

Lima-Perú 2008

Riesgos Geológicos en la Región Ucayali

Boletín N° 37 Serie C

Geodinámica e Ingeniería Geológica



Por:

Segundo Núñez Juárez

Lucio Medina Allcca



Dirección de Geología Ambiental
y Riesgo Geológico

Institución Geocientífica al Servicio del País

Lima-Perú
2008

GEODINÁMICA E INGENIERÍA GEOLÓGICA
N° 37, Serie C, 2008

Hecho el Depósito Legal N° 2008-06784
Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
(INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú
Primera Edición, INGEMMET 2008
Se terminó de imprimir el 2 de junio del año 2008 en los talleres de
INGEMMET

© **INGEMMET**

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Sr. Jaime Chávez Riva Gálvez
Secretario General: Sr. Mario Huerta Rodríguez
Asesor Geocientífico: Sr. José Macharé Ordóñez

Comité Editor: José Macharé O., Víctor Carlotto C., Lionel Fidel S.,
Hernando Núñez del Prado, Humberto Chirif R.

Unidad encargada de la edición: Unidad de Relaciones
Institucionales.

Corrección Geocientífica: Lionel Fidel S.
Digitalización y SIG: Samuel Lu
Revisión científica: Ricardo Aniya
Corrección gramatical y de estilo: Glenda Escajadillo
Diagramación: Zoila Solis

Referencia bibliográfica

Núñez, S.; Medina L., 2008, Riesgos Geológicos en la Región
Ucayali.
INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 37,
161p., 6 mapas escala 1:600 000

Portada: Área geográfica cubierta por el estudio

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapa escala 1: 600 000

Mapa N° 1	Mapa Litológico.
Mapa N° 2	Mapa Hidrogeológico.
Mapa N° 3	Mapa Geomorfológico.
Mapa N° 4	Inventario de Peligros Geológicos.
Mapa N° 5	Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Ucayali.
Mapa N° 6	Mapa de susceptibilidad a inundaciones y erosiones fluviales.

Figuras

Figura N° 4.1	Mapa de ubicación de las secciones del levantamiento batimétrico del río Ucayali, sector de Pucallpa a Nuevo San Juan.
Figura N° 4.2	Sección 17. Estirón de San Juan: Se muestra una sección típica en un tramo recto de un río, donde la fuerza hidráulica es uniforme en toda la sección, con un tirante bastante pequeño y una anchura de sección normal.
Figura N° 4.3	Sección 30. Quebrada Manantay: Sección irregular con un talud casi vertical en la margen izquierda y una cota de fondo por debajo del nivel promedio del río (114 msnm). El thalweg es profundo debido a que ha alcanzado un material aparentemente resistente, donde soporta gran cantidad de energía.
Figura N° 4.4	Sección 34. Puerto Italia: Sección estrecha del río con pendientes moderadas de los taludes en ambas márgenes, sobre material aluvial reciente (Qh-al3). El río aparentemente ha alcanzado un nivel resistente en esta unidad.
Figura N° 6.1	Imagen satelital que muestra la Cordillera El Sira (parcialmente nublada), el sector de la vertiente de detritos y el valle del río Boquerón (distrito y provincia de Padre Abad).
Figura N° 6.2	Sector de Unine (cuadrángulo de Obenteni) que muestra en su margen derecha un deslizamiento antiguo.
Figura N° 6.3	Se muestra el cauce antiguo del río Aguaytía (distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo).
Figura N° 6.4	Se muestra las zonas de terrazas altas y la de meandros.
Figura N° 6.5	Planicie surcada por quebradas en el sector noroeste del cuadrángulo de Noaya.
Figura N° 6.6	Fórmula para determinar si el río es de tipo meándrico (Villota 2006).
Figura N° 6.7	Desarrollo de orillares en una llanura meándrica (Villota 2006).
Figura N° 6.8	Imagen satelital de la desembocadura del río Aguaytía en el río Ucayali, que muestra meandros recientes y antiguos.
Figura N° 6.9	Proceso de estrangulamiento de meandros (Villota 2006).
Figura N° 6.10	Meandros abandonados y orillares en el sector entre Pucallpa y Masisea.
Figura N° 6.11	Llanura aluvial meándrica en la que se observan las etapas de los orillares.
Figura N° 6.12	Laguna de Yarinacocha, antiguo brazo del río Ucayali.
Figura N° 6.13	Cortes de meandros (C.M.) desde 1986 al 2002.
Figura N° 6.14	Fotografía aérea del IGN de 1963 que muestra una configuración más o menos similar a la de 1955, lo que indica que durante estos ocho años el río Ucayali mantuvo su curso pegado a la ribera sureste de la ciudad de Pucallpa.
Figura N° 6.15	Fotografía aérea del IGN de 1979 que muestra una zona de contacto río-ciudad hacia la parte más oriental de ésta, y una variación importante aguas arriba, abriéndose el meandro hacia el este-noreste (aguas abajo), así como una

porción recta con un meandro recto con tendencia al estrangulamiento hacia el sector de Pucallpillo (aguas arriba de la ciudad).

- Figura N° 6.16 Imagen Satelital Landsat TM de 1987 en la que se observa claramente el estrangulamiento del meandro de Pucallpillo, ocurrido en 1988, así como la formación de un canal secundario pegado a la ciudad de Pucallpa, y un meandro abierto al nor-este de la isla Éxito, que amplía su superficie. Se ve también el incipiente estrangulamiento del meandro en el sector de Mangual y el engrosamiento de la isla Éxito.
- Figura N° 6.17 Imagen Landsat TM 5 de 1990 que muestra poca variación respecto a la imagen anterior, con un cambio importante en el recodo frente a Pucallpillo, donde se observa una separación entre el canal principal y el canal secundario que se abre hacia Pucallpa, así como un engrosamiento de la isla Éxito.
- Figura N° 6.18 Imagen Radarsat de 1999. No muestra cambios notables a excepción del avance del estrangulamiento del meandro de Mangual, aguas abajo de Pucallpa, así como un cambio importante en el radio y la curvatura del meandro frente a Manantay.
- Figura N° 6.19 Imagen tomada en 1997. El proceso más importante es el estrangulamiento del meandro de Mangual, así como un alineamiento en el canal secundario de Pucallpa y Éxito.
- Figura N° 6.20 Imagen Satelital Landsat TM del 2000, con claro estrangulamiento del meandro de Mangual, roto por el canal principal (aguas abajo), manteniéndose un canal secundario pegado a la ciudad de Pucallpa, con conexión al meandro de Mangual. Sobresale además aguas arriba otro estrangulamiento importante en el sector de Masisea, donde cortó varios meandros
- Figura N° 6.21 Imagen tomada el 2003. El río Ucayali mantiene todavía cierto contacto con el curso principal del río Ucayali, y un canal ancho y más o menos recto aguas arriba de Pucallpillo. En la fotografía tomada todavía se puede observar el barrio de Iquitos, que hoy aparece totalmente erosionado.
- Figura N° 6.22 Imagen Landsat TM 2000, tomada en el 2002 y 2006 entre el sector de Pucallpa y Masisea, en la que se muestra el cauce del río Ucayali de color blanco para el año 2002 y de color azul para el año 2006. En este último se observa que el río sigue pegado al puerto de Pucallpa y éste se acerca hacia la laguna Yarinacocha.
- Figura N° 7.1 Mapa de zonas críticas de la provincia de Padre Abad.
- Figura N° 7.2 Mapa de zonas críticas de la provincia de Coronel Portillo.
- Figura N° 7.3 Mapa de zonas críticas de la provincia de Atalaya.
- Figura N° 7.4 Mapa de zonas críticas de la provincia de Purús.
- Figura N° 7.5 Mapa de líneas isosistas del Terremoto de Satipo del 1.º de noviembre de 1947.
- Figura N° 7.6 Mapa de distribución de máximas intensidades (escala de intensidades Mercalli Modificada).
- Figura N° 7.7 Mapa de distribución de sismos con influencia en la región Ucayali con magnitud mayor de 4,0 mb y sección sísmica AB
- Figura N° 7.8 Mapa de Isoaceleraciones para un periodo de retorno de 30 años.
- Figura N° 7.9 Mapa de Isoaceleraciones para un periodo de retorno de 50 años.
- Figura N° 7.10 Mapa de Isoaceleraciones para un periodo de retorno de 100 años.
- Figura N° 7.11 Mapa de Zonificación Sísmica del Perú.
- Figura N° 7.12 Curva de peligro anual para el sector Boquerón del Padre Abad.
- Figura N° 10.1 Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno.
- Figura N° 10.2 Colocación de escolleras.
- Figura N° 10.3 Esquema de un talud con bermas intermedias.
- Figura N° 10.4 Detalle de una canaleta de drenaje superficial.

- Figura N° 10.5 Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos.
- Figura N° 10.6 Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos.
- Figura N° 10.7 Posición optima de una galería de drenaje.
- Figura N° 10.8 Drenaje de superficie de deslizamiento desde una galería drenaje.
- Figura N° 10.9 Disposición de zanjas de drenaje en un talud.
- Figura N° 10.10 Zanja de talud.
- Figura N° 10.11 Drenaje tipo espina de pescado.
- Figura N° 10.12 Detalles de un anclaje y ejemplos de aplicación.
- Figura N° 10.13 Contención de un deslizamiento mediante un muro.
- Figura N° 10.14 Relleno estabilizador sostenido por un muro.
- Figura N° 10.15 Tipos de muros a) sostenimiento, b) Contención, c) Revestimiento.
- Figura N° 10.16 Muros de gravedad.
- Figura N° 10.17 Muros de gravedad de concreto ciclópeo.
- Figura N° 10.18 Muros de espesor máximo.
- Figura N° 10.19 Muros con «L».
- Figura N° 10.20 Muros de concreto tipo flexión.
- Figura N° 10.21 Tipo de gaviones.
- Figura N° 10.22 Muro de gaviones.
- Figura N° 10.23 Ejemplos de muros de pantalla.
- Figura N° 10.24 Obras transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desagüeros naturales.
- Figura N° 10.25 Trincho de matorral (tipo doble hilera de postes). Adaptado de Valderrama et al. (1964).
- Figura N° 10.26 Trincho de matorral (tipo una hilera de postes). Adaptado de Valderrama et al. (1964).
- Figura N° 10.27 Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina. Adaptado de Valderrama et al. (1964).
- Figura N° 10.28 Procesos de forestación en las cabeceras y márgenes de áreas inestables.
- Figura N° 10.29 Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipientes
- Figura N° 10.30 Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto armado.

Gráfico

- Gráfico N° 7.1 Gráfico de barras que muestra la distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la región Ucayali.
- Gráfico N° 7.2 Distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la región Ucayali.
- Gráfico N° 7.3 Distribución de los peligros geológicos por movimiento en masa en la región Ucayali.
- Gráfico N° 7.4 Porcentaje de ocurrencias de derrumbes con respecto al tipo de roca.
- Gráfico N° 7.5 Porcentaje de ocurrencias de deslizamientos con respecto al tipo de roca.
- Gráfico N° 7.6 Distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la zona de cordillera.
- Gráfico N° 7.7 Distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en el llano amazónico.
- Gráfico N° 7.8 Distribución de las zonas críticas y el tipo de peligro encontrado.

Cuadros

Cuadro N° 2.1	Censo 2005 X de Población y V De Vivienda.
Cuadro N° 2.2	Superficie, población, densidad poblacional y la altitud de la capital de provincia.
Cuadro N° 2.3	Infraestructura de aeropuertos y/o aeródromos.
Cuadro N° 4.1	Niveles del caudal del río Ucayali.
Cuadro N° 4.2	Niveles del río Ucayali entre Pucallpa y Pucallpillo.
Cuadro N° 4.3	Valores de parámetros del río Ucayali, frente a Pucallpa.
Cuadro N° 5.1	Características hidrogeológicas de la región Ucayali.
Cuadro N° 6.1	Cortes de meandros en el río Ucayali.
Cuadro N° 6.2	Zonas donde posiblemente se forme un meandro abandonado.
Cuadro N° 7.1	Principales inundaciones fluviales que se presentan en la región.
Cuadro N° 7.2	Principales eventos de erosiones fluviales que se presentan en la región.
Cuadro N° 7.3	Principales derrumbes que se presentan en la región.
Cuadro N° 7.4	Principales deslizamientos que ocurren en la región.
Cuadro N° 7.5	Relación de mapas de las zonas críticas.
Cuadro N° 7.6	Relación de zonas críticas de la región Ucayali.
Cuadro N° 7.7	Descripción de los datos macrosísmicos ocurridos y que han afectado a la región Ucayali.
Cuadro N° 7.8	Clasificación del factor detonante (sismicidad).
Cuadro N° 8.1	Geomorfología y susceptibilidad a movimientos en masa.
Cuadro N° 8.2	Litología y susceptibilidad a movimientos en masa.
Cuadro N° 8.3	Hidrogeológica y susceptibilidad a los movimientos en masa.
Cuadro N° 8.4	Ponderación de las variables en el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa.
Cuadro N° 8.5	Grado de susceptibilidad.
Cuadro N° 9.1	Unidades geomorfológicas y susceptibilidad a inundaciones y erosiones fluviales.
Cuadro N° 9.2	Susceptibilidad a las inundaciones – región Ucayali.

Contenido

RESUMEN	1
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO II	7
ASPECTOS GENERALES DE LA REGIÓN UCAYALI	7
CAPÍTULO III	13
ASPECTOS LITOLÓGICOS	13
CAPÍTULO IV	21
HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA FLUVIAL DEL RÍO UCAYALI	21
CAPÍTULO V	27
ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS	27
Fluquer Peña Laureano	27
CAPÍTULO VI	33
ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	33
CAPÍTULO VII	59
PELIGROS GEOLÓGICOS, GEOHIDROLÓGICOS Y SÍSMICOS	59
CAPÍTULO VIII	121
SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA	121
CAPÍTULO IX	127
SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES	127
CAPÍTULO X	131
ALTERNATIVAS DE MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
BIBLIOGRAFÍA	151

RESUMEN

La región Ucayali con un área de 102 410,55 km², se ubica en la parte central y oriental del territorio peruano. En ella se ubica la ciudad de Pucallpa y las localidades de Aguaytía, Atalaya, Purús e Iparía, también se localizan importantes obras de infraestructura como el Puerto de Pucallpa, carretera Federico Basadre, aeropuerto Cap. Fap. David Abenzur Rengifo, entre otros. Las actividades económicas son variadas y se concentran en el turismo, comercio, ganadería, y agricultura. Por su ubicación geográfica, en la región producen intensas precipitaciones pluviales los cuales son detonantes de movimiento en masa (deslizamientos, huaycos, etc.) e inundaciones.

El presente estudio esta enfocado en la elaboración de mapas y proporcionar información sobre peligros geológicos, herramientas útiles para el desarrollo sostenible de la región.

En los estudios realizados, se trabajo a escala 1/100 000, estableciéndose zonas de mayor o menor susceptibilidad a los movimientos en masa (deslizamientos, caídas, huaycos, etc.) y otros peligros geológicos como erosión de laderas, erosión fluvial, inundaciones, entre otros. El Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa se ha elaborado en base a mapas de

«factores»: como geomorfología, litología, e hidrogeología. En el Mapa de Susceptibilidad a Inundaciones, se trabajó con el método geomorfológico, por no contar con un mapa topográfico completo de la zona.

Los mapas generados podrán ser utilizados por los gestores y/o planificadores en ordenamiento territorial, como herramienta básica para la ejecución de proyectos de infraestructura como carreteras, centrales hidroeléctricas, etc.

En la región Ucayali se ha lograron inventariar un total de 478 eventos, de los cuales las inundaciones y erosiones fluviales son las más importantes con un 36% y 32% respectivamente; luego los derrumbes (13%), deslizamientos (12%), huaycos (3%) y erosión de laderas (3%). Los desprendimientos de rocas y movimientos complejos no tienen relevancia en la región. Se han localizado 78 zonas críticas, la mayoría relacionada con los cambios de curso de los ríos siendo los sectores más comprometidos los comprendidos entre Puente Chino-Salida del Boquerón Padre Abad en la Carretera Federico Basadre; el Puerto de Pucallpa, barrios Iquitos, Río Juanito, Santa Teresa, Santa Clara y Puerto Italia.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La Dirección de Geología Ambiental del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) programó, para el período 2005-2006, la realización del estudio denominado «Riesgo Geológico en la Región Ucayali», como parte del Proyecto «Estudio de Riesgo Geológico de las Regiones Ancash, Huánuco y Ucayali», tratando de cubrir y evaluar la mayor cantidad de problemas de carácter geodinámico (peligros geológicos y geohidrológicos) que afectan a su población, infraestructura y servicios, etc. Estos estudios se desarrollan en el marco del Subprograma «Riesgos Geológicos a Nivel Nacional», y representan la continuación de los estudios a nivel de franjas, realizados de sur a norte hasta la latitud 10°, para completar —en una primera etapa— la evaluación de peligros a nivel nacional.

En esta memoria se presentan los resultados de los trabajos de gabinete y campo realizados por profesionales de la Dirección de Geología Ambiental, y se someten a consideración de la comunidad científica, profesionales técnicos de la región involucrados en los temas de prevención de desastres, y las autoridades de los gobiernos regional y central, y las municipalidades locales.

Se espera que este informe contribuya al conocimiento de los aspectos del medio físico (geomorfología y substrato de la región), los peligros naturales (en términos de inventario de peligros, evaluación de la susceptibilidad y amenaza) y la vulnerabilidad y los impactos socioeconómicos a los que están sujetas las poblaciones, obras de infraestructura y otros presentes en la región; en breve, que contribuya a definir las zonas críticas existentes y que además sirva como herramienta de gestión de riesgos que coadyuve al ordenamiento del territorio y el uso del suelo, para proponer políticas, programas y acciones de prevención ante los peligros naturales (movimientos en masa y geohidrológicos), así como los derivados del proceso de ocupación antrópica.

UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La región Ucayali se encuentra ubicada en la parte central y oriental del territorio peruano, a nivel morfológico comprende zonas de ceja de selva, selva alta y selva baja, y geográficamente se encuentra entre las coordenadas 7° 20' 23" y 11° 27' 35" de latitud sur, y 70° 29' 46" y 75° 58' 08" de longitud oeste.

Limita por el norte con la región de Loreto, por el sur con las regiones de Cuzco, Madre de Dios y Junín, por el este con la República de Brasil (Estado de Acre), y por el oeste con las regiones de Pasco, Junín y Huánuco (Figura N° 1.1).

El acceso a la capital de la Región Ucayali se realiza por vía:

Terrestre: La ruta más recomendable es Lima-La Oroya-Cerro de Pasco-Huánuco-Tingo María-Pucallpa (860 km), y el trayecto dura aproximadamente 20 horas.

Aérea: Existen vuelos desde Lima hacia Pucallpa (55 minutos en promedio) y desde Pucallpa a Puerto Esperanza, Breu y Atalaya.

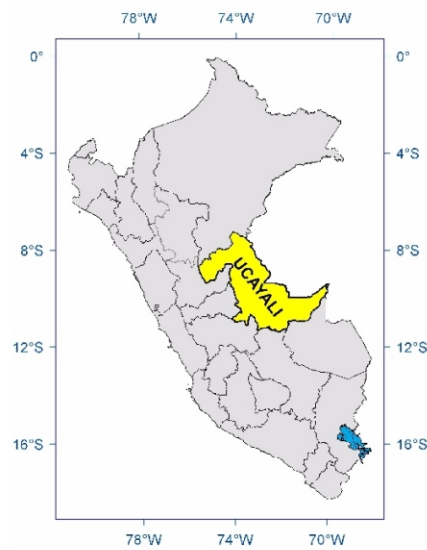
Fluvial: Desde la ciudad de Iquitos hasta Pucallpa la distancia por vía fluvial es de 1021 km y el viaje dura de 4 a 5 días durante los meses de noviembre a abril, y de 6 a 8 días durante los meses de mayo a octubre, debido a la baja del caudal.

Dentro de la región Ucayali la comunicación por vía terrestre es muy limitada, sin embargo, existen algunas trochas afirmadas como Campo Verde-Nueva Requena, Campo Verde-Tournavista, Km 86-Curimaná, Aguaytía-San Miguel, etc. Además se puede recurrir a las vías fluviales a través de los ríos Ucayali, Aguaytía, Purús, Tamaya, Sheshea, Cantagallo y las quebradas afluentes.

ESTUDIOS ANTERIORES

Existen diversos trabajos de investigación y de carácter técnico con información muy valiosa, que fue muy útil para la elaboración del presente informe. Entre ellos destacan:

- Evolución del curso del Río Ucayali —meandro Pucallpa— y los efectos de la erosión y sedimentación sobre las instalaciones industriales, portuarias y zona urbana de Pucallpa (Velásquez 2003).
- Estudio de factibilidad para la rehabilitación del terminal portuario de Pucallpa, volúmenes I al VI (CESEL Ingenieros 2005).
- Geografía de la selva baja peruana (Kalliola y Puhakka 1993).
- Informe sobre variación morfológica del río Ucayali. Trabajo realizado por el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía Peruana, que efectuó un levantamiento batimétrico de 35 secciones transversales al canal principal del río Ucayali, desde aguas arriba de la isla Éxito.



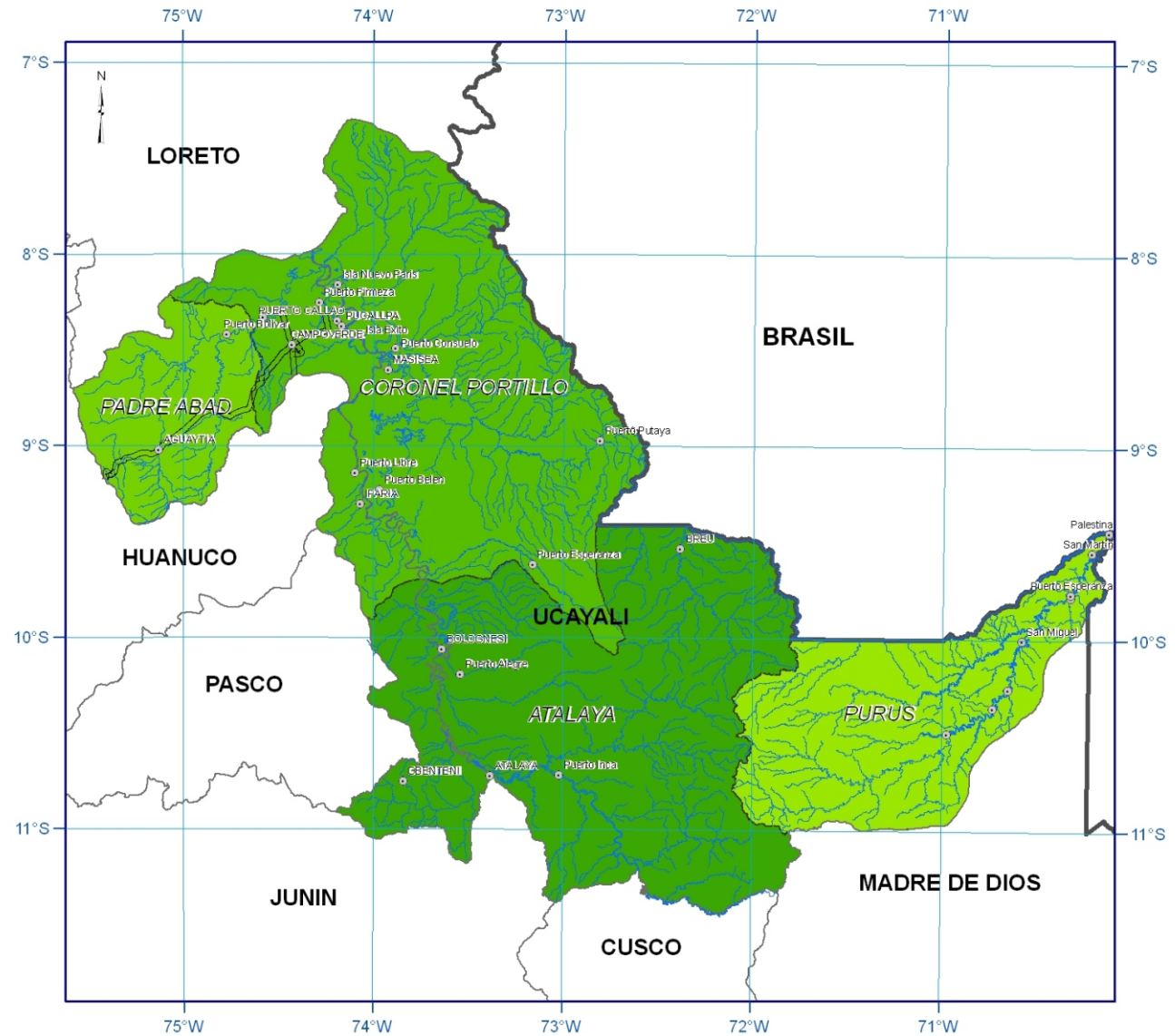
LEYENDA

- Poblados
- Via de acceso
- Drenaje
- Limite internacional
- Cauce de rio Ucayali, actualizado a setiembre 2006

Sector Energía y Minas
 Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
INGEMMET

MAPA DE UBICACIÓN Figura 1.1

Proyección: UTM Datum: WGS - 84
 0 20 40 80 120 160 Km.



- Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del sector 4–Zona Sur de Pucallpa, efectuado por el Departamento de Estudios y Obras de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo (2004).
- La Geología de los Cuadrángulos que abarca la región Ucayali publicados en los Boletines del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico 80, 93, 95, 97, 98, 101, 102, 104, 108, 109, 110, 112, 114, 125 de la Serie A: Carta Geológica Nacional.

PARTICIPACIÓN

En esta investigación participaron los Ingenieros Geólogos Segundo Núñez Juárez (Jefe de Brigada) y Lucio Medina Allcca (Asistente), especialistas en Peligros Geológicos de la Dirección de Geología Ambiental del INGEMMET. La digitalización de los mapas estuvo a cargo de la Dirección de Sistemas de Información, representada por el Ingeniero Samuel Lu León.

ALCANCES E INCONVENIENTES

Este estudio está orientado principalmente al conocimiento de la geología aplicada: a identificar los peligros geológicos como los movimientos en masa y los peligros geohidrológicos (inundaciones

y erosiones fluviales), y a la evaluación de la susceptibilidad a los peligros en la región Ucayali. Estos dos grupos de procesos están considerados como información básica del medio físico, muy útil para el inicio de todo trabajo de ordenamiento territorial y de prevención de desastres.

Nuestras principales limitaciones para el desarrollo de esta investigación fueron carecer de información topográfica digital exacta para generar modelos de elevación digital (mapa de elevación digital y mapa de pendiente de los terrenos), y la ausencia de carreteras de acceso a los centros poblados que se ubican dentro de la intensa vegetación típica de la región.

Otros inconvenientes fueron el corto periodo destinado para el desarrollo de los trabajos de campo y la falta de seguridad física del personal encargado de la ejecución de los trabajos de campo.

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA REGIÓN UCAYALI

POBLACIÓN

La región Ucayali cuenta con una población de 402 445 habitantes que representan el 1,54% de la población peruana (Cuadro N° 2.1).

Cuadro N° 2.1
Censo 2005 X de población y V de vivienda

Provincias	Población
Coronel Portillo	316 546
Padre Abad	44 310
Atalaya	38 104
Purús	3 485
Total	402 445

Fuente: INEI, 2005.

CLIMA

El clima de la región Ucayali es cálido-húmedo y corresponde a una típica región bioclimática amazónica.

Según la información proporcionada por Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, oficina Pucallpa, el rango promedio anual de temperaturas bajas es de 6 hasta 24 °C (Figura N° 2.1) y el de temperaturas altas es de 12 hasta 32 °C (Figura N° 2.2).

El promedio anual de precipitaciones mínimas varía de 400 hasta 4 000 y las precipitaciones máximas de 2 000 hasta 8 000 mm (Figuras N° 2.3 y N° 2.4).

FACTORES SOCIOECONÓMICOS

Contexto social, demográfico y económico

Según la información publicada por el INEI luego del Censo del 2005, la región Ucayali tiene una superficie de 102 410,55 km² (Cuadro N° 2.2). Es el segundo departamento en extensión después de Loreto, y representa aproximadamente el 8% del territorio nacional. En el año 2005, sobre él se asentaba 1,54% de la población del país.

La región está dividida en 4 provincias y 14 distritos, y su capital es la ciudad de Pucallpa. Su población se encuentra muy centralizada, registrando uno de los índices más altos a nivel nacional, tal es así

que una sola de las provincias reúne casi a los dos tercios de la población de la región (Provincia de Coronel Portillo 78,66%), en contraste con la provincia de Purús que alberga a menos del 1% de la población regional (Gráfico N° 2.1).

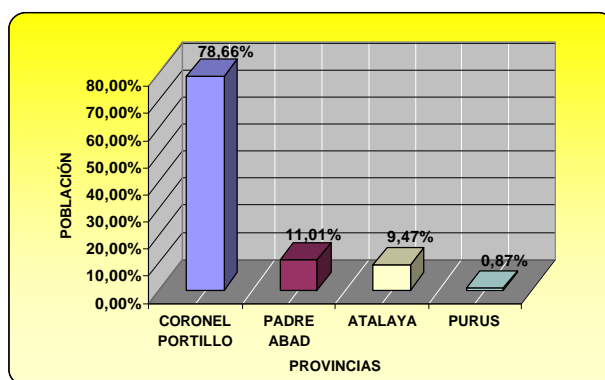


Gráfico N° 2.1 Población de las provincias expresada en porcentajes

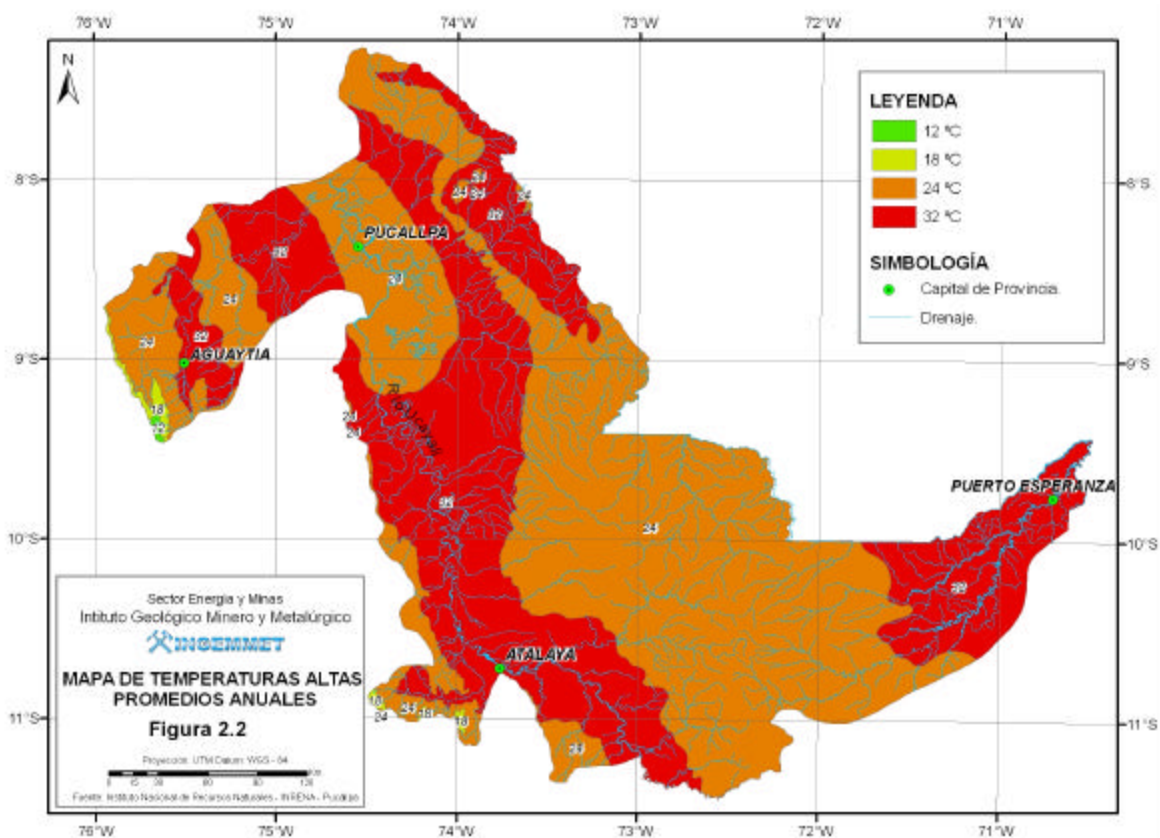
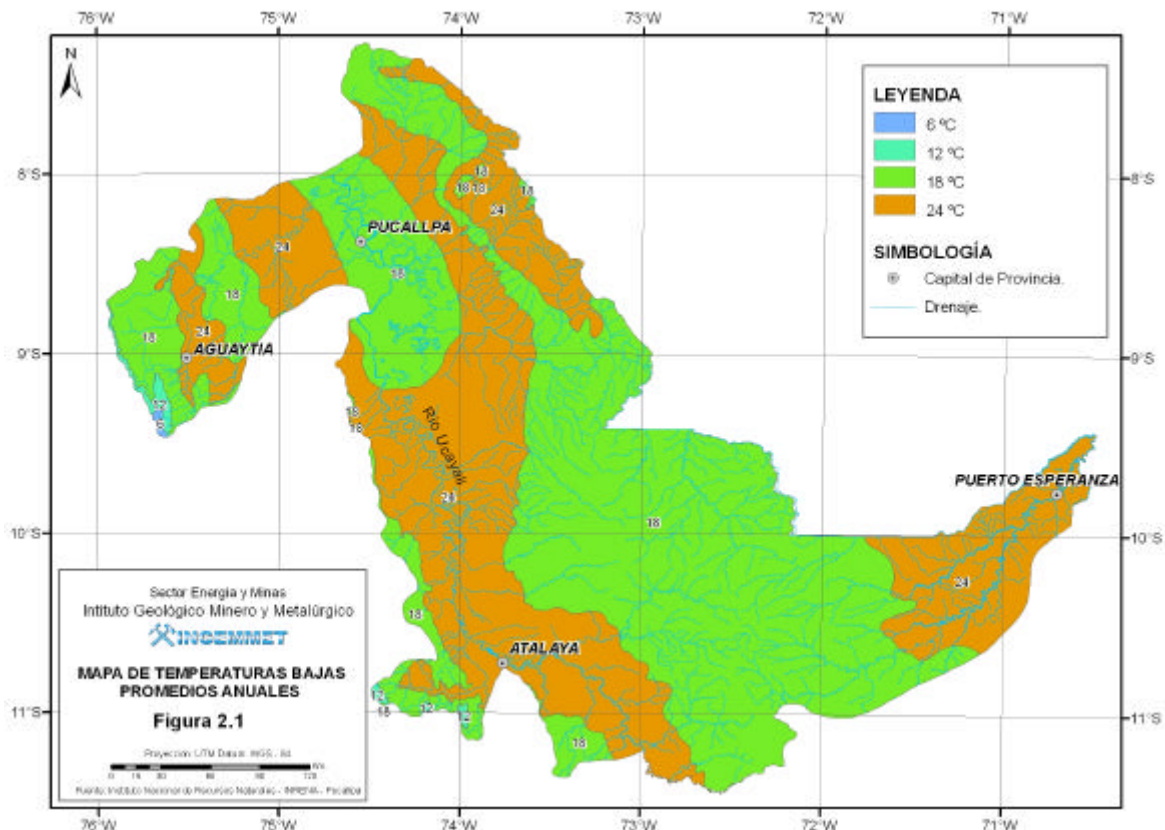
Otras de las características demográficas de la región es su fuerte componente rural pues la población que habita en áreas rurales representa aproximadamente al 28,37% de la población total, y en algunas provincias llega hasta 67% y 74% (Atalaya y Purús).

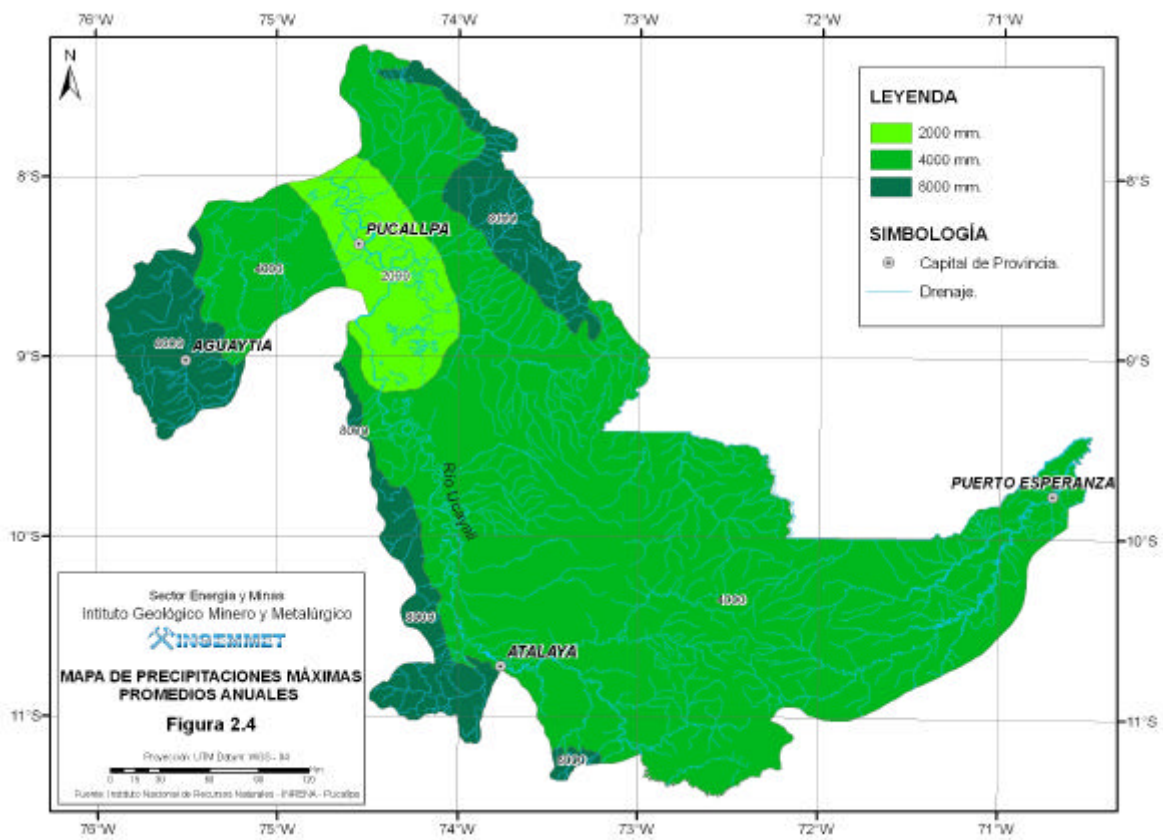
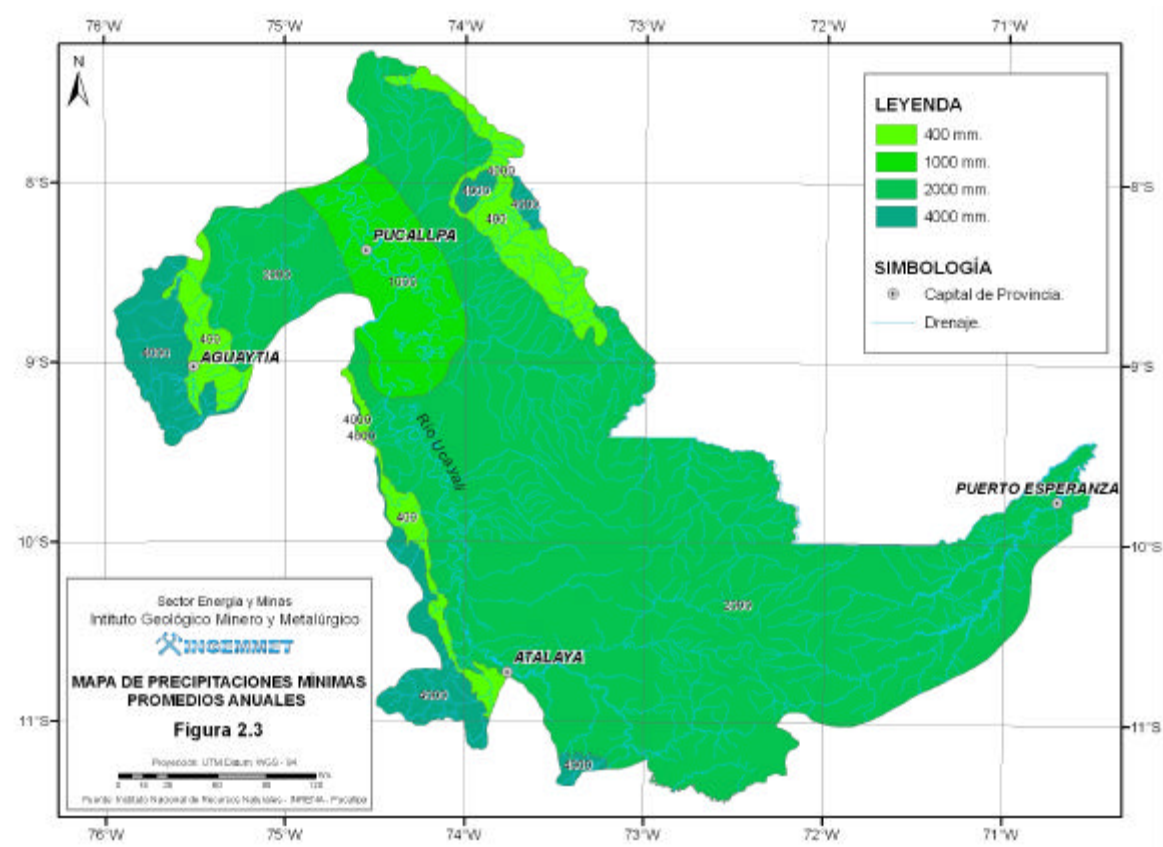
Cuadro N° 2.2
Superficie, población, densidad poblacional y la altitud de la capital de provincia

Provincias	Superficie en km ²	Población proyectada (30/junio/2005)	Densidad poblacional (hab/km ²)	Capital de provincia	Altitud (msnm)
Coronel Portillo	36 815,86	348 404	9,46	Pucallpa	154
Atalaya	38 924,43	50 831	1,31	Atalaya	450
Padre Abad	8 822,50	65 546	7,43	Aguaytia	287
Purús	17 847,76	4 141	0,23	Esperanza	350
Total	102 410,55	468 922	4,58		

Fuente: INEI, 2005.

El PBI per cápita de Ucayali es aproximadamente la quinta parte del PBI per cápita del Perú, lo cual es otro indicador de que la economía de la región dispone de pocos recursos para satisfacer la demanda y/o las necesidades sociales de su población.





INFRAESTRUCTURA

Red Vial Terrestre

La longitud de la red vial del Departamento de Ucayali es 582.66 km, equivalente al 0,8% del total nacional (INEI, 1995).

Según el tipo de superficie de rodadura, el 7,39% de carreteras son trochas, el 40,16% están sin afirmar, el 34,87% son carreteras afirmadas y solo el 17,58% están asfaltadas.

Actualmente se están realizando trabajos de asfaltado en la carretera Federico Basadre, en el tramo de Aguaytía a Pucallpa.

Aeropuerto

La región Ucayali tiene cuatro aeropuertos en funcionamiento, ubicados en los distritos de Callería, Raymondi, Yurúa y Purús. En el Cuadro N° 2.3 se detallan las características técnicas y el tipo de aviones que tienen permiso para aterrizar en ellos.

Los servicios de los aeropuertos son muy deficientes, lo que limita el acceso de aviones de gran capacidad (el máximo permitido es 40 pasajeros) a excepción del de Pucallpa. Esta situación afecta la dinámica económica de la zona, fundamentalmente el aspecto turístico.

Energía

Según información recopilada por el Ministerio de Energía y Minas, hasta el año 2001 Ucayali contaba con 12 centrales térmicas ubicadas principalmente en las provincias Padre Abad, Coronel Portillo y Purús.

Generación de energía eléctrica

Pucallpa: Sistema Eléctrico Aislado Mayor de generación térmica, con 50,4 MW de potencia instalada, de los cuales 25,36 MW corresponden a unidades de alta eficiencia.

Atalaya: Pequeño Sistema Eléctrico Aislado con 1,06 MW de potencia instalada, de los cuales 0,24 MW son de generación hidráulica y 0,82 MW de generación térmica.

Aguaytía: Pequeño Sistema Eléctrico Aislado de generación térmica, con 1,18 MW de potencia instalada.

Puertos

El puerto principal de la región se encuentra en Pucallpa, donde llegan embarcaciones hasta de 8 pies de calado. Otros puertos menores son Atalaya, Bolognesi, Breu, La Esperanza, etc.

ÁREAS PROTEGIDAS

Existen diversas categorías de áreas naturales protegidas, cuyos objetivos de protección varían gradualmente según su condición legal, finalidad y usos permitidos. La región Ucayali tiene cuatro áreas naturales protegidas de uso directo y otras áreas de uso indirecto como reservas comunales y zonas reservadas (Figura N° 2.5):

Parques Nacionales

Cordillera Azul (PN09)

Está ubicado entre las provincias de Bellavista, Picota y San Martín (región San Martín), Ucayali (región Loreto), Padre Abad (región Ucayali) y la provincia de Leoncio Prado (región Huánuco). La superficie aproximada es 1 353 190,84 hectáreas, de los cuales el 5% corresponde a la región Ucayali.

Alto Purús (PN11)

Está ubicado entre las provincias de Purús y Atalaya (región Ucayali) y la provincia de Tahuamanú (región Madre de Dios). La superficie de su territorio es 2 510 694,41 hectáreas, y el 51% corresponde a Ucayali.

Cuadro N° 2.3
Infraestructura de aeropuertos y/o aeródromos

Aeropuertos y/o aeródromo	Superficie	Tipo de avión permitido	Dimensiones (m)	Elevación (msnm)	Ubicación Geográfica	
					Distrito	Provincia
Pucallpa	Asfalto	B737 - 200	2800 * 45	157	Callería	C. Portillo
Atalaya	Tratamiento	ANTONOV-24	1500 * 30	400	Raymondi	Atalaya
Breu	A nivel de agregado	AVIONETAS	900 * 23	200	Yurua	Atalaya
Puerto Esperanza	Cubierto con emulsión	FOKKER-28	1800 * 30	220	Purus	Purús

Fuente: CORPAC 2003.

Reservas comunales

El Sira (RC02)

Esta reserva comunal se encuentra delimitada en el lado oriental por el río Ucayali y por el Pachitea en el lado occidental. Se extiende entre las provincias de Puerto Inca (región Huánuco), Oxapampa (región Pasco), y Atalaya y Coronel Portillo (región Ucayali). Ocupa un área de 616413,41 hectáreas, de las cuales el 43% corresponde a la región Ucayali.

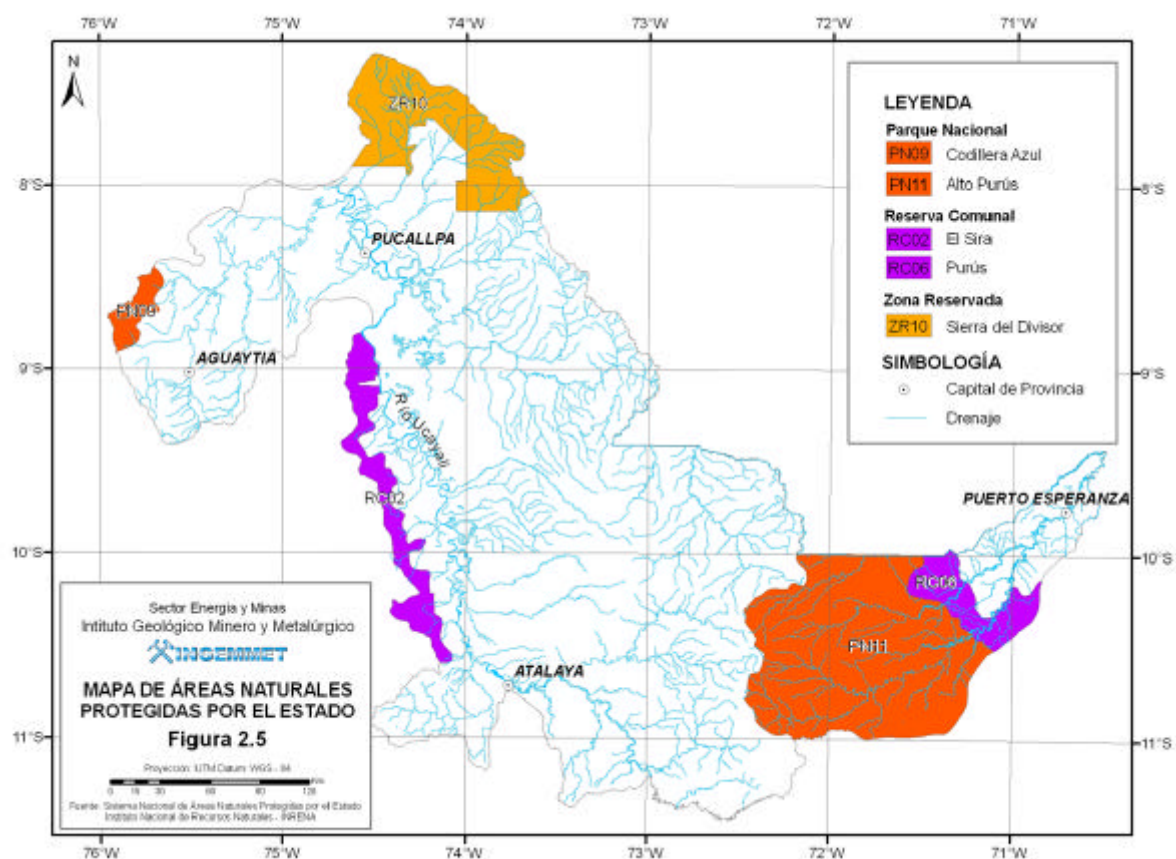
Purús (RC05)

Se ubica al sureste de la región Ucayali, dentro de las provincias de Purús (región Ucayali) y Tahuamanú (región Madre de Dios). Abarca un área aproximada de 202 033,21 has, el 97% se encuentra dentro de la región Ucayali.

Zona reservada

Sierra Divisor (ZR10)

Ubicada en el triángulo formado entre las fronteras de Loreto y Ucayali, vecinas al Brasil. Tiene un área aproximada de 1 478 311,39 hectáreas, de las cuales solo 3% está dentro de la región Ucayali.



CAPÍTULO III

ASPECTOS LITOLÓGICOS

El mapa litológico-estructural (Mapa 1) ha sido elaborado sobre la base de los estudios de levantamiento geológico de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000, realizados en la región Ucayali por la Dirección de Geología Regional del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, cuya información se encuentra publicada en los boletines de la serie A.

También se interpretaron imágenes satelitales Landsat TM, fotos aéreas y se hicieron las verificaciones de campo respectivas.

Para la delimitación de las diferentes unidades litológicas se tomó como patrón la división litológica realizada por Vilchez y Zavala (2005) en la región Huánuco, que limita con la región Ucayali. También se consideró el grado de homogeneidad de sus propiedades geotécnicas (rocas y suelo), principalmente en fracturamiento, meteorización y resistencia a la erosión, agrupándolas sin considerar su edad. Los principales grupos de suelo y rocas fueron agrupados en dos grandes unidades de clasificación: depósitos inconsolidados y substrato rocoso.

DEPÓSITOS INCONSOLIDADOS

Esta unidad agrupa los depósitos poco o nada coherentes, de extensión y grosor variables, conformados por materiales de litología heterogénea y heterométrica, depositados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, y agrupados por su origen.

En la región Ucayali se han diferenciado tres tipos de materiales no consolidados, que son producto de la meteorización, erosión y posterior acumulación. Estos tipos presentan morfologías que van desde planas y plano-onduladas hasta acumulaciones de piedemonte con cierto declive. De acuerdo a su origen se clasifican en:

Fluviales (I-1)

Esta unidad se ha denominado «I» y está acompañada de un número «1» que indica la clase de depósito. Los materiales de esta unidad están ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos, están constituidos por bloques, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa (río Boquerón), mezcla de lentes arenosos y areno-limosos. Se trata

de depósitos que varían desde inconsolidados a poco consolidados, hasta sueltos, fácilmente removibles y con permeabilidad alta. A nivel geomorfológico están asociados principalmente a las llanuras de inundación y son susceptibles a la erosión fluvial.

Aluviales (I-2)

Conforman las extensas llanuras aluviales y terrazas (altas y medias) en diferentes niveles sobre los valles; se encuentran ubicadas en las márgenes de los ríos principales y los tributarios mayores. Son depósitos semiconsolidados, erosionados por los cauces actuales. Por lo general, corresponden a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas (estos últimos están ubicados principalmente en las márgenes del río Ucayali). Tienen regular selección, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial; su permeabilidad varía de media a alta; son susceptibles a la erosión fluvial (socavamiento en el pie de terrazas), algunos derrumbes y hasta deslizamientos pequeños cuando se encuentran en márgenes de ríos y quebradas. En los depósitos conformados por limos y arcillas la permeabilidad es baja.

Coluvio-Deluviales (I-5)

Los depósitos coluviales generalmente están conformados por material grueso de naturaleza homogénea, heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla, con matriz en menor proporción. Generalmente se presentan sueltos a muy sueltos, pero pueden mostrar algo de consolidación cuando son más antiguos, dependiendo de la matriz que los engloba. Su distribución es mayormente caótica; constituyen talud de escombros, detritos de ladera y piedemonte; se les encuentra en las laderas de los valles y al pie de barrancos escarpados.

Los depósitos deluviales son acumulaciones pequeñas a moderadas de depósitos de vertiente. Su origen está asociado generalmente a flujos no canalizados y también a movimientos complejos (derrumbe-flujos o deslizamiento-flujos), que originan pequeños abanicos al pie. Se les encuentra al pie de las laderas y formando pequeños abanicos en su confluencia con los valles principales.



FotoN°3.1 Depósitos fluviales ubicados en el cauce del río Boquerón, se observa bloques de rocas subangulosas a subredondeadas.



FotoN°3.2 Depósitos fluviales ubicado en el cauce del río Tambo, sector Puerto de Atalaya. Se observa depósitos de gravas en matriz compuesta de arenas y limos poco consolidados. Área susceptible de inundación.



Foto N° 3.3 Depósitos aluviales compuesta de limos y arcillas ubicado en la margen derecha de la laguna Yarinacocha (meandro abandonado), sector San Francisco.

SUBSTRATO ROCOSO

Estas unidades han sido divididas de tal forma que las diferentes litologías se agrupan según su naturaleza, diferenciándose en la región: rocas intrusivas (II), rocas sedimentarias (V) y rocas metamórficas (VI). Estos símbolos pueden estar acompañados de un número según el tipo de litología particular de cada una de ellas.

Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas que afloran en la región Ucayali se limitan a una sola subunidad que ocupa el 0,29% del área total.

Fonolitas (II-5)

Según De la Cruz et al. (1997), estas rocas fueron descritas por Stewart en el año 1971, y las clasificó como rocas volcánicas y las agrupó según el criterio petrográfico en tres grupos; sodalita melanita fonolita, nefelina melanita fonolita y traquiandesita.

Se trata de afloramientos de topografía resaltante de moderada a fuerte, se presentan adoptando formas circulares y elongadas, y afloran de manera aislada y dispersa. Los afloramientos más representativos se encuentran en los cuadrángulos de Nuevo Utiquinia, Catagallo y Cerro San Lucas, cerca de la frontera con Brasil, hito 69.

Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias tienen amplia distribución dentro de la provincia Padre Abad, y suelen presentarse estructuralmente plegadas y falladas.

Según Zavala y Vilchez (2006), los valores de resistencia a la compresión para los materiales sedimentarios detríticos y químicos son: a) lutitas o limo-arcillitas: el rango es 2-215 Mpa, b) areniscas: 40-110 Mpa; c) conglomerados: 90 Mpa y d) calizas: 50-60 Mpa en la región Huánuco, y puede ser correlacionado con las unidades litológicas que se ubican en la región Ucayali.

Calizas, Calizas y Margas (V-1)

Las formaciones geológicas agrupadas en esta unidad fueron estudiadas ampliamente por Martínez, et al. (1998) dentro de los cuadrángulos de Santa Ana, y por De la Cruz (1996) dentro del cuadrángulo Aguaytía.

Esta subunidad está constituida por secuencias de calizas micríticas intercaladas con calizas dolomíticas bituminosas y areniscas calcáreas, limolitas negras carbonosas intercaladas con areniscas calcáreas y calizas de color oscuras, calizas arenosas parcialmente dolomitizadas, lutitas negras y calizas grises con concreciones síliceas negras (estos son estratos medianos a gruesos que contienen fósiles), calizas micríticas gris amarillentas a oscuras intercaladas con areniscas calcáreas y calizas arenosas, y limolitas calcáreas de color gris oscuro. Las formaciones representativas

que pertenecen a esta unidad son los Grupos Pucará (Formación Chambará) y Copacabana, y la Formación Chonta. Esta subunidad es susceptible a la formación de movimientos en masa de tipo derrumbes y caídas de rocas.

Areniscas y Lutitas (V-2)

Los afloramientos representativos que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Oriente (Formaciones Cushabatay, Esperanza y Agua Caliente), el Grupo Tarma y la Formación Raya. Afloran principalmente en los cuadrángulos Río Santa Ana, Aguaytía, Obenteni, Bolognesi, Sempaya, etc.

Están constituidos por areniscas cuarzosas grises blanquecinas de grano grueso intercaladas con conglomerados, lutitas grises amarillentas a grises verdosas bien estratificadas intercaladas con areniscas blancas grisáceas, areniscas cuarzosas blancas grisáceas de grano fino a grueso intercaladas con lutitas grises, areniscas cuarzosas verdes con intercalaciones de limolitas carbonosas y limolitas arcillosas; areniscas cremas y lutitas grises con laminaciones centimétricas y decimétricas. Esta subunidad es susceptible a la ocurrencia de caídas.

Areniscas, Limoarcillitas y Lodolitas (V-3)

Esta subunidad está constituida por areniscas finas pardo rojizas intercaladas con limoarcillitas y lodolitas rojizas; los niveles superiores contienen conglomerados; areniscas cuarzosas blancas a marrón intercaladas con limoarcillitas verdes a claras; arcillitas, limolitas y lodolitas marrón rojizas con tintes verdosos, masivas, con areniscas grises verdosas, poco consolidadas; serie de areniscas poco consolidadas intercaladas con niveles arcillosos de colores pardo rojizos. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son Sarayaquillo, Vivian, Ipururo y Madre de Dios. La subunidad es susceptible a la ocurrencia de derrumbes.

Esta subunidad litológica aflora en toda la provincia de Purús y una parte importante al este de la provincia de Atalaya.

Lodolitas y Limolitas Rojas (V-4)

Esta subunidad está constituida por lodolitas de colores rojizo a verdoso intercaladas con areniscas arcillosas marrón rojizas, limolitas y arcillitas rojas; lodolitas, areniscas subarcólicas líticas y grawacas de grano medio a grueso, limolitas rojizas a púrpura, niveles delgados de yeso y concreciones calcáreas y silíceas; lodolitas abigarradas, lutitas grises claras a marrones con niveles de carbón, areniscas tobáceas, limoarcillitas y calizas grises con fósiles marinos. Las formaciones geológicas representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Huayabamba y las Formaciones Yahuarango (**Foto 3.8**) y Pozo. Esta subunidad es susceptible a la ocurrencia de derrumbes.

Lutitas (V-5)

Esta subunidad litológica agrupa a una sola formación geológica descrita por Kummel (1946, 1948) y posteriormente por De la Cruz et al. (1997) en los cuadrángulos de Tournavista (Santa Rosa) y Puerto Inca. Sus afloramientos dentro del área de estudio son muy limitados y abarcan aproximadamente el 0,05 % del área total.

Está constituida mayormente por lutitas, lodolitas grises oscuras, bastante laminadas con niveles delgados de calizas micríticas fosilíferas. La formación representativa de esta subunidad es Cachiyacu.

Conglomerados, Areniscas y Lodolitas (V-6)

En esta subunidad están agrupadas las Formaciones Chambirá, Ucayali y Río Picha. La mayor parte de estos afloramientos se encuentran en las provincias de Coronel Portillo y Padre Abad, y en menor proporción en la provincia de Atalaya.

Esta subunidad está constituida por secuencias de areniscas rojas friables, margas, lodolitas y conglomerados de color rojo; conglomerados polimícticos mal clasificados, moderadamente cementados, arenas y limos marrones, arcillas, lodolitas, arenas limosas, semiconsolidados lenticulares; alternancia de conglomerados de grano grueso y arenas líticas poco consolidadas. Presenta una coloración rojiza y está representado por las Formaciones Chambirá, Ucayali y Río Picha.

Los afloramientos de la Formación Ucayali que asoman en los cuadrángulos Masisea, Huarimán, Iparía, Noaya, Sempaya y Cumaría fueron estudiados por Guzmán y Núñez (1998).

Domo de Sal y Yeso (V-7)

Estos afloramientos de sal y yeso afloran en el sector sureste del cuadrángulo de Aguaytía y al sur del cuadrángulo Río Santa Ana.

Rocas Metamórficas

Gneis diorítico (VI-2)

Las rocas de esta unidad fueron estudiadas por numerosos investigadores de las ciencias de la tierra. Uno de los últimos trabajos fue hecho por LAGESA-CFGS (1997). Los afloramientos se encuentran en los cuadrángulos de Bolognesi y Obenteni, en la margen izquierda del río Ucayali.

Está constituida por afloramientos del Complejo del Maraón, que consiste en gneis diorítico de color gris claro intercalado con bandas negras de minerales máficos (oscuros); en forma aislada se reconocen pegmatitas sienograníticas rosadas con desarrollo de feldespato potásico y cuarzo, granito gneísico y diorita. Esta subunidad es poco susceptible a la formación de movimientos en masa, aunque se pueden generar derrumbes y caídas de rocas.



Foto N° 3.4 Afloramiento rocoso de la Formación Chonta compuesto por estratos de calizas arenosas intercaladas con limonitas.



Foto N° 3.5 Areniscas blanquecinas con finas intercalaciones de lutita pertenecientes a la Formación Agua Caliente.

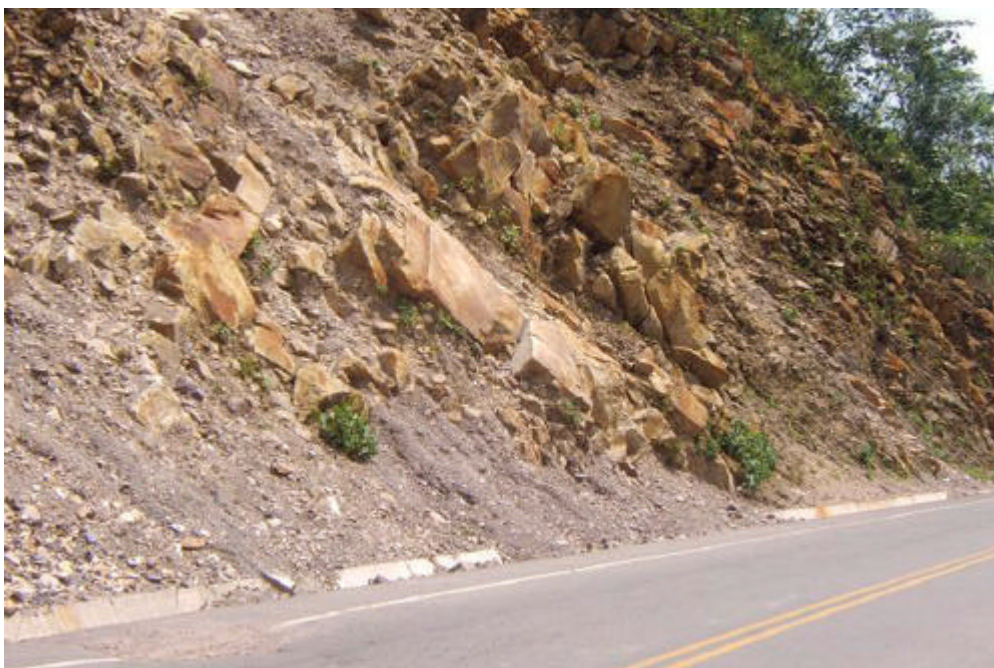


Foto N° 3.6 Afloramiento de areniscas cuarzosas de la Formación Vivian (distrito Padre Abad).



Foto N° 3.7 Afloramiento de areniscas de la Formación Ipururo, sector San Marco (distrito Purús).



Foto N° 3.8 Lodolitas rojizas intercaladas con areniscas arcillosas marrón rojizas, Grupo Huayambamba (distrito Padre Abad).



Foto N° 3.9 Conglomerados, lentes de areniscas y secuencias arcillosas semicompactas de la Formación Ucayali (provincia Padre Abad, distrito Huipoca).

CAPÍTULO IV

HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA FLUVIAL DEL RÍO UCAYALI

GENERALIDADES

El principal drenaje del área lo constituye el río Ucayali, el cual discurre en dirección promedio de sur a norte, a lo largo de una superficie de piedemonte de la selva central del país. Las aguas de los ríos amazónicos son de color crema a ocre (rojizo), que evidencia la carga de sedimentos en suspensión que acarrea y la naturaleza de los materiales que erosiona e incorpora en sus márgenes al bajar de las partes altas de la región andina y subandina.

Este capítulo se basa en el informe «Evaluación del riesgo por peligro inminente debido a la erosión fluvial en la ribera adyacente a la ciudad de Pucallpa (provincia de Coronel Portillo y departamento de Ucayali)», desarrollado por Zavala (2005).

NIVELES DEL RÍO UCAYALI

El río Ucayali es navegable todo el año por embarcaciones de hasta 9 pies de calado. Hay registros de los niveles del río Ucayali entre los años 1987 al 2004 (CESEL 2005), con valores de series mensuales promedio y valores diarios máximos y mínimos (Cuadro N° 4.1). Estos datos se registran actualmente dos veces al día por la Dirección Regional de Transporte Acuático de Ucayali.

Estos valores denotan:

- Un incremento de nivel de 13 cm/año, con un quiebre en la tendencia de los valores en el año 1998, probablemente debido a factores naturales.
- Desde hace tres años el río Ucayali no baja como solía hacerlo en los años anteriores.

Las mediciones más recientes en la zona de Pucallpa y Pucallpillo (CESEL, 2004) muestran diferencias de nivel de aproximadamente 0,55 m para una pendiente hidráulica de alrededor de 6.3×10^{-5} entre estos dos puntos; los valores fueron tomados entre el 15 y el 19 de julio del 2004, con dos lecturas diarias (Cuadro N° 4.2).

Cuadro N° 4.1
Niveles del caudal del río Ucayali

Año	Mínimo	Máximo	Promedio
1987	136,57	146,04	140,56
1988	136,48	146,44	141,36
1989	137,24	146,22	141,61
1990	137,06	145,44	141,54
1991	136,48	146,55	141,49
1992	137,30	145,14	142,28
1993	137,02	146,19	141,46
1994	137,08	147,44	141,53
1995	137,02	146,27	140,97
1996	136,67	146,63	141,53
1997	136,52	147,05	141,67
1998	136,15	146,82	142,17
1999	137,76	147,34	142,76
2000	138,93	147,32	143,01
2001	138,68	147,35	143,22
2002	139,43	147,23	143,61
2003	138,12	147,02	143,04

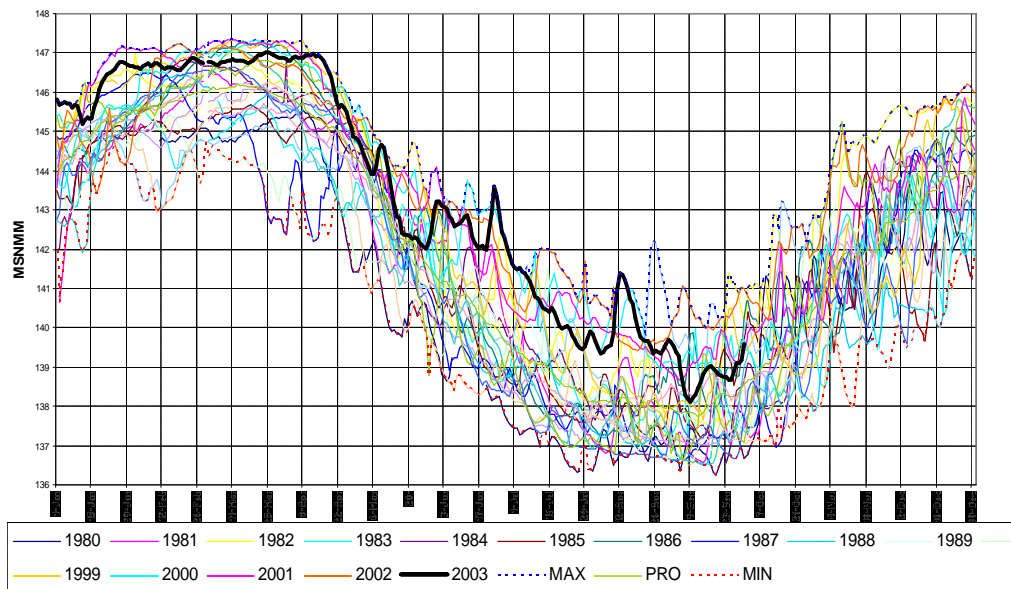
Fuente: CESEL 2005.

Cuadro N° 4.2
Niveles del río Ucayali entre Pucallpa y Pucallpillo

Fecha	Hora	Niveles del río Ucayali	
		Pucallpa	Pucallpillo
15/07/04	08:00	139,543	140,13
	16:00	139,598	140,19
16/07/04	08:00	139,655	140,28
	16:00	139,725	140,32
17/07/04	08:00	139,720	140,32
	16:00	139,77	140,01
18/07/04	08:00	139,41	140,01
	16:00	139,48	139,86
19/07/04	08:00	139,17	139,77
	16:00	139,24	139,75

Fuente: CESEL, 2004.

NIVELES DEL RIO UCAYALI EN PUCALLPA 1980 - 2003



FUENTE: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía Peruana.

FACTORES HIDRÁULICOS DEL RÍO UCAYALI

Los factores hidráulicos gobiernan el comportamiento del río (dinámica fluvial) dentro de la faja conocida como llanura meándrica o faja de meandros (Strandberg 1975). Esta faja se encuentra en la llanura aluvial inundable (Kalliola et al. 1987). Los factores interrelacionados que actúan y determinan el comportamiento del agua de los ríos son los siguientes:

- Volumen del flujo o caudal.
- Gradiente.
- Pendiente hidráulica.
- Ancho, profundidad y forma del cauce.
- Velocidad de la corriente.
- Tamaño y distribución de los sedimentos transportados (Strandberg 1975, Schroder 1994).

Volumen del Flujo o Caudal

La cuenca del río Ucayali abarca una extensión de 260 730 km² hasta la zona de estudio y tiene un volumen de flujo o caudal promedio de 11 600 m³/seg. Entre 1980 y 1984 el caudal máximo medido fue de 20 493 m³/seg y el mínimo fue 2 244 m³/seg. (DHNMA 1985).

Pendiente Hidráulica

Los ríos de la llanura de la selva baja están sujetos a grandes fluctuaciones del nivel del agua debido a las marcadas diferencias en la precipitación en toda la cuenca, durante la estación seca y la estación lluviosa (Ancieta 1988). La crecida se inicia en octubre y termina en mayo, mientras que el periodo de vaciante empieza en el mes de junio y termina en septiembre. El nivel de máxima vaciante es de 136,25 msnm (1980) y el de máxima crecida es de 147,28 msnm (1986). El rango de variación del nivel del río, de vaciante a crecida, está en el orden de los 11 metros y la máxima fluctuación del nivel comparado año a año es de 2 m (DGTA 1987). La pendiente hidráulica del río Ucayali tiene valores bajos en el periodo de crecida y valores altos en el periodo de vaciante ($3,7 \times 10^{-3}$ a $7,8 \times 10^{-5}$).

Ancho, Profundidad y Forma del Cauce

El ancho máximo del río Ucayali en época de crecida es de 1 250 m y el mínimo en época de vaciante es de 275 m. En la zona más profunda, el fondo del río se encuentra a 117 msnm, mientras que el fondo promedio se encuentra a 128 msnm y el más alto a 135 msnm. La profundidad promedio es 15 m (DGTA 1988).

De acuerdo al patrón de su curso, el río Ucayali es clasificado como meándrico (ONERN 1978, La Riva 1991) y meándrico con

islas (Puhakka y Kalliola 1993), por tanto, la forma del cauce no es simétrica, y presenta mayores profundidades hacia el lado de la ribera que está erosionando y menores profundidades hacia el lado que está sedimentando (Leopold y Wolman 1960; Chang 1988, citado por PetroPerú y Crawford 1989). Para propósitos de navegación y predicción del cambio de morfología, se le califica como un «río aluvial salvaje» (Peters y Claessens 1987), otros lo clasifican en un estadio maduro de evolución (INGEMMET 1997).

Velocidad de la corriente, tamaño y distribución de los sedimentos transportados

La velocidad máxima del caudal del río Ucayali es de 2,22 m/seg. de acuerdo a la carga en suspensión. El río Ucayali es clasificado

como un río de agua blanca, con aguas turbias y coloración ocre debido a la suspensión de partículas inorgánicas procedentes de los Andes (Ancieta 1988, ONERN 1978).

El tamaño de los sedimentos transportados en suspensión varía entre 0,1 y 0,5 mm, en tanto que el de los sedimentos de fondo varía entre 1,26 y 1,86 mm, que corresponde a arenas pesadas. El transporte máximo de sólidos en suspensión es de 1 800 000 ton/día y el mínimo es de 10 600 ton/día. El transporte máximo de sólidos de fondo es de 23 460 ton/día y el mínimo es de 8 650 ton/día (DHNMA 1985, DGTa 1988).

Cuadro N° 4.3
Valores de parámetros del río Ucayali frente a Pucallpa

Parámetro	Unidad	Vacante	Creciente
Caudal	m ³ /s	2 000	22 000
Cota espejo de agua	msnm	136,25	147,34
Velocidad media corriente	m/s	1,5	2,5
Ancho medio del cauce	m	400	2 000
Transporte de sedimentos	Ton/día	200 000	1 000 000
Navegabilidad Alto y Bajo Ucayali	m	1,40	2,50
Navegabilidad Bajo Ucayali	m	2,2	3,4
Longitud del río	km	1 361	
Pendiente del cauce	cm/km	5	
Variación o fluctuación del nivel del río	m	11	
Configuración del fondo del cauce	TIPO	Presencia de dunas muy desarrolladas H>2 m.	
Suelos en el cauce	TIPO	Bajo Ucayali limo - arena Alto Ucayali arena grava Pucallpa: Afloramiento arcilla compacta	
Principales obstáculos a la navegación	TIPO	Vacante: Playas y bancos de arena	
		Creciente: Palizadas, fuerte corriente	

Tomado de VELÁSQUEZ DE LA CRUZ, F. et al (2003)

Fuente: Marina de Guerra del Perú

SECCIONES TRANSVERSALES DEL RÍO Y BATIMETRÍA

En el mes de mayo del 2004, el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía Peruana realizó la batimetría del río Ucayali, y presentó el «Informe sobre variación morfológica del río Ucayali». El levantamiento batimétrico comprende 35 secciones transversales al canal principal del río, tomadas desde aguas arriba

de la isla Éxito, y se escogieron las secciones 17, 30 y 34 (figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4) como las más representativas.

Estas secciones nos muestran claramente que los taludes son verticales cuando se encuentra el tipo de material aluvial antiguo. De esta manera se genera un thalweg o nivel de fondo por debajo del promedio de este río y ocurren los efectos expresados por el aumento de altas presiones hidráulicas que incrementan la susceptibilidad a los peligros existentes.

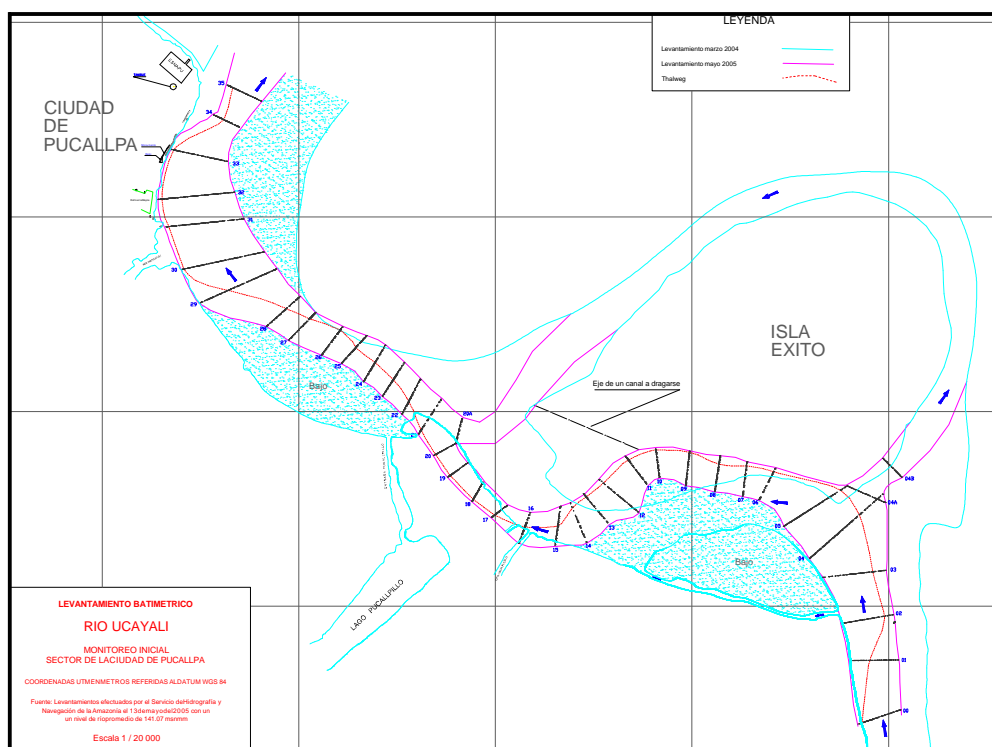


Figura N° 4.1 Mapa de ubicación de las secciones del levantamiento batimétrico del río Ucayali, sector de Pucallpa a Nuevo San Juan.



Figura N° 4.2 Sección 17. Estirón de San Juan: Se muestra una sección típica en un tramo recto de un río, donde la fuerza hidráulica es uniforme en toda la sección, con un tirante bastante pequeño y una anchura de sección normal.



Figura N° 4.3 Sección 30. Quebrada Manantay: Sección irregular con un talud casi vertical en la margen izquierda y una cota de fondo por debajo del nivel promedio del río (114 msnm). El thalweg es profundo debido a que ha alcanzado un material aparentemente resistente, donde soporta gran cantidad de energía.

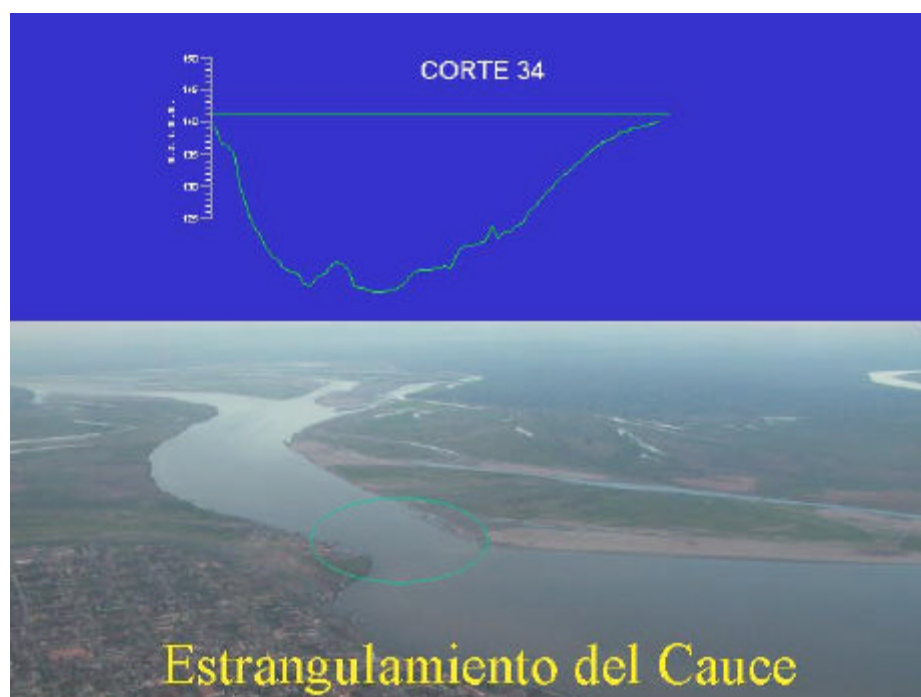


Figura N° 4.4 Sección 34. Puerto Italia: Sección estrecha del río con pendientes moderadas de los taludes en ambas márgenes, sobre material aluvial reciente (Qh-al3). El río aparentemente ha alcanzado un nivel resistente en esta unidad.

CAPÍTULO V

ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

FLUQUER PEÑA LAUREANO

GENERALIDADES

El río Ucayali tiene más de 1 900 km de longitud y es el colector de las aguas superficiales que drenan su territorio. En la región se observan dos sectores bien caracterizados: el Alto Ucayali y el Bajo Ucayali. Los principales afluentes son los ríos Cohenga, Tahuania, Sheshea, Pachitea y Aguaytía; el 80% de estos ríos son navegables por navíos de hasta 3 000 toneladas. El principal puerto se encuentra en la ciudad de Pucallpa.

En la región Ucayali la hidrogeología no ha sido estudiada aún con detalle, debido a que la disponibilidad de agua superficial es excesivamente grande en comparación con los posibles usos del agua subterránea. Aun así, la presencia del agua subterránea es evidente y se refleja en la presencia de humedales, manantiales, surgencias y el aporte a los caudales de los ríos. Los pocos usos asignados al agua subterránea se restringen a abastecer de agua potable a las principales ciudades, centros poblados menores, comunidades indígenas y a cubrir las necesidades de la industria. Tal es el caso de las industrias (cervecera y gaseosas) de la ciudad de Pucallpa.

En las formaciones porosas no consolidadas de la región Ucayali existen condiciones favorables para el almacenamiento de aguas subterráneas. La alternancia de sedimentos porosos no consolidados forma acuíferos de tipo confinado, semiconfinado y libre. La presencia de sedimentos arenosos y gravosos de la Formación Ucayali y la Formación Ipururo representan zonas de gran interés hidrogeológico.

Las condiciones hidrogeológicas al oeste de Ucayali, en la sierra, están asociadas a la intensidad de las precipitaciones pluviales, a las características litológicas de las formaciones geológicas, los grados de alteración y fracturamiento, y a la distribución del sistema de drenaje pluvial.

La región Ucayali es muy húmeda, plana pero también con áreas onduladas, cubierta por una densa vegetación y surcada por caudalosos ríos. Las fuentes de recarga son la precipitación pluvial (entre 400 y 1 900,2 mm), los escurrimientos de los ríos y algunos sectores agrícolas donde el riego por inundación es importante.

Hasta ahora, la explotación de aguas subterráneas no es amenazada por el peligro de sobreexplotación ya que son abundantes. Sin embargo, son muy vulnerables a la contaminación que proviene de las aguas domésticas, municipales, agropecuarias e industriales, las cuales carecen de sistemas de tratamiento.

El clima es húmedo tropical (cálido), con buena vegetación debido a la presencia casi superficial del nivel freático. En los flancos de la cordillera del Sira y la cordillera Azul, la temperatura es alta durante el día y en las noches baja, dando así la sensación de frío. También existe mucha nubosidad en las cumbres de estos relieves montañosos, los cuales generan un ambiente importante para la alimentación de las aguas subterráneas.

La morfología de la región es muy accidentada; por ejemplo, en el norte, la cordillera Azul tiene laderas abruptas y valles encajonados, siendo el más importante el cañón fluvial denominado Boquerón del Padre Abad, donde existen importantes acuíferos fisurados. Al suroeste del departamento, la cordillera de Sira, la divisoria de los ríos Ucayali, el Pachitea y el Pichis constituyen la zona de mayor recarga y alimentación de aguas. Al este de la Cordillera Azul se inicia un relieve de llanuras, del cual emergen colinas aisladas que favorecen la infiltración de aguas en la época de lluvias. Cerca de los límites con Brasil se encuentran colinas de poca altitud que culminan a 788 m, con muy buenas condiciones hidrogeológicas. En las orillas del río Ucayali la alternancia de terrazas muy erosionadas son evidencia de la presencia de niveles freáticos altos. La presencia de aguas subterráneas es indiscutible por las surgencias naturales como humedales y pantanos, que son conocidos localmente como tahuampas o aguajales. Existen también numerosas lagunas como Yarinacocha, Unira, Chioa, etc.

PRINCIPALES FORMACIONES HIDROGEOLÓGICAS DE LA REGIÓN UCAYALI

Los acuíferos principales de la región se encuentran en depósitos porosos no consolidados y, en menor proporción, en acuíferos fisurados y kársticos. Según los parámetros hidrogeológicos (porosidad y permeabilidad) y los componentes litológico y estructural, las unidades que afloran en la región Ucayali fueron clasificadas de la siguiente manera (véase el mapa hidrogeológico):

Acuíferos

Son unidades geológicas con capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas a través de sus poros y fracturas, y la interconexión de éstas.

En la región Ucayali se forman dos clases de acuíferos: los fisurados y/o kársticos en las formaciones rocosas y los porosos no consolidados en depósitos del cuaternario.

A. Acuíferos fisurados

A.1. Acuífero fisurado Sarayaquilla

Constituido por areniscas con secuencias gruesas que van haciéndose regulares o uniformes hacia la base. Está afectado a nivel estructural por pliegues anticlinales y sinclinales que favorecen la formación de porosidad secundaria en las fisuras. El almacenamiento y la circulación del agua subterránea es considerable, aunque su exposición en la región Ucayali es pequeña.

A.2. Acuífero fisurado Cushabatay

Compuesto por areniscas con estratificación sesgada en paquetes gruesos, con grano medio a grueso, llegando a conglomerádica en sus niveles inferiores; su permeabilidad es alta debido a las fisuras y su porosidad se encuentra entre 4 y 25%. Tiene una potencia de 100 m aproximadamente y constituye un importante acuífero fisurado.

A.3. Acuífero fisurado Aguas Calientes

Constituido predominantemente por areniscas blanquecinas de grano fino en estratos masivos; también contiene estratos arcóscicos algo conglomerádicos y presenta intercalaciones de limolitas de color marrón blanquecino en láminas pequeñas. Debido al alto grado de meteorización, los estratos arenosos son friables y generan suelos arenosos, y tiene entre 250 y 500 m de potencia. Las propiedades de almacenamiento y transmisibilidad de aguas subterráneas en esta formación son importantes debido a la presencia de fisuras y porosidad en un rango que va de 4 a 25 %, por lo que se califica como un importante acuífero fisurado.

A.4. Acuífero fisurado Chonta

Presenta una base de limolitas rojas con fina estratificación, y se intercalan capas medianas y delgadas de areniscas oscuras con lutitas grises, oscuras y fosilíferas. Al oeste de la región Ucayali adopta una forma tabular delgada, con buzamiento moderado y consiste en areniscas cuarzosas blanquecinas, de grano grueso a fino, bien seleccionado, con muy poca matriz arcillosa, y se intercalan capas delgadas de lutitas y limolitas grises algo carbonatadas. Al suroeste de la región Ucayali aflora en contacto con la falla inversa

de dirección norte-sur; en este lugar estas estructuras son condicionantes para la circulación de aguas subterráneas, y por eso lo consideramos como un acuífero fisurado con mediana a baja productividad.

A.5. Acuífero fisurado Vivian

Está constituido por estratos de areniscas blancas de grano fino a grueso, 0,6 a 0,1 m de grosor, intercalados con capas de limoarcillas grises. Las areniscas bien clasificadas están compuestas por cuarzo y fragmentos líticos, y se clasifican como cuarzo arenitas o areniscas cuarzosas. Tiene 160 m de potencia y aflora en la zona norte de la región Ucayali. La permeabilidad de las areniscas es de 33% y las fisuras le proporcionan alta permeabilidad. Es el acuífero fisurado que alimenta a los acuíferos porosos no consolidados.

A.6. Acuífero fisurado Casa Blanca

Compuesto por areniscas cuarzosas blancas, masivas, de grano medio a fino. En la parte inferior se intercalan capas de limonitas arcillosas negras; presenta estructuras plegadas y se encuentra muy fracturado, lo cual favorece la circulación de aguas subterráneas. La permeabilidad de la formación es alta por las fisuras y la porosidad de las areniscas cuarzosas es de 26%. Estas condiciones hidrogeológicas nos permiten clasificar a esta formación como un acuífero fisurado.

B. Acuíferos kársticos

Los acuíferos kársticos presentan características similares a la red hidrográfica superficial; tienen drenaje organizado y heterogéneo debido a procesos de karstificación. Las dolinas interconectadas y las cavernas actúan como drenajes, formando ríos subterráneos con función de circulación, y gobiernan el flujo y el almacenamiento. Es característico de este tipo de acuífero su heterogeneidad organizada; las oquedades y el propio flujo se van jerarquizando, por efecto del proceso evolutivo de la karstificación, desde la superficie hasta la surgencia. Todo este proceso hace que la recarga y descarga de las aguas subterráneas sean abundantes pero muy temporales.

B.1. Acuífero kárstico Copacabana Pi-C1

Constituido por estratos masivos de calizas micríticas de color gris claro, intercalados con estratos laminares de calizas de color gris amarillento en proceso de karstificación. Su potencia es de 700 m. En la base tiene areniscas blanco amarillentas y gris verdosas a marrones, de grano fino a medio, con lutitas gris verdosas a negras. En la parte superior presenta facies carbonatadas y detríticas, conformando calizas oscuras a verdosas y capas delgadas con nódulos de chert. La predominancia de calizas indica que lo clasificamos como un acuífero kárstico y es el único que aflora en la región Ucayali.

C. Acuíferos porosos no consolidados

Estos depósitos se encuentran compuestos por gravas arenosas, con bancos de arena y gravas que poseen buena porosidad y permeabilidad, lo cual favorece al almacenamiento de aguas subterráneas.

Entre los acuíferos porosos no consolidados se encuentran formaciones del Cuaternario. Los depósitos se encuentran intercalados con niveles de arena, gravas, bancos de limos, arcillas etc. Este tipo de depósitos puede formar acuíferos del tipo confinado, semiconfinado y libre, dependiendo de la presión hidráulica natural que posean las zonas de infiltración.

C.1. Acuífero poroso no consolidado Ipururo

Secuencia de areniscas grises a marrones, de grano medio a grueso, friables, mal seleccionadas y en parte conglomerádicas, intercaladas con lutitas abigarradas oscuras. En la parte media se distinguen limonitas rojas, limolitas grises y areniscas blancas a marrón rojizas con estratificación sesgada. Sobre esta secuencia se encuentran areniscas gris marrones.

Luego se alternan conglomerados con clastos limolíticos y calcáreos, de estratificación sesgada planar, y lodolitas pardo amarillentas. Se observa una secuencia de areniscas conglomerádicas a areniscas de grano fino y de color gris parduzco de laminación paralela.

Siguen areniscas calcáreas de grano muy fino subangular a subangular, areniscas grises claras de grano fino y limoarcillitas pardo rojizas seguidas de un estrato de areniscas cuarzosas también se observa un paquete de lodolitas pardo rojizas semicompactas. Estas secuencias y variaciones litológicas permiten albergar acuíferos confinados.

En la región Ucayali este acuífero tiene gran extensión y la presencia de materiales arcillosos de muy baja permeabilidad facilita el entrapamiento de las aguas subterráneas. Sin embargo, también contiene grandes acumulaciones de materiales porosos, arenas y gravas fundamentalmente, con altos valores de permeabilidad y porosidad, por lo que resultan idóneos para la retención y la circulación del agua subterránea.

C.2. Acuífero poroso Ucayali

Se observan secuencias inconsolidadas de arenas, limo arcillitas, limo arenoso y limos, de colores marrón amarillento, rojiza a abigarradas.

También se encuentra un macizo de areniscas limoarcillosas blanquecinas y una secuencia de limonitas arenosas algo estratificadas con limolitas oscuras, así como también conglomerados

y arenas semiconsolidadas, limos de color gris claros a marrones y cremas.

Estas secuencias y la extensión de la Formación Ucayali hacen posible la formación de acuíferos regionales.

C.3. Acuíferos porosos fluviales

Tiene una matriz arenosa seleccionada. Se encuentran estratificados con láminas de limos esporádicas y presentan formas variadas de estratificación (columnar, oblicua, paralela, etc).

Las gravas fluviales son los acuíferos de mayor productividad de la región Ucayali. Se pueden encontrar en las llanuras de inundación que dejan los ríos y por sectores son de tipo confinado o cautivo.

Acuitardos

Se denominan así a las rocas y suelos que tienen la capacidad de almacenar agua subterránea, pero cuya transmisividad es muy lenta o localizada, debido a su baja permeabilidad. Estos materiales son generalmente estratos confinantes o niveles que condicionan el direccionamiento del flujo de aguas subterráneas.

A. Acuitardos intrusivos

Se observan acuitardos intrusivos alterados, fracturados y diaclasados, con porosidad secundaria superficial. Hacia la parte interior se vuelven macizos e impermeables y obstruyen la circulación de las aguas subterráneas. Los valores de permeabilidad por fracturas son altos en la superficie, pero la porosidad es muy baja: 0,3% y en algunos casos llega a 1%. Estas características determinan que sean considerados como acuitardos intrusivos.

B. Acuitardo Tarma

Compuesto por una secuencia de lutitas oscuras, areniscas, limolitas y conglomerados, intercalados con calizas fosilíferas. El comportamiento de estos materiales a nivel hidrogeológico es impermeable debido a la presencia de lutitas.

C. Acuitardo Copacabana Pi-C2

Está constituido por limolitas calcáreas de color gris amarillento, calizas gris claras en estratos laminares, areniscas cuarzosas blancas, areniscas arcósicas rojas, limolitas rojas y lodolitas verdes. Tiene una potencia de 100 m. Tiene baja porosidad y permeabilidad, por lo que se le clasifica como acuitardo.

D. Acuitardo Esperanza

Se caracteriza por presentar lutitas oscuras, de color gris amarillento, intercalados con niveles de areniscas grises. Aflora en el sector oeste de la región Ucayali, en una pequeña extensión. Por su

composición de lutitas, este acuitardo tiene características impermeable, y porosidad y permeabilidad baja.

E. Acuitardo Yahuarango

Constituido por lutitas púrpuras, grises a marrones, margas grises blanquecinas y arcillas intercaladas con capas de areniscas. La base de esta unidad tiene un horizonte de conglomerados de matriz fina con clastos semiangulosos a redondeados. Se observa también la presencia de intercalaciones de lodolitas abigarradas, rojas a púrpuras, con lutitas claras a marrones y areniscas gris claras a blanquecinas, de grano fino, friables y con restos de carbón. La base tiene tobas arenosas masivas, seguidas hacia arriba por lutitas grises y capas de calizas fosilíferas.

Además, se encuentran areniscas rojo púrpura, arcillitas rojas grises y brunáceas. La estratificación es cruzada y la variación de estos materiales finos condiciona la dirección de los flujos de las aguas subterráneas, comportándose como acuitardos.

F. Acuitardo poroso Cachiyacu-Huchpayacu

Se caracteriza por lutitas negras, arcillas margosas y limolitas que contienen restos de fauna marina, seguidas de lutitas rojas con intercalaciones de limolitas rojas, limolitas calcáreas y grises. En la parte superior hay lutitas limosas intercaladas con delgadas capas de lutitas grises y limolitas. Estos materiales son impermeables y condicionan el almacenamiento y la circulación de las aguas subterráneas.

G. Acuitardo Chambira

Consiste de lodolitas de color marrón rojizo o rojo grisáceo, se intercalan con limolitas y lutitas grises claras y areniscas de color marrón rojizo a blanco grisáceo, de grano grueso y a veces conglomerádicas. En algunos lugares, las lutitas presentan capas muy delgadas de limolitas calcáreas. Las areniscas son de grano fino, masivas y presentan estratificación cruzada. También está constituido por limoarenitas de color marrón a rojizo y areniscas calcáreas de color blanco grisáceo, cuyos estratos tienen un grosor máximo de 3 m, pero de la parte media a la superior son generalmente delgados. Además, presenta tobas líticas en las cercanías del río Utiquinia, de comportamiento impermeable.

H. Acuitardos del río Picha

Están constituidos por conglomerados heterogéneos de grano grueso a fino y pequeños rodados de rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas. Tiene una matriz areno-arcillosa, y por ello su comportamiento es impermeable. Precisamente debido a esta última característica se clasifican como acuitardos.

I.- Acuitardos de Madre de Dios

Son areniscas poco consolidadas, intercaladas con niveles arcillosos de color pardo rojizo, y presentan laminillas de limonita. Aunque tienen niveles de saturación, estos son muy bajos para la transmisividad de las aguas subterráneas e incluso son nulos en algunos sectores.

Acuifugos

Están compuestos por materiales impermeables, sin capacidad de almacenamiento ni circulación de aguas subterráneas.

A.- Acuifugo Complejo del Maraón

Está compuesto de gneis diorítico de color gris claro, intercalado con bandas negras de minerales máficos, que son producto del metamorfismo de las rocas intrusivas de composición félsica-máfica. Este acuifugo ha sufrido metamorfismo regional de emplazamiento profundo hasta medio. La composición de esquistos y gneis hacen que esta formación sea totalmente impermeable.

VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS EN LA REGIÓN UCAYALI

El agua de los acuíferos porosos no consolidados puede contaminarse de varias formas. Se saliniza debido a prácticas inadecuadas de riego, en las que se añaden sales al acuífero, ya sea por disolución, quema de pastizales, uso de fertilizantes y pesticidas en los cultivos o luego de extracciones exageradas que bajan los niveles del agua e inducen salinidad.

Los acuíferos pueden tener concentraciones altas de calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro y sulfato, lo que los hace inservibles para ciertos usos. Las calizas con bacterias, coliformes fecales, contaminantes químicos y las descargas de aguas usadas, sean directas o indirectas (a través de pozos, ríos o quebradas) contaminan el acuífero de la región. Los lixiviados de basureros o superficies contaminadas también contaminan los acuíferos.

Los acuíferos de la región suelen ser afectados por:

Vertimiento de aguas servidas

La mayoría de los centros urbanos de la región Ucayali vierten sus desagües (aguas negras o servidas) a los ríos. Estos desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Por eso, cuando se vierten los desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes causantes de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.), los cuales son los signos más claros de contaminación superficial y subterránea.

Cuadro N° 5.1
Características hidrogeológicas de la región Ucayali

Formación geológica	Porosidad (%)	Permeabilidad (m/día)	Caracterización hidrogeológica
Complejo del Maraón	Gneis = 0.1	Gneis = Baja	Acuífugo
Formación Tarma	Lutitas = 21	Lutitas = Nula	Acuitardo
Grupo Copacabana PI-C1	Calizas = 4 Limolitas = 10	Calizas Limolitas = Nula	Acuífero kárstico
Grupo Copacabana PI-C2	Limolitas calcáreas = 10	Limolitas calcáreas = Baja	Acuitardo
Grupo Pucará	Calizas = 4 Lutitas = 24	Calizas = Baja Lutitas = Nula	Acuitardo
Formación Sarayaquillo	Areniscas = 4 a 25	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Cushabatay	Areniscas = 4 a 25	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Esperanza	Lutitas = 5	Lutitas = Nula	Acuitardo
Formación Aguas Calientes	Areniscas = 4 a 25 Conglomerados = 26	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Chonta	Limolitas = 39 Areniscas = 4 a 25	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Vivian	Areniscas = 33	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Cachiyacu-Huchpayacu	Lutitas = 25 Arcillas = 25	Lutitas = Nula Arcillas = Nula	Acuitardo
Formación Casa Blanca	Areniscas cuarzosas = 26	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Yahuarango	Lutitas = 35	Lutitas = Nula	Acuitardo
Formación Pozo	Areniscas = 21	Alta por fisuras	Acuífero fisurado
Formación Chambira	Limolitas = 35 Lutitas = 35	Limolitas = 2.5 Lutitas = Nula	Acuitardo
Formación Chambira	Limolitas = 35 Lutitas = 35	Limolitas = 2.5 Lutitas = Nula	Acuitardo
	Areniscas conglomeradas = 25	Variable	
Formación Río Picha	Conglomerados = 25 a 40	Conglomerados = Baja	Acuitardo
Formación Madre de Dios	Arcillas = 20	Arcillas = Nula	Acuitardo
Formación Ucayali	Arenosas = Muy alta Limo arcillas = 39	Alta por porosidad	Acuífero poroso no consolidado
Formación Ipururo	Areniscas = 27	Alta por porosidad	Acuífero poroso no consolidado
Depósitos fluviales	Gravas arenosas = 27	Alta por Porosidad	Acuíferos porosos no consolidados
Rocas intrusivas	Baja	Baja	Acuitardo

Fuente: Elaboración propia 2007.

Vertimiento de residuos sólidos y desmontes en las aguas

En la región Ucayali es costumbre generalizada el vertimiento de basura y desmonte en las orillas de los ríos, sin ninguna previsión y en forma desordenada. Entre estos desperdicios hay plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos que no se descomponen o que al hacerlo producen sustancias tóxicas (p.ej. el fierro produce óxido de fierro) que tienen un impacto negativo.

Vertimiento de productos químicos y desechos industriales

La deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.), provenientes

de las actividades industriales, contaminan las aguas superficiales y también las aguas subterráneas debido a que la mayoría de los ríos constituyen la zona de alimentación de los acuíferos.

La extracción petrolera en la selva conlleva el problema de las aguas de formación, que salen a la superficie con el petróleo. Estas aguas contienen sales diversas, compuestos sulfurosos y metales pesados, y al ser vertidas contaminan las aguas amazónicas y alteran los ecosistemas acuáticos.

CAPÍTULO VI

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

GENERALIDADES

En las últimas décadas, los estudios sobre geomorfología se han ampliado y han mostrado gran interés en los valles fluviales (a nivel nacional) y recientemente por el cambio climático que afecta actualmente a la Tierra (Zavala y Vilchez 2006).

Los mapas geomorfológicos, como herramientas para el análisis de los peligros naturales, se consideran indispensables pues están relacionados con los procesos geodinámicos.

En general, desde los puntos de vista morfoestructural regional, el área de estudio está ubicada en parte de la Cordillera Occidental, Faja Subandina y el Llano Amazónico. En ella se encuentran grandes ríos como el Ucayali y el Urubamba, y afluentes como Tamaya, Sheshea, Genepachea, Purús, etc. Las unidades geomorfológicas son muy variables, y se originaron por la acción de agentes tectónicos, deposicionales y erosivos, a lo largo de su historia geológica.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La cartografía geomorfológica y la delimitación de unidades se fundamentan con el criterio de homogeneidad relativa y la caracterización de los siguientes aspectos:

- A) Origen general y específico del relieve (ya sea por erosión o acumulación): Tipos generales y específicos del relieve (planicies, colinas y lomeríos, piedemontes y montañas), teniendo en cuenta su amplitud de relieve (altura relativa); para el caso de las montañas se consideró también la diferenciación de acuerdo a la pendiente y el control estructural de sus laderas (este último factor se tomó en cuenta en el caso de las colinas).
- B) En la descripción de las diferentes unidades geomorfológicas se menciona el tipo de litología principal de las rocas aflorantes y/o depósitos inconsolidados, así como las amenazas geológicas asociadas.
- C) Se consideró la base topográfica mencionada, la geología (Carta Geológica Nacional), teniendo en cuenta los límites de

las unidades geológicas (substrato rocoso-depósitos superficiales), con énfasis en la diferenciación de depósitos recientes, sobre todo aquellos de movimientos en masa identificados en campo.

Una delimitación inicial de los cuatro grandes tipos de relieve (montañas, colinas y lomadas, depósitos de piedemonte y planicies) y una posterior subdivisión considerando su origen y la geometría del relieve (pendiente del terreno), el carácter estructural y la asociación morfogenética (fluvial, aluvial, glacial y gravitacional) permitieron establecer las unidades geomorfológicas que se describen a continuación (Mapa 3). Una de las deficiencias que debió enfrentarse fue el carácter incompleto de la información topográfica del área, por lo cual no se pudo elaborar el modelo digital del terreno (MDT).

Montañas

Se encuentran en un área que corresponde al 4,99% del total del territorio, y se caracteriza por alturas mayores de 300 m respecto al nivel de base local. Ellas se reconocen como cumbres y estribaciones que han sido deformadas por la erosión y la influencia del levantamiento andino.

Esta unidad se caracteriza por conformar alineamientos en forma alargada que sobrepasan los 300 m del nivel de base local, y están constituidos por rocas sedimentarias, metamórficas y, en menor parte, por intrusivos. Las cimas son muy abruptas, de forma subredondeada, y constituyen las divisorias de aguas. En general se encuentran cubiertas por vegetación (Foto N° 6.1).

Se han clasificado de la manera siguiente:

a) Montañas con laderas de baja pendiente

Las laderas tienen pendientes menores de 20°, su forma es ondulada y están compuestas por rocas sedimentarias (areniscas y calizas). Afloran en parte de la cordillera de Sira, entre los cuadrángulos de Atalaya y Obentení. Los movimientos en masa asociados a ellas son deslizamientos y procesos de erosión de laderas. Se pueden generar procesos kársticos.



Foto N° 6.1 Sector Boquerón, al fondo se observa la cordillera de Sira, que conforma la unidad de Montaña, cubierta por vegetación (distrito y provincia de Padre Abad).

b) Montañas con laderas de pendiente media

Las laderas tienen pendientes entre 20 y 30°. Suelen estar compuestas por rocas sedimentarias. Se encuentran ubicadas en la parte oeste de la región, en áreas como Atalaya, Santa Ana y Bolognesi. (Foto N° 6.2).

Los movimientos en masa asociados son generalmente deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y procesos de erosión de laderas. En el cuadrángulo de Obentení esta unidad está disectada por quebradas, que generan flujos (huaycos).

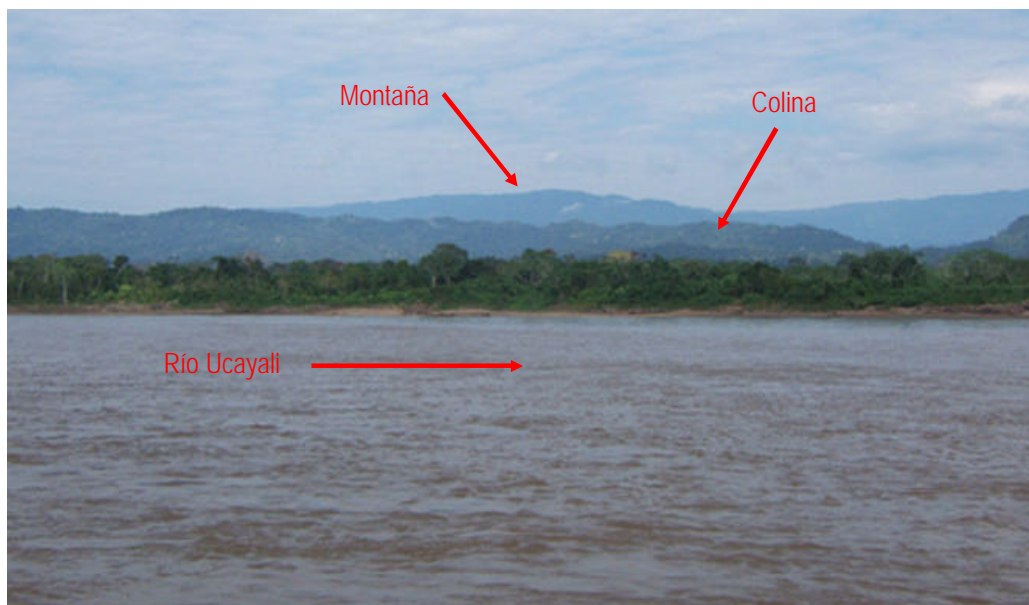


Foto N° 6.2 Sector frente a Bolognesi, donde es evidente la diferencia entre montañas y colinas (distrito Tahuania y provincia de Atalaya).

c) Montaña con laderas de pendiente alta

Las laderas tienen pendiente entre pronunciada y fuerte, generalmente son mayores de 45°. La mayoría de ellas están compuestas por rocas metamórficas, pertenecientes al complejo Marañón.

Afloran en la parte oeste de la región, desde Obenteni hasta Bolognesi, ocupando una franja con dirección norte-sur.

Los fenómenos de remoción en masa que pueden presentarse son deslizamientos, flujos y caídas de rocas.

d) Montañas de laderas estructurales

Esta unidad se caracteriza por tener una relación litológica y estructural. Este tipo de montañas presentan alineamientos conformados por secuencias estratificadas plegadas. Los buzamientos de los estratos controlan la pendiente y la variación de ésta varía desde moderada hasta muy abrupta.

Estas montañas ocupan un importante porcentaje de área en la región, generalmente están asociadas a colinas estructurales y se distribuyen principalmente en el sector de la faja subandina (en la Cordillera El Sira), con alineamientos andinos con dirección noroeste-sureste.

Los peligros de movimiento en masa que se presentan en esta unidad son: caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, erosión de laderas y flujo de detritos.

Colinas y lomadas

Las colinas y lomadas son elevaciones naturales del terreno de menor desnivel que la montaña (menos de 300 m), y se encuentran ampliamente distribuidas en toda la región.

Se distinguen dos tipos de colinas: con laderas estructurales y disectadas, y lomadas disectadas. Ocupan un área de 67,21%.

a) Colinas con laderas estructurales

Esta unidad sigue un patrón estructural, una serie de anticlinales y sinclinales se distribuyen bordeando la zona de montañas. Sus laderas están controladas por estratos que presentan buzamientos entre 15° y 60° (Fotos N° 6.3 y 6.4).

Presenta escarpes abruptos con acumulación de derrubios. En algunos sectores hay intercalaciones de diferente litología, las cuales presentan resistencia variable a la erosión. Están asociadas a caída de rocas, derrumbes, reptación de suelos y erosión de laderas.

b) Colinas con laderas disectadas

Esta unidad se encuentra ampliamente distribuida en la región; está ubicada en la faja subandina y parte del llano amazónico, y sus laderas tienen pendientes menores de 15° (Foto N° 6.5).

Esta unidad está controlada por rocas no muy litificadas y de fácil erosión, como areniscas y limolitas. Los peligros geológicos que se presentan son derrumbes (generalmente por corte de talud de carretera), deslizamientos y erosiones de ladera.

c) Lomadas

Son cerros que presentan superficies amplias, redondeadas a suaves (Foto N° 6.6), sus laderas tienen pendientes muy suaves (entre 4 y 8°). Se encuentran distribuidas en el llano amazónico.

A nivel litológico, están asociadas a formaciones rocosas sedimentarias (areniscas y limolitas) poco litificadas, bordeando y en algunos casos ocupando las partes altas de las colinas disectadas.

En esta unidad se presentan procesos de erosión de laderas, flujos de detritos y algunos deslizamientos.

Piedemontes

Los piedemontes son acumulaciones de material heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcillas inconsolidadas. Están ubicados al pie de las cadenas montañosas. La diagénesis y litificación de estos materiales da lugar a los conglomerados y aglomerados (Dávila 2006).

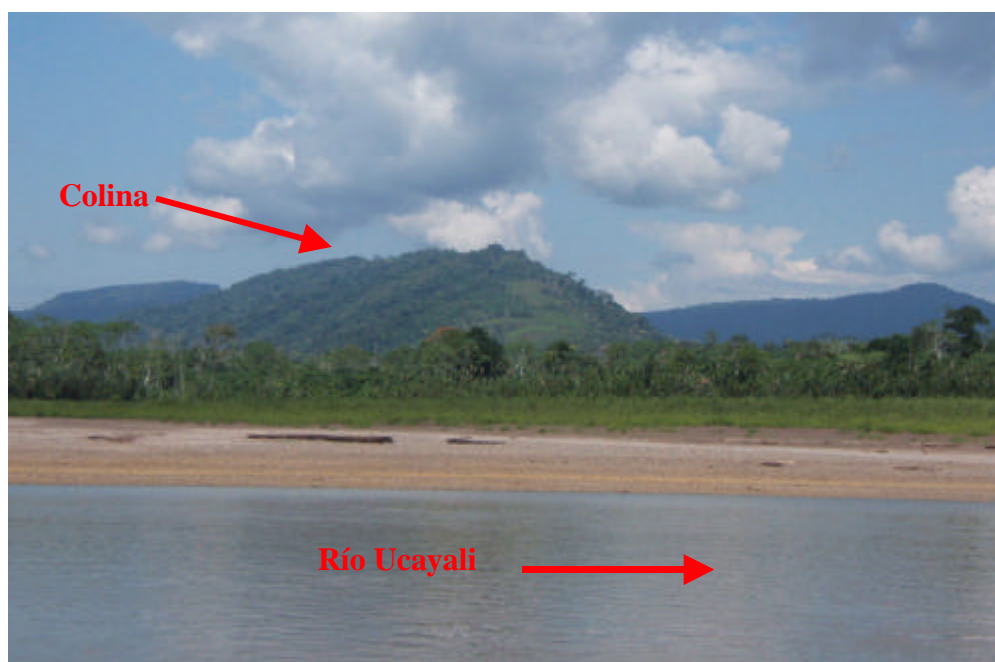
Para delimitar los piedemontes se reconocieron aquellas características que los conforman, como el depósito y la acumulación de material, y las rupturas de pendiente características. Las unidades que se han encontrado son: vertiente de detritos, abanicos proluviales/aluviales y depósitos de deslizamientos; estos abarcan un área de 1,25%.

Abanicos proluviales/aluviales

Comprende los depósitos de flujos canalizados, ubicados en la parte terminal o desembocadura de una quebrada o curso fluvial (régimen estacional o torrencioso) de un río principal, en forma de abanicos o conos. Constituyen evidencias de represamiento de valle o desviaciones de cursos fluviales.

Estos eventos son individuales y de diferente magnitud, y muestran áreas de depósito de regular extensión. Vistos en planta presentan generalmente forma cónica, las pendientes son bajas y van desde 2 hasta 10°. Están conformados por depósitos de detritos clásticos (bloques, gravas, arenas y arcillas) que se disponen de manera heterogénea.

Algunos se presentan entre La Divisoria y Aguaytía (Foto N° 6.7), en Atalaya, y en el sector de Anacayali (cuadrángulo de Obenteni), estos huaycos se presentan de forma ocasional e incluso excepcional.



Fotos N° 6.3 y 6.4 Colinas estructurales en el sector Santa Rosa (distrito de Raymondi, provincia de Atalaya).



Foto N° 6.5 Colinas con laderas disectadas, sector de Aguaytía (distrito y provincia de Padre Abad).



Foto N° 6.6 Lomadas en el sector de Pampa Yurac (distrito y provincia de Padre Abad).



Foto N° 6.7 Flujo (huayco) que afectó a la carretera Federico Basadre.

Vertiente de detritos

Estos tipos de depósitos se encuentran al pie de las montañas (Figura N° 6.1) o colinas, en forma de talus de detritos. El material generalmente es acarreado por la gravedad (coluvial), y está distribuido en forma caótica.

La litología de los fragmentos generalmente es muy homogénea en estos tipos de depósitos. Su granulometría es variable y presenta baja compactación (lo que indica que es no consolidado), y esto se debe a que se encuentra cerca de su fuente de origen.

Esta unidad está relacionada con deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y erosión de laderas. Como ejemplo se citan los depósitos que se ubican en la parte baja de la Cordillera El Sira, y en los promontorios de montañas de rocas intrusivas existentes en los cuadrángulos de Cantagallo y San Lucas.

Depósitos de deslizamiento

Estos depósitos están asociados a movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes) y los principales se ubican en la Cordillera El Sira. Los deslizamientos o flujos (Figura N° 6.2) podrían reactivarse.

Planicies

Son extensiones de terreno más o menos planas, donde los procesos de agradación superan a los de degradación (Dávila 2006).

Esta unidad se encuentra bien distribuida en toda la región y ocupa un área de 25,84%. Las planicies están asociadas a depósitos aluviales y aluviales antiguos, limitados en muchos casos por depósitos de piedemontes y laderas de montañas o colinas.

Se han diferenciado las siguientes subunidades:

Llanura aluvial meándrica

Esta subunidad se ha formado por las variaciones que han tenido los ríos meandriformes, y se distinguen las siguientes terrazas:

- a. Terrazas bajas formadas por meandros recientes: Estas terrazas tienen alturas menores de 5 m, y en planta se caracterizan por presentar orillares muy notorios (Fotos N° 6.8 y 6.9). Se encuentran distribuidas en las márgenes de los ríos Ucayali, Aguaytía, Inuya, Tamaya, Sheshea, Purús, Breu, etc.

Estos terrenos comprenden la llanura aluvial meándrica inundable, y forman playas de arena (Foto N° 6.10)¹ que pueden llegar a tener una extensión de 1 km; también hay islas que se han formado dentro del cauce del río y otras por estrangulamiento del meandro.

En la estructura de estas terrazas se observa estratificación sesgada (Foto N° 6.11), en tanto que en los cortes de las terrazas producidos por el río se observan algunos paleocanales (meandros abandonados) y restos de troncos de árboles en forma individual o agrupados como palizadas enterradas.

¹Desde el límite de la región, sector de Tiruntan, hasta Bolognesi, las playas son de arena, luego —hasta Atalaya— empiezan a tener cierto contenido de grava.



Figura N° 6.1 Imagen satelital muestra la Cordillera El Sira, (parcialmente nublada), el sector de la vertiente de detritus y el valle del río Boquerón (distrito y provincia de Padre Abad).



Figura N° 6.2 Sector de Unine (cuadrángulo de Obenteni) que muestra en su margen derecha un deslizamiento antiguo.

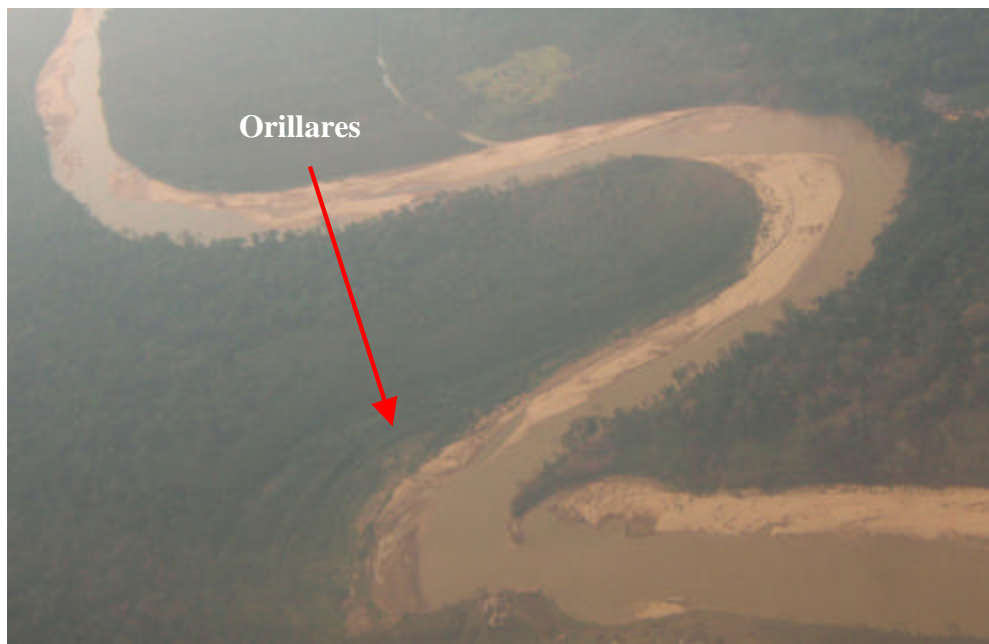


Foto N° 6.8 Río Purús, obsérvese la secuencia de orillares (distrito y provincia de Purús).



Foto N° 6.9 Río Ucayali, sector de Pucallpillo, se observa meandro abandonado y la formación de orillares.



Foto N° 6.10 Río Ucayali, sector de Pucallpillo, se observa meandro abandonado y la formación de orillares (distrito de Purús).



Foto N° 6.11 Sector de San Antonio Viejo. Se observa la estructura (estratificación sesgada) que tiene la llanura aluvial meándrica (distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo).

En esta unidad se presentan inundaciones y erosiones fluviales, y también derrumbes y deslizamientos por erosión fluvial.

- b. Terrazas medias formadas por meandros antiguos: En ellas no se ven los orillares, más bien algunas lagunas formadas por meandros estrangulados, con alturas mayores de 5 m. Se presentan erosiones fluviales y también inundaciones pluviales.

Esta unidad se encuentra distribuida a lo largo de los ríos Ucayali, Purús, Tamaya, Aguaytía, etc.

- c. Terrazas altas formadas por meandros antiguos: Tienen alturas mayores a 10 m; no se ven los orillares, solo las marcas de los antiguos cauces que tienen formas cóncavas y convexas (Figura N° 6.3).

Se pueden presentar erosiones fluviales e inundaciones de tipo pluvial.



Figura N° 6.3 Se muestra el cauce antiguo del río Aguaytía (distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo).

Llanura aluvial en quebradas

Esta unidad se ha formado por depósitos dejados por quebradas, en ella encontramos las siguientes subunidades.

- a. Terrazas bajas en quebradas: Son terrenos ubicados encima del cauce y la llanura de inundación fluvial, tienen poca amplitud y pendiente menor de 5°. Se localizan en todos los afluentes de los ríos principales (Fotos N° 6.12 y 6.13). Están constituidas por arenas y limos inconsolidados. Esta unidad es la llanura aluvial inundable.
- b. Terrazas altas en bordes de quebradas: Están conformadas por arenas y limos inconsolidados. Estos terrenos presentan alturas mayores de 10 m. Están localizadas por encima de la llanura de inundación fluvial actual, y están limitadas en sectores por los depósitos de la llanura aluvial meándrica.
- c. Terraza alta por planicie aluvial disectada: Esta unidad se caracteriza por estar disectada por quebradas. Está ubicada en los cuadrángulos de Pucallpa (Figura N° 6.4), Sempaya y Huarimán.

Está constituida por arenas finas y limos de color rojizo, medianamente consolidados, con cierta resistencia a la erosión. Las zonas aledañas a los ríos o quebradas son susceptibles a las erosiones fluviales. En ella se presentan inundaciones de tipo pluvial.

Esta unidad está correlacionada con el sector de Pachitea, cuadrángulo de Tournavista, en el límite de la frontera de la región Huánuco.

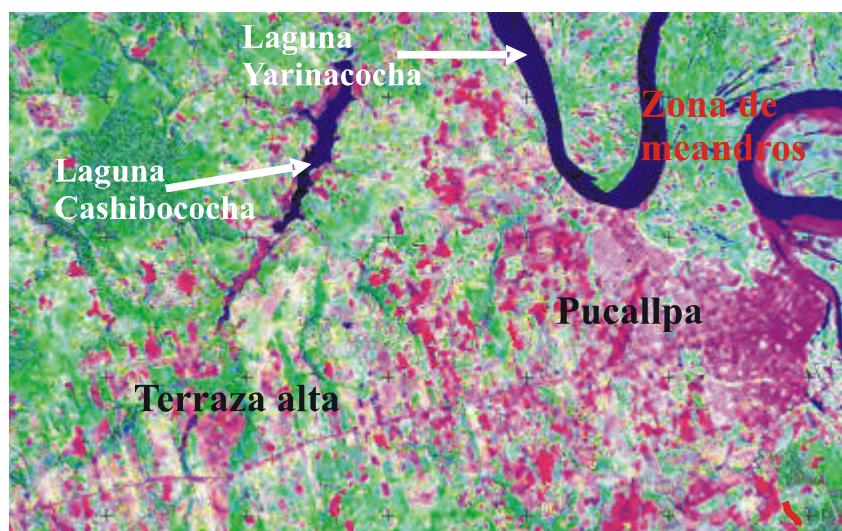


Figura N° 6.4 Se muestra las zonas de terrazas altas y la de meandros.



Foto N° 6.12 Terraza baja inundable en una quebrada afluente del río Aguaytía, sector de Huipoca.



Foto N° 6.13 Terrazas bajas inundables en la quebrada río Negro, afluente del río Aguaytía.

Planicie alta

Esta unidad se caracteriza por ser plana, con pendientes menores de 5° y altura mayor a 10 m. Se caracteriza por estar disectada por quebradas en forma paralela.

Está conformada por arenas y limos medianamente consolidados y hasta sueltos. Abarca gran parte del cuadrángulo de Noaya (Figura N° 6.5), Puntijao y Cumaria.

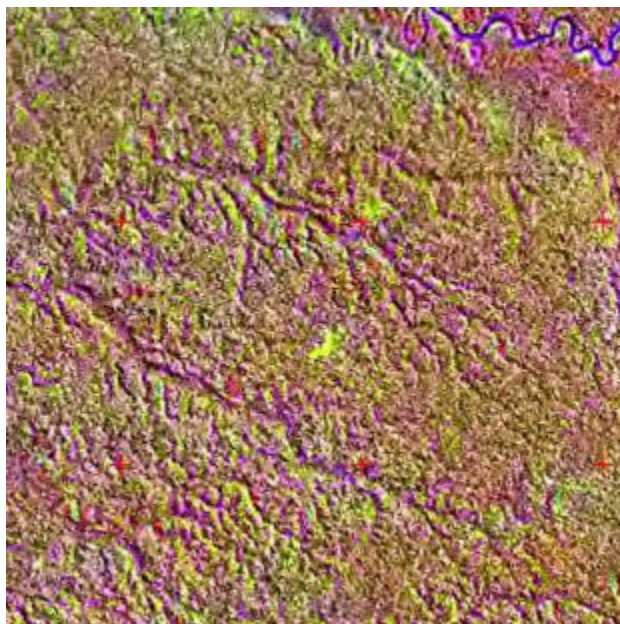


Figura N° 6.5 Planicie surcada por quebradas en el sector noroeste del cuadrángulo de Noaya.

Planicie alta disectada/Planicie antigua disectada:

Son terrazas elevadas o planicies antiguas, en algunos casos muy disectadas. Se encuentran en una pequeña porción del cuadrángulo de Río Nova, en el límite con el departamento de Huánuco.

En el nivel geodinámico, se encuentran asociadas a procesos de erosión de laderas (cárcavas avanzadas) y erosión fluvial en las márgenes por socavamiento con generación de derrumbes y flujos de detritos.

SISTEMAS DE RÍOS MEÁNDRICOS

Para propósitos de definición suele recurrirse a la relación entre la longitud del canal (AB) y la longitud del valle (CD), medidas entre dos puntos (Figura N° 6.6). Esta relación se conoce como sinuosidad. Los ríos cuya sinuosidad es de 1,5 o mayor se denominan meándricos y aquellos con sinuosidad inferior a 1,5 son sinuosos o rectos. Los ríos meándricos deben tener cierto grado de simetría en su curvatura (Villota 2005).

Para saber si el río Ucayali es de tipo meandriforme, aplicamos la fórmula presentada en la Figura 6.6. Se miden la distancia desde el sector de Atalaya (nacimiento del río Ucayali) hasta Tiruntan (en el límite del departamento), que es de 498 km, y la distancia perpendicular que es de 295 km; luego se dividen ambas cantidades y se obtiene un resultado de 1.68, lo que quiere decir que estamos frente a un río de tipo meandriforme, además cumple la segunda característica pues este río tiene un cierto grado de simetría.

Los Meandros y su actividad

Estos ríos presentan procesos de meandrificación, es decir erosión y deposición en forma simultánea en sus propias orillas. La erosión en la orilla externa de cada meandro se encuentra más o menos en equilibrio con la sedimentación en la orilla interna (Figura N° 6.7).

Este tipo de flujo produce el socavamiento, desplome y erosión de la margen externa de cada meandro, y deposición en la banca interna. La primera se caracteriza entonces por ser más profunda, con pendiente aproximadamente vertical; próxima a ella el agua adquiere la máxima velocidad y turbulencia. La segunda es más

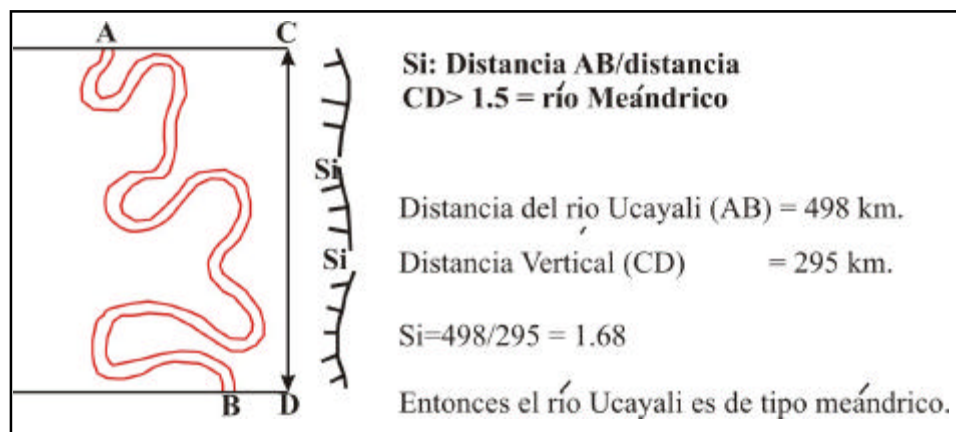


Figura N° 6.6 Fórmula para determinar si el río es de tipo meándrico (Villota, 2006).

superficial, con pendiente suavemente inclinada y aguas más lentas; allí se forman los orillares o barras de meandros. Los materiales erosionados de la banca externa de un meandro tenderán a depositarse en la orilla interna del siguiente meandro (y no en el lado opuesto), como se observa en la Figura N° 6.7.

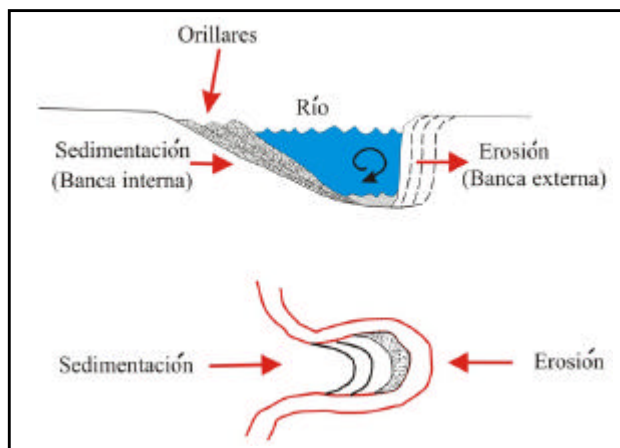


Figura N° 6.7 Desarrollo de orillares en una llanura meándrica. (Villota, 2006).

Los orillares dejados por el río Ucayali son muy evidentes (Figura N° 6.8), tienen longitudes hasta de 10 km, y la distancia entre orillar y orillar es menor de 100 m; se pueden cortar y entrecruzar.

Muchas veces se agrupan en forma de enjambres. Como ejemplo se muestra la imagen satelital de la desembocadura del río Aguaytía hacia el río Ucayali.

En los ríos menores, como Aguaytía, Tamaya, Purús, Breu, Sheshea, etc., los complejos de orillares no son muy notorios en las imágenes satelitales.

El doble proceso de erosión-sedimentación suele ser poco activo cuando el caudal y la carga de aluviones son escasos; en cambio, alcanza su máxima eficiencia cuando el nivel de las aguas se aproxima a su tope, sin salirse de su cauce. Es entonces cuando la meandrificación —es decir, el crecimiento, corte y abandono de los meandros, junto con la formación de orillares— adquiere su mejor expresión (Figura N° 6.9).

El proceso de estrangulamiento de un meandro afecta a curvas sucesivas de una corriente, produciendo erosión y sedimentación alternas que poco a poco determinan el pronunciamiento de los meandros abandonados, hasta que finalmente, durante las crecidas, la corriente puede acortar camino por una zona cóncava de los orillares (Figura N° 6.9 c), dejando abandonado un meandro abierto, de forma semilunar; e igualmente puede recortarse por el cuello muy estrecho del meandro (Figura N° 6.9 e). En el Cuadro N° 6.1 y 6.2 se presentan los lugares donde se han generado cortes de meandros.



Figura N° 6.8 Imagen satelital de la desembocadura del río Aguaytía en el río Ucayali, que muestra meandros recientes y antiguos.

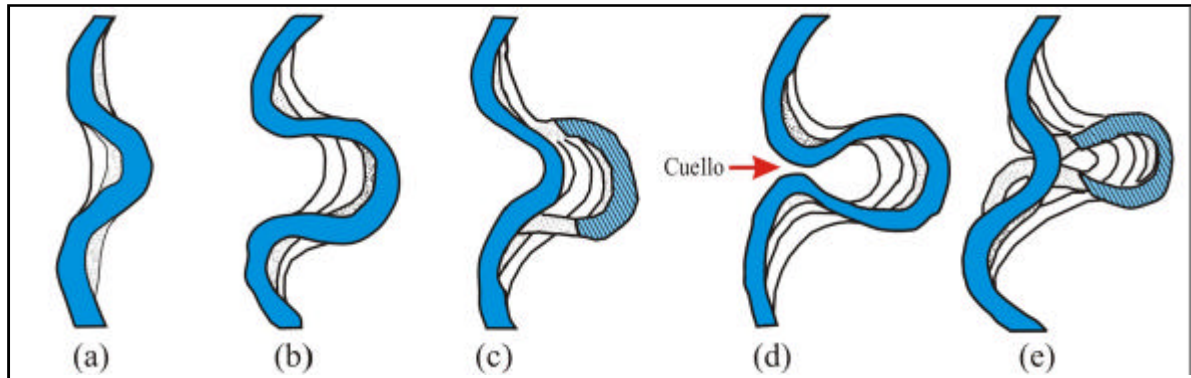


Figura N° 6.9 Proceso de estrangulamiento de meandros (Villota, 2006).

Llanura aluvial meándrica

La llanura aluvial meándrica presenta los siguientes rasgos morfológicos: plano inundable, con paisaje de edad subactual a actual, susceptible a inundaciones periódicas u ocasionales, en el que se destacan varias generaciones de orillares, meandros abandonados y algunas sobrevegas (Figura N° 6.10).

Orillares o barras de meandros

Son geoformas cóncavo-convexas, alargadas y curvadas, como patrones de surcos y camellones de diversa amplitud y desnivel, que se forman en la orilla interna de los meandros mediante la deposición sucesiva de capas de aluviones relativamente finas (arenas finas y limos), sustraídos del lecho por un flujo lateral

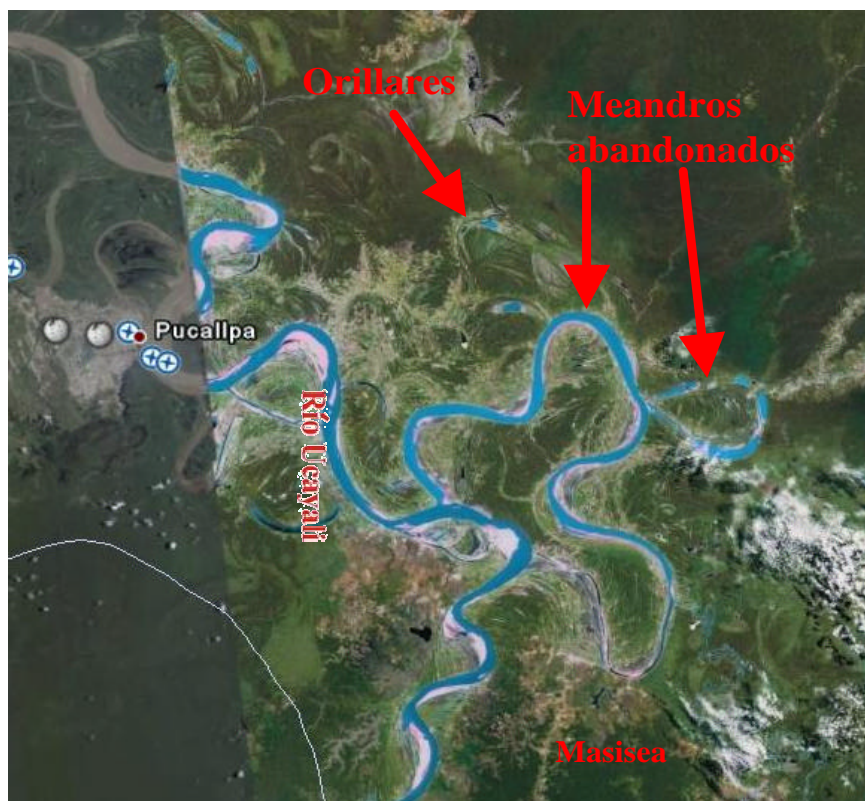


Figura N° 6.10 Meandros abandonados y orillares en el sector entre Pucallpa y Masisea.

subsuperficial. Después de una inundación, las áreas cóncavas suelen quedar cubiertas con aguas estancadas, y se produce la decantación de sus materiales más finos, lo que les confiere el aspecto de pantanos estrechos y alargados.

Las dimensiones de los complejos de orillares normalmente son proporcionales al tamaño de las corrientes que los originan. Los que deben su origen a los antiguos cauces del río Ucayali son mucho más grandes y de mayor tamaño que los que se forman en los ríos Aguaytía, Purús, Tamaya, etc. Esto quiere decir que las corrientes del río Ucayali son mucho mayores que las de los ríos Aguaytía, Purús, Tamaya, etc.

En la imagen satelital (Figura N° 6.11) se muestra la evolución pedogenética en la llanura aluvial meándrica, donde se han diferenciado los orillares recientes y antiguos.

Meandros abandonados

Comprenden tramos del lecho de un río correspondientes a una curva de meandro abierto o cerrado, cuyo corte y aislamiento incrementan su pendiente. El taponamiento de sus extremos es rápido y ocurre por la acumulación de sedimentos del propio lecho.

Los meandros contienen agua cuando están cortados y constituyen entonces verdaderas lagunas; sin embargo, luego de sucesivas inundaciones, van llenándose con materiales más finos hasta transformarse primero en pantanos y finalmente en meandros colmatados.

Un ejemplo de meandro abandonado es la laguna Yarinacochoa (Figura N° 6.12).

VARIACIONES DEL ANCHO DE LOS RÍOS

El ancho del río Ucayali varía entre 1,2 km a 600 m, y el ancho mayor se registra en los meses de crecida y el menor en el periodo de estiaje. En el año 2005 el cauce del río Ucayali bajo 9,4 m, y corresponde a la cota entre la máxima crecida y la baja del río. Los ríos Purús, Aguaytía, Tamaya, y Sheshea llegan a tener anchos entre 200 y 400 m, y también varían según el periodo estacional.

Por ser de tipo meandriformes, estos ríos generalmente tienen una margen que erosiona y otra que inunda.

Cambios del curso del río Ucayali

Los cambios de curso del río Ucayali ocurren cada cierto tiempo, los más importantes son los que han tenido lugar frente a Pucallpa y Masisea.

Según Caverio (2002), en una evaluación realizada entre los años 1986 y 2002, entre Pucallpa y Bolognesi, se identificaron cinco cortes de meandros. En la evaluación que realizamos entre Tiruntan y Atalaya, se determinaron 11 cortes de meandros. En la Figura N° 6.13 y en el Cuadro N° 6.1 se muestran las zonas donde se registraron cortes de meandros.

A partir de lo observado en el nuevo curso del río Ucayali (2006), es posible que en los próximos años se formen nuevos meandros abandonados o islas. Estas áreas se presentan en el Cuadro N° 6.2.

Migraciones del río Ucayali en las últimas décadas (Período 1955-2006)

La tasa de erosión lateral de un curso meándrico ejerce una influencia directa sobre la vegetación y las áreas circundantes. Un análisis de los ríos Ucayali y Marañón, realizado por Kalliola et al. (1987), indica cambios considerables tanto en la variación como en el patrón de migración; las tasas anuales más altas calculadas fueron superiores a 200 m. A lo largo del río Ucayali se detectó una migración unidireccional de curvas en contraste con la distribución dispersa de los sitios de erosión y de deposición de sedimentos en los cursos anastomosados de otros ríos.

Un análisis o monitoreo de la evolución del curso del río Ucayali es imprescindible para el conocimiento de su dinámica fluvial en el tiempo. Se utilizaron fotografías aéreas, imágenes satelitales y cartas topográficas de diferentes años para identificar las variaciones en el periodo 1955 a 2005. Entre 1875 y 1952 (77 años) no se produjo ningún corte de meandros en el tramo del río Ucayali estudiado en el presente trabajo (Velásquez de la Cruz et al. 2003).

Para el periodo en discusión se identificaron los siguientes aspectos geomorfológicos en su cauce y márgenes (Figuras N° 6.14 a 6.22):

En una vista tomada en 1955 se observa un curso principal de dirección SE-NO desde la parte sur de Pucallpa, adyacente a una formación litológica aparentemente resistente (I-2), con un giro de dirección al NE a partir de la zona urbana; y un recodo hacia el lado este de la quebrada Manantay que reducía la capacidad de erosión aguas abajo, al igual que el meandro de Pucalpillio.



Figura N° 6.11 Llanura aluvial meándrica en la que se observan las etapas de los orillares.

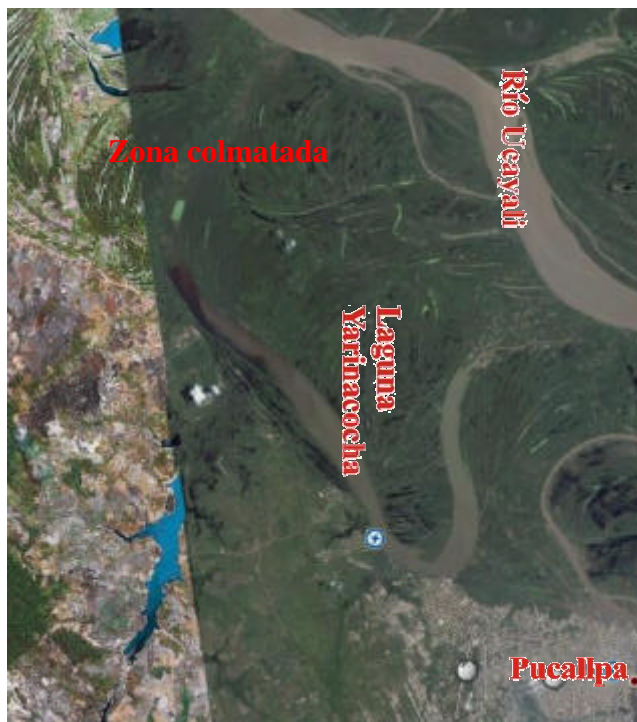
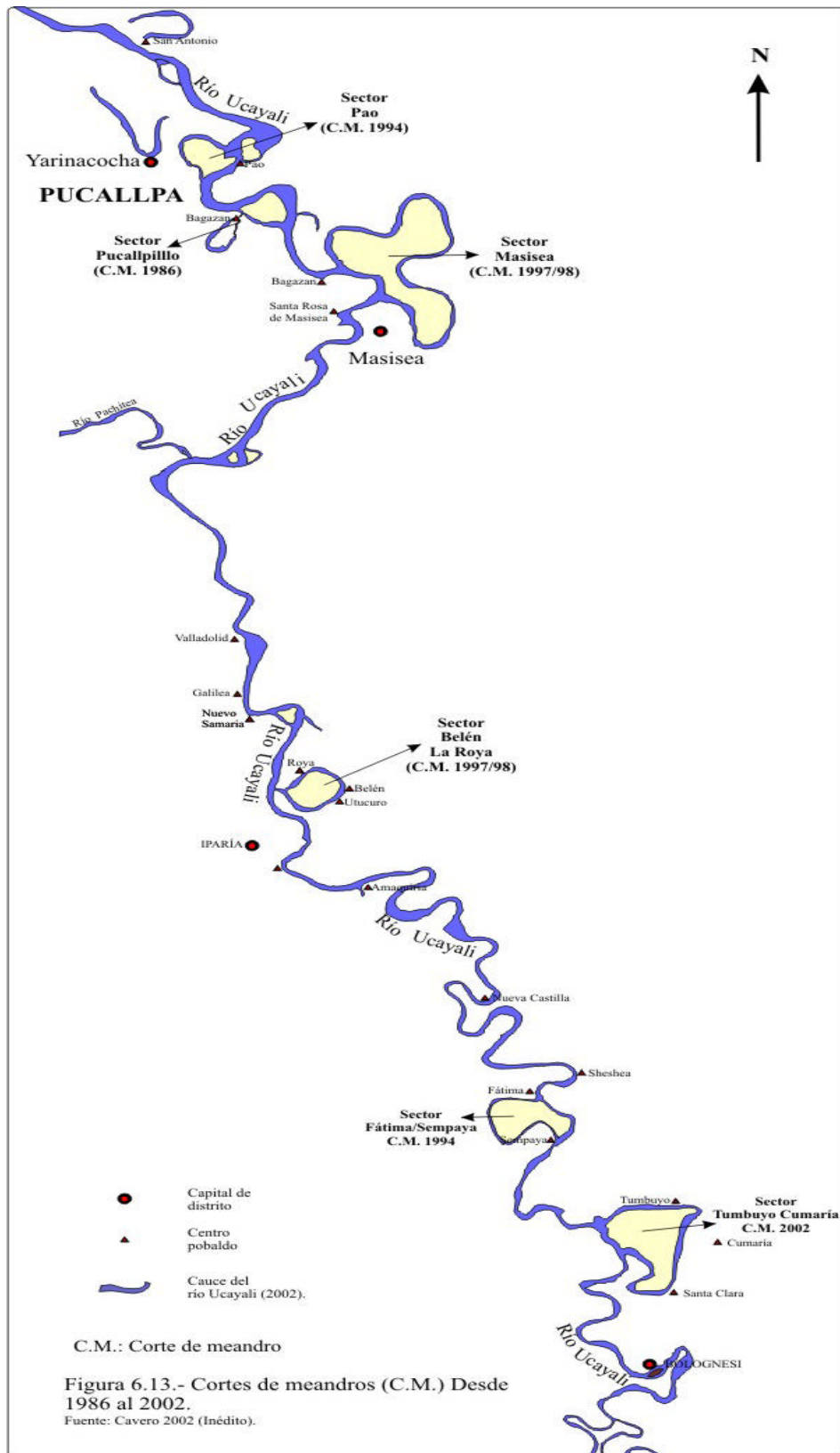


Figura N° 6.12 Laguna de Yarinacocha, antiguo brazo del río Ucayali.

Cuadro N° 6.1
Cortes de meandros en el río Ucayali

N°	Lugar	Año	Observaciones
1	Pao (aguas arriba de Pucallpa)	1994	Este meandro estrangulado está ubicado en la margen derecha del río Ucayali y tiene una longitud de 12 km. Se observa que el río Ucayali ha migrado hacia la margen derecha.
2	EGA- Pucallpillo	1986	Llamado meandro de Pucallpillo, está ubicado en la margen izquierda del río Ucayali y tiene una longitud de 15 km. El corte del meandro ha dejado sin acceso fluvial al poblado del mismo nombre. A partir de este corte del meandro, el curso del río empezó a variar. Actualmente el río ha migrado hacia la margen izquierda, afectando al puerto de Pucallpa.
3	Masisea	1997 /1998	El sector donde está ubicado es conocido como rompiente de Masisea. Este meandro abandonado se encuentra en la margen derecha del río Ucayali y constituye la mayor variación que ha tenido el río en los últimos tiempos. Su longitud es 45 km. Este meandro ha traído dos consecuencias: la primera es el acortamiento de la distancia por vía fluvial entre Pucallpa y Bolognesi, donde las lanchas ahorran casi un día de viaje, y la otra fue es que el poblado de Masisea quedó aislado parcialmente de la comunicación fluvial hasta la construcción de la carretera del poblado hacia el puerto de Masisea.
4	Belén, La Raya	1994	Meandro abandonado, ubicado en la margen derecha del río Ucayali, con una longitud aproximada de 19 km. El río ha migrado hacia la margen derecha y ha dejado sin acceso a la vía fluvial a los poblados de La Raya, Belén y Utucuro.
5	Fátima	1994	Meandro abandonado, ubicado en la margen izquierda del río Ucayali, tiene una longitud aproximada de 20 km. El río migró hacia la margen derecha.
6	Cumaria/ Tumbuya	2002	Meandro abandonado, ubicado en la margen derecha del río Ucayali, tiene una longitud de 41 km. Este meandro ha dejado a los poblados de Cumaria, Nueva Italia y San José sin acceso al río Ucayali. Ha originado también acortamientos en la vía fluvial entre Pucallpa y Bolognesi.
7	Runuya/ Nueva California	¿2004?	Este meandro abandonado está ubicado en la margen izquierda del río Ucayali y tiene una longitud aproximada de 20 km. El río migró hacia la margen derecha y se observa una intensa erosión fluvial. En la margen derecha hay otro meandro abandonado, cuya fecha de origen no es exacta.
8	Puntijao	¿2004?	Meandro abandonado ubicado en la margen derecha del río Ucayali, tiene una longitud aproximada de 12 km. En este sector se están formando islas.
9	Isla Nuevo París*	?	Meandro abandonado ubicado en la margen derecha del río Ucayali, tiene una longitud de 20 km. Ha dado origen a una isla donde está ubicado el poblado de San Antonio.
10	Frente de Runuya*	?	Meandro abandonado, ubicado en la margen derecha del río Ucayali, tiene una longitud de aproximadamente 18 km. Ha dado origen a una isla.
11	Isla Magnolia/ Tranquilidad*	?	Meandro abandonado, ubicado en la margen derecha del río Ucayali. Tiene una longitud de 20 km. Se ha formado una isla en la que se encuentra el poblado de Tranquilidad. Las lanchas mayores tienen acceso fluvial solo durante los meses de lluvias.
12	Hamaquilla*	?	Fue un meandro abandonado cuyo ancho actual alcanza los 300 m; está ubicado en la margen izquierda del río Ucayali y tiene una longitud de 48 km. En esta zona se ubican los poblados de Anisarte y Amaquirá.

* Meandros abandonados cuya fecha de formación se desconoce. No se ha considerado la laguna de Yarinacocha porque no se encuentra cerca del río Ucayali.



Cuadro N° 6.2
Zonas donde posiblemente se forme un meandro abandonado

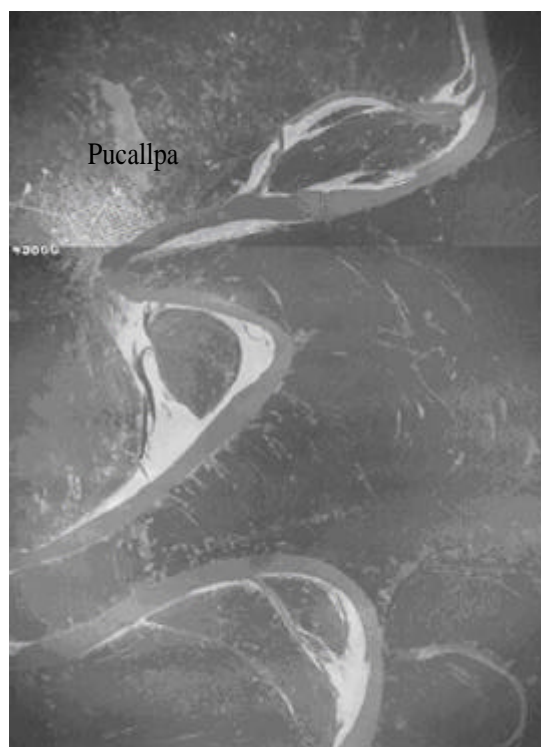
N°	Lugar	Observaciones
1	Laguna de Yarinacocha, Lobo Caño	Zona ubicada en la margen izquierda del río Ucayali. Se observa una intensa erosión fluvial y podría ocurrir que el río erosione y retome su cauce antiguo (laguna de Yarinacocha), entrando por Lobo Caño y posiblemente salga por Alejandrina. El meandro abandonado que se formará podría abarcar el área entre el sector de Centro América y Nueva Alejandrina. También podría formarse una isla.
2	Amaquiría	La zona se ubica aproximadamente a la mitad de la tipishca Amaquiría; en esta zona el río Ucayali está migrando hacia la margen izquierda, mientras que en la margen derecha se presenta una intensa erosión fluvial. Si ésta continúa, es posible que el río Ucayali retome este antiguo cauce. En este sector la distancia entre el río Ucayali y la laguna Amaquiría es de 200 m. En caso de rompimiento de meandro se puede formar una isla.
3	Sector Colonia de Caco	Es posible que en el sector de Colonia de Caco —ubicado 2 km aguas arriba— se produzca un estrangulamiento de meandro y se forme uno abandonado que tendrá un recorrido de 8 km.
4	Fátima	Es posible que 2 km aguas abajo del poblado de Fátima se forme un meandro abandonado que puede llegar a tener una longitud de 12 km. La distancia del cuello para que se produzca el estrangulamiento del meandro es de 800 m.
5	Bolognesi	Ubicado en la margen derecha del río Ucayali; este meandro abandonado tendría una longitud de 7 km. En el momento de la inspección (julio 2006), la distancia del cuello para que posiblemente se produzca la estrangulación era de 100 m. Es posible que ya se haya formado un meandro abandonado.
6	Antiguo Bolognesi	En esta zona se puede generar un meandro abandonado en la margen derecha del río Ucayali, y podría tener una longitud de 24 km. En el momento de la inspección (julio 2006), la distancia del cuello para el estrangulamiento y se produzca el corte de meandro era de 450 m.

Nota: Las variaciones del cauce del río no son muy notorias entre Bolognesi y Atalaya, porque el río empieza a discurrir sobre afloramientos rocosos y persisten las erosiones fluviales.



Figura N° 6.14 Fotografía aérea del IGN de 1963 que muestra una configuración más o menos similar a la de 1955, lo que indica que durante estos ocho años el río Ucayali mantuvo su curso pegado a la ribera sureste de la ciudad de Pucallpa.

Figura N° 6.15 Fotografía aérea del IGN de 1979 que muestra una zona de contacto río-ciudad hacia la parte más oriental de ésta, y una variación importante aguas arriba, abriéndose el meandro hacia el este-noreste (aguas abajo), así como una porción recta con un meandro recto con tendencia al estrangulamiento hacia el sector de Pucallpillo (aguas arriba de la ciudad).



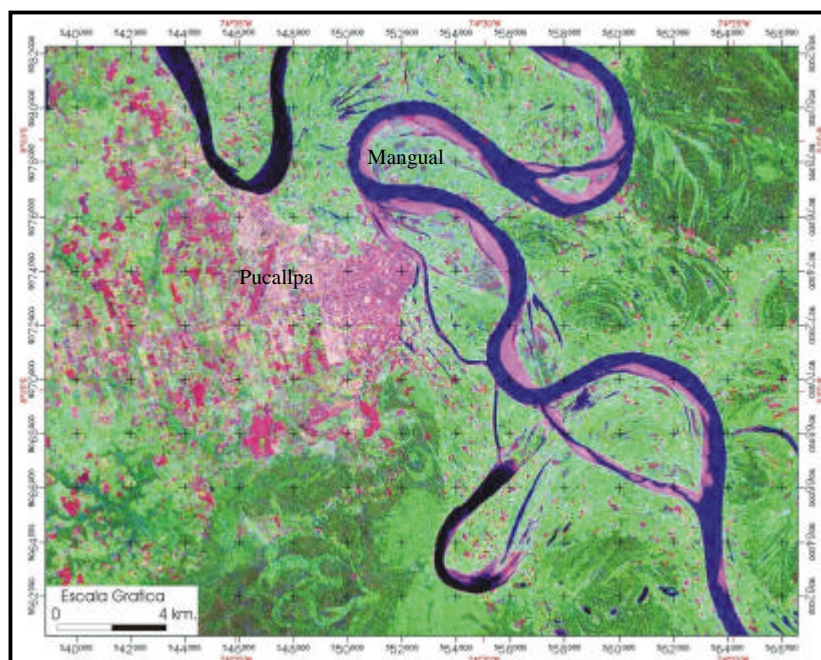


Figura N° 6.16 Imagen Satelital Landsat TM de 1987 en la que se observa claramente el estrangulamiento del meandro de Pucallpillo, ocurrido en 1988, así como la formación de un canal secundario pegado a la ciudad de Pucallpa, y un meandro abierto al nor-este de la isla Éxito, que amplía su superficie. Se ve también el incipiente estrangulamiento del meandro en el sector de Mangual y el engrosamiento de la isla Éxito.

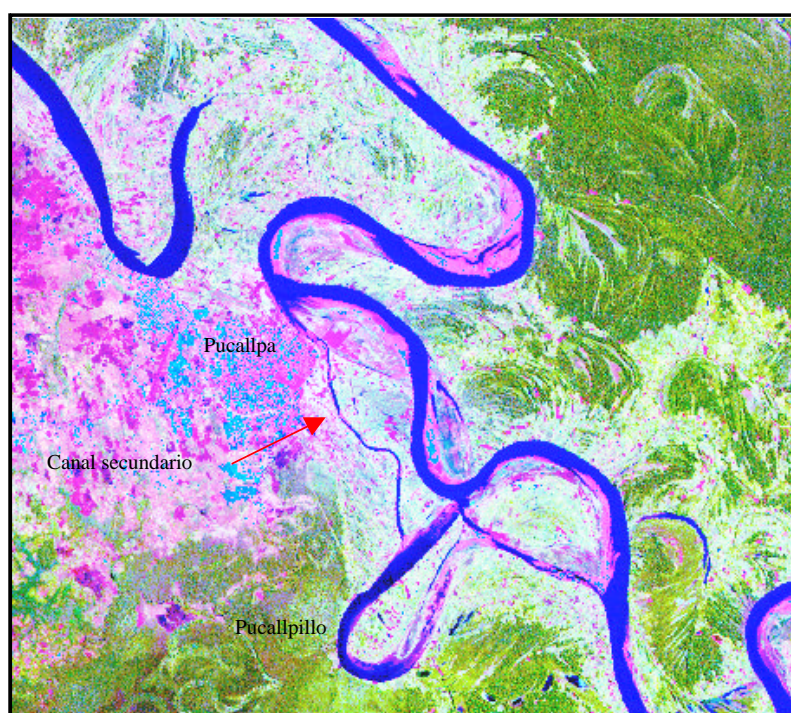


Figura N° 6.17 Imagen Landsat TM 5 de 1990 que muestra poca variación respecto a la imagen anterior, con un cambio importante en el recodo frente a Pucallpillo, donde se observa una separación entre el canal principal y el canal secundario que se abre hacia Pucallpa, así como un engrosamiento de la isla Éxito.

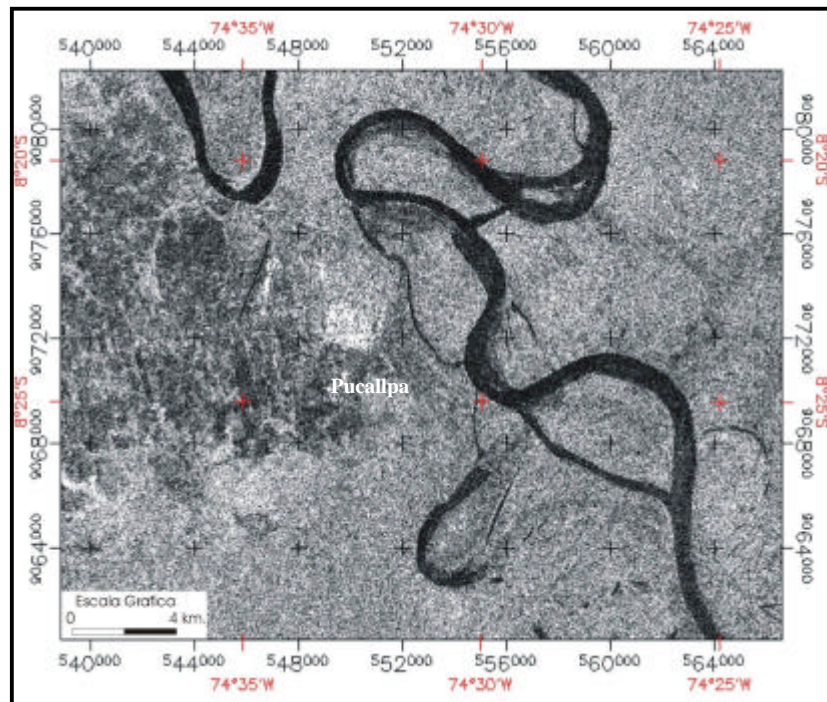


Figura N° 6.18 Imagen Radarsat de 1999. No muestra cambios notables a excepción del avance del estrangulamiento del meandro de Mangual, aguas abajo de Pucallpa, así como un cambio importante en el radio y la curvatura del meandro frente a Manantay.

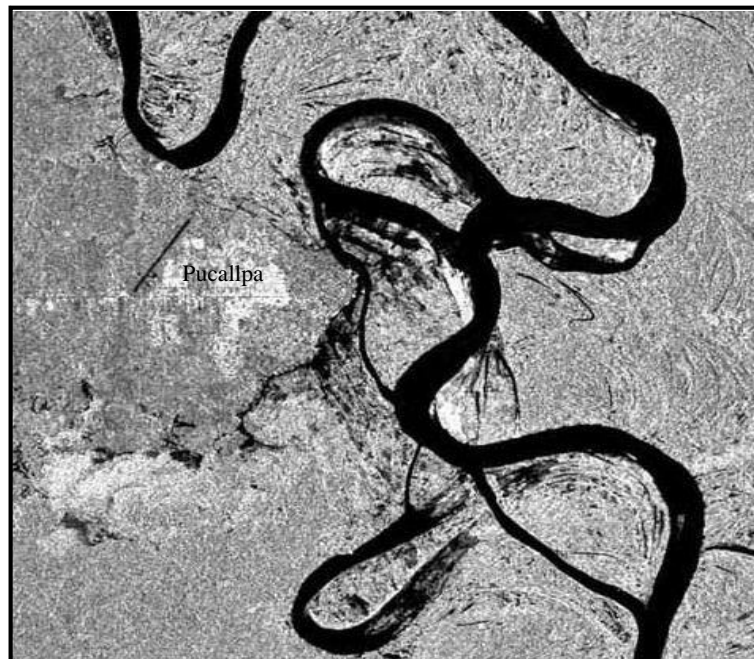


Figura N° 6.19 Imagen tomada en 1997. El proceso más importante es el estrangulamiento del meandro de Mangual, así como un alineamiento en el canal secundario de Pucallpa y Éxito.

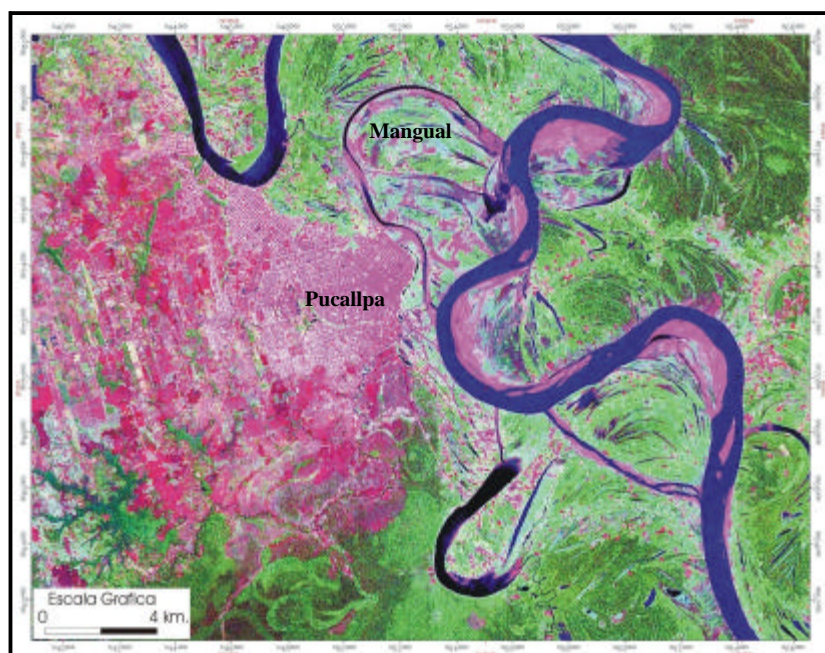


Figura N° 6.20 Imagen Satelital Landsat TM del 2000, con claro estrangulamiento del meandro de Mangual, roto por el canal principal (aguas abajo), manteniéndose un canal secundario pegado a la ciudad de Pucallpa, con conexión al meandro de Mangual. Sobresale además aguas arriba otro estrangulamiento importante en el sector de Masisea, donde cortó varios meandros.



Figura N° 6.21 Imagen tomada el 2003. El río Ucayali mantiene todavía cierto contacto con el curso principal del río Ucayali, y un canal ancho y más o menos recto aguas arriba de Pucallpillo. En la fotografía tomada todavía se puede observar el barrio de Iquitos, que hoy aparece totalmente erosionado.

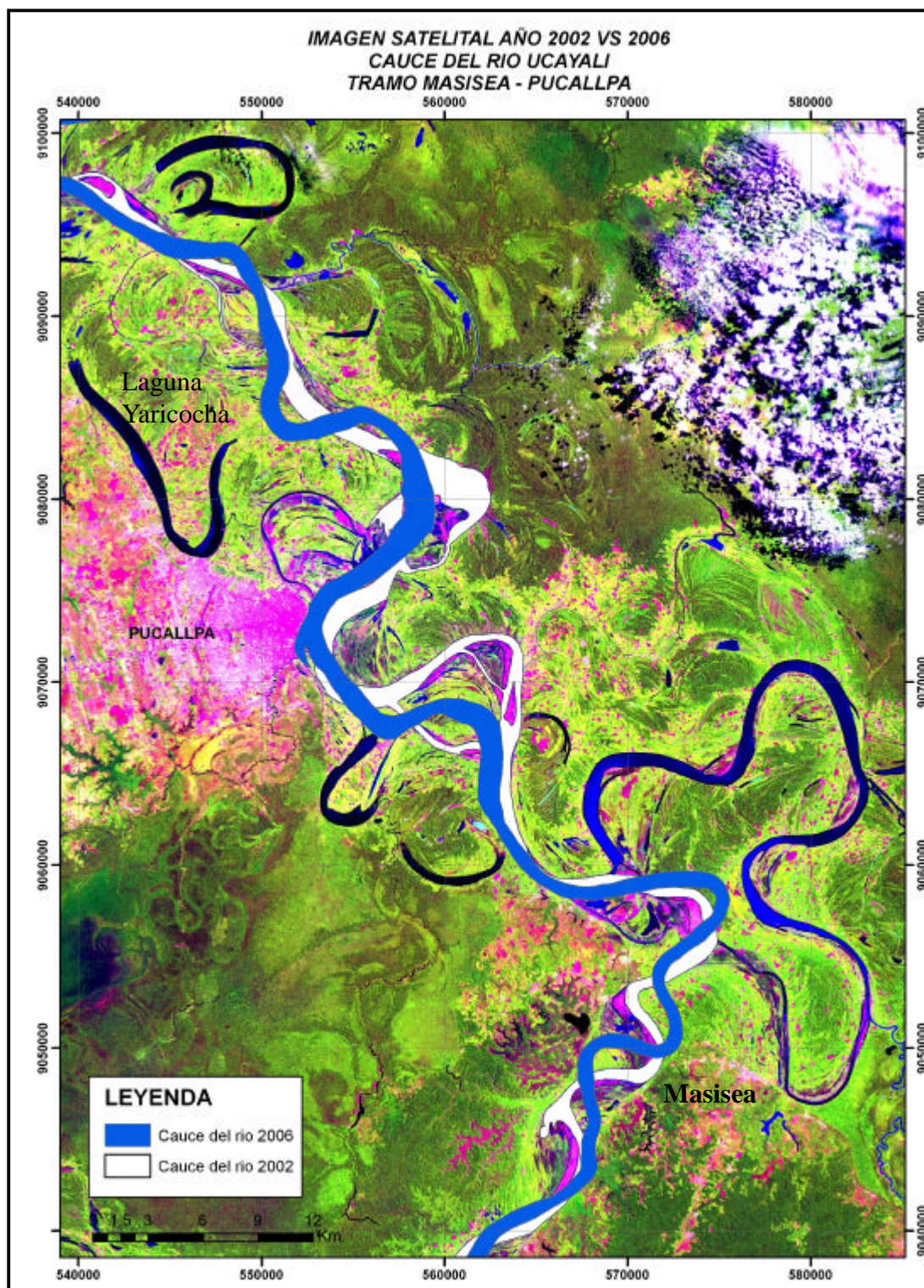


Figura N° 6.22 Imagen Landsat TM 2000, tomada en el 2002 y 2006 entre el sector de Pucallpa y Masisea, en la que se muestra el cauce del río Ucayali de color blanco para el año 2002 y de color azul para el año 2006. En este último se observa que el río sigue pegado al puerto de Pucallpa y éste se acerca hacia la laguna Yaricocha.



FotoN°6.14,6.15 Vista aérea oblicua (año 2004-2005) que muestra la ciudad de Pucallpa frente al malecón Grau, y los procesos avanzados de erosión de tierras en lamargen izquierda del río Ucayali.



CAPÍTULO VII

PELIGROS GEOLÓGICOS, GEOHIDROLÓGICOS Y SÍSMICOS

INVENTARIO DE PELIGROS GEOLÓGICOS

En la región Ucayali se ha identificado un total de 478 eventos (Mapa 4 y Gráfico N° 7.1), entre los cuales las inundaciones (168) y erosiones fluviales (152) ocupan los primeros lugares, seguidos de derrumbes (63), deslizamientos (55), huaycos (16), erosión de laderas (13), caídas de rocas (6) y movimientos complejos (5).

METODOLOGÍA DE INVENTARIO DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos y geohidrológicos fueron identificados mediante la interpretación de imágenes satelitales Landsat TM (1986, 1992, 2000 y 2002) a escala 1:100 000, imágenes satelitales publicadas por la NASA en Google Earth y fotografías aéreas USAF a escala 1:60 000. Después de haber sido identificados, los peligros se cartografiaron en las hojas topográficas a escala 1:100 000, y fueron verificados durante los trabajos de campo, y a la vez se identificaron nuevos eventos que no fueron determinados en gabinete.

Asimismo, para la catalogación de cada peligro geológico se completaron los datos de la ficha de inventario de peligros, ésta se

llena fácilmente y contempla la mayor cantidad de datos observados en el fenómeno.

Las salidas de campo para verificar los peligros geológicos identificados en gabinete se realizaron entre los meses de abril-mayo, julio y setiembre-octubre cada una comprendió un periodo de 25 días.

TIPOS DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Entre los peligros identificados predominan los geohidrológicos y en segundo lugar se encuentran los movimientos en masa. El Gráfico N° 7.2 muestra dicha relación.

Los peligros geohidrológicos son las inundaciones y erosiones fluviales relacionados con los cauces de los ríos o quebradas. Los peligros geológicos por movimientos en masa son los deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, huaycos y movimientos complejos.

El Gráfico N° 7.2 muestra que predominan los peligros de tipo geohidrológico sobre los movimientos en masa. Esto se debe a que el llano amazónico cubre un 85 % de la región Ucayali y las montañas, colinas y lomadas ocupan el 15%.

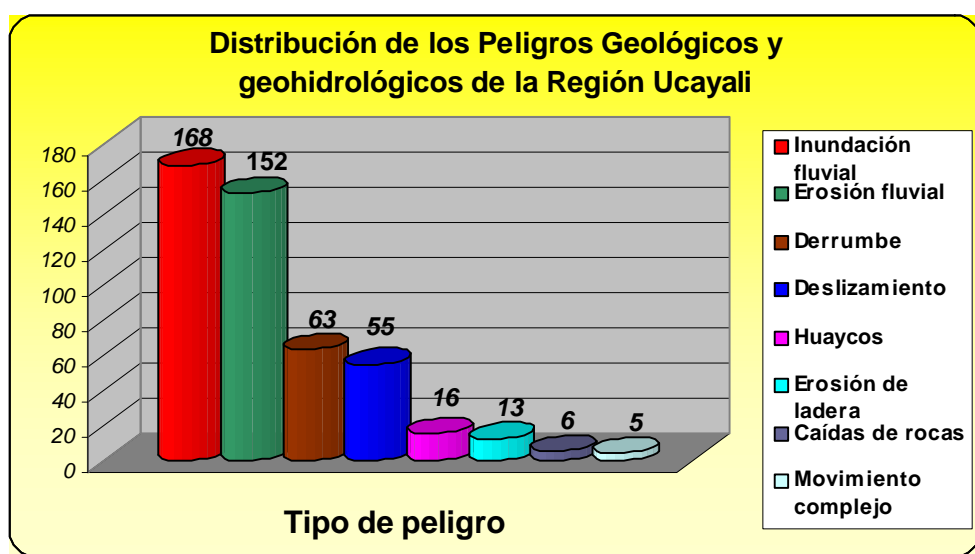


Gráfico N° 7.1 Gráfico de barras que muestra la distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la región Ucayali.

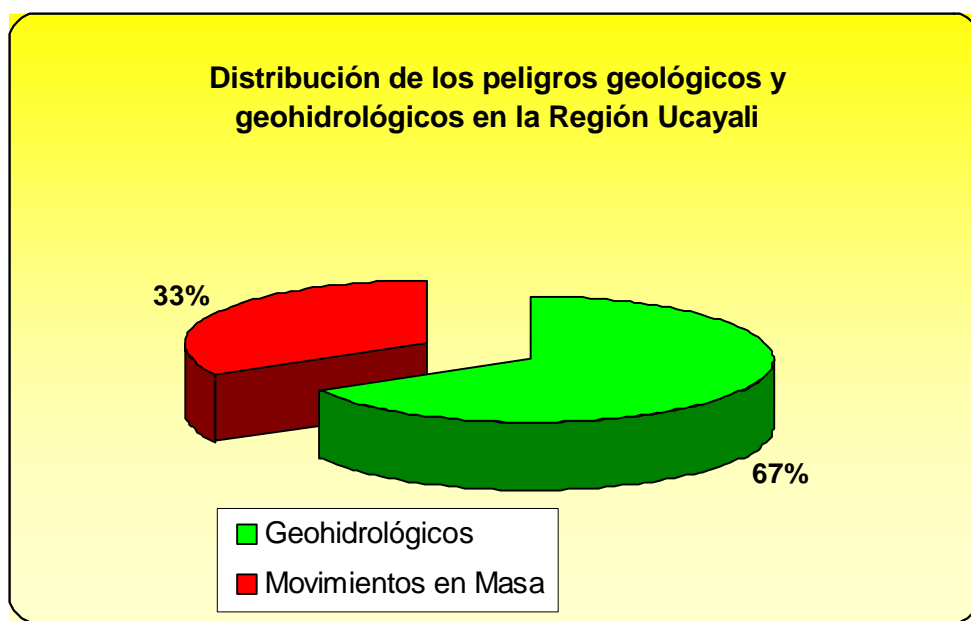


Gráfico 7.2 Distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la Región Ucayali.

Peligros Geohidrológicos

Estos tipos de peligros se refieren a inundaciones y erosiones fluviales, y se presentan en las márgenes de los ríos Ucayali, Purús, Aguaytía, San Alejandro, Tamaya, Sheshea, etc., y en las quebradas afluentes.

Se han identificado 168 lugares inundables y 152 zonas de erosión fluvial. Hay que tener en cuenta que no se pudo ingresar a todos los afluentes del río Ucayali.

a) Inundaciones fluviales

La inundación fluvial se define como el terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente (Dávila 2006). Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y en algunos casos la deforestación.

Durante los reconocimientos se identificaron 168 peligros por inundación, y la mayoría se presentan en las márgenes de los ríos Ucayali, Aguaytía y Purús (zonas visitadas). Según las interpretaciones de las imágenes satelitales también se presentan inundaciones en las riberas de los ríos Aguaytía, Tamaya, Sheshea, Utiquinea, etc., y también en los bordes de sus quebradas afluentes (Mapa 4).

El caudal de estos ríos se incrementa muy aceleradamente entre los meses de noviembre a abril (período lluvioso), es cuando se incrementan las inundaciones, y en el mes de febrero alcanza su nivel máximo. Hay que tener en cuenta que el río Ucayali recibe

aporte de ríos que nacen en la cordillera y su carga depende mucho de ello. Las lluvias pueden durar varias horas, por ello la crecida de los ríos es muy rápida y puede causar inundaciones, como por ejemplo la inundación ocurrida en la ciudad de Aguaytía en el año 2001.

Las zonas donde suelen presentarse inundaciones fluviales son las terrazas de alturas menores a 5 m, y también se generan erosiones fluviales. Los terrenos inundables son generalmente áreas (terrazas) dejadas por los ríos meandriformes y las terrazas de las quebradas (Cuadro N° 7.1).

b) Erosiones fluviales

La erosión fluvial se define como el trabajo continuo que realizan las aguas corrientes sobre la superficie terrestre, y se realiza en forma de arranque del material, abrasión fluvial, corrosión, corrosión y atrición fluvial. Además, la erosión fluvial socava el valle en forma de «V», y también profundiza, ensancha y alarga el cauce; la intensidad de cada uno de estos procesos depende del estadio de desarrollo. Asimismo, la erosión fluvial se desarrolla siguiendo patrones específicos de drenaje, los cuales son controlados por la estructura geológica, por la dureza de la roca, por la carga fluvial y otros factores. (Dávila 2006).

En la región Ucayali se han identificado un total de 152 erosiones fluviales, ellas se presentan generalmente en los ríos meandriformes, como el Ucayali, Purús, Tamaya, Aguaytía, Utiquinea, Sheshea, Breu, etc. Las erosiones fluviales están relacionadas con los cambios de curso del río por la carga excesiva del río, como también en ríos en procesos de ensanchamiento.

Cuadro N° 7.1
Principales inundaciones fluviales que se presentan en la región

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Provincia de Coronel Portillo			
Santa Clotilde/ Chancas Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, y deforestación.	Inundación fluvial en un área de 45 000 m ² en la margen izquierda. Terraza baja. Se pueden presentar también erosiones fluviales por la margen derecha.	Puede afectar las viviendas de este caserío.
Frente al Puerto de Pucallpa Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas.	Inundación fluvial en un área de 10 000 m ² en la margen derecha del río Ucayali. Terraza baja. Planicie fluvial, terreno uniforme; río de tipo meandriforme. La zona es una terraza fluvial (playa de arena).	Afectó viviendas y terrenos de cultivo.
Isla Panaillo Callería		Inundación fluvial en un área de 300 000 m ² en la margen izquierda del río Ucayali. Terraza baja. En esta zona se encontraba la laguna de Shacshuya. Terreno uniforme; río de tipo meandriforme.	Afectó antiguas viviendas ubicadas en la margen izquierda del río Ucayali.
Isla San Pedro Callería		Inundación fluvial en un área de 500 000 m ² en la margen derecha del río Ucayali. Terraza baja menor de 2 m. En la margen izquierda se producen erosiones fluviales.	Afectó antiguas viviendas ubicadas en la margen derecha del río Ucayali.
Flor Naciente/ Isla San Pedro Callería		Inundación fluvial en un área de 160 000 m ² en la margen derecha del río Ucayali. Se generan también erosiones fluviales. El río Ucayali está migrando hacia la margen izquierda. Terreno uniforme; río de tipo meandriforme.	Afectó las viviendas del poblado de Flor Naciente; actualmente afecta los pastizales.
Santa Isabel Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas y deforestación.	Inundación fluvial en un área de 60 000 m ² en la margen izquierda del río Ucayali. La altura de la terraza varía entre 2 y 3 m. Terreno uniforme, río de tipo meandriforme.	Puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Yarina Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas y deforestación.	Inundación fluvial en un área de 200 000 m ² en la margen izquierda del río Ucayali. La altura de la terraza varía entre 2 y 3 m. Terreno uniforme, río de tipo meandriforme.	Afectó a viviendas y terrenos de cultivo.
Quebrada Yamagual Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas y deforestación. Ocupación inadecuada del terreno.	Inundación fluvial en un área de 100 000 m ² en la margen izquierda del río Ucayali. La altura de la terraza llega hasta 3 m. Terreno uniforme, río de tipo meandriforme.	En tiempos de crecida afecta a viviendas ubicadas en ambos bordes de la quebrada.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Requena Requena	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas y deforestación. Ocupación inadecuada del terreno.	Inundación fluvial en un área de 150 000 m ² en la margen izquierda del río Aguaytía. Al aumentar el nivel del río, parte del puerto se inunda.	Afectó y puede volver a afectar las viviendas del poblado de Requena; actualmente afecta a pastizales.
Provincia de Purús			
Comunidad Nativa Belén Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación.	Inundación fluvial en un área de 3 000 m ² margen izquierda del río Purús. Terraza baja. Depósito aluvial, antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo.	Podría afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Bufo/Quebrada Bufo Puerto Esperanza Purús.	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación.	Inundación fluvial en un área de 2 000 m ² margen izquierda del río Purús. Terraza baja.	Afectó a viviendas, actualmente están reubicadas.
		Inundación fluvial en un área de 8 000 m ² margen derecha del río Purús. Terraza baja. Depósito aluvial, antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo.	Afecta las viviendas y al puerto de La Esperanza.
Capironal Purús.		Inundación fluvial en un área de 1 000 m ² margen izquierda del río Purús. Se generan también erosiones fluviales y por ende derrumbes (hasta 30 m de longitud); presenta escarpas irregulares de 4 m de altura. También se generan deslizamientos traslacionales (escarpas menores de 20 m).	Puede afectar las viviendas del centro poblado.
Catay Purús.		Inundación fluvial en un área de 4 500 m ² margen izquierda del río Purús. Se generan también erosiones fluviales y, por ende, derrumbes (hasta 30 m de longitud); presenta escarpas irregulares con altura de 3 m). También se generan deslizamientos traslacionales (escarpas menores de 20 m).	Puede afectar las viviendas del centro poblado.
Provincia Padre Abad			
Aguaytía Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación, crecida intempestiva del río.	Inundación fluvial en un área de 150 000 m ² en la margen izquierda del río Aguaytía. Evento registrado en el año 2001. El muro de contención no fue suficientemente alto como para soportar la carga que presentó el río Aguaytía. Las aguas inundaron la ciudad, cubriendo por sectores hasta una altura de 2 m. Al crecer el río Aguaytía, la quebrada río Negro (afluente por la margen derecha) fue represada, formándose un embalse y desbordándose en ambas márgenes.	Afectó y puede afectar nuevamente al poblado de Aguaytía. Sería recomendable reforzar, elevar y ampliar el muro de contención. No permitir el crecimiento urbano en los bordes de las márgenes del río Aguaytía y de la quebrada río Negro.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Reifsnyde Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación.	Llanura inundable en la margen derecha del río Aguaytía, la terraza tiene una altura aproximada de 3 m. Es un río de tipo meándrico.	Afectó y puede afectar viviendas de este centro poblado. Las viviendas son de material rústico, tienen pilotes de madera.
Santa Rosa Curimaná	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación.	Llanura inundable en ambas márgenes del río Aguaytía, la terraza de río tiene 5 m de altura aproximada. Es un río de tipo meándrico.	Afectó y puede afectar las viviendas de este centro poblado.
Curimaná Curimaná	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas. Zona ocupada de manera incorrecta.	Llanura inundable por la margen derecha del río Aguaytía, la terraza de río tiene 5 m de altura aproximada. Es un río de tipo meándrico y cuando aumenta su caudal, éste puede variar. Parte del poblado de Curimaná esta asentado en un antiguo cauce del río Aguaytía.	Afecta constantemente al puerto de Curimaná, las casas e infraestructura aledaña. Sería recomendable no construir infraestructura duradera en la zona inundable.
Provincia de Atalaya			
Raymondi (Quebrada Campo Plata) Raymondi	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación. Zona urbana ocupada de manera incorrecta.	Llanura inundable. El caudal de esta quebrada crece en grandes proporciones en tiempos de lluvia y se desborda constantemente. Las zonas afectadas son las márgenes de la quebrada.	Las viviendas ubicadas al borde de la quebrada siempre serán inundadas por estar ubicadas dentro de un área de inundación. Por tanto, estas viviendas deben ser reubicadas.
Puerto de Bolognesi Tahuania	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terrazas bajas, deforestación.	Terrenos ubicados en la llanura inundable del río Ucayali; el área afectada es de 45 000 m ² . Es muy posible que el río migre hacia la margen izquierda.	En tiempos de crecida, el río crece inunda y erosiona estos terrenos. Afectó a viviendas ubicadas en el puerto. No se deben construir viviendas de material duradero.



Foto N° 7.1 Inundación en el poblado de Aguaytía por desborde del río del mismo nombre (Padre Abad).



Foto N° 7.2 Zonas inundables en el sector de Yumagual (Callería).

Las causas principales de las erosiones fluviales son las intensas precipitaciones pluviales, ríos meandriformes, la dinámica fluvial y la deforestación.

Los ríos meandriformes que discurren por terrazas recientes varían constantemente su curso, y las terrazas se erosionan fácilmente por estar constituidas por arenas finas y limos sueltos.

En el tramo comprendido entre el río Boquerón (La Divisoria) hasta el río Aguaytía se observan todas las formas mencionadas

de erosión fluvial. En el área desde San Alejandro hasta Pucallpa se presentan afloramientos rocosos que definen el curso de los ríos. Se observan notorios ejemplos de erosión fluvial en el sector del Puerto de Pucallpa y entre Juan Velasco hasta Nuevo San Juan, ambos ubicados en las margen izquierda del río Ucayali.

En el Cuadro N° 7.2 se presentan las principales erosiones fluviales.

Cuadro N° 7.2
Principales eventos de erosión fluvial en la región

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Provincia de Coronel Portillo			
Puerto de Pucallpa Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terraza inconsolidada, rompimiento del meandro de Pucallpillo, zona deforestada.	Erosión a lo largo de 1 000 m de la margen izquierda del río Ucayali. Se han producido derrumbes y deslizamientos con longitudes menores de 80 m. El río está migrando hacia la margen izquierda. La terraza está conformada por arenas y limos inconsolidados (materiales de antiguos depósitos de río). En los años cincuenta el río tenía la misma ubicación, cuando empezó a migrar hacia la margen derecha fue dejando una playa que luego fue ocupada con fines urbanísticos. El río ha retomado actualmente su cauce antiguo.	Afectó y puede afectar las viviendas y kioscos ubicados en el borde del puerto. Afectó las instalaciones del puerto y parte de la bomba de agua potable de Pucallpa. Es necesario que todas las viviendas y kioscos sean reubicados.
Barrio Santa Teresa Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terraza inconsolidada, rompimiento del meandro de Pucallpillo, zona deforestada.	Erosión fluvial en una longitud de 200 m; la terraza tiene una altura de 10 m. En el año 2004 se produjo una inundación fluvial. En la margen izquierda existe una quebrada afluente del río Ucayali, muy dinámica, especialmente en los meses de diciembre a marzo.	Afectó y puede afectar las viviendas ubicadas en el borde de la terraza. El año 2004 resultaron afectadas 76 familias.
San Juan \ Juan Velasco Alvarado Masisea	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, terraza inconsolidada, zona deforestada.	Erosión a lo largo de 2 000 m de la margen izquierda del río Ucayali. Se han producido derrumbes y deslizamientos con longitudes menores de 80 m. El río está migrando hacia la margen izquierda. La terraza está conformada por arenas y limos inconsolidados, estos materiales son antiguos depósitos del río. En este sector el río ha erosionado casi 300 m en forma lateral (tierra adentro), es decir, ha migrado hacia la margen izquierda y se ha formado una terraza con una altura hasta de 10 m.	El río Ucayali ha llegado cerca del poblado de San Juan y ha destruido plantaciones de cultivos de frutales. En el sector de Juan Velasco, el río ha llegado al poblado y por ello los moradores han sido reubicados tierra adentro.
San Antonio Viejo Yarinacocha	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 300 m de la margen derecha del río Ucayali. Se producen derrumbes con longitudes menores a 80 m. Su escarpa es de forma regular, la altura varía entre 8 y 10 m, y el río está migrando hacia la margen derecha. Terreno uniforme; río de tipo meandriforme; escasos pastos naturales y arbustos. Depósito aluvial; antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Afecta viviendas y terrenos de cultivo. El poblado ha sido reubicado.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Centro América/ Lobo Caño/ Bellavista Yarinacocha	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 1 700 m de la margen izquierda del río Ucayali. Se producen derrumbes con longitudes menores de 100 m, con escarpas irregulares, y altura de 10 m. También se generan deslizamientos rotacionales con escarpas de longitudes menores de 20 m. Si la erosión continúa por la margen izquierda podría retomar su antiguo cauce y llegar hasta la laguna Yarinacocha. Depósito aluvial; antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
San Francisco / Chancay Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 300 m de la margen derecha del río Ucayali. Depósito aluvial; antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Frente a Santa Elena Callería	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión fluvial en una longitud de 350 m, en la margen izquierda del río Ucayali. Depósito aluvial; antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Afectó viviendas y terrenos de cultivo. Las viviendas han sido reubicadas.
San Luis de Contamanillo Iparía	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión fluvial en un tramo de 1 600 m en la margen derecha del río Ucayali. El cauce del antiguo río está siendo retomado.	Podría afectar las viviendas de San Luis de Contamanillo. Las viviendas deben ser reubicadas.
Provincia de Purús			
Mapalfa Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, deforestación, y terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 350 m de la margen derecha del río Purús. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Santa Clara Purús		Erosión a lo largo de una longitud de 300 m de la margen derecha del río Purús. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Fundo Dina Purús		Erosión a lo largo de 50 m de la margen derecha del río Purús. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo
Rompimiento Purús		Erosión a lo largo de 500 m de la margen izquierda del río Purús. Este meandro se estranguló en el verano del 2006. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Afecta el límite de territorio entre Perú y Brasil (debido al cambio de curso del río).

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
San Francisco Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, deforestación, y terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 400 m de la margen derecha del río Purús. Se producen derrumbes con longitudes menores de 50 m, de escarpa irregular, y con alturas entre 8 y 10 m. También se generan deslizamientos traslacionales con escarpas menores de 20 m. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado. En la base hay afloramientos de areniscas no muy litificadas.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Piquilique Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 300 m de la margen izquierda del río Purús. Por este motivo también se generan derrumbes y deslizamientos. Los derrumbes tienen escarpas irregulares con longitudes menores de 50 m, la altura visible del escarpe es 10 m. Las escarpas de los deslizamientos traslacionales tienen longitudes menores de 20 m. En la margen derecha se producen inundaciones. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado. En la base hay afloramiento de areniscas poco litificadas.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Libia Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 200 m de la margen derecha del río Purús. Se producen también derrumbes con coronas, de longitudes menores a 50 m, con escarpas irregulares y alturas hasta de 10 m. También se generan deslizamientos traslacionales con escarpas de longitudes menores a 15 m. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado. En la base hay afloramiento de areniscas poco litificadas.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Panquirenci Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de 200 m de la margen izquierda del río Purús. También se generan derrumbes por la erosión fluvial, y tienen longitudes menores de 50 m y altura menor de 10 m. También se generan deslizamientos traslacionales con escarpas de longitudes menores de 15 m. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado. En la base hay afloramiento de areniscas poco litificadas.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
San Bernardo Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Terraza poco consolidada.	Erosión a lo largo de una longitud de 200 m de la margen derecha del río Purús. Estos procesos originan derrumbes con longitudes menores de 30 m y escarpas irregulares. También se generan deslizamientos traslacionales con escarpas de longitudes menores de 20 m. En la margen izquierda se producen inundaciones. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
San Miguel Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación. Roca poco consolidada.	Erosión a lo largo de 350 m de la margen derecha del río Purús. Esta erosión genera derrumbes que presentan coronas irregulares, menores de 20 m. En la otra margen del río se producen inundaciones. Depósito aluvial (antiguo cauce de río) conformado por arenas finas con algo de limo, poco consolidado.	Puede afectar las viviendas ubicadas en el borde de la terraza.
Provincia de Atalaya			
Bolognesi Tahuania	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, deforestación y terraza inconsolidada.	Erosión a lo largo de 1 000 m en la margen derecha del río Ucayali. También se han generado inundaciones. El río está migrando hacia la margen derecha. La terraza está conformada por arenas y limos inconsolidados; estos materiales son antiguos depósitos del río muy fáciles de erosionar. Antiguamente el río estaba ubicado donde se encuentra actualmente, cuando empezó a migrar hacia la margen izquierda fue dejando una terraza que luego fue ocupada con fines urbanísticos. El río ha retomado su cauce antiguo.	En los años ochenta el río se encontraba cerca del poblado de Bolognesi, y actualmente ha migrado hacia la margen izquierda, dejando una gran playa que está siendo erosionada e inundada. Puede dejar sin acceso al río al poblado de Bolognesi.
Puente Chismechuro Raymondi	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial (socavamiento del pie del talud) y colmatación del cauce fluvial.	Erosión fluvial al pie de la quebrada Chismechuro, cerca del puente del mismo nombre. La terraza tiene altura variable entre 3 y 4 m. El cauce del río se encuentra colmatado de sedimentos y podría causar inundaciones.	Se recomienda descolmatar y profundizar el cauce del río. Ha afectado a las viviendas ubicadas en los bordes de la quebrada.
Tenicio Tahuania	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial (socavamiento del pie del talud), colmatación del cauce fluvial (sedimentación) y ausencia de vegetación.	Planicie fluvial, terreno uniforme; río de tipo meandriforme y terrazas bajas; con abundante vegetación natural. El cauce se ha estrechado por la invasión del cauce de la quebrada por los asentamientos humanos.	Si continúa, la erosión fluvial puede afectar a viviendas.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Nazareth de Shahuaya Tahuania	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, cambio brusco del curso del río por estrangulamiento de meandro. Terraza compuesta por material inconsolidado.	Erosión a lo largo de un tramo de 1 000 m en la margen derecha del río Ucayali. Actualmente es una zona inundable. El río Ucayali empezó a erosionar esta zona porque aguas abajo de este sector se estrangulo un meandro, causando que el río cambiara bruscamente de dirección y se dirigiera hacia este caserío.	En el año 2002 el poblado de Nazareth de Shahuaya fue destruido completamente. Actualmente el centro poblado se ubica 5 km tierra adentro.
Provincia de Padre Abad			
C.P. La Divisoria Aguaytía	Dinámica fluvial (socavamiento del pie de talud) y precipitaciones pluviales intensas (pluviosidad alta). Suelo de mala calidad.	Erosión fluvial a lo largo de 20 m, se observa socavamiento lateral. Las terrazas tienen alturas hasta de 10 m. Río de tipo meandriforme. Llanura fluvial con terrazas bajas, terreno uniforme, con abundantes pastos naturales y arbustos.	Afecta el badén de la carretera que tiene 50 m y también a la carretera.
Sector La Chancadora, Juan Velasco Aguaytía	Dinámica fluvial del río Aguaytía y precipitaciones pluviales intensas. Suelo de mala calidad.	Erosión a lo largo de 1 000 m en la margen izquierda del río Yuracyacu. Se observan terrazas con alturas hasta de 10 m. En este sector el río tiene un cambio brusco de dirección, por lo que hay mayor erosión en la margen izquierda. El río se vuelve de tipo meandriforme.	Afectó 500 m de la carretera Federico Basadre. Luego de esto se han construido defensas ribereñas.
Puente Aguaytía Aguaytía	Dinámica fluvial del río Aguaytía y precipitaciones pluviales intensas. Suelo de mala calidad, intensa deforestación.	Erosión a lo largo de 1 000 m en la margen derecha del río Aguaytía. Se producen derrumbes con longitudes menores de 10 m, con escarpas irregulares que tienen hasta 2 m de altura. Se recomienda la limpieza del cauce de río y la construcción de muros que redireccionen el cauce hacia el centro. Río de tipo meandriforme. Llanura fluvial con terrazas bajas, terreno uniforme, con escasos pastos naturales y arbustos.	Ha afectado los pilares del puente antiguo y puede afectar las bases del puente nuevo.



FotoN°7.3 Sector de San Juan afectado por la erosión fluvial. (Provincia Coronel Portillo, distrito Callería).



FotoN°7.4 Sector del Puerto Bolognesi afectado por la erosión fluvial (provincia Atalaya, distrito Tahuania).

FotoN°7.5 Carretera Federico Basadre, Progresiva Km 413+600, Sector Juan Velasco, la erosión fluvial esta incidiendo en la margen izquierda y esta afectando a la carpeta asfáltica (provincia y distrito PadreAbad).



Foto: Mayta F., enero 2007

Fenómenos de Movimientos en Masa

Estos tipos de peligros se refieren a aquellos fenómenos que desplazan grandes volúmenes de material a lo largo de las pendientes. Pueden ser desde muy lentos hasta muy violentos. También se puede definir como el desplazamiento de una masa importante de material litológico, restos vegetales y/o escombros pendiente abajo por acción de la gravedad y del agua.

Los tipos de peligros de movimiento en masa que se presentan en la región Ucayali son: deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos y movimientos complejos. Se han identificado un total de 161 eventos y su distribución se muestra en el Gráfico N° 7.3.

Los eventos más frecuentes son los derrumbes, seguidos por los deslizamientos, los huaycos, las caídas de rocas y los movimientos complejos.

a) Derrumbes

Según la clasificación de Varnes (1978), los derrumbes son considerados en el grupo de caídas.

Los derrumbes se presentan en laderas que tienen pendiente o talud moderado o fuerte, y que son inestables; se pueden generar en materiales inconsolidados o rocosos. Suelen caracterizarse por una zona de arranque que puede ser regular, irregular, continua o discontinua, y sus coronas pueden llegar a medir de decenas a pocos metros.

En la región Ucayali, los derrumbes se presentan entre La Divisoria y San Alejandro, y en las márgenes de los ríos principales (Ucayali, Purús, Aguaytía, San Alejandro, Tamaya y Sheshea).

Las causas de los derrumbes entre el sector de La Divisoria y Aguaytía son: rocas fracturadas, corte de talud para carretera, filtraciones de agua y deforestación. Desde Aguaytía hasta San Alejandro las causas son: rocas inconsolidadas, corte de talud para carretera y filtraciones de agua; en ambos casos el factor detonante son las precipitaciones pluviales. En las márgenes de los ríos las causas de los derrumbes son la intensa erosión lateral.

En el Gráfico N° 7.4 se muestra la relación entre los derrumbes y el tipo de roca. De él se desprende que los derrumbes están relacionados con rocas inconsolidadas y depósitos inconsolidados, conformados por arenas finas. En segundo lugar están las areniscas que afloran en la cordillera.

b) Deslizamientos

Los deslizamientos son movimientos en masa que traen consigo grandes volúmenes de materiales (suelos, formaciones superficiales, rocas, cobertura vegetal) que se desprenden y se desplazan pendiente abajo como un solo bloque, sobre un plano resbaloso, inclinado o cóncavo. Pueden ser rápidos o muy lentos y ocurren sobre laderas de pendientes suaves a escarpadas, sobre todo tipo de materiales litológicos.

Se caracterizan por desarrollar una o varias superficies de ruptura, una zona de desplazamiento y una zona de acumulación de material desplazado. Las escarpas pueden tener varias formas, desde circulares hasta rectas, y pueden presentar saltos de terreno desde centímetros hasta varios metros. Su tamaño es variable, desde pocos metros hasta algunas decenas e incluso kilómetros de longitud.

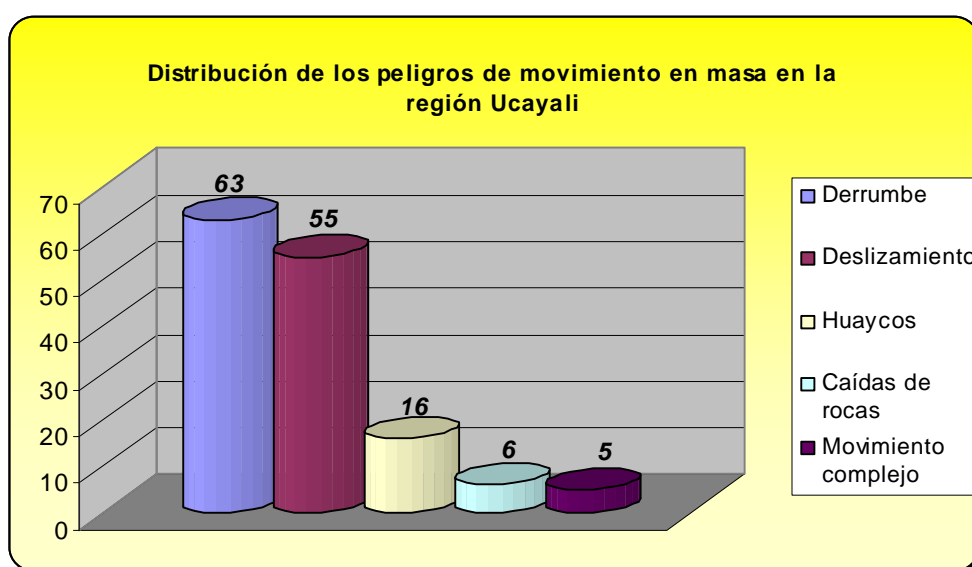


Gráfico N° 7.3 Distribución de los peligros geológicos por movimiento en masa en la región Ucayali.

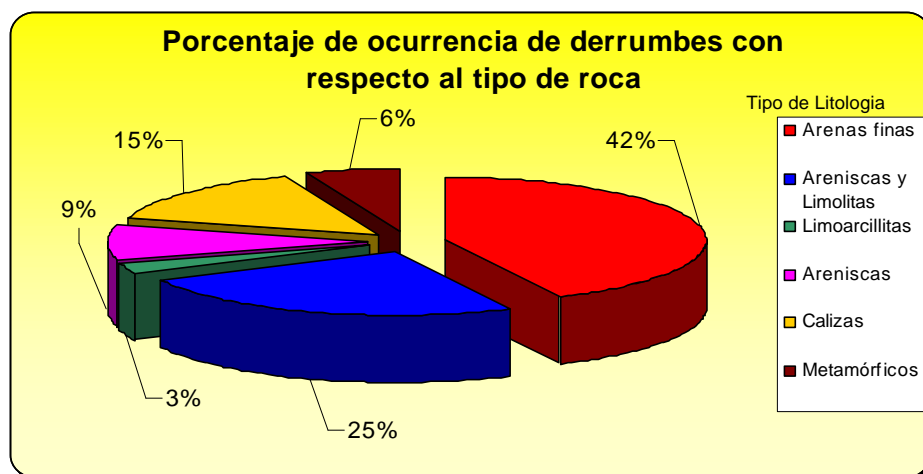


Gráfico N° 7.4 Porcentaje de ocurrencias de derrumbes con respecto al tipo de roca.

Estos fenómenos tienen una causa natural, ya que muchas de las laderas que conforman los cerros tienen predisposición a generar deslizamientos, incluso en las cicatrices de antiguos deslizamientos se puede observar que algunos de ellos se han reactivado por diferentes factores.

En la región Ucayali se han registrado 55 deslizamientos, la mayor parte son de tipo rotacional (46 ocurrencias), seguidos por los traslacionales (9 ocurrencias). Estos eventos se presentan principalmente entre La Divisoria y San Alejandro, y se relacionan con la pendiente de las laderas. El factor desencadenante son las precipitaciones pluviales. También se presentan deslizamientos en la zona de cordillera (La Divisoria hasta San Alejandro), mayormente en rocas compuestas por lutitas y areniscas alteradas, con pendientes entre 25 y 45°. Aquí también deben su origen a las precipitaciones pluviales intensas que se presentan en la zona. Los deslizamientos que ocurren en el llano amazónico son de tipo traslacional, se localizan en las colinas y en los bordes de los ríos,

y tienen alturas que no exceden los 50 m. Las causas son la erosión lateral del río sobre las laderas de las colinas, la intensa deforestación y se activan por las precipitaciones pluviales.

El deslizamiento registrado en el puerto de Pucallpa tuvo un comportamiento diferente. Las causas fueron el terreno saturado de agua, la terraza conformada por arenas finas y limos inconsolidados, el descenso del nivel del río y la deforestación. Este deslizamiento se originó así: cuando el nivel del río descendió, el terreno que se encontraba sobresaturado empezó a secarse y a perder humedad y volumen, entonces aparecieron los agrietamientos en la superficie y planos de deslizamientos, a estos últimos se sumó la pendiente de la terraza frente a la margen del río Ucayali.

En el Gráfico 7.5 se observa que el mayor porcentaje de deslizamientos ocurre en areniscas y en el Cuadro N° 7.4 se presentan los principales deslizamientos en la región.

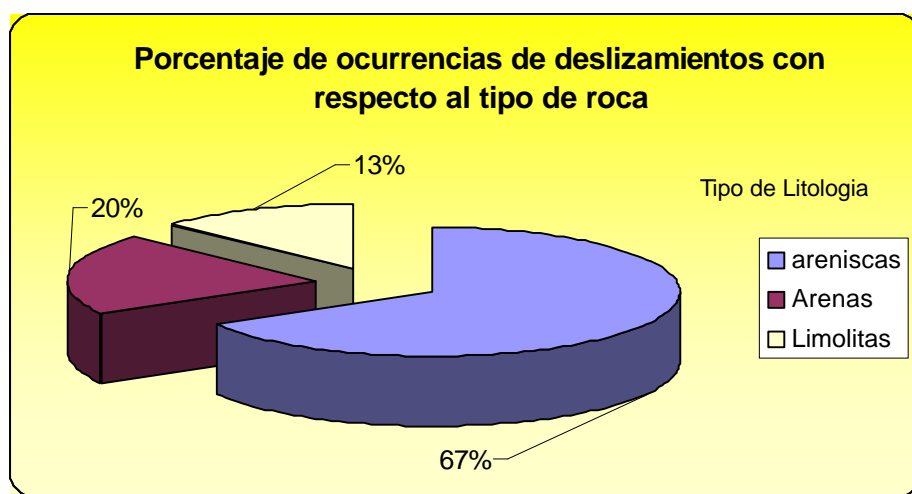


Gráfico N° 7.5 Porcentaje de ocurrencias de deslizamientos con respecto al tipo de roca

Cuadro N° 7.3
Principales derrumbes que se presentan en la región

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Provincia de Padre Abad			
Río Huipoca Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, excavaciones, voladuras, pendiente del terreno.	Los derrumbes ocupan una longitud de 200 m; el talud tiene una altura de 25 m; contribuyen con material suelto al río Huipoca; también se observa erosión laminar. Rocas sedimentarias poco consolidadas, de pendiente fuerte, cubierta regionalmente por abundante vegetación.	Puede afectar viviendas. Afecta la estabilidad del talud sobre el cual se localiza un conjunto de viviendas que ocupan un tramo de 200 m.
Huipoca Padre Abad	Substrato rocoso de mala calidad, naturaleza del suelo y pendiente del terreno, corte de talud para la carretera.	Derrumbes discontinuos en el corte de talud para la carretera, que ocupan una longitud de 250 m. El talud tiene una altura aproximada de 20 m. Se encuentra ligeramente cubierto por vegetación. Rocas sedimentarias poco consolidadas, de pendiente fuerte, cubierta regionalmente por abundante vegetación.	Afecta la estabilidad del talud y la cuneta de la carretera Federico Basadre en un tramo de 250 m.
Puente Duque Padre Abad	Substrato rocoso de mala calidad, alternancia de rocas de diferente competencia, naturaleza del suelo, pendiente del terreno y talud de corte para la carretera.	Los derrumbes ocupan una longitud de 120 m; el talud tiene 70 m de altura; la zona de arranque es discontinua; contribuyen con material a la cuneta de la carretera. Rocas sedimentarias de fuerte pendiente, cubierta regionalmente por abundante vegetación.	Afecta 120 m de la cuneta de la carretera y la estabilidad del talud de la carretera. También podrían sufrir daños los vehículos que transiten por la carretera al momento del derrumbe.
Bajo Shringal Irazola	Precipitaciones pluviales intensas, excavaciones, voladuras, pendiente del terreno y roca inconsolidada.	Derrumbes discontinuos ocasionados por el corte de talud para la carretera, que ocupan una longitud de 120 m. El talud tiene una altura aproximada de 20 m. Es posible que se reactiven en temporada de lluvias. Rocas sedimentarias poco consolidadas, de pendiente fuerte, cubierta localmente por escasa vegetación.	Ha afectado y puede afectar la estabilidad de los taludes de la carretera Federico Basadre en un tramo de 120 m. También podrían sufrir daños los vehículos que transiten por la carretera al momento del derrumbe.
San Alejandro Irazola		Derrumbes ocasionados por el corte de talud para la carretera en una longitud de 240 m. El talud tiene una altura aproximada de 30 m. Es posible que se reactiven en temporada de lluvias. Rocas sedimentarias poco consolidadas, de pendiente fuerte, cubierta regionalmente por abundante vegetación.	Afectaría la estabilidad de los taludes de la carretera Federico Basadre en un tramo de 240 m. También podrían sufrir daños los vehículos que transiten por la carretera al momento del derrumbe.
San Pedro de Chío Irazola	Precipitaciones pluviales intensas, infiltraciones de aguas, rocas inconsolidadas y corte de talud para la carretera.	Derrumbes discontinuos ocasionados por el corte de talud para la carretera, que ocupan una longitud de 500 m. El talud tiene una altura aproximada de 30 m. Es posible que se reactiven en temporada de lluvias. Rocas sedimentarias poco consolidadas, de pendiente fuerte, cubierta regionalmente por abundante vegetación.	Afecta la estabilidad del talud de la carretera Federico Basadre en un tramo de 500 m. También podrían sufrir daños los vehículos que transiten por la carretera al momento del derrumbe.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Aguas Verdes Irazola	Precipitaciones pluviales intensas, infiltraciones de aguas, rocas inconsolidadas, corte de talud de carretera y fuerte pendiente del terreno.	Derrumbes discontinuos ocasionados por el corte de talud para la carretera, que ocupan una longitud de 800 m. El talud tiene una altura aproximada de 40 m. Se encuentra ligeramente cubierta por vegetación. Se están tomando medidas correctivas como la preparación de banquetas.	Afectaría la estabilidad del talud de la carretera Federico Basadre en un tramo de 800 m. Esta vía es muy transitada por vehículos que podrían sufrir daños al momento del derrumbe.
Garcilazo de la Vega. Aguaytía	Precipitaciones pluviales intensas, infiltraciones de aguas, rocas inconsolidadas, intensa deforestación y pendiente del terreno.	Derrumbe latente en una longitud de 150 m, con altura de 30 m. La pendiente varía entre fuerte y muy fuerte. Los fenómenos de remoción en masa se incrementan porque la zona se encuentra deforestada.	Las viviendas del barrio Garcilazo de la Vega han sido afectadas y, si se repiten los eventos, volverán a sufrir daños.
Provincia de Coronel Portillo			
Independencia Callería	Precipitaciones pluviales intensas, infiltraciones de aguas, intensa deforestación, pendiente del terreno, dinámica fluvial y terraza inconsolidada.	Derrumbes en una longitud total de 2 600 m; la altura del talud varía entre 7 y 10 m; la zona de arranque es discontinua. Los derrumbes se producen por la erosión fluvial.	Afectaría algunos caseríos y centros educativos.
Sector Maestranza Callería		Derrumbes en una longitud total de 2 000 m, la altura del talud varía entre 5 y 7 m; la zona de arranque es discontinua. Los derrumbes se producen por la erosión fluvial y la pérdida de cohesión del suelo.	Podría afectar a un Centro Educativo y cultivos de arroz.
Éxito Callería		Derrumbes en una longitud total de 2 500 m; la altura del talud varía entre 6 y 8 m; la zona de arranque es discontinua. Los derrumbes se producen por la erosión fluvial y la pérdida de cohesión del suelo.	Podría afectar a viviendas, terrenos de cultivos de papayas y platanales.
Provincia de Purús			
Dina/Gastabala Purús	Naturaleza del suelo y morfología. Precipitaciones pluviales intensas y dinámica fluvial. Depósito inconsolidado.	Derrumbe ocasionado por erosión fluvial en una longitud de 250 m, en la margen izquierda del río Purús. La altura de la terraza varía entre 8 y 10 m.	Puede afectar las viviendas y los terrenos de cultivo.
La Peruanita Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, filtraciones de agua. Rocas poco consolidadas. Pendiente del terreno.	Derrumbes en una longitud de 300 m; la altura del talud es de 10 m. Hay intensa erosión fluvial en la margen izquierda. La zona es inestable. Rocas (areniscas y limos) inconsolidadas.	Puede afectar las viviendas y los terrenos de cultivo.
Bola de Oro Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, infiltraciones. Rocas poco consolidadas. Pendiente del terreno.	Derrumbes en una longitud de 200 m; la altura del talud es de 10 m. Hay intensa erosión fluvial en la margen derecha. Se presentan deslizamientos con escarpas menores de 20 m. La zona es inestable. Rocas poco consolidadas (areniscas y limos). Depósito aluvial, antiguo cauce de río, conformado por arenas finas con algo de limo.	Puede afectar las viviendas.



Foto N° 7.6 Derrumbe que afectó a una vivienda en el sector de Garcilazo de la Vega. El peligro continúa latente (provincia y distrito PadreAbad).



Fotos N° 7.7 Derrumbes en la carretera Jorge Basadre, sector del Puente Duque (provincia y distrito PadreAbad).

Cuadro N° 7.4
Principales deslizamientos que ocurren en la región

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Provincia de Coronel Portillo			
Río Juanito/Puerto Callería	Erosión fluvial, terrazas inconsistentes (arenas y limos sueltos), deforestación, ocupación inadecuada del terreno y descenso del nivel del río.	Deslizamiento de escarpa semicircular, alargado, de 300 m de longitud; actividad retrogresiva; agrietamientos longitudinales en el cuerpo y la cresta del deslizamiento; el desnivel de la escarpa mide 3 m. Este deslizamiento se forma en una terraza conformada por arena y limo inconsistentes, saturada de agua. Cuando se produjo una baja del nivel del río Ucayali, este depósito de arena —que inicialmente estaba saturado de agua— se secó de manera muy violenta, haciendo que la superficie se agriete.	El deslizamiento del año 2005 afectó las viviendas y kioscos ubicados en la parte baja. En el año 2006, los kioscos y algunas viviendas (de material rustico) fueron afectados nuevamente.
Maestranza de la Municipalidad Callería		Deslizamiento de escarpa semicircular, alargado, de 300 m de longitud; actividad retrogresiva, agrietamientos longitudinales en el cuerpo y cresta del deslizamiento; el desnivel de la escarpa mide 2 m. Este deslizamiento se forma en una terraza conformada por arena y limo inconsistentes, saturada de agua. Cuando se produjo una baja del nivel del río Ucayali, este depósito de arena —que inicialmente estaba saturado de agua— se secó de manera muy violenta, haciendo que la superficie se agriete.	En el año 2006 afectó las viviendas ubicadas cerca de la oficina de Maestranza de la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo. Es posible que esta zona haya sido erosionada por el río Ucayali.
La Hollada Callería		Deslizamiento de escarpa circular continua de 300 m de longitud; salto de escarpa principal 1 m; salto de escarpa secundaria 0,20 a 0,5 m; presencia de agrietamientos longitudinales. El avance de este deslizamiento es retrogresivo. Los factores principales son el descenso del nivel de agua durante los meses de mayo a octubre, la pérdida de cohesión del suelo y la erosión fluvial. Planicie fluvial, terreno uniforme; río de tipo meandriforme y terrazas bajas; escasos pastos naturales y arbustos a nivel local.	En el año 2004 afectó las instalaciones de un depósito de madera. Si este deslizamiento continúa avanzando, podría afectar las viviendas y el depósito de madera.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Provincia de Padre Abad			
Puente Chino Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, suelo inconsolidado y deforestación intensa.	Deslizamiento estabilizado, de escarpa elongada y longitud de 150 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide aproximadamente 350 m. Rocas sedimentarias poco consolidadas, de pendiente fuerte, cubierta regionalmente por abundante vegetación.	Afectaría la estabilidad de los taludes de la carretera Federico Basadre en un tramo de 350 m.
C.P. Previsto Padre Abad		Deslizamiento rotacional de escarpa circular y longitud de 100 m; cubierto parcialmente de vegetación. Al pie del deslizamiento se observan bloques de rocas que tienen hasta 3 metros de diámetro. Compromete rocas sedimentarias de fuerte pendiente, cubiertas regionalmente por abundante vegetación.	Afecta el talud de la carretera Federico Basadre y aporta material al río Boquerón.
Juan Velasco Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, suelo inconsolidado, rocas fracturadas, deforestación.	Deslizamiento rotacional, escarpa circular y longitud aproximada de 75 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 90 m aproximadamente. Roca sedimentaria de fuerte pendiente, cubierta regionalmente por abundante vegetación. Se observa un muro de contención al pie del deslizamiento que en el futuro podría colapsar.	Afectaría la carretera Federico Basadre en un tramo de 75 m. También podrían ocurrir hundimientos y agrietamientos en la plataforma de la carretera.
Santa Rosa (Puente Chino) Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, pendiente fuerte, rocas fracturadas, y deforestación.	Deslizamiento rotacional, escarpa circular y longitud aproximada de 150 m. La plataforma de la carretera presenta hundimientos y agrietamientos.	Afecta 150 m de la carretera y puede afectar a los vehículos que transitan diariamente por esta vía.
Puente Duque Padre Abad	Substrato de mala calidad, alternancia de rocas de diferente competencia, naturaleza del suelo y pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas.	Deslizamiento rotacional, escarpa circular, longitud aproximada de 160 m, el talud mide 75 m. Zona de alto peligro. En la plataforma de la carretera pueden ocurrir hundimientos y agrietamientos. Si ocurren lluvias intensas es posible que en esta zona se reactiven los deslizamientos. Se observan filtraciones de agua en el cuerpo del deslizamiento.	Puede afectar un tramo de 80 m de la carretera Federico Basadre. Sería recomendable la señalización porque hay tránsito fluido en esta zona.
Caserío Nuevo Mundo Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, pendiente fuerte, rocas fracturadas, corte de talud de carretera y deforestación.	Deslizamiento rotacional, escarpa circular y longitud de 230 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide aproximadamente 240 m. Dentro del cuerpo de un deslizamiento se presentan caídas de rocas.	Afecta un tramo de 150 m de la carretera Federico Basadre. También podrían ocurrir hundimientos y agrietamientos en la plataforma de la carretera. Se debe señalizar la carretera por ser zona de peligro.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
C.P. Previsto Padre Abad	Precipitaciones pluviales intensas, pendiente fuerte, rocas fracturadas, corte de talud de carretera y deforestación.	Deslizamiento rotacional, escarpa circular y longitud aproximada de 250 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide aproximadamente 200 m. Se encuentra parcialmente cubierto por vegetación natural. Se pueden originar agrietamientos y hundimientos.	Afectó un tramo de 250 m de la carretera Federico Basadre. Este tramo puede seguir siendo afectado.
C.P. Boquerón Padre Abad		Deslizamiento rotacional, escarpa circular y longitud aproximada de 100 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide aproximadamente 120 m. Se encuentra cubierto por vegetación natural.	Afectó un tramo de 150 m de la carretera Federico Basadre. Este tramo podría seguir siendo afectado.
Provincia de Purús			
San Bernardo Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, infiltraciones, rocas inconsolidadas, pendiente del terreno.	Deslizamiento estabilizado, de escarpa planar e irregular, con una longitud de 200 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 50 m, el salto principal es de 5 m y los secundarios menores de 3 m. Se pueden presentar derrumbes. Hay intensa erosión fluvial en la margen derecha.	Si el deslizamiento se reactiva puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Puerto Esperanza Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, infiltraciones, rocas inconsolidadas y alteradas, pendiente del terreno, y deforestación.	Deslizamiento de escarpa semicircular, con una longitud de 200 m, actividad progresiva, agrietamientos rotacionales, el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 30 m. Presenta un salto principal de 10 m y secundarios menores de 3 m. En la zona hay intensa deforestación, que ha permitido que el pie del talud de la colina sea erosionado por el río, ocasionando un rompimiento del equilibrio del talud.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo ubicados al borde de la terraza. Las viviendas ubicadas en el talud de la terraza deben ser reubicadas. La erosión ha afectado los terrenos de cultivo.
Miguel Grau Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, infiltraciones, rocas inconsolidadas, pendiente del terreno y deforestación.	Deslizamiento de escarpa planar e irregular, con una longitud de 300 m. El desnivel entre la escarpa principal y el pie del deslizamiento mide 30 m. Presenta agrietamientos transversales y longitudinales, actividad progresiva. El río Curanja está migrando hacia la margen izquierda y está erosionando intensamente este sector.	Puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo, ubicados al borde de la terraza.
Cantagallo Purús		Deslizamiento estabilizado, de escarpa planar e irregular, de 150 m de longitud. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 50 m, el salto principal es de 5 m y los secundarios menores de 3 m. Se pueden presentar derrumbes. Hay intensa erosión fluvial en la margen derecha.	Puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo.

Paraje/Sector Distrito	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Colta Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, sustrato de mala calidad, pendiente del terreno y deforestación.	Deslizamiento traslacional, presenta una escarpa de 300 m de forma planar; el salto principal es de 10 m y los secundarios entre 2 y 3 m. Se presentan también derrumbes. Planicie fluvial, terreno uniforme; río de tipo meandriforme.	Está afectando a terrenos de cultivo, puede afectar a viviendas.
San Bernardo/ Piro Purús		Deslizamiento estabilizado, de escarpa rotacional e irregular, con una longitud de 150 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 30 m, con salto principal de 10 m y secundarios menores de 3 m. Se pueden presentar derrumbes. Hay intensa erosión fluvial en la margen izquierda que podría reactivar el deslizamiento.	De reactivarse el deslizamiento podría afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Tres Hermanos Purús		Deslizamiento estabilizado, de escarpa planar discontinua, con una longitud de 200 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 50 m, con salto principal de 5 m y secundarios menores de 3 m. Se pueden presentar también derrumbes. La intensa erosión fluvial en la margen izquierda podría reactivar el deslizamiento.	De reactivarse el deslizamiento podría afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Comunidad Nativa San Martín Purús		Deslizamiento estabilizado, escarpa planar e irregular, de 300 m longitud. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 40 m, con salto principal de 10 m y secundarios menores de 5 m. Se pueden presentar derrumbes. Hay intensa erosión fluvial en la margen izquierda.	Podría afectar a viviendas ubicadas al borde de la terraza.
Cashura Purús	Precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial, sustrato de mala calidad, pendiente del terreno y deforestación.	Deslizamiento estabilizado, escarpa rotacional irregular, con una longitud de 300 m. El desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide 30 m, el salto principal es de 5 m y los secundarios menores de 3 m. Se pueden presentar derrumbes. Hay intensa erosión fluvial en la margen izquierda.	Podría afectar las viviendas ubicadas en el borde de la terraza.



FotoN° 7.8 Deslizamiento en la carretera Federico Basadre, progresiva. km 424+200 (provincia y distrito Padre Abad).



FotoN° 7.9 Deslizamientos en el sector del puerto de Pucallpa (río Juanito).

C) Caída de rocas, flujos y movimientos complejos

Las caídas de rocas, movimientos complejos y flujos (huaycos) son eventos que se presentan en menor cantidad. Los dos primeros tienen menor ocurrencia y se localizan entre la zona de La Divisoria y Aguaytía. Las caídas de rocas ocurren donde hay afloramientos de areniscas (formación Vivian).

Los flujos que destacan son los que se presentan en Atalaya, en la quebrada Campo Plata-Kampiroshunqari (cuadrángulo de Atalaya); en el sector de Anacayali (cuadrángulo de Obenteni) estos flujos se presentan de forma ocasional a excepcional. Las causas son: precipitaciones pluviales intensas, naciente de la quebrada con fuerte pendiente, material suelto en el cauce de la quebrada, deforestación y ocupación urbana inadecuada.

Otros flujos se presentan a lo largo de la carretera, entre La Divisoria a Aguaytía, y afectan la carretera en tramos cortos, menores de 20 m.

Distribución Geográfica de los Peligros Geológicos y Geohidrológicos

El inventario de peligros entre La Divisoria (cordillera) y San Alejandro registra 132 eventos (Gráfico N° 7.6), con predominio de las inundaciones fluviales (33), seguidas de los deslizamientos (28), derrumbes (23), derrumbes (23) y en último lugar las caídas de rocas.

Las inundaciones y erosiones fluviales se presentan a lo largo de los ríos Aguaytía y Yuracyacu, en tanto que los deslizamientos, los derrumbes y las caídas de rocas ocurren generalmente en la zona de la cordillera El Sira, especialmente en la zona de la carretera. Las erosiones de ladera están relacionadas con la intensa deforestación existente en la zona, y se ubican entre la zona desde San Alejandro hasta Pucallpa.

En el Gráfico N° 7.7 se muestra la distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la zona del llano amazónico, con predominio de las inundaciones y erosiones fluviales, seguidas de los derrumbes y deslizamientos.

Los deslizamientos y derrumbes ocurren en colinas, lomadas o terrazas, siendo el factor principal la erosión fluvial, en algunos sectores influye la deforestación y el factor desencadenante son las precipitaciones pluviales que se presentan en la zona.

ZONAS CRÍTICAS

Las áreas críticas se refieren a zonas que están expuestas a los peligros que pueden afectar o han afectado a las poblaciones u obras de ingeniería; entre ellas se incluyen aquellas con mayor posibilidad de ocurrencia de desastres y que necesitan que se realicen en ellas obras de prevención y/o mitigación.

En el área se han identificado un total de 78 zonas críticas (Gráfico N° 7.8) y la mayoría de ellas están relacionadas con los cambios de cauce de los ríos principales como Ucayali, Purús, Aguaytía y Tamaya.

En esta sección se presentan las zonas críticas que se han encontrado durante los trabajos de campo desarrollados en el 2006. Las inspecciones se realizaron en las zonas de La Divisoria-Aguaytía-San Alejandro-Pucallpa, Pucallpa-Masisea-Iparia-Bolognesi-Atalaya y Purús (estas dos últimas por vía fluvial).

En el Cuadro N° 7.5 se incluye una relación de los mapas de las zonas críticas por provincia que se incluyen en este apartado. Estos mapas están en escala 1:1100 000 para una mejor presentación de la información.

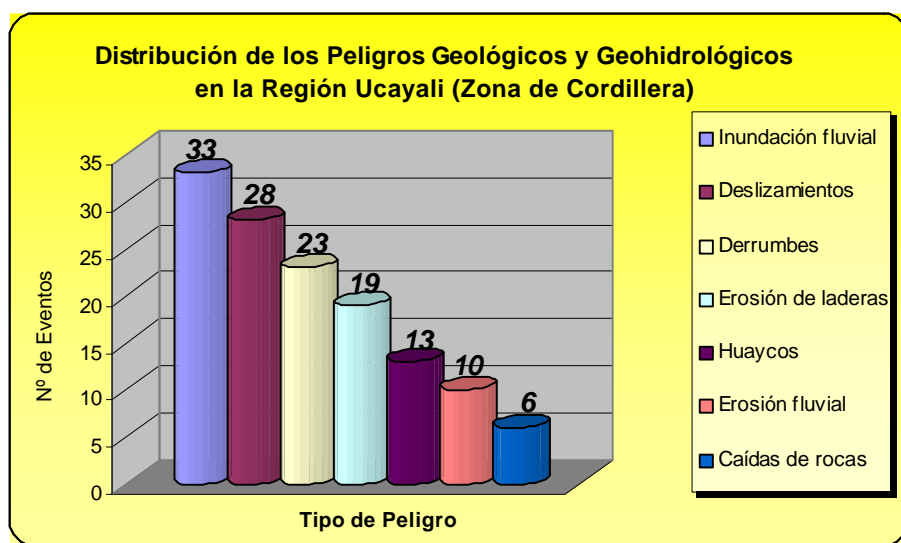


Gráfico N° 7.6 Distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en la zona de cordillera.

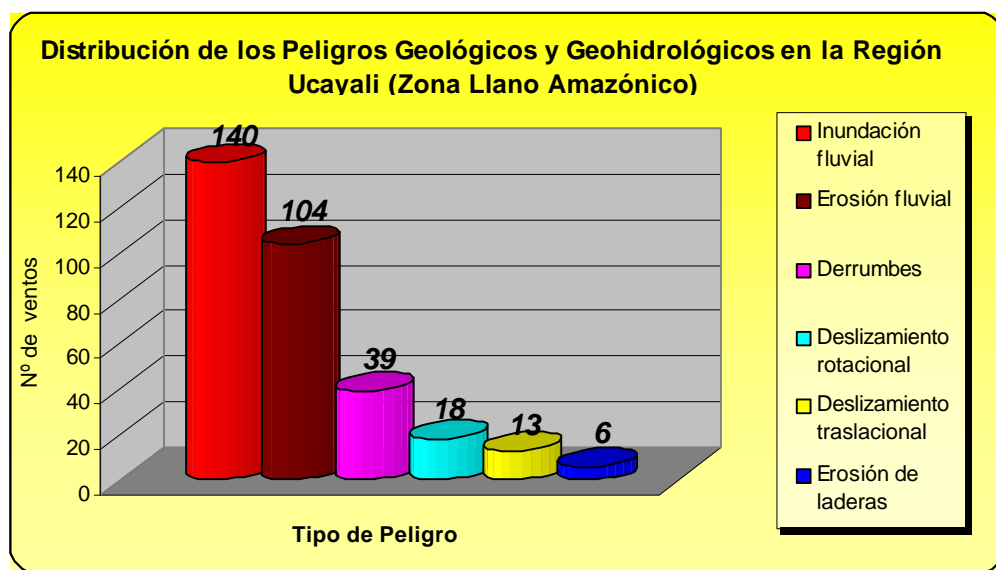


Gráfico N° 7.7 Distribución de los peligros geológicos y geohidrológicos en el Llano Amazónico

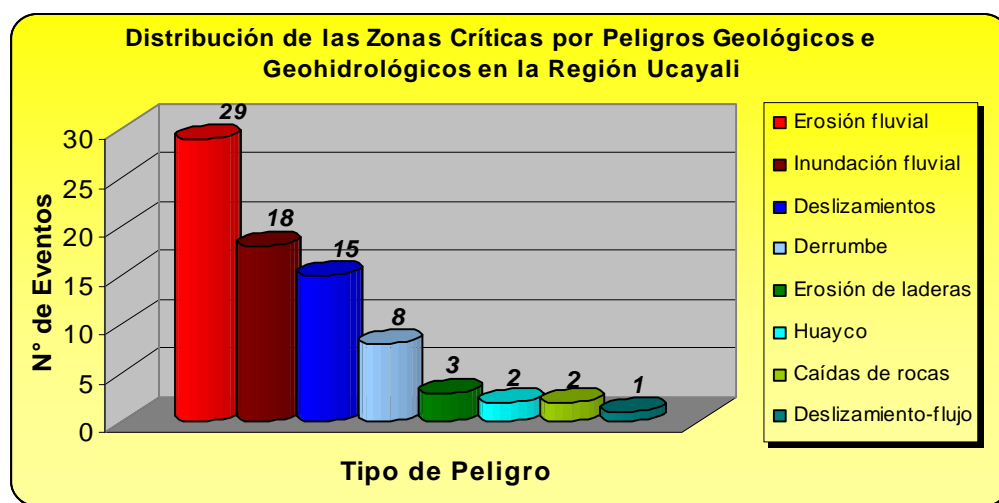


Gráfico N° 7.8 Distribución de las zonas críticas y el tipo de peligro encontrado

Cuadro N° 7.5
Relación de mapas de las zonas críticas

Nº de Figura	Provincia	Escala
7.1	Padre Abad	1:1 100 000
7.2	Coronel Portillo	
7.3	Atalaya	
7.4	Purús	

En el Cuadro N° 7.6 se presentan las zonas críticas, para un mejor ordenamiento y explicación están separadas por provincia y distrito. La primera columna se refiere al lugar (paraje), la segunda incluye un comentario geodinámico en el que se mencionan las causas y el proceso del fenómeno, la tercera columna presenta los daños o posibles daños y en la cuarta columna se explican las medidas de prevención que se pueden aplicar.

Cuadro N° 7.6
Relación de zonas críticas de la región Ucayali

Provincia de Coronel Portillo			
Distrito de Calleria			
Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Puerto de Pucallpa	<p>Área susceptible a la erosión del río Ucayali.</p> <p>El río Ucayali empieza a acercarse hacia el puerto de Pucallpa a raíz del rompimiento del meandro Pucallpillo (2002).</p> <p>A partir del 2004, y debido al descenso del caudal del río Ucayali en los meses de mayo a setiembre, se formaron deslizamientos en la ribera del río (margen izquierda). La terraza está compuesta por material suelto y, al perder humedad por la baja del río, el suelo pierde cohesión, y se producen deslizamientos (agrietamientos) en dirección paralela a la orilla del río.</p> <p>Hay que tener en cuenta que en los años cincuenta el río Ucayali estaba pegado al puerto. Es muy posible que en el año siguiente (2007) el río llegue erosionar toda la antigua terraza, hasta llegar a la capa roja (formación rocosa).</p>	<p>Al retomar su cauce antiguo, el río Ucayali se acercó al puerto y afectó a los barrios de Iquitos, Riojuanito, Santa Teresa, Santa Clara y Puerto Italia, así como también al mismo puerto.</p> <p>Hasta el mes de septiembre del 2006, en la zona se encontraban unos kioscos de madera en los que se venden comidas, y además existen algunas viviendas, y ellos ya estaban siendo afectados por la erosión del río.</p>	<p>Es posible que para la próxima avenida (2007), el río llegue a erosionar toda la zona del puerto. Se deben reubicar las viviendas y kioscos que se encuentren en la zona de la antigua terraza del río.</p>
Pucallpillo-San Isidro	<p>Área susceptible a la erosión del río Ucayali.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, río de tipo meandriforme y su dinámica fluvial.</p> <p>En el año 2004, en este sector, el río Ucayali empezó a migrar hacia la margen izquierda.</p>	<p>Ha afectado anteriormente al poblado de San Isidro y ahora a parte del sector de Pucallpillo.</p>	<p>La erosión del río continuará en este sector, por tanto es necesario que los aserraderos u otros tipos de infraestructura estén preparados para sufrir un cambio de dirección del río.</p>
Providencia-Luz Linda-Nuevo San Juan	<p>Área sujeta a las erosiones del río Ucayali.</p> <p>Las causas son fuertes precipitaciones pluviales, río de tipo meandriforme y su dinámica fluvial. En esta zona el río Ucayali ha migrado hacia la margen izquierda, erosionando casi 400 m de ribera a lo largo de un trecho de 1 km. Estas áreas pertenecen a zonas de antiguos meandros.</p>	<p>Ha afectado a los centros poblados mencionados y terrenos de cultivo (platanales).</p>	<p>Los poblados han sido reubicados. Estas áreas no son aptas para viviendas ni obras de infraestructura.</p>
Lobo Caño (Yarina)-Centro América- Bellavista	<p>Área sujeta a la erosión del río Ucayali.</p> <p>Este río ha acentuado la erosión por la margen izquierda. Es posible que la migración del río haya comenzado desde el 2003. Actualmente el río se encuentra aproximadamente a 1 km de la laguna Yarinacocha. Si la erosión continúa, puede ocurrir que el río contacte con la laguna y su cauce salga nuevamente por la zona de de San Francisco o Santa Clara, variando completamente el curso del río.</p>	<p>En caso de que el río retome el cauce antiguo (laguna de Yarinacocha), la población y la infraestructura ubicadas cerca de Lobo Caño, así como la que se encuentra asentada en la ribera de esta laguna, serán afectados.</p>	<p>Es necesario que el río sea monitoreado para determinar las variaciones del cauce en esta zona.</p>

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Chancay- San Francisco- Santa Elena	<p>Área susceptible a las erosiones e inundaciones del río Ucayali. Se producen también derrumbes en los bordes de la terraza.</p> <p>Según las imágenes satelitales, hay un cambio brusco en el sentido del cauce del río.</p> <p>Entre la zona de Chancay y San Francisco hay una intensa erosión fluvial, y en el sector de Santa Elena existe una amplia llanura de inundación.</p> <p>La intensa erosión de las márgenes produce derrumbes en sus riberas (bordes de las terrazas), y también se ha observado la presencia de deslizamientos con coronas menores de 20 m.</p>	Ha afectado los centros poblados de Chancay-San Francisco y Santa Elena, al igual que los terrenos de cultivo.	<p>Estos centros poblados ya han sido reubicados.</p> <p>Se recomienda no construir infraestructura, pues es un terreno de meandros antiguos.</p>
La Hoyada- Tarapacá- Maestranza	<p>Área sujeta a la erosión del río Ucayali. Se presentan también deslizamientos traslacionales.</p> <p>El río Ucayali ha migrado hacia la margen izquierda, acentuando la erosión fluvial.</p> <p>Esta zona es parte de una playa de arena dejada por el río Ucayali.</p> <p>Entre los meses de mayo a septiembre (2006), el nivel del agua del río descendió y esto ocasionó que la terraza (compuesta por arena fina) pierda cohesión y se originen algunos deslizamientos.</p> <p>Es posible que en la próxima temporada de lluvias (2007) toda la zona sufra erosión.</p>	Si la erosión fluvial continúa, las viviendas y aserraderos de madera, ubicados en el borde de la terraza, serán afectados. Han sido afectadas anteriormente algunas viviendas que se encontraban en el límite de la terraza.	<p>Las viviendas y los kioscos de ventas de comidas ubicados en el sector de Maestranza deben ser reubicados.</p> <p>Es necesario que se siga monitoreando por medio de imágenes satelitales los cambios de curso del río Ucayali.</p>
Shacshuya	<p>Área sujeta a las erosiones fluviales, se presentan derrumbes en la margen derecha del río Ucayali.</p> <p>Causas: dinámica fluvial del río Ucayali, terraza conformada por materiales inconsolidados y precipitaciones pluviales intensas.</p> <p>En este sector el río Ucayali tiende a migrar hacia la margen derecha, ha retomado su cauce antiguo y ha llegado a invadir la laguna Shacshuya que actualmente forma parte del cauce del río (ya no existe la laguna). El río tiene un amplio cauce en esta zona.</p>	Afectó las viviendas que se encontraban en el borde de la laguna y los terrenos de cultivo.	Las viviendas han sido reubicadas, pero aún quedan algunas en el borde de los acantilados que deberían ser reubicadas.
Frente del puerto de Pucallpa- Maestranza	<p>Área sujeta a las inundaciones fluviales.</p> <p>Causas: terrazas bajas, llanura inundable, dinámica del río Ucayali, precipitaciones pluviales intensas.</p> <p>Con las lluvias estacionales de setiembre (2006), el nivel del río subió ligeramente (50 cm) y cubrió algunas playas de arena.</p>	Los terrenos de cultivo (arrozales) que se encontraban en las playas de arena y algunas viviendas provisionales	Zonas no aptas para viviendas. Si se utilizan como terrenos de cultivo, éstos deberán tener carácter temporal.
Tacshitea	<p>Área sujeta a las inundaciones.</p> <p>Causas: terrazas bajas, dinámica del río Ucayali, precipitaciones pluviales intensas.</p> <p>El río ha migrado hacia la margen izquierda (desembocadura del río Aguaytía), dejando en este sector una gran playa de arena.</p> <p>Hace unos 10 años, el río llegó a erosionar parte del poblado de Tacshitea.</p>	Afectó las viviendas y terrenos de cultivo ubicados en el pie del talud de la terraza.	No debe permitirse el crecimiento de la comunidad hacia la zona que está dejando el río, porque el río puede retomar este cauce antiguo.

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Distrito de Masisea			
Tushmo-Nuevo Paraíso	Área sujeta a las erosiones fluviales y derrumbes. Estos fenómenos se producen en ambas márgenes del río Ucayali. Los derrumbes se producen cuando el río erosiona la base de la terraza. En ambas márgenes se ha observado un estrato de areniscas poco litificado, al que sobreyace un depósito de arena suelta. El estrato de arenisca es una barrera natural, y es por ello que en esta zona es más difícil que se produzcan inundaciones fluviales.	Afectó las viviendas localizadas en el borde de la terraza del río Ucayali.	Es necesario impedir que se ubiquen viviendas en el borde de la terraza del río.
Nuevo San Juan-Juan Velasco Alvarado	Área sujeta a las erosiones del río Ucayali. En esta zona el río ha migrado hacia la margen izquierda, y ha erosionado cerca de 400 m tierra adentro; estas áreas pertenecen a zonas de antiguos meandros. La terraza tiene una altura variable entre 10 y 15 m.	Los terrenos de cultivo han sido afectados. Es posible que en la próxima temporada lluviosa el centro poblado resulte afectado.	El poblado de Juan Velasco Alvarado ha comenzado a ser reubicado tierra adentro. Es conveniente que se tome la misma medida en el caso de Nuevo San Juan.
Poblado La Esperanza (Tamaya)	Área sujeta a las erosiones del río Tamaya en la margen izquierda. También se producen derrumbes. Este fenómeno se produce cuando el río aumenta su poder erosivo, socavando la base de la terraza y haciendo que esta se desestabilice y se produzca el derrumbe.	Es posible que en la actualidad el centro poblado haya sido reubicado, porque en ese entonces (1998) el río tendía hacia la margen izquierda.	No se debe permitir que se ubiquen viviendas en el borde de las terrazas del río.
Distrito de Iparia			
San José Pacachi	Área sujeta a las erosiones del río Ucayali en la margen derecha. Se presentan también derrumbes y deslizamientos con coronas menores de 20 m. Causas: precipitaciones pluviales intensas, río de tipo meandriforme y dinámica fluvial, terrazas compuestas por arenas finas inconsolidadas.	En la próxima temporada de lluvias (2007) la erosión fluvial continuará y podría afectar a la población ubicada en el borde de la terraza.	Las viviendas construidas en la ribera deben ser reubicadas tierra adentro.
Galilea	Zona susceptible a la erosión en la margen izquierda del río Ucayali. También se presentan derrumbes. La terraza (meandro antiguo) alcanza una de 12 m y está conformada por arena fina medianamente densa a suelta. El río ha avanzado tierra adentro en un trecho de 100 m y a lo largo de 3 km.	Las viviendas ubicadas en el borde del acantilado han sido afectadas. Los terrenos de cultivo de plátanos y papayas han sido también erosionados.	Estos terrenos no son aptos para viviendas. Las viviendas que se encuentran en el borde deben ser reubicadas. Los cultivos de esta zona deben ser de tipo estacional.
Colonia de Caco	Zona en la margen izquierda del río Ucayali, susceptible a la erosión fluvial. También se presentan derrumbes. En este sector, el río está cambiando de curso, migrando hacia la margen izquierda. Esto se debe al estrangulamiento de un meandro del río Ucayali aguas arriba.	Las viviendas que se ubicaron en el borde de la terraza del río fueron destruidas.	Parte del centro poblado ha sido reubicado tierra adentro.
Sheshea	Zona en la margen derecha del río Ucayali, susceptible a la inundación y la erosión fluvial. El curso del río Ucayali ha erosionado la terraza de la margen derecha y ha cambiado completamente en este sector debido a un estrangulamiento de un meandro, ocurrido en el 2000. Actualmente esta zona es parte del lecho del río Ucayali.	Todas las viviendas, infraestructura (escuela, posta médica, etc.) y terrenos de cultivo (platanales) ubicadas en este sector fueron afectadas por la variación del cauce del río Ucayali.	Actualmente el centro poblado se encuentra ubicado unos 5 km tierra adentro, en una pequeña lomada fuera de la influencia del río.

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
San Luis de Contamanillo	<p>Área ubicada en la margen derecha del río Ucayali, donde se generan erosiones fluviales y también se presentan derrumbes.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, terrazas conformadas por arenas finas sueltas a medianamente densas, río de tipo meandriforme y la dinámica fluvial.</p> <p>Se presentan derrumbes con coronas de forma irregular, y la causa principal es la erosión fluvial.</p>	<p>Las viviendas ubicadas en el borde de la terraza del río pueden ser afectadas.</p> <p>El río tiende a migrar hacia la margen derecha.</p>	<p>Las viviendas ubicadas en el borde de la terraza deben ser reubicadas tierra adentro.</p>
Nueve de Octubre/ Fátima	<p>En la margen izquierda hay erosiones fluviales, socavamiento de la base de la terraza y se generan derrumbes. Las coronas de estos últimos tienen formas irregulares y longitudes menores de 20 m.</p>	<p>Las viviendas y los terrenos de cultivo (plátanos y papayas) que están ubicados en el borde de la terraza pueden ser afectados.</p>	<p>Es conveniente que se reubiquen las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza.</p>
Nazareth de Shahuaya	<p>Área en la margen derecha del río Ucayali con intensa erosión fluvial e inundación.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, terraza formada por arenas finas sueltas a poco densas, dinámica fluvial.</p> <p>Desde el año 2002, el río Ucayali ha migrado hacia la margen derecha.</p>	<p>En el año 2002, el centro poblado resultó muy afectado pues se destruyeron las viviendas y los terrenos de cultivo.</p>	<p>El centro poblado se ha reubicado a unos 5 km tierra adentro.</p> <p>Esta zona no es apropiada para la construcción de viviendas.</p>
Puntijao	<p>Área en la margen izquierda del río Ucayali, susceptible a las inundaciones y erosiones fluviales, también se producen derrumbes y deslizamientos.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas; terraza conformada por arenas muy finas, sueltas a medianamente densas; río de tipo meandriforme y dinámica fluvial.</p> <p>Es posible que el río siga erosionando esta margen.</p>	<p>La erosión fluvial del río Ucayali en este sector es muy intensa, y es posible que llegue hasta el caserío.</p>	<p>Si la erosión fluvial en este sector continúa, las viviendas que se ubican en el borde de la terraza deberán ser reubicadas tierra adentro.</p>
Provincia de Atalaya			
Distrito de Atalaya			
Puente Iquitos y Puente Amazonas.	<p>Áreas ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Campo Plata, susceptibles a las inundaciones fluviales.</p> <p>En tiempos de crecidas, el nivel de agua sobrepasa a la terraza (2 o 3 m de altura) e inunda.</p>	<p>Las viviendas ubicadas en el borde de la quebrada en tiempos de crecidas ocasionales y extraordinarias son afectadas.</p>	<p>Es necesario completar el muro de gaviones.</p> <p>Las viviendas que se encuentran en el sector inundable deben ser reubicadas.</p>
Quebrada Campo Plata	<p>Áreas susceptibles a erosiones e inundaciones fluviales en ambas márgenes. La terraza está conformada por gravas y arenas (inconsolidadas), y la altura varía entre 3 y 5 m.</p> <p>Con crecidas ocasionales o extraordinarias el agua sobrepasa el nivel de las terrazas, inundando ambas márgenes.</p> <p>Se observa erosión lateral en ambas márgenes de la quebrada, y también intensa deforestación.</p>	<p>Afecta viviendas y obras ubicadas en los bordes de la terraza.</p>	<p>Es necesario un programa de forestación en los bordes de la quebrada para evitar que siga erosionando sus márgenes.</p> <p>Las viviendas ubicadas en ambas márgenes deben ser reubicadas.</p>

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Quebrada Maranquiari	Área sujeta a flujos de lodo (huaycos) que se presentan en forma excepcional. En el lecho de quebrada se encuentran materiales sueltos, con predominio de arenas (más de 50%), seguido de gravas y algunos bloques fácilmente removibles. Esta quebrada nace en la cordillera del Shira y tiene una fuerte pendiente.	En ambos márgenes de esta quebrada hay viviendas que pueden ser afectadas por los flujos de lodo que bajan por ella.	Las viviendas ubicadas en el lecho de la quebrada y el borde de las terrazas deben ser reubicadas.
Barrio Mangual	Áreas predispuestas a inundaciones. Las terrazas tienen hasta 1 m de altura. En tiempos de crecidas las aguas sobrepasan el nivel de la terraza hasta en 50 cm.	En esta terraza se ubican viviendas, algunas de ellas están construidas sobre pilotes de madera.	En esta zona no debería haber viviendas.
Puerto de Atalaya	Zona sujeta a inundaciones en la margen izquierda del río Tambo. En periodos excepcionales el nivel del río llega a alcanzar hasta 2,50 m. El área que se inundará mide aproximadamente 3 000 m ² .	En esta zona se ubican viviendas, kioscos, carreteras afirmadas de acceso al puerto, las cuales pueden ser afectadas.	Se han construido gaviones que tienen alturas hasta de 2 m, pero falta concluir estas defensas ribereñas. Es conveniente que se aumente un metro más de altura a esta defensa ribereña.
Distrito de Nueva Requena			
Nueva Requena	Área sujeta a erosiones fluviales. Causas: terrazas bajas compuestas por material inconsolidado, dinámica fluvial del río Aguaytía (es de tipo meandriforme), y precipitaciones pluviales intensas.	Este asentamiento se encuentra ubicado en un antiguo cauce del río. Puede afectar las viviendas ubicadas dentro del cauce del río.	Las futuras obras de infraestructura y expansión urbana deben hacerse hacia la zona de la lomada y no en la parte baja de la terraza.
Distrito de Tahuania			
Pedregal	Área en la margen derecha del río Ucayali sujeta a erosiones e inundaciones, también se producen derrumbes y deslizamientos. Causas: precipitaciones pluviales intensas, río de tipo meandriforme y su dinámica fluvial, terraza conformada por material inconsolidado (arenas finas).	El centro poblado podría ser afectado (tanto las viviendas como los terrenos de cultivo).	Debido a la fuerza erosiva en este sector, es conveniente que las viviendas ubicadas en su borde se reubiquen tierra adentro.
Bolognesi	Área en la margen derecha del río Ucayali susceptible a erosiones e inundaciones fluviales, también se presentan derrumbes. En el año 1996 se produjo un estrangulamiento del meandro, ocasionando cambios bruscos en el curso del río Ucayali. Es posible que en la próxima temporada de lluvias se produzca otro estrangulamiento del meandro.	El centro poblado de Bolognesi fue afectado en el año 1996, y sus viviendas y terrenos de cultivo fueron destruidos.	Este centro poblado fue reubicado en el año 1996. No se deben construir viviendas en las zonas abandonadas por el río Ucayali.
Provincia Padre Abad			
Distrito Padre Abad			
Boquerón Padre Abad	Zona sujeta a caída de rocas y derrumbes, ubicada en la margen izquierda del río Boquerón. Causas: areniscas fracturadas que forman acuñaientos, periodo lluvioso muy intenso (meses de diciembre a abril), corte de talud de la carretera, intensa deforestación y filtración de agua hacia el subsuelo.	La carretera Huánuco-Aguaytía-Pucallpa es una vía principal en la que hay tráfico constante de transporte de pasajeros y de carga.	Colocar señalización en la carretera que indique que es zona de posibles caídas de roca. Mejorar el talud de corte de la carretera.

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Carretera Huánuco-Divisoria-Aguaytía, km 46	<p>Área sujeta a los deslizamientos.</p> <p>Rocas sedimentarias, areniscas con algunas intercalaciones de limonitas.</p> <p>Causas: rocas fracturadas que forman acunamientos, periodo lluvioso intenso (diciembre a abril), corte de talud de la carretera, intensa deforestación y pendiente del terreno.</p> <p>Se pueden presentar también flujos de lodo.</p>	La carretera Huánuco-Aguaytía-Pucallpa es una vía principal en la que hay tráfico constante de transporte de pasajeros y de carga.	<p>Colocar señalización en la carretera que indique que es zona inestable (zona de deslizamientos).</p> <p>Hacer obras de drenaje para canalizar las aguas pluviales.</p> <p>Reforestar la zona.</p>
Centro poblado La Divisoria	<p>Área donde se presenta flujo de detritos (huaycos).</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas (meses de diciembre a abril), pendiente fuerte del terreno, material suelto a lo largo de la quebrada.</p> <p>Cuando llueve, el suelo se satura y el material suelto en el lecho de la quebrada es transportado cuesta abajo, generando el flujo de detritos o huayco.</p> <p>Esta masa está compuesta por bloques y gravas englobados en una masa de arenas y limos.</p>	Esta zona es parte de la vía principal Divisoria-Pucallpa que es muy fluida debido al transporte de pasajeros y de carga.	<p>Colocar señalización en la carretera que indique que es zona con peligro de huaycos.</p> <p>Se debe construir un badén en la carretera para evitar su deterioro.</p> <p>Reforestar la parte alta.</p>
Tres de Diciembre	<p>Área sujeta a los movimientos complejos (deslizamiento y flujo).</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas (meses de diciembre a abril), pendiente fuerte del terreno y roca muy alterada.</p> <p>Cuando llueve, el agua se infiltra fácilmente sobre el terreno, haciendo que el suelo se sature y pierda cohesión.</p>	En temporada de lluvias puede llegar a obstruirse la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, caracterizada por tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	<p>Colocar señalización en la carretera que indique como zona de peligro en deslizamientos.</p> <p>Hacer un sistema de drenaje para evitar que el agua pluvial se infiltre sobre el terreno.</p> <p>Reforestar la parte alta.</p>
Juan Velasco Alvarado-Previsto	<p>Área sujeta a las erosiones de la ladera.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas (noviembre a marzo), deforestación intensa, pendiente fuerte del terreno y roca muy alterada.</p> <p>Cuando llueve, las aguas se infiltran fácilmente al suelo y se forman erosiones de ladera en forma de surcos y cárcavas.</p>	La carretera se encuentra deteriorada y es una vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa.	<p>Reforestar la zona.</p> <p>El badén construido debería ser ampliado hacia la margen derecha.</p> <p>El talud de la carretera debe ser reforzado con gaviones o concreto.</p>
Caserío Tres de Octubre	<p>Área sujeta a deslizamientos.</p> <p>Causas: roca muy alterada (limolitas), precipitaciones pluviales intensas (noviembre a marzo), deforestación intensa y pendiente moderada del terreno.</p> <p>La longitud de la escarpa es de 150 m y el desnivel entre la escarpa y el pie del talud es de 60 m. La escarpa presenta agrietamientos longitudinales.</p>	En temporada de lluvias puede llegar a obstruirse la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, caracterizada por tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	<p>Reforestar la zona.</p> <p>Si el deslizamiento continúa activándose, las viviendas que están al frente podrían ser afectadas, por lo que sería conveniente que sean reubicadas.</p>
Santa Rosa, km 56+650 carretera Huánuco-Divisoria-Aguaytía	<p>Zona susceptible a los deslizamientos.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, pendiente fuerte del terreno, roca muy alterada (lodolitas intercaladas con areniscas), deforestación intensa y corte de talud de la carretera.</p> <p>La escarpa del deslizamiento tiene una longitud de 500 m y tiene forma planar.</p> <p>Se presentan asentamientos en el terreno.</p> <p>En el cuerpo del deslizamiento hay material suelto que puede generar derrumbes.</p>	En temporada de lluvias puede llegar a obstruirse la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, caracterizada por tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	<p>Se debe preparar un sistema de drenaje para evitar las filtraciones de agua en el cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Es necesario reforestar la zona.</p> <p>Se debe colocar señalización en la carretera que indique que es una zona inestable.</p>

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Alto Oriental	Zona susceptible a los deslizamientos. Causas: precipitaciones pluviales intensas, pendiente fuerte del terreno y rocas muy alteradas (limolitas y areniscas). Presenta una escarpa de forma planar, que mide 200 m. Se observan erosiones de ladera en forma de cárcavas en su cuerpo, y también pequeños flujos de detritos (huaycos) que bajan por los canales de las cárcavas.	En temporada de lluvias puede llegar a obstruirse la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, caracterizada por tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	Se han construido badenes en la zona de cárcavas. Se debe elaborar un sistema de drenaje para evitar las filtraciones de agua sobre el cuerpo del deslizamiento.
Puente Duque	Zonas susceptibles a los derrumbes. Causas: rocas muy alteradas, pendiente fuerte del terreno, precipitaciones pluviales intensas y corte de talud para la carretera. La escarpa es continua, mide 110 m de largo y 70 m de alto. La roca se encuentra medianamente fracturada y alterada.	Importante vía que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, donde hay transporte masivo de pasajeros y de carga. El puente Duque podría ser afectado.	Se han construido banquetas en el talud de la ladera. Si el derrumbe se reactiva, podría afectar al puente Duque. Es necesario reforestar las laderas con vegetación autóctona.
Margen derecha del río Boquerón, cerca del puente Duque	Zona susceptible a los deslizamientos. Causas: rocas muy alteradas (areniscas calcáreas y calizas), precipitaciones pluviales intensas, pendiente fuerte del terreno, deforestación intensa y erosión fluvial (margen derecha). La escarpa tiene una longitud de 70 m, el desnivel entre la escarpa y el pie es de 150 m, y las escarpas secundarias miden entre 10 y 20 m. Podría represar al río Boquerón en forma parcial.	Podría represar al río Boquerón en forma momentánea y al desembalsarse ocasionaría problemas en las zonas ubicadas en la parte baja.	Se debe reforestar la zona.
Caserío Nuevo Mundo	Áreas propensas a la generación de caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos. Causas: rocas muy fracturadas y alteradas, terreno con pendiente fuerte, corte de talud de la carretera y precipitaciones pluviales intensas. Las fracturas que presentan las rocas son mixtas, el corte de ruptura es irregular y la altura promedio es de 90 m. En tiempos de lluvia se activan los fenómenos mencionados. Los deslizamientos tienen escarpas con longitudes entre 100 y 250 m, los desniveles entre la escarpa y el pie del deslizamiento miden entre 200 y 310 m. El material suelto presente en el cuerpo puede generar derrumbes.	En tiempo de lluvia puede llegar a obstruir la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, caracterizada por tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	En el sector donde se registran caídas de rocas se debe desquincar los bloques sueltos del talud de la carretera. En el talud de corte se han hecho banquetas con la finalidad de estabilizar la pendiente. En los sectores donde hay deslizamientos, se debe evitar la infiltración de agua hacia el cuerpo del deslizamiento mediante un sistema de drenaje. Se debe reforestar la zona. Es necesario que en la carretera se ponga una señalización de zonas con peligros de deslizamientos.
La Chancadora	Zona donde se presentan los deslizamientos. Causas: rocas muy fracturadas y alteradas, precipitaciones pluviales muy fuertes, corte de talud de la carretera, terreno con pendiente fuerte. En tiempo de lluvias se observa saturación del suelo. Este deslizamiento tiene una escarpa planar de 140 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento mide aproximadamente 100 m. El material suelto presente en su cuerpo puede generar derrumbes y caídas de rocas. En el cuerpo hay bloques que tienen hasta 20 cm de diámetro.	En tiempo de lluvia puede llegar a obstruir la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía y Pucallpa, caracterizada por tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	Es necesario que en la carretera se coloque señalización en las zonas con peligro de deslizamientos. Se debe reforestar la zona. Se debe establecer un sistema de drenaje para evitar la infiltración de agua hacia el cuerpo del deslizamiento.

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Caserío La Chancadora	<p>Área sujeta a erosiones fluviales.</p> <p>Causas: dinámica fluvial del río Boquerón, sustrato de mala calidad, escasez de vegetación y precipitaciones intensas.</p> <p>La erosión se presenta en la margen derecha.</p>	Esta erosión podría afectar la carretera Federico Basadre, importante vía de comunicación entre Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, y área de tránsito constante de vehículos de pasajeros y carga.	Se han tomado medidas correctivas como colocar bolsacretos con arena y piedra. Es necesario mejorar esta medida.
Centro poblado Juan Velasco Alvarado (km 414 carretera Huánuco-Pucallpa)	<p>Área sujeta a deslizamientos.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, roca alterada y fracturada, terreno con pendiente fuerte, corte de talud para la carretera y deforestación.</p> <p>La escarpa tiene forma circular, mide 300 m de largo y el desnivel entre la corona y el pie del deslizamiento es 150 m.</p> <p>Se presentan también flujos de detritos (huaycos) que discurren por la ladera, porque hay gran cantidad de material suelto en ella.</p> <p>En tiempo de lluvias este deslizamiento se activa.</p>	En tiempo de lluvia puede llegar a obstruir la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, y área de tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	<p>Se han construido badenes en la zona que es afectada siempre por el flujo de detritos (huayco), la carretera ha sido reforzada.</p> <p>Es necesario hacer unas canaletas de drenaje para impedir la infiltración de agua en el cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Se debe señalizar las zonas de la carretera que presentan peligro de deslizamientos.</p>
Centro poblado El Boquerón	<p>Área sujeta a deslizamientos.</p> <p>Causas: roca muy alterada, precipitaciones pluviales intensas, terreno con pendiente fuerte y corte de talud para la carretera.</p> <p>La escarpa es de forma circular, con una longitud de 100 m, el desnivel entre la zona de arranque y el pie del deslizamiento mide 120 m.</p> <p>La carretera no es uniforme, se observa un ligero abombamiento que refleja el movimiento del deslizamiento.</p>		<p>Es necesaria la señalización de las zonas con peligro de deslizamientos.</p> <p>Se deben hacer obras de drenaje para evitar la infiltración de agua sobre el cuerpo del deslizamiento.</p>
Aguaytía-río Aguaytía (margen izquierda)	<p>Zona sujeta a inundaciones.</p> <p>Causas: dinámica del río Aguaytía, fuertes precipitaciones pluviales y terraza baja.</p> <p>En diciembre del año 2001 la ciudad de Aguaytía fue afectada por una inundación.</p> <p>El crecimiento del río Aguaytía represó la quebrada Negro, y esto afectó el lado norte de la ciudad pues se inundaron las viviendas ubicadas en el borde. En el área inundable, el agua alcanzó 2 m de altura.</p>	Esta inundación afectó viviendas e infraestructura portuaria.	<p>Se ha construido un dique en la margen derecha del río Aguaytía. Es necesario que esta obra se amplíe hasta cerca de la desembocadura de la quebrada Negro.</p> <p>No debe permitirse el crecimiento urbano hacia el borde la quebrada río Negro.</p>
Puente Aguaytía (margen derecha)	<p>Zona sujeta a erosiones fluviales.</p> <p>Causas: dinámica del río Aguaytía, terrazas conformadas por depósitos inconsolidados (gravas en una matriz arenosa), precipitaciones pluviales intensas, colmatación del río, zona de antiguo cauce del río Aguaytía.</p>	<p>La erosión fluvial está afectando al puerto y si continúa podría afectar las bases del puente antiguo.</p> <p>Algunos pilares del puente antiguo se encuentran afectados por la erosión fluvial.</p>	<p>Es necesario limpiar el cauce aguas arriba y sacar las acumulaciones de gravas con el fin de que el río retome su cauce por la margen izquierda.</p> <p>Se debe reforestar la zona.</p>
Garcilazo de la Vega / Aguaytía	<p>Áreas propensas a inundación fluvial.</p> <p>Causas: dinámica fluvial, terrazas bajas, precipitaciones pluviales intensas.</p> <p>El área afectada mide 250 m de largo y tiene hasta 100 m de ancho (25 000 m²).</p>	En ambos márgenes de la quebrada hay viviendas que podrían ser afectadas en caso de inundaciones de tipo extraordinario.	Es necesario que las viviendas construidas en el borde de la terraza de la quebrada sean reubicadas, o en todo caso que los pilotes de madera de sus viviendas sean mejorados.

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Porvenir	<p>Zonas susceptibles a formación de derrumbes.</p> <p>Causas: roca no litificada, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud de carretera, deforestación intensa.</p> <p>En tiempo de lluvia el talud de la carretera se vuelve inestable y colapsa, y así se producen derrumbes en esta zona.</p> <p>Se ven filtraciones de agua por el corte del talud.</p>	Estos derrumbes afectan la vía Federico Basadre que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, y área de tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.	<p>En los cortes del talud de la carretera se han hecho obras como banquetas y canaletas para la evacuación de las aguas pluviales.</p> <p>Es necesario reforestar los taludes de los cortes para la carretera, y también las laderas de los cerros.</p>
Huipoca	<p>Áreas susceptibles a derrumbes.</p> <p>Causas: rocas no muy litificadas, precipitaciones pluviales intensas, pendiente moderada del terreno y corte del talud para la carretera.</p> <p>La escarpa de arranque tiene forma regular, la longitud es de 150 m y el desnivel entre la escarpa y el pie del talud es de 35 m.</p> <p>En tiempos de lluvias es posible que se generen derrumbes y obstruyan la carretera.</p>	<p>En tiempo de lluvia puede afectar la carretera Federico Basadre, vía importante que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, y área de tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga.</p>	<p>Se debe reforestar el talud de corte.</p> <p>En los cortes del talud se están construyendo banquetas y canales de drenaje para la evacuación de las aguas pluviales.</p> <p>Es necesaria la señalización de las zonas de la carretera con peligro de derrumbes.</p>
La Punta	<p>Área susceptible a la formación de derrumbes.</p> <p>Causas: rocas no muy litificadas, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud para la carretera, terreno de pendiente moderada y filtraciones de agua.</p>		
San Miguel	<p>Áreas sujetas a los deslizamientos.</p> <p>Causas: rocas no muy litificada, precipitaciones pluviales intensas, terreno de pendiente moderada, corte de talud para la carretera.</p> <p>La longitud de la escarpa es 100 m y el desnivel entre la escarpa de arranque y el pie del talud mide 50 m.</p> <p>Este deslizamiento se ha activado por el corte de talud de la carretera.</p> <p>En su cuerpo se observa material suelto que puede formar derrumbes, también se están formando erosiones en surcos.</p>	<p>Afecta la vía de comunicación entre el caserío de San Miguel y Aguaytía.</p> <p>Afecta también a terrenos de cultivo.</p>	<p>Antes de comenzar la construcción de una vía permanente entre Aguaytía y San Miguel se deberá tener en cuenta esta zona inestable.</p> <p>Se deben hacer obras de drenaje para evitar la infiltración de agua en el cuerpo del deslizamiento.</p> <p>Es necesario reforestar la zona.</p>
Huacamayo	<p>Área sujeta a los derrumbes.</p> <p>Causas: roca no muy litificada, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud de la carretera, terreno de pendiente moderada.</p> <p>La longitud de la escarpa es aproximadamente 1200 m y su altura es 40 m.</p> <p>En el cuerpo del derrumbe se observan filtraciones de agua.</p> <p>En tiempo de lluvias se pueden generar derrumbes y también se pueden presentar pequeños deslizamientos de tipo traslacional.</p>	En tiempo de lluvia puede afectar la vía de comunicación Huánuco- Aguaytía-Pucallpa, área de tránsito fluido de pasajeros y de carga.	<p>Es necesario reforestar la zona.</p> <p>En los cortes de talud se han hecho banquetas y canales de drenaje pluvial.</p>
Huacamaina	<p>Zona sujeta a erosiones de la ladera.</p> <p>Causas: roca no muy litificada, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud de carretera, deforestación intensa, terreno de pendiente moderada.</p> <p>Afecta un área que mide aproximadamente 300 m².</p> <p>Se presentan como erosiones en cárcavas y surcos.</p>	En tiempo de lluvia afecta los terrenos de cultivo, y parte de la carretera Huánuco-Aguaytía-Pucallpa.	<p>Reforestar la zona.</p> <p>En las zonas inestables se colocaron muros de protección para evitar la erosión de la carpeta asfáltica de la carretera.</p>

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Distrito de Irazola			
San Alejandro	<p>Zonas propensas a los derrumbes.</p> <p>Causas: roca no muy litificada (areniscas), precipitaciones pluviales intensas, corte de talud de carretera, deforestación intensa.</p> <p>La zona de escarpa es regular y continua, presenta una longitud hasta de 240 m, y el desnivel entre la escarpa y el pie del talud es aproximadamente de 30 m. En tiempo de lluvias es posible que se generen derrumbes.</p>	<p>Estos derrumbes afectan la carretera Federico Basadre, importante vía que comunica Huánuco-Aguaytía-Pucallpa, área de tránsito fluido de transporte de pasajeros y de carga. También puede afectar las viviendas y kioscos que se encuentran pegados al talud de corte.</p>	<p>Se debe reforestar la zona, especialmente la zona de los cortes de talud.</p> <p>Las viviendas que se ubican al pie del talud de corte deberían ser reubicadas para evitar futuros problemas.</p>
Bajo Shiringal, San Juan	<p>Zonas susceptibles a erosiones de ladera.</p> <p>Causas: rocas no muy litificadas, deforestación, precipitaciones pluviales intensas, terreno de pendiente moderada.</p> <p>Se presentan erosiones en surcos y en cárcavas, y por ello se pueden generar pequeños flujos.</p> <p>Cuando las lluvias se presentan y encuentran el terreno desprovisto de vegetación se produce un arrastre del suelo.</p>	<p>Afecta los terrenos de cultivo y algunas viviendas.</p>	<p>Es necesario reforestar la zona con especies nativas.</p> <p>Se debe evitar la tala de árboles.</p> <p>El crecimiento de las zonas agrícolas debería ser dirigido por un profesional a fin de minimizar la deforestación.</p>
Distrito de Curimán			
Curimán	<p>Área sujeta a inundaciones fluviales.</p> <p>Causas: terrazas bajas (conformadas por arenas y gravas no consolidadas), dinámica fluvial del río Aguaytía, precipitaciones pluviales intensas, áreas desprovistas de vegetación.</p> <p>El río Aguaytía está migrando hacia la margen derecha (está retomando su antiguo cauce). Parte del poblado de Curimán está asentado sobre el antiguo cauce del río.</p>	<p>Afecta al puerto y las viviendas del poblado de Curimán. Cada vez que se presentan lluvias de tipo ocasional o excepcional, el centro poblado sufre inundaciones.</p>	<p>Las futuras obras de ingeniería y de expansión urbana se deben ubicar en la lomada y no en la terraza.</p> <p>Las viviendas que se encuentran cerca del puerto deberían ser reubicadas porque ocupan el antiguo cauce del río Aguaytía.</p>
Caserío Las Malvinas	<p>Área sujeta a inundaciones fluviales.</p> <p>Causas: terrazas bajas, dinámica fluvial del río Aguaytía, precipitaciones pluviales intensas, áreas desprovistas de vegetación, el río está recuperando su antiguo cauce.</p> <p>Se está produciendo también erosiones fluviales por la margen derecha del río Aguaytía.</p>	<p>Ha afectado las viviendas y los terrenos de cultivo de este caserío.</p>	<p>Estos caseríos se ubican sobre un antiguo cauce del río, por ello es necesario que las viviendas se ubiquen tierra adentro.</p>
Rocas Fuertes	<p>Área sujeta a inundaciones fluviales.</p> <p>Causas: terrazas bajas, dinámica fluvial del río Aguaytía, precipitaciones pluviales intensas, áreas desprovistas de vegetación, el río está recuperando su antiguo cauce. Se está produciendo también erosiones fluviales por la margen izquierda.</p>	<p>Ha afectado las viviendas y terrenos de cultivo de este caserío.</p>	
Cambio 90	<p>Área sujeta a inundaciones fluviales.</p> <p>Causas: terrazas bajas, dinámica fluvial del río Aguaytía, precipitaciones pluviales intensas, áreas desprovistas de vegetación.</p> <p>El río está recuperando su antiguo cauce.</p>	<p>Ha afectado las viviendas y terrenos de este caserío.</p>	

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Provincia Purús			
Distrito Purús			
San Miguel	<p>Área sujeta a erosión fluvial, pueden ocurrir también inundaciones fluviales y derrumbes.</p> <p>Causas: terrazas bajas compuestas por arenas inconsolidadas, terreno de pendiente baja, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial del río Purús, zona de meandros.</p> <p>Los derrumbes se presentan con coronas menores de 50 m.</p> <p>En parte del lecho del río se observa un afloramiento rocoso (areniscas poco consolidadas) que son como barreras para detener la erosión en el fondo del río.</p>	En tiempos de crecida excepcional es posible que, además de la erosión fluvial, se presenten inundaciones y afecten a las viviendas de este centro poblado.	<p>Este caserío se encuentra ubicado dentro del antiguo cauce del río Purús.</p> <p>Es necesario que las futuras viviendas se ubiquen en zonas altas y no en el borde de la terraza del río.</p>
Santa Margarita	<p>Zona sujeta a deslizamiento, pueden generarse también derrumbes.</p> <p>Causas: lomada compuesta por arenas y limos poco consolidados, precipitaciones pluviales intensas, erosión fluvial del río Purús, terreno de pendiente moderada, deforestación intensa. La escarpa es de forma irregular, mide 200 m, el desnivel entre la escarpa y el pie mide 30 a 40 m y el salto principal mide 5 m, se estima que el movimiento ha sido moderado. Es de tipo retrogresivo.</p>	Posiblemente llegue a afectar las viviendas ubicadas en el borde de la terraza.	Si el deslizamiento continúa, este centro poblado tendrá que ser reubicado tierra adentro.
Santa Clara	<p>Áreas sujetas a erosiones fluviales e inundaciones, también se producen derrumbes.</p> <p>Causas: terrazas de material inconsolidado (arenas con limos), pendiente baja del terreno, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial del río Purús, zona de meandros.</p> <p>En los derrumbes el tipo de ruptura es mixto, presentan longitudes de 30 a 50 m y la altura de las terrazas varía entre 8 y 10 m.</p> <p>En tiempo de lluvias, el río Purús incrementa su poder erosivo. Si ocurren lluvias de tipo excepcional, se presentan inundaciones, es decir, las aguas del río llegan a sobrepasar el nivel de la terraza.</p>	Puede afectar las viviendas ubicadas en la margen izquierda del río Purús.	<p>Estas viviendas deberían ser reubicadas tierra adentro.</p> <p>Se debe reforestar la zona con plantas autóctonas.</p>
Rompimiento	<p>Área sujeta a erosiones fluviales y derrumbes.</p> <p>Causas: terrazas conformadas por arenas finas y limos inconsolidados, terreno con pendiente baja, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial del río Purús.</p> <p>En el año 2005 este río sufrió un estrangulamiento de meandro, trayendo como consecuencia una variación del cauce.</p>	El límite internacional entre Perú y Brasil es el cauce del río Purús. Como consecuencia de la variación del cauce del río. Hay problemas limítrofes.	En zonas de ríos meandriformes es difícil establecer los límites de los terrenos, porque con el tiempo estos ríos cambian de dirección.

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Bola de Oro	<p>Áreas susceptibles a derrumbes.</p> <p>Causas: terrazas inconsolidadas (arenas finas y limos inconsolidados), dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas, deforestación, terreno de pendiente baja.</p> <p>Este río es meándrico, en tiempos de crecida aumenta su capacidad erosiva, generando derrumbes en los bordes de las terrazas.</p> <p>En los derrumbes el tipo de ruptura es mixto, tiene forma regular y continua, su longitud es 200 m y la altura varía entre orden 5 y 10 m.</p> <p>Se presentan también deslizamientos con coronas menores de 20 m.</p>	<p>Si continúa la erosión en esta zona, podría afectar al centro poblado.</p> <p>Actualmente los terrenos de cultivos están siendo afectados.</p>	<p>Es necesario reforestar la zona.</p> <p>Las viviendas ubicadas en el borde de la terraza deberán ser reubicadas tierra adentro.</p>
Tres Hermanos	<p>Áreas propensas a la generación de deslizamientos.</p> <p>Causas: areniscas no muy litificadas, erosión del río Purús, precipitaciones pluviales intensas, deforestación.</p> <p>El deslizamiento tiene una escarpa con una longitud aproximada de 200 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del talud es de 50 m, el salto principal varía entre 3 y 5 m, los saltos secundarios entre 2 y 3 m, la velocidad de desplazamiento se estima como moderada. Es de tipo retrogresivo.</p> <p>En los tiempos de crecida del río Purús se incrementa la actividad erosiva y el deslizamiento se reactiva.</p>	<p>Es posible que llegue a afectar a las viviendas que se encuentran en el borde del talud.</p>	<p>Se debe reforestar la zona.</p> <p>Las viviendas ubicadas al borde de la terraza tendrán que reubicarse tierra adentro.</p>
Puerto La Esperanza	<p>Área sujeta a inundación fluvial.</p> <p>Causas: terrazas bajas, dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas, deforestación.</p> <p>Se producen también erosiones fluviales.</p> <p>En tiempos de lluvias excepcionales, el nivel de agua llega a subir y cubre parte de la terraza (5 m de altura).</p>	<p>Las aguas llegan a cubrir al puerto, las viviendas y parte de la alameda.</p>	<p>Las viviendas que se encuentran dentro del cauce antiguo del río Purús deben ser reubicadas (sector del puerto).</p>
San Bernardo	<p>Área propensa a deslizamientos</p> <p>Causas: rocas inconsolidadas, dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas, deforestación, terrenos de pendiente baja.</p> <p>Este deslizamiento tiene una corona de forma irregular y planar, la longitud de la escarpa es de 200 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del talud es de 30 m, el salto principal mide 5 m y los secundarios varían entre 2 y 5 m. Tiene un avance retrogresivo.</p>	<p>Si el avance del deslizamiento continúa, puede afectar a las viviendas ubicadas cerca del borde de la terraza.</p> <p>Ya ha afectado los terrenos de cultivo (árboles frutales).</p>	<p>Es necesario reforestar la zona.</p> <p>Las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza podrían ser afectadas, por lo que sería recomendable que sean reubicadas tierra adentro.</p>
Capironal	<p>Área sujeta a inundación, también se producen erosiones fluviales.</p> <p>Causas: terraza con altura variable entre 2 y 3 m, dinámica fluvial del río Purús, zona de meandro, precipitaciones pluviales intensas y deforestación. Es una terraza baja inundable, la pendiente del río es menor a 1°.</p> <p>En este sector el río está migrando hacia la margen izquierda, originando erosiones en la terraza.</p>	<p>En tiempos de crecidas excepcionales afectaría las viviendas ubicadas en el sector de la terraza.</p>	<p>Estas viviendas deberían ser reubicadas tierra adentro, pues no deberían estar ubicadas en el borde de la terraza.</p> <p>Se debe reforestar la zona.</p>

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Saloon de Shambuyacu	<p>Área sujeta a derrumbes.</p> <p>Causas: terraza conformada por depósitos inconsolidados, dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas y deforestación acentuada.</p> <p>La corona del derrumbe es de tipo ruptura mixta, con una longitud de 150 m y presenta alturas entre 3 y 5 m.</p> <p>Infrayaciendo a la terraza se encuentra un estrato rocoso más resistente, que en cierta forma impide que la erosión del río sea mas violenta.</p>	Podría afectar a las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza.	<p>Es necesario reforestar la zona.</p> <p>Las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza deben ser reubicadas tierra adentro.</p>
Puerto Esperanza	<p>Zona sujeta a deslizamientos, también se presentan derrumbes.</p> <p>Causas: rocas (arenas y limos) no litificadas, erosión fluvial (socavamiento del talud), precipitaciones pluviales intensas y deforestación acentuada.</p> <p>Cuando se presentan lluvias el terreno comienza a saturarse y por lo tanto los suelos pierden cohesión y llegan a deslizarse.</p> <p>El deslizamiento presenta una escarpa cuya longitud es de 200 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es de 30 m, el salto principal mide 10 m, y los secundarios entre 2 y 3 m.</p> <p>Se pueden presentar también derrumbes.</p>	<p>Los terrenos de cultivo han sido afectados.</p> <p>Las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza pueden ser afectadas.</p>	<p>Las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza deberían ser reubicadas tierra adentro.</p> <p>Es necesario reforestar la zona.</p>
Libia	<p>Área sujeta a erosión fluvial, también se generan derrumbes.</p> <p>Causas: rocas poco litificadas, dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas.</p> <p>La zona que está siendo erosionada mide aproximadamente 200 m.</p> <p>Se están produciendo derrumbes debido a la erosión fluvial.</p>	<p>Podría afectar a las viviendas que están ubicadas en el borde de la terraza.</p> <p>Ha afectado a los terrenos de cultivo.</p>	<p>Las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza deberían ser reubicadas tierra adentro.</p> <p>Es necesario reforestar la zona.</p>
Miguel Grau	<p>Área sujeta a deslizamientos, se generan también derrumbes.</p> <p>Causas: rocas no consolidadas (compuesta por arenas y limos), precipitaciones pluviales intensas y erosión fluvial.</p> <p>Cuando crece el río, aumenta su capacidad erosiva, originando erosiones al pie del talud.</p> <p>La longitud de la escarpa es de 200 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del talud es de 30 m, el salto principal mide 10 m y los secundarios varían entre 3 y 5 m.</p>	<p>Podría afectar a las viviendas que se encuentran en el borde de la terraza.</p> <p>Han sido afectados los terrenos de cultivo.</p>	
Zapote	<p>Área susceptible a erosión fluvial y derrumbes.</p> <p>Causas: rocas no muy litificadas, dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas, deforestación.</p> <p>La zona erosionada tiene una longitud de 250 m.</p> <p>Las erosiones fluviales originan derrumbes con longitudes menores a 30 m, y alturas variables entre 5 y 10 m.</p>	Puede afectar algunas viviendas ubicadas en el borde de la terraza.	

Sector	Comentario Geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
Bufeo/ Quebrada Bueo	<p>Áreas susceptibles a inundación fluviales.</p> <p>Causas: terrazas bajas, precipitaciones pluviales intensas, deforestación, dinámica del río Purús.</p> <p>En tiempos de crecida, esta zona es inundable. El río ha cambiado de curso y ha migrado hacia la margen derecha.</p>	Afectó las viviendas del sector de Bueo y los terrenos de cultivo.	<p>Se debe reforestar la zona.</p> <p>Las viviendas que se ubicaron en el cauce de la quebrada se han reubicado en una parte alta (lomada).</p>
Cantagallo	<p>Zona sujeta a deslizamientos y erosiones fluviales.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, deforestación intensa, rocas no litificadas, río de tipo meandriforme y dinámica fluvial.</p> <p>En tiempo de lluvias el terreno se satura de agua por la ausencia de vegetación y la erosión del río socava la base de la lomada, haciendo que el terreno pierda estabilidad y se genere el deslizamiento.</p> <p>La longitud de la escarpa es de 150 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es de 50 m. Tiene forma planar. Este deslizamiento tiene un avance retrogresivo.</p>	Ha afectado los terrenos de cultivo. Las viviendas que se encuentran en el borde de la escarpa podrían ser afectadas.	<p>Es necesario reforestar la ladera.</p> <p>Las viviendas ubicadas cerca de la escarpa deberían ser reubicadas tierra adentro.</p>
Piquilique	<p>Zona sujeta a derrumbes, se presentan también erosiones fluviales.</p> <p>Causas: rocas no muy litificadas, deforestación intensa, dinámica fluvial del río Purús, precipitaciones pluviales intensas.</p> <p>Al aumentar el poder erosivo del río se socavaría la base, lo que determina que la masa sobreyacente se desplome y se genere el derrumbe.</p> <p>Este derrumbe se caracteriza por presentar una longitud de 300 m y altura entre 10 y 15 m.</p> <p>Infrayaciendo se encuentra una masa rocosa resistente (areniscas), la cual funciona como defensa ribereña frente a la erosión fluvial.</p>	Ha afectado los terrenos de cultivo. Podría afectar las viviendas ubicadas cerca del borde del acantilado.	
Comunidad Nativa Belén		Afecta al área rural, donde se ubican unas 15 viviendas. Esta comunidad está ubicada en la margen izquierda.	<p>Este centro poblado debería ser reubicado tierra adentro.</p> <p>Aunque el río tiende a migrar hacia la margen derecha, cada cierto tiempo vuelve a retomar su cauce.</p>
Comunidad San Francisco	<p>Zona susceptible a la erosión fluvial e inundaciones.</p> <p>Causas: precipitaciones pluviales intensas, terrazas bajas, dinámica fluvial del río Purús, intensa deforestación.</p> <p>En el caso de de crecidas excepcionales el río no solamente erosiona la terraza sino que la llega a cubrir.</p> <p>El río está erosionando el acantilado, y genera así derrumbes con coronas menores a 20 m.</p> <p>Hay un estrechamiento del meandro.</p>	Afecta al área rural donde están ubicadas unas 10 familias.	<p>Se debe reforestar la zona.</p> <p>El centro poblado debería ser reubicado tierra adentro.</p>

PELIGRO SÍSMICO EN LA REGIÓN UCAYALI

Generalidades

Debido a su ubicación geográfica en la zona central y occidental de Sudamérica, nuestro país presenta un territorio muy accidentado debido principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana. Este proceso da origen a un gran número de sismos de diferentes magnitudes, con focos que tienen diversos niveles de profundidad y que han producido en superficie distintos grados de destrucción; además, es la principal fuente sismogénica pues en ella se han producido los sismos de mayor tamaño en el Perú. Una segunda fuente la constituye la zona continental cuya deformación produce la formación de fallas de diversas longitudes, con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores a los que se producen en la primera fuente (Cahill e Isacks 1992, Tavera y Buforn 2001).

En estas condiciones, los sismos constituyen el mayor peligro al cual se encuentra sometido nuestro territorio, los daños que provocan en las ciudades dependerán de su tamaño y de la capacidad de respuesta de las estructuras a la aceleración a la cual son sometidas. La correcta equivalencia entre estos dos factores permitirá reducir los daños causados por este tipo de peligro. Para el monitoreo de la actividad sísmica del territorio nacional, el Instituto Geofísico del Perú opera una red sísmica nacional compuesta por 31 estaciones, de las cuales 20 son de periodo corto y 11 de banda ancha.

En esta sección se presentan los resultados de la revisión y análisis de la sismicidad histórica e instrumental presente en la región de Ucayali. La gran cantidad de sismos que han ocurrido en esta región nos ha permitido realizar estimaciones de las aceleraciones máximas esperadas para un periodo de 50 años, así como conocer las posibles intensidades que podrían afectar a las distintas localidades de la región Ucayali. De esta manera se espera contribuir a la zonificación del peligro sísmico.

Sismicidad histórica en la región Ucayali

La historia sobre los acontecimientos sísmicos ocurridos en el Perú ha sido descrita con detalle por Silgado (1978). Los sismos históricos de la región han producido diversos niveles de daño en sus ciudades y localidades. La descripción de los sismos más importantes de la zona se presentan en el Cuadro N° 7.7 (Silgado 1978), donde se observa que las máximas intensidades en la escala Mercalli Modificada evaluadas en la región oscilaron entre VII y X, siendo el sismo del 1 de noviembre de 1947, ocurrido en Satipo, uno de los más catastróficos así como el de Chachapoyas del 25 de septiembre del 2005.

Silgado (1978) elaboró los mapas de intensidades de la mayoría de los sismos descritos en el Cuadro N° 7.7, siendo uno de ellos el del sismo ocurrido el 1 de noviembre de 1947, originado en la

deformación cortical en la zona subandina, con coordenadas epicentrales en 10.5° Sur y 75° Oeste, y llegó a ocasionar daños severos a lo largo de toda la región oriental. Las isosistas alcanzaron valores cercanos a VIII en Satipo y alrededores, mientras que en Pucallpa las intensidades alcanzaron valores del orden de V MM (Aguaytía, San Alejandro, Campo Verde, Atalaya, Sepahua), tal como se muestra en la Figura N° 7.5.

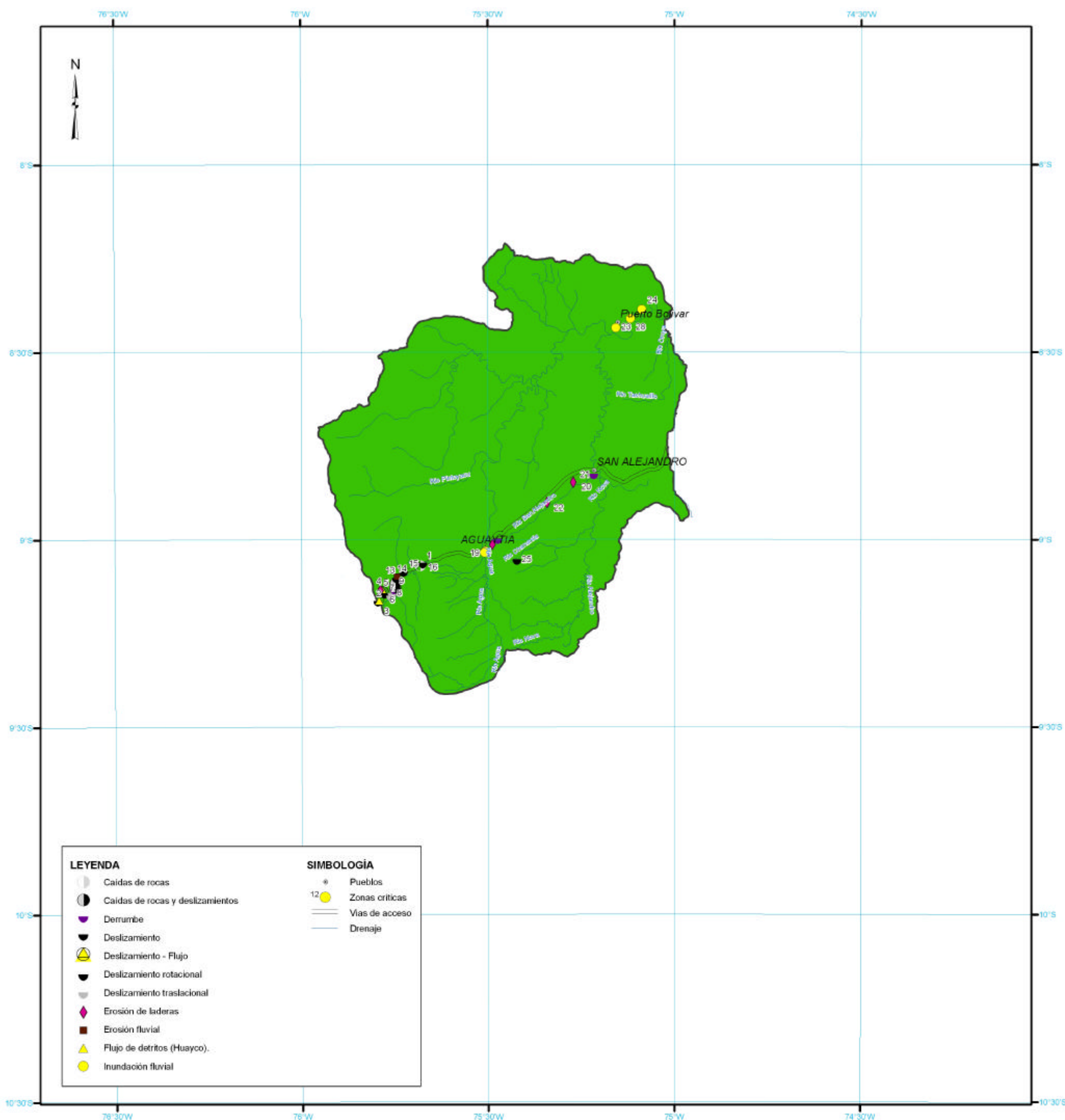
Distribución de intensidades sísmicas máximas

La región Ucayali ha sido afectada por un gran número de sismos que produjeron intensidades de VI a X en la escala de Mercalli Modificada (MM), siendo los más importantes los que ocurrieron en 1839, 1907, 1947, 1962, 1966, 1971 y 1994; además de otros que afectaron a las ciudades selváticas de Moyobamba, Yurimaguas, Lamas y Pucallpa, como el sismo ocurrido el 25 de septiembre del 2005.

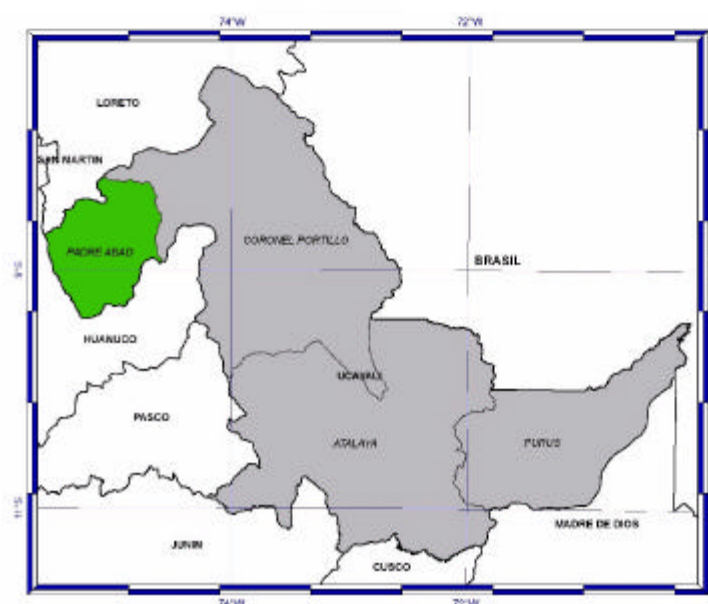
En la Figura N° 7.6 se presenta el Mapa de Distribución de Intensidades Sísmicas Máximas elaborado para el Perú por Alva y Meneses (1984) como parte del proyecto SISRA a cargo del Centro Regional de Sismología para América del Perú y el Caribe (CERESIS). Dentro del área de la región de Ucayali se observa una zona específica en donde las intensidades máximas son cercanas a VIII (MM); ella se encuentra cerca de los poblados de Atalaya (Ucayali), Perené y Satipo (Junín). El resto del área está conformado por dos zonas: la primera (68%) se caracteriza por presentar intensidades del orden de V (MM) y en ella se ubican la capital de la región Pucallpa, Aguaytía, San Francisco, Puerto Italia, Masisea, Yapara, La Copa, Mishagua y la colonia penal de El Sepa; la segunda (25% del área total de la región) se caracteriza por presentar intensidades cercanas a IV (MM) y en ella se ubican los poblados de Puerto Portillo, Alerta, Cocama, San Pedro, Balta, Curanja, Esperanza, Puerto Catay y Santa Rosa, colinda al Este con Brasil y al Sur con Madre de Dios.

Sismotectónica de la región

La tectónica del Perú es compleja. La mejor manera de explicarla es desde el punto de vista de la tectónica de placas, que se caracteriza por la colisión y subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana; este proceso dio origen a la aparición de la fosa peruana-chilena, la Cordillera de los Andes, los principales sistemas de fallas activas y la ocurrencia continua de un gran número de sismos de diversas magnitudes. Estas características geomorfológicas, geológicas y geofísicas hacen que el Perú se considere como uno de los países de mayor riesgo sísmico en América Latina. Dentro de este contexto, los últimos sismos que han producido importantes cambios geomorfológicos, geológicos y geofísicos en áreas cercanas a sus epicentros son los ocurridos en Nazca en 1996 (7.7 Mw), Arequipa en el 2001 (8.2 Mw), y el de Lamas y Moyobamba el 25 de septiembre del 2005 (7.5 Mw).



MAPA DE UBICACIÓN



LISTADO DE ZONAS CRÍTICAS

Nro.	Sector	Tipo de peligro
1	Boquerón	Caidas de rocas
2	Km. 48 carretera Divisoria - Agueyña	Deslizamiento rotacional
3	Centro Poblado La Divisoria	Flujo de detritos (Huayco).
4	Tres de Diciembre	Deslizamiento - Flujo
5	Cerro La Divisoria	Erosión de laderas
6	Casero Tres de Octubre	Deslizamiento rotacional
7	Santa Rosa (Km. 56+650)	Deslizamiento traslacional
8	Alto Oriental	Deslizamiento traslacional
9	Puerto Dague	Derrumbe
10	Margen derecha del río Boquerón, cerca del Puente Dague	Deslizamiento rotacional
11	Casero Nuevo Mundo	Caidas de rocas y deslizamientos
12	Casero Nuevo Mundo	Caidas de rocas y deslizamientos
13	La Chancadora	Deslizamiento
14	Casero La Chancadora	Erosión fluvial
15	Centro poblado Juan Valasco Alvarado	Deslizamiento rotacional
16	Centro poblado El Soquete	Deslizamiento rotacional
17	Agueyña	Inundación fluvial
18	Puerto Agueyña	Erosión fluvial
19	Quebrada de la Vega - Agueyña	Inundación fluvial
20	San Alejandro	Derrumbe
21	Bajo Olirigal	Erosión de laderas
22	San Juan	Erosión de laderas
23	Curimana	Inundación fluvial
24	Casero Rocas Fuertes	Inundación fluvial
25	San Miguel	Deslizamiento rotacional
26	Huacanaña	Derrumbe
27	Huacanaña	Erosión de laderas
28	Cambio 90	Inundación fluvial

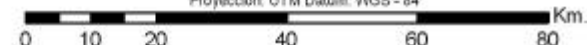
Sector Energía y Minas
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
INGEMMET

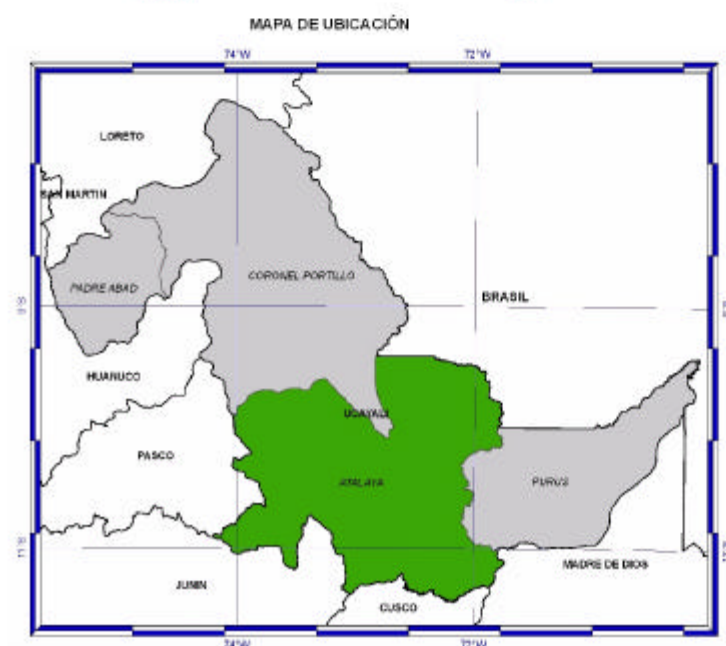
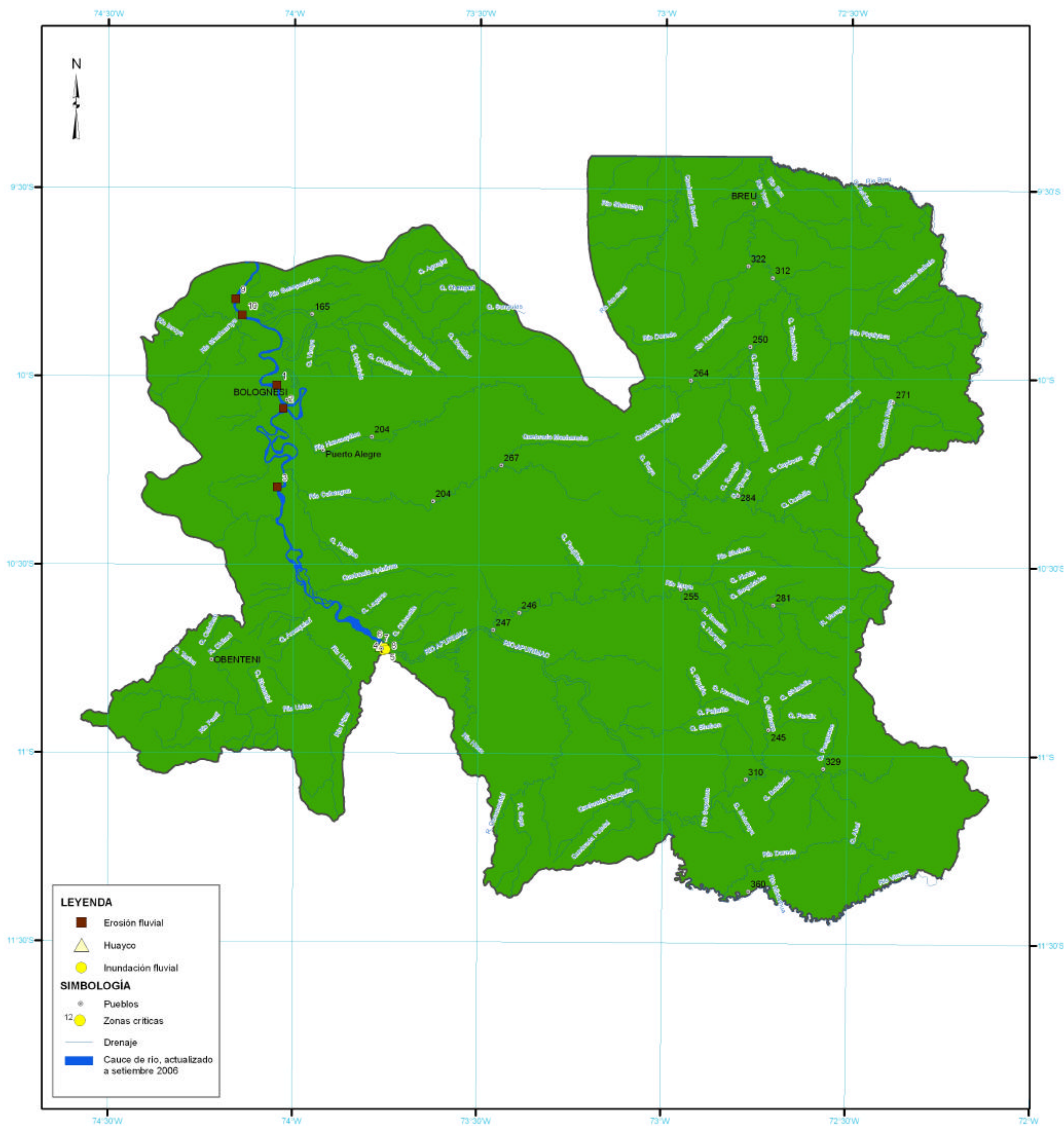
MAPA DE ZONAS CRÍTICAS DE LA PROVINCIA PADRE ABAD

Por: Segundo Núñez & Lucio Medina

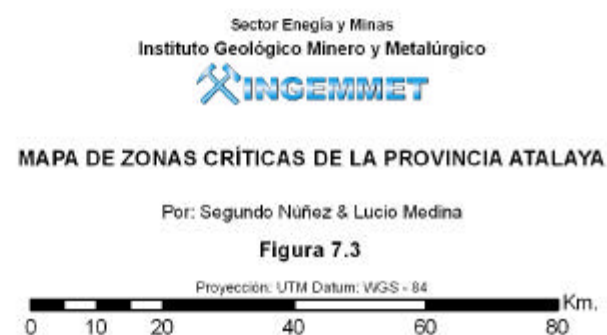
Figura 7.1

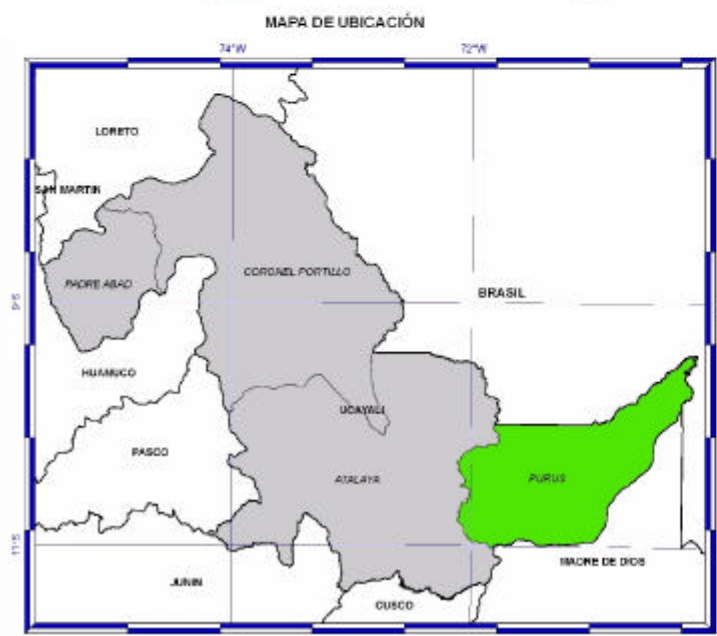
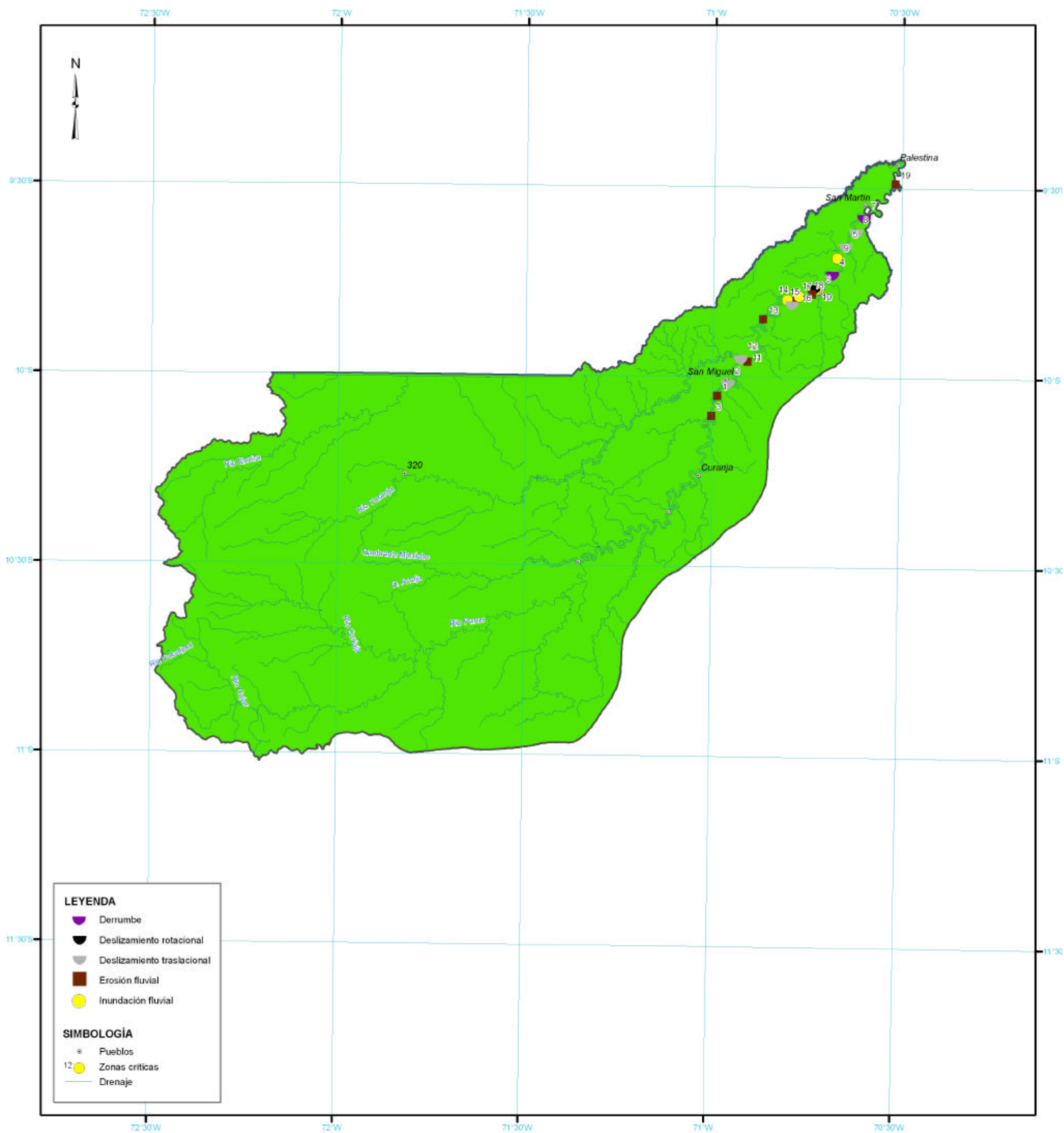
Proyección: UTM Datum: WGS - 84





Nro.	Sector	Tipo de peligro
1	Comunidad Nativa Pedregal	Erosión fluvial
2	Bolognesi	Erosión fluvial
3	Puntico	Erosión fluvial
4	Puente Iquitos y Puente Amazonas	Inundación fluvial
5	Cuebrada Campo Plata	Erosión fluvial
6	Cuebrada Marangulali	Huayco
7	Barrio Mangual	Inundación fluvial
8	Puerto de Atalaya	Inundación fluvial
9	Nuevo de Octubre	Erosión fluvial
10	Nazareth de Shahuaya	Erosión fluvial





Nro.	Sector	Tipo de peligro
1	San Miguel	Erosión fluvial
2	Santa Margarita	Deslizamiento traslacional
3	Santa Clara	Erosión fluvial
4	Bola de Oro	Derrumbe
5	Tres Hermanos	Deslizamiento traslacional
6	Puerto La Esperanza	Inundación fluvial
7	Saloon de Shambuyacu	Derrumbe
8	San Bernardo	Deslizamiento traslacional
9	Capironal	Inundación fluvial
10	Puerto Esperanza	Deslizamiento traslacional
11	Libia	Erosión fluvial
12	Miguel Grau	Deslizamiento traslacional
13	Zapote	Erosión fluvial
14	Bufeo/Quebrada Bufeo	Inundación fluvial
15	Cantagallo	Deslizamiento traslacional
16	Pigallqui	Erosión fluvial
17	Comunidad Nativa Belén	Inundación fluvial
18	Comunidad San Francisco	Erosión fluvial
19	Rocapiminto	Erosión fluvial

Sector Energía y Minas
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico



MAPA DE ZONAS CRÍTICAS DE LA PROVINCIA PURÚS

Por: Segundo Núñez & Lucio Medina

Figura 7.4

Proyección: UTM Datum: WGS - 84

0 10 20 40 60 80 Km.

Cuadro N° 7.7
Descripción de los datos macrosísmicos ocurridos y que han afectado a la región Ucayali





Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
04/07/1839	19:30	Chanchamayo	VII	Terremoto en Chanchamayo, Tschudi relata que estaba en una choza de esa región, leyendo apoyado sobre un enorme tronco de árbol talado, cuando repentinamente éste se levantó, con una fuerte sacudida, como pie y medio y fue lanzado de espaldas por encima de él. Narra también que este movimiento sacó de su lecho al cercano río Aynamayo, cambiando su curso.
28/09/1906	10:25	Trujillo-Tarma	VII	Notable conmoción sísmica en un área de 310 000 km ² , desde Guayaquil hasta Tarma y entre Trujillo y Moyabamba. En Chachapoyas la intensidad fue de VII (MM), y en Huancabamba, Piura, Ayabaca, Morropón, Sullana, Tumbes y Santa fue de V (MM).
16/11/1907	05:10	Costa entre Lambayeque y Casma	VI	Temblores sentidos en la costa (entre Lambayeque y Casma), en la región central (en Tarma, Cerro de Pasco, Huánuco), y en la selva (entre Masisea y Puerto Bermúdez).
24/12/1937	01:23	Vertiente oriental Cordillera Oriental	X	Terremoto en las vertientes orientales de la Cordillera Central. Afectó los pueblos de Huancabamba, en el valle del mismo nombre, y Oxapampa cerca del río Chuquibamba. El efecto destructor del sismo en las construcciones de adobe o tapial fue muy marcado. En el valle de Chontabamba 34 casas fueron completamente destruidas, en Oxapampa 7, en el Progreso 23, en San David 10 y en Huancabamba 18. Causó la muerte de 15 personas, que fueron retiradas de los escombros de las casas, y más de 20 heridos. Hubo grandes deslizamientos en los cerros boscosos de Chontabamba y Chorobamba en una extensión aproximada de 50 km. En el Fundo Victoria se abrió una grieta de la que emanó abundante cantidad de agua que arrasó árboles corpulentos, aumentando el caudal del río Chorobamba. En los caminos de herradura a Huancabamba se produjeron enormes grietas y también hubo derrumbes de cerros. El movimiento sísmico se sintió con intensidad en San Ramón, La Merced, Pozuzo y Tarma, y en las provincias de La Unión y Llata del departamento de Huánuco, donde hubo alarma. Desde el 24 hasta el 30 de diciembre de ese año se contaron en Huancabamba hasta 600 réplicas.
07/02/1938	06:06 06:57	Valles del Mantaro y Chanchamayo	VII	La ciudad de Tarma y las poblaciones situadas en los valles del Mantaro y Chanchamayo fueron sacudidas por dos violentos sismos que ocurrieron a las 06:06 y 06:57 horas. En Tarma, el segundo movimiento causó el derrumbe de varios cerros, así como alarma en Jauja, Huancayo, La Merced y San Luis de Shuaro. En Oxapampa originó ligeros daños. La intensidad fue Grado VI MM y la distancia epicentral para el segundo temblor fue 89 km.
21/08/1945	11:30	Cerro de Pasco y San Ramón	V	El Observatorio Sismológico de Lima registró un temblor localizado a unos 330 km de distancia. Las tarjetas cuestionario y telegramas recibidos daban cuenta de un movimiento que afectó diversas poblaciones situadas en la sierra central y en las vertientes orientales de los Andes. En Cerro de Pasco y en San Ramón alcanzó una intensidad de Grado V MM. En Llata (Huánuco) la intensidad fue IV. En las ciudades de la costa, entre Lima y Mala, se sintió ligeramente, y se estimó un área aproximada de percepción de unos 210 000 km ² .

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
01/11/1947	09:59	Zona central del Perú	X	<p>Terremoto en la zona central del Perú. Afectó una vasta región boscosa, situada en la vertiente oriental de la Cordillera, comprendida entre el paralelo 11° a 11° 25' y entre los meridianos 74° 50' y 75° 15'. La cifra exacta de muertos no se llegó a conocer, pero sólo en los centros poblados de Satipo, Andamarca, Acobamba, La Merced, Víctor, Comas, Perené y otros, se registraron 200. Por sus efectos destructores, se estimó una intensidad que osciló entre los grados VIII a IX MM, en un área de 4 000 km².</p> <p>El movimiento sísmico tuvo un área aproximada de percepción de 1 300 000 km², y abarcó casi todo el territorio peruano y una gran porción del territorio brasileño comprendido entre Tabatinga y las nacientes del río Acre. En Lima a unos 240 km oeste de la zona epicentral el acelerógrafo registró una aceleración promedio de 4 cm/seg², con periodos de 0,3 y 0,25 de segundo.</p> <p>En el puerto de Satipo, las construcciones sufrieron grandes daños: se desplomaron las gruesas paredes de ladrillo reforzado con varillas de fierro de la iglesia en construcción, como también muchos edificios recientes de ese material. En La Merced, las casas de adobe fueron declaradas inhabitables, aunque el hotel de esa localidad, construido con ladrillos y cimientos de concreto reforzado, resultó ileso. La destrucción se extendió hasta los pueblos de Andamarca, Acobamba y Comas. Más al Oeste, las poblaciones de Jauja y Cerro de Pasco sufrieron numerosos desperfectos en sus construcciones de adobe.</p> <p>En los vuelos de reconocimiento entre San Ramón y Satipo, se observó infinidad de derrumbes y desprendimientos de la parte alta de las zonas boscosas hacia el fondo de las quebradas, las cuales causaron represamientos. Puerto Ocopa quedó inundado a consecuencia de la rotura brusca de una de esas presas. La carretera de penetración hacia Satipo fue destruida en varios de sus tramos.</p> <p>En la región de Ucayali se sintió con una intensidad de V en la escala Modificada de Mercalli.</p>
22/05/1955	18:46	Satipo	VII	Fuerte temblor en la región de Satipo. Cayeron varias paredes en el pueblo de Andamarca. Los datos de distancia de los Observatorios de Lima y Huancayo, ajustados a la curva de un foco de profundidad ligeramente superior a lo normal, indicaron un epicentro situado en el río Ipoquí, cerca del pueblo de Satipo, en las vertientes orientales de los Andes.
29/10/1956	10:42	Huánuco-Tingo María	VI	Sismo ligeramente destructor en Huánuco y Tingo María (Grado V-VII MM). En la segunda de las ciudades fueron dos movimientos que se percibieron en forma de violentas explosiones, a juzgar por las impresiones de un observador. También se sintió con fuerza en los pueblos aledaños al río Marañón en el departamento de Ancash, y en el puerto de Chimbote; pero levemente en Lima. El área de percepción fue de alrededor de 122 000 km ² .
03/03/1962	19:41	Junín	VII	Fuerte sismo en el anexo de Yungay, distrito de Ulcumayo, provincia de Junín, situado en una zona boscosa de las vertientes orientales de los Andes. Generó destrucción y el agrietamiento de las construcciones de adobe y piedra, así como el deslizamiento de las partes altas. Intensidad de VI a VII en escala MM.
17/10/1966	21:41	Lima	IX	En Lima, fue uno de los más destructores después del sismo de 1940. Cien personas muertas. Ocasiónó gran destrucción a lo largo de la franja litoral entre Lima y Supe. También afectó Tingo María y Cerro de Pasco, y se sintió en la región Ucayali.
23/07/1969	22:00	Andes Orientales	VI	Un sismo de magnitud 5.6 y de profundidad de 1 km causó ligeros daños en las construcciones rurales de los caseríos y pueblos de Chilifruta, Lampa, Pomamanta y Parihuanca en los Andes Orientales, ubicados a una distancia promedio de 50 km al noreste de Huancayo. Después del movimiento de tierra, se observó en las faldas del nevado Huaytapallana (5 500 msnm) un desplazamiento vertical del terreno. Según Deza (1971). El bloque noreste se levantó unos 40 cm respecto del bloque suroeste.

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
10/06/1971	01:47	Región central del país	VI	Intenso movimiento que sacudió la parte central del país, alcanzando en Pasco tal intensidad que deterioró varias casas rurales antiguas. En Huánuco, Junín, Chíncha e Ica fue fuerte; en Lima se estimó una intensidad III a IV en escala MM. También se sintió en los departamentos de Ancash, La Libertad, Amazonas, San Martín, Loreto (Yurimaguas, Orellana, Contamina) y Ucayali (Pucallpa). En Pucallpa el movimiento fue precedido de un ruido ensordecedor.
22/03/1972	02:34	Juanjui y Saposoa	IX	Juanjui y Saposoa, edificados a orillas del río Huallaga, fueron remecidas violentamente por un sismo que dejó 22 heridos y alrededor de 500 viviendas inhabilitadas, entre derrumbadas y semidestruidas. La mayor parte de esas casas, como todas las de la región, eran construcciones de adobón con techos de pajas o tejas, y ocasionalmente una que otra construcción de material noble. En el área urbana de Juanjui se produjeron fenómenos de licuefacción de arenas con sumideros alineados, que a juicio de Perales (1972) indicaban la existencia de una gran grieta que facilitó su formación. El asentamiento y los encombamientos malograron el terraplén de la carretera Marginal. El sismo precipitó el derrumbe de taludes de los cerros cerca de Saposoa, y hubo agrietamientos superficiales en terreno fluvio-aluvial; en Juanjui, uno de ellos tenía una longitud de 200 m, abertura de 1 cm y dirección N 25° E. El movimiento se sintió con menor intensidad en Tarapoto, Lamas, Moyobamba, Rioja y otros caseríos del departamento de San Martín y en varias provincias de los departamentos de La Libertad, Lambayeque y Huánuco.
09/08/1974	04:53	Masisea	VI	Fuerte sismo de magnitud 5.6 ms en la escala de Richter, que afectó la región de Pucallpa, Campo Verde.
06/01/1979	01:31	Aguaytía	VI	Sismo cuyo epicentro ocurrió en las coordenadas 08° 54' S, 75° 40' O, con una magnitud de 5,6 grados ms en la escala de Richter.
08/04/1986	18:01	Puerto Inca- San Alejandro	VII	Sismo muy fuerte con una magnitud de 6,4 grados ms en la escala de Richter, cuyo foco epicentral se localizó en 08°06' S y 74°12' O.
16/10/1994	00:05	Zúngaro	VI	Movimiento telúrico de 5,6 grados ms en la escala de Richter.
12/06/1995	03:35	Aguaytía-Tingo María	VI	Sismo de 5,5 grados ms en la escala de Richter.
28/12/2001	22:09	Masisea	VI	Movimiento telúrico con una magnitud de 5,5 grados ms en la escala de Richter.
25/09/2005	08:55	Lamas-Moyobamba	VI	Fuerte sismo que afectó la región oriental del Perú, particularmente las localidades de Yurimaguas, Lamas y Pampa Hermosa. En estas localidades se ha reportado el desplome y daños mayores en un gran número de casas de adobe (aproximadamente 500 viviendas). Esto ocasionó 23 personas heridas en diferente grado. Se reportaron 2 500 damnificados y la muerte de 5 personas a causa de los derrumbes de sus viviendas. En Contamana, Juanjui, Iquitos, Chiclayo, Trujillo, Huánuco y Ucayali se registraron intensidades de IV a V, pero se llegó a determinar una magnitud de 7.0 mb con epicentro a 90 km al NE de la localidad de Moyobamba. El sismo ocurrió a una profundidad de 115 km y en la zona epicentral tuvo intensidades del orden de VI (MM) llegando a sentirse con intensidades de II (MM) a distancias del orden de 600 km, como en el caso de la ciudad de Lima y Guayaquil en Ecuador.
07/02/2005	07:53	Atalaya	II-III	Sismo de magnitud 4.6 mb en la escala de Richter.
02/05/2005	23:40	Pucallpa	II	Sismo de magnitud 4.6 mb en la escala de Richter.



Legenda

-  Líneas Isosistas
-  Grado de Intensidad según la escala Modificada de Mercalli
-  Capital de provincia
-  Capital de distrito

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

Mapa de líneas isosistas del Terremoto de Satipo del 1.º de noviembre de 1947

ESCALA DE INTENSIDAD
MERCALLI MODIFICADA

Referencia: E. Silgado, 1978

Fig. N° 7.5



Figura N° 7.6 Mapa de distribución de máximas intensidades (escala de intensidades Mercalli Modificada).

Los estudios sobre la neotectónica del Perú (Sebrier et al. 1982), así como la elaboración de los mapas neotectónico (Machare et al. 1991) y sismotectónico del país (Tavera et al. 2001), han permitido identificar la presencia de un importante número de fallas activas, muchas de las cuales producen sismos continuamente. Las más importantes de la región Ucayali son:

Falla de la Cordillera Blanca: Limita el borde oeste de la Cordillera Blanca; tiene rumbos azimutales entre N100° y N150°, con buzamientos entre 55° y 75° hacia el suroeste. Sus movimientos varían entre normales a normales ligeramente sinistral. El sistema de fallas tiene una longitud de 190 km y cada una de las fallas que lo conforman no tiene más de 8 km; los saltos verticales son variables, y están comprendidos entre 1 y 50 m.

Falla Huaytapallana: Esta falla se encuentra al pie del nevado Huaytapallana, en dirección nor-nor-este de la ciudad de Huancayo. La falla se originó por dos sismos de magnitud 5.6 mb ocurridos en julio y octubre de 1969, y pusieron en evidencia dos segmentos de escarpa de falla con un azimut promedio de N135° y buzamientos de 60° y 70° en dirección noreste. Ambos segmentos alcanzan una longitud de 20 km aproximadamente. La intensidad máxima del sismo en las cercanías de la falla fue de VIII a IX (MM).

Falla Cayesh: La falla se ubica cerca de la localidad de Cayesh, al noreste de la ciudad de Tarma, con un rumbo azimutal promedio de N160°. La falla es de tipo normal y recorta todos los depósitos cuaternarios presentes en la zona sobre una extensión aproximada de 10 km.

Sistema de Fallas de Madre de Dios entre 12° y 14° sur y el **Sistema de Fallas inversas del Alto Mayo** se encuentran ubicadas entre las latitudes 4° a 8° sur, presentan fallas de diferentes longitudes (300 a 500 km) y en general se orientan paralelas a la cordillera andina con buzamiento suroeste (Bernal et al. 2002).

Distribución espacial de los sismos

Para el análisis de la distribución espacial de los sismos ocurridos en el Perú se ha utilizado la base de datos históricos e instrumental del Instituto Geofísico del Perú, que incluye los sismos ocurridos entre los años 1500 a 2005. Según la Figura N° 7.7, los sismos han sido clasificados en superficiales ($h < 60$ km), intermedios ($61 < h < 350$ km) y profundos ($h > 351$ km). Además se presenta un perfil transversal perpendicular a la costa con un ancho de 200 km y una longitud de 920 km.

En el continente se observa una ligera concentración de sismos superficiales en la región Ucayali (Figura N° 7.7) y un cierto

alineamiento de sismos intermedios de color verde en la zona de Pucallpa (curso del río Ucayali).

La actividad sísmica de la región Ucayali presenta la misma distribución espacial que el resto del territorio peruano; es decir, la mayor actividad sísmica se concentra en el mar, paralelo a la costa. Se observa la subducción de la placa de Nazca, ya que hacia el continente la profundidad focal de los sismos aumenta. También se producen sismos en el continente que son superficiales e intermedios y que estarían relacionados a fallas existentes.

Estudio Sísmico Probabilístico

A fin de conocer las aceleraciones máximas originadas por un sismo que pudiera ocurrir en la región Ucayali, se ha evaluado el peligro sísmico de dicha región utilizando la base de datos del Catálogo Sísmico del IGP, la ley de atenuación de Casaverde y Vargas (1980), y las fuentes sismogénicas definidas por Zamudio y Tavera (2004). Para el cálculo de las aceleraciones máximas se ha utilizado el programa RISK III (McGuire 1999).

Se presentan los mapas de aceleraciones máximas para periodos de 30, 50 y 100 años con un 10% de excedencia y se observa que, en el caso de los 30 años, las aceleraciones mayores se presentan a lo largo del borde occidental de la región Ucayali, en los poblados de San Alejandro, Aguaytía, Tabacoas, Iparia, San Luis, Atalaya y Shepahua, y disminuyen conforme se avanza hacia el Este (Cocama, Esperanza, Puerto Catay y Santa Rosa). Los valores de las aceleraciones máximas para esta región oscilan entre 110 a 370 gals (Figura N° 7.8), para 50 años de vida útil varían de 120 a 400 gals (Figura N° 7.9) y para 100 años varían de 140 a 460 gals (Figura N° 7.10). En los tres mapas se observa que las aceleraciones mayores se presentan a lo largo del borde occidental de la región, y hacia el Este, y que van disminuyendo gradualmente. Estos resultados muestran que las áreas más propensas a soportar aceleraciones importantes se encuentran en el sector oeste de los poblados citados.

Zonificación y aceleraciones máximas

Los diversos estudios de sismicidad existentes en la bibliografía han sido la base para que Alva (1999) elabore el Mapa de Zonificación Sísmica para el Perú (Norma Sismorresistente NTE-030-97), que es actualmente utilizado en el Reglamento de Construcción Sísmica (Figura N° 7.11). Se han determinado tres zonas de ocurrencia de sismos en el Perú: la zona 3 (sismicidad alta), donde la ocurrencia de sismos de intensidad alta es más frecuentes; la zona 2 (sismicidad intermedia), donde la ocurrencia de sismos de intensidad elevada es moderada y la zona 1 donde los sismos de intensidad fuerte no son muy frecuentes.

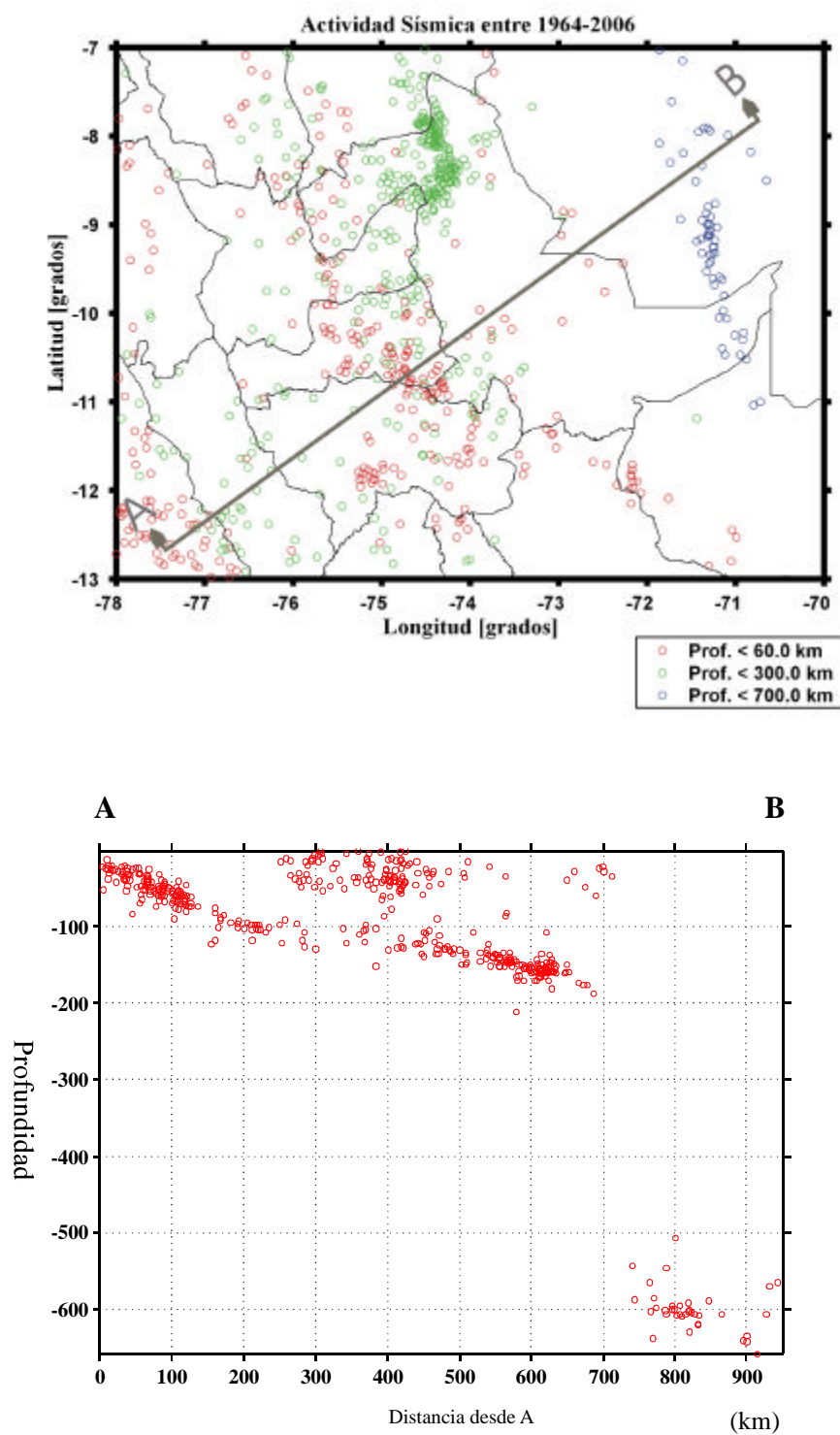


Figura N° 7.7 Mapa de distribución de sismos con influencia en la región Ucayali con magnitud mayor de 4.0 mb y sección sísmica AB.

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2005

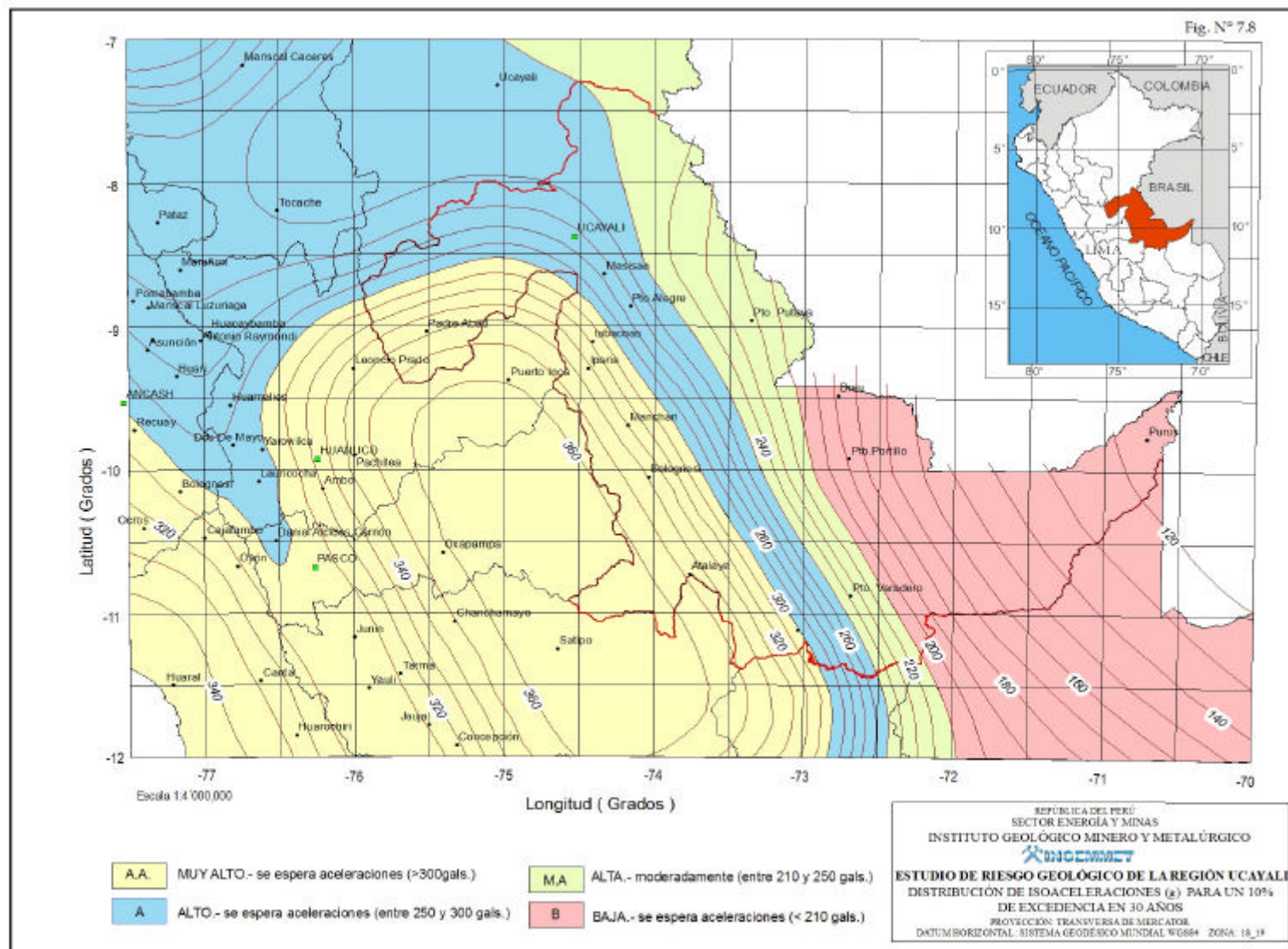


Figura N° 7.8

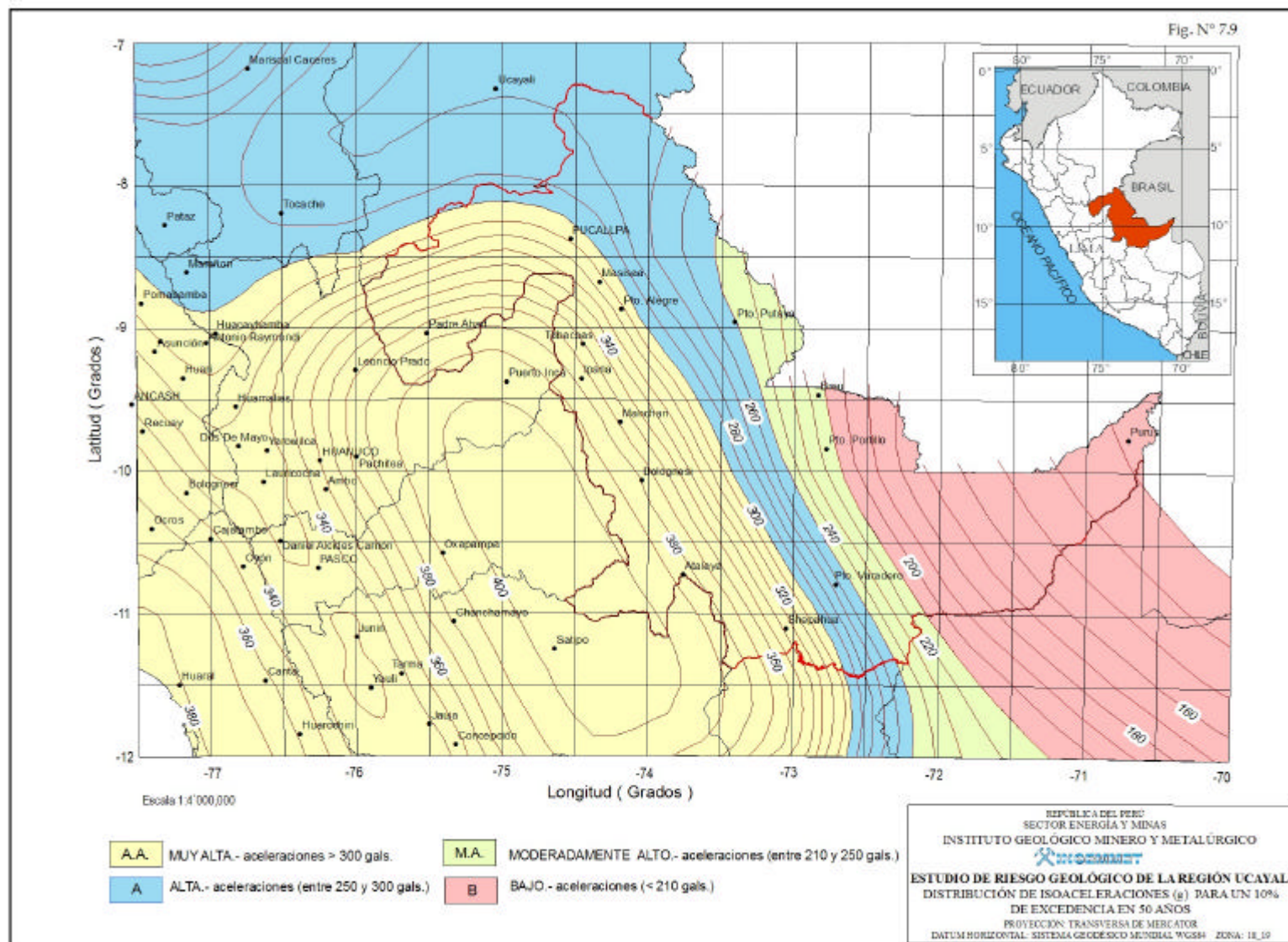


Figura N° 7.9

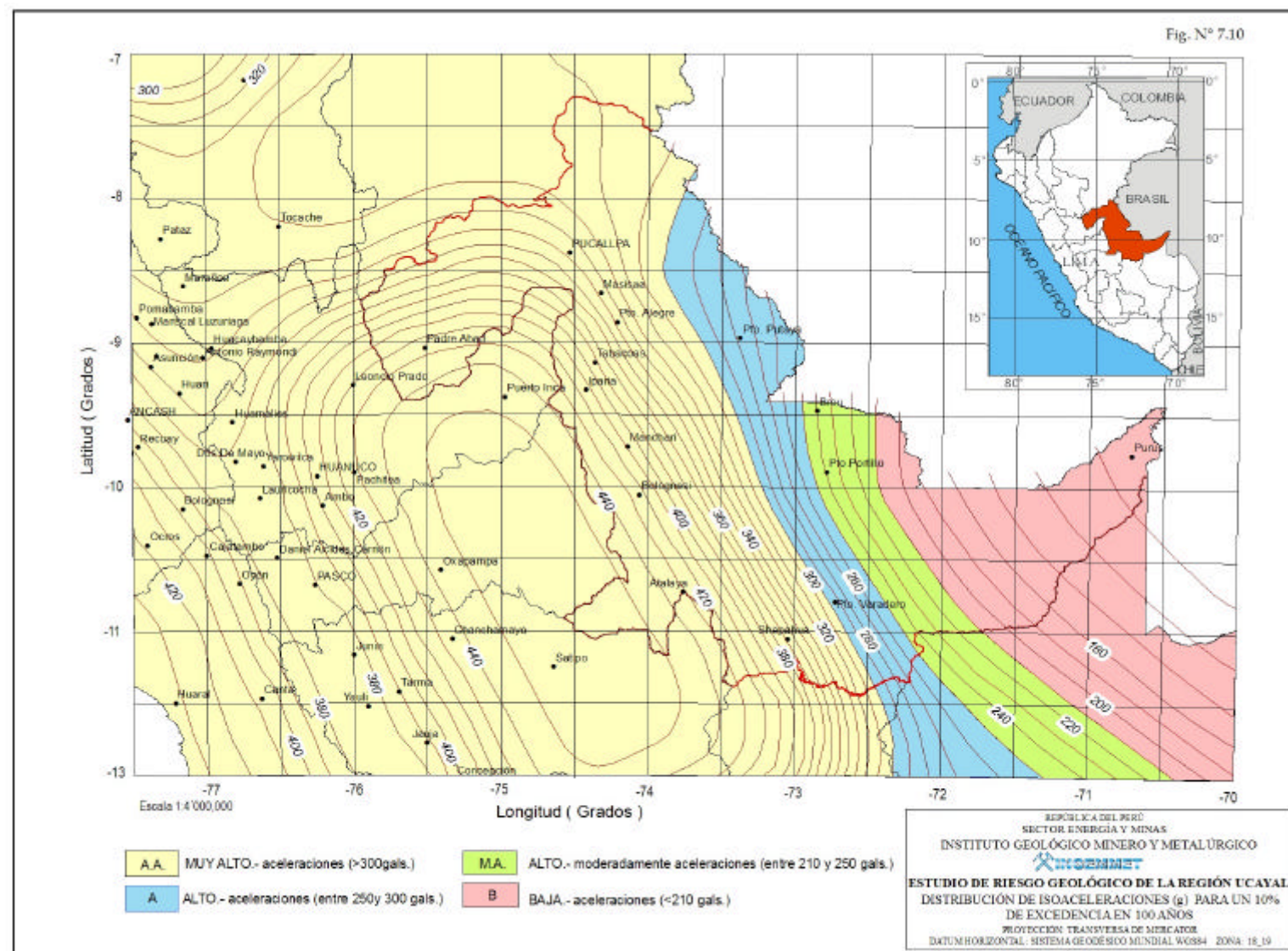


Figura N° 7.10

Según ese mapa, la región Ucayali se encuentra ubicada en la zona 2 y zona 1. La primera con sismicidad alta y aceleraciones con ventanas de tiempo para 30, 50 y 100 años de vida útil, corresponden a 300, 475 y 1000 años de periodo de retorno respectivamente para un 10% de excedencia. Se han determinado aceleraciones que varían de 110 a 460 gals y que según la guía metodológica de evaluación (Cuadro N° 7.8), de riesgo por fenómenos de remoción en masa (INGEOMINAS 2001), le correspondería a categorías desde baja a muy alta.

En la Figura N° 7.12 se presenta la curva de peligro sísmico calculado, que muestra la probabilidad de ocurrencia de aceleraciones máximas y sismos de gran magnitud para el sector del Boquerón del Padre Abad (09° 04' S 75° 41' O). De esta figura se deduce que en ese sector se produciría una aceleración máxima de 560 gals con una probabilidad de 0,002%, siendo el periodo medio de retorno del sismo que produce dicha aceleración de 900 años. Aceleraciones del orden de 315 gals se producirían con un porcentaje de 0.05% con periodos de tiempo de 60 años en promedio.

Cuadro N° 7.8
Clasificación del factor detonante (Sismicidad)

Categoría	Descripción	Valor asignado
Baja	Se espera un AMH* menores a 0.21 g	1
Moderadamente Alta	Se espera un AMH* entre 0.21-0.25 g	2
Alta	Se espera un AMH* entre 0.25-0.29 g	3
Muy Alta	Se espera un AMH* mayores a 0.3 g	4

(*) AMH .- Aceleraciones Máximas esperadas.



Figura N° 7.11

*PELIGRO SISMICO CALCULADO PARA EL BOQUERON DE PADRE ABAD
(09°04'S 75°41'W)*

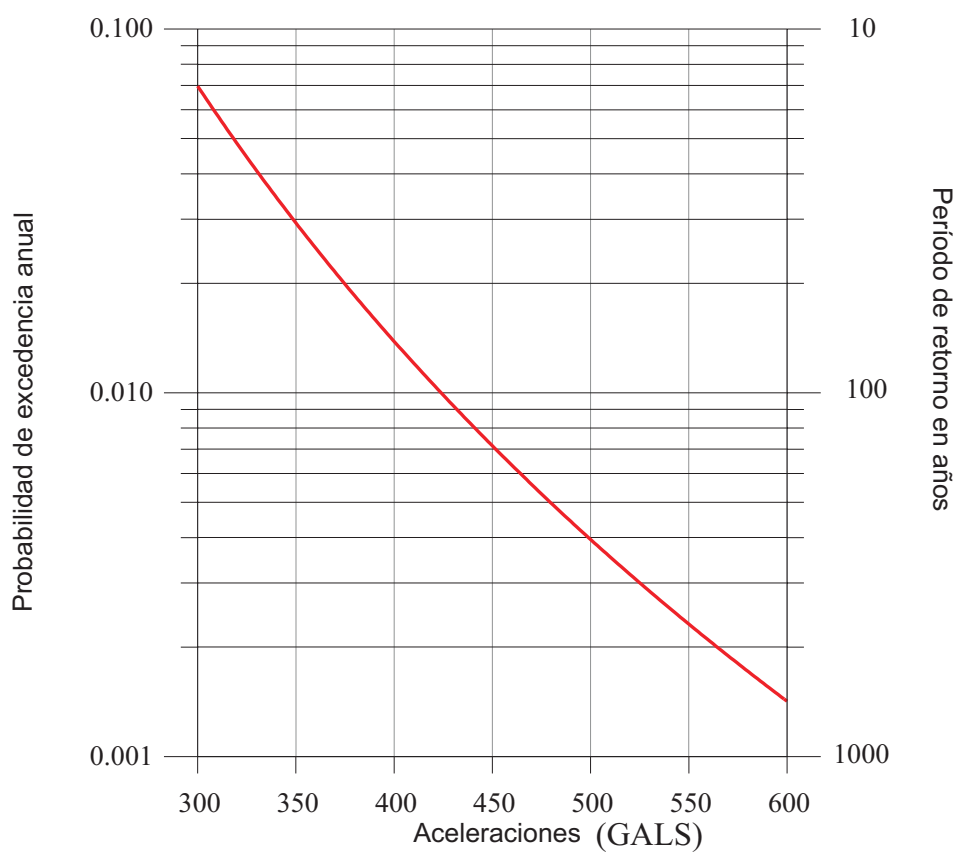


Figura N° 7.12 Curva de peligro anual para el sector Boquerón del Padre Abad

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2005

CAPITULO VIII

SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

GENERALIDADES

La susceptibilidad a los movimientos en masa se define como la posibilidad de que una zona sea afectada por un determinado proceso geológico, expresada en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos pueden ser intrínsecos o externos.

En general, la evaluación de la susceptibilidad se puede efectuar mediante dos grandes grupos de aproximaciones: (1) análisis de la ocurrencia de los movimientos de ladera en amplias regiones utilizando observaciones geológicas y geomorfológicas y modelos basados en el tratamiento estadístico de los parámetros de laderas (métodos no deterministas). Cabría mencionar un tercer tipo de métodos, combinación de los dos anteriores modelos «conceptuales» (Irigary, C y Chacón, J.)

Hay diferentes métodos de realizar mapas de susceptibilidad a los movimientos en masa; más usados son: el análisis de distribución de los movimientos de ladera, análisis de la actividad, densidad de los movimientos, análisis geomorfológico, análisis cualitativo, y el análisis estadístico bivalente, análisis estadístico multivariante y el determinista (Irigary, C y Chacón, J.)

Para nuestro caso se ha tomado el análisis estadístico bivalente. El fundamento de este método lo constituye el análisis lo constituye el análisis cruzado de los mapas factores utilizando el cálculo de la densidad de movimientos. La importancia de cada factor o combinación específica de factores, se pueden analizar individualmente. Si se utilizan valores normalizados (densidad de movimientos de ladera en cada clase de cada factor analizado respecto a la densidad global en toda la zona estudiada), se pueden elaborar mapas de susceptibilidad absolutos mediante la asignación de valores ponderados según la experiencia del investigador, o bien en función de la relación entre el inventario y los factores utilizados. También es posible combinar varios mapas factores en un mapa de unidades homogéneas, que es el que posteriormente se cruza con el mapa de movimientos en masa con el objeto de tener una densidad de movimientos para cada combinación única

de factores de entrada. La metodología se basa en la preparación de mapas temáticos de factores condicionantes y en la superposición de éstos, estableciendo el grado de susceptibilidad en función del peso asignado a cada uno de los factores considerados. Los mapas se realizan con el Sistema de Información Geográfica (SIG). (Irigary, C y Chacón, J.).

Las limitaciones que presentan los mapas de susceptibilidad son las siguientes: predicen las áreas donde pueden ocurrir movimientos en masa, pero no la fecha ni la cantidad de eventos que pueden suceder; solamente indican la posibilidad de ocurrencia sobre la base del análisis de los factores condicionantes; requieren de un conocimiento del área a evaluar; y sus límites deberán interpretarse como una referencia y no como valores absolutos.

Para el análisis de la susceptibilidad a los movimientos en masa en la región Ucayali se consideran los factores geomorfológico, litológico e hidrogeológico. No fue posible contar con el mapa de pendientes por no tener una buena cobertura topográfica de la zona.

FACTOR GEOMORFOLÓGICO

El objetivo es una cartografía analítica de utilidad general, con un contenido muy completo, para proporcionar información organizada, básica y práctica a la vez. Con esa finalidad se desdobra la información cartográfica en dos mapas independientes: geomorfológico y de procesos activos (Salazar y Martín-Serrano 2006).

Aunque este factor está muy relacionado con las pendientes del terreno, no se ha podido tomar debido a la falta de cobertura topográfica de toda la región.

Para determinar la susceptibilidad a los movimientos en masa en función de la geomorfología, de acuerdo a lo observado en campo, cada unidad identificada ha recibido una calificación que se muestra en el Cuadro N° 8.1.

Cuadro N° 8.1
Geomorfología y susceptibilidad a movimientos en masa

Unidad Geomorfológica		Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Movimientos en masa			
Montañas	Montañas con laderas de fuerte pendiente	Alta	3
	Montañas con laderas de moderada pendiente	Muy Alta	4
	Montañas de pendiente baja	Media	2
	Montañas con laderas estructurales	Alta	3
Colinas y lomadas	Colinas con laderas estructurales	Media	2
	Colinas disectadas	Media	2
	Lomadas disectadas	Media	2
Piedemontes	Abanico proluvial/aluvial	Alta	3
	Vertiente de detritos	Muy Alta	4
	Depósitos de deslizamiento	Muy alta	4
Planicies	Planicie aluvial o Terraza alta (aluvial y meándrica)	Baja	1
	Llanura inundable (Terrazas bajas aluviales y meándricas)	Muy baja a nula	0

Como resultado se han definido cinco categorías de susceptibilidad a los movimientos en masa (Mapa 5), y cada una de ellas se describe a continuación.

Susceptibilidad muy alta (calificación 4)

Este grado de susceptibilidad corresponde a áreas de depósitos de deslizamientos, vertiente de detritos y las montañas estructurales con pendiente moderada. En estas unidades se pueden presentar deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas y movimientos complejos.

Las pendientes de estos terrenos que han sufrido modificaciones son muy susceptibles a los movimientos en masa. Gran parte de estas zonas son inestables.

Susceptibilidad alta (calificación 3)

La susceptibilidad alta involucra las siguientes unidades: montañas con laderas de fuerte pendiente, abanico proluvial/aluvial.

En el sector de las montañas con laderas de fuerte pendiente se han presentado deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas y movimientos complejos. Actualmente se generan caídas de rocas y derrumbes, deslizamientos y movimientos complejos.

En las áreas de montañas con laderas estructurales, está vinculada a caídas de rocas y movimientos complejos (deslizamiento-flujo). En caso de que se modifique la pendiente del terreno se pueden generar fenómenos de movimientos en masa.

En las zonas de los abanicos proluviales/aluviales, en tiempos de lluvias se generan flujos de detritos, especialmente en la zona de

los valles encañonados o en zonas de quebradas ubicadas en las unidades de montañas.

Susceptibilidad media (calificación 2)

Este tipo de susceptibilidad es característica de las siguientes unidades: colinas y lomadas bajas disectadas, colinas con laderas estructurales y montañas de pendiente baja.

En la unidad de colinas y lomadas disectadas se van a presentar movimientos en masa de poca magnitud; es posible que se generen deslizamientos y derrumbes, muchos de ellos relacionados con la modificación de su talud original (ej. corte de talud) o por deforestación. Se pueden presentar también erosiones en cárcavas, que suelen producir pequeños flujos de detritos.

En la zona de colinas con laderas estructurales se presentan caídas de rocas, se pueden generar también vuelcos (no registrados en el inventario) por la disposición anticlinal y sinclinal de los estratos. Además se pueden presentar deslizamientos por tener un suelo de fácil remoción.

En las montañas de baja pendiente se pueden presentar deslizamientos y movimientos complejos.

Susceptibilidad baja (calificación 1)

Las planicies aluviales y terrazas altas se encuentran en esta categoría de susceptibilidad.

En las zonas de planicie aluvial y de terrazas altas se pueden presentar deslizamientos, derrumbes y erosiones de ladera; los dos primeros se ubican en los bordes de los ríos y se originan por el poder erosivo del río.

Se ha observado también que en las zonas disectadas por ríos, en los bordes de las quebradas, se pueden presentar derrumbes o deslizamientos (por ensanchamiento de la quebrada), y también se pueden generar flujos.

Susceptibilidad muy baja o nula (calificación 0)

En esta categoría se encuentra la llanura de inundación aluvial y meándrica, donde es muy raro que se presenten movimientos en masa. Se pueden presentar deslizamientos y derrumbes de poca magnitud en los bordes de las terrazas bajas debido a la erosión fluvial.

FACTOR LITOLÓGICO

Este factor es muy importante para poder analizar la susceptibilidad de los terrenos a los movimientos en masa. En este caso debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- En el comportamiento litológico se debe considerar el aspecto geomecánico (grado de fracturamiento) y grado de alteración (meteorización).
- Se considera la parte estructural: cómo son los planos de falla, pliegues (sinclinales y anticlinales), discontinuidades, fracturamiento y buzamiento de las rocas, estos influyen en la generación de los fenómenos de movimientos en masa.

También es necesario evaluar el suelo, la cobertura que se encuentra sobre la roca, y determinar su comportamiento.

Para analizar este aspecto se ha recurrido al mapa geológico de la zona, en el que se han agrupado unidades desde el punto de vista litológico. Cada agrupación tiene características muy similares.

En el caso de la región Ucayali, se tomó en cuenta su complejidad estructural y geológica, la interpretación del carácter litológico (grado de meteorización) y estructural (grado de fracturamiento) de las unidades de roca y suelo, y esto permitió establecer grados de susceptibilidad. El Cuadro N° 8.2 muestra la relación de las unidades litológicas, el grado de susceptibilidad y los valores otorgados.

Susceptibilidad muy alta (calificación 4)

Las unidades coluvio-deluviales (I-5), las rocas metamórficas (VI-2), y el domo de sal (V-7) se encuentran en este grado de susceptibilidad. En las primeras se presentan caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos y también flujos de detritos no canalizados. En las segundas se encuentran deslizamientos antiguos, y actualmente deben presentarse deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas.

Susceptibilidad alta (calificación 3)

Las unidades con rocas intrusivas por fonolitas (II-5), areniscas, limoarcillitas y lodolitas (V-3), y lutitas (V-5) se caracterizan por este grado de susceptibilidad. En las primeras se deben presentar deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, avalanchas de rocas,

Cuadro N° 8.2
Litología y susceptibilidad a movimientos en masa

	Unidad	Símbolo	Grado	Calificación
Depósitos Inconsolidados	Fluviales	I-1	Muy baja	0
	Aluviales y proluviales (llanura de inundación aluvial y meándrica, terrazas bajas, planicies aluviales).	I-2	Baja	1
	Coluvio-deluviales	I-5	Muy alta	4
Rocas Intrusivas	Fonolitas	II-5	Alta	3
Rocas Sedimentarias	Calizas, calizas y margas	V-1	Baja	1
	Areniscas y lutitas	V-2	Media	2
	Areniscas, limoarcillitas y lodolitas	V-3	Alta	3
	Lodolitas y limolitas rojas	V-4	Media	2
	Lutitas	V-5	Alta	3
	Conglomerados, arenisca y lodolitas	V-6	Muy alta	4
	Domo de sal y yeso	V-7	Muy alta	4
Rocas Metamórficas	Gneis diorítico	VI-2	Media	2

Nota: Esta distribución de las rocas se correlacionan con las de la Región Huánuco (Zavala & Vilchez - 2006).

en general son rocas muy alteradas. En el caso de las segundas se presentan derrumbes y caídas de rocas; son rocas muy alteradas y poco consolidadas. En la tercera unidad se generan deslizamientos y derrumbes.

Susceptibilidad media (calificación 2)

Las unidades que obtienen esta calificación son las areniscas y lutitas (V-2), gneis dritico (VI-2) y lodolitas y limolitas rojas (V-4); ellas son susceptibles a la formación de derrumbes y caídas de rocas.

Susceptibilidad baja (calificación 1)

Esta calificación corresponde a los depósitos aluviales y proluviales (I-2), que comprenden la llanura aluvial y meándrica, terrazas bajas y planicies aluviales; y calizas y margas (V-1). En las primeras se pueden generar deslizamientos y derrumbes en las áreas que son surcadas por ríos o quebradas (movimientos en masa causados por la erosión fluvial); en las segundas se pueden generar derrumbes y deslizamientos, y se pueden presentar hundimientos por presencia de karst.

Susceptibilidad muy baja (calificación 0)

A este grado de susceptibilidad corresponde a la unidad fluvial (I-1), donde es casi imposible que se generen movimientos en masa.

FACTOR HIDROGEOLÓGICO

El agua es un factor importante para que ocurran movimientos en masa, y el agua subterránea es uno de los principales factores para su ocurrencia, debido a la presión de poros que ejerce.

En zonas tropicales, donde se presentan lluvias intensas durante muchas horas o varios días consecutivos, se generan acumulaciones de agua subterránea. El tiempo que se requiere para que una lluvia produzca un deslizamiento en un terreno arcilloso es mayor que el tiempo que requiere un terreno conformado por material arenoso debido a las diferencias de infiltración (Duque 2001).

La infiltración de agua en el subsuelo y la formación de aguas subterráneas en los terrenos dependerán de la pendiente de la ladera, la litología y la vegetación, e influyen también la estructura geológica (fracturamiento) y la estratigrafía o secuencia de estratos permeables e impermeables.

Después de un periodo lluvioso intenso, se puede generar una infiltración alta que puede ocasionar problemas de presión del agua interna y que se produzca un deslizamiento.

En el caso de que el talud llegue a saturarse, la facilidad o dificultad con que el talud se autodrene dependerá de la permeabilidad de las formaciones geológicas locales. En zonas donde los estratos o rocas son permeables, la evacuación de agua favorecerá grandemente su estabilidad. Las zonas de rocas o suelos impermeables que impiden el paso de las corrientes de agua subterránea facilitan la ocurrencia de los deslizamientos.

Esta variable nos permitirá calificar las condiciones de cada unidad hidrogeológica de acuerdo a la capacidad de almacenamiento de agua de cada una de ellas. Las formaciones geológicas con mayor contenido de agua serán más susceptibles a los movimientos en masa, a excepción de los depósitos no consolidados como los aluviales, eólicos y fluviales, ubicados en la parte baja. En el Cuadro N° 8.3 se muestra su valoración.

Cuadro N° 8.3
Clasificación hidrogeológica y susceptibilidad a los movimientos en masa

Clasificación hidrogeológica	Tipo de acuífero	Unidad geológica	Valoración
Acuíferos	Acuífero poroso no consolidado	Depósitos fluviales, aluviales, Formaciones	2
	Acuífero fisurado sedimentario	Formaciones Pozo, Casa Blanca, Vivian, Chonta, Aguas Calientes, Cushabatay y Saraquillo.	2
	Acuífero cárstico	Grupo Copacabana (secuencia calcárea)	2
Acuitardos	Acuitardo intrusivo	Fonolitas.	3
	Acuitardo sedimentario	Formaciones Madre de Dios, Río Picha, Chambira, Cachiyacu-Huchpayacu, Yahuarango, Esperanza, Grupo Copacabana (secuencia arenolímica), Grupo Tarma y Grupo Pucara.	4
Acuífugo	Acuífugo	Complejo Marañón.	1

Susceptibilidad alta (calificación 4)

En esta unidad se encuentran los acuitardos sedimentarios, los cuales comprenden a las rocas o suelos que tienen capacidad de almacenar agua pero cuya transmisividad es muy lenta o en forma localizada, debido a su baja permeabilidad.

Como se mencionó, estas formaciones geológicas que retienen mayor cantidad de agua son susceptibles a la formación de peligros de movimientos en masa, y por ello se les ha calificado con un valor alto (4).

Entre estas formaciones están los Grupos Copacabana, Tarma y Pucará y las formaciones Madre de Dios, Río Pichia, Chimbira, Cachiayacu, Yahuarango y Esperanza.

Susceptibilidad media (calificación 3)

Esta calificación se otorga a los intrusivos, los cuales se muestran alterados, fracturados y diaclasados, con porosidad secundaria superficial. Hacia la parte interior se vuelve maciza e impermeable, de manera que obstruye la circulación de las aguas subterráneas y se convierte en un acuitardo. En la parte superficial, compuesta por rocas alteradas, se presentarán los movimientos en masa.

Susceptibilidad baja (calificación 2)

Esta unidad se caracteriza por las rocas fracturadas, alteradas y diaclasadas, con porosidad secundaria superficial. Hacia el interior se vuelve maciza e impermeable y obstruye la circulación de las aguas subterráneas. Las siguientes unidades geológicas se encuentran en este grupo: depósitos fluviales y aluviales, las formaciones Ucayali e Ipururo.

Los acuíferos son unidades geológicas con capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas a través de sus fracturas, poros y la interconexión de estas. Las estructuras que se presentan en ellos (plegamientos) favorecen la circulación de los fluidos. Entre estas unidades se encuentran las siguientes formaciones geológicas: Pozo, Casa Blanca, Vivian, Chonta, Aguas Calientes, Cushabatay y Saraquillo.

Con esta valoración también figura el Grupo Copacabana, que consiste de secuencia calcárea micrítica en proceso de karstificación. En estas se pueden presentar dolinas interconectadas y cavernas que actúan como drenajes formando ríos subterráneos. No hay retención de aguas.

Susceptibilidad muy baja (calificación 1)

Estas unidades son impermeables, no almacenan ni transmiten aguas subterráneas y se comportan como rocas sello. Este tipo de materiales tienen un comportamiento importante por que son las

que condicionan el almacenamiento de las aguas subterráneas en los acuíferos.

A esta unidad corresponde el Complejo Maraón.

GRADOS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Para hallar los grados de susceptibilidad se usó el método basado en la categorización y ponderación de factores. Cada factor o variable corresponde a un mapa temático, que se combina con los otros, obteniendo una zonificación de la susceptibilidad en grados cualitativos.

Los factores o variables utilizados para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa son los siguientes: geomorfología, litología e hidrogeología (Cuadros 8.1, 8.2 y 8.3).

Es ideal tomar el factor pendiente del terreno para el análisis de susceptibilidad de movimientos en masa, pero por no contar con una topografía completa de la zona (áreas sin recubrimiento), no fue posible tomarlo en cuenta.

Cuadro N° 8.4

Ponderación de las variables en el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa

Variable	Característica	Obtención	Peso
Geomorfología	Unidades geomorfológicas de acuerdo a su amplitud de relieve, altura relativa, pendiente y asociación morfogénica.	Interpretación de imágenes satelitales, cartas topográficas y chequeo de campo a escala 1:100 000 (Mapa 3).	45
Litología	Se estima la inestabilidad de los terrenos en función de las características litológicas de las unidades diferenciadas (substrato rocoso y depósitos inconsolidados).	En base a los mapas geológicos a escala 1: 100 000 de la carta geológica nacional (Mapa 1).	35
Hidrogeológico	Diferenciación de unidades litológicas en función de su permeabilidad.	Con la información geológica y la base del Mapa Hidrogeológico de Perú a escala 1: 1 000 000 (Mapa 2).	20

SUSCEPTIBILIDAD DE LOS TERRENOS A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

El mapa de susceptibilidad de los terrenos a los movimientos en masa indica el grado de ocurrencia de deslizamientos, caídas, vuelcos, movimientos complejos y flujos. Se han determinado cinco grados de susceptibilidad.

Los grados de susceptibilidad se calcularon a partir de los valores obtenidos de las interacciones entre los tres mapas de factores: litología, geomorfología y hidrogeología, con ayuda del Sistema de Información Geográfica (ARCGIS 9.0 y los software de Spatial Analysis y 3D Analysis), empleando la siguiente ecuación:

$$SMM = \frac{SHG (0.20) + SGM (0.45) + SL(0.35)}{3}$$

En donde:

SHG: Susceptibilidad del parámetro hidrogeología

SGM: Susceptibilidad del parámetro geomorfología

SL: Susceptibilidad del parámetro litología

Los valores calculados por el software de SIG se evaluaron en forma estadística; primero se dividió en forma aritmética en tres rangos (entre el máximo y mínimo valor obtenido) y posteriormente éstos fueron corregidos empleando la suma de las desviaciones al cuadrado (DESVI2) y se obtuvieron los siguientes rangos (Cuadro N° 8.5):

Cuadro N° 8.5
Grado de susceptibilidad

Rango de valores	Grado de susceptibilidad
0.00 -0.26	Muy Baja
0.26-0.70	Baja
0.70-0.87	Moderada
0.87-0.95	Alta
0.95-1.33	Muy Alta

En el Cuadro N° 8.5 se describen las características de las cinco zonas de susceptibilidad diferenciadas.

CATEGORÍAS DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

En el Mapa 5 se observa que en la región Ucayali se han originado (y pueden originarse en el futuro) movimientos en masa en el área donde se encuentran ubicadas las cordilleras El Sira y Azul. En ese mapa se han diferenciado cinco zonas con distinta susceptibilidad.

a) Susceptibilidad muy baja: Esta zona comprende gran parte del llano amazónico, donde los movimientos en masa son muy escasos, y se pueden presentar en menor escala por la erosión fluvial de los ríos, o en zonas intensamente deforestadas. Es característica de esta zona la pendiente baja.

b) Susceptibilidad baja: Esta zona comprende parte del llano Amazónico, zonas de planicies y sectores de colinas, así como terrazas altas. Se pueden presentar fenómenos de movimientos en masa debido a la erosión fluvial o a factores antrópicos.

c) Susceptibilidad media: Existe la posibilidad de que se generen deslizamientos y derrumbes. Son zonas poco inestables, y entre ellas se encuentran las colinas. Las rocas se encuentran fracturadas y alteradas.

Cuando las laderas son modificadas por alguna obra civil, es probable que se generen fenómenos de remoción en masa, como caídas y deslizamientos.

d) Alta susceptibilidad: Comprende áreas que tienen pendiente media, rocas alteradas y fracturadas; en ellas se encuentran cicatrices de deslizamientos antiguos y modernos, y se pueden generar también movimientos complejos y caídas de rocas. Ocupan laderas poco estables. Esta zona comprende parte de la cordillera El Sira.

3) Muy alta susceptibilidad: Corresponde a zonas montañas, de pendientes fuertes, con rocas fracturadas a muy fracturadas, alteradas y que se caracterizan por almacenar agua. Existe una alta posibilidad de que ocurran fenómenos de movimientos en masa. En estas zonas se encuentran evidencias de deslizamientos antiguos, de mayor magnitud que los actuales; aquí los fenómenos de remoción en masa se han acelerado por la intensa deforestación y la construcción de obras civiles (vías de acceso).

CAPÍTULO IX

SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES Y EROSIONES FLUVIALES

GENERALIDADES

Para realizar el análisis de susceptibilidad a inundaciones es importante tomar en cuenta el factor geomorfológico, en el cual se debe distinguir la llanura aluvial.

La llanura aluvial no es un ente estático y fijo sino más bien todo lo contrario. Algunos autores argumentan que la frecuencia con que la llanura de inundación es anegada por el agua no se relaciona exclusivamente con la frecuencia de caudales, sino que también está relacionada con los cambios que se producen en la capacidad máxima del propio canal. La estabilidad frente a la ocurrencia de procesos tales como el desplazamiento y el corte de meandros y la ablución son factores de evidente peligrosidad fluvial. Estas variaciones en la geometría del canal son características de los momentos de crecida, que es cuando el caudal supera los umbrales de energía necesarios para modificar el estado de equilibrio. Todos estos cambios solo se pueden plantear y analizar desde una perspectiva geomorfológica (Schumm 1981, Chorley et al. 1984, Garzón Heydt 1985, Salazar y Martín-Serrano 2006).

Los estudios que han tratado de relacionar distintos periodos de retorno del caudal y el grado o porcentaje de inundación de la llanura no han logrado encontrar relaciones simples entre ambos (Lewin y Mantón 1975). Es por ello que es preciso recurrir a definiciones simples del concepto de llanura de inundación, tal como «la superficie aluvial adyacente a un canal que es inundada con frecuencia» (Chorley et al. 1984).

Tal y como argumenta Ayala (2002), la aplicación exclusiva de criterios hidrológico-numéricos a la delimitación de áreas inundables es difícil de aplicar porque los errores pueden ser muy grandes, ya que las leyes estadísticas amplifican cualquier pequeña discrepancia en los datos, especialmente la torrencial.

Una zona inundable es aquella susceptible de sufrir una inundación, y ésta —según el Diccionario de la Real Academia— consiste en «cubrir de agua el terreno y a veces las poblaciones», sin establecer límite temporal alguno, refiriéndose por lo tanto a cualquier inundación, incluso la máxima posible.

Por otro lado, es necesario que se reglamente el uso de tierras inundables, y el gobierno local y los municipios deberían tener la

obligación de contar con estos mapas de susceptibilidad que les servirán para la planificación y para velar por la seguridad física de los habitantes. En otros países los mapas de susceptibilidad son muy importantes y se usan en distintos contextos, como la implementación de seguros contra inundaciones.

Para elaborar los mapas de inundaciones se deben obtener elevaciones precisas en toda la llanura de inundación de forma rápida y factible (Godesky 2006). En este caso, para realizar los mapas de susceptibilidad a inundaciones se utilizará el método histórico-estadístico, donde se determinan las extensiones cubiertas por anteriores crecidas y se calcula la probabilidad de ocurrencia (Ferrer et al. 2000).

Otra posibilidad para realizar los mapas de susceptibilidad a inundaciones es tomar en cuenta el método geológico-geomorfológico, donde se diferencian las formas del terreno modeladas en las crecidas o en el régimen normal e intenta reconstruir el tipo y frecuencia de las avenidas. Dicho análisis permite conocer el proceso de modelado y su dinámica, así como delimitar las zonas que han sufrido inundación (huellas de erosión y/o depositación) o que sean susceptibles de serlo en el futuro (Llorente et al. 2006). Este último método es el que se va emplear en este estudio, para ello hay que tener en cuenta el concepto de la llanura de inundación.

La llanura de inundación es una geoforma donde se muestran los diferentes episodios de las inundaciones. Las observaciones deben ser reforzadas con los datos históricos de antiguas inundaciones e información topográfica.

MÉTODO DE ANÁLISIS Y ELECCIÓN DE VARIABLES

Los principales peligros que afectan a la región Ucayali son erosiones e inundaciones fluviales, que muchas veces aparecen en forma combinada. Son ejemplos las erosiones fluviales que ocurren en el Puerto de Pucallpa desde el año 2003 ocasionadas por el río Ucayali, y las inundaciones que ocurrieron en el 2001 en la ciudad de Aguaytía por los desbordes de los ríos Aguaytía y Negro. Otro factor importante son las formas meándricas de los ríos principales, en donde se presentan erosiones e inundaciones fluviales.

El análisis de la susceptibilidad a las inundaciones se basa principalmente en la caracterización geomorfológica, apoyada en la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y trabajo de campo. Para determinar la susceptibilidad a las inundaciones se ha utilizado el mapa geomorfológico, no se usó el mapa topográfico por no tener una buena cobertura de la zona.

La calificación de las unidades se basó en las observaciones de campo y se muestran en el Cuadro 9.1

Susceptibilidad muy alta (calificación 3)

Se califican con este grado de susceptibilidad las terrazas bajas formadas por meandros recientes, las terrazas bajas formadas en los bordes de las quebradas, y las zonas de lagunas. Estas áreas son muy susceptibles a la generación de inundaciones y erosiones fluviales. En el área meándrica las variaciones del cauce del río son muy comunes, y en ella ocurren las erosiones fluviales e inundaciones.

Susceptibilidad alta (calificación 2)

A este grado de susceptibilidad corresponden las terrazas altas por quebradas, la llanura meándrica antigua y la terrazza alta

disectada. En estas unidades se presentan erosiones e inundaciones fluviales, así como inundaciones de tipo pluvial

Susceptibilidad media (calificación 1)

Este tipo involucra a abanicos proluviales/aluviales, planicies antiguas y planicies aluviales altas. En estas unidades se presentan rara vez inundaciones y erosiones de tipo fluvial.

Susceptibilidad baja (calificación 0)

Con este grado de susceptibilidad se clasifican las unidades de montañas, colinas y lomas, donde es casi imposible que se generen inundaciones fluviales. Sin embargo, es posible que se presenten erosiones fluviales en zonas donde discurre un río o una quebrada.

El resultado se muestra en el mapa de susceptibilidad a inundaciones (Mapa 6) y las áreas de peligro se califican según el Cuadro 9.2.

Cuadro N° 9.1
Unidades geomorfológicas y susceptibilidad a inundaciones y erosiones fluviales

Unidad geomorfológica		Susceptibilidad	
		Grado	Calificación
Montañas		Nula	0
Colinas y lomas		Nula	0
Piedemontes	Abanico proluvial/aluvial	Baja	1
	Detritos de vertiente	Nula	0
	Depósitos de deslizamiento	Nula	0
Planicies	Planicie aluvial alta o terraza alta/fondo de valle fluvial, Llanura meándrica antigua.	Alta	2
	Llanura inundable aluvial o meándrica.	Muy alta	3
	Planicie alta disectada / planicie antigua	Media	1
	Lagunas	Muy alta	3
	Llanura meándrica antigua (terrazas alta)	Media	2

Cuadro N° 9.2
Susceptibilidad a las inundaciones – región Ucayali

Grado de susceptibilidad	Descripción
Muy alta	<p>Terrenos que corresponden a la llanura de inundación periódica a ocasional de los ríos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ucayali: Es un río de tipo meandriforme donde ocurren constantemente variaciones en su cauce, y se producen inundaciones y erosiones fluviales a lo largo de todo el río. • Aguaytía: Es otro río de tipo meandriforme, en el cual hay constantes variaciones de su cauce. Se han producido inundaciones en la ciudad de Aguaytía, en los poblados Curimaná, Nueva Requena, entre otros. • Purús: Río de tipo meandriforme. Se producen erosiones e inundaciones fluviales debido a las variaciones de la dirección de su cauce. • Tamaya: Río de tipo meandriforme. Se producen erosiones e inundaciones fluviales debido a las variaciones de la dirección de su cauce. <p>Están también los ríos y las quebradas afluentes de los ríos principales. En las márgenes de estos ríos hay poblaciones que están creciendo hacia las zonas inundables.</p>
Alta	<p>Comprende los sectores de terrazas altas, donde se encuentran poblaciones o comunidades. La recurrencia de estos fenómenos es ocasional a excepcional.</p>
Media	<p>Comprende los terrenos donde se encuentran zonas de abanicos aluviales y las zonas de planicies.</p>
Baja ó nula	<p>Montañas, colinas y lomadas, vertiente de laderas inclinadas y cóncavas; terrazas antiguas elevadas.</p>

CAPÍTULO X

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS

GENERALIDADES

En este capítulo se hace una evaluación de los factores que influyen en la inestabilidad de las laderas. Estos factores pueden ser naturales o antrópicos, y se explican a continuación.

Factores naturales: Son las condiciones intrínsecas del terreno, como la litología (suelo o formaciones superficiales, substrato), la pendiente, las precipitaciones pluviales, sísmica, etc.

- El tipo de litología que caracteriza al substrato suele presentarse muy fracturado, alterado y meteorizado, resultando de mala calidad. Por otro lado, la alternancia de rocas con diferente competencia, como por ejemplo las areniscas y lutitas de la Formación Vivian.
- Los depósitos superficiales como los coluviales y residuales que cubren las laderas con ángulos de 5 a 35°, y se presentan poco compactados. Estos son susceptibles a la generación de fenómenos de movimiento en masa, cuando se realizan cortes de talud para la construcción de caminos. Existen también depósitos de tipo proluvial, los cuales son afectados por derrumbes y deslizamientos, originados por la erosión y socavamiento producido al pie de los valles o cauces que los cortan.
- Las pendientes naturales del terreno pueden ser: muy bajas (<5°), en fondos de valles terrazas y terrenos planos ondulados; laderas con pendiente baja (2-20°) en colinas y montañas; y pendientes medias a muy altas (>20°) en laderas de montañas, acantilados y escarpas de valles. Las zonas donde se han presentado la mayor cantidad de movimientos en masa son las laderas con pendientes mayores de 20°.
- Lluvias de gran intensidad (sean de corta duración y moderada intensidad o de larga duración) se infiltran ocasionando el incremento de la presión intersticial, y el peso unitario de los materiales embebidos de agua, e incrementan el grado de inestabilidad de los materiales de las laderas. La región se caracteriza por ser de tipo lluviosa, registrándose en tiempos

excepcionales hasta 8 000 mm anuales; cuando se presentan lluvias muy intensas los terrenos pierden estabilidad y se generan fenómenos por movimientos en masa.

- Las aguas de escorrentía que discurren por las quebradas erosionan sus márgenes, las desestabilizan y ocasionan su colapso, y a su vez incrementan la cantidad de material suelto en los lechos de quebradas y valles, los cuales formarán huaycos o serán arrastrados por ellos.

Factores antrópicos: Estos se encuentran estrechamente relacionados a las actividades realizadas por el hombre en el área de estudio, y son la agricultura, el pastoreo, la ocupación antrópica, la construcción de carreteras, etc.

- Cuando se construyen viviendas o se habilitan áreas para terrenos de cultivo se modifica y pierde el perfil del suelo, la vegetación y el drenaje superficial.
- La deforestación, originada por la demanda de áreas de terreno cultivable y la extracción de madera, ocasiona la pérdida de la cobertura natural de los suelos que le proveía protección.
- La construcción de carreteras para dar acceso a las diferentes comunidades que se encuentra en el área origina que se modifiquen los taludes.
- Durante la construcción de carreteras, campamentos, oficinas, etc., se modifica y/o pierde el perfil del suelo, la vegetación y el drenaje superficial.

MEDIDAS DE MANEJO PARA LA REGIÓN

Las medidas propuestas están dirigidas en forma general para toda la región y se orientan con la finalidad de minimizar los problemas de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, procesos de erosiones de laderas, y también para evitar la generación de nuevos deslizamientos, derrumbes o caídas de rocas.

Medidas para deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas

En este caso se ha tomado como base los trabajos del Instituto Geominero de España —presentados en 1987 en el Manual de Ingeniería de Taludes—, y del INGEMMET —Estudio de Riesgos Geológicos del Perú. Franja N° 1—. En los párrafos siguientes se presentarán algunas de las soluciones empleadas en la corrección y el tratamiento de taludes.

La aplicación de medidas correctivas puede realizarse en: 1) taludes en construcción, 2) laderas que tienen pendientes fuertes y es necesaria la aplicación de medidas correctivas para su estabilización, o 3) para estabilizar fenómenos de rotura, sobretodo aquellos en los que es posible a nivel de construcción. Por lo tanto, para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros, sean de tipo constructivo o económico.

A. Corrección por modificación de la geometría del talud

Cuando un talud es inestable o su estabilidad es precaria, se puede modificar su geometría a fin de obtener una nueva configuración que resulte estable. Esta modificación busca lograr al menos uno de los dos efectos siguientes:

- Disminuir las fuerzas que tienden al movimiento de la masa.
- Aumentar la resistencia al corte del terreno mediante el incremento de las tensiones normales en zonas convenientes de la superficie de rotura.

Lo primero se consigue reduciendo el volumen de la parte superior del deslizamiento y lo segundo incrementando el volumen en el pie del mismo.

Las acciones que pueden realizarse sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

- Eliminar la masa inestable o potencialmente inestable. Esta es una solución drástica que se aplica en casos extremos, comprobando que la nueva configuración no es inestable.
- Eliminación del material de la parte superior de la masa potencialmente deslizante (descabezamiento), siendo esta área donde el peso del material contribuye más al deslizamiento y menos a la resistencia del mismo, dado que en la parte superior de la superficie del deslizamiento es donde ésta tiene su máxima inclinación. Por ello la eliminación de escasas cantidades de material produce aumentos importantes del factor de seguridad.
- Construcción de escolleras en el pie del talud (Figuras 10.1 y 10.2). Puede efectuarse combinado con el descabezamiento del talud o como medida independiente.

El peso de la escollera en el pie del talud se traduce en un aumento de las tensiones normales en la parte baja de la superficie del

deslizamiento, lo que aumenta su resistencia. Este aumento depende del ángulo de rozamiento interno en la parte inferior de la superficie del deslizamiento. Si es elevado, el deslizamiento puede producirse por el pie y es más ventajoso construir la escollera encima del pie del talud, pudiéndose estabilizar grandes masas deslizantes mediante pesos relativamente pequeños de escollera. Si el ángulo de rozamiento interno es bajo, el deslizamiento suele ocurrir por la base y es también posible colocar el relleno frente al pie del talud. En cualquier caso, el peso propio de la escollera supone un aumento del momento estabilizador frente a la rotura. Por último, cuando la línea de rotura se ve forzada a atravesar la propia escollera, ésta se comporta además como un elemento resistente propiamente dicho.

Algo que debe tomarse en cuenta constantemente es que la base del relleno debe ser siempre drenante pues en caso contrario su efecto estabilizador puede verse disminuido, especialmente si el relleno se apoya sobre material arcilloso.

Puede ser necesario colocar un material con funciones de filtro entre el relleno drenante y el material del talud, para ello puede recurrirse al empleo de membranas geotextiles.

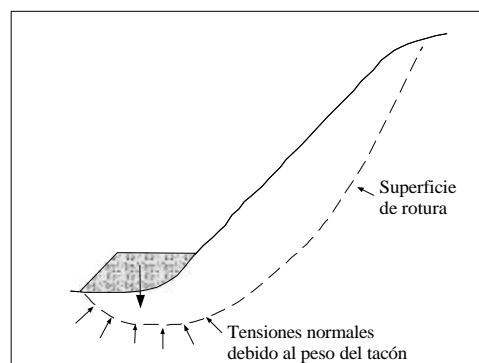


Figura N° 10.1 Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno

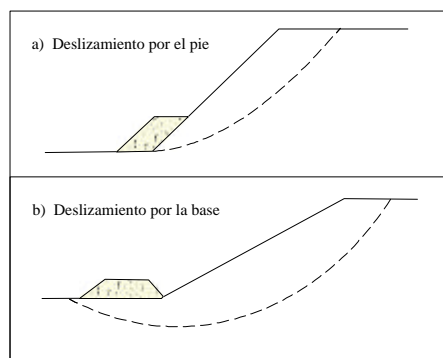


Figura N° 10.2 Colocación de la escollera

- Tratamiento de taludes con escalonamiento (bermas: Figura 10.3), es una medida que puede emplearse tanto cuando un talud está comprometido por un deslizamiento, o desde antes

que se produzca y su uso es aconsejable porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, retiene las caídas de fragmentos de roca, indeseables en todos los casos y, si se coloca en ellas de zanjas de drenaje para evacuar las aguas de escorrentía, disminuyen su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales.

Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobretodo cuando es fácilmente meteorizable y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de roca, cómo es el caso de los taludes ubicados junto a vías de transporte.

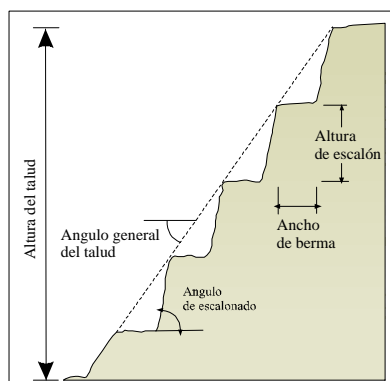


Figura N° 10.3 Esquema de un talud con bermas intermedias

B. Corrección por drenaje

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

Las medidas de drenaje son de dos tipos:

Drenaje superficial: Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose su infiltración (Figura N° 10.4).

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

Drenaje profundo: La finalidad es deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales. Para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno (Figura N° 10.5).

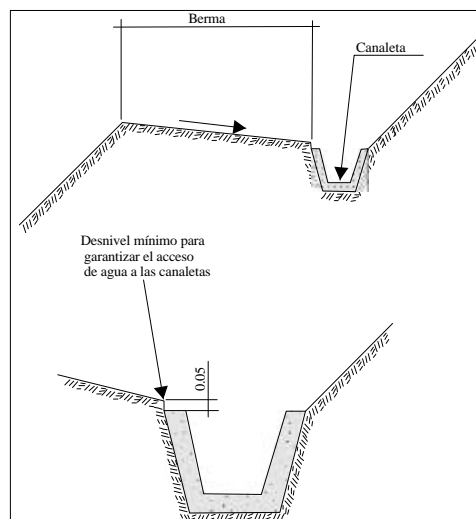


Figura N° 10.4 Detalles de una canaleta de drenaje superficial

Se clasifican en los siguientes grupos:

B.1) Drenes horizontales, perforados desde la superficie del talud, llamados también drenes californianos. Consisten en taladros de pequeño diámetro, aproximadamente horizontales (5-10°), que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (Figuras N° 10.5 y 10.6).

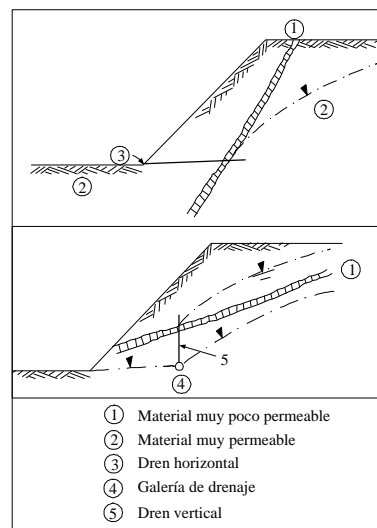


Figura N° 10.5 Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos (CANMET, 1977).

Sus ventajas son:

- Su instalación es rápida y sencilla
- El drenaje se realiza por gravedad

- Requieren poco mantenimiento
- Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

Sus desventajas son:

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

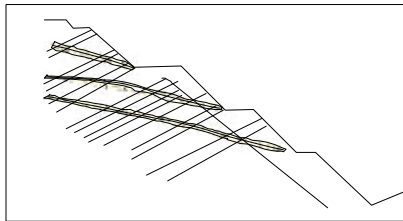


Figura N° 10.6 Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos (LÓPEZ GARCÍA, 1984).

B.2) Galerías de drenaje, ubicadas generalmente paralelas al talud y a bastante profundidad.

Son galerías excavadas en el terreno a una distancia considerable de la superficie del mismo. Constituye un sistema bastante efectivo pero muy caro, por lo que su uso sólo es recomendable en situaciones críticas y en taludes de gran altura. Para aumentar su radio de acción es necesario instalar drenes perforados desde la galería, aumentando así su radio de acción y la efectividad del sistema de drenaje (Figuras N° 10.7 y 10.8).

Sus ventajas son:

- Tienen mayor capacidad drenante debido a su gran sección transversal.
- Son apropiadas para operaciones a largo plazo dado que el drenaje se realiza por gravedad.
- Sirven para determinar la calidad del terreno.
- No afectan a la superficie del terreno.
- Son apropiadas para zonas de climas fríos debido a que se ubican a gran profundidad.

B.3) Zanjas con relleno drenante, dispuestas en la superficie del talud o al pie de él. Consisten en zanjas rellenas de material drenante, excavadas en el talud o más allá del pie del mismo y cuya acción drenante se limita a profundidades pequeñas (Figura N° 10.9).

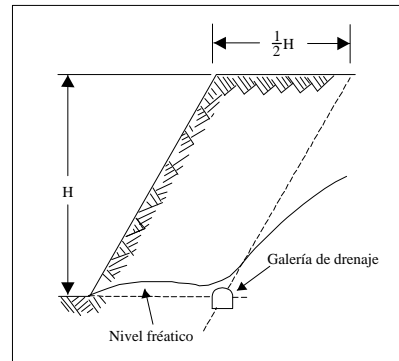


Figura N° 10.7 Posición óptima de una galería de drenaje (HOEK y BRAY, 1977. Cortesía de Inst. Of Min and Met).

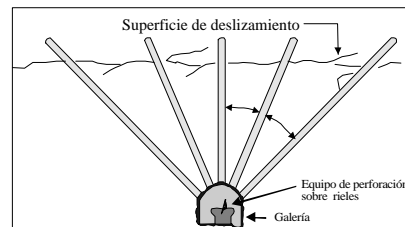


Figura N° 10.8 Drenaje de superficie de deslizamiento desde una galería de drenaje (CANMET, 1977).

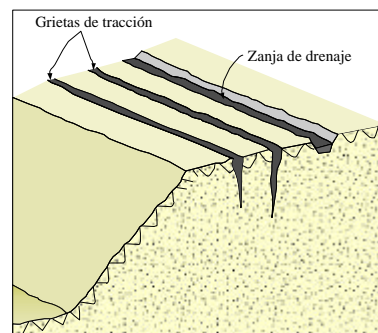


Figura N° 10.9 Disposición de zanjas de drenaje en un talud

Pueden ser de dos tipos:

Zanjas de talud: Son las que siguen la línea de máxima pendiente del talud y son aplicables cuando los deslizamientos están situados a poca profundidad (Figura N° 10.10).



Figura N° 10.10 Zanja de talud.

Zanjas horizontales: Son paralelas al talud y se sitúan al pie del mismo.

Son útiles los drenes en forma de «espina de pescado» (Figura N° 10.11), combinación de una zanja drenante según la línea de máxima pendiente y zanjas secundarias (espinas) ligeramente inclinadas que convergen en la espina central. Su construcción y mantenimiento en zonas críticas debe tener buena vigilancia.

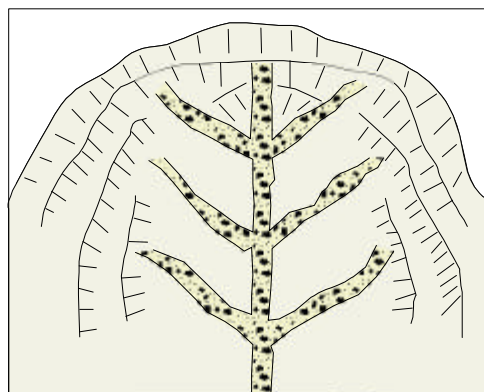


Figura N° 10.11 Dren tipo Espina de Pescado.

C. Corrección por elementos resistentes

C.1.) Anclajes: Los anclajes son armaduras metálicas, alojadas en taladros perforados desde el talud y cementadas (Figura N° 10.12), que se emplean como medida estabilizadora de taludes tanto en roca como en terreno suelto. La longitud de los anclajes varía entre 10 y 100 m y el diámetro de la perforación entre 75 y 125 mm.

Son elementos que trabajan a tracción y que colaboran a la estabilidad del talud de dos formas:

- Proporcionan una fuerza contraria al movimiento de la masa deslizante.
- Producen un incremento de las tensiones normales en la superficie de rotura existente o potencial, lo que provoca un aumento de la resistencia al deslizamiento en dicha superficie.

En un anclaje se distinguen tres partes fundamentales:

- Zona de anclaje: Es la parte solidaria al terreno, encargada de transferir los esfuerzos al mismo.

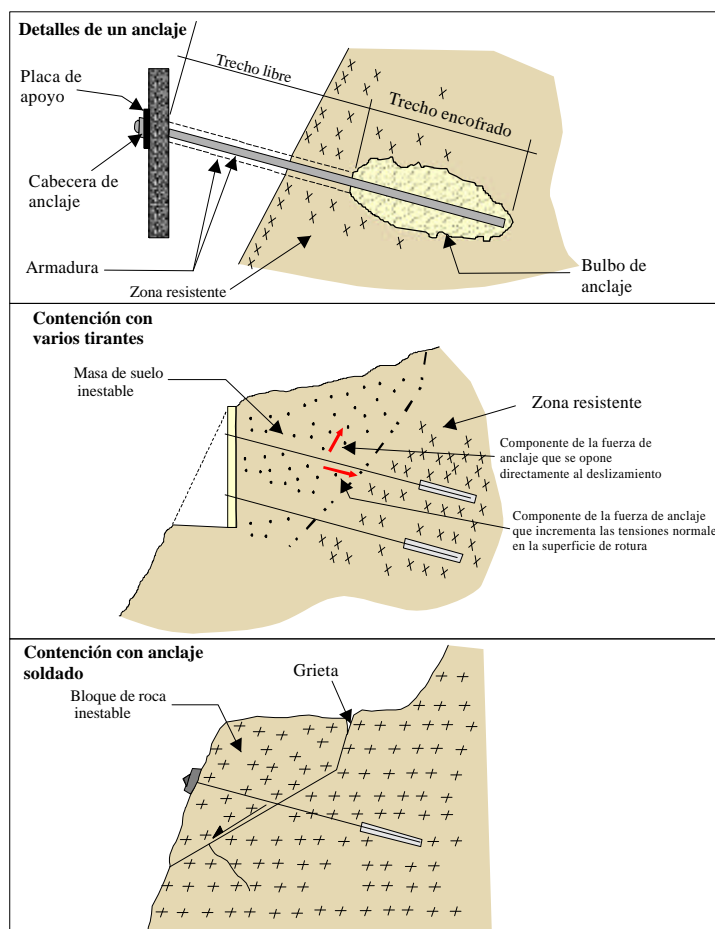


Figura N° 10.12 Detalles de un anclaje y ejemplos de aplicación

- Zona libre: Es la parte en que la armadura se encuentra independizada del terreno que la rodea, de forma que pueda deformarse con total libertad al ponerse en tensión.
- Cabeza: Es la zona de unión de la armadura con la placa de apoyo.

Cuando se proyecta instalar anclajes en un talud es necesario poseer información detallada sobre las características geológicas y resistentes del terreno.

La elección del tipo de anclaje (activo, pasivo o mixto; bulones o cables) debe regirse de acuerdo a criterios técnicos.

Es importante elegir adecuadamente la situación de la zona de anclaje para lo cual debe tenerse en cuenta que debe estar incluida en terreno estable o, lo que es lo mismo, toda su longitud debe quedar por detrás de la posible superficie de rotura.

La separación entre anclajes recomendable por razones constructivas es entre 2 y 5 m.

La orientación de los anclajes en planta y alzado debe establecerse buscando la mayor eficacia y economía; por razones constructivas es recomendable que desciendan a partir de la cabeza con una inclinación del orden de 10 o 15°. La dirección más económica depende de diversos factores, entre ellos la posición de la roca que se desea estabilizar.

C.2) Muros: Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Figura N° 10.13).

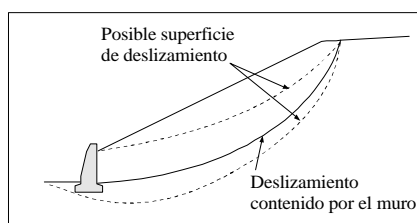


Figura N° 10.13 Contención de un deslizamiento mediante un muro

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (Figura N° 10.14). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos, por encima o por debajo del mismo.

Una contención sólo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse deslizamientos más largos,

debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos.

Por todo ello, en taludes con signos evidentes de inestabilidad puede ser más apropiado realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

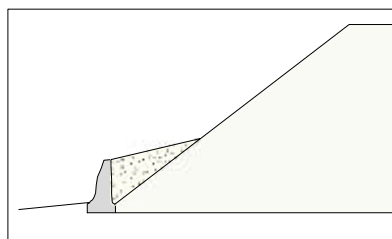


Figura N° 10.14 Relleno estabilizador sostenido por el muro

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros puede ser casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte. En ocasiones, como en el caso de un desmonte en una ladera, puede resultar más económica la construcción de un muro frente al coste de sobre excavación requerido si aquél no se realiza. La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Figura N° 10.15):

Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.

Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.

Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimientto.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.

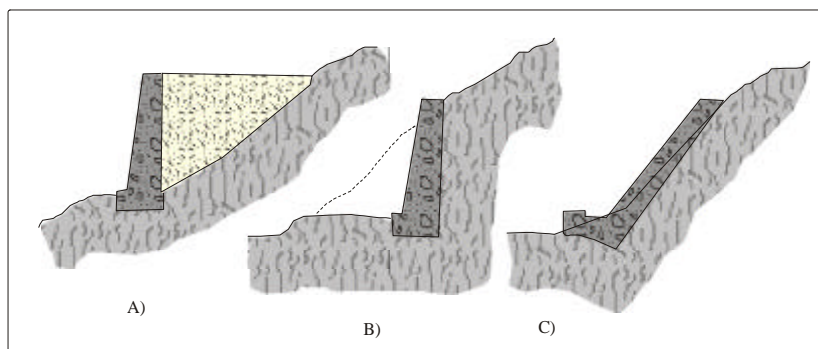


Figura N° 10.15 Tipos de muros
A) Sostenimiento, B) Contención,
C) Revestimiento

- Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

Tipos de muros

Muros de gravedad: Son los muros más antiguos, son elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (Figuras N° 10.16, 10.17 y 10.18).

Se construyen de hormigón en masa, pero también existen de ladrillo o mampostería y se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeño tamaño. Sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y el bajo costo.

Muros aligerados: Son muros de hormigón armado y existen dos tipos fundamentales:

a) Muros en L: Son aquellos en los que la pantalla vertical actúa como viga en voladizo y contrarrestan el momento volcador del empuje del terreno principalmente con el momento estabilizador de las tierras situadas sobre el talón (Figuras N° 10.19 y 10.20).

La relación H/B está comprendida generalmente entre 1,5 y 2 y la longitud de zarpa B suele ser 1/3 de B. La presión sobre el cimiento es menor que en los muros de gravedad, por lo que son adecuados para cimentaciones malas. Los esfuerzos sobre cada una de las partes del muro (pantalla vertical, talón y zarpa) se calculan suponiendo que se comportan como vigas en voladizo.

b) Muros de gaviones: Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza, andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (Figuras N° 10.21 y 10.22).

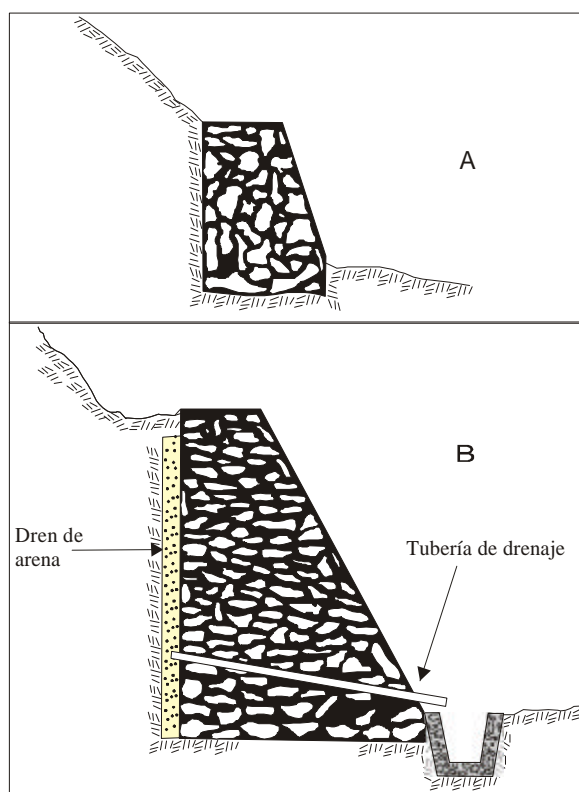


Figura N° 10.16 Muros de gravedad A. de piedra seca
B. de piedra argamasa.

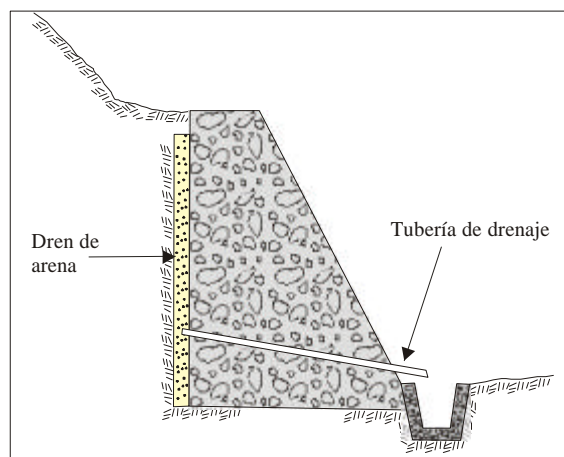


Figura N° 10.17 Muro de gravedad de concreto ciclópeo

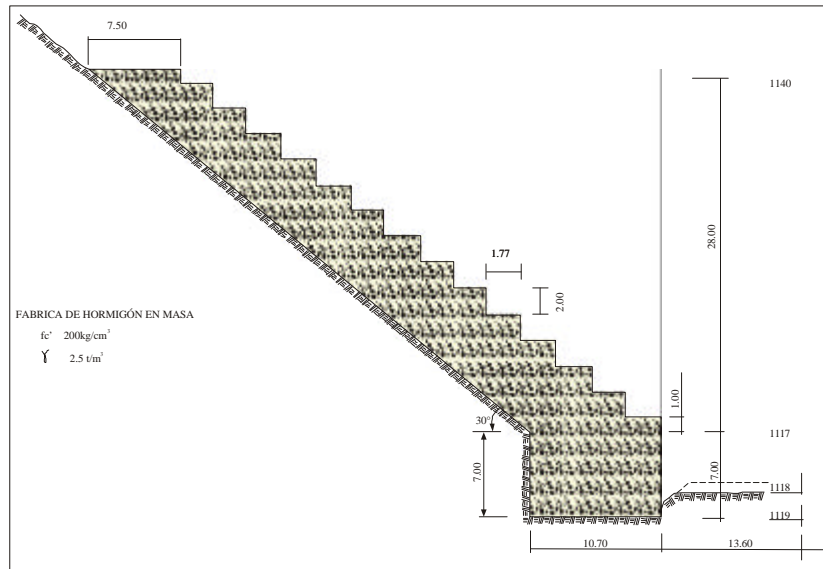


Figura N° 10.18 Muros de espesor máximo

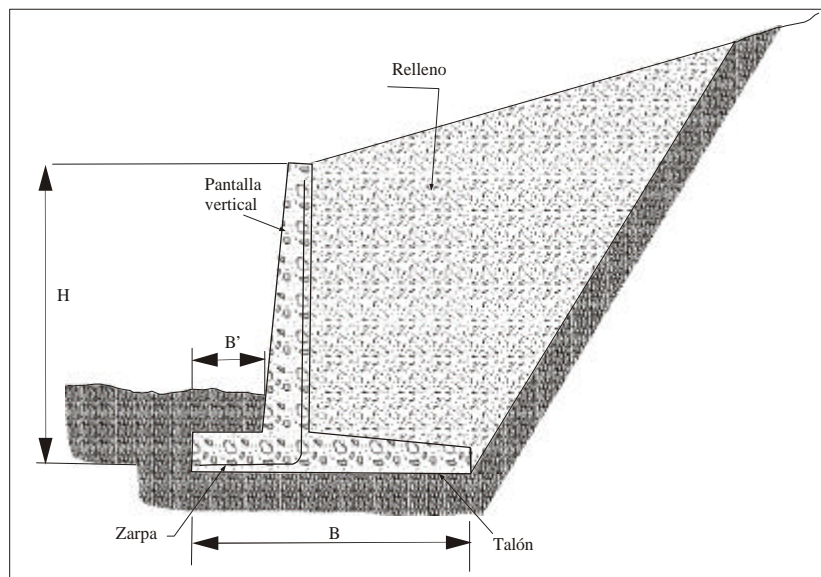


Figura N° 10.19 Muro en L

Los muros de gaviones trabajan fundamentalmente por gravedad. Generalmente se colocan en alturas bajas, aunque algunas veces se colocan en alturas medianas (hasta 25 m de alto y 10 m de ancho) y funcionan satisfactoriamente. La relación entre la altura del muro y el ancho de la base del mismo es muy variable, y suele estar comprendida entre 1,7 a 2,4.

Las ventajas que presenta son:

- Instalación rápida y sencilla.
- Son estructuras flexibles que admiten asentamientos diferenciales del terreno.

- No tienen problemas de drenaje ya que son muy permeables.
- Los empujes sobre el muro, su estabilidad al vuelco y deslizamiento se calculan de igual forma que en el caso de un muro de gravedad.

C.3) Pilotes

Las pantallas de pilotes (Figura N° 10.22) consisten en alineaciones de estos elementos, siendo el espacio entre dos adyacentes lo suficientemente pequeño como para conseguir un sostenimiento relativamente continuo.

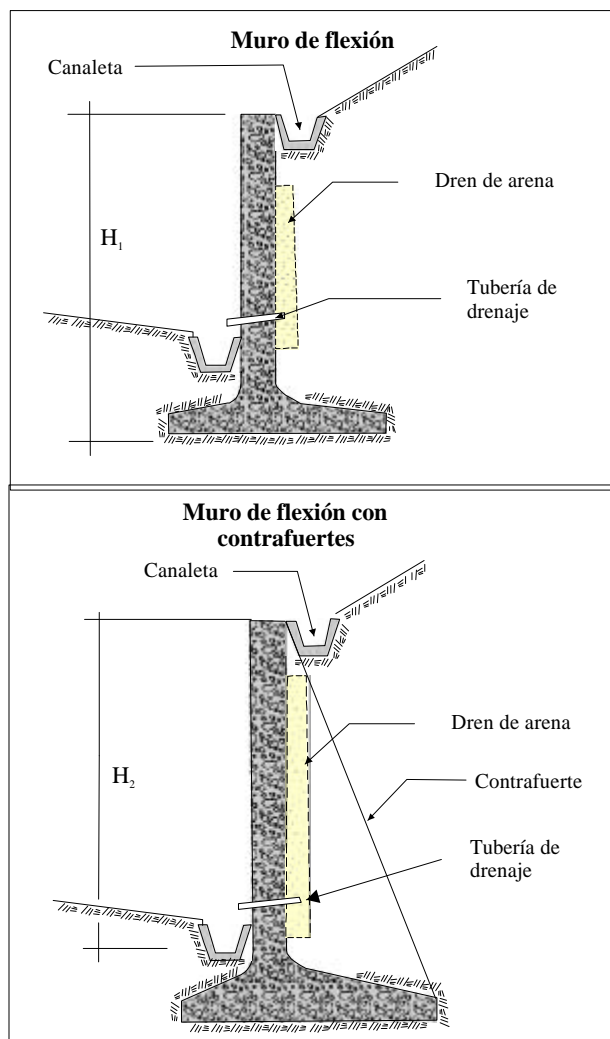


Figura N° 10.20 Muros de concreto armado tipo flexión

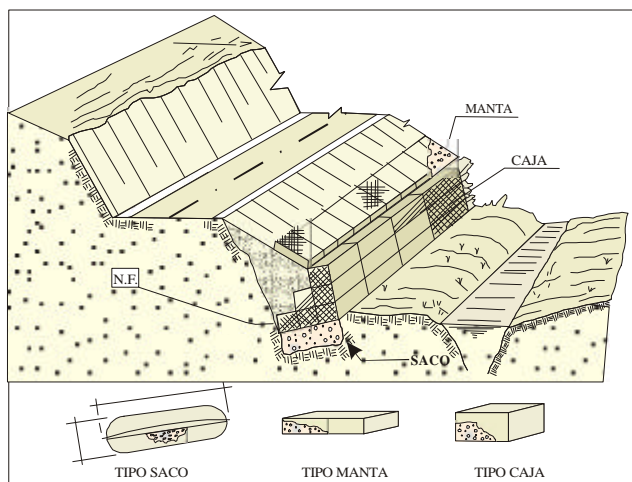


Figura N° 10.21 Gaviones

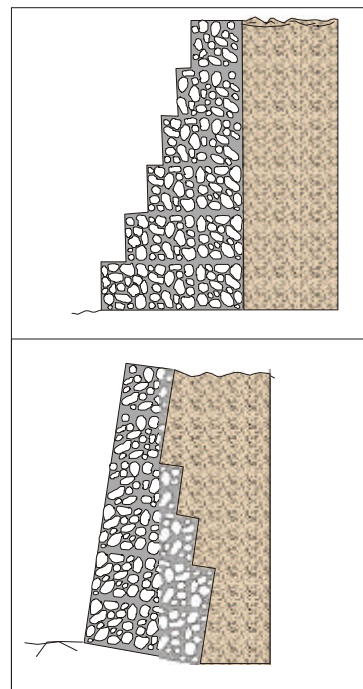


Figura N° 10.22 Muros de gaviones

Su empleo en taludes tiene dos vertientes fundamentales:

- Como sostenimiento de taludes excavados tiene la gran ventaja de que pueden instalarse antes de la excavación.
- Como medida estabilizadora de deslizamientos existentes o potenciales, donde se instalan cerca del pie del talud y presentan las ventajas —frente a los muros de contención— de requerir muy poca excavación y de no afectar significativamente el talud durante su construcción.

Los pilotes presentan el inconveniente de tener un costo elevado. En la estabilización de taludes se emplean generalmente pilotes perforados o de extracción. Los pilotes hincados o de desplazamiento se emplean únicamente para estabilizar los deslizamientos superficiales.

Los pilotes se oponen al deslizamiento mediante la transmisión de esfuerzos a las capas inferiores estables. Por lo tanto, las pantallas de pilotes tienen su principal aplicación en aquellos casos en que existe, a una profundidad no excesiva, un estrato de material estable y competente. Los pilotes empleados en taludes suelen ser de hormigón armado. Cuando los esfuerzos a los que van a ser sometidos son de gran magnitud se puede aumentar su capacidad portante mediante el empleo de secciones combinadas: cilindros metálicos rellenos de hormigón y reforzados con perfiles metálicos, o con grupos de cables y barras de alta resistencia e inyectados a presión. En algunas ocasiones se emplean pilotes pretensados. El diámetro de los pilotes que se emplean en taludes varía entre 40 y 120 cm.

C.4) Muros pantalla

Son muros enterrados de hormigón armado, hormigonados «in situ». Su acción estabilizadora ante los deslizamientos existentes o potenciales es muy similar a la de las pantallas de pilotes (Figura N° 10.23). A diferencia de éstas, los muros pantalla constituyen elementos continuos.

Como medida estabilizadora de taludes tiene su máxima aplicación frente a las pantallas de pilotes cuando el material inestable y el sustrato son de fácil excavación.

Para construir un muro pantalla se excava una trinchera sin entibación, cuyas paredes se mantienen estables gracias a la utilización de lodos bentónicos con los que se rellenan las zanjas a medida que se extrae el detritus de la excavación. Una vez colocados los tubos junta o tubos de encofrado, cuya misión es conseguir una buena junta de hormigonado, y una vez instalada la armadura, se procede al hormigonado a través de un conducto que llega hasta el fondo de la zanja. El hormigón va relleno la excavación, desplazando al mismo tiempo al lodo.

El tamaño del muro depende de las características de la maquinaria y puede alcanzar una profundidad hasta de 40 m. Existen fundamentalmente dos técnicas para la ejecución de la excavación: la excavación con cuchara bivalva y la perforación con circulación inversa.

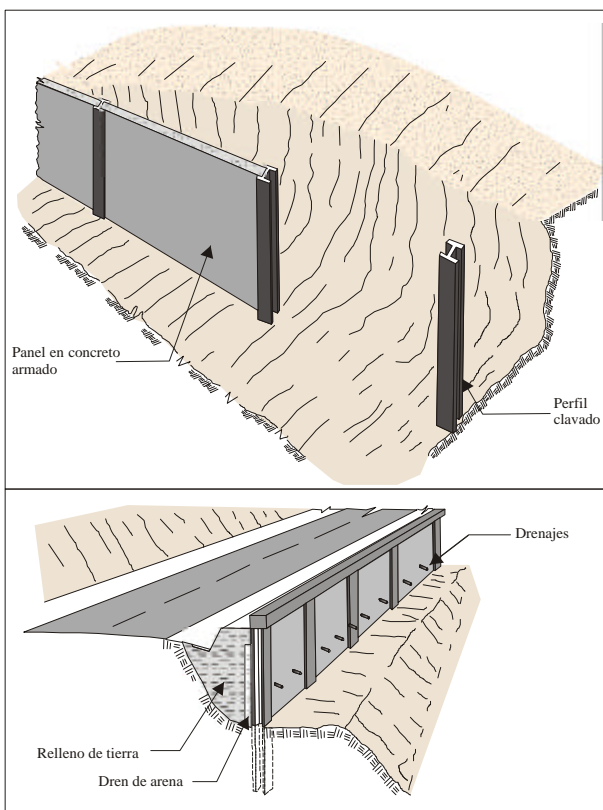


Figura N° 10.23 Ejemplo de muros de pantalla

D) Correcciones superficiales

Las medidas de corrección superficiales se aplican en la superficie de un talud, con una acción que afecta sólo a las capas más superficiales del terreno y tienen fundamentalmente los siguientes fines:

- Evitar o reducir la erosión y meteorización de la superficie del talud.
- Eliminar los problemas derivados de los desprendimientos de rocas en los taludes donde estos predominan.
- Aumentar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales.

Los principales métodos empleados son:

D.1) Mallas de alambre metálico

Se cubre con ellas la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, lo cual es siempre peligroso, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud.

Las mallas de fierro galvanizado retienen los fragmentos sueltos de rocas y conducen los trozos desprendidos hacia una zanja en el pie del talud. Son apropiados cuando el tamaño de roca a caer se encuentra entre 0,60 y 1,00 m.

La malla se puede fijar al talud de varias maneras: siempre en la parte superior del talud o en bermas intermedias. Como sistemas de fijación pueden emplearse bulones, postes introducidos en bloques de hormigón que pueden a su vez ir anclados o simplemente un peso muerto en la parte superior del talud. Durante la instalación se prepara una longitud de malla suficiente para cubrir el talud, con una longitud adicional que es necesaria para la fijación de la malla.

La malla se transporta en rollos hasta el talud, se fija en su parte superior y se desenrolla dejándola caer simplemente, fijándola en la superficie del talud; en la parte final de la malla se suele dejar un metro por encima de la zanja de acumulación de piedras.

D.2) Sembrado de taludes

Mantener una cobertura vegetal en un talud produce indudables efectos beneficiosos, entre los cuales destacan los siguientes:

- Las plantaciones evitan la erosión superficial tanto hídrica como eólica, que puede ocasionar la ruina del talud en el largo plazo.
- La absorción de agua por las raíces de las plantas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.
- Las raíces de las plantas aumentan la resistencia al esfuerzo cortante en la zona del suelo que ocupan.

Para sembrar en taludes se emplean hierbas, arbustos y árboles, privilegiando especies capaces de adaptarse a las condiciones a las que van a estar sometidos (climas, tipo de suelo, presencia de agua, etc.); suelen convenir especies de raíces profundas y de alto grado de transpiración, lo que indica un mayor consumo de agua. Generalmente la colonización vegetal de un talud se hace por etapas, comenzando por la hierba y terminando por los árboles.

Es conveniente no dejar un talud muy plano, sino con salientes que sirvan de soporte, así cuando más tendido sea un talud resultará más fácil que retenga la humedad. Para mantener una cubierta vegetal es mas favorable u terraplén que un desmonte.

Los suelos arenosos y areno-arcillosos son ventajosos para un rápido crecimiento de la hierba. Las arcillas duras son inadecuadas a menos que se añadan aditivos o se are el terreno. Cuando la proporción de limo más arcilla es superior al 20% se puede esperar un crecimiento satisfactorio, pero si es inferior al 5% el establecimiento y mantenimiento de la hierba resultarán difíciles.

Para zonas de flujos y cárcavas

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de flujos.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que cabe destacar:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales contruidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (Figuras 10.24, 10.25, 10.26, 10.27, 10.28, 10.29 y 10.30).
- Zanjias de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ellas (Figuras 10.24 y 10.28), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.

Medidas para el manejo de zonas de cárcavas

- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. Se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjias de infiltración a curvas de nivel con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobrepastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el repoblamiento de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo y evitando la quema de pajonales.

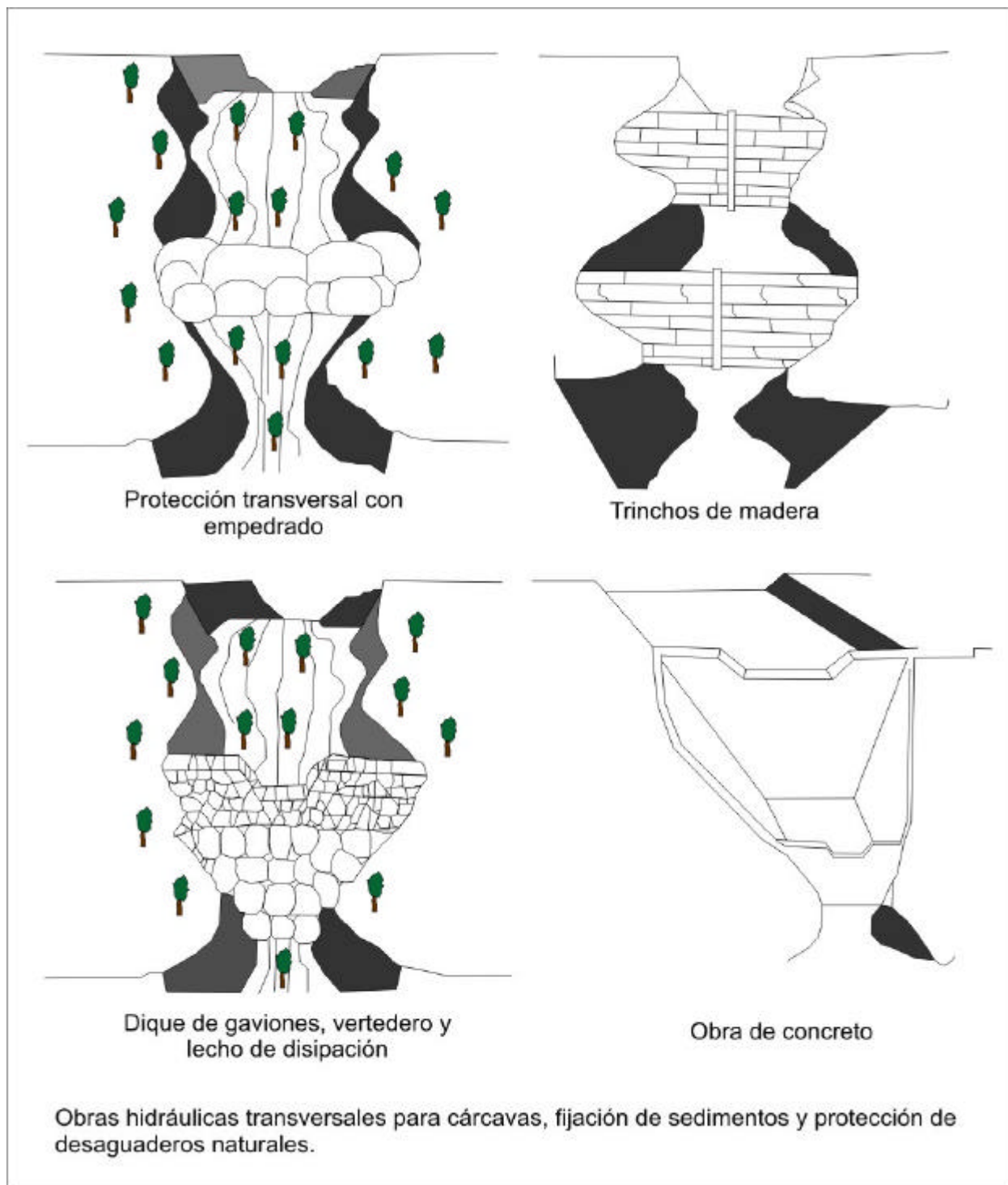


Figura N° 10.24

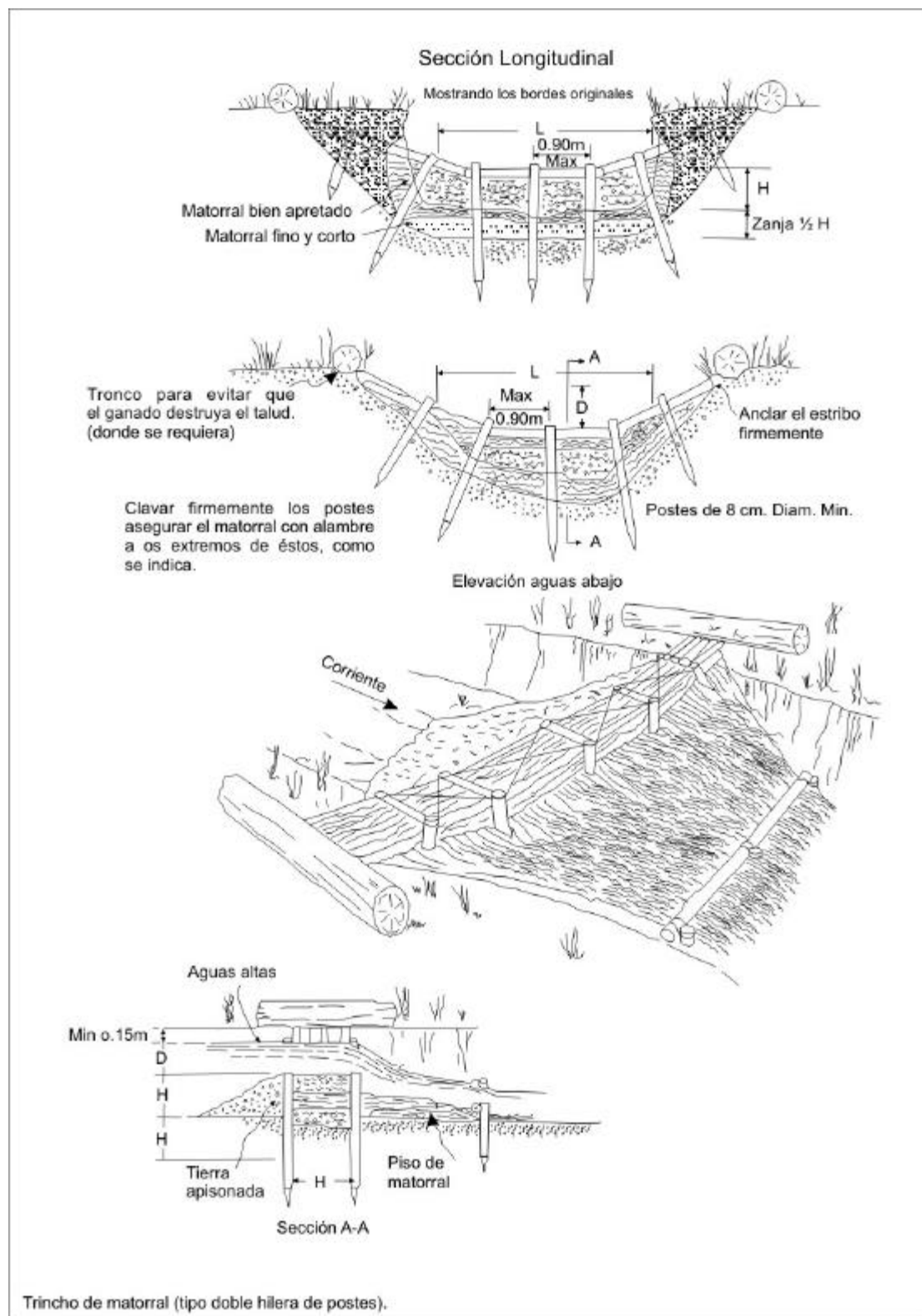


Figura N° 10.25 Trincho de matorral (tipo doble hilera de postes). Adaptado de Valderrama et al. (1964).

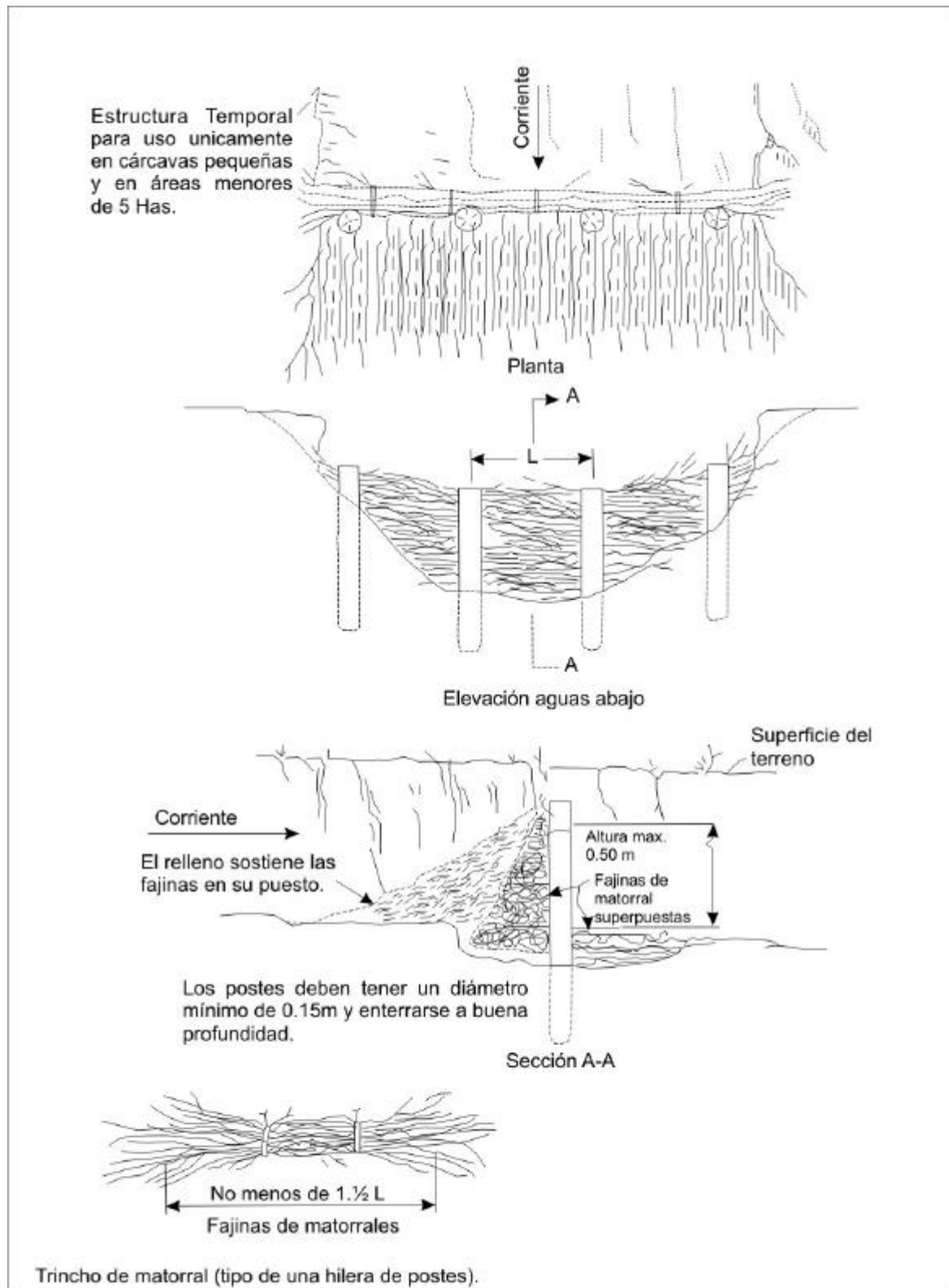


Figura N° 10.26 Trincho de matorral (tipo una hilera de postes). Adaptado de Valderrama et al. (1964).

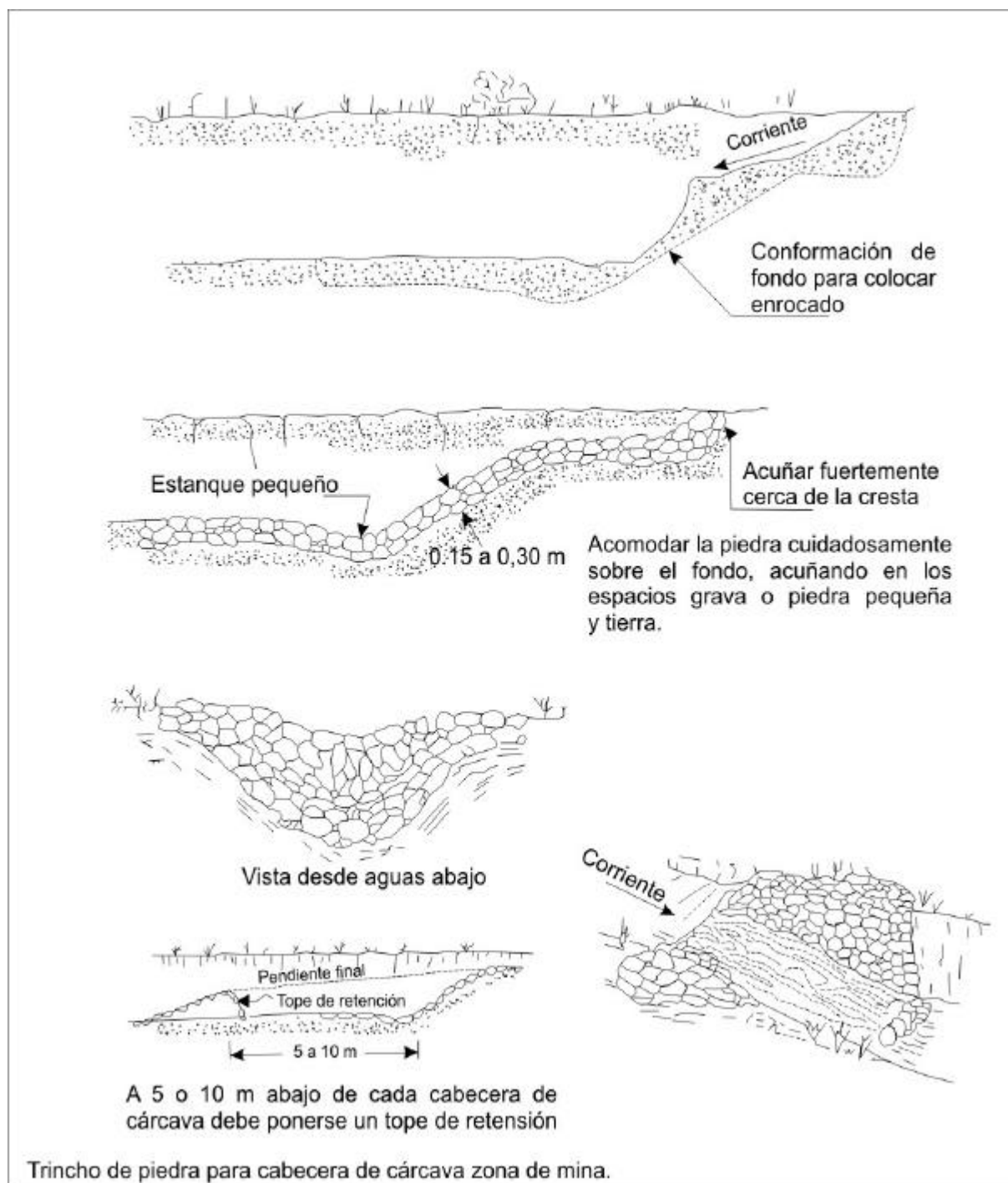


Figura N° 10.27 Trincho de piedra para cabecera de cárcava zona de mina. Adaptado de Valderrama et al. (1964).

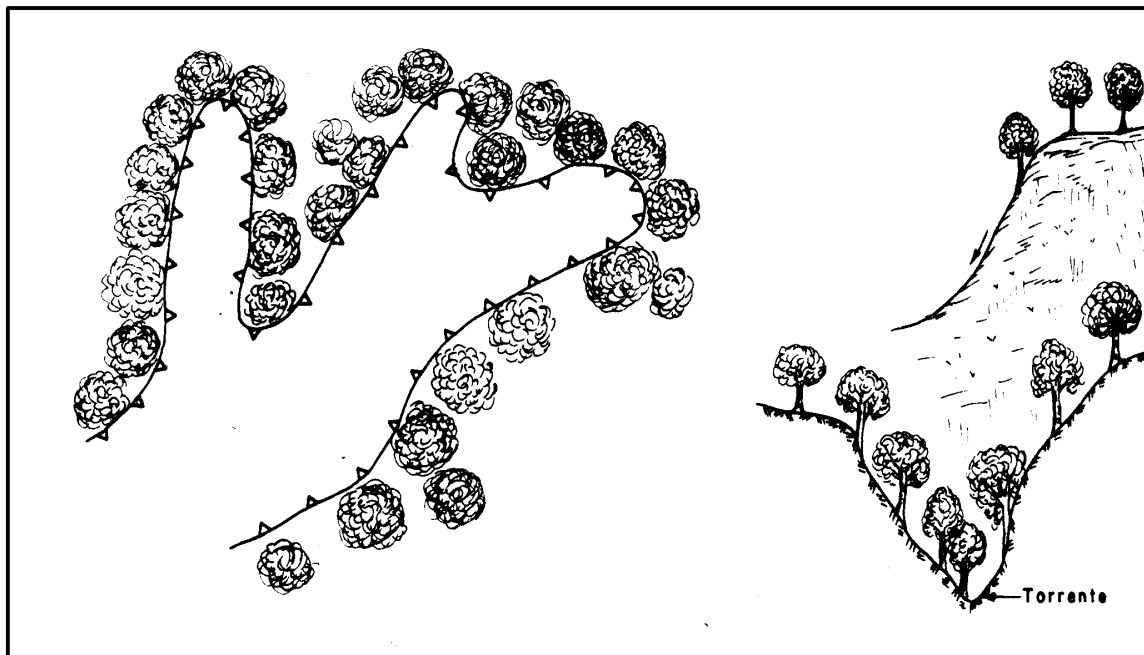


Figura N° 10.28 Procesos de forestación en las cabeceras y márgenes de áreas inestables

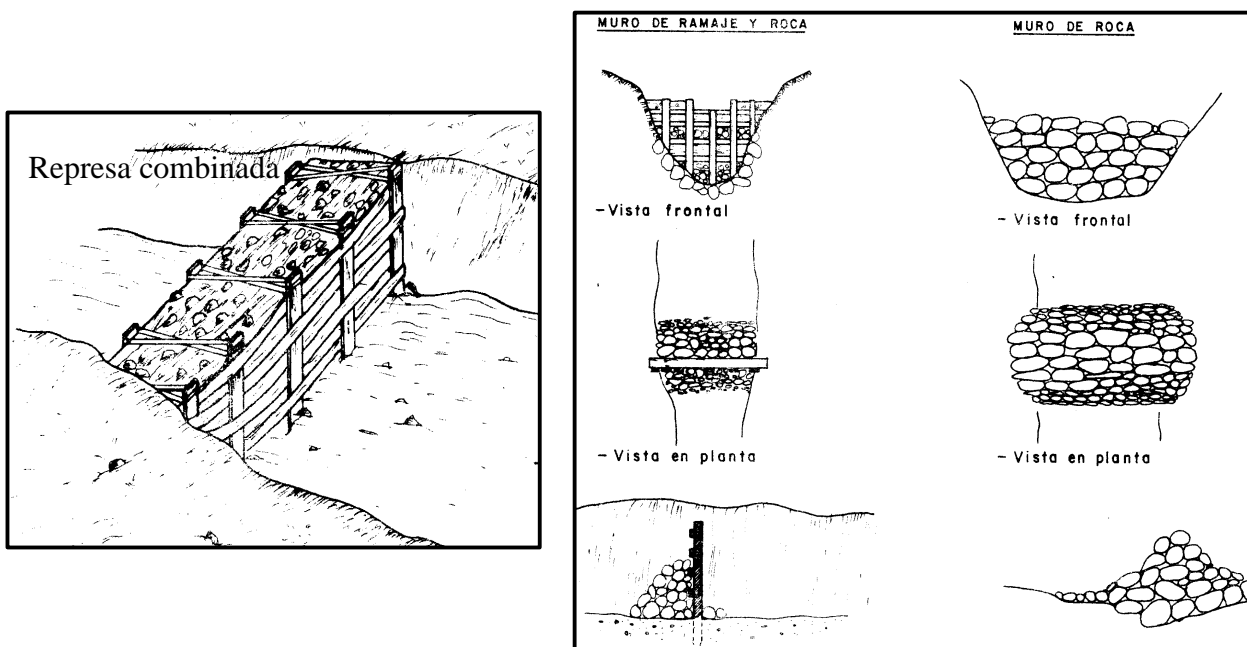


Figura N° 10.29 Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipientes

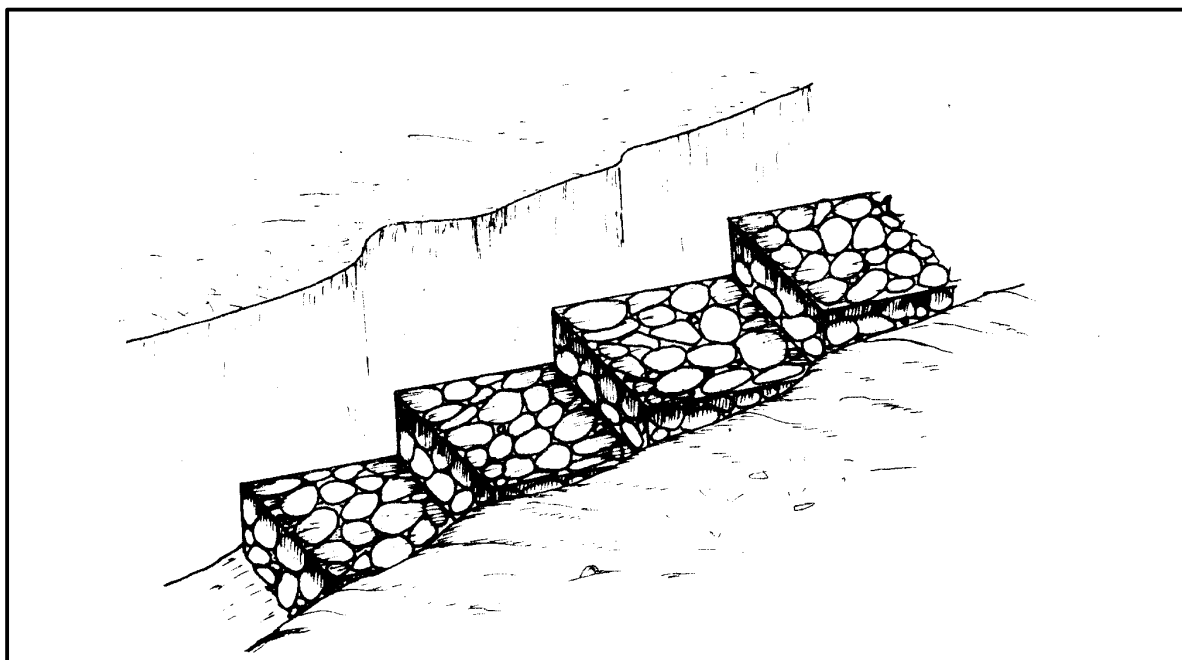


Figura N° 10.30 Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto armado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La región Ucayali se ubica en tres grandes unidades geomorfológicas: la Cordillera Oriental, Faja Subandina y el Llano Amazónico. En la primera y la segunda, los peligros geológicos que predominan son los movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas), y en la tercera los de tipo geohidrológicos (inundaciones y erosiones fluviales).
2. Los ríos que se encuentran en el Llano Amazónico son de tipo meandriformes y se caracterizan por cambiar de curso a través del tiempo, generando erosiones e inundaciones fluviales, como también derrumbes y deslizamientos a causa de las erosiones fluviales. Como ejemplo tenemos el cauce del río Ucayali ha tenido diferentes direcciones a través del tiempo, dando lugar a la formación de lagunas y meandros abandonados, presenta una llanura meándrica amplia que llega a medir hasta 20 km.
3. En la región se ha inventariado un total 478 peligros geológicos, y los predominantes son los geohidrológicos (67%), seguidos por los movimientos en masa (33%). Las inundaciones son los de mayor ocurrencia (168), le siguen las erosiones fluviales (152), los derrumbes (63), los deslizamientos (55), los huaycos (16), la erosión de laderas (13), la caída de rocas (6) y los movimientos complejos (5).
4. Respecto a la geomorfología, las unidades de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa son montañas con laderas de fuerte a moderada pendiente, montañas con laderas estructurales, abanicos proluviales, vertiente de detritos y depósitos de deslizamientos.
5. En el aspecto litológico, las unidades de muy alta y alta susceptibilidad a los movimientos en masa son las rocas intrusivas, conglomerados, areniscas y lodolitas, y lutitas.
6. En el caso de las unidades hidrogeológicas las unidades donde se presentan la mayor cantidad de movimientos en masa son las unidades de acuitardos sedimentarios y los acuitardos intrusivos.
7. Para el análisis de susceptibilidad a los movimientos en masa se usaron los mapas de geomorfología (45%), litología (35%) e hidrogeológico (20%). Como resultado del cruce de mapas se obtuvo el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, el cual nos muestra que las áreas de alto a muy alto grado de susceptibilidad se ubican en el sector oeste de la región.
8. Para realizar el mapa de susceptibilidad a las inundaciones fluviales se usó solo el mapa geomorfológico, por no contar con una cobertura topográfica completa del área. Este mapa nos muestra que las áreas de alta susceptibilidad corresponden a la llanura de inundación (aluvial y meándrica) de ríos y quebradas.
9. Se han reconocido un total de 78 zonas críticas, de las cuales 29 corresponden a erosiones fluviales y 18 a inundaciones fluviales; entre estas la más importante es la erosión fluvial que afectó al puerto de Pucallpa y la inundación de la ciudad de Aguaytía. Hay 31 zonas críticas para los movimientos en masa, y la mayoría se ubica en la zona de la cordillera, especialmente en el sector de La Divisoria a Aguaytía.
10. En la región de Ucayali han ocurrido sismos con intensidades máximas de VI hasta VIII en la escala modificada de Mercalli y con magnitudes de hasta 6,9 ms en la escala de Richter.
11. A partir del análisis de la curva de peligro anual (curva de probabilidad de ocurrencia de aceleraciones máximas y sismos de gran magnitud), se ha establecido que en el Boquerón del Padre Abad se producirá una aceleración de 510 gal con una probabilidad de 0,002%, siendo el periodo medio de retorno del sismo que produce dicha aceleración de 900 años. Es posible que se produzcan aceleraciones del orden de 315 gal con un porcentaje de 0,05% y periodos de retorno de 60 años.
12. Según el factor detonante de sismicidad para un periodo de 30 años se espera una aceleración que oscile entre 110 y 370 gal para un 10% de excedencia. En el caso de 50 años se esperan aceleraciones que varíen de 120 a 400 gal y para un periodo de 100 años varían entre 140 a 460 gal.
13. Los mapas de susceptibilidad servirán para que las autoridades regionales y locales puedan mejorar la planificación urbanística y mejorar la calidad de vida del poblador de la región.

14. La zona de expansión urbana de los sectores de Pucallpa, Curimana, Aguaytía y Purús debería estar orientada hacia el área de lomadas, y no hacia la llanura inundable. Se tiene que respetar la llanura inundable de los ríos, especialmente los de tipo meandriforme.
15. Implementar un programa de reforestación en toda la región Ucayali, para evitar la aceleración y la generación de nuevos fenómenos de movimiento en masa, esto también servirá para evitar la pérdida de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

- AYALA, F.J. (2002). (Madrid) El sofisma de la imprevisibilidad de las inundaciones y la responsabilidad social de los expertos. Un análisis del caso español y sus alternativas. *Boletín Asociación de Geógrafos Españoles*, (33): 79-92.
- AYALA, F.J. (1990) - Análisis de los conceptos fundamentales de riesgos y aplicación a la definición de tipos de mapas de riesgos geológicos. *Boletín Geológico y Minero*, 101(3): 456-467.
- AYALA, F.J. & ANDREU, F., dirs. (2006) - *Manual de ingeniería de taludes*. 1. ed. 2. reimp. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 456 p.
- BERNAL, I. & TAVERA, H. (2002) - *Geodinámica, sismicidad y energía sísmica en Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 63 p.
- CAHILL, T.A. & ISACKS, B.L. (1991) - Seismicity and shape of the subducted. Nazca plate. *Journal of Geophysical Research*, 97(B12): 17503-17529.
- CASAVARDE, L. & VARGAS, J. (1980) - *Zonificación sísmica del Perú*. Lima: Pont. Univ. Católica del Perú, 32 p., PUC Serie Difusión, trabajo presentado en el II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo Resistente, Lima, 1980.
- CASTRO, E., et al. (2001) - Evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa: guía metodológica. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería e Ingeominas, 166 p.
- CESEL INGENIEROS (2005) - *Estudio de factibilidad para la rehabilitación del terminal portuario de Pucallpa, Tercer Informe: Estudio de impacto socio-ambiental*, informe inédito. Lima: CESEL Ingenieros, Preparado para la Dirección General de Transporte Acuático del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- CHORLEY, R.J.; SCHUMM, S.A. & SUGDEN, D.E. (1985) - *Geomorphology*. London and New York: Methuen, 605 p.
- CORPORACIÓN PERUANA DE AEROPUERTOS Y AVIACIÓN COMERCIAL (2007) - *Infraestructura de aeropuertos y/o aeródromos administrados por CORPAC S.A.* (en línea). (Consulta: 12 abril 2007). Disponible en Web: <http://www.corpac.gob.pe/informacion_aeroportuaria/caracteristicas.asp>
- COROMINAS, J. (1988) - Criterios para la confección de mapas de peligrosidad de movimientos de ladera. En: Ayala, F.J.; Durán, J.J. & Peinado, T., eds. *Riesgos Geológicos*, Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, p. 193-201.
- DÁVILA, J. (2006) - *Diccionario geológico bilingüe español-ingles*. Lima, 696 p.
- DE LA CRUZ, J.; LARA, M. & RAYMUNDO, T. (1997) - Geología de los cuadrángulos de San Alejandro, Santa Rosa, Río Nova y Puerto Inca. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 98, 117 p.
- DE LA CRUZ, J.; VALENCIA, M. & BOULANGGER, E. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Aguaytía, Pano y Pozuzo. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 80, 134 p.
- DE LA CRUZ, N.; ZEDANO, J. & ZAPATA, A. (1997) - Geología de los cuadrángulos de San Roque, Río Callería, San Lucas, Pucallpa, Nuevo Utiquiná, Cantagallo y Divisor Yurúa Ucayali. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 102, 155 p.
- DUQUE, E.G. & ESCOBAR, C.E. (2001) - *Manual de geología para ingenieros* (en línea). Disponible en Web: <<http://www.geocities.com/manualgeo>>
- GARZÓN, G. (1985) - Las avenidas como fenómeno geológico. En: Ayala, F.J., ed. *Geología y prevención de daños por inundaciones*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, p. 5-53.
- GODESKY, M. (2006) - Mapas de peligrosidad por inundaciones en los Estados Unidos. En: Díez Herrero, A., et al., eds. *Mapas de peligrosidad de avenidas e inundaciones*:

- métodos, experiencias y aplicación*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, p. 27-39, Medio Ambiente. Riesgos Geológicos, 7.
- GONZÁLEZ, A. & MILLÁN, J. (1999) - Procedimiento para la evaluación de la amenaza por fenómenos de remoción en masa en Santafé de Bogotá-Colombia. En: Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, 11, Foz de Iguazu, Brasil 1999, *Memorias*. Brasília: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica.
- GUZMÁN, A. & NUÑEZ, S. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Masisea, Huarimán, Iparia, Noaya, Sempaya y Cumaria. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 114, 143 p.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (2001) - *Geomorfología y susceptibilidad a la inundación del valle fluvial del Magdalena: Sector Barrancabermeja – Bocas de Ceniza* (en línea). Bogotá: IDEAM, Subdirección de Geomorfología y Suelos, 68 p. Disponible en Web: <<http://www.ideam.gov.co/publica/RioMagdalena/geomagdalena2.pdf>>
- INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ (2004) - *Catálogo sísmico preliminar para el período 1900-2004: sismología, datos de intensidades sísmicas* (CD-ROM). Lima: Instituto Geofísico del Perú, Centro Nacional de Datos Geofísicos.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1997) - Álbum de mapas de zonificación de riesgos fisiográficos y climatológicos del Perú, memoria descriptiva. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 17, 142 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (1995-2006) - *Estadísticas de emergencias* (en línea). Lima: INDECI. (Consulta: mayo 2007). Disponible en Web: <http://www.indeci.gob.pe/estadisticas/banco_datos.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2002) - *Compendio estadístico de emergencias 2001* (en línea). Lima: INDECI. (Consulta: mayo 2007). Disponible en Web: <http://www.indeci.gob.pe/compend_estad/comp_estad2001.htm>
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2003) - *Compendio estadístico del SINADECI 2002*. Lima: INDECI, 359 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (2006) - *Compendio estadístico de prevención y atención de desastres 2005*. Lima: INDECI, 512 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2005) - *Perú: compendio estadístico 2005*. Lima: INEI, 1022 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2005) - *Banco de información distrital* (en línea). Lima: INEI. (Consulta: mayo 2007). Disponible en Web: <<http://www.inei.gob.pe>>; <<http://www.desa.inei.gob.pe/mapas/bid/>>
- JAÉN, H.; VARGAS, L. & ORTIZ, G. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Bolognesi y Puntijao. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 104, 161 p.
- KALLIOLA, R.; SALO, J. & MÄKINEN, Y. (1987) - Regeneración natural de selvas en la Amazonía Peruana 1: dinámica fluvial y sucesión ribereña. *Memorias Museo de Historia Natural «Javier Prado»*, 19a: 1-102.
- KALLIOLA, R. & PUHAKKA, M. (1993) - Geografía de la selva baja peruana. En: Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danjoy, W., eds. *Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Jyväskylä: Proyecto Amazonía, Universidad de Turku y ONERN, p. 9-20
- KUROIWA, J. (2002) - *Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima: Quebecor World Peru, 429 p.
- LAGESA-C.F.G.S. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Obenteni y Atalaya. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 95, 163 p.
- LEUREYRO, J.; MACHARÉ, J. & SEBRIER, M. (1991) - Actualización del mapa neotectónico del Perú a escala 1:2'000,000. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima, 1991, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, t. 1, p. 23-28.
- LEWIN J. & MANTON, M.M.M. (1975) - Welsh floodplain studies: the nature of floodplain geometry. *Journal of Hydrology*, 25(1-2): 37-50.
- LIPA, V.; ZEDANO, J. & TICONA, P. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Palestina, Curanjillo, Puerto Esperanza, Río Curanja, Balta, José Gálvez, Alerta, Río Cocama y Río Yaco. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 108, 125 p.
- LLORENTE, M. DÍEZ HERRERO, A. & LAIN, L. (2006)- La experiencia del IGME en cartografía de peligrosidad de

- avenidas torrenciales e inundaciones: de Casiano de Prado a PRIGEO. En: Díez Herrero, A., et al., eds. *Mapas de peligrosidad de avenidas e inundaciones: métodos, experiencias y aplicación*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, p. 41-63, Medio Ambiente. Riesgos Geológicos, 7.
- MCGUIRE, R.K. (1976) - Fortran computer program for seismic risk analysis. U.S. Geological Survey, Open-File Report 76-0067, p. 68.
- MAFE MAR (2003) - *Condiciones de estabilidad geológica de las instalaciones de Maple Gas en la margen izquierda del río Ucayali al costado S.E. de Pucallpa, estudio geológico-geotécnico*, informe inédito. Pucallpa: Mafe Mar.
- MARTÍNEZ, W.; VALDIVIA, E. & SÁNCHEZ, J. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Nuevo Edén y Puerto Bolívar. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 93, 253 p.
- MARTÍNEZ, W.; VALDIVIA, E. & CUYUBAMBA, V. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Aucayacu, Río Santa Ana y Tingo María. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 112, 204 p.
- MAYORGA, R. (2005) - Determinación de umbrales de lluvia detonante de deslizamientos en Colombia. Revista Meteorología Colombiana N° 7, Resúmenes, Universidad Nacional de Colombia, Sitio electrónico: www.geociencias.unal.edu.co/Met/met7art7.html - 13k
- MEDINA, J. (1991) - *Fenómenos geodinámicos: estudio y medidas de tratamiento*. Lima: Tecnología Intermedia ITDG, 87 p.
- MORA, S. & VAHRSON, W.G. (1993) - Determinación a priori de la amenaza de deslizamientos utilizando indicadores morfodinámicos. *Rev. Tecnología ICE*, 3(1): 32-42
- NACIONES UNIDAS (1976) - *Directrices para la prevención de desastres. Volumen 2: Medidas de construcción para minimizar el efecto de los desastres*. Ginebra: Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastres (UNDRO), 69 p.
- OEA & USAID (1993) - *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado*. Washington, D.C.: Dpto. Desarrollo Regional y Medio Ambiente, OEA y USAID, 569 p. Disponible en Web: <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/begin.htm>
- SALAZAR, A. & MARTÍN-SERRANO, A. (2004) - Los procesos geodinámicos en la cartografía geomorfológica a escala 1:50,000 del IGME. En: Benito, G. & Díez Herrero, A., eds. *Contribuciones recientes sobre geomorfología*. Madrid: CSIC-Centro de Ciencias Medioambientales, p. 31-39.
- SANTACANA, N. (2001) - *Análisis de la susceptibilidad del terreno a la formación de deslizamientos superficiales y grandes deslizamientos mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Aplicación a la cuenca alta del río Llobregat*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. También disponible en Web: <http://www.tdcat.cesca.es/TDCat-0713101-113341/>
- SCHUMM, S.A. (1977) - Applied fluvial geomorphology. En: Hails, J.R., ed. *Applied geomorphology*. Ámsterdam: Elsevier, p. 119-156.
- SÉBRIER, M., et al. (1982) - *Observaciones acerca de la neotectónica del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 107 p.
- SERVICIO DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN DE LA AMAZONÍA (2004) - *Variaciones morfológicas del río Ucayali en las inmediaciones de la ciudad de Pucallpa, informe técnico*. Pucallpa: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, 5 p.
- SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES (2004) - *Memoria técnica para el mapa de susceptibilidad de deslizamientos de tierra en El Salvador* (en línea). San Salvador: SNET, 18 p. (Consulta: mayo 2007). Disponible en Web: <http://www.snet.gob.sv/Documentos/SusceptMovMasa-ES-SNET-2004.pdf>
- SILGADO, E. (1978) - Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). *Instituto de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 3, 130 p.
- SUÁREZ, J. (1998) - *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga: Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos, Universidad Industrial de Santander, 548 p.
- TAPIA, G. & LÓPEZ, J. (2001) - Mapeo geomorfológico analítico de la porción central de la Cuenca de México: unidades morfogenéticas a escala 1:100,000. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 19(1): 50-65.
- TAVERA, H. & BUFORN, E. (1998) - Sismicidad y sismotectónica de Perú. En: Udías, A. & Buforn, E., eds. *Sismicidad y*

sismotectónica de América del Centro y Sur. Madrid: Univ. Complutense, p. 187-219, Física de la Tierra, 10.

TAVERA, H. & BUFORN, E. (2001) - Source mechanism of earthquakes in Peru. *Journal of Seismology*, 5(4): 519-539

VALDERRAMA, L., et al. (1964) - *Reconocimiento forestal del departamento de Cundinamarca*. Bogotá: Departamento Agrológico, IGAC.

VALENZUELA, G. & ZAVALA, B. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Puerto Putaya, Río Shahuinto, Jacaya, Santa Rosa, Río Breu, Parantari, Breu y Río Piquiyacu. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 109, 137 p.

VARNES, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., *Landslides: analysis and control*. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.

VELÁSQUEZ, E. & ASTÉ, J.P. (1995) - Algunas bases para la concepción de escenarios de riesgo asociados a fenómenos de inestabilidad. *Revista INGEOMINAS*, (7):1-17.

VELÁSQUEZ, F.; ARAUJO, V. & LÓPEZ, D. (2003) - *Evolución del curso del río Ucayali-meandro Pucallpa- y los efectos de la erosión y sedimentación sobre las instalaciones*

industriales, portuarias y zona urbana de Pucallpa. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, Instituto de Investigación de Recursos Naturales, 92 p.

VILLOTA, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

ZAMUDIO, Y. & TAVERA, H. (2004) - Análisis temporal de la actividad sísmica en el sur del Perú y sus implicancias tectónicas. En: Congreso Peruano de Geología, 12, Lima, 2004, *Resúmenes extendidos*, Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 328-331.

ZÁRATE, H.; GALDOS, J. & GELDRES, M. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Sepahua, Miaria, Unión, Quirigueti, Camisea y Río Cashpajali. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 125, 203 p.

ZAVALA, B. & VILCHEZ, M. (2006) - Riesgos geológicos en la Región Huánuco. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica*, 34, 174 p.

ZAVALA, B. (2005) - *Evaluación del riesgo por peligro inminente debido a la erosión fluvial en la ribera adyacente a la ciudad de Pucallpa (Provincia Coronel Portillo, Departamento de Ucayali)*, informe inédito. Lima: INGENMET, 54 p.



Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

Av. Canadá 1470, San Borja, Lima 41, Perú

Teléfono: 051-1-618-9800

Fax: 051-1-225-3063 / 051-1-225-4540

[http: www.ingemmet.gob.pe](http://www.ingemmet.gob.pe)

e-mail: informaciongeocientifica@ingemmet.gob.pe