Mocupe	Mantener la vegetación ,proteger y sellar los surcos, construir alcantarillas en la carretera.



Foto 7. Zona crítica No 15. Erosión e Inundación Rafán-San Luis- Las Vegas



Foto 8. Zona crítica No 16. Erosión marina-caída de rocas. Sector.La Punta-Canaloché



Foto 9. Zona crítica No18. Flujo de detritos Cerro Guitarra-Nuevo.Mocupe

19	TUMAN	Erosión fluvial	Saltur	Ocurre cada época de precipitaciones fuertes	Erosionó un puente Saltur en el año 1998.	Mejorar el enrocado antes de temporada de lluvias.
20		Arenamiento	Cerro Negro-Cabeza de Mono	Arena invade carretera de acceso a torres de alta tensión.	Afecta torres de alta tensión y carretera. Esparce material del botadero de Chiclayo.	Reforestar la zona. Darle una limpieza constante a vías de acceso a torres de alta tensión.



Foto 10. Zona crítica No 20. Arenamiento entre el Cerro Negro - Cabeza de Mono. Foto: Nuñez y Villacorta (2005)

Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque

21		Inundación y erosión Fluvial	Zaña	Erosión en el margen izquierdo e inundación afectó a terrenos de cultivo.		Enrocado de la terraza, limpiar el cauce del río.
22	ZAÑA	Flujo de detritos y flujo de lodo	Pampa Cayalti	Quebrada de amplio cauce, con un cono hasta de 6 Km. Se activa solamente cuando se presenta el fenómeno de El Niño.	Cuando se presento el fenómeno de El Niño afecto a las instalaciones de la cooperativa Cayalti y trocha carrozable de acceso.	revegetación, limpieza de cauce y canalización de flujos
23		Flujo de detritos y flujo de lodo, erosión de laderas	San Nicolás, cerros La Cantarilla, León y Collique	Rocas fracturadas y meteorizadas. Posteriormente se produjeron cárcavas y flujos.	Trocha San Nicolás-Saltur. Podría afectar casas.	Mantener la vegetación y canalizar flujos
24	MONSEFU	Inundación fluvial	Sector San Francisco Tramo Monsefú - Eten	Zona inundada afecto terrenos de cultivo.queda explayado a la izquierda , acumulación de arenas ambos márgenes	viviendas y cultivos	No arrimar arenas como muros. Hacer defensas y limpieza de cauce



Foto 11. Zona crítica No 21. Inundación y erosión fluvial en el río Zaña. Sector Zaña-Cayalti



Foto 12. Zona crítica No 23. Flujo de detritos y flujo de lodo, erosión de laderas. San Nicolás, cerros La Cantarilla, León y Collique



Foto 13. Zona crítica No 24. Inundación fluvial. Sector San Francisco Tramo Monsefú-Eten

25	ETÉN	Erosión marina, arenamiento	Playa Pto.eten	Erosion de acantilado de 50m, Flujo de material fino en forma de abanico	Erosión de acantilado de 50m	Evitar viviendas cerca al acantilado, reforestar y construir muro
26	PUCALA	Flujo de detritos y flujo de lodo	Playa Seca	Quebrada amplia de amplio cauce con un cono hasta de 2 Km. Es alimentada por derrumbes, caídas de rocas y algunos deslizamientos. Se activa durante lluvias excepcionales como las del fenómeno El Niño	1998 afecto viviendas, trocha carrozable Saltur-Pampa Grande.	Reforestar la zona, no permitir las construcciones de vivienda u obras de infraestructura en el cauce de la quebrada. Canalizar quebrada.
27	PIMENTEL	Arenamiento y tsunami	Puerto Pimentel	Áreas sujetas a arenamiento, por la acción eólica. Se forman dunas, con alturas hasta de 2m. de altura.	Esta afectando a canales de drenaje pluvial de Chiclayo.	Construir canal cubierto y reforestar la zona.



Foto 14. Zona crítica 25 Erosión marina, arenamiento. Playa Pto.Eten



Foto 15. Zona crítica 27. Arenamiento y Tsunami en Puerto Pimentel.

PROVINCIA DE FERREÑAFE

No		FENOMENO	PARAJE	COMENTARIO	DAÑO	MEDIDAS
28	PITIPO	Flujo de detritos	Cachinche	Área susceptible a flujos de Lodo. Depósitos eólicos antiguos se encuentran cubriendo a los cerros. Durante el Fenómeno de El Niño, las lluvias surcaron las laderas y removieron el material formando flujos que afectaron al caserío.	Esta población se instaló en este sector en el año 1994, cuando se presentó el fenómeno de El Niño de 1998 fue afectada por flujos de lodo, destruyendo viviendas y corrales de ganado. También afectó al canal Taymi.	Sería recomendable que la población sea reubicada en la margen izquierda del canal Taymi. Reforestar la zona. Para la zona del canal Taymi, hacer un canal cubierto.
29		Flujo de detritos, erosión, e inundación	Motupillo Viejo- Qda. Colán	Flujos en Qda. Cincate (Colan). Inundación de Río La Leche. Desprendimientos del cerro Calabazo.	Caserío se encuentra asentado sobre los depósitos de flujos antiguos, se producen desprendimientos del cerro Calabazo.	Defensas ribereñas en río La Leche. Mantener la vegetación, evitar el asentamiento de la población del cauce de la qda. Saneamiento de talud. Realizar estudios de estabilidad del talud antes de construir obras.
30		Flujos de detritos	Papayo- Motupillo-La Traposa	Vestigios de flujos antiguos	viviendas, terrenos de cultivo, caminos rurales, trocha.	Construcción de puente sobre la carretera. Reforestar la ladera, canalizar quebradas, construcción de badenes.



Foto 18. Zona crítica No 29. Evidencias de flujo de detritos, erosión fluvial e inundación entre Motupillo viejo y la Qda. Colán



Foto19. Zona crítica No 30. Flujo de detritos y lodo que afectó el Sector Papayo-Motupillo-La Traposa. Se reactivaría en caso de ocurrir el fenómeno El Niño.

31		Deslizamiento rotacional	San Juan-Tolopampa	Deslizamientos reactivados en ambas márgenes del río La Leche	afecta terrenos de cultivo de Tolopampa y San Juan	Revestir canales de regadío, reforestar laderas.
32	INCAHUASI	Deslizamiento-derrumbe-flujo-caída de rocas y erosión de laderas	Tallapampa-Chonta-Callima	Deslizamiento rotacional antiguo que se reactiva como derrumbe-flujo. La escarpa esta fracturada. La zona también es afectada por desprendimientos de rocas y erosión de laderas.	En 1998 el deslizamiento represó al río Tingo por 3 días. Afectó terrenos de cultivo y trocha carrozable.	Evitar la utilización como terreno de cultivo o para ubicar viviendas. Reforestar usando andenería para estabilizar la ladera.
33		Flujo de detritos e inundación	Mesones Muro	Flujos de detritos se presentan en la Quebrada Río Loco durante lluvias asociadas al Fenómeno El Niño.	En los años 1983 y 1998 produjo rompimiento del canal Taymi, produciendo inundación a los terrenos de cultivo y al poblado de Picsi.	Ampliar alcantarillas. Cubrir al canal Taymi. Limpiar el cauce de Qda. Río Loco.
34	MESONES MURO	Flujo de detritos e inundación	Vichayal	Flujo excepcional en quebrada de 8 Km. de longitud y cono de 2.5 Km.	Flujo e inundación afecto viviendas del caserío de Vichayal, antigua carretera Patapo-Batan Grande y canal Taymi. La inundación se produjo por el rompimiento del canal Taymi.	Reforestar la parte alta de la quebrada, no permitir construcciones de viviendas dentro del cauce de la quebrada. Cubrir el canal Taymi.



Foto 20. Zona crítica No 32. Sector afectado por deslizamiento rotacional reactivado como derrumbe-flujo (Tallapampa-Incahuasi)



Foto 16. Zona crítica No 33. Vista de alcantarillas sobre el río Loco en el Distrito de Mesones Muro, Provincia de Ferreñafe. En caso de ocurrir un evento de El Niño podría colapsar por lo que necesita ampliación. Foto: Nuñez y Villacorta (2005)



Foto 17. Zona crítica No 34. Vista de la carretera Ferreñafe-Batan Grande afectada por huayco de la quebrada Vichayal (Distrito de Mesones Muro, Provincia de Ferreñafe). Foto: Nuñez y Villacorta (2005)

PROVINCIA DE LAMBAYEQUE

No		FENOMENO	PARAJE	COMENTARIO	DAÑO	MEDIDAS
35	MOTUPE	Flujo de detritos y flujo de lodo	Tongorrape	El puente puche se encontraba en ejecución para derivar los flujos de la quebrada puche, pero las lluvias afectaron las obras	Alto: 51m de puente, 0.10 km de carretera	Puente de 51m de luz. Seguir con el puente. Mantener la vegetación
36		Inundación fluvial	Sector Marrepon-Las Anitas	El río Chiniama de desbordó afectando cultivos, viviendas y a la compuerta el Arrozal.	Alto 1000m de canal ,10 has de cultivo , 1 vivienda destruida	Enrocado del río, reforestación en ambas márgenes
37		Inundación y erosión Fluvial	Mocupe	Se observa vestigios de desborde y erosión del río Chiniama.	Terrenos de cultivo, caminos rurales, trocha.	Mantener la vegetación, reforzar el enrocado, limpiar el cauce.
38		Inundación, flujo de detritos	Briceno	Los flujos se presentan con lluvias excepcionales.	Los flujos constantemente erosionan los puentes Anchovira y Chicoma ubicados en la carretera Motupe-Jayanca	Mantener la vegetación, enrocado en bases de puentes y protección de la carretera.



Foto 23. Zona crítica No 37. Evidencias de erosión fluvial e inundación, aguas abajo del puente Mocupe (Motupe, Lambayeque).

39	SALAS	Flujo de detritos	Salas-Oda.Riachuelo	Se observa abundante material en el cauce de la quebrada.	durante fenómeno El NIÑO puede afectar al pueblo	Enrocado de Quebrada Riachuelo. Continuar el enrocado, mantener la vegetación
40		Avalancha de rocas, flujos	El Sauce	Se observa desprendimientos de rocas que alimentan los depósitos de flujo en la quebrada La Shita.	Se observa que los desprendimientos de rocas afectan a la trocha carrozable y pueden afectar viviendas ubicadas al pie del talud.	Reubicar a las viviendas cercanas. Mantener la vegetación, proteger la carretera con desquinche de talud para evitar impacto de rocas
41		Flujo de rocas, flujo de detritos	Nuevo Cardal-Salas	Los depósitos de flujos de rocas son acarreados por ambas quebradas y forman parte de la loma por donde pasa la carretera	camino rural y cultivos	Controlar los depósitos de río, mantener la vegetación, construir badenes
42		Inundación, erosión fluvial y flujo de detritos	Noria Nueva-Alita	Se observa erosión fluvial en la margen izquierda del río Salas.	Erosión fluvial afecta terrenos de cultivo y trocha afirmada. El río Salas puede migrar al margen derecho donde se encuentra el pueblo Noria Nueva	Reforzar y proteger la terraza con enrocados. Limpieza de cauce. Construir muros de contención.

Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque

43	PACORA	Inundación	Pte. La Leche-Machuca-La Cirila	Las constantes precipitaciones han generado desbordes del río La Leche, inundando al margen derecho y ocasionando pérdidas en terrenos de cultivo de ciruela	Destrucción total de 0.10km de carretera, cultivos, 3 viviendas	Dique de rocas. Continuar con el enrocado aguas arriba hasta la Cirila
44	JAYANCA	Inundación, flujo de detritos	Puente Vilela-Puente Salas	Inundaciones y erosión fluvial en épocas de lluvia (principalmente El Niño), también se presentan con crecidas.	en 1998 afectó a la carretera asfaltada Motupe-Jayanca	Mejorar y ampliar muros de protección. Mantener la vegetación, limpieza de cauce.
45	JAYANCA	Inundación y erosión Fluvial	Pampa de Lino	El río recibe material de sus afluentes: Salas, Motupe y Arrozal.	Durante épocas de lluvias el río afecta terrenos de cultivo, canales, y trocha carrozable.	Limpieza de cauce, controlar el cauce aguas arriba. Enrocado de terrazas y puente.



Foto 24. Zona crítica 43. Vista de la un área inundada por desborde del río La Leche entre Machuca y La Cirila (Pacora, Lambayeque)



Foto 25. Zona crítica No 45. Inundación y erosión fluvial entre Pampa de Lino y Jayanca (Jayanca, Lambayeque)

Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos en la región Lambayeque

46	OLMOS	Inundación fluvial	El Médano-Olmos	Existe una deficiencia de diques en el sector el médano	Alta: 7-8 km de camino rural , cultivos , 200m de energía eléctrica	Existe dique en el puente. Continuar el dique hasta el médano. limpieza de cauce
47		Inundación y erosión Fluvial	Chernique-La capilla-Ñaupe	En marzo de 1998 la erosión fluvial del río Ñaupe desbordó y erosionó la carretera Olmos-Piura, a la altura del km.140 erosionando el terraplén.		Enrocado de la terraza, limpiar el cauce del río.
48		Inundación fluvial	Badén de Querpon	Medianamente estable, ya que el rio se encuentra canalizado		Muros de contención empedrado ambas márgenes con extensión de 100m
49		Inundación fluvial	Pte.Insculas	Por la margen derecha aguas arriba del puente 300m , hay erosión fluvial	puente 300m	Prolongar los espigones
50		Flujo de lodo	Pasabar La Granja	De ocurrir fenómeno de El Niño el puente Astrid fue afectado , existen restos de arbole que pueden generar represamiento		
51		Inundación y erosión fluvial	Cascajal- La Playa-Olmos	Vestigios de inundación y erosión fluvial en 350 m de la margen derecha del río Olmos.	En 1998, afectó a la antigua carretera Olmos-Piura entre Cascajal y Olmos. El enrocado y terraza en la margen derecha del río Olmos impidió el desborde y pérdidas en el sector La Playa.	Ampliar el enrocado de la terraza, limpiar el cauce del río. Mantener la vegetación y reforzar con algarrobos .Limpieza de cauce.
52		Inundación, erosión fluvial, erosión de laderas, derrumbe, Flujo de detritos y flujo de lodo	Sector Túpac Amaru-La Pilca	El río erosionó el terraplén de la carretera y amplió su cauce. Huaycos afectan a la carretera en épocas de lluvias. El río migró al margen izquierdo, en su cauce se ven restos de árboles y se han formado islas, La quebrada Los Chaquiros está colmatada.	Badén de la carretera Olmos Jaén afectado, tramo de 200 m destruido. El río migró al margen izquierdo. Quebradas aledañas están cargadas de material.	Existe un enrocado de 80m .Continuar con enrocado para encauzar el río. Reforestar, no permitir el crecimiento urbano
53		Flujo de lodo	Pampa Palo Grueso	Flujo de lodo canalizado por alcantarillas , se observan grietas de desecación que cubren la arena limosa		Mantener limpias las alcantarillas



Foto 26. Zona crítica No 47. Erosión en cárcavas – sector Chernique-la capilla Ñaupe. Carretera Olmos-Las Ánimas



Foto 27. Zona crítica No 51. Inundación y erosión fluvial a la altura del Puente Olmos



Fotos 28 y 29. Zona crítica 52. Vista de la erosión Fluvial entre Túpac Amaru y La Pilca, que afectó en marzo de este año, tramos de la carretera Olmos-Jaén.

54	MORROPE	Inundación fluvial	Sector La Niña	Zona inundables antigua		Ampliar canales de direccionamiento de flujos. Evitar deforestación y ocupación de viviendas no apta
55		Flujo de detritos y flujo de lodo	Puente Motupe II y III, El Angulo II; y Pte.Inche	Flujos de arena gruesa y gravas; y flujos de lodo se activan en periodos de lluvias excepcionales.	puentes, alcantarillas y carretera	Reforzar bases de puentes. Mejorar los muros de concreto. Limpieza de alcantarillas.



Foto30. Zona crítica No 55. Flujo de detritos y lodo. Puente Motupe II y III, El Angolo II; y Pte. Inche

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN

A continuación se describen las medidas que pueden contribuir con la prevención y/o mitigación de los principales peligros geológicos observados en la región Lambayeque.

PARA ZONAS CON CAÍDAS

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

- Corrección por modificación de la geometría del talud. Consiste en estabilizar el ángulo del talud ya sea por corte del talud, escalonamiento de taludes en terrazetas (figura 12.1), etc.
- Corrección por drenaje. Las medidas de corrección por drenaje son de dos tipos: *Drenaje Superficial* por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no; y *Drenaje Profundo* que tiene como finalidad deprimir el nivel freático del afloramiento. En ambos casos es necesario la participación de un hidrogeólogo para el diseño de los drenes.

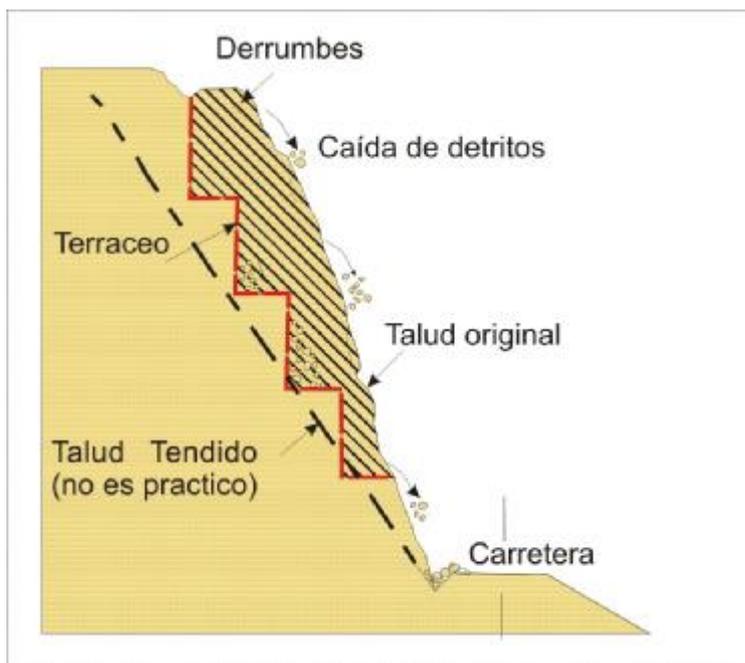


Figura 12.1. Escalonamiento de taludes en terrazetas para corregir un talud inestable.

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

PARA ZONAS CON CÁRCAVAS

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

- § Regeneración de la cobertura vegetal, de preferencia nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ellas, para asegurar su estabilidad.
- § Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales
- § Construcción de diques o trinchos transversales constituidos con materiales propios de la región como: troncos, ramas, etc (figura 12.2).
- § Zanjas de infiltración articuladas
- § Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal conformada por pastos, malezas y arbustos con fines de estabilizar el terreno y controlar la erosión. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos. Se recomienda además que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración construidas paralelas a las curvas de nivel.

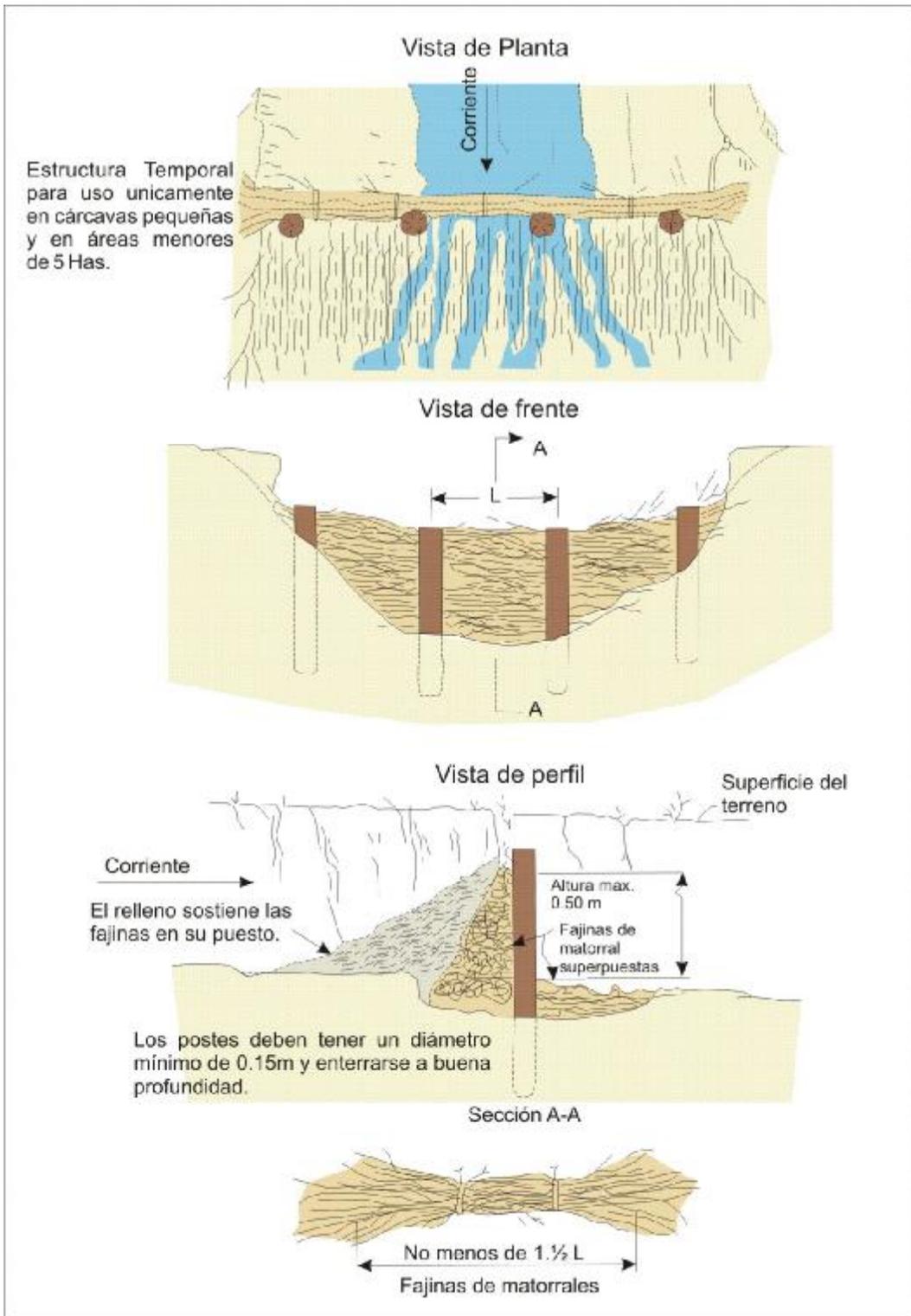


Figura 12.2. Trinchos transversales de troncos y fajinas de matorrales para proteger áreas de la erosión de laderas (Modificado de Valderrama y otros, 1964)

PARA ZONAS DE DESLIZAMIENTOS

Preventivas.- En zonas susceptibles donde aun no se ha desencadenado el proceso, se recomienda lo siguiente:

- § Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal (pastos, malezas y arbustos) con el fin de estabilizar el terreno (figura 12.3). En la selección de árboles a utilizarse debe

contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y alturas que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos. Se recomienda además que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de zanjas de infiltración construidas paralelas a las curvas de nivel.

- § Evitar el sobre pastoreo y la quema de pastos, debido a que producen deterioro y destrucción de la cobertura vegetal.
- § Instalación de canales perimetrales de drenaje y recogida de escorrentía.
- § En terrenos de cultivo, se debe evitar el riego en exceso, utilizar reservorios y/o canales revestidos y procurar que la remoción de la tierra sea superficial para limitar la infiltración, la retención en la capa superficial de suelo en contacto con los cultivos y evitar la saturación del terreno.

Antes de construir una obra de infraestructura en una ladera susceptible a remoción, se debe hacer la caracterización del talud y análisis de riesgos, incluyendo estudios geotécnicos para determinar los materiales y definir los factores que pueden afectar su estabilidad. El diseño de la altura y pendiente del talud se debe hacer en función a la geología e hidrogeología del terreno, dejando un margen de seguridad suficiente al pie del talud. Tales estudios deben ser supervisadas por profesionales entendidos en el caso quienes determinaran las medidas de prevención y control adecuadas.

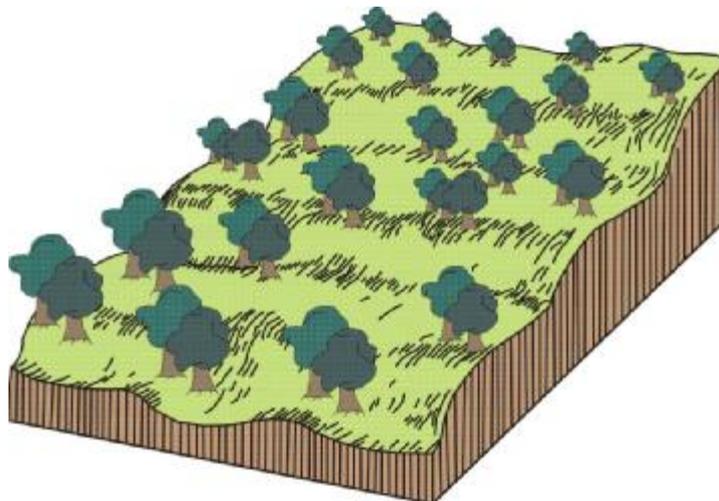


Figura 12.3. Revegetación de una ladera susceptible a deslizamiento formando terrazas.

Correctivas.- En zonas susceptibles donde el proceso ya se empezó y el riesgo de rotura del talud por un deslizamiento es alto, pueden aplicarse una serie de medidas correctivas, destinadas a impedir el movimiento del talud o su caída tales como:

- § Realizar estudios geotécnicos de evaluación del estado del deslizamiento que incluya la modelización del comportamiento del terreno para determinar las medidas correctivas adecuadas.
- § Rectificación de la pendiente del talud, que permita lograr una pendiente menor a la existente, proporcionando mayor estabilidad al conjunto.
- § Afianzar el pie de los taludes, mediante la instalación de gaviones o escolleras permeables que permitan incrementar su peso a la vez que favorezcan su drenaje. Es muy importante que estos muros tengan un drenaje adecuado, con el fin de evitar "la acumulación de agua tras de sí, que incrementen su carga hidráulica. En definitiva, deben diseñarse como "muros drenantes" (figura 12.4). Por otro lado, el material usado en la construcción de dichos muros debe ser estable frente al paso del tiempo, intemperie y reacción con la roca y pesados para ejercer carga al pie del talud (Baquero, 2005).

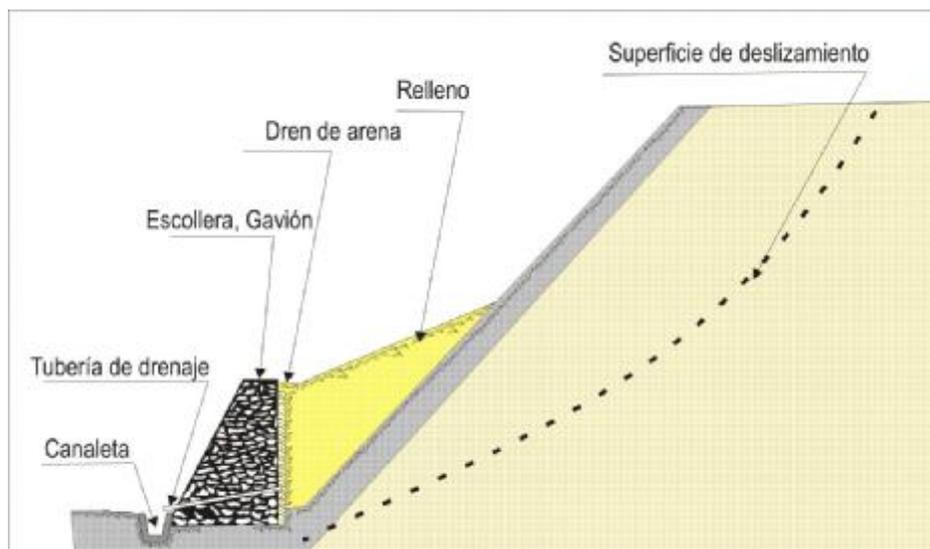


Figura 12.4. Muro permeable al pie del talud de una zona con deslizamiento.

- § Instalación de mallas, barreras correas de contención, o bulonado de bloques frente a caída de materiales.
- § Señalización del sector crítico en cabecera y diseño del ancho de berma suficiente como para que la circulación de vehículos pesados no se desarrolle sobre el sector crítico de carga (dentro del círculo de rotura).
- § Construcción de cunetas a cierta distancia del pie de talud, con bermas drenantes hacia ellas, con el fin de retirar el agua de cualquier grieta que pueda existir en la corona, así como en el pie del talud (doble pendiente).
- § Cuando el riesgo de deslizamiento es extremo y casi seguro, debe instalarse instrumental que permitan evaluar la evolución temporal del deslizamiento, y evaluar el movimiento del terreno, así como avisar de fuertes incrementos o superación de los márgenes de seguridad establecidos, con el fin de evacuar su base o tomar las medidas oportunas.

PARA HUAYCOS

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

- § Encauzar el cauce principal de los lechos aluviales secos, retirando los bloques rocosos en el lecho y seleccionando los que pueden ser utilizados para la construcción de enrocados, espigones o diques transversales artesanales siempre y cuando dichos materiales sean de buenas características geotécnicas. Considerar siempre que estos lechos aluviales secos se pueden activar durante periodos de lluvia excepcional caso del Fenómeno El Niño.
- § Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.
- § Las obras de infraestructuras que atraviesen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máximas crecidas registradas, que permitan el libre discurrir de crecidas violentas provenientes de la cuenca media y alta, evitándose obstrucciones y represamientos violentos.
- § Construir presas transversales de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrear grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos (figura 12.5)



Figura 12.5. Presas de sedimentación escalonada para controlar la fuerza destructiva de los huaycos

PARA INUNDACIONES Y EROSIÓN FLUVIAL

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

- § Encauzamiento del lecho principal, ríos y quebradas afluentes, en zonas donde se produzcan socavamientos laterales de las terrazas aledañas. Para ello se debe construir espigones laterales, enrocado o gaviones (figura 12.6) para aumentar la capacidad de tránsito en el cauce de la carga sólida y líquida durante las crecidas y limpiar el cauce.

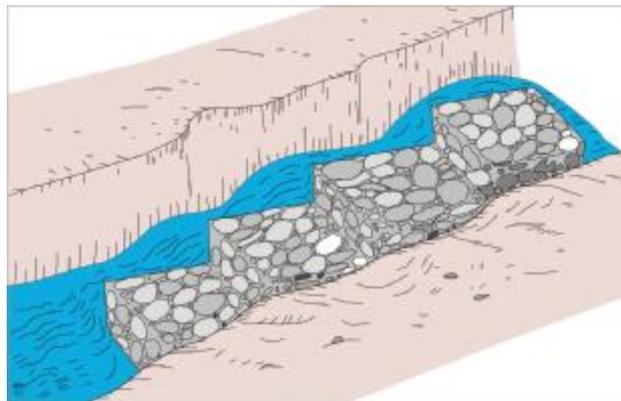


Figura 12.6. Gaviones para encauzar el lecho del río.

- § Protección de las terrazas fluviales de los procesos de erosión fluvial por medio diques de defensa o espigones (figura 12.7), que ayudan a disminuir el proceso de arranque y desestabilización.

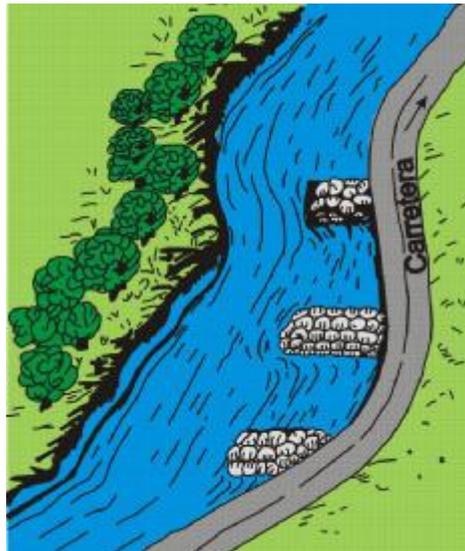


Figura 12.7. Espigones para proteger las terrazas fluviales.

- § Realizar trabajos que propicien el crecimiento de bosques ribereños con especies nativas (molle, sauce, carrizos, caña brava); pero evitar la implantación de cultivos en el lecho fluvial para que no interrumpa el libre discurrir de los flujos hídricos.
- Contra la erosión fluvial en la parte media de la cuenca Huaura, en las áreas donde se incrementa la pendiente como por ejemplo el sector comprendido entre Churín y Oyón, deberá intentarse disminuir la velocidad y la energía de los cursos de agua mediante la construcción de barreras, cultivos de cobertura y zanjas de infiltración para proteger las riberas y a las vías ubicadas cerca de ellas.

PARA ZONAS CON ARENAMIENTOS

Para detener el avance de los depósitos eólicos hacia terrenos agrícolas, obras de infraestructura y poblados; es necesario diseñar cortinas rompevientos y barreras de fijación de dunas, donde debe ir integradas plantaciones forestales (figura 12.8), las cuales después de un proceso gradual de reemplazo irán dejando paso al bosque denso sobre los depósitos eólicos ya fijados.



Figura 12.8. Fijación de dunas a través de plantaciones forestales.

CONCLUSIONES

- La región Lambayeque está expuesta principalmente a la generación eventual de flujos, erosión, caídas, inundaciones y deslizamientos.
- La inundaciones, flujos y erosión fluvial en la región están relacionadas estrechamente a la ocurrencia de lluvias extraordinarias como el fenómeno de El Niño.
- La generación de movimientos en masa (deslizamientos, huaycos, derrumbes y caídas de rocas) está asociada a la mala calidad de las rocas volcánicas sumada la ocurrencia de lluvias e infiltración y se presentan mayormente en las zonas interandinas de la región. En la zona costera la ocurrencia de este tipo de procesos está relacionada a causas antrópicas como las malas prácticas de regadío (riego por inundación, canales de regadío sin revestimiento), deforestación, corte de carretera y acumulación de material de desmonte.

RECOMENDACIONES

Difundir los resultados de este informe para contribuir con la prevención de desastres naturales en la región Lambayeque.

AGRADECIMIENTOS

En representación del INGEMMET, los autores del informe agradecen a todas las entidades públicas y privadas que contribuyeron brindando información y facilidades para la ejecución de los trabajos del El proyecto: "Peligros Geológicos en la región Lambayeque"; en especial al Gobierno Regional de Lambayeque, el Instituto Nacional de Defensa Civil y a las autoridades de las localidades de Reque, Olmos, Chongoyape y Chiclayo que contribuyeron con información y facilidades durante el desarrollo de los trabajos para el proyecto.

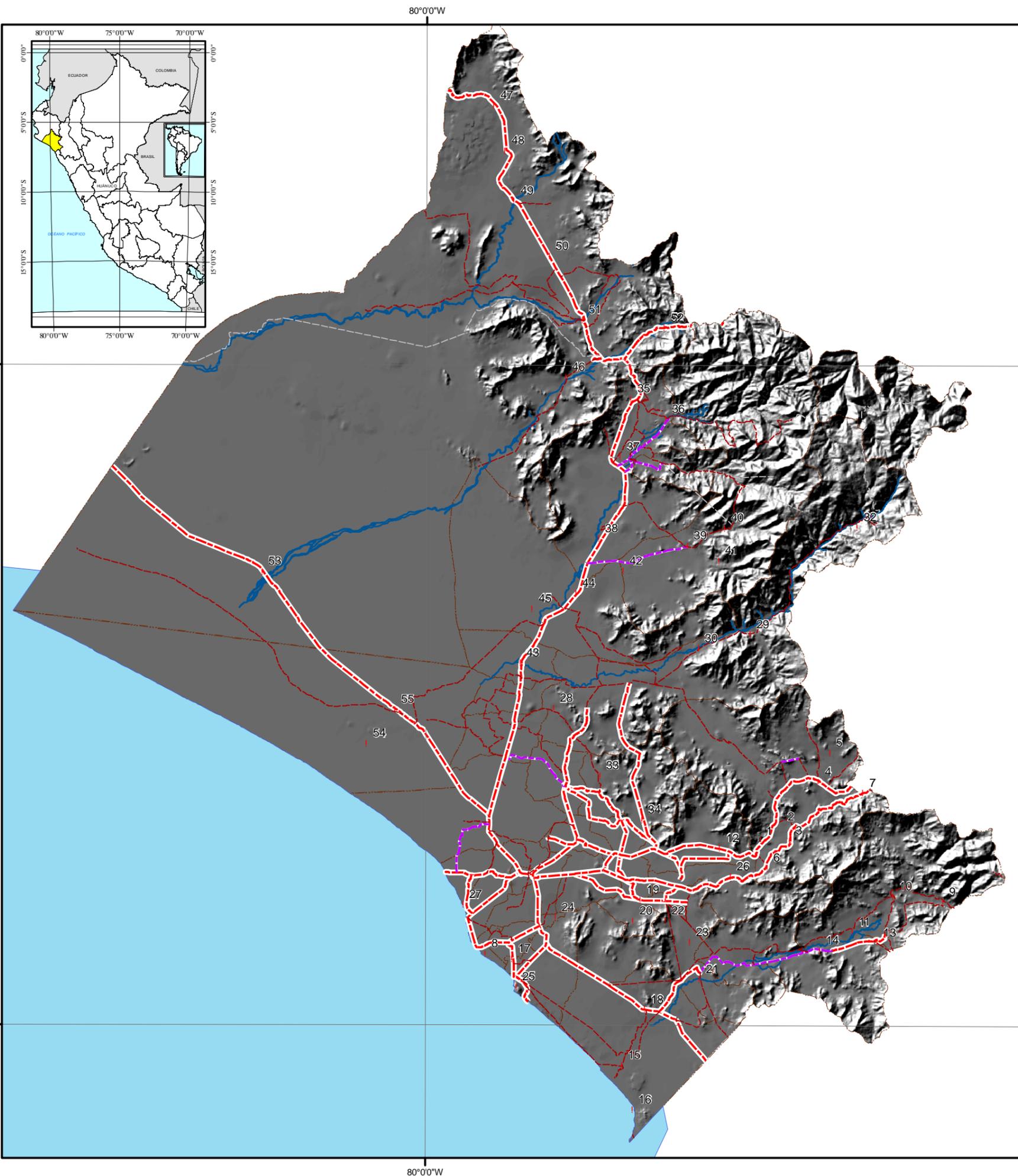
REFERENCIAS

FIDEL, L., ZAVALA, B. NUÑEZ, S. VALENZUELA, G. (2006). ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS DEL PERÚ FRANJA N° 4. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Serie "C" Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 29. 383 pgs. 11 figs., 10 gráfs., 49 cdrs., 136 fots., 19 mapas

NUÑEZ, S., VILLACORTA, S., CHIRA, J., RIVERA, R. (2006) Estudio Geoambiental de la cuenca del río Chancay-Lambayeque. Bol. INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 33. Lima, Perú. 139 p., 10 mapas. Lima, Perú

NUÑEZ, S. y VILLACORTA, S., (2005) Reporte Preliminar de zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca del río Chancay-Lambayeque. Informe técnico INGEMMET. Lima, Perú. 19 p., 1 mapa. Lima, Perú

SENAMHI (2006) Impacto hidrológico del fenómeno El Niño /La Niña en cuencas de las regiones de La Libertad y Lambayeque.



ZONAS CRÍTICAS

Leyenda

Zon_Crit_Lambayeque2008_18

<call other values>

NO. FENOMENO, PARAJE

- 1, Inundacion y erosion Fluvial, Puntilla-Chongoyape
- 2, Flujo de detritos, Quebrada Monterja - Tabazos
- 3, Inundacion, flujo de detritos, erosion fluvial, Wadington-Huayto
- 4, Flujo de detritos, Quebrada Magin-Juana Rjos
- 5, Flujo de detritos, Chiriquipe
- 6, Flujo de detritos, Pampa Grande
- 7, Inundacion, flujo de detritos, erosion fluvial, Quebrada Campana
- 8, Inundacion, arenamiento, tsunami, Santa Rosa-Monsefu
- 9, Inundacion, flujo de detritos, erosion fluvial, Querpan-Sector seis-Macuaco
- 10, Inundacion, flujo de detritos, erosion fluvial, Las Delicias-Santa Rita
- 11, Inundacion, flujo de detritos, erosion fluvial, La Compuerta
- 12, Flujo de detritos, Desaguadero
- 13, Inundacion y erosion Fluvial, Portachuelo-El Collao
- 14, Inudacion, flujo, caida de rocas, Culpén

- 30, Inundacion y erosion Fluvial, Papayo-Motupillo-La Traposa
- 31, Deslizamiento rotacional, San Juan-Tolopampa
- 32, Caída de rocas, La Floresta/Cruz verde
- 33, Deslizamiento, Derrumbe-Flujo, caída de rocas, Tallapampa-Chonta-Callima
- 34, Flujo de detritos e inundación, Mesones Muro
- 35, Flujo de detritos e inundación, Vichayal
- 36, Flujo de detritos y flujo de lodo, Tongorrape
- 37, Flujo de detritos, desprendimiento, avalancha de rocas, Cruz de Motupe
- 38, Inundacion fluvial, Sector Morropon-Las Anitas
- 39, Inundacion y erosion Fluvial, Motupe
- 40, Inundacion, flujo de detritos, Briceño
- 41, Inundacion fluvial, Sector Humedales
- 42, Flujo de detritos, Salas-Qda.riachuelo
- 43, Avalancha de rocas, flujos, El Sauce
- 44, Flujo de rocas, flujo de detritos, Nuevo Cardal-Salas
- 45, Inundacion, flujo de detritos, erosion fluvial, Noria Nueva-Alita
- 46, Inundacion y erosion Fluvial, Pte. La Leche-Sector Machuca-La Cirila
- 47, Inundacion, flujo de detritos, Puente Vilela-Puente Salas
- 48, Inundacion y erosion Fluvial, Pampa de Lino
- 49, Inundacion fluvial, El Muerto
- 50, Inundacion fluvial, El M,dano-Olmos
- 51, Inundacion y erosion Fluvial, Chemique-La capilla-Yaupe
- 52, Inundacion fluvial, Baden de Querpen
- 53, Inundacion fluvial, Pte.Insculas
- 54, Flujo de lodo, Pasabar La Granja
- 55, Inundacion fluvial, Pte.Cascajal-La Playa-Pte Olmos
- 56, Erosion Fluvial, flujo, La Tranca-El Overal
- 57, Erosion fluvial, erosion de laderas, derrumbe, flujo, La Pilca
- 58, Flujo de lodo, Pampa Palo Grueso
- 59, Inundacion fluvial, Sector La Nira
- 60, Flujo de detritos y flujo de lodo, Puente Motupe II y III, El Angulo II; y Pte.Inche

SÍMBOLOS

- 1 Capital de departamento
- / Capital de provincia
- Capital de distrito
- Límite de región
- - - Límite distrital (INEI, 2003)
- ~ Red hidrográfica
- ⬡ Laguna
- ⬢ Áreas sin recubrimiento topográfico

REPÚBLICA DEL PERÚ
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**ZONAS CRÍTICAS
 EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE**

Escala 1:700 000



PROYECCIÓN: TRANSVERSA DE MERCATOR

DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL WGS84 ZONA: 17 Sur