

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALURGICO

**INFORME TECNICO
GEOLOGIA AMBIENTAL**



**ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS
EN LA CUENCA DEL RÍO HUAURA**



PRIMER REPORTE

**POR
SANDRA VILLACORTA CH.
MAGDIE OCHOA Z.
ELISBAN LAURO C.**



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

LIMA - PERÚ
DICIEMBRE 2007

PRIMER REPORTE DE ZONAS CRÍTICAS POR PELIGROS NATURALES EN LA CUENCA HUAURA

Por: Villacorta, S. Ochoa, M. Lauro, E.

Diciembre 2007

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
GENERALIDADES	3
Antecedentes.....	3
Ubicación	4
Acceso.....	4
Metodología.....	4
PELIGROS GEOLÓGICOS.....	5
PELIGROS HIDROMETEREOLÓGICOS	9
ZONAS CRÍTICAS.....	10
Zonas críticas en la región de Oyón	10
Zonas críticas en la región de Huaura.....	15
Zonas críticas en la región de Huaral.....	19
MEDIDAS PROPUESTAS	20
Medidas para zonas con caídas.....	20
Medidas para zonas con cárcavas	21
Medidas para zonas de deslizamientos.....	22
Medidas para huaycos	22
Medidas para inundaciones y erosión fluvial.....	23
Medidas para zonas con arenamientos.....	24
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES	25
AGRADECIMIENTOS	25
REFERENCIAS.....	25

INTRODUCCIÓN

Este informe se ha preparado como sub-producto del "ESTUDIO GEOAMBIENTAL DE LA CUENCA HUAURA"; trabajo desarrollado en el marco del subprograma Estudios Geoambientales de Cuencas hidrográficas proyecto desarrollado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.

En este Reporte preliminar se presentan los peligros geológicos mas frecuentes en la cuenca del río Huaura y se plantean las medidas apropiadas para prevenir sus efectos en la seguridad física de los centros poblados, obras de infraestructuras, obras de ingeniería civil y actividades socio económica desarrolladas en dicha región.

GENERALIDADES

Antecedentes

En la temática de la prevención de desastres, el estudio más significativo realizado en la cuenca Huaura es el "Estudio Geodinámico de la Cuenca del río Huaura", efectuado por el INGEMMET en el año 1990. En dicho estudio se evaluó a escala 1/100 000 la recurrencia de movimientos en masa, erosión fluvial e inundaciones en la cuenca Huaura; determinándose cuatro zonas de riesgo: muy alto, alto, medio y bajo.

Así mismo, INDECI de cada jurisdicción realiza inspecciones técnicas periódicas y presenta informes donde se emiten una serie de recomendaciones para evitar los riesgos asociados a los procesos que causan desastres en la cuenca. Así por ejemplo, en el informe técnico n° 219-2007-MDS/STDC emitido por el secretario técnico de la municipalidad distrital de Sayán, se emitieron una serie de recomendaciones para evitar la erosión fluvial en el cauce del río Huaura y alrededores.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

Ubicación

La cuenca del río Huaura abarca un área de 5400 km² y se ubica en la región Lima ocupando parte de las provincias de Oyón, Huaura y Huaral (figura 1).

Acceso

La cuenca tiene una red vial que une los distritos y anexos de las provincias de Chancay, Cajatambo y Oyón en el departamento de Lima.

La carretera Huaura-Sayan-Puente Alco, es de primer orden hallándose asfaltada.

El resto de la red vial corresponde a una carretera de segundo orden y afirmada.

Metodología

La metodología seguida ha constado de dos etapas: Una *etapa de campo* realizada en cuatro campañas (74 días) en la 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 de gabinete* en la que se recopiló información, se interpretó fotografías aéreas e imágenes de satélite, se elaboró bases de datos, se procesó la información obtenida en campo y se elaboró el informe y los mapas temáticos. La clasificación utilizada para el caso de los movimientos en masa (ver Peligros Geológicos) es la de Varnes (1978)

PELIGROS NATURALES MÁS FRECUENTES

En la cuenca Huaura se han inventariado un total de 853 procesos que causan desastres; siendo los más frecuentes los que generan peligros geológicos e hidrometeorológicos.

En la figura 2 se puede observar una estadística del tipo de procesos inventariados versus el número de registros. Se puede notar que la mayoría de procesos son del tipo caída y flujo de detritos.

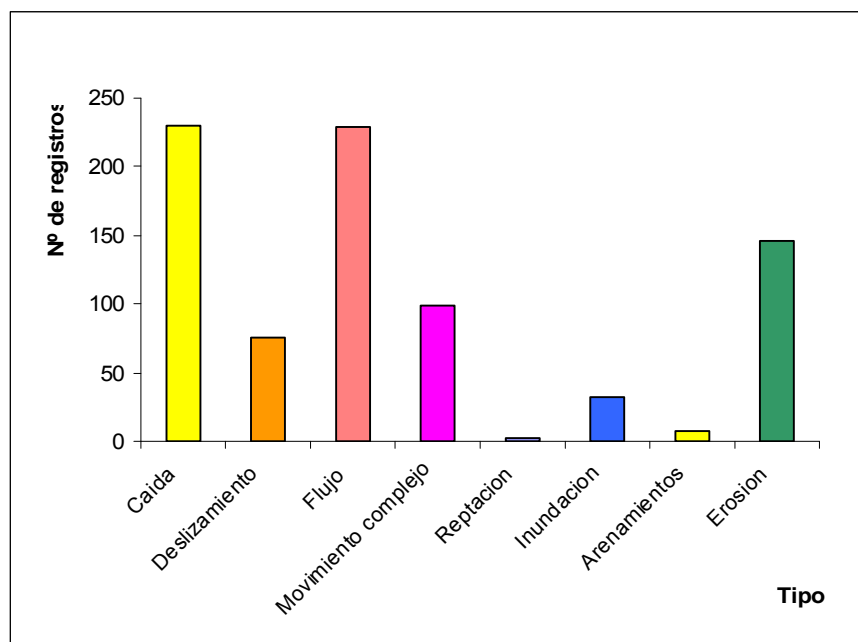


Figura 2: distribución de procesos que causan desastres por tipo de evento.

PELIGROS GEOLÓGICOS

De este tipo de procesos los más frecuentes en la cuenca son los denominados movimientos en masa.

MOVIMIENTOS EN MASA

Los movimientos en masa incluyen todo movimiento ladera debajo de masa de roca, detritos o suelo por efecto de la gravedad.

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.



Foto 1. Caida de rocas.
Carretera Sayán-Churín

Estos fenómenos se presentan en el valle del río Huaura (entre Sayan y Churin), 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-Mina Raura y Picoy-Rapaz.

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. Ejemplos de este proceso, lo tenemos en Oyón, Churín, Tulpay, Quebrada Cancha, Curay (foto 2) entre otros.



Foto 2. Deslizamiento de San Bartolome de Curay (distrito de Pachangara, provincia de Oyón).

FLUJOS

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.

Ejemplos de flujos no canalizados se tienen en laderas en ambos márgenes del río Huaura, entre Sayán y Churín y a lo largo de la carretera Oyón-Laguna Cochaquillo, entre otras.

Ejemplos de flujos de detritos canalizados (huaycos) se tiene en las quebradas: Puscao, Cochacalla, Yacash, Paran, Pashuro, Piedra Pintada, Molino, Picunche, Puente Colgante, Quisa, Paccho, La Mina, Buenavista, Quishuar, Ccara gallo, Los Alces (Foto 3) entre otras.



Foto 3. Flujo de la quebrada Los Alces que puede observarse en la carretera Huaura-La Empedrada (distrito y provincia de Huaura).

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. Ejemplos se pueden ver en las quebradas Huancash (Pachangara) y Suro Saca (Oyón).

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

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. Ejemplos tenemos en los sectores de Pomaca, Rucu, Quinuamachay y Pampa Jupay (foto 4) en Oyón.



Foto 4. Reptación de suelos en el sector Pampa Jupay (distrito de Naván y provincia de Oyón)

PELIGROS HIDROMETEREOLÓGICOS

INUNDACIONES

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. Ejemplos de estos fenómenos se presentan entre Sayan y Chevez; Sayan y Buenavista (Río Huanangue) y entre La Caleta de Carquin y Sayan.

EROSION 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



Foto 5. Erosión de laderas en el Cerro Muchica Rumay (distrito de Ihuarí y provincia de Huaral).

fenómeno sucede por infiltración de precipitaciones pluviales en suelos sueltos y desprovistos de vegetación y es perjudicial para la agricultura y el paisaje. Ejemplos de este proceso puede notarse en el valle de Checras, Quebrada Huandoy, Valle de Auquimarca, Ihuarí (foto 5) entre otras localidades de la cuenca.

EROSION FLUVIAL O DE RIBERAS

Debido a que el río Huaura es de régimen irregular y tormentoso, en épocas de crecientes incrementa su caudal con el consiguiente arrastre de material que actúa como componente horizontal y vertical de la fuerza erosiva de la corriente. 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. Ejemplos de este fenómeno se puede observar en diferentes sectores a lo largo del río Huaura y tributarios como el río Chico (Huanangue).


ZONAS CRÍTICAS


Las zonas críticas son áreas o lugares, que luego de la evaluación de las características geológicas-geotécnicas, tipo, frecuencia y daños producidos por procesos naturales que causan desastres, entre otros factores; se consideran más proclives a ser afectadas por desastres naturales y se necesita que se realicen en ellas obras de prevención y/o mitigación. Dichas zonas se presentan en las tablas siguientes resaltando:



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

En resumen, las ocurrencias de peligros geológicos inventariadas en la cuenca Huaura indican una mayor frecuencia de flujos y caídas, seguida de erosión de laderas e inundaciones.

Zonas críticas en la región de Oyón

Andajes	SECTOR	TIPO DE PROBLEMA	MEDIDAS PROPUESTAS
	Cabracancha (Baños de Fierro)	Erosión fluvial	Se observa arrimado de material en la margen derecha. Se recomienda construir gaviones o muro de concreto para proteger baños termales. Limpiar el cauce.
			

	Confluencia de los ríos Checras y Huaura	Erosión fluvial	La dinámica fluvial en la margen derecha del río Checras, erosiona la base de la carretera. Se recomienda construir gaviones o banquetas a base de sacos de arena; y sembrar pastizales en la llanura de inundación.
	Cerro Rupaicoto	Erosión de laderas	Se recomienda instalación de drenes y revegetar las laderas con sembríos de pastizales.
Caujul	Pumahuain	Flujo de detritos, erosión fluvial	Los detritos o conos de talud impactan siempre en la carretera y viviendas aledañas. Se recomienda desquinche de material acumulado en talud.
			
	Chilcarragra	Flujo de detritos	El material acumulado en el talud, puede desplazarse en épocas de lluvias y obstaculizar el tránsito en la carretera. Se recomienda desquinche y limpieza de talud.
	Quebrada Huancoy	Flujo de detritos, erosión fluvial	La erosión de ladera y desborde en ambas márgenes de la quebrada, revelan temporadas de precipitaciones intensas. Se recomienda construir defensa ribereñas para evitar erosiones fluviales.
	Aguar	Erosión de laderas	Se recomienda implementación de drenes y sembrío a modo de andenes.
	Quebrada Tancan	erosión de laderas, derrumbes, flujos	Se recomienda la implementación de drenes en laderas y construcción de defensa ribereña para evitar colmatación de cauce.
	Recu/ Mayapampa	Erosión de laderas	Erosión de ladera, que conducen flujos de detritos talud abajo, afecta pastos y terrenos de cultivo.
	Checras	Quebrada Churicocha	Erosión de laderas
Maray		Deslizamiento rotacional	Se recomienda implementar drenes subterráneos, estabilizar el ángulo de talud, a través de bermas revegetadas con pastos naturales.
Quebrada Jausha		Erosión de laderas, derrumbes, flujos	Se recomienda limpiar el cauce de la quebrada, y canalizarla con sacos de arena o enrocado.
Cerro Antaicoto		Caída de rocas	Se recomienda desquinche de bloques


			suelos e inestables, estabilizar (bajar) ángulo del talud de la carretera y construcción de muros de concreto para retener los bloques rodados.
			
Naván	Incha Cuyo	Deslizamiento	De ser posible Cambiar el trazo de la carretera, de lo contrario construir drenes en la parte alta del deslizamiento.
	Sector Mirahuay	Erosión fluvial	Construir muros de gaviones al margen derecho del río Huaura para evitar socavamiento de base de la carretera a Churin, limpieza de cauce en temporadas de lluvia.
			
Oyón	Chagapata	Flujo de detritos	Se recomienda canalizar la quebrada con enrocado.
	Oda. Morococha	Flujo de detritos	Para estabilizar los flujos de detritos, se recomienda revegetar ambas márgenes de la quebrada.
	Sector Ucruschaca	Erosión fluvial	Se recomienda la construcción de muros de gaviones o enrocados para encauzar el río y proteger la infraestructura de ese sector.
	Pampahuay / quebrada Chichahua	Erosión fluvial	Se recomienda construcción de muros de concreto para evitar desborde e inundación.
	Puente Viroc	Erosión fluvial	Se recomienda proteger las bases del puente con muros de gaviones o enrocados.


	Cerro Potrero / Pucayacu	Caída de rocas	Se recomienda desquinche de bloques sueltos e inestables en el talud y construcción de muros de contención que detengan el avance del material suelto.
	Yanamina / Baños de Viroc	Caída de rocas	Se recomienda limpiar el talud de escombros y colocar cunetas de derivación de rocas al río para evitar el impacto de estas en la carretera.
	Viroc (Callanhura)	Caída de rocas	Se observa caída de rocas y bloques grandes de hasta 1.5m de diámetro. Se recomienda limpiar el talud de escombros, estabilizar el ángulo de talud para aminorar la velocidad de caída de las rocas.
	Cerro Carhuashuayta	Caída de rocas	Se observa caída de rocas y bloques sueltos de hasta 2m de diámetro en las laderas del Cerro Carhuashuayta, margen izquierda de la quebrada Pirihuayacuta. Se recomienda desquinche de bloques sueltos y construcción de muros de pircas para evitar avance de los detritos.
	Cerro Golgue	Caída de rocas	Se recomienda limpiar el talud de escombros y desquinche de bloques sueltos e inestables.
	Cerro Huacracho	Caída de rocas	Se recomienda limpiar el talud de escombros y desquinche de bloques sueltos e inestables.
	Rapaz	Deslizamiento rotacional	Se recomienda la instalación de drenes, sembrío a modo de andenes y evitar riego en el cuerpo del deslizamiento.
	Erapata	Erosión fluvial	Se recomienda implementar defensas ribereñas en base de muros de gaviones y limpieza del cauce.
	Tectahuayin	Flujo de detritos, deslizamiento	Se recomienda canalizar la quebrada Tectahuayin con enrocado y construir badén en la carretera. Para el deslizamiento se debe retirar el material inestable y construir drenajes en la parte alta del deslizamiento.
Pachangara	Taucur	Caída de rocas	Se recomienda fragmentar los bloques más grandes y limpieza de escombros.
	Cerro Inquejirca	Caída de rocas	Se recomienda desquinche de bloques sueltos e inestables y estabilizar el ángulo del talud.
	Churín	Erosión fluvial	Se recomienda construir muros de gaviones en margen derecho del río Huaura y revegetar terrazas fluviales.
	Aguen	Erosión fluvial	Se observa erosión fluvial en la margen derecha del río Checras. Con lluvias fuertes el río crece y afecta terrenos de cultivo y pastos. Se recomienda construcción de defensas ribereñas en ambas márgenes del río.
	Frente Lagsaura	Erosión de laderas	Revegetar las laderas con pastos que intercepten las aguas de lluvia.
	Quebrada Yuraccasha	Erosión de laderas	Se recomienda instalación de drenes y revegetación de las laderas.
	Cerro Pumarigrin / Huallupampa	Caída de rocas	Se recomienda desquinche de bloques sueltos e inestables, estabilizar ángulo del talud y construcción de muros de gaviones para minimizar los daños a la carretera Huanchuasi-Rapaz.


Paccho	Uchicaca	Derrumbe, caída de rocas	No ubicar terrenos de cultivo en esta zona
	Loma Condorccayan	Deslizamiento rotacional	Se recomienda implementar drenes y revegetar la zona con pastos de la zona.
	Quebrada Purutuma	Derrumbe	estabilizar el ángulo del talud y colocar muros de gaviones al pie de derrumbe
	Quebrada Huachacan (Quebrada Huayanay)	Flujo de detritos	Canalizar la quebrada y revegetar parte alta.
Santa Leonor	Piscigranja "Los Delfines"	Erosión fluvial	Se recomienda construir muros de gaviones en margen derecho del río Checras y revegetar terrazas fluviales.
	Tuntul	Erosión fluvial	Se recomienda colocar sacos de arena en el margen derecho de la quebrada para evitar inundaciones en terrenos de cultivos.
	Quebrada Jucul	Caída de rocas, flujo de detritos	Se recomienda construir muros de gaviones en margen de quebrada y revegetar parte alta de la quebrada.
	Liauliau	Flujo de detritos	Revegetar la parte alta de las quebradas y canalizar las más amplias.
	Jujul	Deslizamiento rotacional	Se recomienda la instalación de drenes, sembrío a modo de andenes y evitar mal sistema de riego en las partes altas.
	Oda. Pallca	Flujo de detritos	Se recomienda implementación de drenes y sembríos a modo de andenes en ambas márgenes de la quebrada.
	Tranca	Flujo de detritos	Se recomienda Proteger los terrenos de cultivo afectados en este sector con pircas de 1 m de altura como mínimo.
	Pallca Chico	Flujo de detritos	Se recomienda canalizar la quebrada con enrocado.
	Pucayacu	Flujo de detritos	Para estabilizar los conos de flujos de detritos en la ladera se recomienda revegetar la zona.
	Arma	Flujo de detritos	Se recomienda canalizar la quebrada con enrocado.
	Obrajes	Flujo de detritos	Se recomienda canalizar la quebrada con enrocado.


Zonas críticas en la región de Huaura

	SECTOR	TIPO DE PROBLEMA	MEDIDAS DE CONTROL
Huaura	Caldera	Inundación	Se ha construido muros de piedras para proteger a los terrenos de cultivo pero son insuficientes. Se recomienda colocar enrocado aledaño al muro y de ser posible construir gaviones de 3 m de altura.
	San Germán	Inundación	No cultivar. Limpiar el cauce y colocar defensas ribereñas (muro de gaviones).
	Sarope	Inundación	Sería necesario canalizar al río colocar gaviones de 2 m. de altura por lo menos. Encausar el río Huaura.
	Frente a la cooperativa Humaya	Inundación	Se recomienda construir gaviones de 2 m. de altura como mínimo.
	Sector Tres Marías, Altura del Km. 24 Huara - Sayan y San José	Inundación	Mantener las defensas ribereñas y limpiar el cauce del río.
	Cerro San Isidro	Caída-flujo de detritos	Se recomienda cubrir ese tramo del canal en un aproximado de 25 m. de longitud. Construir contrafuerte de 1 m. de altura para proteger canal de riego.
	Vilcahuara	Caída de rocas, erosión fluvial, inundación, flujo de detritos	Se recomienda el peinado de los taludes inestables (desquinche de bloques sueltos). Construir defensas ribereñas de al menos 2 m de altura en la margen derecha del río Huaura. Limpieza del cauce de la quebrada Vilcahuara.
	Acaray	Inundación	Construir defensas ribereñas de al menos 2 m de altura en la margen derecha del río Huaura. Limpieza del cauce en este sector.
	Prolongación Santa Ana	Inundación	Construir defensas ribereñas de al menos 2 m de altura en la margen derecha del río Huaura. Limpieza del cauce en este sector.
Hualmay	Qda Loreto (Margen izq. Carretera Santa Ines)	Flujo de detritos, erosión de laderas	Revegetar la zona de andenes y realizar el revestimiento del canal ubicado en ese sector.
	San Isidro	Vuelco de rocas, movimiento complejo (caída-flujo)	Para estabilizar el vuelco se debe cambiar el ángulo del talud de la carretera en el sector de mayor pendiente. Para estabilizar el movimiento complejo es necesario desquinchar los bloques sueltos.
Hualma y	Fundo Carquín Chico	Inundación	Construir defensas ribereñas de al menos 2 m de altura en la margen derecha del río Huaura. Limpieza del cauce en este sector.
Santa María	Sector San Juan	Inundación	Construir defensas ribereñas de al menos 2 m de altura en la margen derecha del río Huaura. Limpieza del cauce en este sector.

	La Chonta	Erosión fluvial	A 150 m. del puente aguas arriba y abajo se construyeron gaviones de 3.5 m. de altura en ambas márgenes, se recomienda encauzar y mantener limpio el cauce del río (se observo botadero de basura)
Huacho	El Tauca AAHH. Atalaya	Deslizamiento traslacional	Considerado el punto mas critico de la zona en estudio, por presentar una posible falla local o asentamiento considerable, se recomienda reubicar al AAHH de Atalaya (600 familias), debido a un inminente colapso de la zona.
			
	Cº Gambo: AAHH. 09 de Octubre	Caída de rocas	Se recomienda hacer una limpieza de taludes en la ladera desquinchando bloques sueltos e inestables, caso contrario reubicar el AAHH. en mención.
	Cº Humaya	Movimiento complejo (caída-derrumbe)	Se recomienda, por la pendiente muy fuerte y el tamaño de bloques que se hallan en la ladera, limpiar los taludes de la ladera desquinchando bloques sueltos.
Sayán	Sector Puente colgante - Topaya	Erosión fluvial, flujo de detritos	Para controlar el flujo de rocas en este sector sería necesario desquinchar los bloques más grandes. Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río.
	Malecón turístico	Erosión fluvial	Colocar enrocado en ambas márgenes del río y no acumular desmonte en la ribera del río.

		
Sector Puente Colgante - Cerro Blanco - Piedra Partida	Erosión fluvial, flujo de detritos, caída de rocas	Se recomienda la reforestación de las laderas y canalizar las quebradas secas en ambas márgenes del río Huaura así como un peinado de talud de las mismas. Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río.
Sector Puente Pampa Grande	Erosión fluvial	Teniendo como antecedente la Inundación en la margen derecha del río Huanangue y el ingreso de agua, hasta 100 m tierra adentro, se recomienda ampliar y repotenciar el enrocado hasta los 400 m así como la limpieza (descolmatación) del cauce del río de dicha zona.
Sector Puente Canal de Acueducto ISR	Erosión fluvial	Lo recomendable es limpiar el cauce del río.
Sector Casa Vieja	Erosión fluvial	Tras la erosión fluvial del pie talud de la terraza, en la margen en que se halla la carretera, se recomienda la construcción de gaviones con forma escalonada y rellena con una escollera de piedra para que no existan espacio entre la pared del talud y el gavión o de lo contrario, cambiar el trazo de carretera en este tramo, hacia el pie de la montaña.
Sector Bocatoma Repartición	Erosión fluvial, erosión de laderas	Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río. Se recomienda la reforestación en las partes erosionadas del cerro Chihuacay.
Sector Bocatoma Cuchuchín	Erosión fluvial, flujo de detritos	Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río. Lo recomendable es canalizar el flujo y no construir viviendas en el cauce de la quebrada.
Sector Bocatoma Casa Vieja	Erosión fluvial, flujo de detritos	Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales

			aledañas al río. Lo recomendable es canalizar el cauce del flujo delimitándolo con enrocados en ambas márgenes.
	Piedra Gacha (Garita de control SENASA)	Erosión fluvial	Colocar enrocado o muros de gaviones de 2 m de altura como mínimo para proteger la carretera de la erosión fluvial.
			
	Quinchés Alto - Bocatoma Quinchés km 5.9	Erosión fluvial, flujo de lodo	Canalizar la Qda Canguay porque puede reactivarse en un evento del Fenómeno El Niño. Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río.
	Sector Bocatoma Lule Alto	Erosión fluvial	Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río. Se recomienda limpiar el cauce del río.
	Sector Acueducto Canal	Erosión fluvial	Para controlar la erosión fluvial hace falta colocar muros de gaviones que sobrepasen las terrazas fluviales aledañas al río. Se recomienda limpiar el cauce del río.
	Cerro Frejolito	Caída de Rocas	Se recomienda reubicar vivienda de esteras ubicada en ese sector, revestir y cubrir el canal ubicado en ese sector; limpieza de talud y fragmentación de bloques grandes, muros a base de pircas en la margen del canal y la ladera del cerro Mina.

			
	Chambará	Flujo de detritos, inundación	Debido a eventos antes ocurridos en esta zona, como el huayco de la quebrada Chambará (1988) y considerando que actualmente algunos pobladores tienen sus viviendas en pleno cauce de la quebrada, se debe canalizar esta quebrada desde la parte alta hasta la desembocadura. En las riberas del río Huaura, para evitar la inundación es necesario construir defensas ribereñas con gaviones de 2 m de altura como mínimo.
	Puente Balta	Erosión fluvial	Se recomienda proteger las bases del puente con gaviones o enrocados..
	Casa Blanca a la altura del Camal Municipal	Erosión fluvial	Limpiar cauce y colocar con enrocado o muros de gaviones de 2 m de altura como mínimo.
	Coto	Erosión fluvial, flujo de detritos	Completar el tramo afectado por erosión fluvial con enrocado o muros de gaviones para proteger la carretera sayán-Churín.
	Cerro Frejolito	Caída de Rocas	Se recomienda reubicar vivienda de esteras ubicada en ese sector, revestir y cubrir el canal ubicado en ese sector; limpieza de talud y fragmentación de bloques grandes, muros a base de pircas en la margen del canal y la ladera del cerro Mina.
Leoncio Prado	Acopara	Movimiento complejo (Deslizamiento-Flujo)	Se recomienda evitar la infiltración en el cuerpo del deslizamiento con drenaje superficial en la parte alta del deslizamiento.

Zonas críticas en la región de Huaral

	SECTOR	TIPO DE PROBLEMA	MEDIDAS DE CONTROL
Ihuari	Cerro Tunaspata	Caída de Rocas	Se recomienda desquincar bloques sueltos e inestables, y estabilizar el ángulo de talud.

Sector Caldera/Poblado de Acotama	Erosión Fluvial	Se recomienda reforzar las terrazas naturales con sembríos de pastos y muros de gaviones. Limpieza del cauce.
Sector Laccamate	Erosión Fluvial	Se recomienda colocar muros de gaviones o enrocado y limpieza del cauce.
Añanpay	Deslizamiento traslacional, caída de rocas, derrumbes	Se recomienda estabilizar el cuerpo de deslizamiento a través de instalación de drenes, sembrío de pastos naturales a manera de andenes en los saltos del deslizamiento, construcción de muros de gaviones en la base del deslizamiento para evitar los derrumbes.
Buena Vista-Yauringa	Erosión Fluvial	Se recomienda reforzar las terrazas naturales con muros de gaviones o enrocado, limpieza del cauce y revegetar las terrazas con pastos de la zona.
Acotama	Caída de rocas, flujo de detritos	Canalizar cauce de la quebrada y desquinchar bloques sueltos e inestables en ambas márgenes.
Sector Chinca	Derrumbe, caída de rocas	Desquinchar los taludes críticos de la zona y revegetar con andenes.
Quishuan	Erosión Fluvial, flujo, caída	Construir defensas ribereñas como gaviones con forma escalonada y rellena con una escollera de piedra para que no existan espacio entre la pared del talud y el gavión. Desquinche y limpiado del talud crítico.
Sector Cochatoma-Aracoto-Chirimoyo	Erosión Fluvial, caída de rocas, flujo, derrumbe	Construcción de gaviones con forma escalonada (no menor a 2.5 m) para detener la erosión fluvial y el derrumbe. Desquinche de bloques sueltos e inestables en el talud de la carretera.

MEDIDAS PROPUESTAS

Las medidas propuestas se han dividido de acuerdo al tipo de problema presentado en:

- Medidas para zonas con caídas
- Medidas para zonas con cárcavas
- Medidas para zonas con deslizamientos
- Medidas para huaycos
- Medidas para inundaciones y erosión fluvial
- Medidas para zonas con avenamiento

Medidas 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 bermas, 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.
- 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 o sembrado de cobertura vegetal.

Medidas 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.
- § 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 alcancen 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.

Medidas para zonas de deslizamientos

Las principales medidas que se proponen para el manejo de zonas con deslizamientos son:

- § Evitar el riego en exceso. El regadío debe ser breve, de modo que se limite la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos; además se debe utilizar reservorios y canales revestidos para minimizar la 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.
- § 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.
- § Favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno como por ejemplo: el trigo y la cebada que se pueden cultivar en surcos (riego) o al volteo (secano); mientras que los cultivos de maíz, papa y alverjas requieren mayor cantidad de agua y un buen drenaje para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
- § Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal conformada por pastos, malezas y arbustos con el fin de estabilizar el terreno. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcancen 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.
- § Evitar el sobre pastoreo y la quema de pastos, debido a que producen deterioro y destrucción de la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el resembrado de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo.

Medidas para huaycos

En la cuenca media y baja del río Huaura existen lechos fluviales y quebradas secas, que corresponden a 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 de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrean grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos.

Medidas 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 y ríos aledaños en zonas donde se produzcan socavamientos laterales de las terrazas aledañas, por medio de la construcción de diques de defensa, espigones laterales, enrocado o gaviones para aumentar la capacidad de tránsito en el cauce de su carga sólida y líquida hacia el cauce principal durante las crecidas, Encauzamiento de quebradas afluentes y limpieza de sus cauces para que se tenga un libre discurrir.
- § La protección de las terrazas fluviales de los procesos de erosión fluvial y para disminuir el proceso de arranque y desestabilización.

- § Realizar trabajos que propicien el crecimiento de bosques ribereños con especies nativas (molle, sauce, carrizos, caña brava). Estos bosques deben ser declarados intangibles por su poder protección y además estiliza el fondo del valle.
- § En las márgenes de los ríos tributarios al río Huaura se debe mantener la cobertura vegetal ribereña complementada con la construcción de gaviones con el fin de realizar un control de la erosión lateral. Asimismo debe evitarse la implantación de cultivos en el lecho fluvial de los ríos, lo que permitirá 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.

Medidas 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 deben ir integradas plantaciones forestales, los cuales después de un proceso gradual de reemplazo irán dejando paso al bosque denso sobre los depósitos eólicos ya fijados.

CONCLUSIONES

- Se han identificado 97 zonas críticas por peligros naturales, de las cuales un gran porcentaje presenta un potencial de alto riesgo por la vulnerabilidad asociada. Algunas de estas zonas no evidencian la ocurrencia de un evento reciente, pero el tipo de material y las dimensiones de los depósitos manifiestan la ocurrencia de eventos de gran magnitud y se les ha considerado como críticas al haberse encontrado centros poblados, terreno de cultivo u obra de ingeniería asentadas dentro o cruzando estos depósitos, los cuales pueden ser afectados por una reactivación.
- Cierta porcentaje de las zonas críticas identificadas cuentan con medidas de prevención y/o mitigación de los peligros a los cuales están expuestas, pero estas estructuras resultan insuficientes y necesitan ser ampliadas y mejoradas.
- La mayor recurrencia de peligros naturales en la cuenca es de tipo flujos (huaycos, flujos de lodo) y caídas (desprendimientos y derrumbes).

- Los procesos de inundación y erosión fluvial, algunos de gran magnitud que afectan tramos de carretera importante, terrenos de cultivo y centros poblados, están relacionado a la presencia de lluvias excepcionales como las generadas durante el fenómeno El Niño.
- En los cauces de quebradas actualmente secas en la cuenca baja, pero que muestran depósitos de huaycos antiguos, ha sido posible observar la presencia de gran cantidad de material suelto producto de los derrumbes y los procesos de meteorización, este material es susceptible de ser acarreado como nuevos huaycos durante periodos de lluvia excepcional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en cuenta las recomendaciones emitidas en este informe antes del periodo de lluvias.
- Se recomienda a los gobiernos locales trabajar de manera coordinada con los Comités de Defensa Civil, Gobiernos Regionales, Direcciones Regionales de transportes, entre otras entidades competentes en la temática de prevención de desastres para ampliar, mejorar y gestionar la construcción de las obras de prevención y mitigación requeridas para las zonas críticas señaladas en este informe.

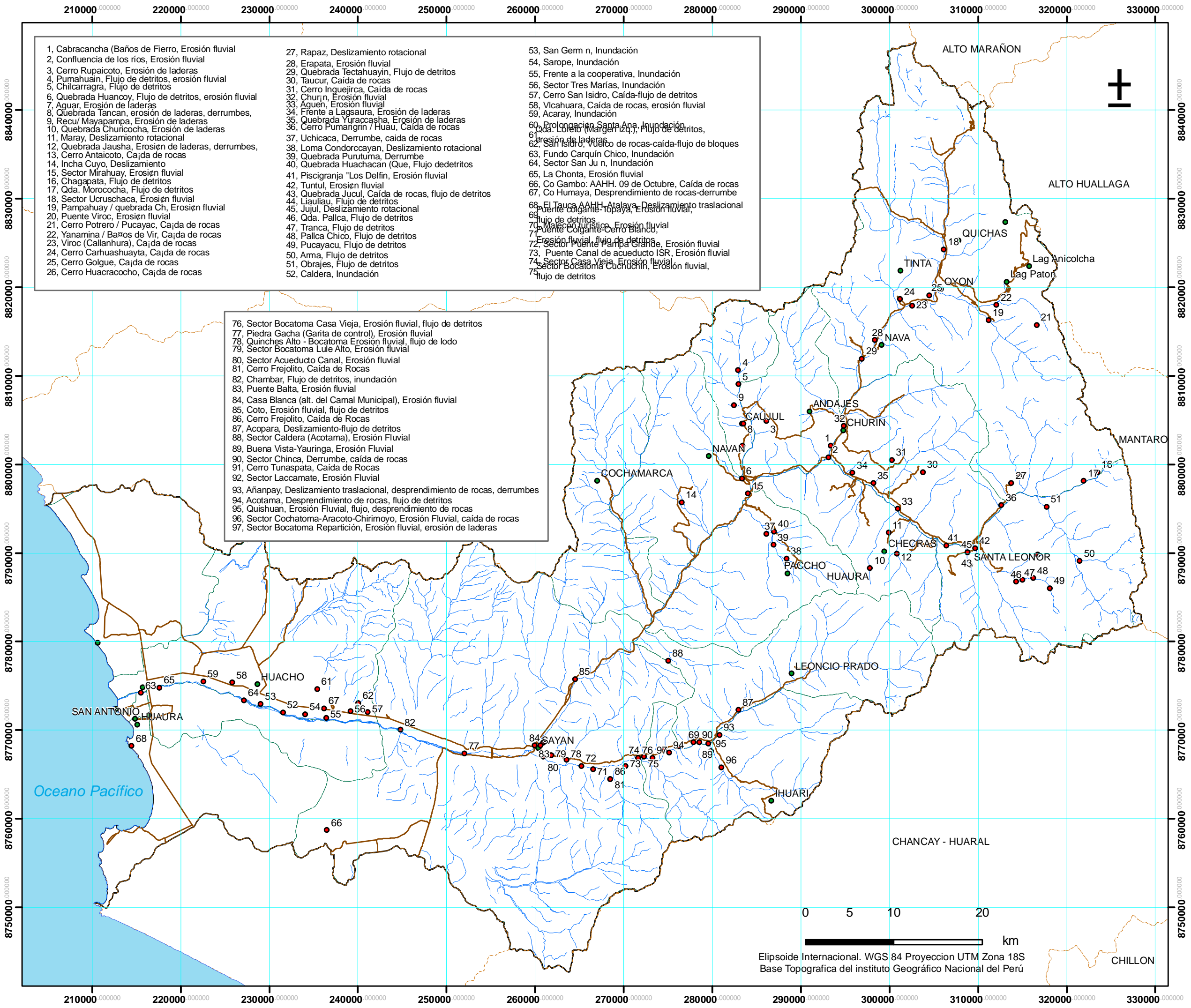
AGRADECIMIENTOS

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 "Estudio Geoambiental de la cuenca Huaura"; en especial al Gobierno Regional de Lima, la Municipalidad provincial de Huaura, el Instituto Nacional de Defensa Civil y a las autoridades de las localidades de Churín, Huancahuasi, Rapaz, Caujul, Naván, Yarucaya, Andajes, Pachangara, Oyón, Sayán y Huacho.

REFERENCIAS

INGEMMET (1990) Estudio Geodinámico de la cuenca del río Huaura. Boletín INGEMMET Serie C, N° 14D. 1 mapa, 51 graf., 25 tab.

Municipalidad Distrital de Sayán (2007) Informe Técnico N° 219-2007-MDS/STDC. Informe interno.



- | | | |
|---|---|--|
| 1, Cabracancha (Baños de Fierro, Erosión fluvial) | 27, Rapaz, Deslizamiento rotacional | 53, San Germ n, Inundación |
| 2, Confluencia de los ríos, Erosión fluvial | 28, Erapata, Erosión fluvial | 54, Sarope, Inundación |
| 3, Cerro Rupaicoto, Erosión de laderas | 29, Quebrada Tectahuayin, Flujo de detritos | 55, Frente a la cooperativa, Inundación |
| 4, Pumahuain, Flujo de detritos, erosión fluvial | 30, Taucur, Caída de rocas | 56, Sector Tres Marías, Inundación |
| 5, Chilcarragra, Flujo de detritos | 31, Cerro Inquejirca, Caída de rocas | 57, Cerro San Isidro, Caída-flujo de detritos |
| 6, Quebrada Huancoy, Flujo de detritos, erosión fluvial | 32, Churín, Erosión fluvial | 58, Vlcahuara, Caída de rocas, erosión fluvial |
| 7, Aguar, Erosión de laderas | 33, Agueñ, Erosión fluvial | 59, Acaray, Inundación |
| 8, Quebrada Tancan, erosión de laderas, derrumbes, | 34, Frente a Lagsaura, Erosión de laderas | 60, Prolongación Santa Ana, Inundación |
| 9, Recu/ Mayapampa, Erosión de laderas | 35, Quebrada Yuracasha, Erosión de laderas | 61, Erosión de laderas |
| 10, Quebrada Chuncocha, Erosión de laderas | 36, Cerro Pumaringin / Huau, Caída de rocas | 62, San Isidro, Flujo de rocas-caída-flujo de bloques |
| 11, Maray, Deslizamiento rotacional | 37, Uchicaca, Derrumbe, caída de rocas | 63, Fundo Carquín Chico, Inundación |
| 12, Quebrada Jausha, Erosión de laderas, derrumbes, | 38, Loma Condorcayan, Deslizamiento rotacional | 64, Sector San Juan, Inundación |
| 13, Cerro Antaicoto, Caída de rocas | 39, Quebrada Purutuma, Derrumbe | 65, La Chonta, Erosión fluvial |
| 14, Incha Cuyo, Deslizamiento | 40, Quebrada Huachacan (Que, Flujo de detritos) | 66, Co Gambo: AAHH. 09 de Octubre, Caída de rocas |
| 15, Sector Mirahuay, Erosión fluvial | 41, Piscigranja "Los Delfin, Erosión fluvial | 67, Co Humaya, Desprendimiento de rocas-derrumbe |
| 16, Chagapata, Flujo de detritos | 42, Tuntul, Erosión fluvial | 68, El Tauce AAHH Atalaya, Deslizamiento traslacional |
| 17, Qda. Morococha, Flujo de detritos | 43, Quebrada Jucul, Caída de rocas, flujo de detritos | 69, Puente Colgante Topaya, Erosión fluvial, |
| 18, Sector Ucruschaca, Erosión fluvial | 44, Liauliu, Flujo de detritos | 70, Puente Colgante, Erosión fluvial |
| 19, Pampahuay / quebrada Ch, Erosión fluvial | 45, Jujul, Deslizamiento rotacional | 71, Erosión fluvial, flujo de detritos |
| 20, Puente Viroc, Erosión fluvial | 46, Qda. Pallca, Flujo de detritos | 72, Sector Puente Pampa Grande, Erosión fluvial |
| 21, Cerro Potrero / Pucayac, Caída de rocas | 47, Tranca, Flujo de detritos | 73, Puente Canal de acueducto ISR, Erosión fluvial |
| 22, Yanamina / Baños de Vir, Caída de rocas | 48, Pallca Chico, Flujo de detritos | 74, Sector Casa Vieja, Erosión fluvial |
| 23, Viroc (Callanhura), Caída de rocas | 49, Pucayacu, Flujo de detritos | 75, Sector Bocatoma Cuchuchin, Erosión fluvial, |
| 24, Cerro Carhuashuaya, Caída de rocas | 50, Arma, Flujo de detritos | 76, Sector Bocatoma Casa Vieja, Erosión fluvial, flujo de detritos |
| 25, Cerro Golgue, Caída de rocas | 51, Obrajes, Flujo de detritos | 77, Piedra Gacha (Garita de control), Erosión fluvial |
| 26, Cerro Huacracochco, Caída de rocas | 52, Caldera, Inundación | 78, Quinchos Alto - Bocatoma Erosión fluvial, flujo de lodo |

- | |
|--|
| 76, Sector Bocatoma Casa Vieja, Erosión fluvial, flujo de detritos |
| 77, Piedra Gacha (Garita de control), Erosión fluvial |
| 78, Quinchos Alto - Bocatoma Erosión fluvial, flujo de lodo |
| 79, Sector Bocatoma Lule Alto, Erosión fluvial |
| 80, Sector Acueducto Canal, Erosión fluvial |
| 81, Cerro Frejolito, Caída de Rocas |
| 82, Chamber, Flujo de detritos, inundación |
| 83, Puente Balta, Erosión fluvial |
| 84, Casa Blanca (alt. del Camal Municipal), Erosión fluvial |
| 85, Coto, Erosión fluvial, flujo de detritos |
| 86, Cerro Frejolito, Caída de Rocas |
| 87, Acopara, Deslizamiento-flujo de detritos |
| 88, Sector Caldera (Acotama), Erosión Fluvial |
| 89, Buena Vista-Yauringa, Erosión Fluvial |
| 90, Sector Chinca, Derrumbe, caída de rocas |
| 91, Cerro Tunaspata, Caída de Rocas |
| 92, Sector Laccamate, Erosión Fluvial |
| 93, Añanpay, Deslizamiento traslacional, desprendimiento de rocas, derrumbes |
| 94, Acotama, Desprendimiento de rocas, flujo de detritos |
| 95, Quishuan, Erosión Fluvial, flujo, desprendimiento de rocas |
| 96, Sector Cochatoma-Aracoto-Chirimoyo, Erosión Fluvial, caída de rocas |
| 97, Sector Bocatoma Repartición, Erosión fluvial, erosión de laderas |



- Símbolos**
- Capital de provincia
 - Capital de distrito
 - Via asfaltada
 - Via afirmada
 - Via sin afirmar
 - Trocha carrozable
 - Límite de costa
 - Límite distrital
 - Límite de cuenca
 - Red hidrográfica
 - Poblados

República del Perú
Sector Energía y Minas
Instituto Geológico Minero y metalúrgico

Estudio Geoambiental de la Cuenca del río Huaura

Región de Lima
FEBRERO 2008

MAPA DE ZONAS CRITICAS
MAPA N° 09

0 5 10 20 km

Elipsoide Internacional. WGS 84 Proyeccion UTM Zona 18S
Base Topografica del instituto Geográfico Nacional del Perú