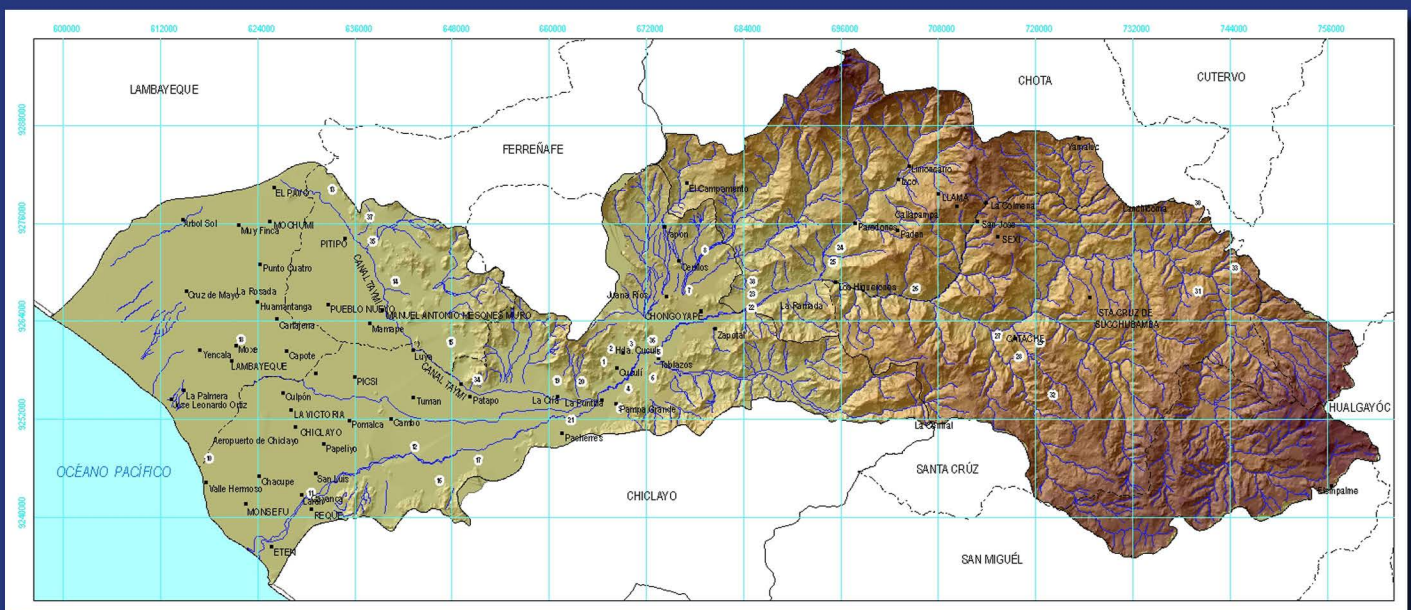


# Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Chancay-Lambayeque

Boletín N° 33 Serie C  
Geodinámica e Ingeniería Geológica



Por:

Segundo Núñez Juárez  
Sandra Villacorta Chambi  
Jorge Chira Fernández  
Raymond Rivera Cornejo



Dirección de Geología Ambiental

*Institución Geocientífica al Servicio del País*

Lima-Perú  
2006

# Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Chancay-Lambayeque

Boletín N° 33 Serie C

Geodinámica e Ingeniería Geológica



Por:

**Segundo Núñez Juárez**

**Sandra Villacorta Chambi**

**Jorge Chira Fernández**

**Raymond Rivera Cornejo**



Dirección de Geología Ambiental

*Institución Geocientífica al Servicio del País*

**Lima-Perú  
2006**

## **GEODINÁMICA E INGENIERÍA GEOLÓGICA**

N° 33, Serie C, 2006

Hecho el Depósito Legal N° 2006-5288

Razón Social: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima-Perú

Primera Edición, INGENMET 2006

Se terminó de imprimir el 10 de julio del año 2006  
en los talleres de INGENMET

© **INGEMMET**

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Ing. Víctor Lay Biancardi

Director Ejecutivo: Dr. José Macharé Ordóñez

Director Geocientífico: Dr. Víctor Carlotto Caillaux

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

Unidad encargada de edición:

Oficina de Relaciones Institucionales y Cooperación

Corrección Geocientífica: Lionel Fidel, Víctor Carlotto, Nicole Bernex, Jorge Merino

Digitalización y SIG: Samuel Lu y César Egocheaga

Corrección gramatical y de estilo: Jorge Reyes V.

Diagramación: Sonia Bermúdez Lozano

### **Referencia bibliográfica**

Núñez S., Villacorta S., Chira J. & Rivera R., 2006.

Estudio Geoambiental de la Cuenca Chancay-Lambayeque

INGEMMET, Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica.

N° 33, 139p., 10 mapas escala 1:150 000.

Portada: Área geográfica cubierta por el estudio

# CONTENIDO

RESUMEN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
INTRODUCCIÓN .....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
ASPECTOS GEOGRÁFICOS, CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA .....	5
<b>CAPÍTULO III</b>	
ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	11
<b>CAPÍTULO IV</b>	
ASPECTOS LITOLÓGICOS.....	16
<b>CAPÍTULO V</b>	
HIDROGEOLOGÍA.....	21
Fluquer Peña	
<b>CAPÍTULO VI</b>	
PELIGROS NATURALES.....	25
<b>CAPÍTULO VII</b>	
ECOLOGÍA.....	63
<b>CAPÍTULO VIII</b>	
OCUPACIÓN DEL SUELO.....	65
<b>CAPÍTULO IX</b>	
IMPACTOS PRODUCIDOS POR ACTIVIDADES HUMANAS.....	67
<b>CAPÍTULO X</b>	
CALIDAD DE AGUAS.....	78
Jorge Chira & Raymond Rivera	
<b>CAPÍTULO XI</b>	
SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA.....	111
<b>CAPÍTULO XII</b>	
PROBLEMÁTICA SOCIAL.....	123
<b>CAPÍTULO XIII</b>	
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	125
CONCLUSIONES.....	129
RECOMENDACIONES.....	130
BIBLIOGRAFÍA.....	131



## RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

### Mapas

Mapa N° 1	Geomorfológico	Escala 1:150,000
Mapa N° 2	Pendientes	Escala 1:150,000
Mapa N° 3	Hidrogeológico	Escala 1:150,000
Mapa N° 4	Litológico	Escala 1:150,000
Mapa N° 5	Peligros geológicos e hidrometeorológicos	Escala 1:150,000
Mapa N° 6	Ocupación del suelo	Escala 1:150,000
Mapa N° 7	Susceptibilidad a movimientos en masa	Escala 1:150,000
Mapa N° 8	Amenaza a movimientos en masa	Escala 1:150,000
Mapa N° 9	Susceptibilidad a inundaciones	Escala 1:150,000
Mapa N° 10	Mapa de zonas críticas	Escala 1:420,000

### Figuras

Figura N° 2.1	Ubicación de la cuenca Chancay-Lambayeque.
Figura N° 2.2	Precipitaciones acumuladas durante del fenómeno El Niño del año 1997/1998.
Figura N° 6.1	Mapa de líneas isosistas del terremoto del norte del Perú del 24 de julio de 1912.
Figura N° 6.2	Mapa de distribución de máximas intensidades.
Figura N° 6.3	Mapa de distribución de sismicidad del Perú y perfil sísmico.
Figura N° 6.4	Mapa de zonificación sísmica del Perú.
Figura N° 6.5	Mapa de distribución de isoaceleraciones para un 10% de excedencia de 30 años.
Figura N° 6.6	Mapa de distribución de isoaceleraciones para un 10% de excedencia de 50 años.
Figura N° 6.7	Mapa de distribución de isoaceleraciones para un 10% de excedencia de 100 años.
Figura N° 6.8	Curva de peligro anual Cascadén.
Figura N° 10.1a	Ubicación de muestras de agua.
Figura N° 10.1b	Ubicación de muestras de sedimentos.
Figura N° 10.1	Cr en aguas - Cuenca Alta.
Figura N° 10.2	Hg en aguas - Cuenca Alta.
Figura N° 10.3	pH en aguas- Cuenca Alta.
Figura N° 10.4	Sulfatos en aguas-Cuenca Alta.
Figura N° 10.5	As en aguas - Cuenca Alta.

Figura Nº 10.6	Cd en aguas - Cuenca Alta.
Figura Nº 10.7	Pb en aguas - Cuenca Alta.
Figura Nº 10.8	Zn en aguas - Cuenca Alta.
Figura Nº 10.9	Cu en aguas - Cuenca Alta.
Figura Nº10.10	Fe en aguas - Cuenca Alta.
Figura Nº10.11	Ni en aguas- Cuenca Alta.
Figura Nº 10.12	Cd en aguas- Cuenca Media.
Figura Nº 10.13	Hg en aguas- Cuenca Media.
Figura Nº 10.14	Sulfatos en aguas-Cuenca Media.
Figura Nº 10.15	pH en aguas-Cuenca Media.
Figura Nº 10.16	As en aguas - Cuenca Media.
Figura Nº 10.17	Cr en aguas - Cuenca Media
Figura Nº 10.18	Ni en aguas - Cuenca Media.
Figura Nº 10.19	Pb en aguas - Cuenca Media.
Figura Nº 10.20	Cu en aguas - Cuenca Media.
Figura Nº 10.21	Zn en aguas - Cuenca Media.
Figura Nº 10.22	Fe en aguas - Cuenca Media.
Figura Nº 10.23	pH en aguas- Cuenca Baja.
Figura Nº 10.24	Sulfatos en aguas- Cuenca Baja
Figura Nº10.25	Hg en aguas-Cuenca Baja
Figura Nº10.26	Cd en aguas - Cuenca Baja.
Figura Nº10.27	Cr en aguas - Cuenca Baja.
Figura Nº10.28	Pb en aguas - Cuenca Baja.
Figura Nº10.29	Zn en aguas - Cuenca Baja.
Figura Nº10.30	As en aguas - Cuenca Baja.
Figura Nº10.31	Cu en aguas- Cuenca Baja.
Figura Nº10.32	Fe en aguas- Cuenca Baja.
Figura Nº10.33	Ni en aguas-Cuenca Baja.
Figura Nº10.34	Cd en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura Nº10.35	Pb en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura Nº10.36	Zn en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura Nº10.37	Hg en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura Nº10.38	Fe en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura Nº10.39	Mn en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura Nº10.40	As en sedimentos – Cuenca Alta.

#### IV

Figura N°10.41	Cu en sedimentos – Cuenca Alta.
Figura N°10.42	Cd en sedimentos–Cuenca Media.
Figura N°10.43	Cu en sedimentos– Cuenca Media.
Figura N°10.46	Zn en sedimentos – Cuenca Media.
Figura N°10.47	Fe en sedimentos – Cuenca Media.
Figura N°10.48	Mn en sedimentos – Cuenca Media.
Figura N°10.49	As en sedimentos– Cuenca Media.

#### **Gráficos**

Grafico N° 2.1	Población de la cuenca a nivel provincial.
Gráfico N° 2.2	Descargas del río Chancay durante los fenómenos de El Niño 1982/1983, 1997/1998 y año normal expresado en m <sup>3</sup> /s.
Grafico N° 2.3	Volúmenes registrados durante los años 2002, 2003, 2004 y parte 2005.
Grafico N° 6.1	Distribución de los peligros geológicos e hidrometeorológicos que afectan a la cuenca.
Grafico N° 6.2	Distribución de los movimientos en masa en la cuenca.
Grafico N° 6.3	Principales causas de ocurrencia de movimientos en masa.
Grafico N° 6.4	Porcentaje de huaycos con respecto a precipitaciones acumuladas.
Grafico N° 6.5	Porcentaje de ocurrencias de caídas con respecto al tipo de roca.
Grafico N° 6.6	Porcentaje de ocurrencias de erosión de laderas con respecto al tipo de roca.

#### **Relación de cuadros**

Cuadro N° 2.1	Descargas del río Chancay- Lambayeque estación Raca Rumi (m <sup>3</sup> /s).
Cuadro N° 5.1	Características hidrogeológicas de la cuenca chancay Lambayeque.
Cuadro N° 6.1	Cronología y relato histórico de principales peligros geológicos.
Cuadro N° 6.2	Descripción de los principales deslizamientos ocurridos en la cuenca.
Cuadro N° 6.3	Principales huaycos que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.4	Principales flujos de lodo que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.5	Principales flujos de arena que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.6	Principales inundación de detritos que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.7	Principales caídas de rocas que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.8	Principales derrumbes que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.9	Principales movimientos complejos que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.10	Principales arenamientos ubicados en la cuenca.
Cuadro N° 6.11	Principales erosiones en cárcavas que ocurren en la cuenca.

Cuadro N° 6.12	Principales inundaciones que ocurren en la cuenca.
Cuadro N° 6.13	Principales erosiones fluviales ubicadas en la cuenca.
Cuadro N° 6.14	Erosiones marinas ubicadas en la cuenca.
Cuadro N° 6.15	Descripción de los datos macrosísmicos ocurridos en la región de estudio.
Cuadro N° 9.1	Principales botaderos de basura localizados en la cuenca.
Cuadro N° 9.2	Generación de residuos sólidos.
Cuadro N° 10.1	Sectores de muestreo y sus respectivas corrientes involucradas.
Cuadro N° 11.1	Variables y porcentajes
Cuadro N° 11.2	Valoración del tipo de pendiente.
Cuadro N° 11.3	Valoración de las unidades litológicas.
Cuadro N° 11.4	Valoración de las unidades geomorfológicas.
Cuadro N° 11.5	Valoración de las unidades hidrogeológicas.
Cuadro N° 11.6	Valoración del ocupación del suelos.
Cuadro N° 11.7	Valores asignados a las pendientes de los terrenos.
Cuadro N° 11.8	Valores asignados a las unidades geomorfológicos.
Cuadro N° 11.9	Valores asignados a las unidades de ocupación de suelos.
Cuadro N° 11.10	Zonas críticas de la cuenca Chancay-Lambayeque.

### **Relación de tablas**

Tabla N° 10.1	Resumen de Calidad del Agua Superficial de la Cuenca Alta del río Chancay- Lambayeque.
Tabla N° 10.2	Resumen de Calidad del Agua Superficial de la Cuenca Media del río Chancay- Lambayeque.
Tabla N° 10.3	Resumen de Calidad del Agua Superficial de la Cuenca Baja del río Chancay- Lambayeque.
Tabla N° 10.4	Análisis de metales en sedimentos - Cuenca Alta río Chancay-Lambayeque.
Tabla N° 10.5	Análisis de metales en sedimentos - Cuenca Media río Chancay-Lambayeque.
Tabla N° 10.6	Límites de detección para la determinación de metales en aguas por ICP.
Tabla N° 10.7	Límites de calidad de aguas.
Tabla N° 10.8	Límites máximos permisibles en sedimentos.
Tabla N° 10.9	Muestras de agua que exceden los límites de calidad de agua - Cuenca Alta.
Tabla N° 10.10	Resumen de calidad del agua superficial de la cuenca media del río Chancay- Lambayeque.
Tabla N° 10.11	Muestras de agua que exceden los límites de calidad de agua - cuenca baja.
Tabla N° 10.12	Muestras de sedimento que superan LMP - Cuenca Chancay-Lambayeque.





## RESUMEN

En este estudio se evalúan las condiciones geoambientales de la cuenca Chancay-Lambayeque, con el objetivo de lograr una visión general que permita contribuir con el manejo integral de la cuenca por parte de las autoridades regionales de Cajamarca y Lambayeque, en términos de prevención de desastres y manejo ambiental.

El inventario y estudio de los peligros geológicos ha demostrado la intensa actividad geodinámica que presenta la cuenca. Así, en la parte alta y media los fenómenos más frecuentes son los derrumbes, deslizamientos y erosión de laderas. En la cuenca baja, a nivel del litoral se han registrado procesos de arenamiento, mientras que a lo largo del río Reque y parte del Chancay, se han producido inundaciones, erosión fluvial y huaycos. Asimismo, se han localizado en toda la cuenca flujos de lodo, huaycos, derrumbes y caída de rocas asociados al fenómeno El Niño.

Los sectores más afectados por los peligros geológicos son Reque, Chongoyape y Monsefú por inundaciones fluviales; Catache, Tongod, Chugur y La Esperanza por deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas; Utiyacu, Sexi y Santa Cruz por erosión de laderas y deslizamientos; y Pulán, Ninabamba y Chancay-Baños por deslizamientos, erosión de laderas y flujos. La infraestructura afectada por estos fenómenos han sido las carreteras, canales de drenaje y terrenos de cultivo.

En lo que se refiere a condiciones ambientales, se ha observado que no hay un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, existiendo sólo botaderos de basura. De otro lado, es común la ocurrencia de actividades de deforestación, así como salinización de los suelos a causa de la actividad agrícola.

El muestreo geoquímico sistemático ha permitido demostrar que las concentraciones de metales en las aguas de la cuenca no sobrepasan los límites de calidad establecidos por la Ley General de Aguas, lo que indica que en la actualidad la calidad de las aguas no está afectada por elementos metálicos, salvo dos casos puntuales en las cercanías al área de Tantahuatay por la presencia de pasivos ambientales antiguos. Consecuentemente su aptitud para consumo doméstico y agropecuario depende de los niveles de contaminación agropecuaria como el uso de plaguicidas, pesticidas y algunos desechos urbanos. Se ha encontrado también algunos valores anómalos en los sedimentos del sector La Zanja, atribuidos a una contaminación natural por la presencia de mineralización en las rocas.

Se ha preparado un análisis de la susceptibilidad de la cuenca a los movimientos en masa, con la finalidad de dar a las autoridades regionales un mapa con delimitación de las áreas propensas a peligros geológicos, habiéndose delimitado 38 zonas críticas de las cuales se da detalles en el estudio.

En los aspectos sociales, se está desarrollando una nueva forma de comunicación con las comunidades, esta vez a través de charlas y actividades en las que participan directamente los pobladores y las autoridades de la región, para tomar conocimiento de los trabajos de investigación que desarrolla INGEMMET y la utilidad de sus resultados para lograr una mejor convivencia con el medio ambiente y los peligros geológicos propios de la región.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### ANTECEDENTES

La cuenca Chancay-Lambayeque es una de las más extensas de la costa peruana y la primera en tener en 1992 una Autoridad Autónoma (DL 653, 1991-Ley de Creación de las Autoridades Autónomas de Cuencas Hidrográficas) y a elaborar un Plan Maestro para fines de gestión.

Asimismo, esta cuenca ha sufrido y sufre constantemente daños por desastres naturales, especialmente durante la ocurrencia del fenómeno El Niño. De un lado, en ella se localizan importantes prospectos de exploración minera y grandes obras hidráulicas como el reservorio de Tinajones. De otro lado, se desarrolla actividad turística destacable, por la presencia de centros arqueológicos como Sipán y Sicán.

Vale destacar que, al igual que en otras cuencas, existen situaciones no deseadas, como el actual conflicto social entre la minería y la población, que desató fuertes incidentes, como la toma del campamento La Zanja y que genera desconfianza hacia la comunidad científica y a la inversión.

Estos temas, hacen necesario un exhaustivo análisis general de la cuenca Chancay-Lambayeque, por lo que el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET, planteó la realización del «Estudio Geoambiental de la cuenca Chancay-Lambayeque» para generar información geoambiental detallada, y así contribuir con el manejo integral de la cuenca y el desarrollo sostenible de la región.

El estudio estuvo a cargo de geólogos de la Dirección de Geología Ambiental, quienes realizaron trabajos de evaluación e inventario de peligros naturales, registro de daños y efectos causados por tales fenómenos. Geólogos de la Dirección de Geología Económica y Prospección Minera realizaron por su parte el muestreo geoquímico de agua y sedimentos para descartar contaminación de la red hidrográfica. Se tuvieron reuniones con las comunidades más afectadas por dichos fenómenos. Los trabajos se realizaron durante el año 2005.

### OBJETIVO

Contribuir al desarrollo sostenible de la cuenca Chancay-Lambayeque brindando a las autoridades y población de las regiones de Lambayeque y Cajamarca, información de base y temática, sobre los efectos de los peligros que causan desastres naturales y afectan al medio ambiente.

### METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la realización de este estudio se conformaron dos grupos de trabajos. El primero de ellos responsable del estudio geoquímico y el otro, del estudio de los peligros naturales.

Los trabajos realizados se describe a continuación:

#### Trabajos de Gabinete

- Recopilación de información existente en diferentes instituciones estatales y privadas como el INEI, INDECI, INRENA, Pontificia Universidad Católica del Perú, Gobierno Regional Lambayeque entre otras.
- Adquisición de mapas base topográficos digitales editados por el Instituto Geográfico Nacional a escala 1:100 000.
- Interpretación de fotos aéreas USAF a escala 1:60 000 (Aprox.) e imágenes satelitales Landsat (bandas 7,4,2), en lo referente a peligros geológicos.
- Confección de mapas base (peligros geológicos y geomorfología) en base a la información recopilada.
- Mapas de puntos de muestreo de aguas y sedimentos.
- Revisión de bases de datos sobre peligros geológicos existentes (INDECI, INGEMMET, ONGs, etc).

#### Trabajos de Campo

- Entrevista con autoridades de pueblos y caseríos visitados.
- Recopilación de información de instituciones locales como: Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Dirección del Proyecto Especial Olmos-Tinajones (DIPOLTI), Junta de Regantes de la Cuenca Chancay-Lambayeque, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, entre otras.
- Verificación de los mapas base de cartografía de peligros geológicos y geomorfológico.
- Inventario de nuevos peligros geológicos, zonas y poblados críticos, obras de infraestructura que pueden ser afectadas por peligros geológicos, y botaderos de residuos sólidos.
- Muestreo geoquímico sistemático
- Actividades de difusión y concientización como Escuela de Campo, charlas y talleres. Como ejemplo se puede citar las realizadas en Santa Cruz y Cascadén.

### Trabajo final de gabinete

- Revisión, corrección y complementación de la base de datos de los peligros geológicos e hidrogeológicos.
- Confección de los mapas: pendientes, geomorfológico, litológico, hidrogeológico, susceptibilidad a movimientos en masa, amenaza a movimientos en masa, susceptibilidad a inundaciones.
- Análisis e interpretación de los resultados enviados por el laboratorio.
- Redacción del informe de Geología Ambiental.

### LIMITACIONES

No se pudo realizar el trabajo señalado en su totalidad en sectores de la cuenca alta, especialmente en los distritos de Chugur, Catilluc, Ninabamba, y Pulan por el conflicto social existente. En dichos lugares sólo se efectuó la cartografía de peligros geológicos mediante el uso de fotos aéreas.

### PARTICIPACIÓN

En la elaboración del presente estudio intervinieron los geólogos Segundo Núñez Juárez, Sandra Villacorta Chambi, Jorge Chira y Raymond Rivera. Colaboraron: Carlos Guerrero Bohórquez

(trabajos de campo), Fluquer Peña (Hidrogeología), Walter Pari Pinto y Hernando Tavera Huarache (análisis del peligro sísmico), Keller Guerra y Luis Vargas Rodríguez (Geoquímica ambiental) y Susy Abanto (Trabajos de gabinete).

### AGRADECIMIENTOS

La realización del presente estudio fue posible gracias a la suma de varios esfuerzos y voluntades:

Las autoridades comunitarias de las localidades de Santa Cruz, Catache, Chancay-Baños, Tongod, Ninabamba y Chongoyape, visitadas durante nuestros trabajos de campo, ofrecieron las facilidades necesarias e información sobre desastres naturales requerida para el logro de este estudio.

El Grupo Norte, la Universidad de Cajamarca, la Dirección Ejecutiva del Proyecto Olmos-Tinajones, la Universidad Pedro Ruiz Gallo, el Instituto Nacional de Defensa Civil, el Centro de Investigación en Geografía Aplicada de la Pontificia Universidad Católica del Perú apoyaron con información valiosa y facilidades durante el desarrollo del estudio.

A todas ellas y ellos que contribuyeron al logro del presente trabajo, nuestro sincero agradecimiento.

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GEOGRÁFICOS, CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS DE LA CUENCA

#### ÁMBITO DE LA CUENCA CHANCAY-LAMBAYEQUE

La cuenca Chancay-Lambayeque se encuentra ubicada al norte del territorio peruano entre las coordenadas geográficas 6° 20' a 6° 55' de latitud sur y 78° 38' a 80° 03' de longitud oeste (Figura 2.1). Comprende parte de los departamentos de Cajamarca (provincias de Santa Cruz, parte de Chota, San Miguel y Hualgayoc) y Lambayeque (provincias de Ferreñafe, parte de Chiclayo y Lambayeque). Pertenece a la vertiente del Pacífico y abarca un área de aproximadamente 5 482 km<sup>2</sup>. Esta medición no considera el área del trasvase de aguas del río Chotano. Puede presentar variaciones con la estadística presentada por IMAR Costa Norte, para el cual el área asciende a 5 781 km<sup>2</sup> (Oasis No. 9, 1996). Limita: a) al oeste con el océano Pacífico, b) al norte con la cuenca Motupe-La Leche, c) al sur con la cuenca Zaña y Jequetepeque y d) al este con las cuencas Chamaya y Llaucano.

Se ha dividido la cuenca de la siguiente manera:

- Cuenca Baja: desde la desembocadura del río Chancay, hasta el sector de Repartidor de la Puntilla; incluyendo el litoral entre Puerto Eten y Pimentel. En dicho sector adopta el nombre de río Reque.
- Cuenca Media: comprende desde el Repartidor de la Puntilla hasta el sector de Cirato.
- La cuenca Alta: desde Cirato hasta los límites de la cuenca (dirección al este).

#### VÍAS DE ACCESO

Las principales vías son: la Carretera Panamericana Norte desde el km 720 hasta el 820; la carretera asfaltada de Chiclayo-La Puntilla-Chongoyape y las carreteras afirmadas: Chongoyape-Santa Cruz-Chota, Cumbil-Llama-Chota, Santa Cruz-Tongod-Catiyuc-Cajamarca, Santa Cruz-La Esperanza-Utiyacu. Entre las vías secundarias se tiene: Catache-Azafrán-Comuche, Cumbil-Pampas-San Juan de Licupis y otros ramales que permiten el acceso a centros poblados menores.

La ciudad de Chiclayo cuenta con el aeropuerto internacional «Cap. FAP José Abelardo Quiñones G».

#### CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

La cuenca tiene una población total de 941 970 habitantes (INEI, 2005). Se tiene una mayor población en la provincia de Chiclayo, con 687 103 habitantes. En segundo lugar, se ubican las provincias de Lambayeque y Ferreñafe con 120 277 y 67 156 habitantes respectivamente. En el gráfico N° 2.1 se muestra la distribución de la población a nivel provincial.

Los distritos que cuentan con la menor cantidad de población son Sexi, Toccoche y San Juan de Licupis.

En 1993, en Lambayeque se registró una migración de 3 544 personas, cantidad mayor respecto al de 1981 que fue de 2 227 personas. En Cajamarca se registró 405 436 personas que migraron en 1993, saldo superior al de 1981 que fue de 311 168 personas.

#### ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las actividades económicas de mayor importancia en la cuenca son: pesca, agricultura (cultivo de maíz y alfalfa), caza y silvicultura, industria manufacturera y comercio, restaurantes, turismo y minería.

#### En la cuenca alta:

La mayor parte de la población se dedica a la producción de ganado vacuno y a la industria de productos lácteos (leche y

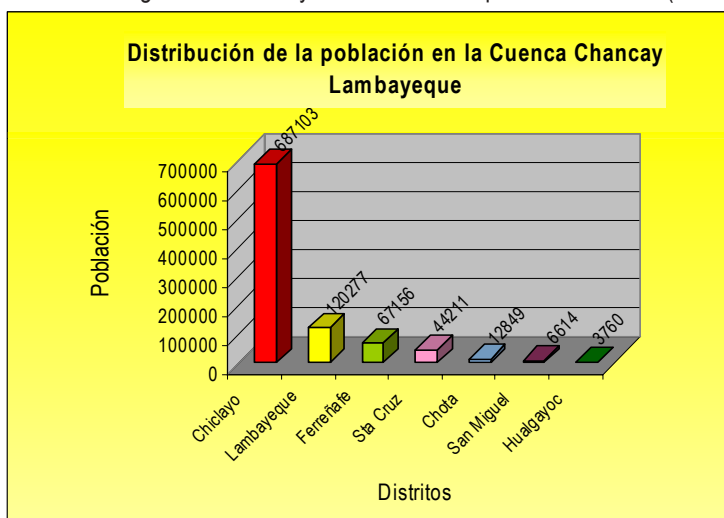


Gráfico N° 2.1 Población de la cuenca a nivel provincial



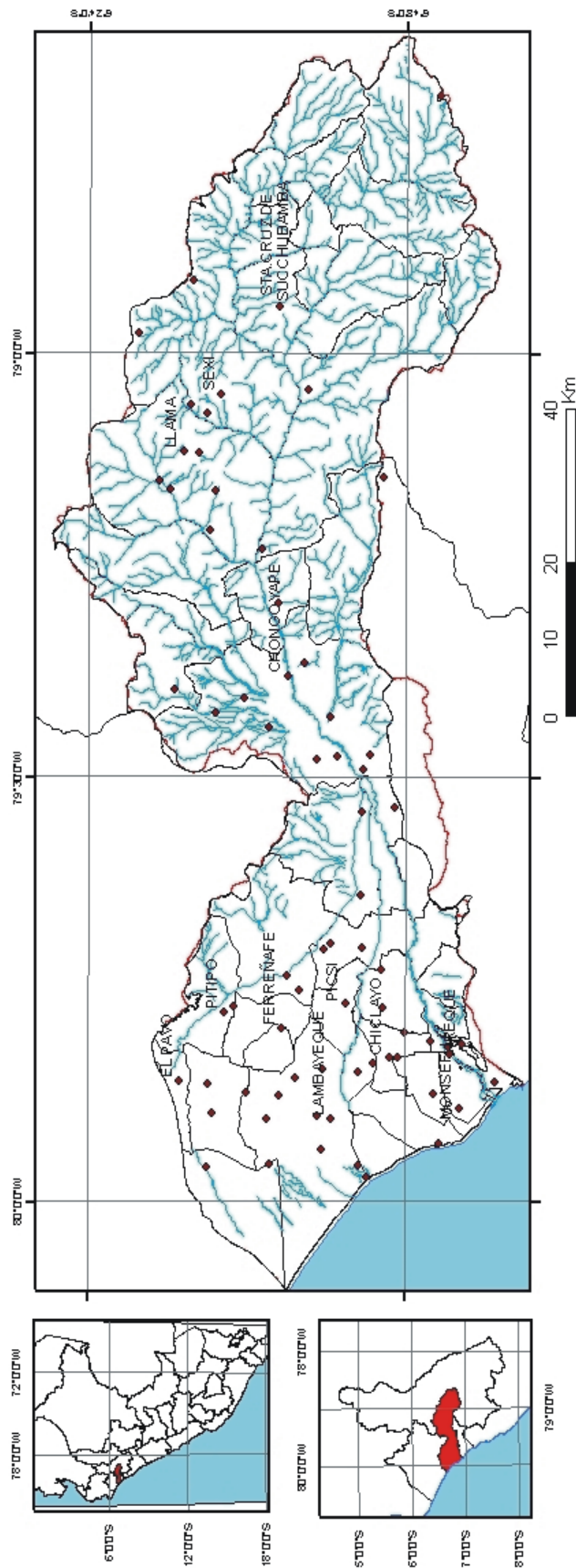


Figura 2.1.- Ubicación de la cuenca.

queso). En menor importancia se desarrolla la agricultura (yuca, maíz, trigo, papa, cebada y arveja), siendo su sistema de producción agrícola principalmente de secano (GUEVARA, 1996). También se ha empezado a desarrollar la producción de aguadiente y actividades de exploración minera. Destacan los prospectos de exploración de La Zanja, Tantahuatay y Los Pircos.

### En la cuenca media:

La actividad agrícola está orientada principalmente al cultivo de arroz y caña de azúcar. En menor proporción frutas, maíz, algodón y yuca.

### En la cuenca baja:

Se encuentran en esta zona, ciudades importantes como Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo. Esta última, se ha convertido en un centro de gran atracción poblacional, sede administrativa y polo de desarrollo socioeconómico de la Región Nororiental del Marañón (GUEVARA, 1996). En esta zona destaca la agricultura, principalmente los cultivos de caña de azúcar, arroz y algodón que son comercializados en el mercado nacional.

La industria manufacturera del departamento de Lambayeque es la más desarrollada, destacando la producción de azúcar, arroz, gaseosas, cerveza, harina, fideos y aceites. Las empresas azucareras más importantes son las de Tumbay y Pucallá (INEI, 2002).

## CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS EN LA CUENCA

### Temperatura

La temperatura del aire en la cuenca es variable, así se tiene que en la estación Lambayeque, el promedio anual es de 21°C y en Tinajones 23°C, los valores mínimos registran un promedio anual de 17,9°C en Lambayeque, 18,3°C en Tinajones y 11°C en Huambos; en tanto que los promedios máximos anuales alcanzan los 25,8°C en Lambayeque y 29,9°C en la estación Tinajones cuyo promedio máximo mensual en el mes de marzo es de 31,6°C.

En la cuenca alta, la temperatura mínima promedio anual registrada en las estaciones Huambos, Chancay Baños, Santa Cruz, Llama, Chota, Chugur y Tongod llega a valores cercanos a los 11,0°C, las temperaturas máximas promedio anual alcanzan valores de 19,0°C.

### Precipitación Pluvial

El período lluvioso se presenta en los meses de diciembre a abril. De mayo a septiembre las precipitaciones son nulas y de octubre a diciembre son esporádicas.

En la cuenca baja, se tiene datos de precipitación anual de 33,05 mm, pero ésta se ve notablemente alterada durante la ocurrencia del fenómeno El Niño.

En la estación de Llama ubicada en la cuenca media, se registran las más altas precipitaciones en el mes de marzo, período en el cual llega a un promedio de 187,4 mm. En el período de estiaje, coincidente con el invierno, comprendido entre junio y agosto, se registran las menores lluvias, totalizando así las más bajas precipitaciones en julio, con valores de 5,9 mm.

En la cuenca alta, en las zonas de Chugur, Rupahuasi, La Lúcumá y Tongod respectivamente, se registran 1 251, 1 271, 1 695 y 1 997 mm de precipitación anual. Aquellas zonas colindan con las cuencas de los ríos Llaucano y Cajamarca.

En general, se observa precipitaciones durante 7 meses al año, aproximadamente de octubre-noviembre a abril-mayo; las precipitaciones más intensas se producen de febrero a marzo. En los meses de junio, julio y agosto, las precipitaciones son nulas.

### Fenómeno El Niño

La cuenca Chancay-Lambayeque es una de las cuencas que suele ser afectada por peligros naturales cuando se presenta el fenómeno El Niño (FEN). Durante estos eventos, los centros poblados más afectados han sido los pertenecientes a las provincias de Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo.

Los últimos FEN trajeron muchas pérdidas económicas al país, así el FEN de 1982/1983 dejó pérdidas materiales equivalentes al 6,2% del PBI de 1983 y FEN del 1997/1998 restó al Perú el 3% del PBI de 1998 (Corporación Andina de Fomento, 2002).

Durante el último FEN 1997/1998 las lluvias en la cuenca se incrementaron en una forma extraordinaria tal como se muestra la Figura 2.2. Este incremento de lluvias ha sido muy importante en la generación de desastres naturales, principalmente inundaciones, como la que ocurrió el 14 de febrero de 1998 que afectó Lambayeque.

En la Figura 2.2 se muestra la distribución de lluvias acumuladas durante el último FEN. Se aprecia que en la cuenca baja llegó hasta 1 000 mm, en la cuenca media hasta 1 800 mm y en la cuenca alta hasta 1 200 mm.

## HIDROLOGÍA

### Características generales

El río Chancay nace de la unión de los ríos Tocmoche y Perlamayo en la Cordillera Occidental de los Andes, sobre los 3 800 msnm. En la cuenca alta, recibe por la margen izquierda el aporte de los ríos Tayo, Llantán, Las Nieves, Cañad, Chilac y San Lorenzo; mientras que por la margen derecha recibe el aporte de los ríos Huamboyo, La Chinchera, Cirato, Cumbil y Camellón. Es de régimen irregular, desde sus nacientes hasta su desembocadura en el mar.

Las quebradas más importantes son: por la margen derecha, Juana Ríos, Chaparri, Cuculi y Magin; por la margen izquierda Montería y Agua Salada (Zavala, B. 1995).

El río de mayor longitud, es el que nace en la laguna de Mishacocha, entre los cerros Coymolache y Los Callejones, pasa por Chancay Baños, Carhuaquero, Bocatoma Raca Rumi, La Puntilla, Reque y desemboca en el mar. Su longitud es de 200 km. (Zapata, O. & Fernández C., 1992).

### Régimen hidrológico

El río Chancay-Lambayeque, al igual que los de la vertiente del Pacífico, aumenta su caudal entre los meses de diciembre a abril, mientras que el resto del año disminuye (Cuadro N° 2.1).

Las descargas media mensuales, máximas y mínimas registradas en la estación Raca Rumi se presentan para el período 1914 al 2000 en el Cuadro N° 2.1.

Durante el fenómeno El Niño en los años 1982/1983 y 1997/1998 el río Chancay registró en la estación Raca Rumi una descarga máxima de 1 200 m<sup>3</sup>/s y 2 000 m<sup>3</sup>/s respectivamente, este incremento en las descargas ocasionó desbordes que dañaron la infraestructura de riego, carreteras, puentes, viviendas, terrenos de cultivos (Capítulo VI - Peligros Naturales).

En el gráfico N° 2.2 se muestra las comparaciones de descargas mensuales de los FEN durante los años 1982/1983 y 1997/1998, y en un período normal.

Del gráfico anterior se observa que el río Chancay durante el FEN del año 1997/1998 tuvo la mayor descarga entre los meses de marzo a abril.

**Cuadro N° 2.1**  
**Descargas del río Chancay- Lambayeque, estación Raca Rumi (m<sup>3</sup>/s)**

MESES	Q <sub>(medio)</sub>	Q <sub>(max)</sub>	Q <sub>(min)</sub>
Enero	28,00	83,00	5,30
Febrero	47,00	167,60	5,10
Marzo	68,30	465,10	22,50
Abril	68,50	392,70	16,90
Mayo	39,40	89,80	11,70
Junio	20,60	60,60	6,00
Julio	11,60	32,20	4,40
Agosto	7,80	19,90	2,90
Setiembre	9,10	32,80	2,10
Octubre	18,10	52,60	4,00
Noviembre	19,70	56,10	4,00
Diciembre	20,90	72,00	4,70

Fuente: Asesores Técnicos Asociados – 2002

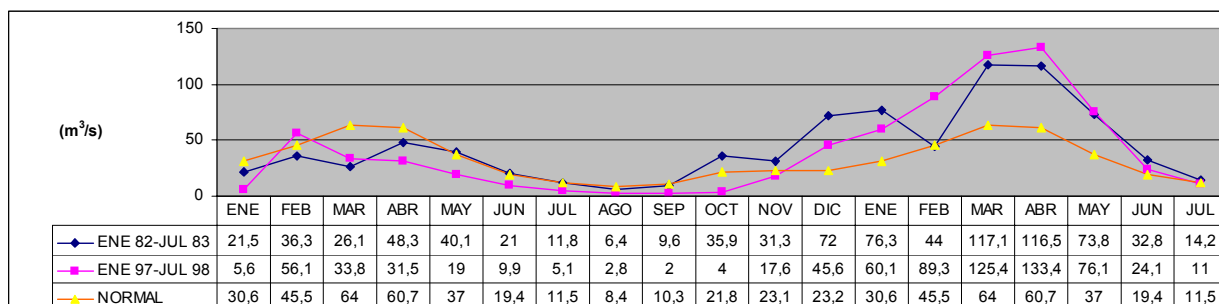
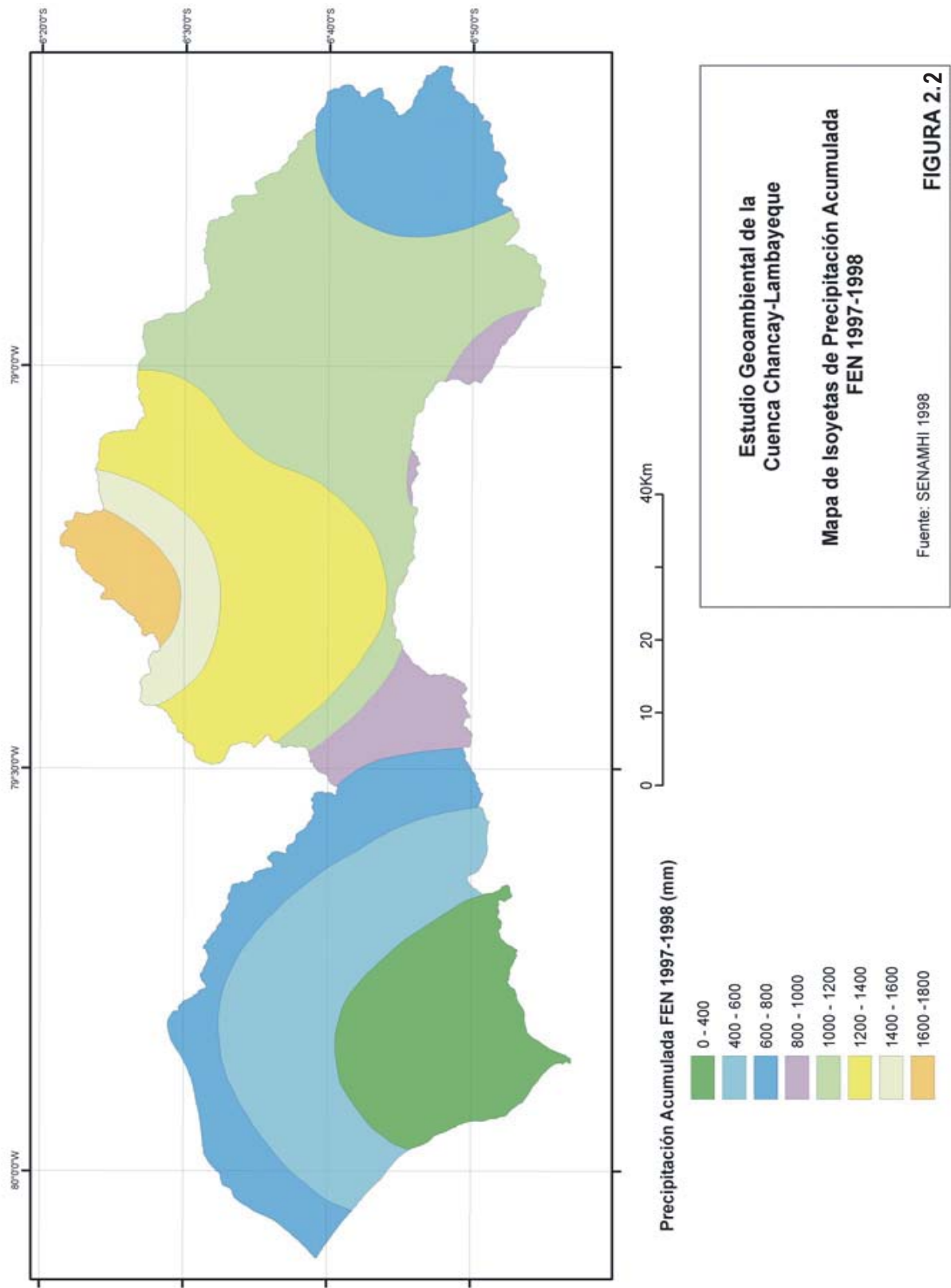


Gráfico N° 2.2.- Descargas del río Chancay durante los fenómenos El Niño 1982/1983, 1997/1998 y año normal expresado en m<sup>3</sup>/s. (Fuente: Corporación Andina de Fomento, 2002)



### Obras de Infraestructura Destacables

Entre los principales canales de derivación destaca el **Canal Taymi**, que es un trasvase de las aguas del río Chancay al río La Leche; el **Repartidor de La Puntilla** que reparte las aguas del río Chancay al canal Taymi y al río Reque.

En la cuenca media, se encuentran importantes obras de infraestructura como la Central Hidroeléctrica de Carhuaquero y el Reservoir de Tinajones, construido en 1964 para aprovechar aguas de los ríos Chancay, Chotano, Conchano y Llaucano y

afluentes. Este reservorio hace circular anualmente un promedio de 1 300 millones de m<sup>3</sup>. Tiene una capacidad de almacenamiento de 320 millones de m<sup>3</sup>. En el gráfico N° 2.3 siguiente se muestran los volúmenes que ha tenido el reservorio de Tinajones durante los años 2002, 2003, 2004 y parte del 2005.

En la cuenca alta se encuentra la Presa de Cirato, que abastece de agua al reservorio de Tinajones y minicentrales hidroeléctricas que abastecen de luz localmente a centros poblados de la cuenca alta.

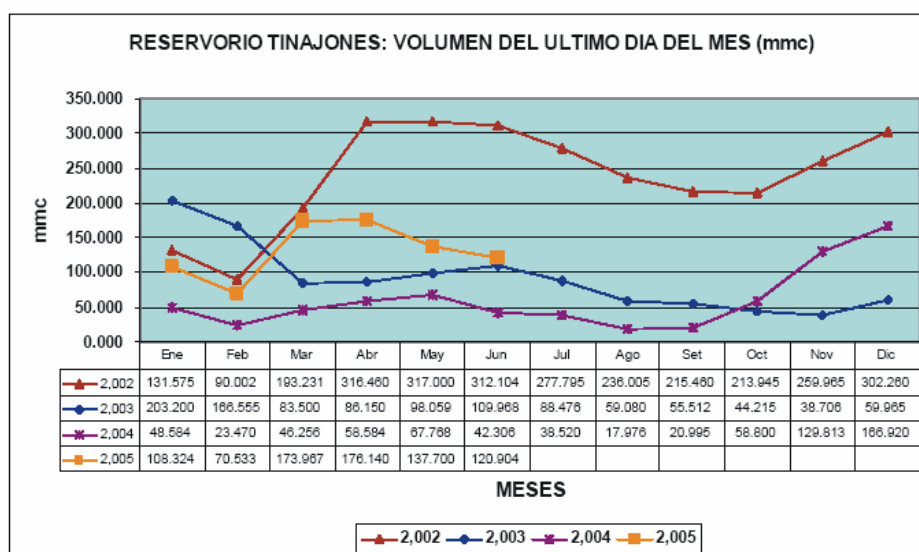


Grafico N° 2.3.- Volúmenes registrados durante los años 2002, 2003, 2004 y parte 2005. Fuente INRENA



# CAPÍTULO III

## ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### PENDIENTE DE LOS TERRENOS

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de las unidades geomorfológicas aparte del relieve, es la pendiente de los terrenos. Este factor es también muy importante en la evaluación de fenómenos de remoción en masa.

El mapa de pendientes de la cuenca Chancay-Lambayeque se ha elaborado usando mapas topográficos con curvas de nivel cada 50 m procesadas en el software ArcGIS (Mapa N° 2).

En la cuenca se han diferenciado cinco tipos de pendientes: muy baja, baja, media, fuerte y abrupta, que se describen a continuación:

#### Pendiente muy baja (menor de 5°)

Comprende zonas casi planas, que se distribuyen en gran parte de la cuenca baja. Estas áreas están sujetas a inundaciones de tipo fluvial y pluvial, especialmente cuando se presentan el fenómeno El Niño. A lo largo del cauce se pueden presentar fenómenos de erosión fluvial y flujos de lodo provenientes de las quebradas.

#### Pendiente baja (entre 5° - 20°)

Abarca gran parte de la cuenca baja a media. En dicha zona se registran escasos fenómenos de remoción en masa, principalmente derrumbes y caídas de rocas.

#### Pendiente media (20° - 35°)

Asociadas a esta pendiente, se encuentran áreas donde los fenómenos de remoción en masa ocurren frecuentemente. Son áreas inestables. Estas zonas se encuentran ampliamente distribuidas en la cuenca alta, en la parte media y alta.

#### Pendiente fuerte (35° - 50°)

Zonas de pendiente fuerte se encuentran muy distribuidas en la cuenca alta, son áreas con intensa actividad geodinámica.

#### Pendiente muy fuerte (50° - 70°)

Esta pendiente está asociada a zonas de la cuenca media y alta, donde se han presentado principalmente desprendimientos de rocas (caídas) y ocasionalmente deslizamientos, erosión de ladera y derrumbes.

#### Pendiente abrupta (>70°)

Las zonas asociadas a esta pendiente son más estables a excepción de la inestabilidad que pueda generar actividades

antrópicas (cortes de talud para carretera) o movimientos sísmicos. Se pueden presentar caídas de rocas o derrumbes, difícilmente se pueden presentar deslizamientos.

### UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Desde el punto de vista geomorfológico, y siguiendo la metodología de «El Sistema ITC para levantamientos geomorfológicos» (Verstappen & Van Zuidam, 1991) y el Mapa Geomorfológico de España (Martín-Serrano et al., 2004), se distinguen las siguientes unidades agrupadas por su origen (Mapa N° 1):

#### Formas de origen denudacional

##### Abanico aluvio-proluvial

Comprende a los abanicos o conos acumulados en la desembocadura de quebradas o ríos tributarios. Constituyen evidencias de represamiento de valle y/o desviaciones de cursos fluviales. Se encuentran formados por bloques, cantos, arenas y arcillas dispuestos de manera heterogénea. Están sujetos a huaycos periódicos y excepcionales (Foto N° 3.1).



Foto N° 3.1.- Planicie aluvio-proluvial, sector quebrada Cuculí (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Junio, 2005).

##### Piedemonte de acumulación

Están constituidos por laderas de pendiente media a suave en el pie de una montaña, correspondiente a la acumulación de detritos no consolidados, producto del desprendimiento, arrastre o caída por gravedad (Foto N° 3.2). Se encuentran principalmente asociados a los deslizamientos y derrumbes del área de estudio.



Foto N° 3.2.- Piedemonte de acumulación, cerro Cóndor (distrito de Pitipo, provincia de Chiclayo. Junio, 2005).

### Piedemonte de erosión

Laderas de pendiente media, correspondiente a una superficie rocosa formada por erosión, muestra una zona de arranque nítida. Es susceptible a erosión en cárcavas y surcos (Foto N° 3.3).



Foto N° 3.3.- Piedemonte de erosión, cerro Filo Blanco (distrito de Sexi, provincia de Santa Cruz. Agosto, 2005).

### Colinas modeladas en rocas intrusivas

Corresponden a afloramientos de rocas intrusivas remanentes por efecto de la erosión. Se encuentran en medio de la planicie eólica y cubiertos en parte por abanicos aluvio-proluviales entre Tumán y Mesones Muro. Presentan formas redondeadas, pendientes suaves y desniveles de hasta 300 m. No es frecuente en esta geoforma la ocurrencia de movimientos en masa.

### Colinas modeladas en areniscas

Corresponden a afloramientos de areniscas remanentes de la erosión. Se encuentran en medio de la planicie eólica y planicies fluvio-aluviales, en la parte baja de la cuenca. Un ejemplo de esta unidad es el cerro Plácido en el distrito de Mesones Muro.

### Montañas modeladas en rocas intrusivas

Están constituidas por las laderas y crestas de topografía abrupta formadas por rocas intrusivas del Batolito de la Costa. Esta unidad ha sido disectada por los ríos y quebradas que se abren camino hacia la costa, formando valles profundos con flancos de fuerte inclinación, en donde las crestas más elevadas se estiman entre los 900 y los 3 600 msnm, reflejando la fuerte erosión de los ríos.

### Montañas modeladas en rocas volcánicas-sedimentarias

Dentro de esta unidad se considera a afloramientos de rocas volcánicas-sedimentarias ubicadas en la cuenca media y alta. Presentan formas redondeadas con pendientes suaves y desniveles mayores a 300 m y están caracterizadas por una morfología abrupta.

## **Formas de origen estructural**

### Lomas sedimentarias con alta influencia estructural

Corresponden a afloramientos de rocas sedimentarias intensamente fracturadas y afectadas por fallas que presentan alturas menores a los 300 m. Ejemplos de esta unidad, los encontramos entre Toccoche, Miracosta y Pitipo.

### Montañas sedimentarias con alta influencia estructural

Es una unidad constituida por afloramientos de rocas sedimentarias intensamente fracturadas y afectadas por fallas que aparecen limitando la cuenca en su parte media y alta. Han desarrollado una morfología típica alineada siguiendo una dirección noroeste-sureste, con laderas fuertes como sucede entre Chancay Baños, Ticayu y Lajas. Otros afloramientos se encuentran en la parte media de la cuenca, por ejemplo entre Chongoyape y Llama.

### Montañas intrusivas con alta influencia estructural

Son geoformas originadas por la actividad volcánica y posterior actividad tectónica que han fracturado la roca e influyeron en el modelamiento de los afloramientos formando laderas de pendientes fuertes y con desniveles mayores a 300 metros. Esta unidad está representada por el cerro Chaparrí en Chongoyape, donde se aprecia desprendimientos de bloques.

## **Formas de origen marino**

### Borde litoral

Se extiende de noreste a sureste en forma de una faja delgada cuyo ancho va desde la línea de costa (Fotos N° 3.4 y 3.5) hasta 1 a 2 km tierra adentro. La cara que da al mar está expuesta a la acción de las olas. Está configurado por bahías, puntas, playas (La Cruz del Faro, de Lobos, etc.) y por acumulación de arenas a consecuencia de las corrientes litorales. Está expuesto al socavamiento y erosión de las olas y es una zona vulnerable a los tsunamis.





Foto N° 3.4.- Borde litoral, playa de Pimentel (distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).



Foto N° 3.5.- Borde litoral, playa de Monsefú (distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).

## Formas de origen eólico

### Planicie eólica

Formada por la acumulación de arenas que bordean a la planicie fluvioaluvial. Esta acumulación da lugar a formas como las dunas, los barjanes y los mantos de arena. Las dunas según su actividad, se pueden clasificar en fijas y móviles, las dunas fijas generalmente se han detenido por la presencia de vegetación.

En la cuenca, aparecen dunas y barjanes de arena en el litoral, entre la zona de San José, Pimentel y Santa Rosa, y la línea de playa (Foto N° 3.6).



Foto N° 3.6.- Planicie eólica, sector Dren 1000 (distrito de San José, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).

## Formas de origen volcánico

### Montañas volcánicas

Son geoformas originadas por la actividad volcánica que modeló afloramientos con laderas de pendiente media y fuerte (20 - 35°) y con desniveles entre 300 y 900 metros. Se distribuye ampliamente en toda la cuenca alta. En esta unidad es común la ocurrencia de movimientos en masa (Foto N° 3.7).



Foto N° 3.7.- Montañas volcánica, sector Vista Alegre (distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz. Agosto, 2005).

### Mesetas volcánicas

Geoformas originadas por la actividad tectónica y volcánica que modeló afloramientos con laderas de pendiente media (20°) y cuya parte superior es plana o suavemente ondulada. Se observa esta geoforma en la cuenca alta, por ejemplo en Santa Cruz y Sexi.

## Formas de origen fluvial

### Planicie fluvio-aluvial

Está comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la Cordillera Occidental. Es una amplia superficie plana donde se asientan las ciudades de Chiclayo, Lambayeque, Ferreñafe, entre otras. Se encuentra formada por conglomerados, arenas y arcillas, material no consolidado, movable (fluvial) y terrazas bajas (aluvial). Está sujeta a inundación recurrente, ya sea estacional o excepcional.

Está relacionada a la sedimentación fluvial y a la acción eólica de acumulación.

### Terraza fluvial

Constituida por el terreno adyacente a los ríos y quebradas tributarias del valle Chancay-Lambayeque. Está relacionada a la acción fluvial de los cursos de agua permanentes y a los de régimen estacional que depositan allí gravas, arenas y también arcillas. Presenta pendiente muy baja con una muy leve inclinación río abajo.

En época de fuertes lluvias está sujeta a las inundaciones, como en Chongoyape y a la erosión fluvial y derrumbes de las terrazas adyacentes a los ríos, como la observada en las inmediaciones de Chancay-Baños y en el sector de Cascadén.

### **Formas de origen fluvio-glacial**

#### Cono fluvio-glacial

Comprende a los conos de material acumulado producto de la erosión glacial durante el Pleistoceno-Holoceno. Ocurren en las partes altas de la cuenca.

# CAPÍTULO IV

## ASPECTOS LITOLÓGICOS

### MAPA LITOLÓGICO

Para la elaboración del mapa litológico se ha tomado como base los mapas geológicos de los cuadrángulos de Mórrope (14-c), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e) y Chota (14-f), elaborados por Wilson, J. (Boletín del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A. Carta Geológica Nacional, N° 38), a escala 1:100 000.

Para ello se han agrupado las unidades geológicas de acuerdo a la litología (Mapa N° 4), obteniendo cinco grandes grupos cuya descripción sigue a continuación.

### Unidad I: sedimentos modernos

Esta unidad se encuentra conformada por depósitos eólicos, aluviales, proluviales, lagunares y fluviales, los cuales están cubriendo al substrato. Se tienen las siguientes subunidades:

#### Depósitos eólicos (Subunidad I-1)

Esta subunidad está conformada por arenas que ocurren a manera de mantos o dunas (Foto N° 4.1).

En Lambayeque y Picsi encontramos depósitos eólicos antiguos y dunas fósiles, cubiertas de vegetación.

Entre el sector de Cachinche y los cerros Mauro, Tambo Real, Plácido y Señal de Mirador, se han encontrado otros depósitos eólicos antiguos, a manera de mantos, donde las arenas han invadido parte de las laderas de los cerros. Tienen pendientes hasta de 10°. Cuando se presenta el FEN se producen flujos de arena por las escorrentías.



Foto N° 4.1.- Arenamiento que afecta al «Dren Pluvial 1000» canal en el sector Bodegones (Santa Rosa, provincia de Chiclayo. Junio, 2005).



Foto N° 4.2.- Sector Tabacal, se observa los depósitos dejados por el río Chancay. Junio, 2005.

#### Depósitos lagunares (Subunidad I-2)

Esta subunidad está ubicada cerca al litoral, sector de Caldereta, al suroeste de San José. Tiene extensiones hasta de 4 km.

Litológicamente está conformada por arenas y limos de baja compacidad (sueltas).

En las inmediaciones de esta laguna se encuentran costras de sal, producto de las filtraciones del agua salada proveniente del mar.

En este sector cuando ocurre el FEN, se produce inundación por el incremento del nivel de agua.

#### Depósitos fluviales (Subunidad I-3)

Estos depósitos se ubican en el cauce de los río Chancay y Reque, limitado por las terrazas dejadas por el río.

Se encuentran bien desarrollados en la cuenca media y baja, entre la zona de Chongoyape y Reque.

Litológicamente están conformados por gravas, arenas y limos inconsolidados (Foto N° 4.2).

Los peligros que ocurren en esta subunidad, son las inundaciones de detritos (flujos) en la cuenca media, e inundaciones y erosión fluvial en la cuenca baja.



### Depósitos aluviales y proluviales (Subunidad I-4)

Esta subunidad tiene una amplia dispersión en la cuenca baja y media, y en menor proporción se encuentra en la cuenca alta.

Los depósitos aluviales en la cuenca baja comprenden desde Mochumí-Lambayeque-Chiclayo-río Reque-Eten, en este sector están relacionados a los cambios de curso del río Reque formando terrazas.

En los sectores de la cuenca media y alta se ubican en las terrazas dejadas por el río Chancay (Foto N° 4.3).

En la cuenca baja, estos depósitos están conformados por arenas y ocasionalmente gravas, mientras que en la cuenca media, mayormente gravas y en menor cantidad por gravas con limos.



Foto N° 4.3.- Depósitos aluviales, sector de La Ramada (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, Junio, 2005).



Foto N° 4.4.- Quebrada Magín, se aprecia los depósitos proluviales. Julio, 2005.

Los depósitos proluviales, son los materiales dejados por los flujos que se originan en la quebradas, y se caracterizan por estar compuestos por material heterogéneo suelto (Foto N° 4.4).

Esta subunidad está sujeta a erosión fluvial y flujos.

## **Unidad II: rocas intrusivas**

Estas rocas pertenecen al Batolito de la Costa, se ubican en la cuenca baja a media y se disponen de sur a norte.

Corresponden principalmente a rocas ácidas como tonalitas y adamelitas y rocas básicas como dioritas. En menor importancia

también se considera en esta unidad a cuerpos subvolcánicos (Foto N° 4.5).

En la cuenca baja, entre los cerros Patapo, Pico de Gallinazo, Chumillán, se tiene un afloramiento de esta unidad, constituidos por tonalita, adamelita (Foto N° 4.6) y diorita que cortan a rocas jurásicas y triásicas.

Hacia la margen derecha del río Reque, entre Reque y Pampa Collique se aprecian varios afloramientos intrusivos, constituidos por adamelitas, dioritas y monzonitas, con extensiones entre 1 a 5 km. Estos cuerpos están emplazando a rocas cretácicas.



Foto N° 4.5.- Cerro Cóndor, se aprecia afloramiento de un pórfido cuarífero (distrito de Mesones Muro, provincia de Chiclayo. Junio, 2005).



Foto N° 4.6.- Cerro Negro, afloramientos de rocas intrusivas, adamelitas (distrito de Reque, provincia de Chiclayo. Junio, 2005).

Otros afloramientos a manera de stocks aparecen al norte de Chongoyape, constituidos por tonalitas. Sus dimensiones varían de 2 a 7 km de diámetro. Están emplazando a rocas jurásicas y jurásicas-triásicas.

Los peligros geológicos registrados en esta unidad son, caídas de rocas, derrumbes y escasamente deslizamientos; se aprecia también erosión de ladera.

### Unidad III: rocas volcánicas

En esta unidad se han diferenciado dos subunidades, una conformada por rocas volcánicas de naturaleza andesítica y la otra de naturaleza dacítica.

#### Rocas volcánicas andesíticas (Subunidad III-1)

Esta subunidad está distribuida en la cuenca media y alta. En la cuenca media en el sector de Llama-Catache-cerro Los Bravos, en la cuenca alta en el área comprendida entre Pulán-Tongod-cerro Tantahuatay.

Está representada por rocas de la Formación Llama, de naturaleza andesítica, como se puede observar entre Catache y Pulán.

En estas rocas se han registrado deslizamientos y erosión de laderas, algunos de ellos en la actualidad reactivados, generando problemas de inestabilidad. En menor escala se han presentado derrumbes y caídas de rocas.



Foto N° 4.7.- Afloramiento del conglomerado basal, cerca al puente Lipor (distrito de Catache, provincia de Santa Cruz. Noviembre, 2005).

#### Rocas volcánicas dacíticas (Subunidad III-2)

Esta subunidad se encuentra distribuida en la cuenca alta, entre el sector de Sexi-Santa Cruz de Succhubamba-Montañas de Cascarilla.

Está representada por las formaciones Huambos y Porculla, caracterizadas por rocas dacíticas (Foto N° 4.8).

Estas rocas son propensas a deslizamientos, tal como lo muestran las cicatrices y las reactivaciones principalmente en la cuenca media y alta. También se ha registrado en esta subunidad erosión de laderas. Estos fenómenos se intensifican cuando se presenta el FEN.



Foto N° 4.8.- Sector de Azafrán, muestra la topografía que originan los afloramientos de la Formación Huambos (distrito de Catache, provincia de Santa Cruz. Noviembre, 2005).

### Unidad IV: rocas volcánico sedimentarias

Esta unidad está representada por la Formación Oyotún (Foto N° 4.9). Se encuentra aflorando ampliamente entre las quebradas Agua Salada y Montería, y se ven algunos remanentes en las nacientes de las quebradas Juana Ríos y Yaipón.

Los afloramientos de esta unidad son macizos e irregulares, generalmente muestran colores oscuros azulados y rojizos.

Consisten de bancos medianos de piroclásticos y derrames lávicos de composición andesítica, siendo la roca más común brechas andesíticas (color negro azulado), presentan intercalaciones con areniscas feldespáticas y grauvacas.

En esta unidad se han registrado erosión de laderas, flujos y caídas de rocas.



Foto N° 4.9.- Lavas andesíticas de la Formación Oyotún, flanco sur del cerro Tres Picos, quebrada Montería (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Agosto, 2005).



## Unidad V: rocas sedimentarias

En esta unidad se distinguen tres subunidades:

### Calizas, lutitas (Subunidad V1)

Está conformada por las formaciones La Leche, Pariatambo, Chúlec, y Pulluicana.

**Formación La Leche:** constituida por calizas y lutitas con intercalaciones esporádicas de material volcánico.

Se encuentra aflorando escasamente entre los cerros Pan de Azúcar y La Cal.

En estas rocas se han producido caídas de rocas y derrumbes.

**Formación Pariatambo:** está conformada por calizas y lutitas con algunas intercalaciones de tobas (localmente).

Las calizas son de color negro, bituminosas y con olor fétido a la ruptura. Las lutitas son de colores negros y bituminosos.

Se encuentra aflorando en las nacientes de la quebrada Montería (Foto N° 4.10) y en la margen izquierda del río Chancay, cerca del sector de la Ramada y Cumbil; en la margen derecha del río Chancay, a la altura de Chancay Baños, hacienda Las Pampas y entre el sector de Catache - La Munana. En estas rocas se pueden generar caídas de rocas y derrumbes.



Foto N° 4.10.- Calizas intercaladas con lutitas, sector Los Bravos, quebrada Montería (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Agosto, 2005).

**Formación Chúlec:** consiste de calizas, margas y lutitas. Estas rocas se encuentran muy fracturadas y medianamente alteradas. Afloran en el sector de Pampas, al norte del sector de Sauce Puquio, y en los flancos sur de los cerros Romancaya, y Gavilanes, y en la quebrada Montería (Foto N° 4.11).

En estas rocas se ha registrado principalmente erosión de laderas y en menor proporción deslizamientos.

**Formación Pulluicana:** está conformada por calizas, lutitas, margas y areniscas.

Las rocas presentan un color de meteorización crema y marrón claro. Las pendientes de los cerros es moderada, en formas de colinas.

Generalmente se encuentran moderadamente fracturadas y alteradas, siendo las de mayor cantidad las calizas y en menor cantidad las areniscas.

Afloran en el cerro Papaya Pitic y entre el sector de Chancay Baños-Yauyucan y Ninabamba.

Gran parte de estas secuencias se encuentran sobre los 2000 msnm, en zonas donde se producen precipitaciones pluviales muy intensas.

En estas rocas se presentan deslizamientos, caídas de rocas y derrumbes.

### Areniscas (Subunidad V2)

Esta subunidad está conformada por la Formación Goyllarisquiza, que consiste de areniscas y ocasionalmente cuarcitas, esporádicamente lutitas.

En la cuenca baja se encuentran aflorando en el sector comprendido entre los cerros Salinas-Muros-Placidos y al este de Mesones Muro. En la cuenca media aflora en los cerros Chaparri, Caña Brava y Peña Rajada, al oeste de Pampas y en el sector de Las Vueltas (Fotos N° 4.12). En la cuenca alta se encuentra entre los cerros Montan-Illapa-Infernillo y Carhuaquero. Estas rocas están generalmente poco alteradas y medianamente fracturadas, a excepción de las zonas de falla o de juntas.

En la cuenca baja y media se presentan caídas de rocas, y erosiones de laderas, y cuando modifican su topografía inicial es posible que se formen derrumbes y caídas de rocas.

En la cuenca alta se presentan deslizamientos y derrumbes generalmente relacionados a la modificación de la pendiente natural.



Foto N° 4.11.- Secuencia de calizas y lutitas, afloramiento en la margen izquierda de la quebrada Montería (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Agosto, 2005).



Fotos N° 4.12.- Sector Las Vueltas, afloramiento de areniscas (distrito de Llama, provincia de Chota. Agosto, 2005).

#### Lutitas, grauvacas y areniscas (Subunidad V3)

Esta subunidad está representada por la Formación Tinajones, secuencia compuesta principalmente de lutitas, grauvacas y areniscas.

Aflora en los cerros Campana, Tinajones, Portachuelo, Piedra Grande, Bolas, Loma Quemada, Panzón, Piedra Azul, Culebrones y Potrerillo (Foto N° 4.13).

Estas rocas son fáciles de erosionar. Los materiales producidos por la erosión alimentan a las quebradas que cortan los cerros mencionados.



Foto N° 4.13.- Afloramiento de lutitas sector cerro Potrerillo (distrito de Llama, provincia de Chota. Agosto, 2005).



# CAPÍTULO V

## HIDROGEOLOGÍA

FLUQUER PEÑA

### GENERALIDADES

En el valle Chancay-Lambayeque, las aguas subterráneas se encuentran asociadas a las condiciones geomorfológicas de la cuenca, la naturaleza de la roca y las condiciones litológicas de las unidades geológicas.

El acuífero potencial se encuentra en el piso de valle, en los depósitos aluviales y fluviales del Cuaternario reciente, donde se han inventariado 1 913 pozos (INRENA 2004) de los cuales 800 son tubulares, 1 092 son a tajo abierto y 21 mixtos. Del total de pozos, 1 120 son utilizados, 530 se encuentran utilizables y 263 no se utilizan. En el año 2003 se explotaba 94 592 940,40 m<sup>3</sup> (124 MMC) de agua mediante los pozos tubulares.

La conductividad eléctrica fluctúa entre 0,38 y 2,83 mmhos/cm, los cuales representan aguas de baja mineralización, sin embargo el pH fluctúa entre 6,60 y 8,00, lo cual indica que las aguas varían de ligeramente ácidas a alcalinas. Por el contenido de iones predominantes se tiene que las aguas son bicarbonatadas sódicas y bicarbonatadas cálcicas, por lo tanto la calidad de las aguas se encuentran en el rango de buena a permisible para fines agrícolas.

La actividad agrícola depende estrechamente de la disponibilidad de agua. Es así que según la Dirección de Información Agraria (DIA) de Lambayeque, las intensas lluvias que cayeron en el año 2005 incrementaron el caudal del río Chancay, principal abastecedor de la represa Tinajones y fuente de recarga del acuífero, lo cual asegura la campaña agrícola 2005-2006 en Lambayeque, dicho almacenamiento registra 112 millones 337 mil metros cúbicos de agua.

Este valle presenta variada infraestructura de riego incluyendo algunas obras antiguas (precolombinas) de irrigación por canal. Las obras antiguas más importantes de irrigación se encuentran entre Chongoyape y Batán Grande, y consisten en una gran acequia de aproximadamente 3 metros de profundidad que conduce aguas del río Chancay hasta el sector NE de Chongoyape.

Los proyectos como la represa de Tinajones y Olmos, incluyen perforaciones de túneles trasandinos para derivar aguas del flanco del Atlántico y llevarlas hacia el flanco Pacífico a través de los Andes. Es así como el túnel existente conduce las aguas del río Chotano (vertiente del Atlántico) al río Chancay (vertiente del Pacífico).

### PRINCIPALES FORMACIONES

#### HIDROGEOLÓGICAS DE LA CUENCA CHANCAY-LAMBAYEQUE

El acuífero principal del valle se encuentra en los depósitos porosos no consolidados del Cuaternario, sin embargo, es un acuífero secundario. La fuente de alimentación proviene de los acuíferos primarios fisurados de la parte alta alimentados por precipitaciones anuales superiores a 1 200 mm.

Las unidades que afloran en la cuenca según su comportamiento hidrogeológico, el componente litológico y sus parámetros hidrogeológicos (porosidad y permeabilidad) fueron clasificados como se describe a continuación (Mapa N° 3).

#### A) Acuíferos

Son unidades geológicas que tiene la capacidad de almacenar y transmitir aguas subterráneas a través de sus fracturas, fallas y poros.

##### 1) Acuífero fisurado

Son las unidades geológicas con mayor cantidad de fracturas y fallas donde se encuentran las aguas subterráneas.

##### *Acuífero fisurado La Leche*

Tiene su sección típica en el curso inferior del río la Leche, con afloramientos de calizas intercaladas con lutitas y material volcánico. Las rocas se encuentran bien estratificadas en capas delgadas a medianas formando plegamientos. Estos materiales presentan permeabilidad alta por fisuración y la porosidad estimada es: caliza 10%, lutitas 2% y el material volcánico del 10 al 12%, que favorecen la circulación del agua subterránea.

##### *Acuífero fisurado Goyllarisquizga*

En la cuenca Chancay-Lambayeque, de las 5 ó 6 unidades que conforman el Grupo Goyllarisquizga, afloran solamente las formaciones Carhuaz y Farrat, compuestas por areniscas y cuarcitas con intercalaciones menores de lutitas. Hidrogeológicamente corresponde a rocas muy fracturadas, con porosidad secundaria importante, lo que permite el almacenamiento y la transmisibilidad del agua subterránea. Los valores de porosidad aproximados son, arenisca 26%, cuarcita 1% y las lutitas 2%.



## 2) Acuífero fisurado volcánico

Materiales volcánicos con capacidad de transmitir aguas subterráneas, principalmente a través de sus fracturas y fallas.

### *Acuífero fisurado volcánico Llama*

Constituido principalmente por conglomerados rojos, tobas y brechas, que ocurren en capas medianas a gruesas muy fracturadas, con una porosidad secundaria muy importante. Esta secuencia se encuentra en los cuadrángulos de Chongoyape y Chota. Presentan una porosidad del 5% en los conglomerados.

### *Acuífero fisurado volcánico Oytún*

Caracterizado por presentar piroclásticos y derrames de composición andesítica y dacítica (mayormente brecha andesítica), ocurren en macizos irregulares sin estratificación. Los piroclastos tienen elevada porosidad por encontrarse muy fracturados, mientras los volcánicos presentan porosidad entre 10 % y 12 %.

## 3) Acuíferos porosos fisurados volcánicos

A las fisuras y fallas de las unidades volcánicas se suman materiales con porosidad primaria importante, los cuales adquieren porosidad efectiva favoreciendo la acumulación y circulación de las aguas subterráneas.

### *Acuífero poroso fisurado volcánico Porculla*

Aflora a lo largo de la Cordillera Occidental, caracterizado por la presencia de volcánicos dacíticos, intercalados con andesitas tipo piroclastos que son los más abundantes, el espesor de los estratos es considerable. La porosidad en los volcánicos es variable y en las dacitas generalmente es bajo, pero predominan las fracturas y fallas.

### *Acuífero poroso fisurado volcánicos Huambos*

Generalmente se presentan tobas, brechas e ignimbritas de característica porosa, con escarpas bien estratificadas y muy potentes. Sobre esta superficie se ha formado un sistema de drenaje de tipo dendrítico y presenta quebradas suaves y convexas, esto debido a la porosidad de las rocas, la cual se encarga de filtrar el agua y disminuir la erosión y la vegetación de la zona. La porosidad en los volcánicos es variable, en tobas es elevada y en brechas generalmente de 6 a 8%.

## 4) Acuífero poroso no consolidado

Hidrogeológicamente, son los materiales más importantes de la cuenca. El acuífero poroso no consolidado de la cuenca Chancay Lambayeque en la actualidad se encuentra muy explotado principalmente a través de perforaciones verticales. Las represas existentes a la altura media de la cuenca favorecen la recarga de este acuífero.

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.

El flujo subterráneo se desplaza mayormente de noreste a suroeste (INRENA, 2004) presentando una gradiente hidráulica de 0,15 % a 1,42 %. El nivel freático a nivel del acuífero se encuentra entre 0,52 m y 8,15 m de profundidad de acuerdo a la ubicación de los pozos sondeados.

Las pruebas de bombeo efectuadas por el INRENA en el 2003, han determinado que el acuífero es libre y superficial y presenta de aceptables a buenas condiciones hidráulicas para su explotación.

## **B) Acuitardos**

Se denominan así a las rocas o suelos que almacenan y transmiten agua muy lentamente en su interior o en forma localizada, debido a su poca permeabilidad. Los acuitardos más conocidos de la zona de estudio corresponden en su mayoría a las rocas intrusivas, lutitas y tobas de las formaciones Pariatambo y Cajamarca.

### 1) Acuitardos intrusivos

Se observan intrusivos alterados, fracturados y diaclasados, con porosidad secundaria importante, pero superficial. Hacia la parte interior se hace maciza e impermeable, lo que obstruye la circulación de las aguas subterráneas convirtiéndose en un acuitardo. Los valores de permeabilidad por fracturas es alta en superficie, la porosidad es muy baja, de 0,3%, en algunos casos puede ser de 1%.

### 2) Acuitardos sedimentarios

#### *Acuitardo Tinajones*

Está compuesto de lutitas, cuarcitas, conglomerados, grauvacas y tobas, que presentan una estratificación cruzada, los afloramientos de esta zona se presentan en forma de colinas de suaves pendientes. Las cuarcitas se encuentran fracturadas, las que facilitan la infiltración de las aguas, sin embargo la intercalan con las lutitas blandas limitan la circulación, por lo cual se le da una clasificación de acuitardos.

## **C) Acuicludo**

Materiales con capacidad de almacenar aguas subterráneas hasta el punto de saturación pero que no la transmiten.

### *Acuicludo Inca*

Aflora en toda la cuenca, principalmente en el cuadrángulo de Chongoyape. La formación contiene areniscas de grano medio y cemento lutítico. Las lutitas presentan intercalaciones calcáreas, se caracterizan por ser ferruginosas y por presentar fracturas. Para esta formación las areniscas tienen 14%, calizas 10% y lutitas de 2% de porosidad. Sin embargo, esta intercalación hace que los materiales en conjunto tengan la capacidad de almacenar las aguas subterráneas pero no la transmiten.

### *Acuicludo Chúlec*

Se encuentra aflorando en el cuadrángulo de Chota y en parte del



cuadrángulo de Chongoyape, está constituido por lutitas grises con margas y calizas lutáceas y nodulares. Su morfología presenta pendientes fuertes, estas lutitas presentan cambios de facies y cambios de grosor hacia el NO. Las lutitas grises tienen 2% de porosidad mientras las margas no tienen.

#### **D) Acuífugos**

Unidades impermeables, no almacenan ni transmiten aguas subterráneas y se comportan como rocas sello, este tipo de materiales tiene un comportamiento importante por que son las que condicionan el almacenamiento de las aguas subterráneas en los acuíferos.

##### *Acuífugo Celendín*

Esta unidad aflora sólo en el cuadrángulo de Chota. Está constituido por calizas nodulares con intercalaciones de lutitas y margas grises, predominando las lutitas y margas sobre las calizas, las cuales lo hacen impermeables. Las margas y las lutitas son impermeables.

##### *Acuífugo Pulluicana y Quilquiñán*

Litológicamente está compuesto por lutitas, margas, calizas arcillosas y areniscas, afloran principalmente en los cuadrángulos de Chongoyape y Chota. La predominancia es de lutitas y margas impermeables. En sectores las margas son porosas, pero muy poco abundantes. Las calizas son arcillosas, favoreciendo a un comportamiento de roca sello. La porosidad representativa recae sobre las calizas arcillas con 5% de porosidad.

##### *Acuítardo Pariatambo*

Se encuentra aflorando en los cuadrángulos de Chota y Chongoyape, esta formación contiene calizas delgadas bituminosas y tobas en capas delgadas uniformemente estratificadas. Hacia el oeste del área de Chota esta formación se vuelve más tobácea, se observan cambios de facies. Su comportamiento es de rocas sello o impermeable debido a que la porosidad es muy baja en las calizas y las lutitas y la permeabilidad es casi nula.

**Cuadro N° 5.1**  
**Características hidrogeológicas de la cuenca Chancay-Lambayeque**

Unidades	Permeabilidad (k) m / día	Porosidad Total (m)	Clasificación Hidrogeológica
Gabro	Superficial por fracturas	Variable, baja	Acuitardo
Diorita	Superficial por fracturas	Variable, baja	Acuitardo
Monzonita	Superficial por fracturas	Variable, baja	Acuitardo
Tonalita	Superficial por fracturas	Variable, baja	Acuitardo
Adamelita	Superficial por fracturas	Variable, baja	Acuitardo
Pórfido cuarcífero	Variable, baja	Variable, baja	Acuitardo
Andesita	Media a baja	6-8%	Acuitardo
Formación La Leche	Calizas media por fisuras Dacitas y andesitas media por fisuras Lutita baja	Calizas 10% Dacitas y andesitas 10 a 12% Lutita 2%	Acuífero figurado local
Formación Oyotún	Dacitas y andesitas, alta por fisuras	Dacitas andesitas 10 a 12%	Acuífero fisurado Volcánico local
Formación Tinajones	Lutitas baja Tobas media por fisuras	Lutitas 2% Cuarcitas y tobas 5 y 20%	Acuitardo Sedimentario
Grupo Gollarisquizga	Areniscas alta por fisuras Cuarcitas alta por fisuras Lutitas baja	Areniscas 26 % Cuarcitas 1% Lutitas 2%	Acuífero fisurado
Formación Inca	Areniscas alta por fisuras Calizas media por fisuras Lutitas bajas	Areniscas 14% Calizas 10% Lutitas 2%	Acuicludo
Formación Chúlec	Lutitas grises baja Margas no tiene Calizas media por fisuras	Lutitas grises 2% Margas y calizas no tienen	Acuicludo
Formación Pariatambo	Caliza bituminosa no tiene Lutita baja	Caliza bituminosa 5% Lutita 2%	Acuifugo
Grupo Pullucana Quilquiñán	Caliza arcillosa no tiene Lutita baja Margas impermeables	Caliza arcillosa 5% Lutita 2% Margas no tiene	Acuifugo
Formación Cajamarca	Calizas litográficas baja	Calizas litográficas 8%	Acuifugo
Formación Celendín	Calizas baja Lutita baja Margas no tiene	Calizas 8% Lutita 2% margas no tiene	Acuifugo
Formación Llama	Conglomerados alta Derrames andesíticos alta por fisuras	Conglomerados 5% Derrames andesíticos 8%	Acuífero fisurado Volcánico local
Formación Porculla	Flujos piroclásticos variable Toba media por fisuras Dacitas variable	Flujos piroclásticos variable Toba elevada Dacitas variable	Acuífero poroso fisurado volcánico local
Formación Huambos	Flujos piroclásticos variable Toba media Brechas baja	Flujos piroclásticos variable Toba elevada Brechas 6 8%	Acuífero poroso fisurado volcánico local
Depósitos cuaternarios	Gravas alta Arenas alta Limos media	Gravas 41- 43% Arenas 36% limos 8%	Acuífero poroso no consolidado

# CAPÍTULO VI

## PELIGROS NATURALES

### PRINCIPALES PELIGROS NATURALES EN LA CUENCA

Los peligros naturales son todos los fenómenos geológicos (sísmicos, volcánicos, movimientos en masa, etc), atmosféricos, hidrológicos que por razón del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia pueden afectar de manera adversa a los seres humanos, sus actividades o infraestructura (ISDR, 2004).

La cuenca Chancay-Lambayeque, por sus características físicas y geográficas está expuesta constantemente a una serie de peligros naturales. A continuación se describirá los principales peligros, identificados durante los trabajos desarrollados en este estudio.

En la cuenca se ha logrado cartografiar e inventariar un total de 879 peligros geológicos e hidrometeorológicos (Mapa N° 5) siguiendo la metodología descrita en el Capítulo I.

Los trabajos de campo se efectuaron en los meses de mayo, julio y noviembre del 2005.

En el Gráfico N° 6.1 se muestra el porcentaje de ocurrencia de los peligros naturales según origen, identificados en la cuenca.

Se puede notar que los peligros geológicos representan el mayor número de ocurrencias en la cuenca.

La cronología de los principales peligros geológicos está relacionada con la presencia del FEN, tal como se muestra en el Cuadro 6.1.

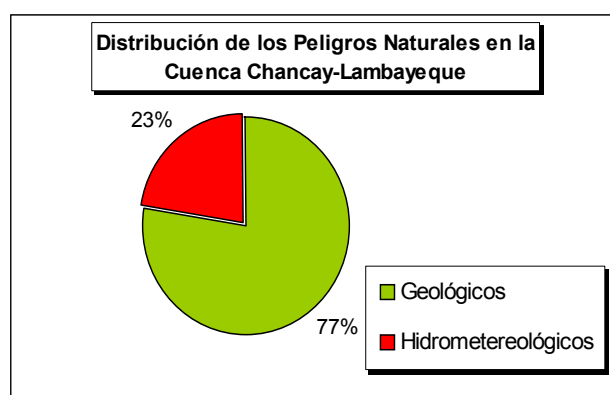


Gráfico 6.1.- Distribución de los peligros naturales en la cuenca Chancay-Lambayeque

### Cuadro N° 6.1

#### Cronología y relato histórico de los principales peligros geológicos

Fecha	Descripción del peligro
1791-1804-1814-1819-1821-1824-1828-1837-1844-1845-1864-1871-1877-1878-1884- y 1891	Inundaciones fluviales y pluviales, ocurridas entre los siglos XVII y XIX, que afectaron la cuenca media y baja de los ríos Reque y Chancay por efectos del fenómeno de El Niño.
1918-1925/26 –1929 – 1932-1939-1940/41-1943-,1951-1953-1956/57-1972/73-1976.	inundaciones fluviales y pluviales, ocurridas en el siglo XX, siendo los fenómeno El Niño del período 1982/1983 y 1997/1998 los de mayor intensidad, causando pérdidas cuantiosas. Se han presentado también erosiones fluviales por el cambio de curso del río en forma brusca, especialmente entre la zona de La Puntilla y Chongoyape, afectando las áreas agrícolas.
1960	Tsunami que afectó a la zona litoral comprendida entre Pimentel y Eten Puerto, donde el mar invadió hasta 200 m hacia el continente, afectó seriamente a los balnearios de Pimentel, Santa Rosa y Eten Puerto.
1982/1983	Flujos de lodo y huaycos entre la parte baja y media de la cuenca, afectando obras de infraestructura y poblaciones aledañas.
1982/1983 1997/1998	Inundaciones y erosiones fluviales que afectaron a áreas de cultivos de la cuenca baja y media, perdiéndose áreas de cultivos de arroz, algodón y de caña de azúcar.
1997/1998	En la cuenca media y alta se reactivaron deslizamientos, como el de Cascarén, Catache – Sector El Monte, Taya, etc.

A continuación se describen los peligros geológicos más frecuentes en la cuenca.

#### Movimientos en masa

Son fenómenos que desplazan grandes volúmenes de material sólido y no sólido movable a lo largo de una pendiente. Puede ser de movimiento lento o violento. Ocurren por acción de la gravedad, el agua y/o hielo.

Están considerados como movimientos en masa los deslizamientos, flujos, caídas de rocas, derrumbes, y movimientos complejos (Varnes, 1978).

En el Gráfico 6.2 se puede notar que los movimientos en masa más frecuentes en la cuenca son los deslizamientos.

En el Gráfico 6.3 se puede observar que las principales causas de ocurrencia de estos fenómenos serían la calidad de las rocas y el tipo de litología.

#### Deslizamientos

Son movimientos rápidos o lentos, de 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 inclinado o cóncavo. Se caracterizan por desarrollar una o varias superficies de ruptura, una zona de desplazamiento y una de acumulación del material desplazado. Las escarpas pueden ser de varias formas, desde circulares hasta rectas y presentar saltos de terreno desde centímetros hasta varios metros y dimensiones desde pocos metros hasta kilómetros.

Ocurren en laderas de todo tipo de materiales litológicos. Las causas naturales son la pendiente del terreno, lluvias, filtración de aguas, etc.

En la cuenca investigada se presentan un total de 312 deslizamientos, el 85 % de ellos es de tipo rotacional y el 15 % traslacional.

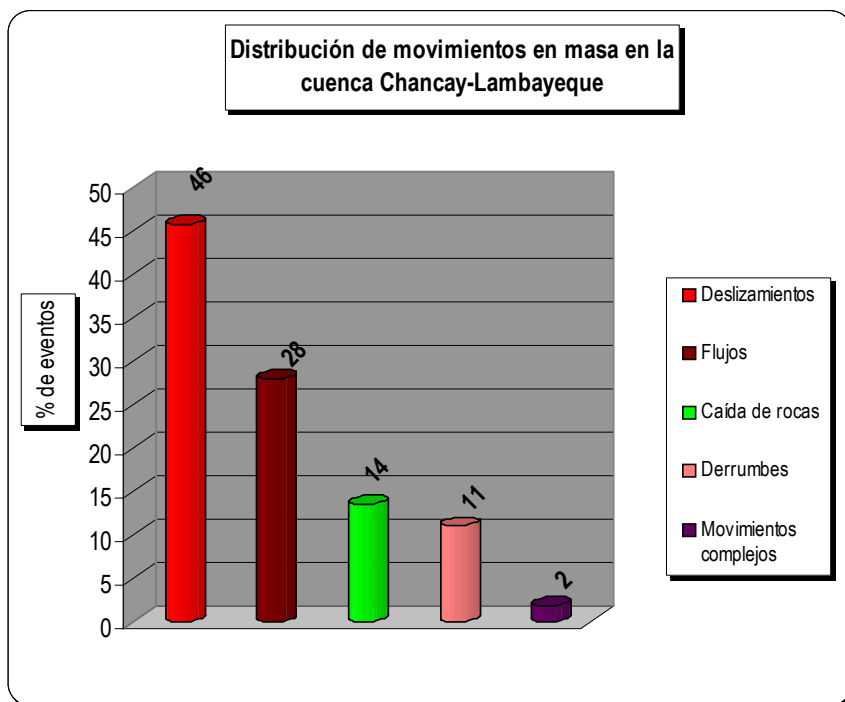


Gráfico N° 6.2.- Distribución de movimientos en masa en la cuenca Chancay - Lambayeque

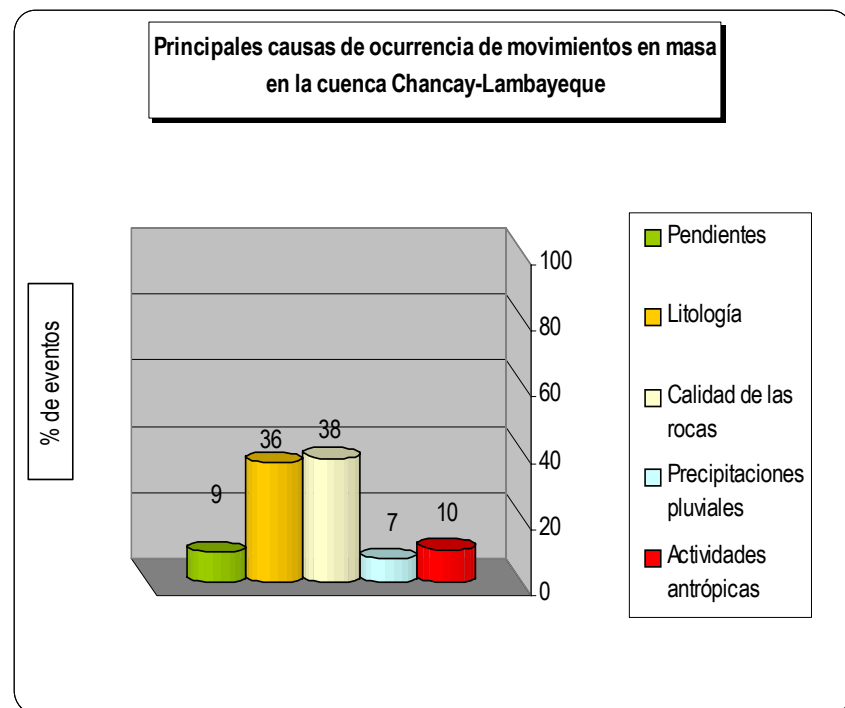


Gráfico N° 6.3.- Principales causas de ocurrencia de movimientos en masa en la cuenca Chancay - Lambayeque

Respecto a la actividad de los deslizamientos, se ha recabado la siguiente información: 3% activos, 78% inactivos y 19 % reactivados.

En general, estos fenómenos ocurren con mayor recurrencia en la cuenca alta, entre las localidades de Chanchay Baños, La Esperanza, Uticyacu, Pulan y Tongod. En el Cuadro N° 6.2 se hace una descripción de los deslizamientos más importantes que afectan a la cuenca.

#### Flujos

Es el movimiento de un material fluido, sobre una substrato rígido (Hungar, O. et al, 1987). En el área de la cuenca son frecuentes los huaycos (flujos de detritos) y flujos de lodo o barro. Se caracterizan por presentar velocidades relativamente muy altas, del orden de m/seg.

El agua tiene una importante participación en la formación de estos fenómenos. Disminuye la cohesión, aumenta significativamente el peso y produce la saturación del suelo a consecuencia de las abundantes lluvias.

Del cartografiado e inventario de flujos en la cuenca Chancay-Lambayeque se obtuvo que el 95 % de los huaycos inventariados corresponden al 40 % de los terrenos sin vegetación en la cuenca.

**Huayco:** es un término andino, para designar a los flujos de detritos. Pueden alcanzar una fuerza destructiva imposible de detener arrastrando material de tamaño heterogéneo, desde bloques hasta arenas, limos y arcillas.

Los huaycos que se presentan en la cuenca baja y media están relacionados al fenómeno El Niño, es decir a lluvias de tipo excepcional. Los que se producen en la cuenca alta están relacionados a lluvias de tipo estacional, también suelen presentarse en la cuenca media.

En el Cuadro N° 6.3 se describen los principales huaycos inventariados y cartografiados en la cuenca.

Del inventario y cartografía de la distribución de huaycos en la cuenca Chancay-Lambayeque y la comparación con el mapa de isoyetas de precipitación acumulada durante el FEN 1997/98 (SENAMHI, 1999), se obtuvo que el 79 % de los huaycos inventariados corresponden a una precipitación acumulada mayor a 1 000 mm (Gráfico 6.4).

**Flujos de lodo:** Se denominan así, cuando arrastran materiales finos (limos y arcillas). Tienen lugar sobre pendientes muy bajas. Se producen en altas velocidades y pueden discurrir por extensas áreas.

Los flujos de lodo que ocurren en la cuenca baja y media, están asociados al fenómeno El Niño. Los que ocurren en la cuenca alta están relacionados a lluvias estacionales.

En el Cuadro N° 6.4 se registran y describen los principales flujos de lodo que afectan a la cuenca.

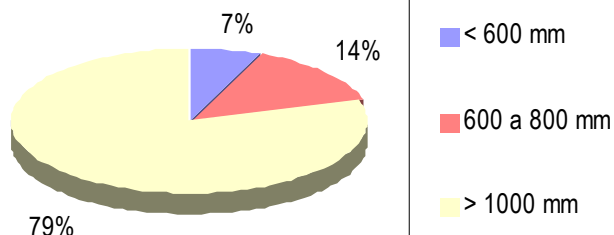
**Flujos de arena:** Se les llama así cuando el material que arrastran está constituido principalmente por arenas. Son muy rápidos y discurren por pendientes suaves a moderadas. Ocurren en los depósitos eólicos, que cuando se presentan lluvias excepcionales son fáciles de remover, formando canales. Sólo se presentan en la cuenca baja. En el Cuadro N° 6.5 se describen los principales flujos de arena en la cuenca.

**Inundación de detritos:** Se refiere al transporte de sedimentos en suspensión y carga de fondo (tracción) debido a movimiento rápido y turbulento del agua en canales inclinados-transición entre una inundación de agua y un deslizamiento por flujo.

Las inundaciones de detritos producen típicamente capas delgadas y amplias de material heterogéneo. El tamaño máximo de partículas transportadas en una inundación de detritos es del orden de centímetros. Otra característica distintiva es la ausencia de albardones a lo largo de las márgenes del canal, debido a la falta de selección longitudinal y cantos frontales.

Gráfico N° 6.4.-  
Porcentaje de  
ocurrencias de  
huaycos con  
respecto a  
precipitaciones  
acumuladas  
del FEN 1998

#### Porcentaje de ocurrencias de huaycos con respecto a precipitaciones acumuladas del FEN 1998



La capacidad de destrucción de las inundaciones de detritos es similar a las inundaciones de agua. Los objetos impactados por las inundaciones de detritos son cubiertos o rodeados por detritos, pero a menudo no resultan dañados.

Estos fenómenos se localizan en la cuenca media, especialmente en los ríos Maichil, y Chancay y, generalmente se presentan en épocas de crecidas del río, incrementándose los problemas cuando se presenta el fenómeno El Niño.

En el Cuadro N° 6.6 se muestran las principales inundaciones de detritos que han ocurrido en la cuenca.

#### Caídas

Es el desprendimiento o caída repentina de suelo o roca de una ladera a lo largo de una superficie el material desciende en caída libre, saltando o rodando, el movimiento es de muy rápido a extremadamente rápido. (Cruden & Varnes, 1996).

En la cuenca Chancay-Lambayeque, como resultado del inventario y cartografía de caídas se obtuvo que el mayor porcentaje de ocurrencias se registraron en rocas intrusivas y lavas (Gráfico 6.5).

**Caídas de rocas:** Se denominan así, cuando involucran material del sustrato, que por fracturamiento se desprende repentinamente. Los fragmentos van desde una pequeña fracción de roca hasta un bloque.

Las zonas que pueden presentar caídas de rocas, están en sectores de pendiente mayor de 27°, siendo mayormente motivados por los movimientos sísmicos o precipitaciones pluviales. Estos fenómenos se pueden presentar también en los cortes de talud para carretera.

En el Cuadro N° 6.7 se mencionan las caídas de rocas más importantes que afectan a la cuenca.

**Derrumbes:** Se les llama así, cuando se originan por el desplome de materiales inconsolidados. Se caracterizan por presentar una zona de arranque definida, pueden llegar a medir hasta decenas de metros.

En la cuenca baja están relacionados a laderas que tienen pendiente media a fuerte, cortes de talud de carretera. Se intensifican cuando se presenta un sismo o fuertes precipitaciones pluviales.

En la cuenca alta, ocurren en rocas volcánicas, muchos de ellos son inducidos por los cortes de carretera.

En el Cuadro N° 6.8 se muestran los principales derrumbes que afectan a la cuenca.

**Avalanchas de rocas:** Son caídas de material rocoso mayormente grueso, desde gravas hasta bloques que pueden llegar a medir 10 m de diámetro. Se caracterizan por ser movimientos muy violentos, los cuales han sido inducidos por un fuerte movimiento sísmico (Hernnans, R. 2005).

En la cuenca se han identificado pocas avalanchas, la mayoría relacionadas a rocas calcáreas, areniscas o intrusivos, con bloques de hasta de 2 m de diámetro.

#### Movimientos complejos

Los movimientos complejos, son la combinación de uno o más tipos de movimientos en masa (Varnes, 1978).

Estos eventos se han inventariado en la cuenca media. Los más recientes están relacionados a los últimos fenómenos El Niño de los años 1982/1983 y 1997/1998.

Los tipos de movimientos que han ocurrido son deslizamiento-flujo y derrumbe-flujo, los cuales han afectado principalmente a obras de infraestructura agrícola y terrenos de cultivo.

En el Cuadro N° 6.9 se muestran los principales movimientos complejos que existen en la cuenca.

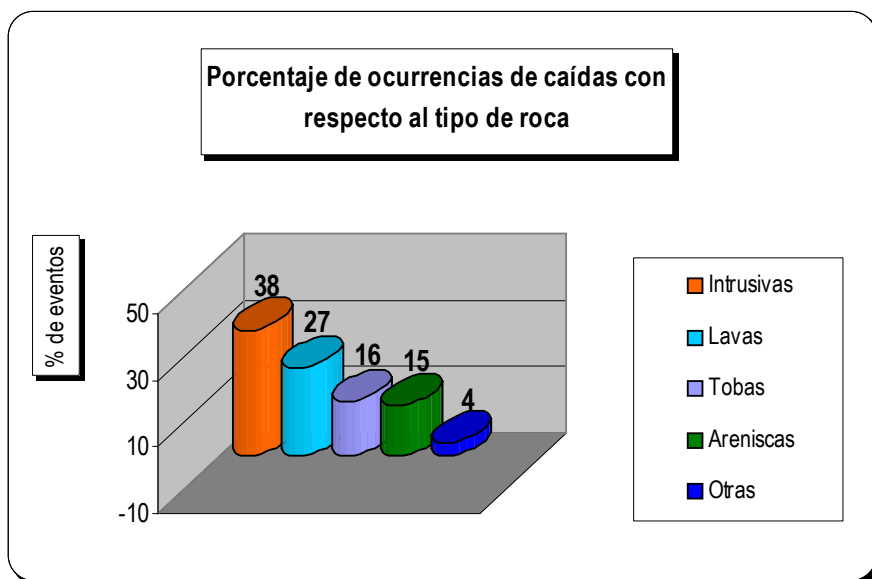


Gráfico N° 6.5.-  
Porcentaje de ocurrencias de caídas con respecto al tipo de roca



Cuadro N° 6.2  
Descripción de los principales deslizamientos ocurridos en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA ALTA			
Rincón de Cascadén Catache Santa Cruz Cajamarca 105721227	Litología del sustrato, naturaleza del suelo incompetente, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, infiltración de aguas subterráneas, sismicidad. Aprovechamiento inadecuado de recursos hídricos, mal sistema de riego y deforestación.	Escarpa activa de forma parabólica. Principal 2 m y secundarias de 20 a 50 cm. Agrietamientos longitudinales y transversales, longitudes de 2 a 3 m, profundidades de 2 a 3 m. Separación entre escarpas entre 5 y 10 m. En el cuerpo presenta erosión de laderas (cárcavas y surcos). Es un deslizamiento antiguo reactivado. Se ha reactivado a raíz del fenómeno El Niño del año 1998, y se ha acentuado el problema por las malas técnicas de regadío. En el pie del deslizamiento se aprecia erosión fluvial (margen izquierda del río San Lorenzo), formándose derrumbes.	Afectó 3 viviendas y terrenos de cultivo. Puede afectar 5 ha de terrenos de cultivo y canal de regadío. Podría afectar a una vivienda.
Cascadén Catache Santa Cruz Cajamarca 105721234	Litología del sustrato, naturaleza del suelo incompetente, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, infiltración de aguas subterráneas, sismicidad. Aprovechamiento inadecuado de recursos hídricos, mal sistema de riego y deforestación.	Escarpa de forma irregular y elongada, el desnivel entre escarpa principal y el pie es de 100 m. Reactivación con escarpa principal circular de 10 m y secundarias de 1 a 5 m. Asentamientos. Agrietamientos longitudinales y transversales, longitudes de 2 a 10 m, profundidades de hasta 3 m. Separación entre escarpas entre 50 cm y 1m. En el cuerpo presenta erosión de laderas (cárcavas y surcos). Es un deslizamiento antiguo reactivado.	Afectó 3 viviendas, camino rural y terrenos de cultivo.



Foto N° 6.1.- Deslizamiento de Cascadén (distrito de Catache, provincia de Santa Cruz. Agosto, 2005).



Foto N° 6.2.- Parte del deslizamiento de Cascadén reactivado (distrito de Catache, provincia de Santa Cruz. Agosto, 2005).



Tayapampa Chancay Baños Santa Cruz Cajamarca 11571110	Substrato de mala calidad, discontinuidades de las rocas, naturaleza del suelo, terreno susceptible a remoción y pendiente. Precipitaciones pluviales intensas, filtración de aguas subterráneas, mal sistema de riego y sismicidad del terreno. Aprovechamiento inadecuado de recursos hídricos, mal sistema de riego y deforestación.	Deslizamiento, presenta escarpas sucesivas y progresivas. Escarpa de forma irregular y longitud 250 m. Salto principal de 10 a 12 m. La velocidad de desplazamiento de la masa se estima lenta. En su cuerpo se presentan asentamientos, tres pequeñas lagunas (producto de las filtraciones de agua), varios saltos no mayores a los 3 m. En su cuerpo hay canales de regadío, la disposición de algunos de ellos se produce aprovechando los saltos de las escarpas secundarias, los cuales van a colapsar constantemente.	Afectó 6 viviendas, camino rural, 10 ha de terrenos de cultivos ubicados en el cuerpo. Actualmente podría afectar a 3 viviendas y postes de tendido eléctrico (colocados recientemente).
La Munana Catache Santa Cruz Cajamarca 105721221	Litología del sustrato, naturaleza del suelo incompetente, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, infiltración de aguas subterráneas, sismicidad.	Escarpa principal de forma parabólica irregular. Presenta agrietamientos longitudinales y transversales. Es un deslizamiento antiguo, reactivado en sectores por corte de carretera. Es un deslizamiento de grande dimensiones, en su cuerpo hay material suelto, en la zona del río Chilla se forman erosiones fluviales dando lugar a la formación de derrumbes y pequeños deslizamientos.	Podría afectar tramo de 100 m de la carretera Chongoyape-Santa Cruz y viviendas, terrenos de cultivos 10 ha. y caminos de herradura.
Catache Catache Santa Cruz Cajamarca 105721222	Litología del sustrato, naturaleza del suelo incompetente, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, infiltración de aguas subterráneas, sismicidad. Deforestación	Escarpa principal de forma elongada. En el cuerpo presenta erosión de laderas. Es un deslizamiento antiguo, reactivado en sectores por corte de carretera. En el sector de El Monte se está reactivando, se observa una escarpa de aproximadamente 200 m de largo, la que muestra un desplazamiento del orden de los centímetros. A raíz de las lluvias excepcionales del año 1998, en la parte baja del deslizamiento se produjeron reactivaciones que incrementaron con sedimentos al río Chancay.	En el sector de El Monte (parte alta del deslizamiento) se ha reactivado un sector, puede afectar a vivienda, iglesia, colegio y terrenos de cultivo. En el sector de Catache (parte media del deslizamiento) podría afectar viviendas, carretera Chongoyape-Santa Cruz y canal de regadío. En la parte baja hay reactivaciones que afectaron a terrenos de cultivo.



Foto N° 6.3.- Deslizamiento de La Munana (distrito de Catache, provincia de Santa Cruz. Agosto, 2005)



Foto N° 6.4.- Deslizamiento de Catache (distrito de Catache, provincia de Santa Cruz. Agosto, 2005)

Chaquil Catache Santa Cruz Cajamarca 115711215	Substrato de mala calidad, naturaleza del suelo, terreno susceptible a remoción y pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas y sismicidad. Corte de talud para carretera, deforestación.	Deslizamiento que presenta escarpa principal de forma elongada y continua, se observan escarpas secundarias sucesivas. La velocidad del movimiento ha sido moderada. La forma de la escarpa es rotacional, su longitud es de 30 m, el desnivel entre la escarpa y el pie es de 50 m, el salto principal es de 15 m. y los secundarios están entre 5 a 10 m. Se ven asentamientos de formas longitudinales con extensiones de 5 a 10 m, profundidades menores a 1,00 y separaciones de hasta 1.00 m. Se pueden presentar derrumbes.	Alimenta parte de la quebrada Chaquil, la podría represar, y afectar a trocha carrozable Catache-Cornuche.
Baños / Quebrada Paquilla 115711121	Litología del substrato (calizas y areniscas) de mala calidad, naturaleza del suelo, alternancia de rocas de diferente competencia, orientación desfavorable de discontinuidades, terreno susceptible a remoción y pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas, mal sistema de riego, ocupación de áreas vulnerables y sismicidad. Corte del talud de la carretera.	Deslizamiento antiguo reactivado por sectores con escarpa de forma irregular parabólica. El desnivel entre la escarpa principal y el pie es de 100 m. El salto principal es de 15 m y los secundarios menores a 15 m. Presenta escarpas múltiples, asentamientos: agrietamientos longitudinales y transversales. La velocidad del movimiento es lenta.	Afectó 100 m de la carretera Santa Cruz-Chota y canal de regadío.



Foto N° 6.5.- Deslizamiento de Chaquil ( distrito de La Esperanza, provincia de Santa Cruz. Noviembre, 2005).

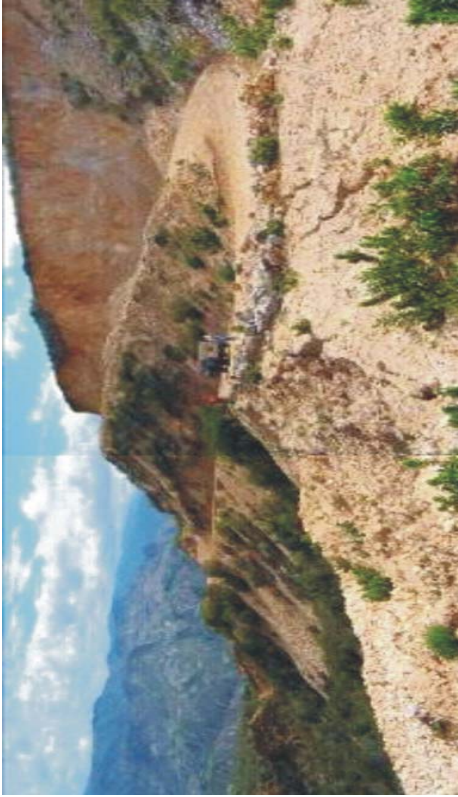


Foto N° 6.6.- Deslizamiento de Baños, está afectando a la variante de la carretera Chancay Baños-Chota ( distrito de Chancay Baños, provincia de Santa Cruz. Noviembre, 2005).

Cuadro 6.3  
Principales huaycos que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
El Porvenir Patapo Chichayo Lambayeque 095721161	Naturaleza del suelo, material suelto en el cauce y pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. los depósitos superficiales en el cauce son proluviales conformados por gravas, limos y arena. Es un flujo de material heterogéneo. Se recomienda limpiar la quebrada y forestar ambas márgenes.	Afectó 5 viviendas y cultivos. En la actualidad podría afectar a viviendas y terrenos de cultivo ubicados en la desembocadura de la quebrada.
Las Canteras Chongoyape Chichayo Lambayeque 095721171	Naturaleza del suelo, material suelto en el cauce y pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Flujo de material heterogéneo	Afectaría viviendas, carretera, cultivos y alcantarilla.
Quebrada Piedra Blanca Patapo Chichayo Lambayeque 095722157	Naturaleza del suelo incompetente, pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Flujo de material heterogéneo que fluye por la quebrada piedra blanca, con 300 m de ancho del cauce, se observa erosión fluvial en la margen izquierda. Altura de la terraza erosionando 4 - 8 m.	En la parte inferior de la quebrada afectó a viviendas y terrenos de cultivo.



Foto N° 6.7.-      Nacientes de la quebrada Piedra Blanca. (distrito de Patapo, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).



Huaca Blanca – Sapotil Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711059	Naturaleza del suelo, morfología y pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Flujo excepcional, la quebrada es alimentada por erosiones de ladera, que pueden generar flujos.	Afectó 10 viviendas, camino rural y cultivos. En la actualidad puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Los Algarrobos Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711070	Naturaleza del suelo, morfología y pendiente del terreno. Precipitaciones pluviales intensas. Deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Quebrada de amplio cauce. Flujo excepcional, cono antiguo de 180 m ancho. Los flujos recientes presentan conos menores a los 100 m; cercano a este se presentan hasta 3 flujos.	En el año 1983 y 1998 afectó a terrenos de cultivo y viviendas. Actualmente podría afectar 4 viviendas, 100 m carretera y terrenos de cultivos.



Foto N° 6.8. - Flujo de lodo sector de Huaca Blanca, afectó al centro poblado del mismo nombre y a la carretera de acceso. (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Agosto, 2005).

Cuadro 6.4  
Principales flujos de lodo que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
Saltur (Sector Av. Aviación) Zaña Chiclayo Lambayeque 095741123	Naturaleza del suelo, morfología, pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Flujo excepcional de material preponderantemente fino; de la parte de los cerros se producen como escorrentías que se unen en pequeñas quebradas formando flujos, muro de contención deben prolongarse unos 400 m y levantarlo un metro más.	Afectó 12 viviendas, caminos y corrales, y podría afectar excepcionalmente alrededor de 40 viviendas.



Foto N° 6.9.- Poblado de Saltur, se aprecia su dique protector y la dirección de los flujos de lodo. (distrito de Zaña, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).

El Triunfo Mesones Muro Ferreñafe Lambayeque 095721106	Naturaleza del suelo, morfología, pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas, deforestación. También se presentan depósitos edólicos inconsolidados.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Flujo de material preponderantemente fino, excepcional; causó obstrucción y destrucción de vía y erosión. Se recomienda forestar la zona.	Afectó alrededor de 680 m de la antigua carretera Pitipo-Batán Grande y Canteras, destruyó 6 viviendas, y terrenos de cultivo. Las viviendas fueron reubicadas cercanas al cono de influencia. Afectó también al canal Taymi.
--	---	---	---



Foto N° 6.10.- Sector del Triunfo, carretera dañada por flujos de lodo (distrito de Mesones Muro, provincia de Ferreñafe. Mayo, 2005).

CUENCA MEDIA			
Wadington Alto Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711052	Naturaleza del suelo, morfología, pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Evento excepcional, cono de 700 m ancho, sobre parte del cono se encuentra el pueblo, cuando bajó el flujo se esparció en forma de abanico. En 1998 parte del muro se rompió afectando 3 viviendas. Se recomienda reforzar muro.	Podría afectar 25 viviendas, 300 m camino rural, 250 m, canal de irrigación, y 6 hectáreas de cultivo.
Guanagal Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711107	Naturaleza del suelo, morfología, pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Se aprecia material suelto en su lecho conformado por más del 50 % de material fino, como arena, limo y arcilla.	Puede afectar al canal madre del Reservorio de Tinajones.



Foto N° 6.11.- Canal madre del Reservorio de Tinajones, puede ser afectado por flujos de lodo (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo. Agosto, 2005).



Cuadro 6.5  
Principales flujos de arena que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
Cachinche Plitipo Ferreñafe Lambayeque 095711054	Naturaleza del suelo, material eólico de fácil remoción, morfología, pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Flujo de material fino que viene de diferentes surcos del cerro Cachinche, sobre depósitos eólicos antiguos en los cuales se encuentra actualmente un bosque de algarrobos.	Afectó viviendas, terrenos de cultivo, colegio, caminos y canal Taymi.
Cachinche Plitipo Ferreñafe Lambayeque 095711056	Naturaleza del suelo, material eólico de fácil remoción, morfología, pendiente del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Este flujo está relacionado con la presencia del fenómeno El Niño, se ha presentado en los años 1983 y 1998. Cono proluvial, por lo cual se han construido obras de arte para canalizar flujos pequeños, pero en un flujo excepcional colapsaría.	Afecta 400m, camino rural, canal Taymi, terrenos de cultivo y dos postes de alumbrado.



Foto N° 6.12.- Depósitos de arena, donde se generan flujos de arena cuando se presenta el fenómeno El Niño, afecta al poblado de Cachinche (distrito de Plitipo, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).



Cuadro 6.6  
Principales inundaciones de detritos que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA MEDIA			
Shilimbo Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711110	Naturaleza del suelo incompetente, pendiente baja del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	El área afectada es una terraza baja donde el agua llegó a una altura de 2 m, causada por el cambio de curso del río Chancay.	Afectó 10 ha de terrenos de cultivo.
Frente a Huaca Blanca Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711127	Naturaleza del suelo incompetente, pendiente baja del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	El área afectada es una terraza baja donde existían terrenos de cultivo.	Afectó 6 ha de terrenos de cultivo.
Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711166	Naturaleza del suelo incompetente, pendiente baja del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Naturaleza del suelo incompetente, pendiente baja del terreno, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Afectó 10 ha de terrenos de cultivo.



Foto N° 6.13.- Inundación de detritos, ocurrida en el año 1998, afectó a terrenos de cultivo. (Sector de Shilimbo, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, Noviembre, 2005).

Cuadro 6.7  
Principales caídas de rocas que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
Los Gentiles Monsefú Chiclayo Lambayeque 095731044	Litología del substrato, roca intrusiva de mala calidad, pendiente del terreno, sismicidad, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Caída de rocas en una longitud de 1000 m y altura 60 m; bloques sueltos y caídos hasta de 2 m de diámetro. Se observa erosión estéril que ha dado bloques sueltos de formas redondeadas. Se recomienda reforestar la zona.	Puede afectar vivienda, terrenos de cultivo y 300 m de camino rural.
Pueblo Nuevo (Saltur) Zaña Chiclayo Lambayeque 095741122	Litología del substrato, roca intrusiva de mala calidad, pendiente del terreno, sismicidad, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Caída de rocas que originan canchales; asimismo podría generarse derrumbe de casi 150 m longitud y 90 m altura. Zona crítica. Se recomienda reforestar la zona.	Puede afectar a viviendas del poblado de Saltur, corrales y reservorio de agua.



Foto N° 6.14.- Sector de los Gentiles, en la ladera se observa bloques sueltos (distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).

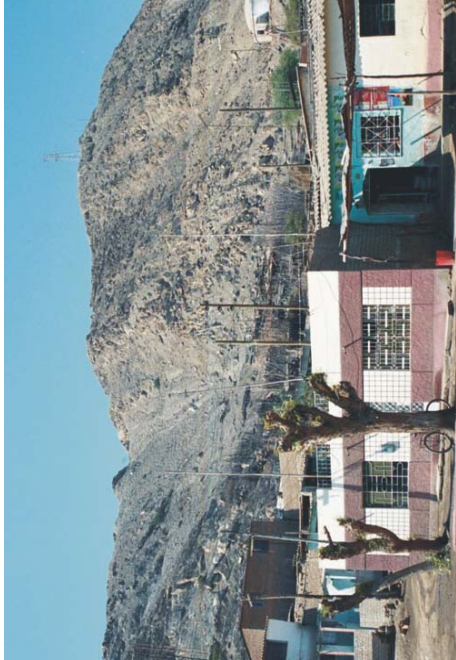


Foto N° 6.15.- Poblado de Saltur, que puede ser afectado por caídas de rocas (distrito de Zaña, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Mayo, 2005).

CUENCA MEDIA				
Huaca Blanca – Zapotal Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711058	Litología del substrato, rocas intrusivas (lavas) de mala calidad, pendiente del terreno, sismicidad, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Caída de rocas en una longitud de 500 m, altura 60 m, bloques sueltos y caídos hasta de 2 m diámetro. Se recomienda forestar la zona	Podría afectar 2 viviendas y torres de alta tensión.	
Cerro La Cal Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711081	Litología del substrato, areniscas intercalas con lutitas de mala calidad, pendiente del terreno, sismicidad, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Caída de rocas en una extensión de 600 m. Se recomienda forestar la zona.	Puede afectar 1 vivienda y terrenos de cultivo.	
CUENCA ALTA				
Cascadén Catache Santa Cruz Cajamarca 105721238	Litología del substrato, areniscas muy fracturadas, pendiente del terreno, sismicidad, precipitaciones pluviales intensas, corte de talud para carretera, y deforestación.	Talud rocoso fracturado e inestable. Tipo de fractura es mixta (cuña y planar). La roca está medianamente fracturada y medianamente alterada. Bloques sueltos menores a 1 m.	Puede afectar tramo de 300 m de la carretera Chongoyape-Santa Cruz. Vía transitada por omnibuses de servicio interprovincial y por vehículos particulares.	



Foto N° 6.16.- Caída de rocas que afecta a la carretera Puente Cumbil-Santa Cruz a la altura del sector de Cascadén, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca. Agosto, 2005).

Cuadro 6.8  
Principales derrumbes que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
Repartidor La Puntilla Patapo Chiclayo Lambayeque 095721175	Naturaleza del suelo incompetente, rocas intrusivas de mala calidad, pendiente fuerte del terreno, precipitaciones pluviales intensas, pendiente muy fuerte, sismicidad, corte de talud para carretera.	Caída de rocas y bloques sueltos hasta de 2 m diámetro, en una extensión de 380 m.	Afecta 380 m carretera. Es una vía muy transitada por omnibuses y vehículos particulares.
CUENCA MEDIA			
Sexi Santa Cruz Cajamarca 105721204	Naturaleza del suelo incompetente, tobas andesíticas de mala calidad, pendiente fuerte del terreno, precipitaciones pluviales intensas, sismicidad, corte de talud para carretera.	Zona de arranque de forma irregular continua. Acumulación de bloques sueltos en el cuerpo.	Podría afectar tramo de 600 m de carretera afirmada Chongoyape-Santa Cruz. Vía transitada por ómnibus y vehículos particulares



Foto N° 6.17.- Zona de derrumbes que pueden afectar a la carretera  
Puente Cumbil-Cirato (distrito de Sexi, provincia  
de Santa Cruz. Agosto, 2005).



CUENCA ALTA			
Miraflores La Esperanza Santa Cruz Cajamarca 115711225	Litología del sustrato (calizas y margas) de mala calidad, naturaleza del suelo incompetente, pendiente fuerte del terreno, ausencia de vegetación, precipitaciones pluviales intensas, sismicidad y deforestación.	Talud rocoso fracturado e inestable. Tipo de fractura es mixta. La zona de arranque es irregular y continua, medianamente fracturado y alterado. Las dimensiones son largo 250 m y una altura de 80 m. Presenta bloques caídos al pie de talud y canchales.	Podría afectar al poblado de Miraflores.
Sexi Sexi Santa Cruz Cajamarca 115731203	Litología del sustrato (tobas andesíticas) de mala calidad, naturaleza del suelo incompetente, pendiente fuerte del terreno, ausencia de vegetación, precipitaciones pluviales intensas, sismicidad, corte de talud de carretera y deforestación.	Talud rocoso fracturado e inestable. Tipo de fractura es mixta. La zona de arranque irregular y continua, medianamente fracturado y alterado. Presenta bloques caídos al pie de talud.	Puede afectar a 500 m de la carretera Santa Cruz-Sexi.

Cuadro 6.9  
Principales movimientos complejos que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA MEDIA			
DERRUMBE – FLUJO			
Cerro Racarumi Chongoyape Chidayo Lambayeque 105711044	Litología del substrato (rocas intrusivas), discontinuidades en las rocas, naturaleza del suelo, pendiente fuerte del terreno, precipitaciones pluviales intensas, y sismicidad.	Se observan hasta 7 derrumbes flujos que confluyen en una cárcava, que bajan hacia Paredones y canal Racarumi	Afectó viviendas, canal y terrenos de cultivo.
Represa Tinajones (campamento) Chongoyape Chidayo Lambayeque 105711064	Litología del substrato (rocas intrusivas), discontinuidades en las rocas, naturaleza del suelo, pendiente fuerte del terreno, precipitaciones pluviales intensas, y sismicidad.	Derrumbe-flujo, donde se presenta un cono de 400 m de extensión sobre el cual se encuentra el campamento; se observan 2 flujos que bajan por cárcavas y otras chorreras. Han construido una obra de arte en pleno canal, para evitar que sea colmatado.	Afectaría 3 viviendas, camino rural, badén y terrenos de cultivo.
DESIZAMIENTO – FLUJO			
Catache Santa Cruz Cajamarca 105721103	Litología del substrato (Tobas dacíticas), discontinuidades en las rocas, naturaleza del suelo, pendiente fuerte del terreno, Precipitaciones pluviales intensas, y sismicidad.	Escarpa de forma irregular semicircular. Rotacional. Asentamientos. Presenta cárcavas y surcos. Alimenta cauce de quebrada.	Podría represar quebrada. Lo que podría originar problemas en el río Chancay.



Foto N° 6.18.- Derrumbe-flujo que afectó a antiguas instalaciones de la Escuela de Policías del Perú en el año 1998. (distrito de Chongoyape, provincia de Santa Cruz, Mayo, 2005).



## EFFECTO DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS SOBRE LAS ZONAS DE RESERVA Y EL RESERVOIRIO TINAJONES

### Chaparri

En el cerro Chaparri, se han observado evidencias de antiguas caídas de rocas, debido al intenso fracturamiento de los

afloramientos. Bloques de hasta 0,5 m de longitud, se encuentran caídos al pie de la ladera del cerro. Otro peligro latente, son los flujos (huaycos) en las quebradas Las Pavas, Huallacal, y Campana, principalmente durante el fenómeno El Niño (Fotos N° 9.8, 9.9 y 9.10).



Foto N° 9.8.- Huayco sobre la quebrada Campana, se activa en tiempos del fenómeno El Niño.

### Chancay Baños

Los peligros geológicos que podrían afectar a esta zona de reserva, son los deslizamientos, como los registrados en las zonas de La Pauquilla y Baños. Asimismo, también podría ser afectada por erosión de laderas.

### Túcume

Se ha registrado en esta zona ocurrencias de erosión de laderas, en forma de surcos. Asimismo, en el cerro Purgatorio, el intenso fracturamiento de la roca podría producir caídas de rocas durante un movimiento sísmico fuerte. Por otro lado, también se ha registrado flujos de lodo, los cuales han afectado los caminos de acceso y áreas de cultivo.

### Reservorio Tinajones

En el área ocupada por el Reservorio Tinajones, se han registrado erosión de laderas y flujos de detritos (huaycos) relacionados al fenómeno El Niño. Al vaso del reservorio desembocan la unión de las quebradas Campana, Pavas y Huallacal y un ramal de la quebrada Yaipón. Cuando se activan estas quebradas, acarrearán sedimentos hacia el reservorio.

En la carretera de acceso al reservorio de Tinajones se han registrado pequeños derrumbes y caídas de roca (Foto N° 9.11) y erosión de ladera que se relacionan con la generación de pequeños flujos de lodo. Estos fenómenos afectaron la carretera de acceso al Reservorio.



Fotos N° 9.9 y 9.10.- Vista de las quebradas Campana (superior) y Yaipón (inferior).

Por otro lado, en estudios efectuados por el IMAR en 1996 en el ámbito de la cuenca, se registró que la erosión hídrica de suelos en la parte alta y en las márgenes de los ríos trajo consigo la producción de sedimentos (sedimentación) que ha venido afectando a los equipos y estructuras hidráulicas que forman parte del sistema Tinajones (turbinas de la central hidroeléctrica de Carhuaquero, bocatomas Racarumi, La Puntilla; canales Lambayeque, Chiclayo y Taymi). Dichos estudios señalan que el problema de sólidos aparece al presentarse una descarga de 25 m<sup>3</sup>/seg y que la determinación del arrastre anual de sólidos partiendo de los dragados en La Puntilla es de 105 000 m<sup>3</sup>. De igual manera según los estudios, todo parece indicar que la vida útil de la estructura quedará reducida en un 30% de lo previsto (Solórzano, A., 1996).

### Peligros hidrometeorológicos

#### *Erosión Fluvial*

Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos. Socava los valles profundizándolos, ensanchándolos y alargándolos (Dávila, J., 1999).

Los factores más importantes para la ocurrencia de erosión fluvial son, la cobertura vegetal, la geomorfología y el clima.

En la cuenca, en condiciones climáticas normales, la erosión fluvial es muy local, se producen generalmente en la cuenca media y alta. Cuando se presenta el fenómeno El Niño, se registran mayores ocurrencias de este fenómeno.

En la cuenca, las áreas donde se intensifica la erosión fluvial comprende la zona de Carhuaquero hasta Reque, erosionando las terrazas antiguas, afectando en gran dimensión a los terrenos de cultivo.

En el Cuadro N° 6.12 se nombran los lugares donde ocurre erosión fluvial en la cuenca.

#### *Inundación Fluvial*

Es un peligro natural recurrente, resultado de lluvias fuertes que ocurren en las cuencas altas y/o medias de los valles. Estas lluvias sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y producen un aumento del caudal de los cursos de agua hasta que se desbordan e inundan tierras adyacentes.

Los ríos con lecho de poca pendiente desarrollan amplias terrazas de inundación en las cuales el río divaga. Si durante una inundación el río acarrea sedimentos algo gruesos, éstos tienden a ser depositados a lo largo de las riberas de su cauce como diques naturales.

El ensanchamiento del cauce de un río y la destrucción de parte de la llanura de inundación son resultados frecuentes durante la ocurrencia de estos fenómenos.

En la cuenca, las mayores inundaciones están asociadas al fenómeno El Niño. Así se tiene, los desbordes de los ríos Chancay (desde Carhuaquero hasta La Puntilla) y Reque (desde La Puntilla



Foto N° 9.11.- Zona de derrumbes y caídas de rocas que afecta a la carretera de acceso Juana Ríos-Reservorio de Tinajones.

hasta Eten). En la cuenca alta también se han producido inundaciones como las ocurridas en el distrito de La Esperanza.

Asimismo, se han registrado desbordes en los canales de regadío y drenaje pluvial que hay en toda la cuenca baja, siendo uno de los más importantes el Canal Taymi. El año 1998, durante el fenómeno El Niño, este canal se rompió en dos sectores, provocando inundación en las localidades de Mocce y Pisci.

En el Cuadro N° 6.13 se nombran los lugares donde se presenta inundación fluvial en la cuenca.

### Otros peligros naturales

#### *Arenamiento*

Son las invasiones de arena activadas por la acción eólica. Se identifican por la presencia de acumulaciones de arena. Las construcciones realizadas sobre estas arenas son vulnerables a los sismos.

En el Cuadro N° 6.10 se muestran los principales arenamientos en la cuenca.

#### *Erosión de laderas*

Se refiere a la formación de cárcavas o surcos que se forman en las laderas por la acción de las lluvias, que al desplazarse erosionan el material superficial. La evolución de las cárcavas ocurre tanto en profundidad como lateralmente. Se desarrollan en zonas desprovistas de vegetación. La pendiente es un factor que actúa en relación directa con el índice de erosión (Solórzano, A., 1996).

En la cuenca ocurren especialmente en la parte alta y media. En la cuenca baja sólo se presentan durante el fenómeno El Niño. La más frecuente es la erosión en cárcavas, la erosión en surcos y laminar, en estos últimos son de menor dimensión. La deforestación contribuye a su acción.

En el Cuadro N° 6.11 se nombran los lugares donde ocurre erosión de laderas en la cuenca.

Cuadro N° 6.10  
Principales arenamientos ubicados en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
San José San José Lambayeque Lambayeque 095731015	Pendiente baja del terreno, acumulaciones de arena y dinámica eólica.	Campo de dunas pequeñas, cerca de la orilla del mar. Distancia de la orilla al pueblo aprox. 400 m.	Podría afectar a viviendas y caminos de acceso.
Pampa de Portachuelo Tumán Chiclayo Lambayeque 095741119	Pendiente baja del terreno, acumulaciones de arena y dinámica eólica.	Se observan dunas, algunas con vegetación, las cuales llegan hasta el pie de la ladera, en un área de 2000 x 400 m.	Afecta camino rural y torres de alta tensión (121, 122 y 123) del sistema interconectado de Carhuaquero.




Foto N° 6.19.- Arenamiento en el sector Baldero, afecta un depósito industrial de Petroperú (distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).



Foto N° 6.20.- Arenamiento entre el Cerro Negro-Cabeza de Mono, Pampa Portachuelo, sector Granja La Punta (distrito de Requena, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).



Cuadro N° 6.11  
Principales erosiones en cárcavas que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
La Pared Mesones Muro Chiclayo Lambayeque 095721179	Depósitos eólicos incompetentes, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Material suelto compuesto por depósitos edícos sujetos a ser erosionados. Se presentan en forma de surcos y cárcavas. Se pueden generar flujos.	Puede afectar canal Taymi en un tramo de 200 m.
			
Foto N° 6.21.- Erosión de laderas en el sector de Piedra Plana, (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo, Mayo, 2005).			
CUENCA MEDIA			
Piedra Parada Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711090	Litología del sustrato (areniscas), naturaleza del suelo incompetente, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Erosión en cárcavas, de los cuales hasta 3 flujos han bajado al pueblo de Piedra Parada.	Afectaría 14 viviendas y carretera.
Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711055	Litología del sustrato (lavas andesíticas alteradas) de mala calidad, naturaleza del suelo incompetente, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Se presenta en forma de cárcavas y surcos, se pueden generar flujos y pequeños derrumbes.	Podría afectar tramo de 500 m de carretera afirmada Chongoyape-Toomoché. Vía transitada generalmente por vehículos particulares.

CUENCA ALTA			
Carretera Catache-Santa Cruz Catache Santa Cruz Cajamarca 105721099	Litología del sustrato (toba y aglomerado) de mala calidad, naturaleza del suelo incompetente, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Se presenta en forma de surcos y cárcavas. Se generan flujos de detritos y pequeños derrumbes.	Afecta tramo de 200 m de la carretera Chongoyape-Santa Cruz. Vía transitada por vehículos de servicio público y particulares.
Carretera Catache-Santa Cruz Catache Santa Cruz Cajamarca 105721100	Litología del sustrato (toba y aglomerado) de mala calidad, naturaleza del suelo incompetente, precipitaciones pluviales intensas y deforestación.	Se presenta en forma de surcos y cárcavas. Se generan flujos de detritos y pequeños derrumbes.	Afecta tramo de 200 m de la carretera Chongoyape-Santa Cruz. Vía transitada por vehículos de servicio público y particulares.



Foto N° 6.22.- Erosión de laderas, afectan a la carretera Chongoyape-Santa Cruz (distrito de Santa Cruz, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca. Agosto, 2005).



Cuadro N° 6.12  
Principales inundaciones que ocurren en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
Mocce Lambayeque Lambayeque Lambayeque 095711012	Pendiente del terreno, morfología, precipitaciones pluviales. Rotura del canal Taymi, donde el flujo de agua se canaliza por el canal de drenaje y llega hasta el poblado de Mocce (parte baja).	Llanura inundable, se observa terraza baja, altura de agua alcanzó hasta 1,5 m. Existe un proyecto de canalización y ensanchamiento del futuro canal. Actualmente están volviendo a regresar a vivir los pobladores. Está relacionada a la presencia del fenómeno El Niño, o lluvias excepcionales.	20 viviendas destruidas, afectadas 30, cultivos 10 ha, 500 m carretera y 300 damnificados. Arrastró desechos del antiguo botadero de basura de Lambayeque.



Foto N° 6.23.- Poblado de Mocce inundado en el año 1998 (Foto del Gobierno Regional de Lambayeque).



Foto N° 6.24.- Sector de Mocce, zona inundada en el año 1998 (distrito y provincia de Lambayeque, Mayo, 2005).

Cuadro N° 6.13  
Principales erosiones fluviales ubicadas en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
Caimito Monsefú Chiclayo Lambayeque 095731039	Naturaleza del suelo, terrazas bajas precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación.	Socavamiento fluvial en una extensión de 500 m, a la margen derecha del río Reque. Se observa terrazas de 8, 6, 4 y 2 m altura. Por el avance de la erosión se ha perdido alrededor de 8 ha. También se observa el área inundable de 800 x 200m. Se observa defensas ribereñas.	Afecta 1 vivienda, terrenos de terrenos de cultivo y caminos rurales.
Huayto Bajo - Tres Primos Chongoyape Chiclayo Lambayeque 105711073	Naturaleza del suelo, terrazas bajas precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial y deforestación.	Socavamiento fluvial en una extensión de 600 m, a la margen izquierda del río Chancay. El río ha variado su curso hacia la margen izquierda, actualmente se pueden producir inundaciones y afectar a terreno de cultivo.	Afectó 200 m camino rural y 5 hectáreas de terrenos de cultivos. Puede afectar nuevamente al camino rural.

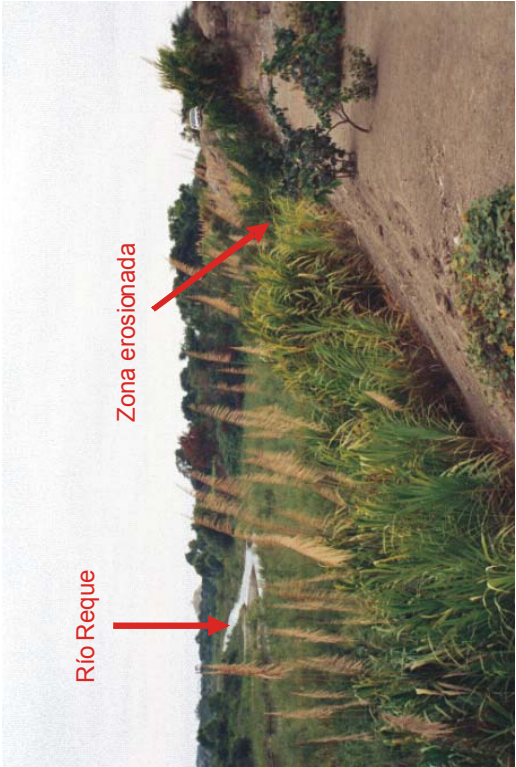


Foto N° 6.25.- Sector de Caimito, en el año 1983 el río Reque erosionó este lugar (distrito de Monsefú, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005).



Foto N° 6.26.- Margen izquierda del río Chancay, sector de Huayto (distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo), en el año 1998 el río erosionó esta zona. (Agosto, 2005).

En el inventario y cartografía, se registró que un 45 % de las ocurrencias de este fenómeno corresponden al 10 % de los terrenos sin vegetación en la cuenca. Asimismo, se constató que el mayor porcentaje de ocurrencias se registraron en rocas tipo tobas y lavas (Gráfico No 6.6).

#### *Erosión marina*

Es la erosión que se produce por la acción de las olas marinas sobre el litoral. Incluye el arranque del material, abrasión y corrosión de los sedimentos marinos. (Dávila, J. 1999). La erosión marina socava el litoral dejando formas muy características como cavernas, plataformas de abrasión, el talud continental, el zócalo continental, los fiordos, acantilados, etc.

En la cuenca se ha registrado erosión marina, en los acantilados de la playa Eten, que presentan alturas entre 20 y 30 m. Se encuentran formados por niveles de arenas, limolitas y algunos niveles de coquinas, no litificados.

Para proteger las zonas con erosión marina se han colocado bloques de rocas intrusivas en dirección perpendicular a la línea de playa.

En la parte superior de los acantilados se observa rajaduras en el terreno producto de la antigua erosión marina, cuando el nivel del mar era más alto. En la actualidad se puede generar derrumbes en estos taludes.

En la parte inferior de los acantilados, no es recomendable que se construya cualquier tipo de edificaciones por ser zonas inestables. En la parte superior se puede construir, siempre y cuando se realice un estudio detallado de la zona.

En el Cuadro N° 6.14 se nombran los lugares que presentan erosión marina en la cuenca.

## PELIGRO SÍSMICO

Walter Pari & Hernando Tavera

#### Generalidades

En el Perú, el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, en el territorio peruano, da origen a un gran número de sismos de diferentes magnitudes con focos a diversos niveles de profundidad. Una segunda fuente sismogénica es la deformación de la zona continental que produce fallas, con la consecuente ocurrencia de sismos de magnitudes menores a los anteriores (Cahill y Isacks, 1992; Tavera y Bufo, 2001).

En estas condiciones, en el Perú, los sismos se constituyen en el mayor peligro al cual se encuentra sometido nuestro territorio.

Se reporta los resultados de la revisión y análisis de la sismicidad histórica e instrumental presente en la cuenca Chancay-Lambayeque. El número de sismos presentes en esta cuenca ha permitido estimar las aceleraciones máximas esperadas para un período de 50 años, así como conocer las posibles intensidades que podrían afectar a las distintas localidades existentes en la cuenca.

#### Sismicidad Histórica – Chancay-Lambayeque

La descripción de los sismos más importantes que han producido daños en distintos puntos de la cuenca se presentan en el Cuadro N° 6.15 modificado de Silgado (1978). Según las informaciones contenidas en el cuadro, las máximas intensidades en la escala Mercalli Modificada evaluadas en la cuenca Chancay-Lambayeque oscilaron entre las intensidades VI y X, siendo el sismo ocurrido el 24 de julio de 1912, uno de los más importantes.

**Porcentaje de ocurrencias de erosión de laderas con respecto al tipo de roca**

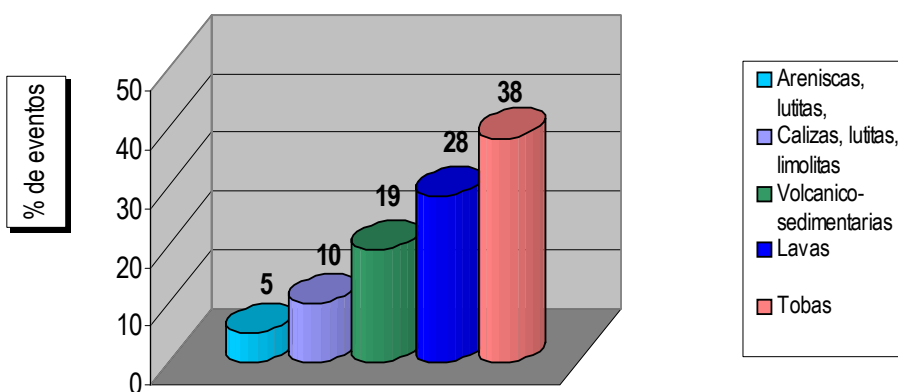


Gráfico N° 6.6.-  
Porcentaje de ocurrencias de erosión de laderas con respecto al tipo de roca

Cuadro N° 6.14  
Erosión marina ubicada en la cuenca

Paraje/Sector Distrito Provincia Dpto. Código	Causas o factores desencadenantes	Comentario geodinámico	Daños ocasionados o probables
CUENCA BAJA			
Puerto Eten Eten Chilayo 095731030	Dinámica inconsolidados de areniscas, limos y depósitos marina.	Socavamiento marino en una extensión de 500 m, se presentan acantilados presentan alturas entre 20 m a 30 m de altura. En la parte superior de los acantilados a unos metros, paralelo a él se observa rajaduras en el terreno, los cuales han sido producto de las antiguas erosiones.	Podría afectar a viviendas que se encuentran al borde del acantilado, y al muelle.



Foto N° 6.27.- Zona de erosión, sector de Puerto Eten (provincia de Chilayo. Mayo, 2005).

Nota: En estos cuadros solo se ha mencionado los ejemplos más representativos de los peligros geológicos existentes en la cuenca.



**Cuadro N° 6.15**  
**Descripción de los datos macrosísmicos ocurridos en la región de estudio**

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
1606-03-23	20:00	Saña	VI	Se estremeció violentamente la tierra en Saña, Lambayeque.
1759-09-02	23:15	Trujillo	VII	Un gran temblor causó cinco víctimas en Trujillo y averió sus construcciones. La catedral sufrió deterioros en sus bóvedas, arquerías y torres. Fue sentido a lo largo de la Costa entre el pueblo de San Pedro, Lambayeque hasta la Villa de Santa. En los pueblos de las sierras de Huamachuco fue intenso.
1902-01-02	09:08	Casma-Chimbote	IX	Sismo ocurrido entre Casma y Chimbote. Sentido moderadamente en Chiclayo y Paita. Leve en Lima a las 10 horas se repitió en Casma con menor intensidad.
1905-04-23	23:15			Movimiento sísmico sentido a lo largo de la Costa litoral entre Tumbes y Ancash
1906-01-09	05:00		VI	Temblor en el norte del país. Fuerte en Piura, mediano en Trujillo.
1907-06-20	06:33		VI	Sismo en Chiclayo, Lambayeque y Eten. Grado IV en Olmos y menor intensidad en Trujillo y Huancabamba. En Lima y Callao fue breve, con prolongado ruido.
1928-05-14	17:12	Norte del Perú	X	Sismo, que trajo devastación y muerte en varias poblaciones interandinas en el norte del Perú. Graves -daños en Huancabamba (Piura), Cutervo, Chota y Jaén (Cajamarca). Hacia el Oriente, en Moyobamba (860 msnm) cayeron alrededor de 150 casas. La formación de grietas en el suelo, algunas hasta de dos casas. Se deduce que el movimiento fue destructor en un área cercana a los 100 000 km <sup>2</sup> .
1937-06-21	10:13	Costa Norte	VII	Gran temblor sentido en la Costa desde el paralelo 5° hasta el 11° de latitud sur y hacia el interior unos 180 km. Área probable de percepción 315.000 km <sup>2</sup> . En la ciudad de Trujillo ocasionó caída de cornisas y rajaduras de paredes. En Lambayeque y en el puerto de Salaverry, derrumbes parciales de las torres de las iglesias. Intensidad VI de la Escala MM. Ligeros daños en las ciudades andinas de Cajamarca y Cutervo. Fuerte en Chimbote y Casma.
1951-05-08	15:03	Chiclayo	VI	Movimiento sísmico regional entre los paralelos 7° y 12° de latitud sur. En la ciudad de Chiclayo alcanzó el grado V de la escala MM.
1951-06-23	20:44	Costas Litoral Norte	VI	Sismo originando en el océano, frente a las costas del litoral norte. En la ciudad de Trujillo y en el puerto de Pacasmayo, se apreció una intensidad del grado V de la Escala MM. Fue sentido en las poblaciones de Cajamarca y en las situadas en el Callejón de Huaylas.
1960-11-20	17:02	Piura	VI	Movimiento sísmico en el NO. En Piura ocasionó dos muertos, varios heridos y muchos daños a las construcciones, horas después, un pequeño tsunami golpeaba las costas del departamento de Lambayeque. La primera ola como de 9 metros de altura, causó daños en los puertos de Eten y Pimentel y en las caletas de Santa Rosa y San José, así como la muerte de tres personas; la isla Lobos de Afuera situada a unas diez millas frente al puerto de Pimentel, fue barrida completamente. Siguieron otras dos olas de menos magnitud.
1962-11-15	18:25	Costa de Trujillo		Originado frente a Trujillo. Daños leves en las construcciones pobres. Fue sentido en Chiclayo, Trujillo y Chimbote.
1963-08-30	10:30	NO del Perú	VI	Intenso temblor en el NO. Rotura de objetos decorativos y menaje en Piura. Grado V MM. Alarma en Chiclayo y Trujillo.
1969-02-04	23:11		VI	Las ciudades del norte del país, especialmente Trujillo y Chiclayo, fueron sacudidas por un violento sismo. En Chiclayo causó gran alarma.
1970-05-31	15:30	Ancash	X	Uno de los terremotos más catastróficos en la historia del Perú. El número de víctimas fue de 50 mil personas muertas, 20 mil desaparecidos y 150 mil quedaron heridos. En Chiclayo fue sentido con una intensidad de V MM.

1970-12-09	23:55		X	Un sismo de magnitud 7,2 sacudió poblaciones en el NO del Perú. Murieron 48 personas. La máxima intensidad fue de grado VII en la Escala MM.
1971-07-10	20:33		VI	Un sismo fuerte en el NO del país, produjo en Sullana la caída de dos viviendas y daños en otras viviendas. Hubo alarma en Piura y Tumbes. Con menor intensidad se sintió en Chiclayo y Trujillo.
1974-06-09	14:16	Chiclayo	VI	Fuerte sismo que afectó a las ciudades de Chiclayo y Piura causando daños materiales.
1986-11-23	01:38	Lambayeque		Sismo de magnitud 5,2 Ms en la escala de Richter afectó a las regiones de Cajamarca, Lambayeque y Piura.
1991-04-06	14:48	Lambayeque		Sismo de magnitud 5,0 Ms cuyo epicentro se encuentra al noreste de la cuenca, afectó poblados de de Cajamarca y Lambayeque.
1995-11-05	09:25	Lambayeque		Fuerte sismo cuyo epicentro se ubica en las coordenadas 06° 15' S y 79° 00' O, con una magnitud de 4,9 Ms en la escala de Richter, afectó al departamento de Lambayeque.
2000-03-27	09:54	Lambayeque		Sismo cuyo epicentro se ubica en las coordenadas 06° 17' S y 80° 12' O, con una magnitud de 4,8 Ms en la escala de Richter, afectó al departamento de Lambayeque.
2002-01-29	20:01	Lambayeque		Sismo ocurrido en el litoral costero de la región de Lambayeque.
2005-09-25	08:55	Lamas-Moyobamba	VI	Fuerte sismo que afectó la región oriental del Perú, en las localidades de Yurimaguas, Lamas y Pampa Hermosa. Se reportaron 2500 damnificados y la muerte de 5 personas por derrumbes de sus viviendas. Intensidades de IV-V fueron evaluadas en Contamana, Juanjuí, Iquitos, Chiclayo, Trujillo y Huánuco.

Para la mayoría de los sismos descritos en el Cuadro N° 6.15, Silgado (1978) elaboró mapas de intensidades, correspondiendo uno de ellos al del terremoto ocurrido el 24 de julio de 1912, con epicentro en el departamento de Piura y con una intensidad máxima de X en la escala Modificada de Mercalli. Dicho sismo llegó a ocasionar daños severos a lo largo de toda la línea costera. Las isosistas alcanzaron valores entre X (Huancabamba, Limón, Tamborapa) y VIII MM (Puerto Eten, Chiclayo, caleta Santa Rosa, Cartavio y otros), tal como se muestra en la Figura N° 6.1

#### Distribución de intensidades sísmicas máximas

El área de la cuenca ha sido afectada por un gran número de sismos, siendo los más importantes los que ocurrieron frente a la costa de la ciudad de Chiclayo durante los años 1912, 1928, 1937, 1940, 1948 y 1953, 1970 y el de Lamas-Moyobamba del 2001. Los poblados más afectados durante estos eventos han sido: Chiclayo, Lambayeque, Mochumí, Cruz de Mayo, Chacupe, Valle Hermoso, Monsefú, Santa Cruz de Succhubamba.

En la Figura N° 6.2 se presenta el mapa de distribución de intensidades sísmicas máximas del Perú (Alva & Meneses, 1984). En el área de la cuenca prevalecen las intensidades máximas que son del orden de grados VI y VII (MM).

#### Sismotectónica de la región

El entorno sismotectónico del Perú se caracteriza por la subducción de la placa de Nasca bajo la Sudamericana, que dio origen a la fosa peruana-chilena, la Cordillera de los Andes, los principales sistemas de fallas activas y un gran número de sismos de diversas magnitudes. Estas características permiten considerar al Perú como uno de los países de mayor riesgo sísmico en América Latina.

Estudios sobre la neotectónica de Perú (Sebrier et al, 1982), así como la elaboración de los mapas neotectónicos (Macharé et al, 1991) y Sismotectónico del Perú (Tavera et al, 2001), han permitido identificar un importante número de fallas activas, muchas de las cuales producen sismos continuamente.

En el área de la cuenca, no se observa ninguna falla activa, pero podría verse influenciada hacia el sur por la falla de la Cordillera Blanca (Sebrier et al, 1982). Dicha falla tiene rumbo NE-SO.

#### Distribución espacial de los sismos

Según el mapa de la Figura N° 6.3, los sismos han sido clasificados en: superficiales ( $h < 60$  km), intermedios ( $61 < h < 350$  km) y profundos ( $h > 351$  km) y su distribución muestra, que los superficiales ocurren frente a la línea de costa sobre una banda de aproximadamente

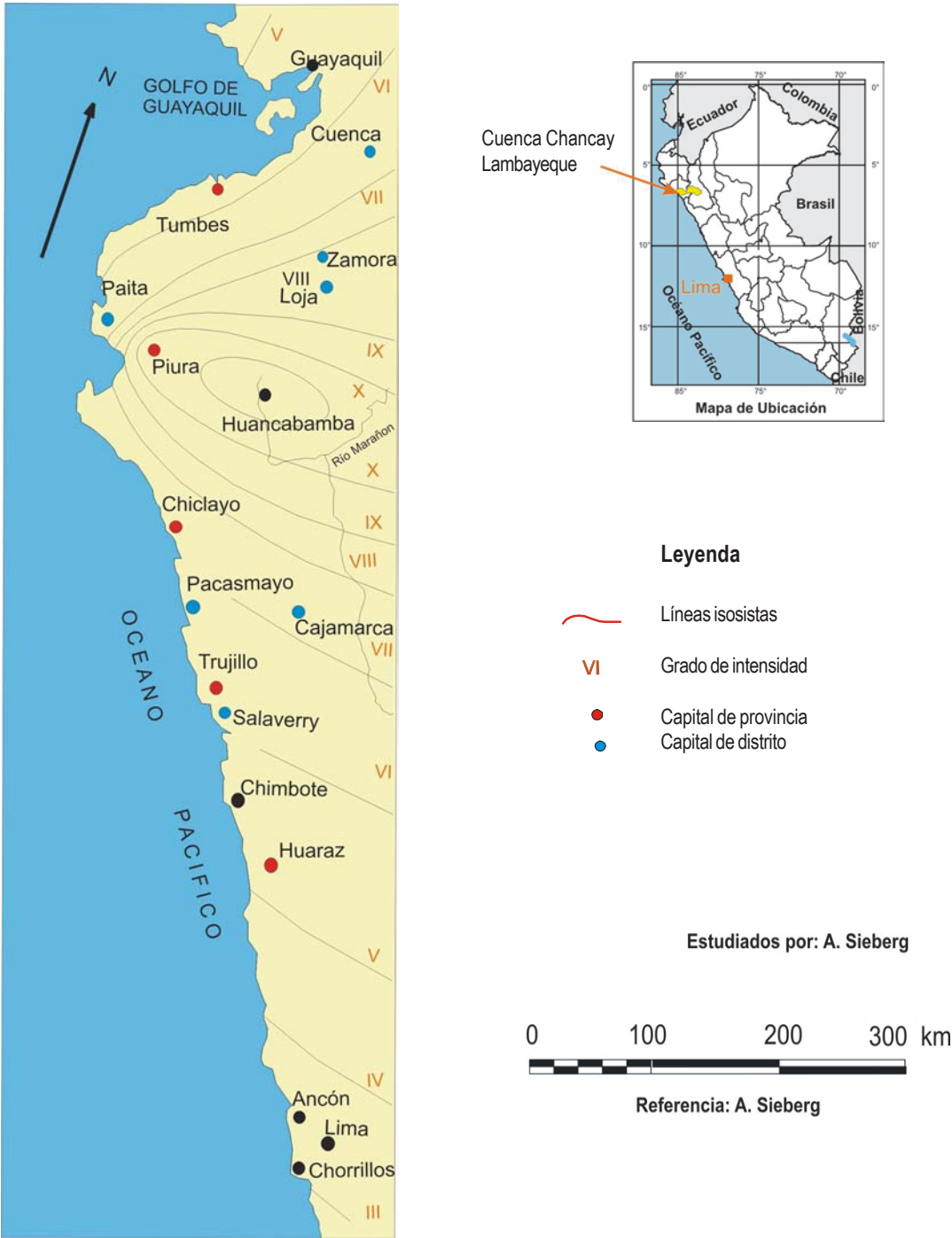


Figura 6.1.- Mapa de líneas isosistas del terremoto del norte del Perú del 24 de Julio de 1912

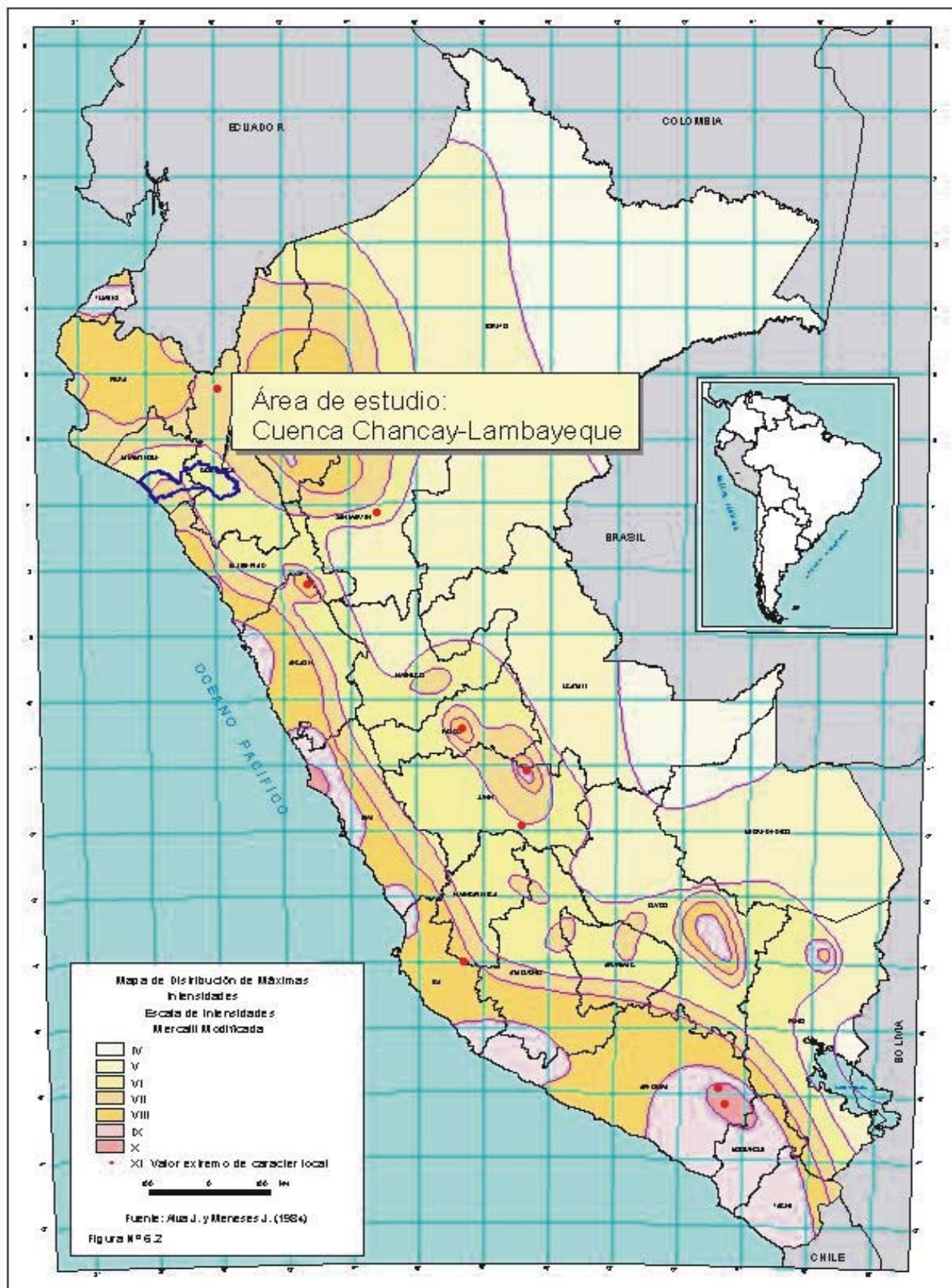


Figura 6.2.- Mapa de distribución de máximas intensidades



400 km, desde Tumbes hasta Tacna. Sismos con el mismo rango de magnitud, también están presentes en el interior del continente y en mayor número sobre la región subandina de las regiones norte y centro de Perú (Tavera y Buforn, 2001; Bernal y Tavera, 2002)

Los sismos con foco superficial ( $h < 60$  km) se distribuyen entre la fosa y la línea de costa de manera irregular formando pequeños agrupamientos. En general en la región norte, los sismos tienden a localizarse a mayor distancia de la costa; mientras que en la región centro el número de sismos es mayor frente a la costa del departamento de Ancash ( $9^{\circ}30' - 11^{\circ}$  sur) debido probablemente a la llegada de la Fractura de Mendaña y menor frente a la costa de Lima ( $11^{\circ} - 14^{\circ}$  sur). En esta región la historia sísmica indica la ocurrencia de varios sismos de magnitud elevada, siendo los más catastróficos los ocurridos en 1970 (Ancash) y 1974 (Lima), ambos con magnitudes de 6,4 y 6,2 mb respectivamente.

### Estudio sísmico probabilístico

Utilizando la base de datos sísmicos del Catálogo Sísmico del IGP, la ley de atenuación de Casaverde y Vargas (1980), las fuentes sismogénicas definidas por Zamudio y Tavera (2004) y el software RISK III (McGuire, 1999), se ha calculado las aceleraciones máximas producidas por un sismo que en el futuro pudiera ocurrir en la cuenca.

Se muestra los mapas de aceleraciones máximas para un período de 30, 50 y 100 años. En ellos se observa que las aceleraciones mayores se presentan a lo largo del borde oeste de la cuenca, cerca de la línea de costa, y disminuyen conforme se avanza hacia el este, dato coherente con el número de sismos que en dicha área ocurren.

El mapa de distribución de aceleraciones máximas con un 10% de excedencia para 30 años que oscilan entre 265 a 316 gals (Figura N° 6.5), para 50 años de vida útil, varían de 303 a 347 gals (Figura N° 6.6) y para 100 años varían de 345 a 407 gals (Figura N° 6.7). El rápido decaimiento de los valores de aceleración se debe en parte, a que el número de sismos que ocurren en la zona de subducción disminuyen por la presencia de la Cordillera Andina como un elemento atenuador.

### Zonificación y aceleraciones máximas

Según el Mapa de Zonificación Sísmica para el Perú (SENCICO, 1997) (Figura N° 6.4), en la cuenca se identifica la zona de sismicidad alta, que se extiende desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes y considera dentro de esta zona a la ciudad de Chiclayo y a centros poblados como Lambayeque, Chacupe, Valle Hermoso, Cruz de Mayo, Monsefú, Eten, Mochumí, Tablazo, Hda. Cuculí, El Campamento, Llama, Santa Cruz de Succhubamba, entre otros.

El mapa de zonificación sísmica es coherente con el de aceleraciones máximas, perteneciendo el área de la cuenca a la Zona 3, la de máxima intensidad.

En la Figura N° 6.8 se presenta un ejemplo de la curva de probabilidad de ocurrencia de aceleraciones máximas y sismos de gran magnitud para el poblado de Cascadén, una de las zonas más afectadas del distrito de Catache. De dicha figura se deduce que en dicha zona se produciría una aceleración máxima de 530 gals con una probabilidad de 0,002%, siendo el período medio de retorno del sismo que produce dicha aceleración de 900 años. Aceleraciones del orden de 300 gals se producirían con un porcentaje de 0,05% con períodos de tiempo de 60 años en promedio.

### Tsunamis

Los tsunamis son ondas marinas de gran tamaño, generadas por una perturbación en el interior del océano, principalmente debido a un movimiento sísmico superficial ( $h < 60$  km) con foco en el fondo marino. Dependiendo del tamaño del sismo, las olas pueden alcanzar diversas alturas y muchas veces recorren distancias tan grandes como la existente entre la costa occidental de Sudamérica y la oriental de Japón a velocidades que prácticamente no son perceptibles sobre la superficie del océano. Del mismo modo, las dimensiones de las áreas inundadas en continente, dependerá del tamaño del sismo y de su ubicación con relación a la línea de costa.

### Tsunamis en el área de la cuenca

Se tiene registro de dos tsunamis, que afectaron a la región de Lambayeque, donde se ubica la parte baja de la cuenca:

- El tsunami del 13 de agosto de 1968, que causó daños desde el sur de Trujillo hasta Concepción (Chile).
- El tsunami ocurrido el 20 de noviembre de 1960 que fue generado por un sismo de magnitud 6,8 Ms e intensidad máxima de VI en la escala de Mercalli. La primera ola alcanzó 9 m de altura, llegando a producir daños severos en los puertos de Eten y San José. Inundó por completo la Isla de Lobos ubicada a 16 km del Puerto Pimentel. Las demás olas fueron de menor tamaño e intensidad. Debido a la magnitud e intensidad del sismo es probable que este tsunami se haya originado por deslizamiento de material submarino que perdió estabilidad debido al moviendo telúrico.

De producirse un sismo y por consiguiente un tsunami en la cuenca baja del valle Chancay-Lambayeque, los mayores impactos estarían en los centros poblados y puertos de la costa como Puerto Pimentel, Puerto Eten, caleta Santa Rosa. Para prever futuras inundaciones la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú propuso dos cartas de inundaciones para los puertos de Eten y Pimentel. Según la Carta de Inundación del puerto de Eten, un área urbana concéntrica, con ancho de 250 m, sería la más afectada al ser completamente inundada por el tsunami. Según la carta de Inundación de Pimentel, un área urbana amplia, con ancho de 300 m, sería la más afectada. En la actualidad estos puntos se encuentran habitados y por lo tanto, son potencialmente vulnerables a los efectos de un tsunami.

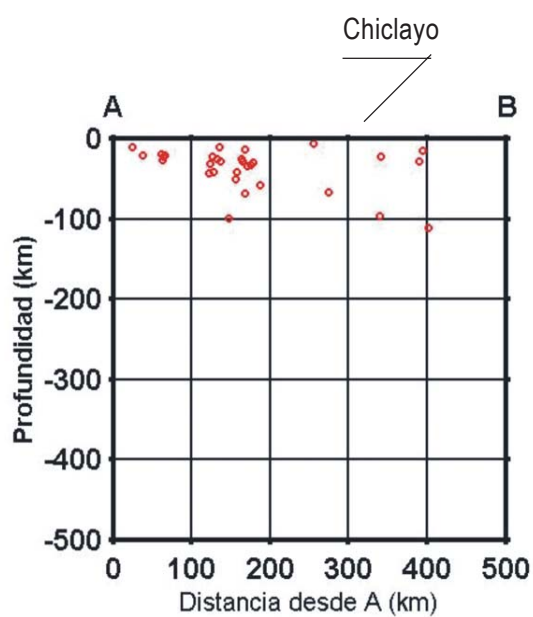
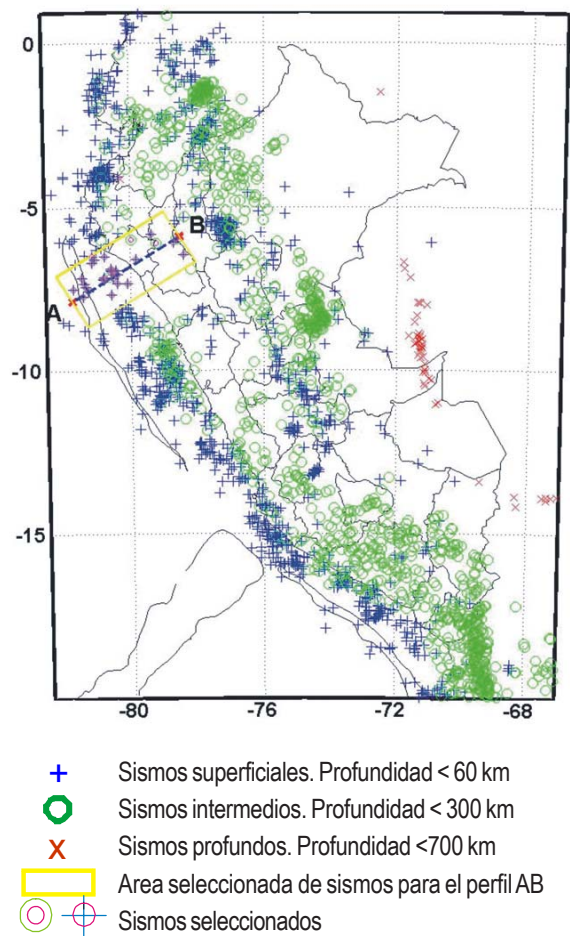


Figura N° 6.3.- Mapa de Distribución de Sismicidad del Perú y Perfil Sismico AB. Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2005



Figura 6.4.- Mapa de zonificación sísmica de Perú



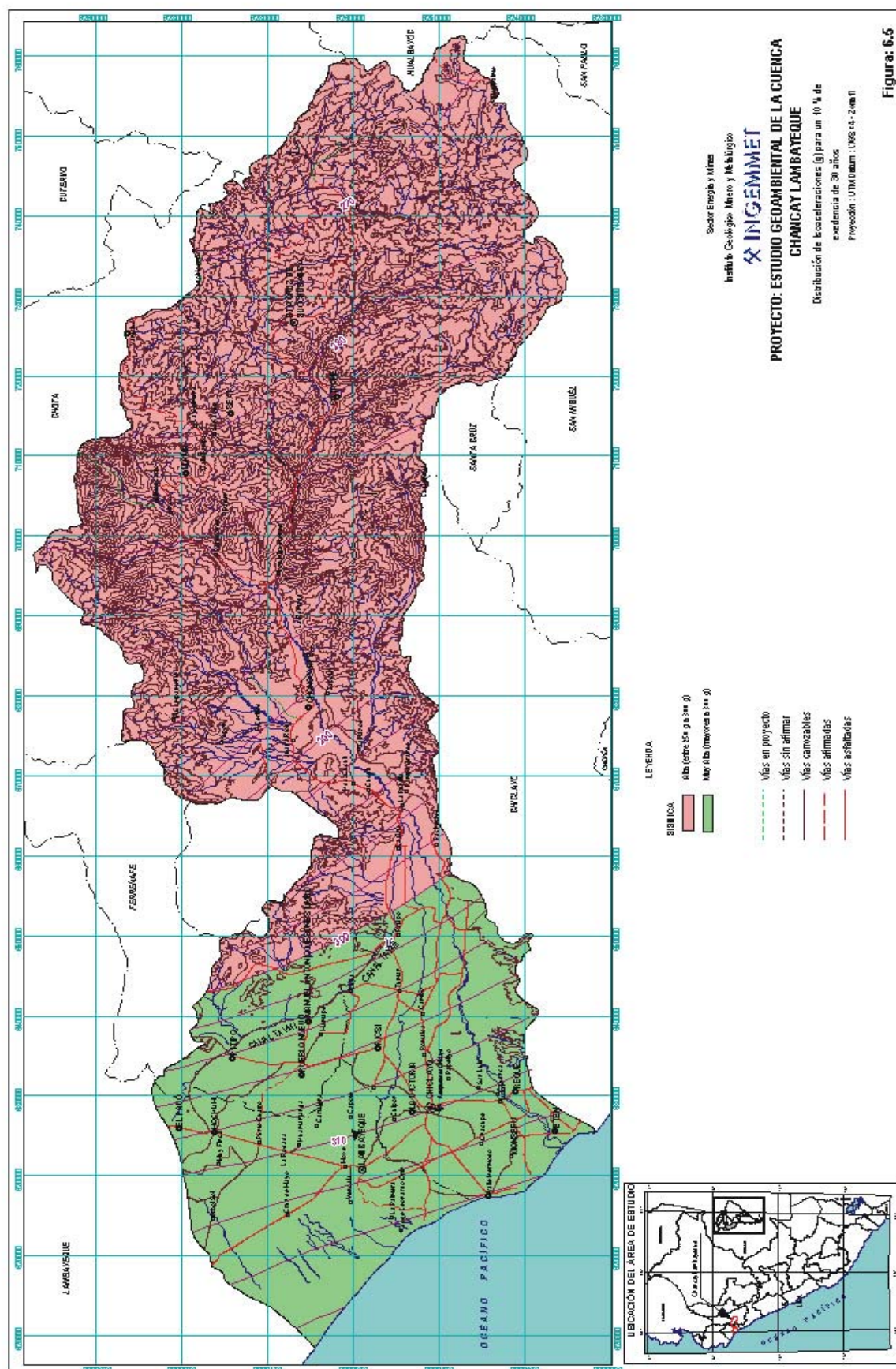


Figura N° 6.5.- Mapa de Distribución de aceleraciones máximas con un 10% de excedencia para 30 años.





Figura N° 6.6.- Mapa de Distribución de aceleraciones máximas con un 10% de excedencia para 50 años.

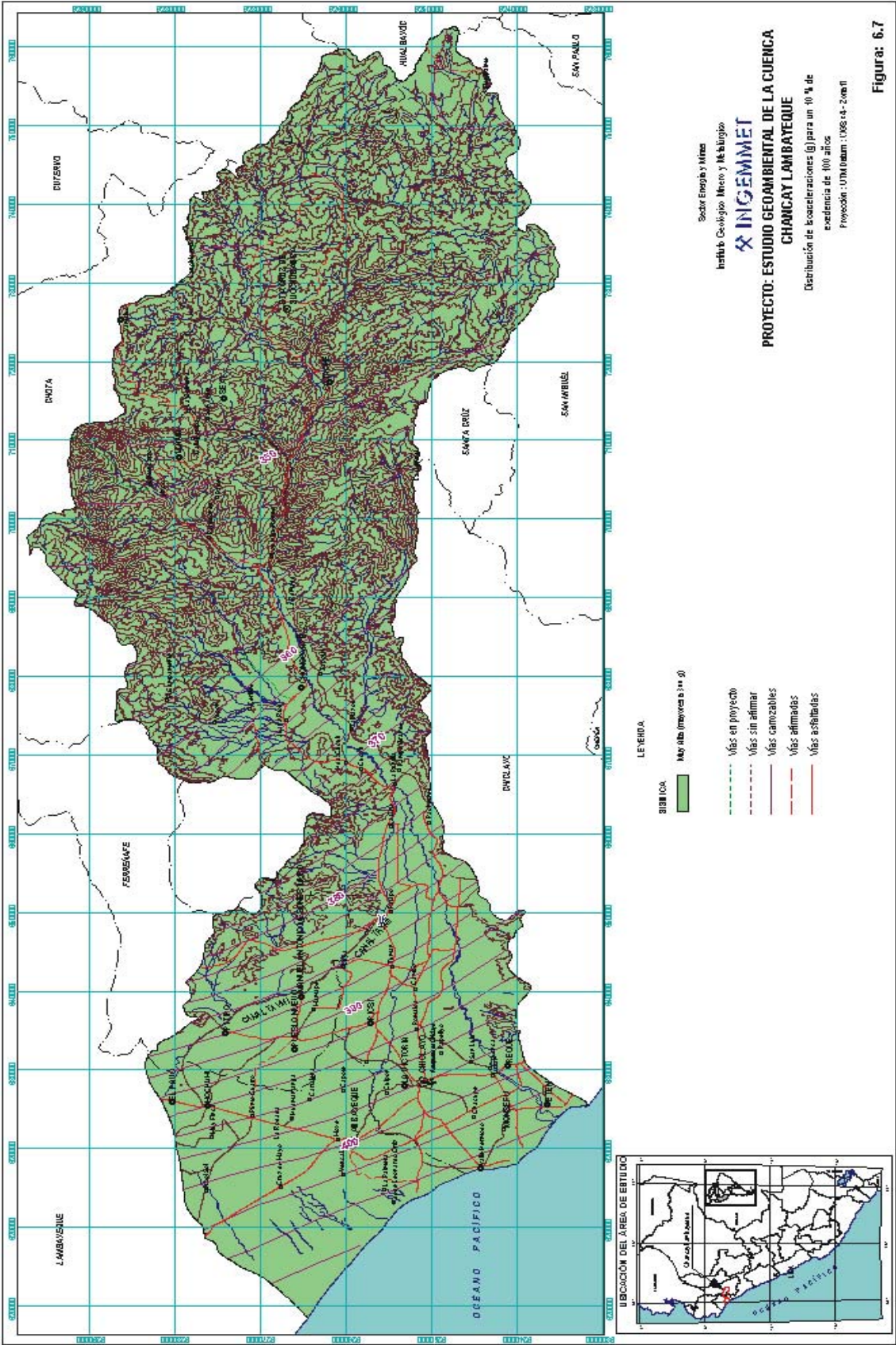


Figura N° 6.7.- Mapa de Distribución de aceleraciones máximas con un 10% de excedencia para 100 años.

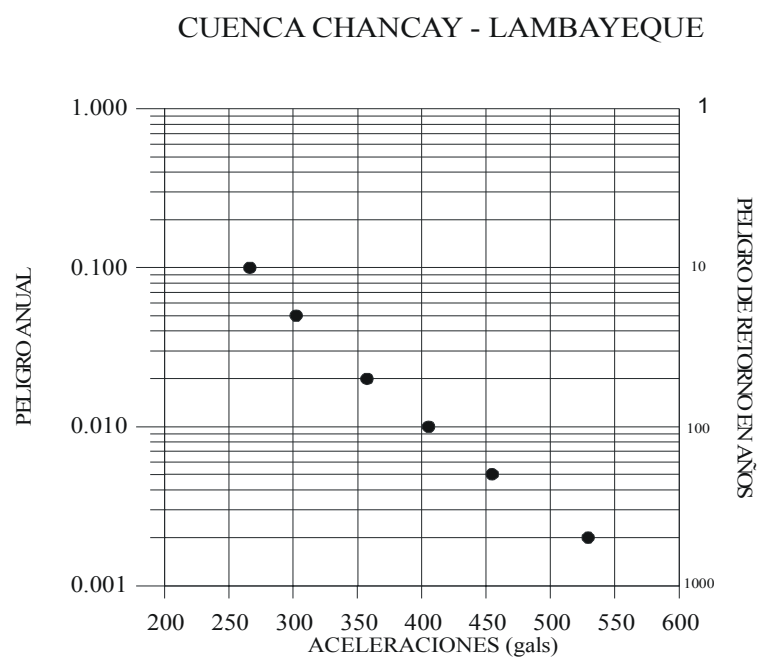


Figura N° 6.8.- Curva de peligro anual  
Cascadén. Fuente: Instituto Geofísico  
del Perú, 2005.



# CAPÍTULO VII

## ECOLOGÍA

En esta sección se presenta información sobre las zonas de vida, especies de flora y de fauna presentes en el área del presente estudio, tomada del Plan de Gestión de la Oferta de Agua en las Cuencas del Ámbito del Proyecto Tinajones (Asesores Técnicos Asociados S.A. 2002).

### Zonas de Vida

Las zonas de vida constituyen una clasificación realizada por Joseph Tori (1968) a partir del Sistema de Clasificación de Formaciones Vegetales del Mundo de L. Holdrige.

En la parte baja del valle Chancay-Lambayeque, predomina la zona de vida llamada *desierto subtropical* y las denominadas *maleza desértica subtropical* y *bosque espinoso subtropical*.

La *maleza desértica subtropical* corresponde a una zona de transición entre el *desierto subtropical* y el *bosque espinoso tropical*. Como ejemplo de esta zona de vida, se cita a los alrededores del Reservorio Tinajones.

Aguas arriba de la desembocadura del río Cumbil (Machil-Llonquinua), en el río Chancay-Lambayeque, se ubica el *bosque espinoso subtropical*. Esta zona tiene un clima similar al de la zona de *maleza desértica subtropical*. La vegetación que allí se desarrolla es más densa a consecuencia de las mayores precipitaciones.

Desde la desembocadura del río San Lorenzo hasta los alrededores de Chancay Baños, el valle pertenece a la zona de vida *bosque seco tropical*. Pertenecen a esta zona los alrededores de Cochabamba, el valle del río Conchano más abajo de Tacabamba y el del río Llaucano aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Chonta.

Condiciones climáticas similares al bosque seco tropical, se presentan en el *bosque muy seco tropical*, el cual se identifica en la parte baja del valle del río Llaucano hasta el Marañón. Se diferencia del *bosque seco tropical* en que las temperaturas son más elevadas y de mayor evaporación.

El *bosque seco montano bajo* se ubica en el valle del río Chotano entre Cochabamba y Chota, y en el fondo de los valles cerca de Cutervo y Conchán. En el valle del Llaucano, aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Chonta, también se presenta parcialmente el *bosque seco montano bajo*.

Los *bosques muy húmedos montanos* denominados bosques de

neblina, se caracterizan porque las temperaturas son relativamente bajas y presentan alta humedad. En esta zona, los bosques montanos húmedos cubren la cima de las montañas en forma de selva impenetrable en la zona del río Paltic, en las alturas de Chota, Conchán y en Bambamarca, Llaucano y Pomagón.

En la parte sureste de la cuenca alta, en la zona del río Llaucano y del río Jadibamba, hasta el río Chancay, predomina el *páramo muy húmedo subalpino*, con precipitaciones medias anuales cercanas a los 1 000 mm. Los valores anuales de evaporación están por debajo de los 350 mm, las temperaturas anuales son muy uniformes, la vegetación del páramo cubre extensas altiplanicies (3 500 hasta 4 000 m snm), en estas zonas existen lagunas de poca profundidad.

### Flora

En la cuenca baja, la vegetación natural ha sufrido una progresiva disminución por la intensa actividad agrícola desarrollada allí. Entre las especies que subsisten se pueden mencionar a las siguientes: Cactus del género *Cereus*, bromelias como la «achupalla» (*Puya sp*), «barba gris» (*Tillandsia usneoides*); la vegetación arbórea está constituido por las siguientes especies: «tara» (*Caesalpinia tinctoria*), «chamana» (*Dudonae viscosa*), «molle» (*Schinus molle*), «faique» (*Acacia sp*), «eucalipto» (*Eucalyptus globulus*) y entre las especies arbustivas ribereñas destaca la «caña brava» (*Gynerium sp*), «pájaro bobo» (*Tesari integrifolia*)

En la cuenca alta, se registraron 272 especies distribuidas en 82 familias botánicas. Las especies dominantes fueron «chichir» (*Weinmannia sp*), «panro» (*Weinmannia sp*), naranjillo» (*Miconia sp*), «laluch» (*Clusia sp*) y «roble» (*Nectandra sp*).

En los alrededores de Pulán y Chugur, se registraron 68 especies distribuidas en 30 familias botánicas. Las especies dominantes en esta formación vegetal fueron «ichu» (*Calamagrostis tarmensis*, *Calamagrostis sp*), «cortadera» (*Carex aff. macloviana*, *Carex sp*), «nudillo blanco» (*Paspalum bonplandianum*) y «berro blanco» (*Cotula australis*). Otras especies dominantes son «chichir» (*Weinmannia sp*), «panro» (*Weinmannia sp*), «naranjillo» (*Miconia sp*), «laluch» (*Clusia sp*) y «roble» (*Nectandra sp*).

### Fauna

En la cuenca baja, la fauna es escasa y está confinada en algunos casos a lugares poco accesibles, con vegetación arbustiva. Entre



las principales se tiene: los reptiles del género *Tachymenis*, «lagartijas» del género *Liolaemus*, anfibios como el «sapo» (*Bufo spinoloso*).

Entre las aves se tiene las «palomas» (*Columbus* sp), «torcaza» (*Columbus fascista*), «gorriones andinos» (*Cetamenia analis*), el «picaflor» (*Patagona gigas*), el «gavilán» (*Geranoaetus fuscendens*), el «cernícalo» (*Falco sparverius*). Entre los mamíferos se tiene al «ratón silvestre» (*Phyllotis amicus*), «zorro andino» (*Ducyrium culpaeus*), «zorrino» (*Conepatus rex*), y al «venado gris» (*odocoileus virginianus*).

En la cuenca alta, se ha reconocido numerosas especies de aves, entre las más representativas se tiene al guácharo, ave que anida en cuevas entre Chota y Cutervo. Otras importantes son: el

«mielero de antifaz» (*Diglossopsis cyanea*), el «mielero» (*Diglossa brunneiventris*), el «quende» (*Chalcostigma ruficeps*), el «quende grande» (*Pterophanes cyanopterus*), la «guayana» (*Notiochelidon murina*) y el «chingo» (*Coragyps atratus*), la «china linda» (*phalcoboenus megalopterus*), el «gavilán» (*Buteo polyosoma*), el «canastero dorso manchado» (*Asthenes humilis*) y el «plomito pequeño» (*Phrygilus plebejus*). Entre las especies de mamíferos importantes se tiene: el «venado cola blanca» (*Odocoileus virginianus*), el «ratón montaraz de Taczanowski» (*Thomasomys taczanowskii*), el «murciélago orejón andino» (*Histiotus montanus*), el «ratón montaraz ceniciento» (*Thomasomys cinereus*) y la «rata casera» (*Rattus rattus*).

Para el caso de los reptiles, se registraron 2 especies la «lagartija escorpión» (*Stenocercus melanopygus*) y la «lagartija» (*Proctoporus ventrimaculatus*).

# CAPÍTULO VIII

## OCUPACIÓN DEL SUELO

### GENERALIDADES

A continuación se describe la ocupación del suelo identificada en la cuenca Chancay-Lambayeque (Ramírez, 1996). Se hace referencia a los peligros geológicos o hidrometeorológicos que pueden asociarse a cada tipo de terreno. (Mapa N° 6)

La clasificación automática en SIG, posteriormente verificada en campo, considera 13 categorías incluyendo el cauce de los ríos y las lagunas/reservorios, con excepción de estos dos elementos, los 11 restantes están agrupados en terrenos eriazos, terrenos de cultivo, terrenos urbanos y terrenos con vegetación natural.

#### a) Terreno eriazo

Se refiere a los terrenos que sólo tienen vegetación natural esporádicamente. En la cuenca se ha encontrado tres áreas de este tipo, la primera de ellas, está ubicada entre el litoral y parte del continente, conformada por acumulaciones de arena y depósitos aluviales. La segunda se encuentra entre los límites de la cuenca baja y media y está conformada por depósitos eólicos y proluviales. La tercera, ubicada entre Sexi y Llama, caracterizada por tener escasa vegetación y suelos predominantemente limosos de color rojizo.

Los peligros geológicos que ocurren en las dos primeras zonas, son los arenamientos y flujos, mientras que en la segunda y tercera, flujos, deslizamientos y derrumbes.

Ejemplos de esta unidad, se pueden observar entre las quebradas Juana Ríos, Yaipón y Montería.

#### b) Terrenos de cultivo

##### Arrozales

Son las áreas donde hay cultivos de arroz. Estos terrenos se ubican en la cuenca baja y media, son los de mayor extensión los que se encuentran en la cuenca baja.

En cuanto a los peligros geológicos, se presentan inundaciones y erosiones fluviales en los terrenos ubicados en las márgenes de los ríos Chancay y Reque. Cuando se presenta el fenómeno El Niño de producen inundaciones de tipo pluvial; como también se saturan los drenes pluviales, en estos casos colapsan o rebosan y producen inundaciones en las zonas aledañas.

##### Caña de Azúcar

Estas áreas de cultivo se encuentran en la cuenca baja y media, en ambas márgenes del río Reque y Chancay.

Los peligros hidrometeorológicos que se pueden presentar en este tipo de terreno son, inundación y erosión fluvial, esta última en los terrenos ubicados cerca del cauce de ríos y quebradas. Cuando se presenta el fenómeno El Niño ocurren también inundaciones de origen pluvial.

##### Policultivo

Esta zona se desarrolla en la cuenca baja, esta área es plana, se encuentra en el extremo norte de la cuenca baja, está destinada a cultivos diversos como algodón, y de panllevar, se observan pequeñas parcelas las cuales se dedican a diferentes cultivos.

Estos terrenos son regados por medio de canales.

Los peligros geológicos que pueden ocurrir son flujos de lodo, estos se presentan solamente cuando se presenta el fenómeno El Niño.

##### Secano

Se refiere a los terrenos que solamente se cultivan con el agua de lluvia. Esta zona se ubica mayormente en la cuenca alta y parte en la cuenca media.

Los poblados que se encuentran son Santa Cruz, Saucepampa, La Esperanza, San Juan de Licupís.

En esta unidad se presentan con mayor frecuencia deslizamientos, erosiones de ladera y algunos flujos de detritos.

#### c) Zona urbana con actividad e infraestructura urbana

Zonas ocupadas por la población, la mayor concentración en la zona de costa es la ciudad de Chiclayo, seguido por Lambayeque, Ferreñafe, Tumbay, etc., en la sierra la zona urbana está representada por la ciudad de Santa Cruz. Estas áreas se caracterizan por ser áreas deforestadas.

Las zonas urbanas ubicadas en la costa y cercana a los bordes del río Reque, presentan problemas de inundación y erosión fluvial. Cuando se presentan lluvias extraordinarias, se producen inundaciones pluviales, porque el terreno no soporta tal cantidad de lluvia.

#### d) Terrenos con vegetación natural

##### Bosque seco en establecimiento

Esta área comprende la margen derecha del canal Taymi, se caracteriza por presentar esporádicamente algarrobos, faiques y

otras especies autóctonas de la zona. Corresponde a una zona plana, con lomadas y colinas.

En esta zona se pueden presentar flujos relacionados al FEN y sobre los cerros, caídas de rocas y derrumbes.

#### Vegetación arbustiva

En la cuenca baja, estas áreas se encuentran esporádicamente, como en Patapo. En la cuenca media en la zona de la reserva de Chaparri, se desarrollan arbustos como faiques y algarrobos. En la cuenca alta se encuentra en ambos márgenes de los ríos Cirato y Chancay.

En la parte alta de la cuenca se presentan deslizamientos y erosiones de ladera las cuales pueden generar flujos, se generan también derrumbes y caídas de rocas.

#### Bosque ralo

Se refiere a las zonas que tienen escasa vegetación, estos se ubican en la cuenca media, en las nacientes de las quebradas Chiriquipe, Yaipón, Magin y Montería.

En estas zonas se presentan flujos, los cuales están relacionados con la presencia del fenómeno El Niño. También se pueden presentar caídas de rocas y derrumbes, a muy baja escala, deslizamientos.

#### Bosque denso

Son las zonas que presentan abundante vegetación las áreas más representativas se encuentran entre la parte alta del río San Lorenzo y Catiluc, y algunas áreas aledañas a la zona de San Juan de Licupis.

Sobre estas zonas se presentan deslizamientos y erosiones de ladera.

#### Pasto Natural

Estas áreas se ubican en las nacientes de la cuenca, la zona de mayor área se encuentra al sur de Cataiyuc.

En esta área se observan deslizamientos antiguos, esporádicamente erosión de laderas, son zonas estables por lo general.

### **e) Otros**

#### Laguna/Reservorio

Se encuentran los reservorios de Tinajones, Reservorio y Collique. El primero se ubica en la cuenca media, el segundo y el tercero se ubica en la cuenca baja. Todas ellas están fuera del cauce de los ríos. La presa de Cirato se ubica en la cuenca alta y está dentro del cauce del río Chancay.

En el reservorio de Collique, en sus cercanías se presentan arenamientos, y en los alrededores de los cerros se pueden presentar caídas de rocas.

En el sector Reservorio se pueden generar caídas de rocas.

El reservorio de Tinajones cuando se presenta el fenómeno El Niño, en los cerros aledaños se generan erosiones de ladera las cuales traen flujos de lodo. En los taludes de la carretera de acceso se presentan derrumbes. Las quebradas que entran al reservorio traen flujos.

En la presa de Cirato en los cerros aledaños se pueden generar caídas de rocas.

#### Cauce del río

Es el área por donde discurre el río. Las áreas en la cuenca media y baja están sujetas a erosión fluvial e inundaciones. Cuando se presenta el FEN, se produce una carga excesiva de agua y sedimentos y el cauce del río se empieza a ensanchar.

# CAPÍTULO IX

## IMPACTOS PRODUCIDOS POR ACTIVIDADES HUMANAS

En este capítulo se describen los posibles impactos ambientales producidos por actividades antrópicas, con el propósito de establecer su relevancia y reversibilidad en el medio ambiente.

### CONSECUENCIAS DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

La inadecuada zonificación y la existencia de cultivos consumidores de agua como el arroz y la caña de azúcar, localizados en el valle, unido a las deficiencias en la operación y mantenimiento del sistema actual de riego y drenaje, trae como consecuencia el incremento de niveles freáticos, anegamiento del suelo e inducción a procesos erosivos, los cuales a su vez producirían la reducción de la superficie de riego, la salinización de los suelos, la ocurrencia de enfermedades y la aparición de maleza, ocasionando impactos negativos en el medio ambiente.

#### Erosión

Resultados de estudios realizados en el ámbito de la cuenca por el IMAR en 1996 determinaron que en la cuenca alta 2/3 de la superficie cultivada está en proceso de fuerte o muy fuerte de erosión (> 60 ha/año) y que los factores que más inciden en la erosión a causa de actividades antrópicas son:

- Uso intensivo de tierras agrícolas de secano y falta de protección de los suelos de ladera.
- Prácticas inadecuadas de manejo de agua y cultivos (por sí mismo los cultivos no aceleran la erosión sino la forma en que estos se manejan).
- Ampliación de tierras agrícolas hacia áreas de mayor pendiente.
- Aguaceros fuertes y persistentes.
- Factores socioeconómicos (analfabetismo, falta de educación en el poblador); la erosión no es considerada como responsabilidad humana.
- La deforestación y tala indiscriminada de los bosques (de 6 a 7 ha diarias).

#### Salinización

Este problema se vincula con el mal uso o indiscriminado uso del agua y se produce básicamente en la cuenca baja, donde año a

año se registra un incremento de sales. Entre otras causas se debe al desarrollo de cultivos que demandan gran cantidad de agua (arroz, caña de azúcar), aunando a una capacidad limitada de drenaje de los terrenos. Entre 1992 y 1996 se registró un incremento tanto en los niveles de salinidad como de las áreas afectadas, y altos grados de salinización en un 20 % de los terrenos de cultivo de la cuenca baja (Solórzano A., 1996).

### CONSECUENCIAS DE LA INADECUADA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Durante los trabajos efectuados en la cuenca, se ha observado que los centros poblados carecen de rellenos sanitarios, disponiendo sus residuos sólidos en botaderos de basura. Esto crea problemas de saneamiento ambiental, causando impactos negativos en el aire, el agua y el suelo, con el consecuente riesgo a la salud de las personas.

Para determinar áreas apropiadas para futuros rellenos sanitarios, se debe analizar en forma puntual las condiciones climáticas, hidrológicas, topográficas y geológicas de la zona. Las áreas escogidas deben ser efectuadas por los mismos protagonistas, para evitar futuras restricciones en cuanto al uso del suelo y a la propiedad del terreno, a fin de prevenir los problemas legales, técnicos y ambientales.

El problema ambiental producido en la disposición final de los residuos sólidos se acrecienta porque las autoridades de los gobiernos locales carecen de recurso humano capacitado, y por la falta de una conciencia ambiental de la población; los cuales contribuyen al lento deterioro de la calidad de vida de la persona.

En el manejo de los residuos sólidos se encuentra la disposición final, que representa llevar residuos sólidos a un espacio físico donde la alteración de los elementos del entorno ambiental es mínima.

En el Cuadro N° 9.1 se hace una descripción de los principales botaderos de basura que se encuentran en la cuenca.

Los centros poblados de la cuenca alta, generalmente disponen sus residuos sólidos sobre quebradas, que en tiempos de lluvias son arrasados, llevándolos al río principal, contaminando sus aguas en el tiempo.



Cuadro N° 9.1  
Principales botaderos de basura localizados en la cuenca

Nombre del botadero	Localización	Rasgos geomorfológicos y geológicos.	Comentario generales	Dinámica de dispersión de residuos sólidos	Daños ambientales
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE					
Chidayo	Dpto.: Lambayeque. Provincia: Chiclayo Distrito: Zaña. Localizado a unos 500 m de la carretera Panamericana Norte entre los km 762 y 764, entre el flanco suroeste del cerro Chupayal y la quebrada del mismo nombre.	Este botadero de basura se ubica sobre una pampa y parte de una lomada (Cerro Chupayal). Está constituido por depósitos eólicos, aluviales y rocas intrusivas (adamelitas y monzonitas).	Sobre este botadero se vierte basura proveniente principalmente de la ciudad de Chiclayo y de algunos distritos de su entorno (La Victoria, Reque, José Leonardo Ortiz, entre otros). Este botadero presenta las siguientes dimensiones 500 m x 1200 m. Está ubicado fuera de la cuenca pero influye en la cuenca Chancay-Lambayeque, los cuales se explican en los daños ambientales.	Este botadero se ubica fuera de la cuenca, pero el viento es muy fuerte, con dirección noreste, y capaz de arrastrar restos de plásticos y llevarlos por encima de la quebrada Chupayal y esparcirlos sobre la quebrada El Habra.	En la quebrada El Habra (dentro de la cuenca) se observó que restos de plásticos se encuentran esparcidos por el suelo y algunos de ellos se encuentran retenidos en las ramas de los árboles (algarrobos y faiques). Puede darse el caso que la fauna ingiera estos restos y les cause la muerte. Estos suelos para ser aprovechados por la agricultura, primeramente tendrían que someterse a una limpieza eliminando los restos plásticos. Otro inconveniente es que de estos restos plásticos, algunos de ellos se están enterrando por la acción eólica de la zona. Se ha notado que los restos de plástico están llegando hasta los terrenos de cultivo de la zona.



Foto N° 9.1.- Botadero de basura de Chiclayo al frente el cerro Chupayal, sobre depósitos eólicos; las flechas indican la dirección en que viajan los residuos hacia el lado de la cuenca Chancay-Lambayeque (Agosto, 2005).

San José	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Lambayeque Distrito: San José. Paraje: Llacala León. Este botadero se localiza al norte del poblado de San José.	Este botadero se ubica sobre una pampa aluvial.	Aquí se vierte la basura proveniente de los distritos de Pimentel, Santa Rosa y parte de Monsefú. Este botadero tiene las siguientes dimensiones 600 m por 1200 m.	Los materiales depositados en el botadero se hacen por medio de camiones recolectores de basura. Como no son tratados (compactados y cubiertos), el viento los esparce por la zona. El viento sopla en dirección noreste. Los elementos más fáciles de transportar son los restos plásticos, pudiendo viajar varios kilómetros.	Las áreas afectadas se localizan desde el botadero hacia el noreste, en dirección del viento, donde esparce la basura, arrastrando principalmente residuos de plástico, estos quedan esparcidos por el suelo y otra parte sobre las ramas de los árboles (algarrobos y faique). Puede darse el caso que estos residuos sean ingeridos por la fauna de la zona, pudiendo ocasionarles la muerte. También van a afectar a los terrenos agrícolas cercanos a este botadero. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapiña (gallinazos), como también emisión de olores fétidos. Este botadero le resta estética paisajística del lugar.
----------	--	---	---	---	---



Foto N° 9.2.- Botadero de basura de San José (distrito de San José, provincia de Lambayeque. Mayo, 2005).

Santa Rosa	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Lambayeque Distrito: San José. Paraje: Algarrobal Grande. Este botadero se localiza al norte de Santa Rosa y al sur oeste de Pimentel.	El botadero se ubica en un pampa aluvial.	En este botadero arrojan basura proveniente del distrito de Santa Rosa. Tiene dos zonas, la primera con una extensión de 200 m x 700 m y otra entre 400 m x 900 m.	A este botadero llega la basura en camiones recolectores, carretillas y triciclos. Se vierte la basura proveniente del poblado de Santa Rosa, en ocasiones también de Pimentel y de zonas aledañas.	Las áreas afectadas se localizan desde el botadero hacia sus alrededores, donde se aprecia una dispersión de restos de plásticos. Estos residuos quedan esparcidos por el suelo, y otra parte sobre las ramas de los árboles (algarrobos y faique). Al igual que el caso anterior, puede darse el caso que estos residuos sean ingeridos por la fauna de la zona y ocasionarles la muerte. También van a afectar a los terrenos agrícolas cercanos a este botadero. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapía (gallinazos), como también emisión de malos olores. Se observó también personas recolectando plástico y otros, exponiéndose a enfermedades por no tener las condiciones pertinentes para estas actividades. Este botadero le quita la estética paisajística del lugar.
------------	--	---	--	---	--



Fotos N° 9.3 y 9.4.- Botadero de basura en el sector de Santa Rosa, se observa personas reciclando plástico (distrito de San José, provincia de Lambayeque).

Reque- Eten	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Chiclayo Distrito: Eten Paraje: Villa El Milagro Este botadero se localiza entre la carretera Eten-Reque. Entre 1 a 2 km de las zonas residenciales.	Este botadero se ubica en una pampa aluvial y cercano a un depósito edílico.	Sobre este botadero vierte basura proveniente principalmente de los pobladors de Eten y Reque, lo usan como medidas alternas. Este botadero presenta las siguientes dimensiones 500 m x 1000 m.	A este botadero llega la basura por medio de camiones recolectores. Como no hay una compactación de ellos, los restos de residuos plásticos se esparcen en dirección del viento hacia el noreste.	Las áreas afectadas se localizan desde el botadero hasta sus alrededores donde se aprecia una dispersión de restos de bolsas de plásticos. Estos residuos de plástico continuamente tienen movimiento por el viento, el cual tiene una constancia (por la tardes), afectando viviendas, escuela de policía, y terrenos de cultivo. Se aprecia que sobre las ramas de los árboles (algarrobos y faíque) quedan impregnados restos de plásticos, puede darse el caso que estos residuos sean ingeridos por la fauna de la zona pudiendo ocasionarles la muerte. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapiña (gallinazos), como también emisión de malos olores. Se observó también personas que recitan plástico y otros, los cuales se exponen a muchas enfermedades. Este botadero le quita la estética paisajística del lugar.
Pampa Pimentel.	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Lambayeque Distrito: San José. Paraje: San Miguel Este botadero se localiza al este de San José y al noreste de Pimentel.	Este botadero se ubica sobre una pampa aluvial.	Botadero de desmonte, ha funcionado hasta el año 2000 (según versiones de lugareños). Presenta las siguientes dimensiones 600 m x 800 m. El desmonte ha provenido de los distritos de Chidlayo y Pimentel.	A este botadero de desmonte han arrojado material proveniente de antiguas edificaciones de Chidlayo, Pimentel y de Lambayeque, transportados por camiones y camionetas.	Estos residuos han afectado a los suelos, los cuales los vuelven inservibles para la ampliación agrícola. Si el suelo se quiere usar ocupación urbana se tendría que invertir una cierta cantidad de dinero que permita la habilitación de esta zona, eliminando el desmonte. Es posible que esta zona sea prevista para una posible expansión urbana. Hay un cambio paisajístico del área, siendo la zona de desmonte la que le resta estética.
Río Loco	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Ferreñafe Distrito: Mesones Muro. Paraje: Río Loco. Este botadero se localiza a unos 3 km del poblado de Mesones Muro	Se localiza en el cauce de la quebrada Río Loco (margen izquierda), cerca se encuentran afloramientos de areniscas pertencientes a la Formación Goyllarisquiza.	Sobre este botadero vierten basura proveniente de Ferreñafe, Mesones Muro, y de zonas aledañas. Se encuentra dispuesto a lo largo de la margen izquierda de la quebrada Río Loco. Sobre esta quebrada se localizan canteras de materiales para construcción.	En este botadero de basura se vierten los residuos sólidos por medio de camiones recolectores. Como no hay una compactación de la basura, los restos de residuos plásticos son fácilmente transportados por el viento, el cual sopla en una dirección noreste.	Las áreas afectadas se localizan a lo largo de la quebrada Río Loco. Los residuos de plástico se movilizan por la acción del viento, quedando esparcidos por el suelo, llegando hasta las canteras de explotación de agregados para construcción. Se aprecia también sobre las ramas de los árboles (algarrobos y faíque) quedan impregnados restos de plásticos, quitándole la estética paisajística de la zona. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapiña (gallinazos), como también emisión de malos olores. Se observó también personas reciclando plástico exponiéndose a muchas enfermedades. Cuando se produce el fenómeno de El Niño, la zona por estar confinada a una quebrada, los materiales (basura y material proluval) son transportados aguas abajo afectando a canal Taymi y terrenos de cultivo.



Tumán	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Chiclayo Distrito: Tumbán Paraje: Tumbán Este botadero se localiza a 2 km del poblado de Tumbán	Se localiza en una pampa aluvial, cerca se encuentran depósitos de arenas.	Sobre este botadero vierten basura proveniente de los poblados de Tumbán, Patapo y de sus alrededores.	En este botadero de basura vierten los residuos sólidos por medio de camiones recolectores. Como no hay una compactación de la basura, los restos de residuos plásticos se esparcen fácilmente por el transporte del viento, este sopla en una dirección noreste.	Las áreas afectadas se localizan desde el botadero a sus alrededores donde se aprecia una dispersión de restos de bolsas de plásticos, en especial hacia el noreste. Estos residuos de plástico continuamente están siendo transportados por el viento, los cuales quedan esparcidos por el área. Se observa sobre las ramas de los árboles (algarrobos y faique) quedan impregnados restos de plásticos, puede darse el caso que estos residuos sean ingeridos por la fauna de la zona, pudiendo ocasionarles la muerte. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapiña (gallinazos), como también emisión de olores fétidos. Se observó también personas y entre ellas menores de edad reciclando basura, los cuales se exponen a muchas enfermedades. Este botadero le resta estética paisajística al lugar.
-------	---	--	--	---	---



Fotos Nº 9.6.-  
de basura de Tumbán  
se observa niños  
reciclando basura,  
señalizado por la  
flecha. (Agosto,  
2005).



Foto Nº 9.6.-  
Botadero de  
basura Río  
Loco, se  
observa la  
proliferación de  
aves de rapiña.  
(Junio, 2005).

Mocce	Dpto.: Lambayeque. Prov.: Lambayeque Distrito: Mocce Paraje: Mocce Este botadero se localiza a 1 km del poblado de Mocce y en al flanco norte y sur de la huaca del mismo nombre del centro poblado.	Se localiza en una pampa aluvial.	Sobre este botadero vierten basura proveniente del distrito de Lambayeque, Chiclayo y de centros poblados aledaños hasta 1970. (según versiones de los moradores)	En este botadero de basura se vierten los residuos sólidos por medio de camiones recolectores. Como no hay compactación de la basura los restos de residuos plásticos se esparcen fácilmente por el transporte del viento, el cual sopla en dirección noreste.	Las áreas afectadas se localizan desde el botadero y sus alrededores donde se aprecia una dispersión de restos de bolsas de plásticos, en especial hacia el noreste. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapiña (gallinazos), como también emisión de olores fétidos. Este botadero ubicado cerca de la huaca Mocce, le quita toda la estética paisajística de la zona. Cuando se presentó el fenómeno El Niño del año 1998, la basura fue arrastrada por los terrenos de cultivo y viviendas del poblado de Mocce. Cerca de este botadero se encuentra el cementerio antiguo de Lambayeque.
-------	--	-----------------------------------	---	--	---

Chongoyape	Dpto.: Lambayeque Prov.: Lambayeque Distrito: Chongoyape Paraje: Chongoyape Este botadero se localiza a 1 km del poblado de Chongoyape, en la carretera a Santa Cruz	Se localiza en el flanco sur del cerro Raca Rumí y en la zona aluvial del río Chancay.	Sobre este botadero vierten basura proveniente del distrito de Chongoyape y alrededores.	En este botadero de basura se vierten los residuos sólidos por medio de camiones y triciclos. Como no hay compactación de la basura, los restos de residuos plásticos se esparcen fácilmente por el transporte del viento o de la lluvia.	Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, aves de rapiña (gallinazos), como también emisión de malos olores. Este botadero ubicado cerca de la carretera Chongoyape-Santa Cruz, le quita toda la estética paisajística de la zona. Cerca de esta zona se encuentran zonas agrícolas, la cuales son arroceras. Cuando ocurrió el fenómeno El Niño del año 1998, la basura fue arrastrada por los terrenos de cultivo ubicados en la parte baja.
<b>PROVINCIA DE SANTA CRUZ</b>					
Santa Cruz	Dpto.: Cajamarca. Prov.: Santa Cruz Distrito: Catache Paraje: Margen izquierda de la quebrada Chillua. Este botadero se localiza a 3 km del poblado de Catache	Se localiza a dos kilómetros de la ciudad de Santa Cruz.	Sobre este botadero vierten basura proveniente del distrito de Santa Cruz y de centros poblados aledaños.	En este botadero de basura vierten residuos sólidos por medio de camiones recolectores. No hay compactación de la basura, los restos de plásticos se esparcen fácilmente por el transporte del viento, que sopla en dirección sureste.	En los alrededores del botadero se aprecia una dispersión de restos de bolsas de plásticos, en especial hacia el sureste. Estos residuos de plástico por el viento tienen movimiento continuo, quedando esparcidos por el suelo y sobre los árboles. Puede darse el caso que estos residuos sean ingeridos por la fauna de la zona, pudiendo ocasionar su muerte. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, como también emisión de malos olores. Este botadero le quita la estética paisajística del lugar. En tiempos de lluvias la basura es arrastrada hacia la quebrada Chillua, la cual es afluente al río Chancay, trayendo consigo una carga de sedimentos y a la vez contaminándolo.
Catache	Dpto.: Cajamarca. Prov.: Santa Cruz Distrito: Catache Paraje: Cerro Puente Bardales. Este botadero se localiza a 3 km del poblado de Catache	Se localiza en el cerro Puente Bardales en la ladera norte del cerro Puente Bardales, y cerca del borde terminal del flanco izquierdo del valle del río Chancay	Sobre este botadero vierten basura proveniente del poblado de Catache y alrededores, solamente lo hacen tres veces a la semana.	En este botadero de basura vierten los residuos sólidos por medio de camiones recolectores. Como no hay una compactación de la basura, los restos de residuos plásticos se esparcen fácilmente por el transporte del viento, que sopla en dirección noreste.	Las áreas afectadas se localizan desde el botadero y sus alrededores donde se aprecia una dispersión de restos de bolsas de plásticos, en especial hacia el norte. Estos residuos de plástico son transportados por el viento, quedan esparcidos por el suelo. Sobre las ramas de los árboles quedan impregnados restos de plásticos. Puede darse el caso que estos residuos sean ingeridos por la fauna de la zona, pudiendo ocasionar su muerte. Hay una proliferación de insectos (moscas), roedores, como también emisión de malos olores. Este botadero le quita la estética paisajística del lugar. En tiempos de lluvias esta basura es arrastrada hacia el cauce del río Chancay, contribuyendo a su contaminación.

## Criterios para la construcción de futuros rellenos sanitarios

### Relleno sanitario

Es un lugar diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos. Para dicha disposición se usa un método tecnificado, que consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día.

Para construir un relleno sanitario es importante seleccionar un terreno que reúna condiciones técnicas adecuadas como son: topografía, nivel a que se encuentran las aguas subterráneas y disponibilidad de material para cubrir la basura.

De acuerdo con las características del terreno, el relleno sanitario puede construirse siguiendo los métodos de área, zanja o una combinación de ambos métodos.

*El Método de Zanja o Trinchera:* se utiliza generalmente en terrenos planos. Se hace una zanja de 2 ó 3 metros de profundidad. La basura se deposita dentro, luego se compacta y se va cubriendo con la misma tierra que se sacó de la zanja.

*El método del Área:* Se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones y en tajos o canteras abandonadas. La tierra utilizada para cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o montañas.

- La basura se deposita directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o desde las partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones. Se debe esparcir, compactada y recubrirse diariamente con una capa de 10 a 20 cm de tierra. Se debe controlar con drenajes, los líquidos percolados y los gases que se producen en el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente. Es importante que se evite por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario. Asimismo es necesario una supervisión constante del relleno.

### Ventajas del relleno sanitario

- El relleno sanitario es un método completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos.
- Evita los problemas de cenizas y de materiales que no se descomponen
- Tiene bajos costos de operación y mantenimiento.
- Genera empleo para mano de obra no calificada.
- Puede ubicarse cerca al área urbana, reduciendo los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.

- Permite utilizar terrenos considerados improductivos, convirtiéndolos luego en parque o campos de juegos.

Según los datos de población se puede estimar una producción de residuos sólidos de los principales distritos de la cuenca, los cuales cuentan con poblaciones mayores a los 8 000 habitantes. En el Cuadro 9.2 se estima la producción de residuos sólidos que se puede dar en la cuenca.

Los datos de población distrital considerados son referentes al total de habitantes que ocupan un determinado distrito. Se ha determinado un total de basura que puede generar cada habitante.

Con los datos obtenidos para cada distrito, la zona de Chiclayo necesitaría un relleno sanitario que recaude más de 200 toneladas diarias. Para Lambayeque un relleno que recaude alrededor de 42 toneladas diarias. Sin contar las zonas aledañas.

Para las ciudades de Chiclayo, Lambayeque y de los poblados aledaños, se necesita por lo menos 02 rellenos sanitarios de grandes dimensiones que satisfagan sus demandas. Es decir, para Chiclayo con capacidad de recibir más 250 toneladas diarias de basura, y para Lambayeque con capacidad de 100 toneladas diarias.

Otros sectores en los cuales podrían centralizarse los rellenos sanitarios, son Ferreñafe y Chongoyape; donde tendrían que escogerse puntos estratégicos para abarcar el mayor número de distritos, a fin que puedan satisfacer sus necesidades, los cuales tendrían que recibir más de 20 toneladas de basura diariamente.

Para las zonas que queden demasiado alejadas de los puntos establecidos, y que el costo del recorrido sea de alto, se tendrían que adecuar rellenos sanitarios puntuales.

## Consecuencias de la Deforestación

**Deforestación,** significa que la vegetación protectora es despojada del suelo y como consecuencia se incrementa dramáticamente la erosión durante la temporada de lluvia.

La tala y quema extensiva de bosques para obtener tierras agrícolas y ganadería han cambiado drásticamente los patrones de vegetación originales en la cuenca.

Se ha hecho una tala excesiva por la extracción de madera, con el fin de obtener leña, postes, ampliar áreas de cultivo. Cuando se talan los árboles, al suelo se le quita su defensa natural, contra el agua de lluvia.

Los terrenos deforestados no son adecuados para la agricultura o la ganadería a largo plazo ya que se degradan rápidamente. A diferencia de los suelos fértiles de las latitudes templadas, la mayor parte de los suelos de los bosques tropicales no pueden sostener cultivos anuales. La capacidad máxima del suelo no soportaría los cultivos anuales sin que se produzca una degradación rápida e irreversible. Del mismo modo, el pastoreo intensivo del ganado

### Cuadro N° 9.2 Generación de residuos sólidos

Distrito	Habitantes	kg/per/día	kg/día	Tn/año
Chilclayo	275 360	0,75	206 520	75 379 800
José Leonardo Ortiz	156 690	0,75	117 518	42 893 887
Lambayeque	56 556	0,75	42 417	15 482 205
Ferreñafe	32 331	0,35	11 316	4 130 285
Monsefú	32 120	0,35	11 242	4 103 330
Tumán	30 378	0,35	10 632	3 880 789
Pomalca	24 510	0,35	8 579	3 131 152
Pimentel	21 767	0,35	7 618	2 780 734
Túcume	21 435	0,35	7 502	2 738 321
Patapo	20 609	0,35	7 213	2 632 799
Mochumí	19 292	0,35	6 752	2 464 553
Chongoyape	18 882	0,35	6 609	2 412 175
Pitipo	18 320	0,35	6 412	2 340 380
Pueblo Nuevo	14 151	0,35	4 953	1 807 790
Eten	12 242	0,35	4 285	1 563 915
Picsi	11 150	0,35	3 903	1 424 412
Reque	11 102	0,35	3 886	1 418 280
Santa Rosa	10 878	0,35	3 807	1 389 664
Catache	10 205	0,35	3 572	1 303 688
Llama	9696	0,35	3 394	1 238 664
Santa Cruz	8587	0,35	3 005	1 096 989
San José	8774	0,35	3 071	1 120 878

Estimación del promedio nacional (Guzmán M., 2006-Inédito).

tampoco puede mantenerse a largo plazo porque los pastos que crecen en suelos forestales no tienen los mismos niveles de productividad que los de los suelos arables. De hecho, hay muy pocas tierras forestales en la actualidad en los países en vías de desarrollo que estén disponibles para la expansión agrícola futura, poniendo de relieve la necesidad urgente de aumentar la producción agrícola en las tierras cultivables existentes en lugar de convertir más bosques en tierras de uso agrícola.

En la zona se ha observado una intensa deforestación de toda la cuenca. Las zonas más deforestadas se ubican en la cuenca alta, y son: Licupis, Llama, Catache, Pulán, Sexi y Santa Cruz (Ramírez, 1996).

Cuando ocurre el fenómeno El Niño, estas zonas están desprovistas de vegetación, siendo los suelos fácilmente erosionables por las aguas provenientes de las lluvias, trayendo consigo la degradación de los suelos.

Del análisis general de estos factores, se observa que los impactos acumulados afectarán el hábitat, reflejada como las condiciones apropiadas para el desenvolvimiento de las relaciones personales e interpersonales del hombre, razón por la cual es necesario controlar el efecto al inicio de la misma (Asesores Técnicos Asociados S.A., 2002).



Foto N° 9.7.- Erosión de laderas en el sector de Tambillo, parte alta de la cuenca (distrito de Chancay Baños, provincia de Santa Cruz. Noviembre, 2005).





# CAPÍTULO X

## CALIDAD DE AGUAS

JORGE CHIRA & RAYMOND RIVERA

### CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

El presente capítulo tiene el propósito fundamental el caracterizar desde el punto de vista físico-químico, las aguas y sedimentos de la Cuenca del río Chancay- Lambayeque, de tal manera que sirva como referencia para los estudios de línea de base geoambiental de la cuenca.

Para ello, se ha procedido a efectuar un muestreo, habiéndose colectado 157 muestras de agua para ser analizadas por metales totales disueltos mediante ICP para 28 elementos, por mercurio mediante Vapor frío-AAS, y análisis de cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos. Para fines de control de calidad se han insertado muestras estándar, blancos y duplicados en cada «batch» de 20 muestras.

Cada parámetro físico-químico se ha comparado con los límites de calidad de agua o límites máximos permisibles, tanto para aguas como para sedimentos, con el fin de identificar las fuentes existentes de contaminación que podrían afectar la calidad de agua, así como caracterizar la variación espacial en la calidad dentro de las corrientes que constituyen la cuenca hidrográfica mencionada.

Para cumplir con estos fines, se llevó a cabo un programa de muestreo de aguas y sedimentos entre los meses de mayo y julio de 2005.

### Programa de muestreo

#### Criterios seguidos

La toma de muestras se efectuó 1 km antes y 1 km después de la presencia de potenciales factores de riesgo para la contaminación de las aguas, mientras que en zonas donde no hay contaminación aparente, el muestreo se ha efectuado con mayor espaciamiento (4 km). Similar control se ha establecido en las confluencias de los ríos, esto es, 1 km antes y 1 km después de dicha confluencia a fin de determinar los efectos de adición y dilución.

Sobre la base del uso y desarrollo de los recursos de aguas existentes dentro de la cuenca, se usó como parámetros de calidad los parámetros establecido en la Ley General de Aguas.

Para la etapa de muestreo se contó con tres brigadas de trabajo, cada una conformada por dos geólogos.

#### *Procedimiento de Muestreo*

En cada lugar previamente definido, se tomó muestras de agua superficial, las que fueron recolectadas empleando un balde de plástico. Cada muestra fue tomada por duplicado, en un intervalo de tiempo de 20 minutos, habiéndose registrado los parámetros físicos como temperatura, conductividad, TDS y pH. Un litro de agua fue destinado para la determinación de metales totales disueltos, para lo cual fue filtrado (papel filtro 0,4 mm) y conservado a 4 °C. Otro litro fue destinado para análisis de cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos, lo que implicó el respectivo filtrado, preservado a pH < 2,0 (con 1 ml de HNO<sub>3</sub> al 2 %) y conservado a 4 °C.

Para el control de los otros parámetros físico-químicos se ha utilizado el instrumento Combo pH & CE Waterproof HI 98130, con el que se ha determinado in situ el pH, conductividad eléctrica, temperatura y sólidos totales disueltos (TDS).

Un aspecto importante es también la información de carácter geológico obtenida en campo, como son, la composición y estado de las rocas, estructuras mineralizadas; la presencia de minas activas, abandonadas o de prospectos mineros; algunos aspectos hidrológicos y antropológicos (presencia de carreteras, industrias, depósitos de basura, entre otros).

#### Lugares de Muestreo

Se han tomado en un total 157 muestras de agua en lugares previamente elegidos (Figura N° 10a), dicho muestreo se llevó a cabo en los meses de junio y agosto del año 2005.

Los puntos de muestreo fueron seleccionadas para contar con la información que permitiera hacer un análisis de calidad del agua existente en condiciones naturales, incluyendo el efecto que pudiera tener en ella las actividades o instalaciones existentes (minas o prospectos mineros, áreas impactadas por la agricultura, ganadería u otra actividad humana), en toda la extensión de la cuenca del río Chancay- Lambayeque.

Al igual que para aguas, se cuenta con información analítica de 283 muestras de sedimento de corriente (Figura N° 10b), que nos permitirá determinar los casos en que superan los límites máximos permisibles (LMP), teniendo como referencia la Tabla Holandesa, puesto que en el Perú no se cuenta aun con una norma referida a dichos límites.

Para facilitar la caracterización de la calidad del agua superficial, los lugares de muestreo fueron definidos en tres sectores:

- Cuenca alta, hasta la confluencia de los ríos Chancay – Cirato.
- Cuenca media, hasta el repartidor La Puntilla.
- Cuenca baja, a partir del repartidor La Puntilla hacia el océano Pacífico.

A continuación, en el Cuadro N° 10.1, se muestran cada uno de los sectores establecidos con sus respectivos aportantes.

En la cuenca alta se encuentran emplazados los poblados de Santa Cruz, Chugur, Ninabamba, etc., y los prospectos mineros Tantahuatay y La Zanja, los cuales constituyen posibles fuentes de contaminación. La cuenca media involucra los poblados de Chongoyape, Catache, así como el proyecto minero Los Pircos. En la cuenca baja está emplazada la ciudad de Chiclayo, incluyendo sus distritos aledaños, así como importantes industrias azucareras Pomalca, Tuman y Pucallá.

Los resultados de calidad de agua de cada grupo de estaciones se muestran en las Tablas N° 10.1, 10.2 y 10.3, mientras que los de sedimentos se observan en las Tablas N° 10.4 y 10.5.



Foto N° 10.1.- Filtrado de aguas, las cuales posteriormente serán conservadas a temperaturas adecuadas.



Foto N° 10.2.- Río Reque, a partir de Alicán Chico. Obsérvese la basura en sus márgenes. Aguas abajo, la densidad poblacional en las riberas del río es mayor, así como también la contaminación antrópica.

**Cuadro N° 10.1**  
**Sectores de muestreo y sus respectivas corrientes involucradas**

Sector	Aportantes
Cuenca Alta	Río Chancay
	Río Cañad
	Río Cirato
Cuenca Media	Río Chancay
	Río Maichu
	Río Camellón
	Quebrada Montería
Cuenca Baja	Río Lambayeque
	Río Reque
	Canal Taymi

Tabla N° 10.1  
Resumen de calidad del agua superficial de la cuenca alta del río Chancay- Lambayeque

	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lim. calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lim. de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
13e-001	8,75	9	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,09	<0,001	<0,001	0,003	0,006
13f-001	8,57	42	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14e-001	7,88	46	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	0,003	0,008
14e-002	7,45	43	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,01	<0,001	<0,001	0,003	0,007
14e-003	8,61	11	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,01	<0,001	<0,001	0,004	0,009
14e-004	<b>9,58</b>	20	0,01	<0,001	<0,001	0,001	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	0,01
14e-007	8,23	12	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-008	<b>9,55</b>	8	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,018
14e-009	8,64	398	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14e-011	<b>9,70</b>	30	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
14e-012	8,39	20	<0,004	<0,001	<0,001	0,009	0,06	<0,001	0,001	<0,002	0,022
14e-015	<b>9,30</b>	10	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	<0,001	<0,001	<0,002	0,006
14e-016	<b>10,63</b>	8	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,07	<0,001	<0,001	<0,002	0,006
14e-017	8,71	26	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,19	<0,001	<0,001	<0,002	0,013
14e-018	8,70	45	0,05	<0,001	<0,001	0,002	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,006
14e-091	<b>9,21</b>	133	<0,004	<0,001	<0,001	0,005	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14e-093	7,89	9	0,01	<0,001	<0,001	0,003	0,24	<0,001	<0,001	0,003	0,023
14f-002	8,04	7	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,11	<0,001	<0,001	<0,002	0,002
14f-003	5,50	78	<0,004	0,005	<0,001	<b>1,058</b>	0,1	<0,001	<b>0,004</b>	0,011	0,771
14f-004	8,91	--	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14f-005	8,60	--	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	<0,001	<0,001	0,003	0,006
14f-006	<b>9,34</b>	5	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-007	7,39	--	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,2	<0,001	<0,001	<0,002	0,01
14f-008	8,12	11	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,08	<0,001	<0,001	0,003	<0,001
14f-011	8,11	19	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14f-013	8,01	6	0,01	<0,001	<0,001	0,002	0,11	<0,001	<0,001	<0,002	0,002

\* Ley General de Aguas D.L. 17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.



	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Límit. calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Límit. de detección											
14f-016	<b>3,20</b>	--	<0,004	<0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
14f-017	8,03	--	<0,004	<0,001	<0,001	<b>2,252</b>	<b>6,05</b>	<0,001	<0,001	0,02	0,148
14f-018	8,10	69	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,21	<0,001	<0,001	0,003	0,084
14f-019	<b>9,57</b>	44	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	0,002
14f-021	8,25	43	0,01	<0,001	<0,001	0,008	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14f-022	<b>9,10</b>	8	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	0,007
14f-023	8,64	--	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-024	8,77	6	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,19	<0,001	<0,001	0,003	0,013
14f-025	<b>3,95</b>	39	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,13	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-026	7,84	--	<0,004	<0,001	<0,001	0,008	<b>1,62</b>	<0,001	<b>0,003</b>	<0,002	0,035
14f-028	8,78	--	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	<0,001	<0,001	0,003	0,01
14f-029	8,95	5	<0,004	<0,001	<0,001	0,006	0,05	<0,001	<0,001	0,003	0,012
14f-031	8,04	15	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-032	7,73	8	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,1	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
14f-033	8,51	4	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,03	<0,001	0,001	<0,002	<0,001
14f-034	8,90	15	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-035	7,62	--	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,13	<0,001	<0,001	0,006	<0,001
14f-036	8,00	7	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,05	<0,001	<0,001	0,007	0,046
14f-037	<b>9,44</b>	30	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,05	<0,001	<0,001	<0,002	0,009
14f-038	8,33	14	<0,004	<0,001	<0,001	0,007	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-039	<b>4,66</b>	36	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,11	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14f-042	<b>9,01</b>	11	<0,004	<0,001	<0,001	0,006	<b>0,87</b>	<0,001	0,002	<0,002	0,027
14f-043	8,26	--	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,13	<0,001	0,003	<0,002	0,01
14f-044	<b>4,35</b>	80	<0,004	0,001	<0,001	<0,001	0,19	<0,001	<0,001	0,013	0,094
14f-045	8,42	--	<0,004	<0,001	<0,001	<b>2,544</b>	<b>4,51</b>	<0,001	0,005	0,022	0,191
14f-046	8,62	19	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,13	<0,001	<0,001	<0,002	0,039
						0,01	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,001

\* Ley General de Aguas D.L. 17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lim. calidad de agua*	5-9	400	0.1	0.01	0.05	0.5	0.3	0.002	0.002	0.05	5
Lim. de detección											
14f-047	8,78	1	0.004	0.001	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.002	0.001
14f-048	8,67	7	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.13	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-049	8,25	15	<0.004	<0.001	<0.001	0.006	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-051	8,56	--	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.15	<0.001	<0.001	<0.002	0.031
14f-071	8,03	7	<0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.11	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-072	7,84	--	<0.004	<0.001	<0.001	0.001	0.03	<0.001	<0.001	<0.002	0.107
14f-073	7,40	7	0.008	<0.001	<0.001	0.001	0.14	<0.001	<0.001	<0.002	0.005
14f-074	7,69	2	0.018	<0.001	<0.001	0.002	0.03	<0.001	0.002	<0.002	0.01
14f-075	8,00	15	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-076	8,70	13	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.07	<0.001	<0.001	<0.002	0.002
14f-077	7,84	6	0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.11	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-078	8,17	10	<0.004	<0.001	<0.001	0.003	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-079	7,30	--	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.05	<0.001	0.002	<0.002	0.007
14f-081	8,23	17	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.03	<0.001	<0.001	<0.002	0.585
14f-083	8,15	50	0.058	<0.001	<0.001	0.002	0.26	<0.001	<0.001	<0.002	0.004
14f-084	7,90	--	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-085	8,10	20	<0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.03	<0.001	<0.001	<0.002	0.305
14f-086	7,99	8	<0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.05	<0.001	<0.001	<0.002	0.004
14f-087	7,21	--	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.06	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-088	7,89	14	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.14	<0.001	<0.001	<0.002	0.63
14f-089	7,74	6	<0.004	<0.001	<0.001	0.003	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	<0.001
14f-091	8,12	20	<0.004	<0.001	<0.001	0.011	0.08	<0.001	<0.001	<0.002	0.009
14f-092	8,11	59	0.008	<0.001	<0.001	<0.001	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	0.002
14f-093	7,88	--	<0.004	<0.001	<0.001	0.002	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	0.003
14f-094	7,50	21	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	0.1	<0.001	<0.001	<0.002	0.002
14f-095	8,72	15	0.008	<0.001	<0.001	0.002	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	0.001
						0.007	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	0.012

\* Ley General de Aguas D.L.17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

	pH	Sulfatos	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Zn
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Lím.calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lím.de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
14f-096	7,95	11	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	0,009
14f-097	7,90	--	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	0,324
14f-098	8,10	8	<0,004	<0,001	<0,001	0,012	0,07	<0,001	<0,001	<0,002	0,026

\* Ley General de Aguas D.L.17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

Tabla N° 10.2  
Resumen de calidad del agua superficial de la cuenca media del río Chancay- Lambayeque

	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lim. calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lim. de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
13e-002	7,84	146	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	0,004	0,008
13e-003	7,97	--	0,031	<0,001	<b>0,138</b>	0,108	0,12	<0,001	<b>0,138</b>	<b>0,404</b>	0,084
13e-004	7,83	40	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
13e-005	8,02	40	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,05	<0,001	<0,001	0,007	0,01
13e-006	8,32	6	<0,004	<0,001	<0,001	0,004	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,013
13e-007	7,50	27	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,01	<0,001	<0,001	0,007	0,011
13e-008	7,80	4	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	0,003	0,011
13e-009	7,98	9	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	<0,001	<0,001	0,003	0,01
13e-011	7,79	37	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	<0,001	<0,001	<0,002	0,003
13e-012	8,15	11	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
13e-013	7,97	11	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	0,007	0,006
13e-014	8,53	17	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	0,003	0,005
13e-015	7,88	45	<0,004	<0,001	<0,001	0,006	0,05	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
13e-018	7,90	10	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,002
14e-031	8,32	19	0,005	<0,001	<0,001	0,002	0,14	<0,001	<0,001	0,002	0,003
14e-032	8,47	9	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-033	6,90	175	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14e-035	8,20	18	0,015	<0,001	<0,001	0,005	0,06	<0,001	<0,001	0,002	0,006
14e-037	7,58	19	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,007
14e-038	8,28	38	<0,004	<0,001	<0,001	0,006	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-039	8,29	66	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	<0,01	<0,001	<0,001	0,002	0,005
14e-041	8,91	128	<0,004	<0,001	<0,001	0,006	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-044	8,43	64	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-049	8,40	22	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-051	8,63	107	0,005	<0,001	<0,001	0,001	0,05	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001

\* Ley General de Aguas D.L. 17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.



	pH	Sulfatos	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Zn
Lím. calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lím. de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
14e-056	8,49	71	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14e-062	8,22	4	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-067	8,78	63	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	0,003	0,005
14e-068	8,66	42	0,007	<0,001	<0,001	0,002	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,009
14e-069	8,04	517	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,023
14e-071	8,33	62	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	0,003	0,007
14e-073	8,20	3	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,003
14e-074	8,51	19	<0,004	<0,001	<0,001	0,004	0,06	<0,001	<0,001	0,004	0,005
14e-076	8,21	24	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,07	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
14e-077	8,38	21	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	0,006
14e-078	8,51	18	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	0,005
14e-149	8,25	7	<0,004	<0,001	<0,001	0,004	0,09	<0,001	<0,001	<0,002	0,01
14e-200	8,55	16	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	<b>0,87</b>	<0,001	<0,001	<0,002	0,009
14e-201	8,58	64	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,005

\* Ley General de Aguas D.L. 17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

Tabla N° 10.3  
Resumen de calidad del agua superficial de la cuenca baja del río Chancay- Lambayeque

	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lím. calidad de agua*	5-9	400	0.1	0.01	0.05	0.5	0.3	0.002	0.002	0.05	5
Lím. de detección		1	0.004	0.001	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.002	0.001
14d-001	8.27	20	0.004	<0.001	<0.001	0.001	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	0.01
14d-002	8.11	22	0.008	<0.001	<0.001	0.004	0.14	<0.001	<0.001	<0.002	0.009
14d-003	8.36	20	0.008	<0.001	<0.001	0.002	0.04	<0.001	<b>0.003</b>	<0.002	0.009
14d-004	8.51	21	0.008	<0.001	<0.001	0.002	0.09	<0.001	<0.001	<0.002	0.008
14d-005	8.17	21	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.11	<0.001	<0.001	<0.002	0.008
14d-006	8.11	24	0.008	<0.001	<0.001	0.002	0.06	<0.001	<0.001	0.002	0.008
14d-007	7.90	28	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.1	<0.001	<0.001	0.004	0.004
14d-008	8.07	28	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.1	<0.001	<0.001	0.002	0.009
14d-009	8.19	28	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.07	<0.001	<0.001	<0.002	0.006
14d-010	7.63	33	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.04	<0.001	0.001	<0.002	0.009
14d-011	7.97	36	0.006	<0.001	<0.001	0.001	0.05	<0.001	<0.001	<0.002	0.009
14d-012	7.98	84	0.006	<0.001	<0.001	0.001	0.05	<0.001	0.001	<0.002	0.007
14d-013	8.17	44	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	0.05	<0.001	<0.001	<0.002	0.01
14d-014	7.95	72	0.01	<0.001	<0.001	0.001	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	0.007
14d-015	7.77	80	0.008	<0.001	<0.001	0.001	0.08	<0.001	<0.001	<0.002	0.005
14d-017	8.51	<b>759</b>	0.007	<0.001	0.003	<0.001	0.08	<0.001	0.001	<0.002	0.004
14d-018	8.27	36	<0.004	<0.001	<0.001	<0.001	0.03	<0.001	<0.001	<0.002	0.006
14d-019	8.15	35	0.01	<0.001	<0.001	0.001	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	0.005
14d-020	8.21	32	0.005	<0.001	<0.001	0.001	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	0.008
14d-021	8.35	34	0.006	<0.001	<0.001	0.001	0.02	<0.001	<0.001	<0.002	0.004
14d-022	8.40	30	<0.004	<0.001	<0.001	0.002	<0.01	<0.001	<0.001	<0.002	0.005
14d-023	8.31	25	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.04	<0.001	<0.001	0.002	0.008
14d-024	8.28	24	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.06	<0.001	<0.001	<0.002	0.007
14d-025	8.23	23	0.007	<0.001	<0.001	0.002	0.06	<0.001	<0.001	<0.002	0.013
14d-026	8.43	20	0.007	<0.001	<0.001	0.001	0.04	<0.001	<0.001	<0.002	0.006

\* Ley General de Aguas D.L. 17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lim. calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lim. de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
14d-027	8,49	21	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	0,004	0,008
14d-028	8,35	21	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	0,007
14d-029	8,37	21	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	0,02	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
14d-030	8,40	21	0,008	0,008	0,003	0,029	0,15	<0,001	<b>0,005</b>	0,016	0,07
14d-031	8,33	22	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	0,005	0,008
14d-032	8,67	21	0,006	<0,001	<0,001	0,002	0,03	<0,001	<0,001	0,004	0,011
14d-033	8,68	21	0,009	<0,001	<0,001	0,002	0,03	<0,001	<0,001	0,002	0,01
14d-034	8,61	20	0,007	<0,001	<0,001	0,001	0,04	<0,001	<0,001	0,005	0,008
14d-050	8,44	20	0,007	<0,001	<0,001	0,001	0,05	<0,001	<0,001	0,003	0,009
14d-051	7,93	151	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	<0,001	<0,001	<0,002	0,011
14d-052	8,63	21	0,006	<0,001	<0,001	0,001	0,05	<0,001	<0,001	0,003	0,009
14d-053	8,00	158	0,006	<0,001	<0,001	0,001	0,07	<0,001	<0,001	0,004	0,011

\* Ley General de Aguas D.L. 17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

**Tabla N° 10.4**  
**Análisis de metales en sedimentos\* - cuenca alta río Chancay- Lambayeque**

	As ppm	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14f-174	23	0,2	12	2,49	0,21	911	32,3	67
14f-173	20	0,13	9,7	3,71	0,02	1074	15,1	51
14f-172	6	0,32	34,3	2,89	0,03	833	9,9	62
14f-171	16	0,15	23,7	4,24	0,09	726	11,6	64
14f-169	18	0,13	28,6	4,9	0,06	2358	12,6	67
14f-168	6	0,13	19,6	4,87	0,07	978	10,4	64
14f-167	65	0,98	38,9	4,35	0,86	1426	55,1	170
14f-166	6	0,1	47,6	3	-0,01	948	9,8	47
14f-165	32	0,31	63,7	9,94	0,08	2561	21,1	129
14f-164	12	0,18	23,8	4,76	0,06	1217	12,1	66
14f-163	82	1,23	46,6	4,64	2,72	1307	67,9	162
14f-162	102	0,14	13	1,61	0,26	879	12,6	40
14f-161	30	0,32	25,8	5,33	0,07	1330	21,4	97
14f-159	5	0,07	15,6	2,05	0,05	646	10,8	32
14f-158	53	1,49	42,6	3,74	2,54	2133	51,1	186
14f-157	136	0,99	49,7	3,7	3,74	882	90,3	158
14f-156	13	0,12	5,7	2,22	0,24	477	14,3	30
14f-155	18	0,08	38,4	5,51	-0,01	1588	6,4	69
14f-154	19	0,25	5,7	1,76	0,02	1207	24,9	30
14f-153	22	0,24	15,4	3,8	0,18	925	20,1	78
14f-152	95	0,14	13,3	4,25	0,1	1757	13,8	68
14f-151	18	1,22	23,1	3,9	0,09	1086	40,5	120
14f-149	19	0,25	25,6	5,31	0,09	863	22	91
14f-146	12	0,11	37,1	5,31	-0,01	1095	8,8	62
14f-145	35	0,26	19,8	4,01	0,17	1136	18,6	73
14f-143	187	0,78	133,3	4,33	0,31	1877	78,5	116
14f-142	44	0,33	18,1	4,61	0,46	1318	28,3	113
14f-141	17	0,19	23,6	4,68	0,03	862	26,4	103
14f-140	11	0,16	26,3	4,19	-0,01	1405	10,9	56
14f-139	24	0,36	14,6	3,46	0,07	1035	42,5	78
14f-138	69	0,63	25,3	4,67	0,16	1439	21,4	136
14f-137	4	0,18	10,4	5,08	0,04	2635	11,3	55
14f-136	7	0,07	28,1	3,56	-0,01	1226	8,4	48
14f-135	8	0,2	29,9	3,62	0,05	844	9,1	54
14f-134	8	0,25	21,5	5,11	0,92	1093	13,6	79
14f-133	60	0,4	26,9	5,2	0,19	1065	19,2	98
14f-132	6	0,32	33,4	3,03	0,05	899	11,9	62
14f-129	49	0,59	27,9	4,71	4,53	1385	32,9	114
14f-128	51	0,32	9,9	1,87	0,29	927	21	78
14f-127	9	0,06	6,7	1,07	0,04	380	14,8	18
14f-126	9	0,09	4,8	1,89	0,07	486	16,2	34
14f-125	46	0,44	24,3	3,61	0,15	824	39,4	92
14f-124	47	0,36	29,6	5,25	0,05	1135	16,8	100
14f-121	13	0,12	18,6	4,21	0,18	1096	19,1	56
14f-119	33	0,31	24,1	4,44	0,17	1175	20,7	82

\* Malla 200



	As mg/l	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14f-118	33	0,55	22,7	4,67	0,53	2322	25,9	96
14f-117	5	0,2	19,7	4,63	0,01	1889	10,1	66
14f-116	19	0,24	27,1	5,02	-0,01	853	21,4	81
14f-114	20	0,39	14,5	4,49	0,19	1216	17,3	93
14f-113	20	0,24	21	3,95	-0,01	827	16,2	75
14f-112	15	0,16	23,8	5,23	0,01	700	15	74
14f-111	46	0,38	31	4,63	0,1	978	19,3	91
14f-096	9	0,37	9,7	1,59	0,02	434	8	31
14f-095	5	0,07	35,4	4,36	-0,01	919	6,9	56
14f-093	379	0,12	530,8	9,8	0,3	384	86,2	41
14f-091	6	0,57	69,9	3,32	0,11	947	14,1	102
14f-090	11	0,13	22,6	3,67	0,04	863	12,7	52
14f-089	5	0,08	16,2	2,95	0,05	506	11,2	41
14f-088	5	0,14	6,1	1,16	0,05	268	7,2	18
14f-086	9	0,18	23,8	3,73	0,06	816	14	53
14f-085	6	0,09	17,7	2,67	-0,01	599	14,4	36
14f-084	6	0,3	32,1	2,35	0,27	674	9,7	53
14f-083	16	2,14	640,9	3,22	2,39	1046	27,2	439
14f-082	4	0,09	11	2,6	-0,01	535	10,1	25
14f-081	13	0,14	28,9	4,55	0,02	633	12,8	74
14f-075	7	0,23	10,7	1,61	0,01	543	7,2	26
14f-074	13	0,09	30,2	3,47	-0,01	870	6,7	45
14f-073	3	0,07	20,9	3,2	0,04	535	9,8	43
14f-069	11	0,04	32,4	4,47	0,12	109	11,6	24
14f-068	4	0,1	17,1	3,76	0,03	1020	11,8	46
14f-067	9	0,49	11,1	1,9	0,96	392	14,2	65
14f-065	6	0,13	38,5	6,12	0,02	1030	10	79
14f-063	6	0,21	16	2,11	0,42	699	16,6	56
14f-062	6	0,35	42,9	4,08	1,1	699	11,1	83
14f-061	5	0,15	20,5	2,34	-0,01	576	14,2	43
14f-059	6	0,13	23,6	3,17	0,12	1031	16,9	55
14f-057	1	0,12	41	4,54	-0,01	1032	6,2	56
14f-056	7	0,36	28,9	2,34	0,08	657	14,1	51
14f-055	39	5,33	1466	3,24	0,54	1536	56,2	1036
14f-054	3	0,07	20,5	3,7	0,04	715	6,8	57
14f-053	7	0,47	59,3	3,73	0,27	907	15,1	105
14f-052	3	0,1	30,9	3,55	0,38	545	9,7	56
14f-051	9	0,19	24,3	3,71	0,06	1095	10,9	62
14f-049	10	0,45	8,9	1,89	0,16	318	9,1	43
14f-048	228	2,51	481,9	7,23	0,48	649	260,1	533
14f-047	24	0,27	35,5	3,86	0,12	1225	20,4	56
14f-046	1	0,08	18,7	3,16	0,02	816	9,9	51
14f-045	4	0,12	20,9	4,09	0,04	830	10,3	62
14f-044	-1	0,13	13,8	3,35	-0,01	995	13,3	48
14f-041	2	0,11	26,1	4,45	-0,01	805	12,4	51

\* Malla 200

	As mg/l	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14f-039	6	0,43	44	3,72	0,34	788	18,7	94
14f-038	4	0,28	33,4	3,37	0,02	801	14,6	64
14f-037	5	0,49	46,5	3,95	0,24	749	16,1	97
14f-036	10	0,49	25,1	3,11	0,07	957	15,6	71
14f-035	12	0,46	34,6	3,46	0,21	970	22,9	72
14f-034	26	0,46	490,3	3,43	0,15	667	28,3	112
14f-033	-1	0,13	24,4	3,11	-0,01	1014	10,6	47
14f-032	-1	0,09	23,4	4,97	0,33	790	11,9	84
14f-029	6	0,51	51,8	3,97	0,04	781	25,5	101
14f-028	3	0,15	14,5	2,42	-0,01	677	8,8	35
14f-026	14	0,23	29,1	4,45	-0,01	899	14,6	69
14f-025	4	0,26	26,8	2,92	0,02	996	17,6	54
14f-023	6	0,73	51,7	4,14	0,42	698	15,1	94
14f-022	7	0,52	39,4	2,24	-0,01	811	13,1	62
14f-021	7	0,18	10,2	2,99	0,06	955	14,1	52
14f-018	7	0,43	21,7	2,1	0,1	663	9,8	50
14f-017	22	0,32	30,7	4,04	0,05	911	23	67
14f-016	8	1,1	26,3	3,52	1,43	966	17,6	77
14f-015	7	0,38	7,4	1,49	0,18	233	10,6	28
14f-014	3	0,14	17	2,17	-0,01	1030	11,7	37
14f-012	10	0,29	32,1	2,91	0,07	2015	13,9	63
14f-011	10	0,68	22,1	2,69	0,08	1032	14,1	72
14f-009	4	0,16	11	3,06	-0,01	1129	13	47
14f-008	16	0,74	9,3	2,21	-0,01	299	12,9	59
14f-007	2	0,16	27,5	2,88	0,02	588	11,1	57
14f-005	18	0,34	25	3,9	0,03	707	16	61
14f-004	-1	0,08	32,8	3,67	-0,01	889	7	63
14f-003	3	0,28	22	2,52	1,35	1088	13,6	54
14f-001	11	1,07	21	3,04	0,4	885	16,4	76
14e-160	10	0,1	4,3	1,67	0,02	602	14,3	27
14e-044	24	0,67	29	3,94	-0,01	1095	16,7	79
14e-043	2	0,16	31,5	4,22	0,26	947	10,1	72
14e-042	14	0,46	27,7	2,79	0,13	877	14	63
14e-041	38	0,26	19,8	2,92	0,42	812	25,2	70
14e-038	11	0,38	34,6	2,82	0,06	765	12,7	63
14e-037	6	0,27	19,3	2,71	0,03	594	10,3	49
14e-036	3	0,28	7,1	1	-0,01	190	9,3	28
14e-035	25	0,48	18,5	2,68	0,67	1024	24,1	69
14e-034	14	0,47	30	2,73	0,33	691	17	62
14e-033	8	0,17	31,1	3,15	0,07	597	13,8	51
14e-032	15	0,71	12,2	1,9	0,13	613	17,5	57
14e-031	3	0,12	8,2	2,75	0,11	856	15,5	44
14e-029	32	1,28	36,5	4,16	0,01	994	16	100
14e-028	3	0,07	12,4	1,06	0,04	494	13,5	29
14e-027	5	0,18	35	4,1	0,02	940	11,5	71

\* Malla 200

	As mg/l	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14e-025	50	0,12	23,8	1,64	0,06	496	24,5	31
14e-024	14	0,45	30,8	2,79	0,08	821	12,6	61
14e-023	4	0,16	39,8	3,89	-0,01	1105	10,4	56
14e-022	9	0,15	7,4	3,53	0,08	823	15,2	42
14e-021	45	0,34	16,8	1,74	0,02	703	28,3	38
14e-019	12	0,11	25,3	3,15	0,01	617	8,4	50
14e-018	28	0,17	16,9	2,52	0,31	660	19,1	61
14e-017	4	0,14	12,9	2,73	0,19	896	15,7	43
14e-015	3	0,07	10,5	1,24	0,07	428	14,1	21
14e-013	25	0,59	29,4	3,92	0,04	908	20,4	82
14e-012	3	0,12	30	3,08	0,12	773	12	47
14e-011	15	0,31	34,2	3,92	0,09	890	14	73
14e-009	9	0,11	32,6	2,12	0,02	733	28,8	58
14e-008	3	0,15	21,7	2,24	-0,01	470	10,8	39
14e-007	51	0,14	11,4	1,39	0,06	888	15,9	33
14e-006	15	0,37	25	3,14	0,02	882	16,6	70
14e-005	26	0,22	19,1	2,76	0,18	758	14,5	57
14e-004	33	0,14	10,7	2,17	0,13	584	12	41
14e-002	5	0,35	19,5	1,94	0,07	997	23,6	99
14e-001	21	0,41	20,1	2,87	0,23	920	17,9	69
13f-003	5	0,11	28,4	3,22	0,06	836	6,2	37
13f-002	-1	0,12	33,2	3,37	-0,01	852	6,2	55
13e-028	5	0,25	14,4	1,93	0,07	530	15	36
13e-002	7	0,09	12,4	1,52	0,05	815	12,8	26
13e-001	6	0,09	10,4	1,49	0,03	579	10,9	22

\* Malla 200

**Tabla N° 10.5**  
**Análisis de metales en sedimentos\* - cuenca media río Chancay-Lambayeque**

	As ppm	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14e-164	11	0,31	22,7	3,28	0,06	782	12,1	70
14e-163	16	0,44	19,4	2,54	-0,01	749	16	61
14e-162	13	0,29	23,9	2,71	0,08	799	12	58
14e-159	17	0,32	19	2,9	0,03	650	11,4	56
14e-158	13	0,35	25,1	4,58	0,04	856	18	89
14e-157	11	0,82	41,3	3,6	-0,01	584	39,8	76
14e-156	11	0,35	25,1	3,23	0,22	760	12,5	63
14e-155	15	0,34	22,1	3,26	-0,01	720	14,4	62
14e-154	16	1,27	32,3	3,14	-0,01	797	21	96
14e-153	35	0,42	62,8	3,83	-0,01	525	15,8	50
14e-152	16	0,33	23	3,98	5,91	779	16,3	75
14e-151	27	1,11	19,4	3,35	0,13	1379	25,7	187
14e-148	7	0,36	12,6	2,46	0,02	607	13,5	47
14e-147	72	0,2	14,5	1,97	0,1	734	16,6	43
14e-146	28	0,48	95,4	4,89	0,02	892	15,2	93
14e-145	15	0,31	21,7	3,05	4,44	675	14,3	63
14e-144	23	0,42	32,3	4,25	0,06	666	29,7	102
14e-143	16	0,66	26,1	3,37	0,06	460	15,8	62
14e-142	15	0,3	21,4	2,69	0,04	683	13,6	57
14e-141	17	0,26	18,4	3,32	0,13	823	15	70
14e-139	7	1,24	18,5	2,93	0,01	438	17,1	83
14e-138	12	0,3	21,9	3,05	0,03	802	12,6	57
14e-137	-1	0,16	33,3	3,78	-0,01	1124	7,5	57
14e-136	16	0,36	31,8	3,58	0,06	534	16,5	64
14e-135	16	0,52	24,6	3,43	0,02	444	17,3	59
14e-133	3	0,18	24,6	2,89	0,08	984	11,1	51
14e-132	17	0,18	14,2	2	0,03	693	12,5	41
14e-131	18	0,29	18,7	2,93	0,09	1395	14,7	69
14e-129	12	0,26	19,6	2,76	0,11	664	17,7	51
14e-128	14	0,26	18,6	2,43	0,1	621	13,9	52
14e-124	11	0,51	34,7	3,73	0,05	640	18,2	71
14e-123	8	1,39	70,6	1,95	0,1	516	46,6	153
14e-122	13	0,3	21,7	2,73	0,09	725	15	52
14e-121	47	1,74	22,6	2,86	0,18	845	26,2	275
14e-119	13	0,26	8,3	1,25	0,27	409	9,4	26
14e-118	13	0,18	9,7	1,49	0,08	447	17,5	46
14e-117	9	0,73	18	2,55	0,05	659	13,7	50
14e-116	27	0,77	58	4,33	0,12	626	17,6	98
14e-115	19	0,62	17,7	2,56	-0,01	735	14,5	63
14e-114	17	0,26	10	2,64	0,07	879	15,7	68
14e-113	6	0,29	25,2	2,83	-0,01	740	7,9	59
14e-112	13	0,77	32,7	2,57	-0,01	525	14,6	63
14e-111	4	0,39	39,1	4,22	-0,01	933	11,4	75
14e-109	6	0,49	19,9	2,73	-0,01	349	10,8	36
14e-108	14	0,35	23,3	2,81	0,01	671	34	66

\* Malla 200



	As mg/l	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14e-107	19	0,31	32,3	4,27	-0,01	553	20,2	74
14e-106	15	0,33	32,7	3,83	-0,01	658	19,8	65
14e-105	7	0,67	21,6	2,66	-0,01	387	15,1	49
14e-104	12	0,89	21,9	2,9	0,04	633	16,5	56
14e-103	18	0,88	21,6	3,89	0,06	810	17,4	81
14e-102	6	0,88	27	4,43	-0,01	1015	15,5	64
14e-101	16	1,18	28,1	2,69	0,02	800	23	65
14e-099	12	0,45	34,5	4,55	-0,01	454	20,8	80
14e-098	10	0,51	23,2	2,86	-0,01	534	13,2	50
14e-097	26	0,32	15,6	3,24	0,18	895	16,4	60
14e-096	21	0,32	14,6	2,8	0,09	684	17,2	62
14e-094	10	0,91	28,4	3,37	-0,01	674	21	75
14e-093	11	0,53	26,2	3,62	0,05	633	18,2	69
14e-092	9	0,53	24,4	2,97	-0,01	373	11,1	46
14e-091	14	4,99	22,6	3,5	0,02	1334	29,7	154
14e-089	16	0,7	20,7	2,66	-0,01	809	51,1	87
14e-088	2	1,05	10,4	0,43	-0,01	95	6,6	24
14e-087	16	0,5	27,1	3,5	-0,01	663	17,8	71
14e-086	12	0,55	30,4	4,42	-0,01	784	17,8	72
14e-085	26	0,27	16,1	3,42	0,64	952	16,1	63
14e-084	11	0,59	19,6	2,75	-0,01	588	14,3	50
14e-083	9	0,94	16,1	2,62	-0,01	443	14,1	72
14e-082	15	0,28	20	3,36	-0,01	730	13,9	66
14e-081	20	0,26	17,6	3,68	0,01	1224	15,2	72
14e-079	3	0,49	12,7	1,94	-0,01	282	11,4	42
14e-078	8	0,7	28,9	3,38	-0,01	599	19,6	68
14e-077	10	0,35	31,4	3,66	-0,01	671	18	65
14e-076	13	0,63	19,8	2,13	-0,01	632	41	77
14e-075	7	0,12	9,3	3,3	0,01	745	13,2	61
14e-073	13	2,09	14,6	1,87	-0,01	523	15	89
14e-072	12	0,27	29,3	3,24	-0,01	720	12,8	59
14e-071	18	0,21	19,4	2,65	-0,01	704	13,8	48
14e-069	9	1,81	27,8	2,67	-0,01	714	16,8	65
14e-068	9	1,46	21,4	2,87	-0,01	685	16,3	95
14e-067	12	0,67	21,4	2,2	-0,01	328	14,4	52
14e-066	18	0,27	33,2	3,82	0,04	574	16,7	63
14e-065	6	0,44	11,6	1,8	0,02	278	10,8	44
14e-064	9	0,56	18,5	2,44	0,04	482	13	45
14e-063	10	3,2	21,8	2,84	0,05	843	17,9	128
14e-062	17	0,38	40,2	3,78	-0,01	485	20,6	69
14e-061	16	0,41	34,3	3,77	0,25	944	17,9	73
14e-059	11	0,26	38	3,87	-0,01	357	19,9	53
14e-058	7	0,87	21,6	2,41	-0,01	317	17,5	78
14e-056	26	0,19	21	2,97	0,01	941	17,4	61
13e-047	34	0,29	14,9	2,41	0,08	1101	19,2	60

\* Malla 200

	As mg/l	Cd ppm	Cu ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP Tabla Holandesa	50	20	500	10	10	3000	600	3000
13e-045	7	0,72	24,3	2,61	0,04	433	13	53
13e-044	24	0,28	28,6	2,88	0,04	853	17,2	62
13e-042	10	0,3	40,5	3,52	1,48	849	18,6	72
13e-041	17	0,2	27,4	4,04	0,05	617	14,9	51
13e-039	4	0,16	24,7	2,68	0,07	669	13,7	53
13e-038	13	0,34	63,1	4,77	0,13	840	26,2	96
13e-037	18	0,31	28,8	2,46	0,16	489	20,4	72
13e-036	7	0,23	48,9	3,25	0,07	395	16,4	48
13e-035	5	0,22	31,5	3,57	0,07	812	13,8	55
13e-034	15	1,21	22,8	3,41	0,07	522	16,2	86
13e-033	5	0,19	30,2	3,27	0,12	1012	20,2	57
13e-032	16	0,18	24,7	3,43	0,1	944	14,7	54
13e-031	5	0,23	24,6	2,72	0,07	763	15,6	51
13e-027	19	0,2	32,7	2,87	0,17	573	17,5	47
13e-026	11	0,51	42,5	2,83	0,09	659	19,7	48
13e-025	7	0,27	30,1	3,16	0,26	820	15,8	57
13e-024	3	0,17	23,7	2,76	0,03	802	14,4	55
13e-023	11	0,15	23,5	4,33	0,17	1071	20	46
13e-022	11	0,26	17,3	2,13	0,11	888	20,7	51
13e-021	4	0,16	19,9	1,85	0,1	636	24,3	45
13e-019	17	0,28	26,9	2,8	0,06	775	26,3	71
13e-018	18	0,68	21,9	3,29	0,09	645	28,2	68
13e-017	5	0,29	14,2	2	0,04	459	19,3	43
13e-016	6	0,24	23,2	3,16	0,1	1145	12,7	56
13e-015	14	0,12	19,2	4,02	0,11	1046	14,6	49
13e-014	6	0,58	16,8	2,36	0,06	341	11	37
13e-013	7	0,28	25,2	3,2	0,17	573	18,9	60
13e-012	25	0,48	29,1	2,96	0,26	593	28	84
13e-011	4	0,17	14,5	2,06	0,15	732	12,9	46
13e-009	21	0,22	20,9	2,73	0,06	907	13,5	38
13e-008	5	0,16	25,9	2,94	0,04	875	9,9	36
13e-007	21	0,12	29,3	2,37	0,03	454	8,8	15
13e-006	7	0,14	25,4	2,31	0,06	618	11,2	33

\* Malla 200

## Aseguramiento y Control de Calidad

A las muestras de agua, se les ha insertado un total de 21 muestras de control (entre estándares, duplicados y blancos), para el correspondiente control de calidad, lo que nos permite establecer el grado de precisión, exactitud y contaminación en lo referente al procedimiento de muestreo y análisis geoquímico de las muestras de agua.

Asimismo, se han utilizado «blancos de viaje» con el fin de desechar cualquier factor de contaminación externa producido durante el traslado de las muestras recolectadas (en el caso de obtener datos positivos de los parámetros de interés en las muestras).

## Procedimientos Analíticos

Para el caso de aguas, previo proceso de filtrado, preservación y conservación de las muestras, las determinaciones analíticas se han efectuado por metales totales disueltos y por 4 aniones en los Laboratorios de SGS del Perú, de acuerdo a métodos estandarizados, según el siguiente detalle:

- Carbonatos y bicarbonatos. Método Titrimétrico. Método 920.194. AOAC Official Methods of Analysis
- Cloruros. Método Argentométrico. 4500-Cl—B-. APHA\_AWWA\_WEF20th Edition, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Sulfatos. Método Turbidimétrico. 4500 - (SO<sub>4</sub>)=APHA\_AWWA\_WEF20th Edition, 1998 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
- Mercurio por AAS. Técnica de vapor frío usando FIAS. 7470A. EPA-Año1994.
- Metales totales. Metales traza por ICP. EPA- 200.7:1994.

Tanto las muestras de campo como las de control de calidad fueron analizadas en los laboratorios de SGS del Perú.

En la Tabla N° 10.6 se aprecian los límites de detección inferiores utilizados por el método de ICP-Total de los Laboratorios SGS.

## Uso Actual del Agua

Existe una red de canales en la cuenca, en la que el agua es utilizada plenamente para el consumo doméstico y agrícola. Esto conlleva a la necesidad de respaldar estos usos de consumo, toda vez que en algunos casos la calidad del agua superficial que se usa, no satisface los niveles requeridos por la Ley General de Aguas.

## Parámetros de Calidad de Agua

Las muestras de agua han sido analizadas por metales disueltos, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos, contando asimismo con información relativa a pH, temperatura, Sólidos Totales Disueltos (TDS) y Conductividad Eléctrica (CE).

Tabla 10.6

## Límites de detección para la determinación de metales en aguas por ICP

Elemento	Límite de Detección (mg/l)	Elemento	Límite de Detección (mg/l)
Hg	0,001	Magnesio	0,02
Plata	0,001	Manganeso	0,002
Aluminio	0,03	Molibdeno	0,001
Arsénico	0,004	Sodio	0,125
Boro	0,01	Níquel	0,001
Bario	0,001	Fósforo	0,125
Berilio	0,0006	Plomo	0,002
Bismuto	0,006	Antimonio	0,006
Calcio	0,125	Estaño	0,012
Cadmio	0,001	Estroncio	0,001
Cobalto	0,001	Titanio	0,125
Cromo	0,001	Talio	0,005
Cobre	0,001	Vanadio	0,002
Hierro	0,01	Zinc	0,001
Potasio	0,01		

## Criterios de Evaluación de Calidad del Agua y sedimentos

Se usaron los criterios de calidad de agua establecidos por la Ley General de Aguas para caracterizar la calidad de agua superficial. Dicha ley establece límites de calidad de agua sobre la base del uso previsto.

Teniendo en cuenta que la agricultura, ganadería y el consumo humano son los usos principales del agua en esta región, el criterio para evaluar la calidad ha considerado los límites fijados por la Ley General de Aguas para estos usos específicos (Tipos I, II y III); dichos límites se aprecian en la Tabla N° 10.7.

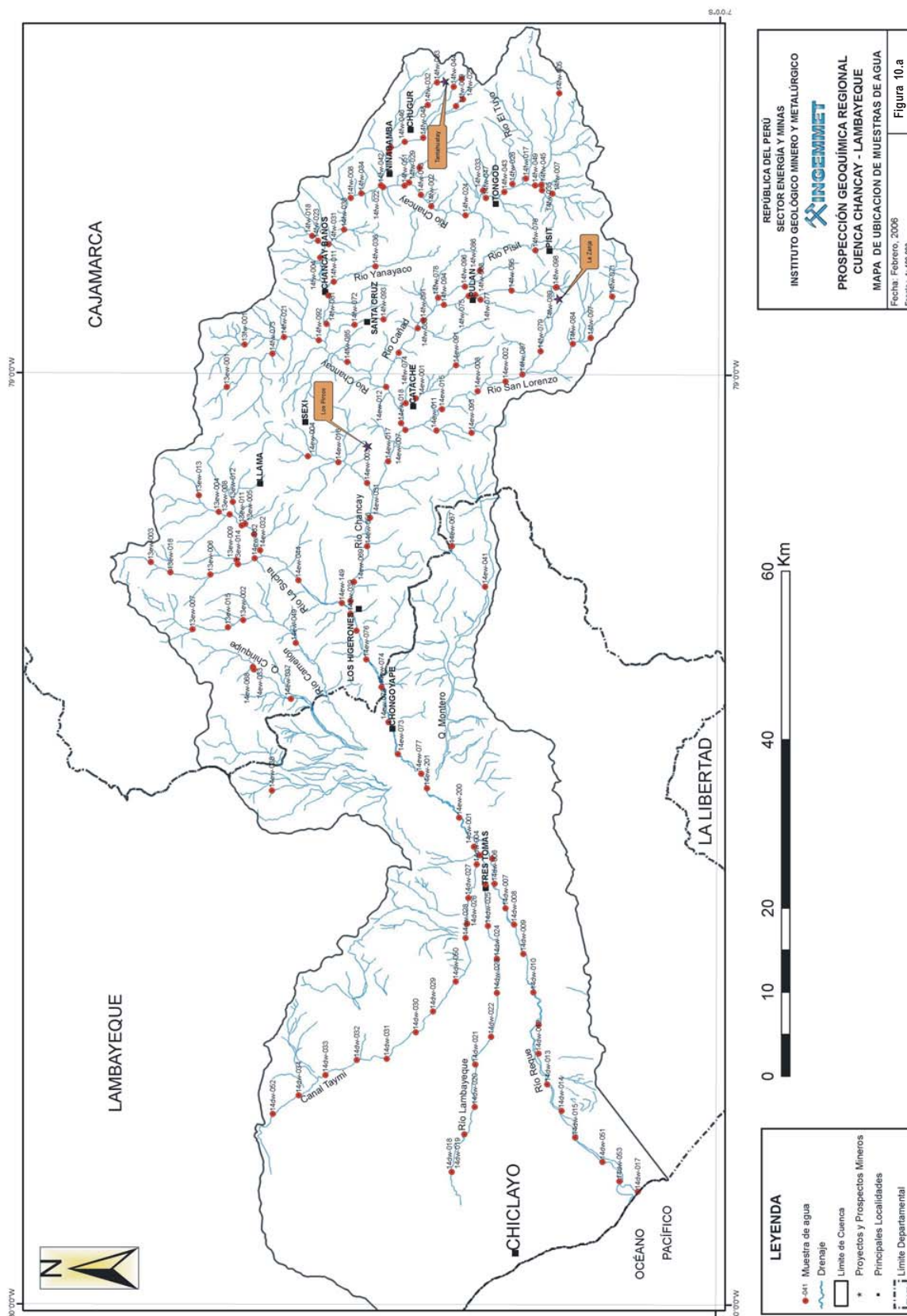
En lo que respecta a los sedimentos, se ha utilizado como referencia la Tabla Holandesa, la cual se muestra en la Tabla N° 10.8.

## Resultados del programa de Calidad de Agua

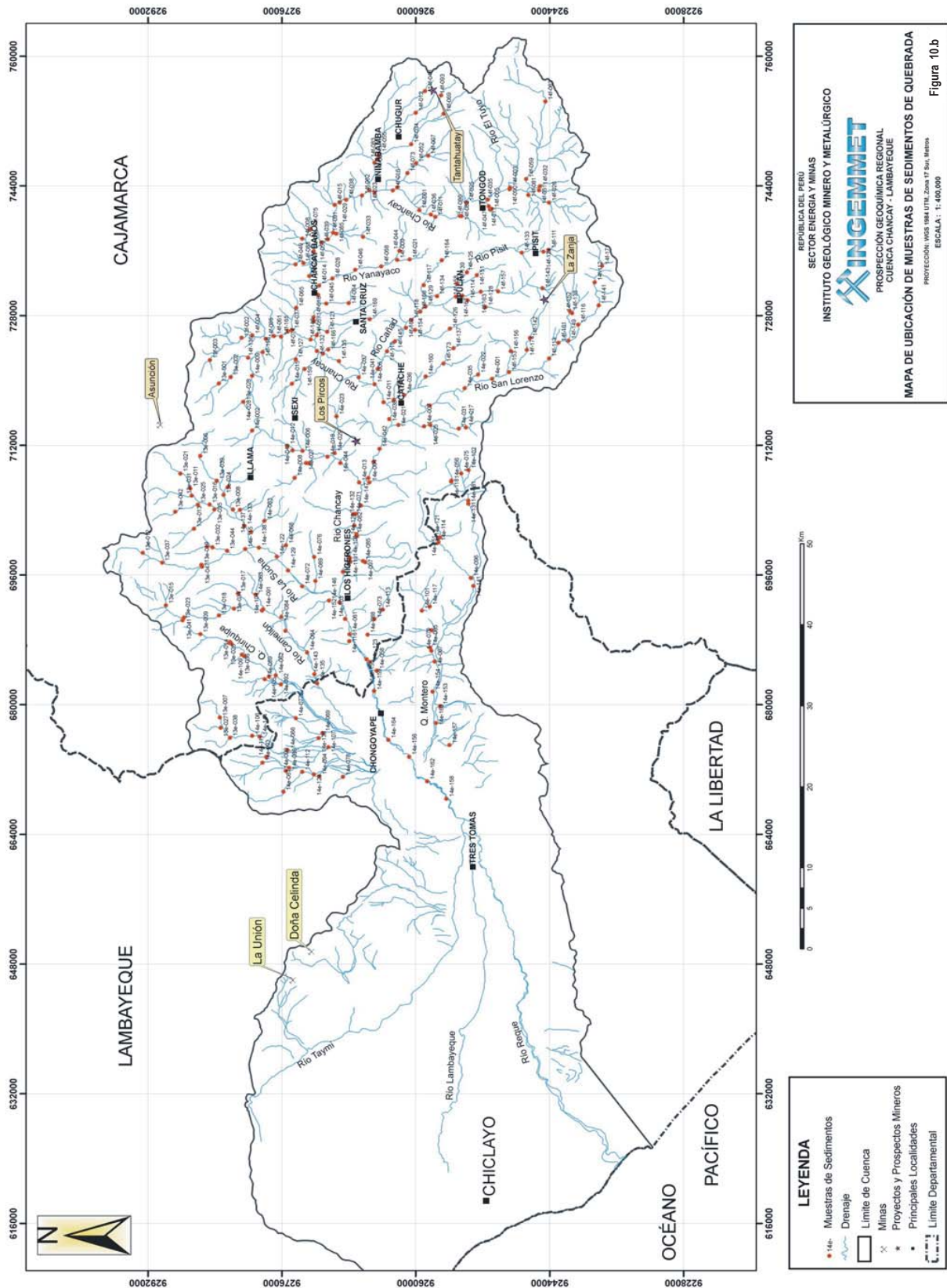
La interpretación se enfoca en los parámetros que están regulados por la Ley General de Aguas: arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), plomo (Pb), mercurio (Hg), níquel (Ni) y zinc (Zn). Se incluyen también los sulfatos, pH y hierro (Fe). Los resultados pueden ser observados en la Figura N° 10.c.

En las Figuras 10d, 10e y 10f se aprecian los mapas de distribución del pH, conductividad eléctrica y TDS, notándose en el primero de ellos cinco muestras que sobrepasan el límite de calidad, en el sector de Tantauatay.

A continuación se caracterizan las aguas en cuanto a su calidad de acuerdo a los tres sectores en que se ha dividido la cuenca.







**Tabla N° 10.7**  
**Límites de calidad de aguas**

Parámetros	Unidades	Ley General de Aguas D.L. 17752 - Metales Totales		
		I	II	III
pH		5 - 9	5 - 9	5 - 9
Sol. Susp. Totales	(mg/l)			
Sulfatos	(mg/l)			400,00
Cu	(mg/l)	1,00	1,00	0,50
Pb	(mg/l)	0,05	0,05	0,10
Zn	(mg/l)	5,00	5,00	25,00
Cd	(mg/l)	0,01	0,01	0,05
Mn	(mg/l)	0,10	0,10	0,50
Fe	(mg/l)	0,30	0,30	1,00
As	(mg/l)	0,10	0,10	0,20
Hg	(mg/l)	0,002	0,002	0,001

**Tabla N° 10.8**  
**Límites máximos permisibles en sedimentos**

Elemento	LMP (ppm)	Fuente
Cu	500	Tabla Holandesa
Pb	600	Tabla Holandesa
Zn	3000	Tabla Holandesa
Cd	20	Tabla Holandesa
As	50	Tabla Holandesa
Hg	10	Tabla Holandesa
Mn	3000	Límite Referencial
Fe	10%	Límite Referencial

#### Calidad del Agua en la Cuenca Alta

La calidad del agua del río Chancay ha sido caracterizada desde las cabeceras de la cuenca hasta su confluencia con el río Cirato. Los resultados se presentan gráficamente en las Figuras 10.1 al 10.11.

Como se verá líneas abajo, las muestras que han resultado con valores superiores a los permisibles caracterizan un sector donde hay un evidente drenaje ácido de roca (DAR), el cual está focalizado en el sector que corresponde al prospecto minero Tantauatay.

En la Tabla N° 10.9 se aprecian las muestras que exceden los límites de calidad de agua en este sector.

En ninguna estación de muestreo se ha detectado la presencia de cromo ni de mercurio, por lo que sólo se indica que se encuentran por debajo del límite de detección (LD).

Los niveles de pH resultan fuera de los límites de calidad de agua (5 a 9) en 8 estaciones de muestreo, llegando a niveles inferiores de 3,20 y superiores de hasta 9,57. Los valores ácidos ocurren en las estaciones **14f-016** (3,20), **14f-025** (3,95), **14f-039** (4,66), **14f-044** (4,35). Los niveles de sulfatos están por debajo del límite de calidad de agua (400 mg/l).

Los niveles de arsénico, cadmio y plomo están mayormente por debajo de sus respectivos límites de detección, no habiéndose detectado valores superiores a los límites de calidad de agua, al igual que el zinc, con la diferencia que sus niveles son mayormente superiores a los límites de detección.

Foto N° 10.3.- Quebrada Uyucurán cerca del poblado del mismo nombre, cuyas aguas provenientes del cerro Huinac evidencian la presencia de sustancias minerales contaminantes en las cabeceras de la quebrada.



**Tabla N° 10.9**  
**Muestras de agua que exceden los límites de calidad - cuenca alta**

	pH	Sulf. mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lím. Cal.de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lím.de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
14e-004	<b>9,58</b>	20	0,006	<0,001	<0,001	0,001	0,04	<0,001	<0,001	<0,002	0,01
14e-008	<b>9,55</b>	8	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,018
14e-011	<b>9,70</b>	30	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,008
14e-015	<b>9,30</b>	10	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,08	<0,001	<0,001	<0,002	0,006
14e-016	<b>10,63</b>	8	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,07	<0,001	<0,001	<0,002	0,006
14e-091	<b>9,21</b>	133	<0,004	<0,001	<0,001	0,005	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14f-003	5,50	78	<0,004	0,005	<0,001	<b>1,058</b>	0,1	<0,001	<b>0,004</b>	0,011	0,771
14f-006	<b>9,34</b>	5	<0,004	<0,001	<0,001	0,001	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-016	<b>3,20</b>		<0,004	<0,001	<0,001	<b>2,252</b>	<b>6,05</b>	<0,001	<0,001	0,02	0,148
14f-019	<b>9,57</b>	44	<0,004	<0,001	<0,001	0,008	0,01	<0,001	<0,001	<0,002	0,004
14f-022	<b>9,10</b>	8	<0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-025	<b>3,95</b>	39	<0,004	<0,001	<0,001	0,008	<b>1,62</b>	<0,001	<b>0,003</b>	<0,002	0,035
14f-037	<b>9,44</b>	30	<0,004	<0,001	<0,001	0,007	<0,01	<0,001	<0,001	<0,002	<0,001
14f-039	<b>4,66</b>	36	<0,004	<0,001	<0,001	0,006	<b>0,87</b>	<0,001	0,002	<0,002	0,027
14f-042	<b>9,01</b>	11	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	0,13	<0,001	0,003	<0,002	0,01
14f-044	<b>4,35</b>	80	<0,004	0,001	<0,001	<b>2,544</b>	<b>4,51</b>	<0,001	0,005	0,022	0,191

\* Ley General de Aguas D.L.17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.  
 Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

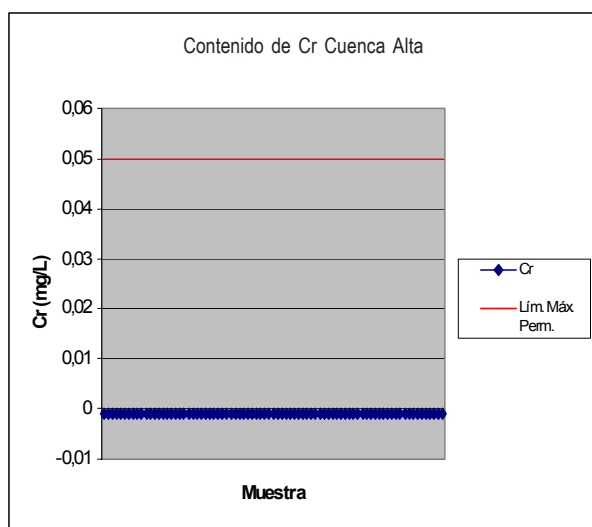


Figura N° 10.1.- Cr en aguas - Cuenca Alta

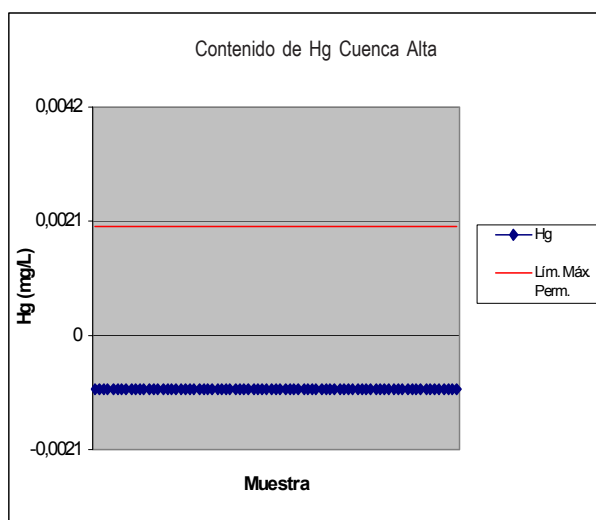


Figura N° 10.2.- Hg en aguas - Cuenca Alta

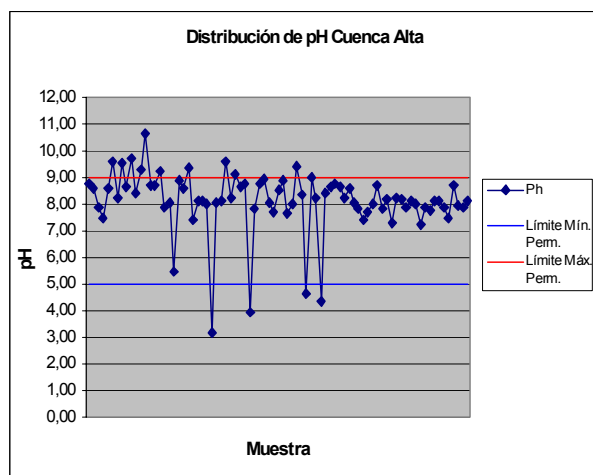


Figura N° 10.3.- pH en aguas- Cuenca Alta

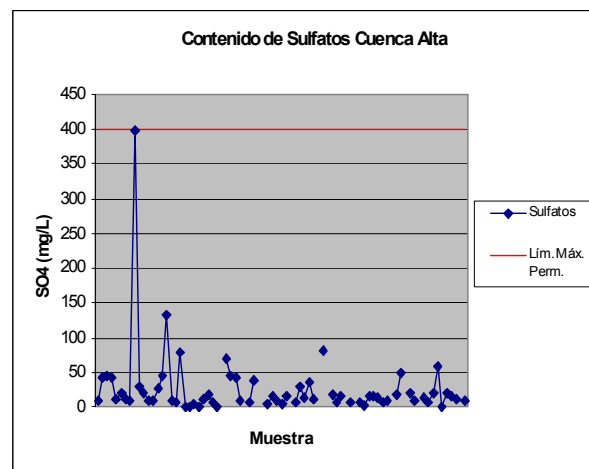


Figura N° 10.4.- Sulfatos en aguas-Cuenca Alta

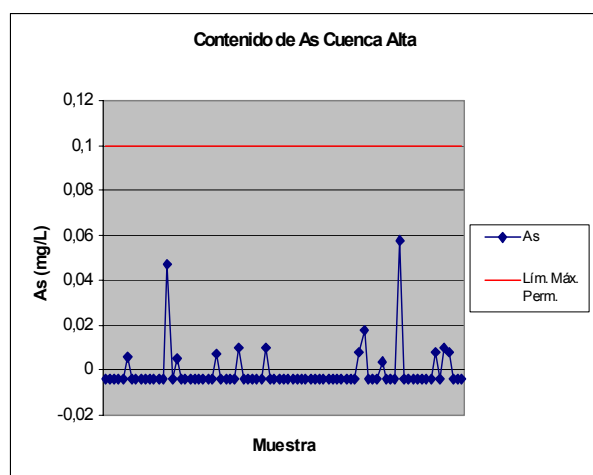


Figura N°10.5.- As en aguas - Cuenca Alta

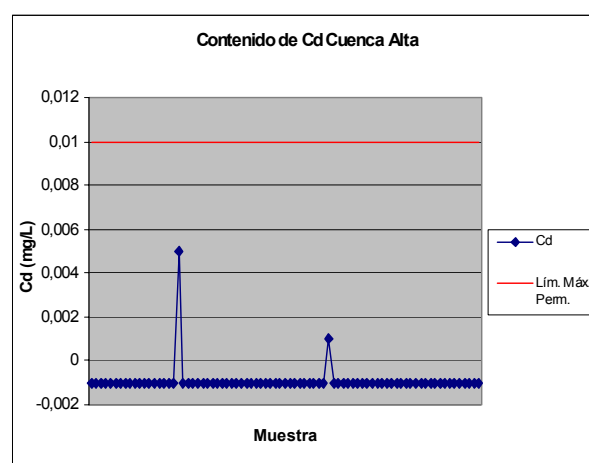


Figura N° 10.6.- Cd en aguas - Cuenca Alta

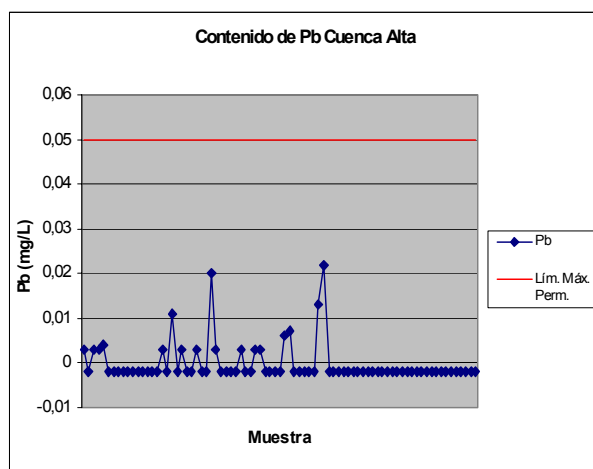


Figura N°10.7.- Pb en aguas - Cuenca Alta

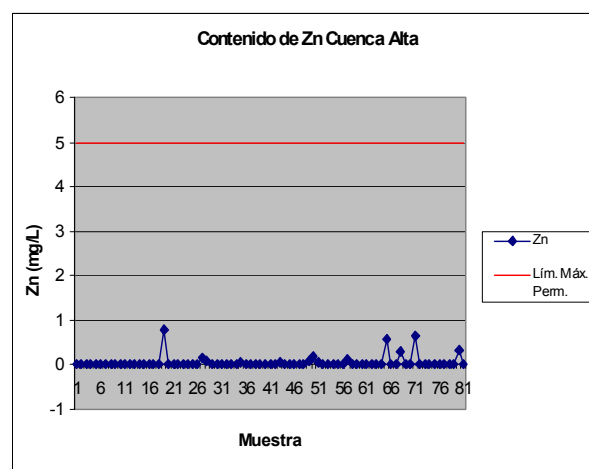


Figura N° 10.8.- Zn en aguas - Cuenca Alta



Los niveles de cobre superan el límite de calidad de agua (0,5 mg/l) en tres estaciones de muestreo: **14f-003** (1,958 mg/l), **14f-016** (2,252 mg/l) y **14f-044** (2,544 mg/l), las cuales corresponden al sector de Tantahuatay.

En el caso del hierro, el límite de calidad de agua (0,3 mg/l), fue superado en 4 estaciones: **14f-016** (6,05 mg/l), **14f-025** (1,62 mg/l), **14f-039** (0,87 mg/l) y **14f-044** (4,51 mg/l); en la primera y última de las mencionadas, los valores coinciden con altos valores en Cu, tal como se aprecia en la figura anterior.

El níquel es otro caso donde los niveles sobrepasan el límite de calidad de agua (0,002 mg/l) en cuatro estaciones: **14f-003** (0,004 mg/l), **14f-025** (0,003 mg/l), **14f-042** (0,003 mg/l) y **14f-044** (0,005 mg/l).

Los niveles de los metales en este sector son por lo general bajos, con excepción del cobre, hierro y níquel en las inmediaciones del sector Tantahuatay, dado que en tres de las quebradas que drenan dicha área, sobrepasan los límites de calidad de aguas, lo que implica que dichos valores «anómalos» tienen como fuente a dicho prospecto minero y afloramientos adyacentes. Es importante resaltar que la acidez de las aguas detectada en el referido sector, es

neutralizada aguas abajo por la presencia de calizas, obteniéndose valores dentro del rango permitido por la Ley General de Aguas.

#### Calidad del agua en la cuenca media

Este sector ha sido considerado desde la confluencia del río Chancay con el río Cirato hasta el repartidor La Puntilla, involucrando además los afluentes del Chancay como son los ríos Maichu, Camellón y quebrada Montería.

Los resultados del análisis de calidad del agua se presentan en las Figuras 10.12 al 10.22 y en la Tabla 10.10.

Los niveles de cadmio y mercurio están por debajo de sus respectivos límites de detección.

Los niveles de sulfatos en la muestra **14e-069**, superan el límite de calidad de agua (400 mg/l), alcanzando los 517 mg/l en el río Chancay, 4 km aguas arriba de su confluencia con el río Maychu. Estos valores serían el resultado de la oxidación bacteriana de las rocas del Volcánico Calipuy, que contienen sulfuros de manera natural. Podría considerarse asimismo, que según la prospección geoquímica de sedimentos efectuada en esta cuenca, se ha detectado una anomalía de oro en la quebrada Topala, unos 4 km aguas arriba de dicha ubicación.

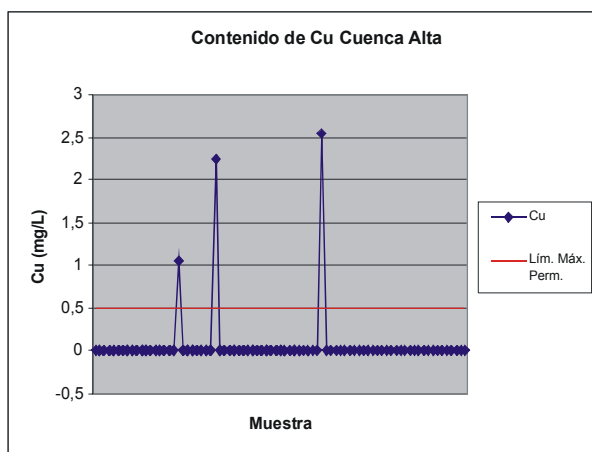


Figura N° 10.9.- Cu en aguas - Cuenca Alta

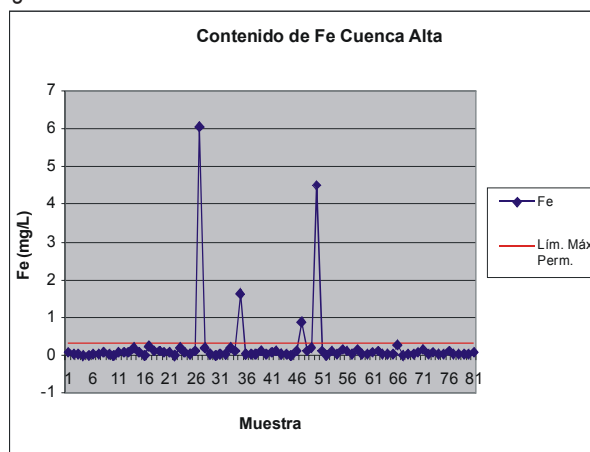


Figura N°10.10.- Fe en aguas - Cuenca Alta

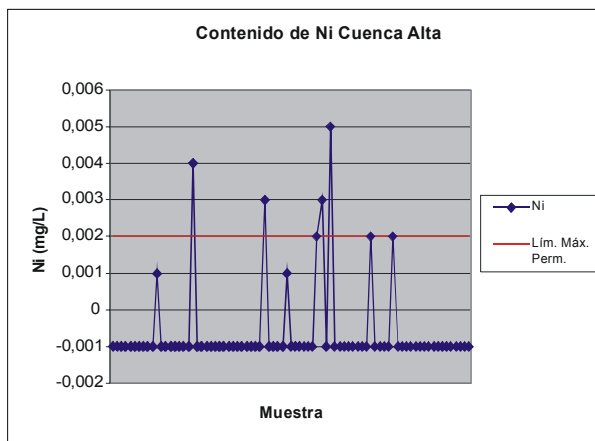


Figura N°10.11.- Ni en aguas- Cuenca Alta

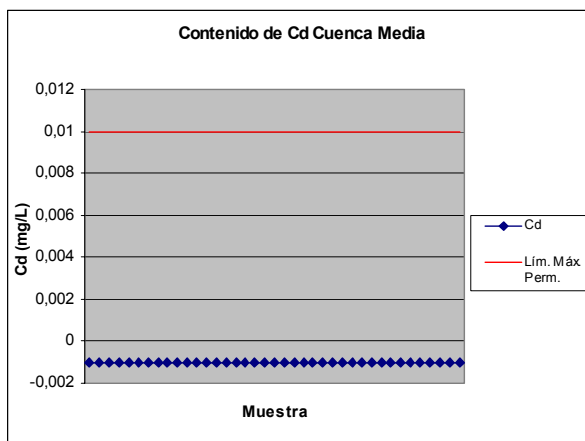


Figura N° 10.12.- Cd en aguas- Cuenca Media

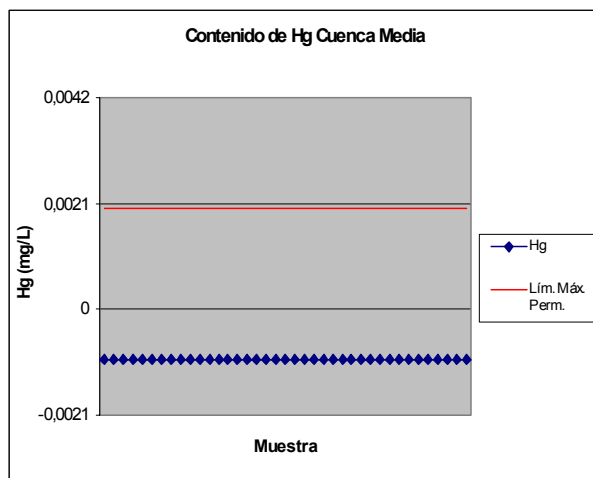


Figura N° 10.13.- Hg en aguas- Cuenca Media

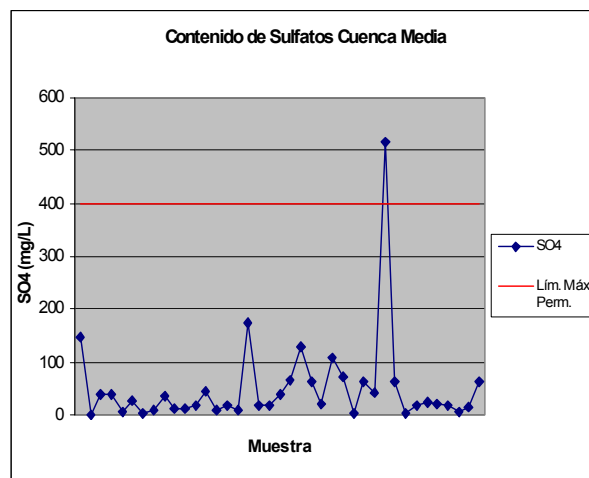


Figura N° 10.14.- Sulfatos en aguas-Cuenca Media

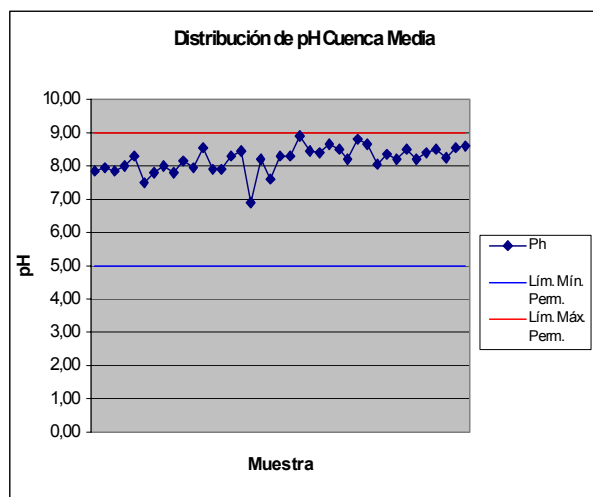


Figura N° 10.15.- pH en aguas-Cuenca Media

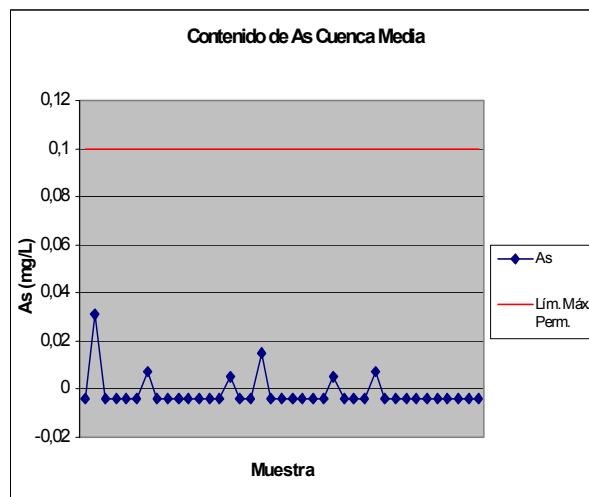


Figura N° 10.16.- As en aguas - Cuenca Media

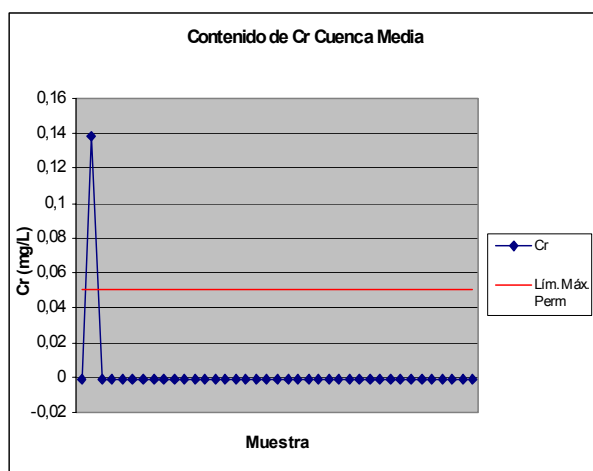


Figura N° 10.17.- Cr en aguas - Cuenca Media

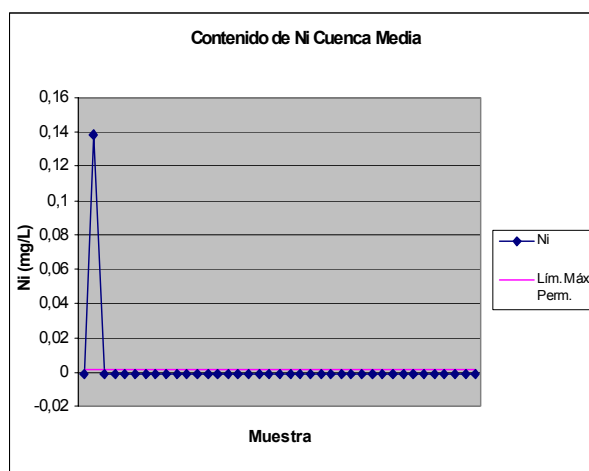


Figura N° 10.18.- Ni en aguas - Cuenca Media

**Tabla N° 10.10**  
**Resumen de calidad del agua superficial de la cuenca media del río Chancay- Lambayeque**

	pH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lim.calidad de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lím.de det.		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
13e-003	7,97	--	0,031	<0,001	<b>0,138</b>	0,108	0,12	<0,001	<b>0,138</b>	<b>0,404</b>	0,084
13e-069	8,04	<b>517</b>	<0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,06	<0,001	<0,001	<0,002	0,023
14e-200	8,55	16	<0,004	<0,001	<0,001	0,003	<b>0,87</b>	<0,001	<0,001	<0,002	0,009

\* Ley General de Aguas D.L.17752, concentraciones totales. Agua Clase I, II, III, teniendo en cuenta el menor de ellos.

Los valores que exceden el límite máximo permisible están en negrita.

En cuanto al pH, los niveles se encuentran dentro del rango aceptable para el uso de aguas tipo I, II y III.

Los niveles de arsénico, cromo, níquel y plomo están mayormente por debajo de sus respectivos límites de detección, habiéndose detectado valores muy superiores a los límites de calidad de agua en la estación **13e-003**, donde tiene 0,138 mg/l Cr, 0,138 mg/l Ni y 0,404 mg/l Pb. Se ubica en el límite septentrional de la cuenca Chancay (hoja Incahuasi), en las aguas que drenan el cerro Peña Negra. Se trata de una contaminación natural de las aguas, toda vez que los sedimentos muestreados en dicha ubicación han dado valores anómalos por plata y antimonio.

Los niveles de cobre y zinc están mayormente por encima de los límites de detección, sin llegar a superar los límites de calidad de agua.

En el caso del hierro, en la estación **14e-200** los niveles superan el límite de calidad de agua (0,3 mg/l), con 0,87 mg/l entre Cuculí Viejo y La Puntilla. La muestra de sedimento tomada en este lugar

da resultados anómalos en oro y cromo, indicándonos la presencia de alguna ocurrencia mineralizada natural aguas arriba de dicha ubicación.

### Calidad del agua en la cuenca baja

Se ejecutó un programa de muestreo en el área considerada como la cuenca baja, a partir del repartidor La Puntilla, lugar donde el río Chancay se divide en los ríos Lambayeque, Reque y Canal Taymi. Los resultados se presentan en la Tabla N° 10.11 (resaltándose las cifras que exceden los límites) y en las Figuras 10.23 al 10.33.

Los valores de pH se encuentran dentro del rango aceptable, mientras que los niveles de sulfatos excedieron el límite de calidad de agua en la estación **14d-017**, donde alcanzan 759 mg/l. Esta ubicación corresponde a la boca del río Reque, en Puerto Eten, donde hay una fuerte influencia del agua marina.

Al igual que en la cuenca alta y media, los niveles de mercurio están por debajo del límite de detección.

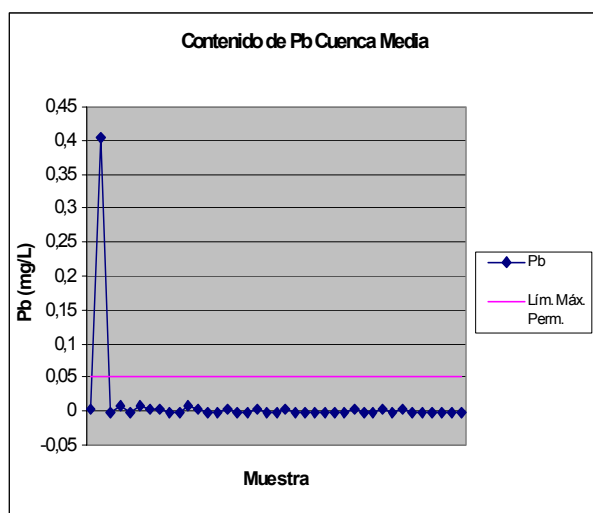


Figura N° 10.19.- Pb en aguas - Cuenca Media

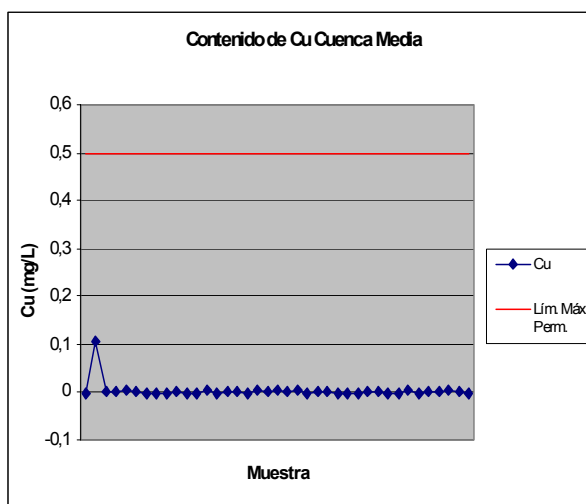


Figura N°10.20.- Cu en aguas - Cuenca Media

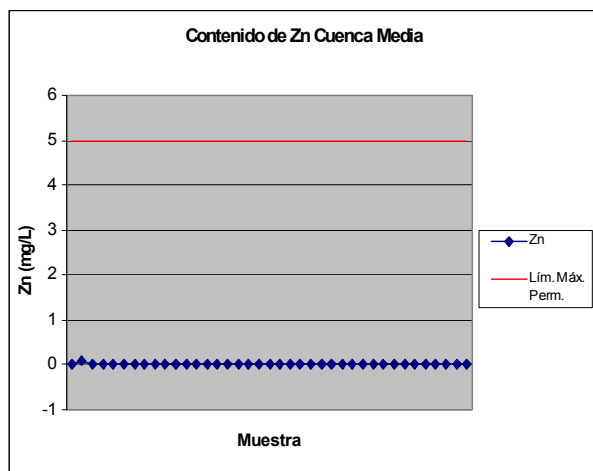


Figura N° 10.21.- Zn en aguas - Cuenca Media

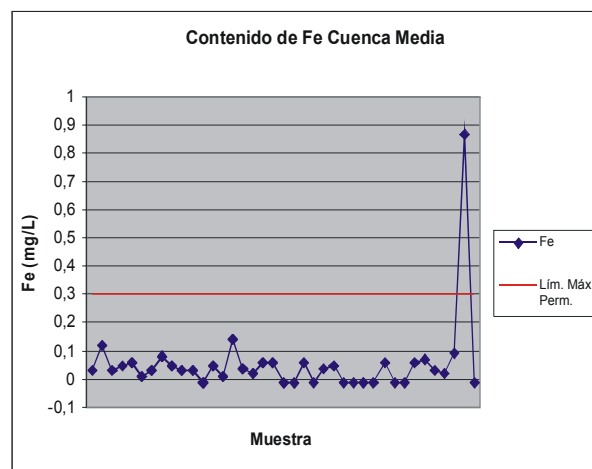


Figura N° 10.22.- Fe en aguas - Cuenca Media

**Tabla N° 10.11**  
**Muestras de agua que exceden los límites de calidad de agua - cuenca baja**

	PH	Sulfatos mg/l	As mg/l	Cd mg/l	Cr mg/l	Cu mg/l	Fe mg/l	Hg mg/l	Ni mg/l	Pb mg/l	Zn mg/l
Lím.cal.de agua*	5-9	400	0,1	0,01	0,05	0,5	0,3	0,002	0,002	0,05	5
Lím.de detección		1	0,004	0,001	0,001	0,001	0,01	0,001	0,001	0,002	0,001
14d-003	8,36	20	0,008	<0,001	<0,001	0,002	0,04	<0,001	<b>0,003</b>	0,002	0,009
14d-017	8,51	<b>759</b>	0,007	<0,001	0,003	<0,001	0,08	<0,001	0,001	<0,002	0,004
14d-030	8,40	21	0,008	0,008	0,003	0,029	0,15	<0,001	<b>0,005</b>	0,016	0,07

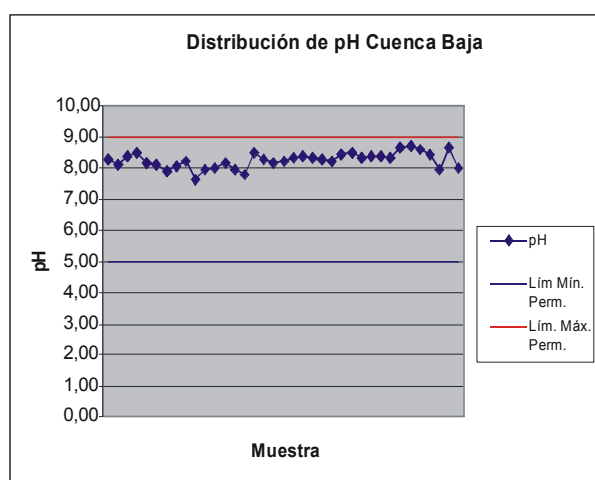


Figura N° 10.23.- pH en aguas- Cuenca Baja

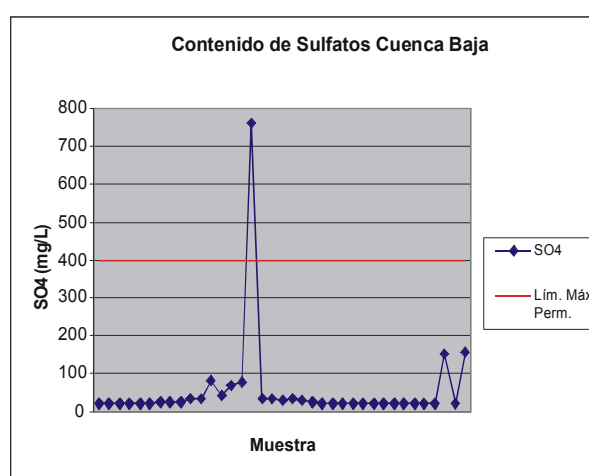


Figura N°10.24.- Sulfatos en aguas- Cuenca Baja



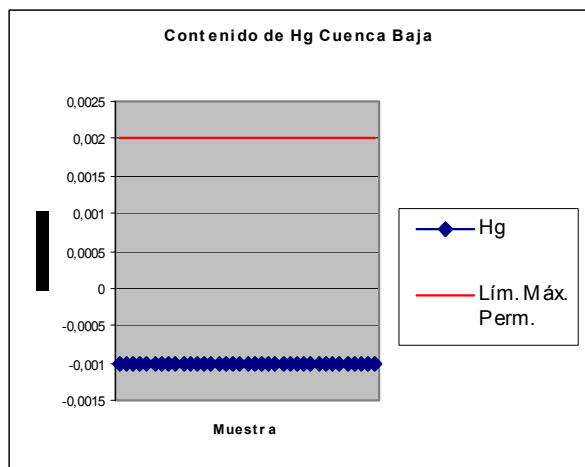


Figura N°10.25.- Hg en aguas-Cuenca Baja

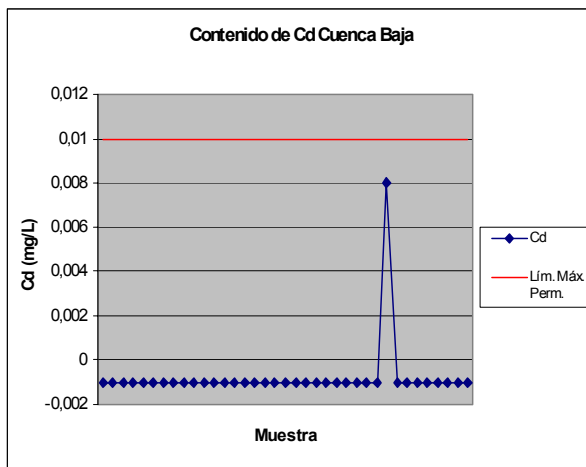


Figura N°10.26.- Cd en aguas - Cuenca Baja

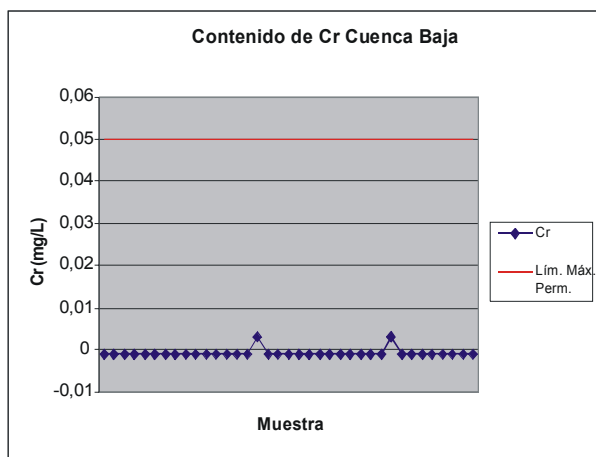


Figura N°10.27.- Cr en aguas - Cuenca Baja

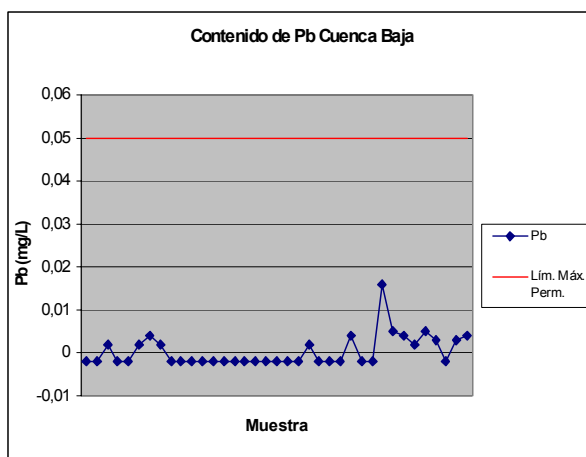


Figura N°10.28.- Pb en aguas - Cuenca Baja

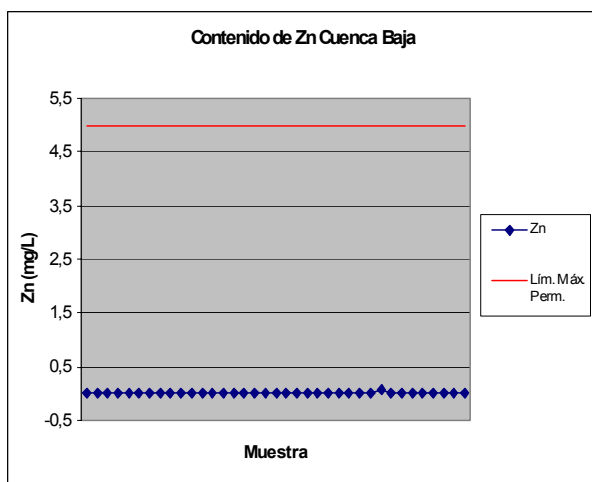


Figura N°10.29.- Zn en aguas - Cuenca Baja

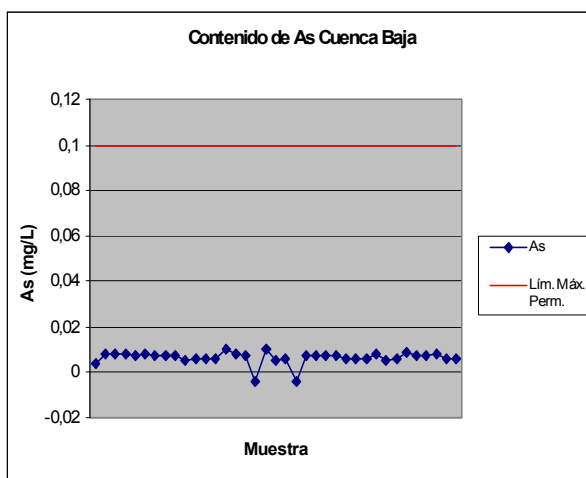


Figura N°10.30.- As en aguas - Cuenca Baja

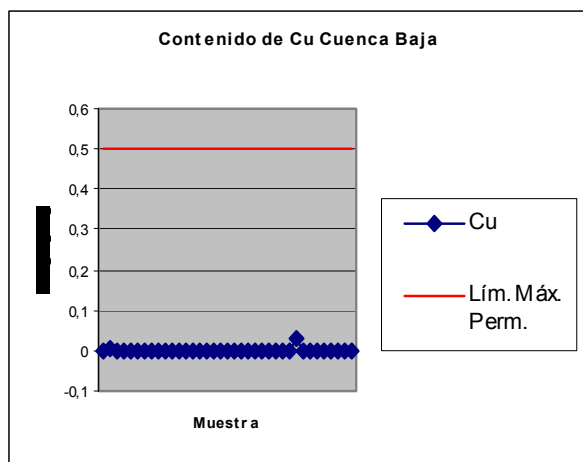


Figura N°10.31.- Cu en aguas- Cuenca Baja

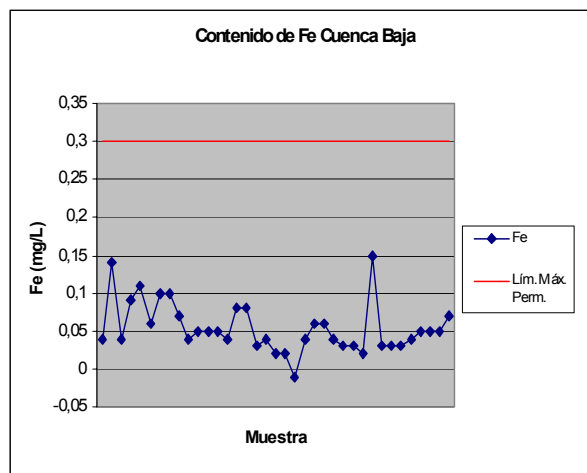


Figura N°10.32.- Fe en aguas- Cuenca Baja

Los niveles de cadmio, cromo, plomo y zinc están mayormente por debajo de sus respectivos límites de detección, sin llegar a superar los límites de calidad de aguas.

En el caso del arsénico, cobre y hierro, los niveles están mayormente por encima del límite de detección, sin llegar a superar los límites de calidad referidos

Los niveles de níquel llegan a superar el límite de calidad de agua (0,002 mg/l) en dos estaciones: **14d-003** (0,003 mg/l) y **14d-030** (0,005 mg/l). La muestra **14d-003** se ubica en el río Lambayeque, 2 km aguas abajo del repartidor La Puntilla, mientras que la muestra **14d-030** se ubica en el canal Taymi, en los alrededores de la Hda. Luya, donde se hace más evidente la contaminación antrópica, con un cuerpo de agua bastante turbia y con desechos arrojados por los pobladores.

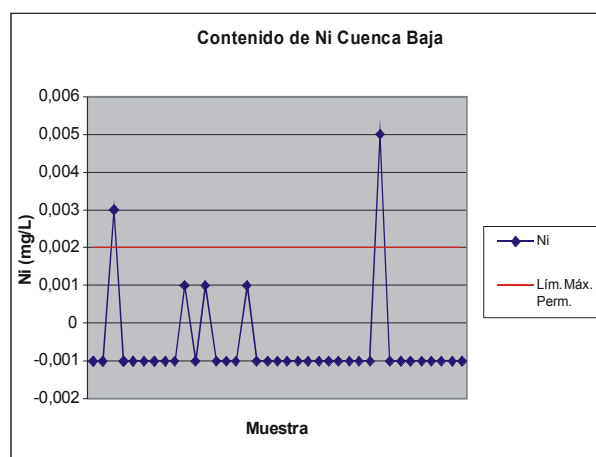


Figura N°10.33.- Ni en aguas-Cuenca Baja

### Niveles contaminantes en sedimentos

A partir del muestreo de sedimentos de corriente efectuado en los sectores alto y medio de la cuenca, se han definido lugares que indican niveles de arsénico y cobre que superan los límites máximos permisibles según la Tabla Holandesa (Tabla N° 10.8).

#### Cuenca Alta

En la cuenca alta, los niveles de cadmio, plomo, zinc y mercurio resultan muy por debajo de los LMP, mientras que en el hierro y manganeso el comportamiento es de mayor variabilidad, sin llegar a alcanzar los LMP.

En la Tabla N° 10.12 se observan las muestras de sedimento que superan los límites máximos permisibles de acuerdo a la Tabla Holandesa.

En las figuras 10.34 al 10.41 se observa el contenido metálico en este sector de la cuenca, así como los límites máximos permisibles.

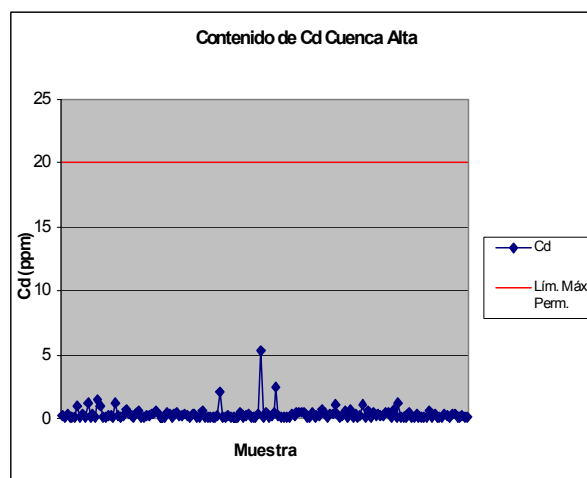


Figura N°10.34.- Cd en sedimentos – Cuenca Alta

**Tabla N° 10.12**  
**Muestras de sedimento que superan LMP - Cuenca Jequetepeque**

	As ppm	Cd ppm	Cu Ppm	Fe* %	Hg ppm	Mn* ppm	Pb ppm	Zn ppm
LMP **	50	20	500	10	10	3000	600	3000
14f-167	<b>65</b>	0,98	38,9	4,35	0,86	1426	55,1	170
14f-163	<b>82</b>	1,23	46,6	4,64	2,72	1307	67,9	162
14f-162	<b>102</b>	0,14	13	1,61	0,26	879	12,6	40
14f-158	<b>53</b>	1,49	42,6	3,74	2,54	2133	51,1	186
14f-157	<b>136</b>	0,99	49,7	3,7	3,74	882	90,3	158
14f-152	<b>95</b>	0,14	13,3	4,25	0,1	1757	13,8	68
14f-143	<b>187</b>	0,78	133,3	4,33	0,31	1877	78,5	116
14f-138	<b>69</b>	0,63	25,3	4,67	0,16	1439	21,4	136
14f-133	<b>60</b>	0,4	26,9	5,2	0,19	1065	19,2	98
14f-128	<b>51</b>	0,32	9,9	1,87	0,29	927	21	78
14f-093	<b>379</b>	0,12	<b>530,8</b>	9,8	0,3	384	86,2	41
14f-083	16	2,14	<b>640,9</b>	3,22	2,39	1046	27,2	439
14f-055	39	5,33	<b>1466</b>	3,24	0,54	1536	56,2	1036
14f-048	<b>228</b>	2,51	481,9	7,23	0,48	649	260,1	533
14e-007	<b>51</b>	0,14	11,4	1,39	0,06	888	15,9	33
14e-147	<b>72</b>	0,2	14,5	1,97	0,1	734	16,6	43

\* Estimado

\*\* Tabla Holandesa

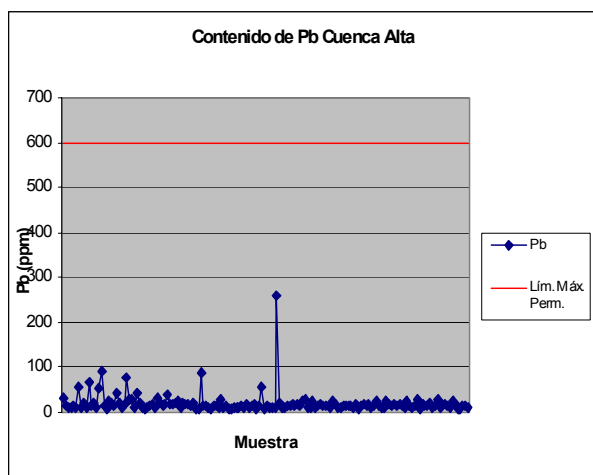


Figura N°10.35.- Pb en sedimentos – Cuenca Alta

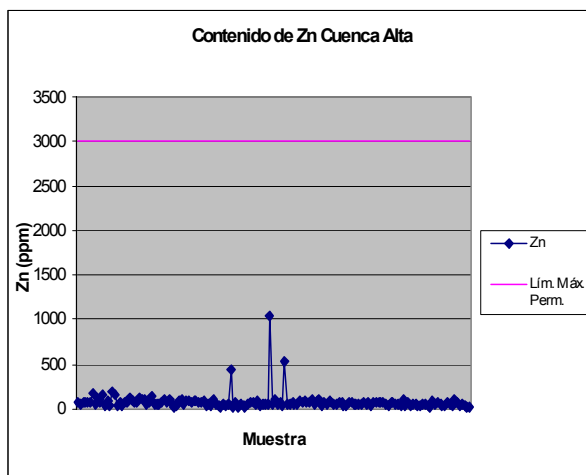


Figura N°10.36.- Zn en sedimentos – Cuenca Alta

Para el caso del arsénico y cobre, estos metales llegan a superar los límites máximos permisibles. En arsénico destacan 13 estaciones, llegando en una ocasión a triplicar el LMP (50 ppm) con 187 ppm en la muestra **14f-143**. Hay tres valores de cobre que superan el LMP (500 ppm), se trata de las muestras **14f-093** (531 ppm), **14f-083** (641 ppm) y **14f-055** (1466 ppm).

#### Cuenca media

Salvo el arsénico, los otros siete elementos mostrados presentan niveles por debajo de los aceptables, tal como se puede apreciar en las figuras 10.42 al 10.49.

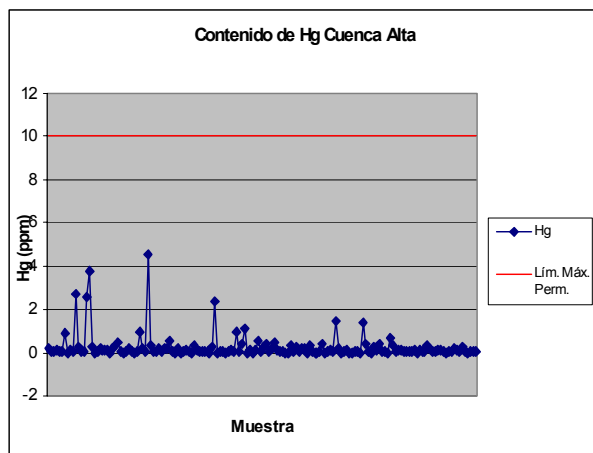


Figura N°10.37.- Hg en sedimentos – Cuenca Alta

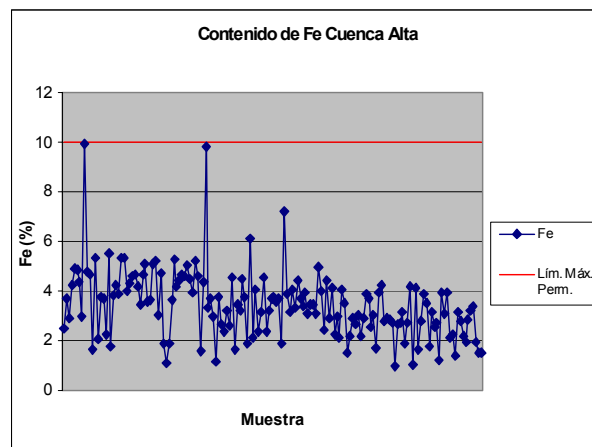


Figura N°10.38.- Fe en sedimentos – Cuenca Alta

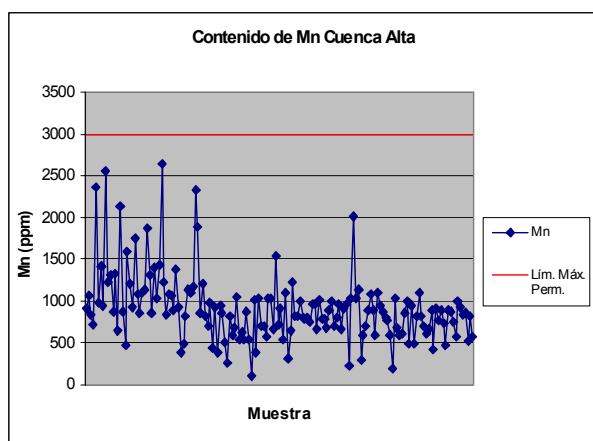


Figura N°10.39.- Mn en sedimentos – Cuenca Alta

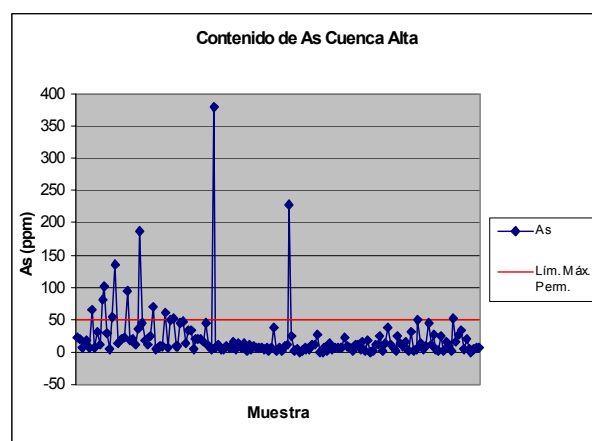


Figura N°10.40.- As en sedimentos – Cuenca Alta

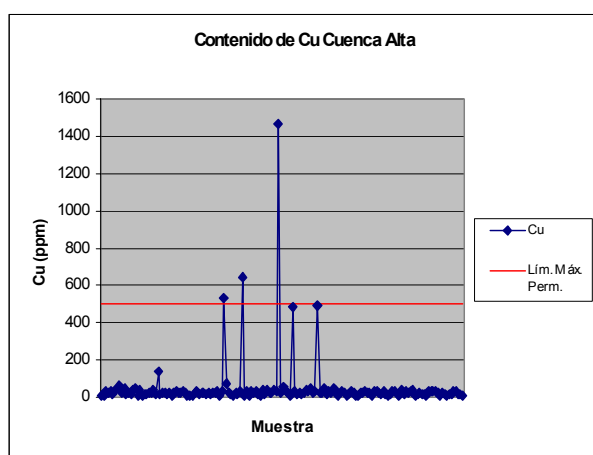


Figura N°10.41.- Cu en sedimentos – Cuenca Alta

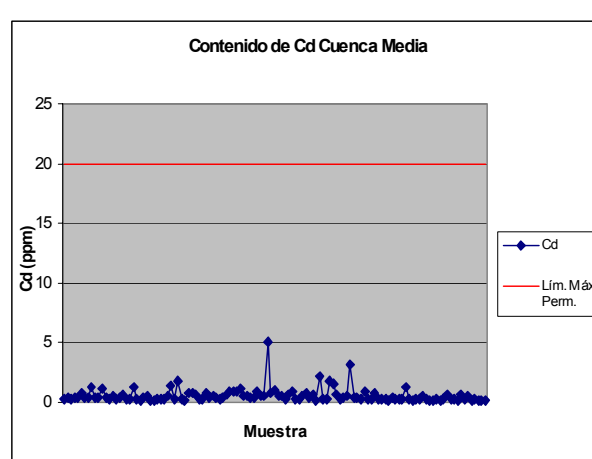


Figura N°10.42.- Cd en sedimentos – Cuenca Media



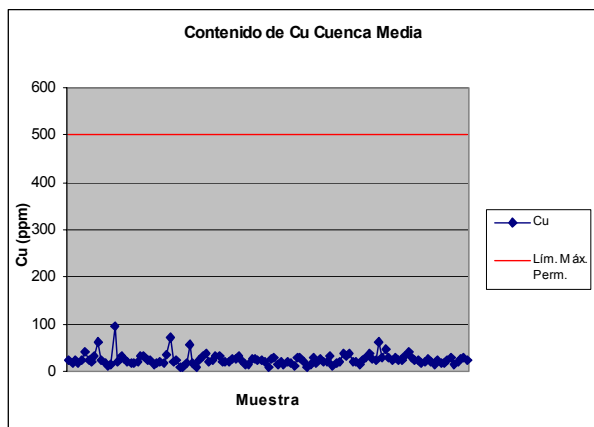


Figura N°10.43.- Cu en sedimentos– Cuenca Media

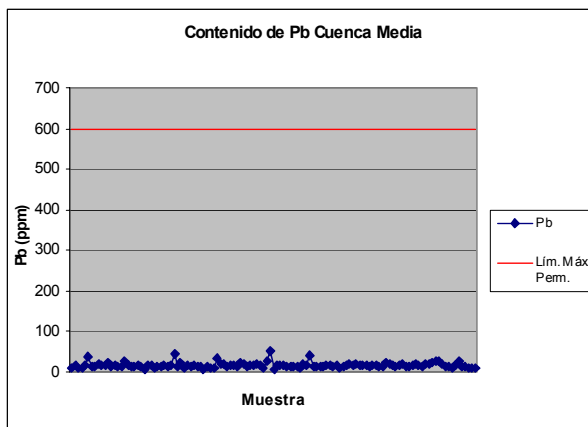


Figura N°10.44.- Pb en sedimentos– Cuenca Media

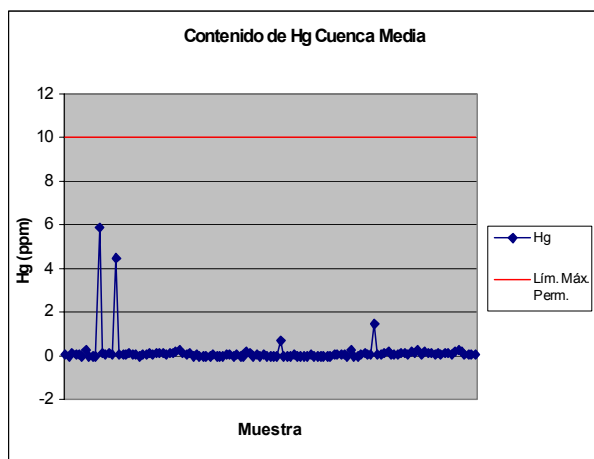


Figura N°10.45.- Hg en sedimentos– Cuenca Media

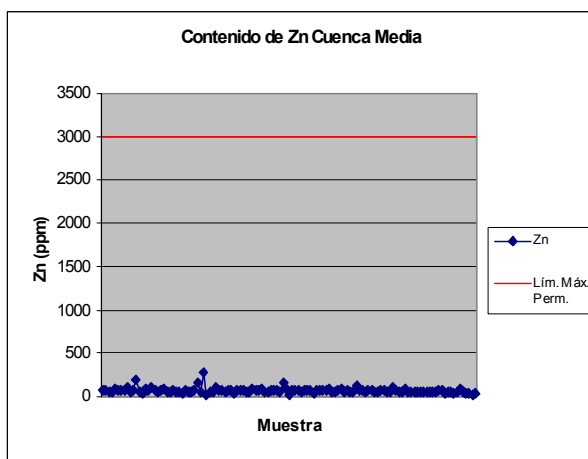


Figura N°10.46.- Zn en sedimentos – Cuenca Media

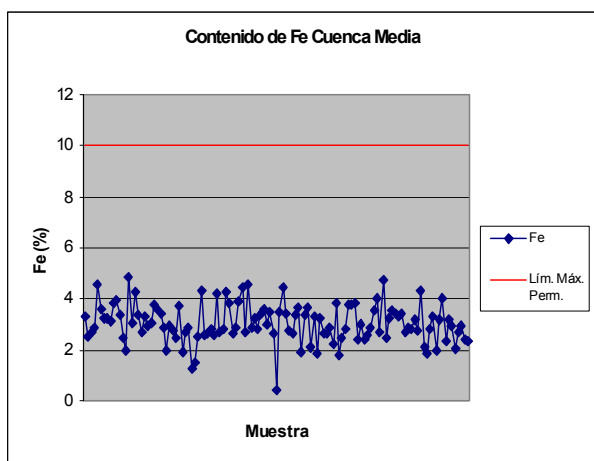


Figura N°10.47.- Fe en sedimentos – Cuenca Media

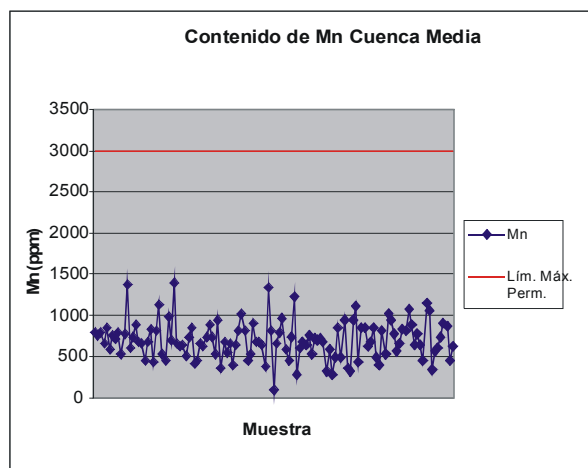


Figura N°10.48.- Mn en sedimentos – Cuenca Media.

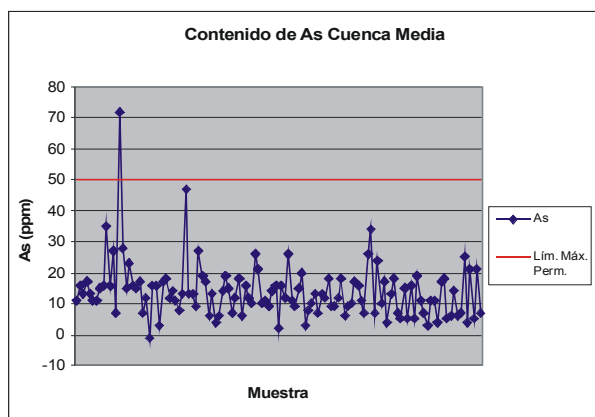


Figura N°10.49.- As en sedimentos- Cuenca Media



Foto N° 10.4.- Quebrada Tantahuatay, en la naciente del río Chancay-Lambayeque sector denominado «las gradas», donde el agua que fluye presenta un pH ácido de 3,20.

En cuanto al arsénico, en la muestra **14e-147** alcanza 72 ppm, llegando a sobrepasar el límite aceptable (50 ppm). La ubicación corresponde a la quebrada Punta de Oro, afluente del río Chancay por la margen izquierda, constituyéndose en contaminación natural.

En la parte baja de la cuenca no se han tomado muestras de sedimento por lo que se carece de información al respecto, aunque es evidente la contaminación de las aguas por la actividad antrópica, la cual se traduce en el arrojado de desechos de todo tipo en cada uno de los ríos.



# CAPÍTULO XI

## SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

La susceptibilidad a los movimientos en masa es la propensión de un terreno a la ocurrencia de caídas, derrumbes, huaycos (flujos), deslizamientos y movimientos complejos (Ayala-Carcedo & Corominas, 2003)

En la construcción del mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa se tienen en cuenta una serie de variables o factores que tienen influencia en la ocurrencia de dichos fenómenos (Aguilar & Mendoza, 2002).

Para determinar los grados de susceptibilidad en la cuenca del río Chancay-Lambayeque, a escala regional, se ha utilizado un método estadístico multivariante (discriminante) cuyo objetivo principal es indicar y priorizar zonas de probable ocurrencia de peligros geológicos. El procedimiento inicia con la captura de los factores relacionados con la ocurrencia de estos fenómenos. El inventario de movimientos en masa ha servido para validar los modelos generados.

### Determinación del peso de los factores de ocurrencia de los movimientos en masa

Los factores usados para el modelamiento de la susceptibilidad a los movimientos en masa son: pendiente del terreno, geomorfología, litología, hidrogeología y ocupación del suelo.

De acuerdo a lo observado en campo, a cada factor se le asigna un peso (porcentaje). Este valor representa cuanto influye dicho factor en la generación de movimientos en masa.

En el Cuadro N° 11.1 se presentan los porcentajes asignados a cada una de los factores.

Por otro lado, cada factor se analiza independientemente para valorar las clases encontradas. A continuación se presenta el análisis de cada variable.

**Cuadro N° 11.1**  
**Variables y Porcentajes**

Variable o Factor	Porcentaje %
Litología (L)	25
Pendiente (P)	25
Geomorfología (G)	20
Uso de Suelo (US)	15
Hidrogeología (H)	15
<b>Total</b>	<b>100</b>

### Pendiente de los terrenos

En el mapa de pendiente (Mapa N° 2), las zonas de pendiente media a alta son los lugares donde se ha registrado la mayoría de problemas de movimientos en masa. En pendientes muy bajas o muy altas se ha registrado un menor número de ocurrencias. En el cuadro N° 11.2 se muestran los valores asignados de acuerdo al grado de pendiente.

### Litología

Se usó el mapa litológico (Mapa N° 4) y el mapa de inventario de peligros geológicos e hidrogeológicos (Mapa N° 5) para la evaluación de las unidades litológicas. El mayor número de ocurrencias de movimientos en masa se ha registrado en las sub unidades III1 y III2. En el cuadro N° 11.3 se presenta los valores asignados.

### Geomorfología

En el mapa geomorfológico (Mapa N° 1), se valoró las unidades de acuerdo a la ocurrencia de movimientos en masa registrados en el inventario. Según esto, las geoformas piedemonte de acumulación y montañas volcánicas fueron las más susceptibles. En el cuadro N° 11.4 se presenta dicha calificación.

### Hidrogeología

En el análisis de esta variable, se ha tomado en cuenta la capacidad de almacenamiento de agua de cada unidad hidrogeológica. Las unidades con mayor contenido de agua (Mapa N° 3) son más susceptibles a la ocurrencia de 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° 11.5 Se muestra la valoración asignada.



**Cuadro N° 11.2**  
**Valoración del tipo de pendiente**

Rango de pendiente	Clase	Comentarios	Valoración
< 5°	Muy baja	Donde es imposible que se generen peligros de remoción en masa.	1
>5 - 20°	Baja	Áreas poco susceptibles a movimientos en masa.	2
>20° - 35°	Media	Conforman relieves inclinados moderado, sus laderas son muy susceptibles a la ocurrencia de eventos de movimientos en masa.	4
>35° - 50°	Fuerte	Conforman relieves inclinados susceptibles a movimientos de masa.	5
>50° - 70°	Muy fuerte	Se caracterizan por ser zonas de muy alta pendiente, donde los movimientos ya se ha producido.	4
>70°	Abrupta	Son zonas abruptas donde los peligros ya se dieron, pudiéndose reactivar. Son poco susceptibles a movimientos en masa.	4

**Cuadro N° 11.3**  
**Valoración de las unidades litológicas**

Unidad	Sub-Unidad	Litología	Formación Geológica	Valoración
<b>I</b> <b>Sedimentos Modernos</b>	<b>I-1</b>	Materiales inconsolidados, conformados por arenas.	Depósitos eólicos	1
	<b>I-2</b>	Depósitos inconsolidados, conformados por limos y arenas.	Depósitos lagunares recientes	1
	<b>I-3</b>	Depósitos inconsolidados, conformados por arenas, limos, gravas y ocasionalmente bolones.	Depósitos fluviales	1
	<b>I-4</b>	Depósitos inconsolidados, conformados por arenas, limos, gravas y ocasionalmente bolones.	Depósitos aluviales	2
<b>II</b> <b>Rocas Intrusivas</b>	<b>II</b>	Rocas intrusivas conformadas por tonalitas, adamelitas, dioritas, monzodioritas y pórfidos cuarcíferos	Batolito de la Costa.	3
<b>III</b> <b>Rocas Volcánicas</b>	<b>III1</b>	Secuencia de conglomerado basal, tobas y derrames lávicos de tipo andesíticos.	Fm. Llama.	5
	<b>III2</b>	Secuencia de tobas, lavas y brechas de tipo dacíticos.	Fms. Huambos y Porculla.	5
<b>IV</b> <b>Rocas Volcánico - Sedimentarias</b>	<b>IV1</b>	Tobas andesíticas, grauvacas y areniscas.	Fm. Oyotún	3
<b>V</b> <b>Rocas Sedimentarias</b>	<b>V1</b>	Rocas clásticas conformadas por calizas, lutitas, ocasionalmente areniscas.	Fms. La Leche, Pariatambo, Chulec, Inca y Pulluicana	4
	<b>V2</b>	Areniscas	Fm. Goyllarisquizga	3
	<b>V3</b>	Tobas, grauvacas lutitas y areniscas.	Fm. Tinajones	4

**Cuadro N° 11.4**  
**Valoración de las unidades geomorfológicas**

Unidad	Sub-Unidad	Valoración
<b>Formas de origen denudacional</b>	Abanico aluvio-deluvial	1
	Colina modelada en roca intrusiva.	2
	Colina modelada en areniscas	2
	Piedemonte de acumulación	5
	Piedemonte de erosión	4
	Montaña modelada en roca intrusiva.	4
	Montaña modelada en roca volcánica-sedimentaria.	4
<b>Formas de origen estructural</b>	Lomas sedimentarias con alta influencia estructural	2
	Montaña sedimentaria con alta influencia estructural.	3
	Montañas intrusivas con alta influencia estructural.	3
<b>Formas de origen marino</b>	Borde litoral.	1
<b>Formas de origen eólico</b>	Planicie eólica	1
<b>Formas de origen volcánico</b>	Mesetas volcánicas.	2
	Montañas volcánicas	5
<b>Formas de origen fluvial</b>	Planicie fluvio-aluvial	1
	Terraza fluvial	1
<b>Formas de origen fluvio-glaciario</b>	Cono fluvio-glaciario.	3

**Cuadro N° 11.5**  
**Valoración de las unidades hidrogeológicas**

Clasificación Hidrogeológica		Unidad Geológica	Valoración
Acuíferos	Acuífero fisurado	Pórfido andesítico, Grupo Gollayrisquisga, Fm. La Leche.	3
	Acuífero fisurado Volcánico	Fms. Llama, Oyotún.	3
	Acuífero poroso fisurado volcánico	Fms. Huambos, Porculla, Llama	4
	Acuífero poroso no consolidado	Depósitos: Eólicos, aluviales y fluviales.	2
Acuitardos	Intrusivos	Pórfido cuarcífero, gabro, diorita, monzonita, tonalita, granodiorita y adamelita.	2
	Sedimentarios	Fm. Tinajones, depósitos fluvioglaciares.	3
Acuicludo		Fm. Inca-Chúlec.	5
Acuífugos		Fms. Celendín, Pariatambo, Pulluicana.	1

### Ocupación del suelo

La valoración de la ocupación del suelo se ha realizado de acuerdo a la disposición de cada subunidad del mapa de ocupación del suelo (Mapa N° 6) a la ocurrencia de movimientos en masa.

En el cuadro N° 11.6 se presenta la valoración asignada.

### MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A LOS MOVIMIENTOS EN MASA

Este mapa muestra el resultado de la integración de las variables antes analizadas, mediante el uso del software ArcGIS 9.0 y en base a la siguiente fórmula:

SMM=

$$\frac{\sum S_L (PVL) + \sum S_P (PVP) + \sum S_G (PVG) + \sum S_{OS} (PVOS) + \sum S_H (PVH)}{N_p}$$

Donde:

SMM= Susceptibilidad a los movimientos en masa

$\sum S_L$  = Sumatoria de susceptibilidades de la variable Litología

$\sum S_P$  = Sumatoria de susceptibilidades de la variable Pendiente

$\sum S_G$  = Sumatoria de susceptibilidades de la variable Geomorfología

$\sum S_{OS}$  = Sumatoria de susceptibilidades de la variable Ocupación del Suelo

$\Sigma S_H$  = Sumatoria de susceptibilidades de la variable Hidrogeología

PVL = Peso de la variable Litología

PVP = Peso de la variable Pendiente

PVG = Peso de la variable Geomorfología

PVOS = Peso de la variable Ocupación el Suelo

PVH = Peso de la variable Hidrogeología

$\Sigma N_p$  = Número de parámetros

Como resultado de este análisis, se obtiene el mapa de susceptibilidad (Mapa N° 11), se puede visualizar en los grados de susceptibilidad obtenidos, que se describen a continuación.

**Cuadro N° 11.6**  
**Valorización de la ocupación de suelos**

Unidad	Subunidad	Calificación
Cultivos	Cultivos de arroz	1
	Cultivos de caña de azúcar	1
	Cultivos con riego	3
Bosques	Bosque seco en establecimiento	3
	Bosque denso	2
	Bosque ralo	5
Zonas con infraestructura	Infraestructura urbana	2
	Reservorio	1
Áreas naturales	Pasto Natural	1
	Secano	2
	Vegetación arbustiva	2
	Eriazo/desértico	1
	Cauce del río	2

## Grados de susceptibilidad

### Baja

En el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa se muestra en color amarillo claro las áreas con susceptibilidad baja. Dichas áreas corresponden a parte de la cuenca baja y del cauce de los ríos Chancay y Reque, sectores de la planicie eólica y borde litoral a excepción de las lomadas. Los terrenos en esta zona, son de pendiente muy baja, presentan escasos indicios de la formación de movimientos en masa (flujos de lodo).

### Media

Las áreas con susceptibilidad media, es decir con cierta tendencia a la ocurrencia de movimientos en masa se ubican principalmente en la cuenca media, como por ejemplo en Cuculí y Tablazos (Chongoyape), y en sectores de la cuenca alta cerca de las nacientes. Están representadas en el mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa en color anaranjado.

Es probable que cuando se construyan obras de infraestructura en estas áreas, se generen movimientos en masa, por lo que se recomienda un estudio geodinámico antes de iniciar tales actividades.

### Alta

En la cuenca están señaladas en color rojo claro las áreas con susceptibilidad alta. Dichas áreas comprenden ambos márgenes del río Chancay, parte de la quebrada Montería, nacientes de las quebradas Juana Ríos, Yaipón y del río Cumbil.

Son áreas con pendiente fuerte, de roca alterada y fracturada. En estas áreas es frecuente la deforestación.

Antes de construir obras de infraestructura en estas áreas, es recomendable hacer un estudio de prefactibilidad, ya que es alta la probabilidad de que cuando se inicien las construcciones se generen movimientos en masa.

### Muy Alta

En las zonas señaladas con color rojo oscuro, se ubican las áreas con muy alto grado de susceptibilidad. En dichas zonas, es muy probable que ocurran movimientos en masa. Corresponden a zona de pendientes fuertes y de afloramientos rocosos intensamente fracturados y alterados y potencialmente almacenadores de agua.

En esta área, es imprescindible tomar medidas de prevención en las localidades de Llama, Sexi y Catache y en lo posible no permitir el crecimiento de esas áreas.

## MAPA DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA DURANTE LA OCURENCIA DEL FEN

En este mapa de amenaza (Mapa N° 8) se muestra las zonas con propensión a la ocurrencia de movimientos en masa en condiciones críticas de precipitación y sismicidad. Para su elaboración se ha integrado la susceptibilidad a los movimientos en masa, la precipitación promedio durante el FEN (1997/98) y la información sobre aceleraciones sísmicas para 30 años, siendo estos factores detonantes en la generación de movimientos en masa.

La fórmula usada es similar a la descrita en la susceptibilidad, pero las variables fueron: susceptibilidad, precipitación y sismicidad.

Rango de precipitación	Valoración
0-400	1
400 - 600	2
600 -800	2
800 - 1000	3
1000-1200	4
1200- 1400	5
1400-1600	5
1600-1800	5

Los pesos asignados han sido de 50, 25 y 25 % respectivamente.

Los valores asignados en cada mapa han sido:

Rango de sismicidad	Valoración
Alta	3
Muy Alta	5

Rango de susceptibilidad	Valoración
Baja	1
Media	3
Alta	4
Muy alta	5

## Grados de Amenaza

Del análisis anterior se obtuvo cuatro grados de amenazas a los movimientos en masa:

*Amenaza baja*, señalada en el mapa en color amarillo claro. Las áreas con amenaza baja están distribuidas en gran parte de la cuenca baja, a excepción de las zonas de los cerros.

*Amenaza media*, señalada en el mapa en color anaranjado. Las zonas con amenaza media se encuentran entre los límites de la cuenta baja y media comprendiendo la zona de lomadas y cerros aislados; y en la cuenca alta, en las nacientes.

*Amenaza alta*, señalada en el mapa en color rojo claro. Comprende gran parte de las cuencas alta y media y representa las áreas con alta probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa. Como ejemplo de localidades que presentan este grado de amenaza se puede citar a Sexi, Catache y Llama.

*Amenaza muy alta*, señalada en el mapa en color rojo oscuro. Representa las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia de movimientos en masa. Estas se encuentran distribuidas en la cuenca alta y las poblaciones más importantes que se encuentran afectadas por este grado de amenaza, son Tongod, Chugur, La Esperanza, Utiyacu, Santa Cruz Pulán, Ninabamba y Chancay-Baños.

## Susceptibilidad a las inundaciones

Para hallar la susceptibilidad a la ocurrencia de inundaciones, se ha empleado el método descrito con anterioridad para los movimientos en masa. Los factores considerados han sido: pendiente, geomorfología y ocupación de suelos. A continuación se presenta los valores asignados en este análisis.

Para hacer este análisis se ha empleado la formula descrita en la susceptibilidad a los movimientos en masa, siendo los pesos asignados a pendiente 50 %, geomorfología 30 % y ocupación de suelos 20 %. Al resultado se le comparó con el mapa de inventario de inundaciones.

Del resultado de análisis de la susceptibilidad a inundaciones se obtuvieron dos rangos de susceptibilidad:

### Baja

En el mapa de susceptibilidad a las inundaciones, se muestra en color anaranjado las áreas con susceptibilidad baja. Dichas áreas corresponden a parte de la cuenca baja y del cauce de los ríos Chancay y Reque. En estas zonas se pueden presentar inundaciones ante la ocurrencia del FEN.

**Cuadro N° 11.7**  
**Valores asignados a la pendiente de los terrenos**

Rango de pendiente	Clase	Comentarios	Valoración
< 5°	Muy baja	Áreas muy susceptibles a inundaciones	5
>5 - 20°	Baja	Áreas poco susceptibles a inundaciones	2
>20° - 35°	Media	Áreas donde no se presenta erosiones	1
>35° - 50°	Fuerte		1
>50° - 70°	Muy fuerte		1
>70°	Abrupta		1



**Cuadro N° 11.8**  
**Valores asignados a las unidades geomorfológicas**

Unidad	Sub-Unidad	Valoración
<b>Formas de origen denudacional</b>	Abanico aluvio-deluvial	2
	Colina modelada en roca intrusiva.	1
	Colina modelada en areniscas	1
	Piedemonte de acumulación	1
	Piedemonte de erosión	1
	Montaña modelada en roca intrusiva.	1
	Montaña modelada en roca volcánica-sedimentaria.	1
<b>Formas de origen estructural</b>	Lomadas sedimentarias con alta influencia estructural	1
	Montaña sedimentaria con alta influencia estructural.	1
	Montañas intrusivas con alta influencia estructural.	1
<b>Formas de origen marino</b>	Borde litoral.	1
<b>Formas de origen eólico</b>	Planicie eólica	1
<b>Formas de origen volcánico</b>	Mesetas volcánicas.	1
	Montañas volcánicas	1
<b>Formas de origen fluvial</b>	Planicie fluvio-aluvial	5
	Terraza fluvial	4
<b>Formas de origen fluvio-glaciar</b>	Cono fluvio-glaciar.	2

**Cuadro N° 11.9**  
**Valores asignados a las unidades de ocupación de suelos**

Unidad	Subunidad	Calificación
Cultivos	Cultivos de arroz	2
	Cultivos de caña de azúcar	2
	Cultivos con riego	2
Bosques	Bosque seco en establecimiento	1
	Bosque senso	1
	Bosque ralo	1
Zonas con infraestructura	Infraestructura urbana	3
	Reservorio	4
Áreas naturales	Pasto natural	1
	Secano	1
	Vegetación arbustiva	1
	Eriazo/desértico	3
	Cauce del río	5

#### Alta

En la cuenca, las áreas con susceptibilidad alta están señaladas en color rojo oscuro. Dichas áreas comprenden ambos márgenes del río Chancay y algunas quebradas tributarias como Yaipón, Montería, Juana Ríos, entre otras.

#### **Zonas Críticas**

En base a los mapas de amenaza se ha podido corroborar las 38 zonas determinadas con la observación de campo. En el cuadro No 11.10 se mencionan dichas áreas (Mapa N° 10).

**Cuadro N° 11.10**  
**Zonas críticas de la cuenca Chancay-Lambayeque**

Sector (Distrito)	Áreas sujetas a /Comentario geodinámico	Vulnerabilidad y/o daños ocasionados	Recomendaciones
<b>Puerto Eten – Reque (Eten - Reque)</b>  (1)	Área susceptible a inundación del río Reque, especialmente cuando se presenta el fenómeno El Niño. Se observan terrazas bajas y deforestación de las riberas. En el año 1960 se presentó un tsunami que afectó las costas de este sector.	Las inundaciones afectaron terrenos de cultivo como plantaciones de algodón y arrozales. En el año 1998 fue afectado el puente Reque. En 1960 fue afectado el puerto Eten por el tsunami, destruyó viviendas.	Para las inundaciones y erosiones fluviales, necesita mantener el enrocado en ambas márgenes. En ciertos puntos terminar la obra. Para el caso del tsunami, realizar simulacros de evacuación y concientizar a la población.
<b>Puerto Pimentel-Santa Rosa (Santa Rosa)</b> (2)	Áreas sujetas a arenamiento, por la acción eólica. Se forman dunas, con alturas hasta de 2 m. En el año 1960 se presentó un tsunami que afectó estos balnearios.	El arenamiento está afectando a canales de drenaje pluvial de Chiclayo. En 1960 estos balnearios fueron afectados por un tsunami, que destruyó viviendas.	Construir canal cubierto y reforestar la zona. Para el caso del tsunami, realizar simulacros de evacuación y concientizar a la población.
<b>Cerro Negro-Cabeza de Mono (Reque)</b>  (3)	Áreas sujetas a arenamiento, por la acción eólica. Se forman dunas con alturas hasta de 2 m.	Está afectando a torres de alta tensión y la carretera de acceso a dichas torres. Además se observa transporte de restos de plásticos provenientes del botadero de basura de Chiclayo.	Reforestar la zona. Darle una limpieza constante principalmente a las torres de alta tensión.
<b>Mocce (Lambayeque)</b>  (4)	Área topográficamente baja, en el año 1998, por la ruptura del canal Taymi, el agua se canalizó por los dren pluvial D-1000 y D-1400, sufrieron colapso y las aguas llegaron hasta el poblado de Mocce.	En el año 1998 se rompió el canal Taymi y las aguas se canalizan y llegaron hasta el poblado de Mocce.	Reforestar la zona, no permitir las construcciones de vivienda en la zona de influencia de esta quebrada.
<b>Posope Alto (Chiclayo)</b>  (5)	Áreas sujetas a flujos de lodo, se presenta sólo cuando ocurre el FEN. La quebrada presenta dos ramales, en la cuales se ve indicios de activación en épocas de lluvias excepcionales.	Estos flujos afectaron a viviendas y centro educativo, en la actualidad pueden afectar al cementerio nuevo.	Canalizar el canal del flujo, y reforestar la zona. No permitir la construcción de viviendas dentro del cauce de la quebrada
<b>Quebrada Las Canteras (Patapo)</b>  (6)	Flujo de detritos (huayco). Se activa con la presencia del FEN. Quebrada amplia, recibe aportes de dos quebradas menores; presenta un cono de 4 km de ancho. Se ubican canteras en toda la quebrada, la extracción de material ha alterando la dirección de cauce antiguo. En caso de presentarse otro FEN, esta quebrada no tendrá un cauce definido.	En el año 1998 afectó al poblado de Las Canteras, actualmente reubicado en otra terraza antigua, pero este lugar no es seguro, debido a que la quebrada no está canalizada. Afectó también áreas de cultivo ubicadas aguas abajo.	Reubicar al poblado de Las Canteras, a una zona fuera de la influencia de la quebrada. Reforestar la zona. Canalizar a la quebrada.
<b>Saltur – Miraflores</b>  (7)	Área sujeta a flujos de lodo y caídas de rocas, relacionadas a la presencia del FEN. Se aprecian tres quebradas, y en la parte superior del cerro, material suelto de fácil remoción. Se puede generar caídas de rocas en caso de un sismo.	En el año 1983 afectó a viviendas de Saltur. En el año 1998 aparte de afectar a viviendas afectó a corrales de ganado. Se produjeron caídas de rocas, pero no afectaron a las viviendas	Reforestar la zona. Canalizar las quebradas. Completar el muro de protección, para llegar a proteger a todas las viviendas que se ubican dentro del lecho de la quebrada.

<b>Quebradas Progreso y Desaguadero (Patapo) (8)</b>	Flujos de lodo relacionado con el FEN. Quebradas de amplio cauce, con conos de hasta 4 km. En su cauce hay material suelto como arenas, limos y algo de gravas, fáciles de remover.	Afectó a los caseríos de Progreso, La Cruz y La Victoria, terrenos de cultivo y canal Madre del reservorio de Tinajones.	Reforestar la zona, canalizar la quebrada en la parte alta. No permitir el crecimiento urbano sobre la influencia de la quebrada.
<b>Pampa Grande (Chongoyape) (9)</b>	Áreas sujetas a flujos de lodo. Esta relacionada al FEN. Quebrada amplia de amplio cauce con un cono hasta de casi 3 km.	Afectó viviendas de Pampa Grande, carretera Huaca Blanca – Pampa Grande. Si se ocurren nuevamente las lluvias excepcionales este sector nuevamente será afectado.	Reforestar la zona, no permitir construcciones de vivienda u obras de infraestructura en la zona de influencia de la quebrada. El dique de contención construido sería necesario ampliarlo unos 500 m.
<b>Puente Tablazos (Chongoyape) (10)</b>	Área sujeta a inundaciones y erosión fluvial. Cuando se presentan lluvias de tipo ocasional o extraordinarios esta zona es susceptible a inundaciones. Cuando se presenta el FEN se produce erosión como inundaciones con mayor intensidad.	Cuando se presentó el FEN del año 1998 debió el estribo izquierdo por la que ha fallado parte del puente.	El puente necesita ser reparado en su totalidad. Las defensas ribereñas han sido dañadas, los muros necesitan ser reparados. Reforestar la zona de las riberas.
<b>Playa Seca/Agua Salada (Reque-Chongoyape) (11)</b>	Áreas sujetas a flujos de lodo. Se presenta solamente cuando ocurre el FEN. Quebrada con un cono de casi 2 km con longitud de 14 km, alimentada por derrumbes, caídas de rocas y algunos deslizamientos.	Afectó a las viviendas de sector de Pacherez y Playa Seca, trocha carrozable Saltur-Pampa Grande. Esta zona sería afectada en caso de la ocurrencia de lluvias excepcionales.	Reforestar la zona, no permitir construcciones de vivienda u obras de infraestructura en la zona de influencia de la quebrada.
<b>Tablazos – Huayco Bajo (Chongoyape) (12)</b>	Erosión e inundación fluvial. Zonas erosionadas durante el último fenómeno El Niño, erosionando una terraza aluvial de 10 m de altura. Estas áreas pueden sufrir una inundación.	Afectó a terrenos de cultivo, el río migró de margen derecha a la margen izquierda. Actualmente el río se ha retirado, dejando terrenos, que son aprovechados para sombríos de arroz, en caso de una crecida es probable que sean afectados.	Canalizar el río, no eliminar la vegetación natural que se encuentra en su cauce. Cambiar el sistema de cultivo.
<b>Quebrada Juana Ríos Caseríos de Mojonazo, Oberrazabal, Mirador y Cerrillos (Chongoyape) (13)</b>	Flujos de detritos (huayco). La quebrada Juana Ríos, recibe el aporte de la quebrada Magín. Hacen una longitud de hasta 24 km y un cono hasta de 4 km, se activan cuando se presenta el FEN. A lo largo de su quebrada se ve material suelto como gravas, arenas y limos fáciles de ser removidos. Estos tienen varios ramales.	En los años 1983 y 1998 han afectado a viviendas de los caseríos de Mojonazo, Oberrazabal, Mirador y Cerrillos. También afectaron la carretera Chongoyape-Chiclayo, y terrenos de cultivo ubicados en la parte baja.	Canalizar las quebradas. Reforestar la zona. El área de influencia de la quebrada sea usado para la agricultura y no para vivienda.
<b>Cuculi (Chongoyape) (14)</b>	Flujos de lodo. Quebrada amplia con un cono de 1 km se tienen varios ramales, en su cauce se presenta material suelto el cual es fácil de remover. Se presenta cuando se ocurre el FEN	En el año 1983 y 1998 afectó a viviendas ubicadas en su cauce, terrenos de cultivo y carretera asfaltada Chongoyape-Chiclayo	Canalizar la quebrada, no permitir el crecimiento urbano en la zona de la quebrada. En la carretera de acceso se han construido alcantarillas.
<b>Sector la Puntilla - Chongoyape (Chongoyape) (15)</b>	Inundaciones y erosiones fluviales. Estas se producen generalmente cuando se presenta lluvias excepcionales. También se presentan con crecidas ocasionales. Cuando se presentó el FEN en los años 1983 y 1998 el cauce del río ha variado es decir de una margen migra a la otra, por la deforestación que hacen en sus riberas.	Afectó áreas agrícolas, perdiéndose grandes áreas de cultivo de arroz y de caña de azúcar.	Se recomienda la construcción de diques o enrocado, canalizar al río. No eliminar la vegetación autóctona de las riberas, estas son barreras naturales que atenúan la fuerza fluvial.

<b>Quebrada Montería, Caserío Tablazo (Chongoyape)</b>  <b>(16)</b>	<p>Flujos de detritos (huayco)</p> <p>Esta quebrada tiene una longitud de 22 km y desemboca en la margen izquierda del río Chancay, se activa cuando ocurre el FEN.</p> <p>Esta quebrada es alimentada por otras quebradas que generan flujos y derrumbes, los cuales la alimentan con material suelto.</p> <p>Cuando se produce los flujos va erosionando el cauce.</p>	<p>Afectó al caserío de Tablazos, arrasando toda una manzana de viviendas.</p> <p>Destruyó terrenos de cultivo (caña de azúcar), trocha carrozable Pampa Grande – Huaca Blanca y carretera de acceso. De presentarse nuevamente el fenómeno podría afectar a este caserío, terrenos de cultivo y cementerio.</p>	<p>Canalizar a la quebrada, para el caserío de Tablazos lo mejor sería reubicarlo por estar ubicado en pleno cauce de la quebrada.</p> <p>Reforestar la zona de la quebrada.</p> <p>No permitir el crecimiento urbano en la zona de influencia de la quebrada.</p>
<b>Quebrada Yaipón – Chaparri Reservorio de Tinajones (Chongoyape)</b>  <b>(17)</b>	<p>Quebradas con longitudes de 15 km se activan en el FEN, en su cauce hay abundante material suelto susceptible de ser removido.</p> <p>Estas quebradas desembocan en el reservorio de Tinajones.</p>	<p>En los años 1983 y 1998 afectaron a carretera de acceso al reservorio de Tinajones y aumentaron la sedimentación al reservorio.</p>	<p>Reforestar la zona, canalizar debidamente la quebrada Yaipón a la quebrada Juana Ríos para evitar la sedimentación del reservorio.</p> <p>Zona no apta para ubicación de viviendas.</p>
<b>Caserío de Guanagal (Chongoyape)</b>  <b>(18)</b>	<p>Área susceptible a erosión fluvial y huaycos relacionados al FEN.</p> <p>Los flujos bajan por las quebradas.</p> <p>La erosión fluvial se da por el cambio de curso del río Chancay, afectado las terrazas aluviales desprovistas de vegetación.</p>	<p>En los años 1983 y 1998 afectó viviendas del caserío de Guanagal, carretera afirmada Chongoyape-Santa Cruz y el canal Madre del Reservorio de Tinajones.</p>	<p>Limpieza y canalización del cauce de la quebrada.</p> <p>Reforestación de la zona. En la carretera construir badén, y para el canal Madre mejorar la alcantarilla ubicada debajo de la estructura.</p> <p>Para la erosión fluvial canalizar el río, no eliminar la vegetación natural que esta en sus riberas.</p>
<b>Caserío de Caña Brava (Chongoyape)</b>  <b>(19)</b>	<p>Área susceptible a flujos de detritos (huaycos) relacionados con el FEN.</p> <p>Quebrada amplia, en su lecho se encuentra material suelto susceptible a ser removido. Su cono tiene un ancho de 400 m.</p>	<p>Afectó viviendas y terrenos de cultivo.</p> <p>Actualmente si se presenta el FEN puede afectar viviendas ubicadas en su margen derecha y terrenos de cultivo.</p>	<p>Canalizar y reforestar la quebrada desde la parte alta.</p> <p>No permitir el crecimiento urbano dentro del cauce de la quebrada.</p>
<b>Carniche (Chongoyape)</b>  <b>(20)</b>	<p>Área susceptible a erosión fluvial y flujos de lodo, relacionados con el FEN.</p> <p>La erosión fluvial se ha dado por los cambios bruscos del cauce del río y deforestación de sus riberas.</p>	<p>Afectó carretera afirmada Chongoyape-Santa Cruz y canal Madre del Reservorio de Tinajones.</p> <p>La erosión fluvial ha afectado a terrenos de cultivo.</p>	<p>Limpieza del cauce de la quebrada y del río.</p> <p>Canalización de la quebrada desde su parte alta, reforestación de la zona.</p> <p>Construir badén para la trocha</p> <p>Para el canal Madre mejorar la alcantarilla ubicada debajo de la estructura.</p>
<b>Quebrada Campana (Chongoyape)</b>  <b>(21)</b>	<p>Área susceptible a inundación, erosión fluvial y flujos de lodo, eventos relacionados al FEN.</p> <p>La quebrada presenta un cono de 300 m de ancho constituido por gravas, arenas y limos, desemboca en el río Chancay por la margen derecha.</p> <p>Las terrazas ubicadas en la margen izquierda del río en tiempos de crecidas excepcionales son erosionadas.</p>	<p>Afectó la carretera afirmada Huaca Blanca- Cahuaquero.</p> <p>La erosión fluvial de continuar podría afectar a viviendas.</p> <p>De inundarse afectaría los terrenos de cultivo aledaños.</p>	<p>Limpieza y canalización del cauce de la quebrada y del río.</p> <p>La canalización de la quebrada debe hacerse desde la parte alta. Reforestar la zona.</p> <p>Construir badén en la zona de la trocha.</p> <p>No eliminar la vegetación natural que se encuentra en sus riberas (protección natural).</p>



PROVINCIA DE FERREÑAFE			
<b>Caserío de Cachinche (Pitipo) (22)</b>	Área susceptible a flujos de arena. Depósitos eólicos antiguos se encuentran cubriendo a los cerros, durante el FEN, el agua surca las laderas y remueven el material formando flujos.	La población de Cachinche se instaló en el año 1994, cuando se presentó el FEN del 1998, fue afectada por flujos de arena, destruyendo viviendas y corrales de ganado. También afectó al canal Taymi.	Es recomendable que la población sea reubicada en la margen izquierda del canal Taymi. Reforestar la zona. El canal Taymi, debe hacerse canal cubierto.
<b>Canal Taymi (Túcume-Mesones Muro) (23)</b>	Zonas de arenamientos que han cubierto laderas de los cerros, cuando se presentó las lluvias del FEN se formaron flujos de arena. Se surcó el terreno formándose pequeñas quebradas, las cuales tienen anchos hasta de 3 m, los cuales sedimentaron al canal. Por el lado de las quebradas se presentaron flujos de lodo.	A consecuencia de los flujos de arena y lodo el canal Taymi se sedimentó, colapsando en las zonas de quebradas.	Reforestar la zona. Construir canal cubierto. No permitir el asentamiento de poblaciones en estos sectores.
<b>Quebrada Río Loco (Mesones Muro) (24)</b>	Flujo de detritos (Huayco). Quebrada con una longitud de 8 km y cono de hasta 3 km. Se activa solamente cuando se presentan lluvias del FEN. Actualmente en la quebrada se ubica un botadero de basura, y canteras para agregados; esta última actividad ha destruido el canal definido que tenía la quebrada, cuando se presente otra vez el FEN, la quebrada no tendrá un cauce definido.	En el año 1983 y 1998 se formó un flujo que rompió el canal Taymi, como consecuencia trajo una inundación a los terrenos de cultivo y al poblado de Picci. De presentarse nuevamente el FEN se formaría un flujo que arrasaría con los residuos sólidos y material suelto.	Reforestar la zona. Para el canal Taymi debe reemplazarse por un canal cubierto. Reubicar el botadero de basura y remplazarlo por un relleno sanitario.
<b>Caserío Vichayal (Patapo-Mesones Muro) (25)</b>	Flujo de detritos (huayco). Quebrada con una longitud de 8 km y un cono de 2,5 km. Se activa solamente con el FEN, actualmente en esta quebrada hay canteras (explotación de arenas y gravas), originando mucho material suelto.	Afectó viviendas del caserío de Vichayal, antigua carretera Patapo-Batán Grande y canal Taymi. Cuando se rompió el canal Taymi produjo inundaciones en la cuenca baja (Picci).	Reforestar la parte alta de la quebrada, no permitir construir viviendas dentro del cauce de la quebrada. Para el canal Taymi se debe construir un canal cubierto.
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA			
PROVINCIA CHOTA			
<b>Quebrada Playa Seca (Llama) (26)</b>	Flujo de Lodo. Quebrada con una longitud de aproximadamente 5 km y en la parte baja presenta un ancho de 200 m. Se activa solamente cuando se presenta el FEN	En el año 1983 y 1998 se formaron flujos que afectaron a la carretera Chongoyape-Santa Cruz en un tramo de 100 m, terrenos de cultivo. De presentarse un flujo afectaría parte del caserío de Carhuaquero y la carretera afirmada.	Reubicar las viviendas que están dentro de la influencia de la quebrada. Sobre la carretera construir un badén.
<b>Caserío Carrizal (Llama) (27)</b>	Flujo de detritos (huayco). Quebrada amplia, se activa con lluvias de tipo excepcional, como las del FEN. Quebrada con abundante material suelto en su cauce.	En el año 1983 y 1998, afectó a viviendas del sector del Carrizal, carretera afirmada Cumbil-Llama y terrenos de cultivo. Actualmente podría afectar a viviendas y carretera afirmada Cumbil-Llama.	No construir viviendas dentro del cauce de la quebrada. Canalizar la quebrada en la parte alta. Construir un puente sobre la quebrada (previo estudio detallado). Reforestar la zona.
<b>Cumbil Carrizal, (Llama) (28)</b>	Área susceptible a inundación del río Machín. Terrazas aluviales bajas, fácilmente pueden ser removidas por la erosión por estar desprotegidas.	Afectó terrenos de cultivo.	No eliminar la vegetación natural del cauce del río. Canalización del río y enrocado.

<b>Puente Cumbil – Cirato (Llama-Catache) (29)</b>	<p>Área sujeta a derrumbes y deslizamientos. En esta área afloran rocas de tipo volcánico (tobas), están muy alteradas, con pendiente fuerte a muy fuerte. Cuando se presenta las lluvias estacionales se producen derrumbes y deslizamientos. En esta zona el río Chancay está encañonado.</p>	<p>Afecta a la carretera Chongoyape-Santa Cruz, en un trecho de 6 km por sectores de 100 a 200 m. Esta vía es muy transitada por omnibuses de servicio provincial y transporte privado (autos y camionetas rurales).</p>	<p>Las medidas correctivas serían de muy alto costo, lo ideal sería cambiar de trazo de la carretera, por la parte alta.</p>
<b>PROVINCIA SANTA CRUZ</b>			
<b>Caserío de Cascadén (Catache) (30)</b>	<p>Área sujeta a deslizamientos, erosión fluvial, derrumbes y caídas de rocas. Deslizamientos antiguos que se reactivaron en el año 1998 por las lluvias del FEN, actualmente está influenciando las malas técnicas de riego. En el río San Lorenzo por su margen izquierda se presenta erosión, la cual ha desestabilizando esta margen, generando derrumbes. Las caídas de rocas se originan por cortes de talud para carretera, se presentan fracturamientos en forma de cuña, generando zonas inestables.</p>	<p>El deslizamiento afectó a viviendas y terrenos de cultivos. La erosión fluvial ha generando derrumbes, incrementando el caudal del río San Lorenzo. Las caídas de rocas afectan la carretera afirmada Chongoyape-Santa Cruz en un tramo de 200 m.</p>	<p>Para los deslizamientos, mejorar las técnicas de regadío. Para las caídas de rocas colocar letreros en la carretera con avisos de posibles caídas de rocas, desatar los bloques sueltos, y en sectores mejorar el talud de corte.</p>
<b>Catache-La Munana (Catache) (31)</b>	<p>Área sujeta a deslizamientos y flujos. Deslizamientos antiguos que se están reactivando por sectores. El deslizamiento de Catache se ha reactivado en dos sectores en El Monte y en su parte baja. En la primera (El Monte) debido a malas técnicas de regadío. En la segunda por la erosión fluvial del río Chancay. Entre el sector de Catache y Munana por la erosión fluvial del río Chilal, se reactivó un deslizamiento. En la parte alta se generan flujos y erosiones de ladera.</p>	<p>La zona de El Monte, afectó vivienda, colegio e iglesia, se notan rajaduras en sus estructuras. En la parte baja se ha reactivado el deslizamiento por la erosión fluvial. Cuando se presentan las lluvias estacionales se pueden generar flujos que afecten a los terrenos de cultivo y viviendas.</p>	<p>En el sector de El Monte, es necesario reubicar las estructuras afectadas. Se debe reforestar la parte alta y mejorar sus técnicas de regadío de cultivos.</p>
<b>Pulán (Pulán) (32)</b>	<p>Área sujeta a deslizamientos. Deslizamiento antiguo reactivado a consecuencia de malas técnicas de regadío, y ruptura del pozo de agua. Las rocas aflorantes son tobas muy alteradas</p>	<p>En el año 1999 a consecuencia del deslizamiento un reservorio de agua colapsó. El movimiento de tierras llegó hasta inmediaciones del poblado de Pulán. Actualmente este fenómeno se encuentra estabilizado.</p>	<p>El INGEMMET en el año 1999, realizó un estudio puntual del área, dando recomendaciones pertinentes del caso. Actualmente el deslizamiento está estabilizado. En el cuerpo del deslizamiento se hicieron canales de drenaje. No usar esta área de terreno para vivienda.</p>
<b>Tayapampa (Chancay Baños) (33)</b>	<p>Área sujeta a deslizamientos. Deslizamiento ocurrido el año 1998, a consecuencia de las fuertes precipitaciones. Este deslizamiento es de tipo rotacional, la escarpa principal tiene una longitud de 200 m, el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es de 500 m. Se observan escarpas múltiples, agrietamientos de formas longitudinales y transversales. Se presentan pequeñas lagunas de agua dentro del cuerpo de deslizamiento.</p>	<p>Afectó viviendas y terrenos de cultivo. Podría afectar a otras viviendas ubicadas dentro del cuerpo del deslizamiento y postes de alumbrado eléctrico (proceso de construcción).</p>	<p>Reubicar las viviendas que se encuentran dentro del cuerpo del deslizamiento. Drenar las lagunas ubicadas dentro del cuerpo del deslizamiento. Replantear el trazo para los postes de alumbrado público. Reforestar la zona.</p>

<b>Chaquil (La Esperanza)</b>  (34)	Área sujeta a deslizamientos. Este deslizamiento ocurrió en el año 1950 a consecuencia de una fuerte precipitación pluvial, presenta una sola escarpa, la corona presenta una longitud de 200 m. El desnivel entre la corona y el pie del deslizamiento es 150 m.	Incrementa con material suelto a la quebrada, originando que en su parte inferior se generen flujos.	Reforestar la zona.
<b>Azafrán (Catache)</b>  (35)	Área sujeta a deslizamientos. Se está generando un deslizamiento a consecuencia de las malas técnicas de regadío y la deforestación. El salto principal es menor a 1 m y los secundarios entre 0,10 a 0,20 cm. La corona tiene una longitud de 200 m.	Afecta a terrenos de cultivo, podría afectar a la carretera afirmada Catache-Comuche.	Pisonear las grietas encontradas con el mismo material de los terrenos de cultivo. Mejorar las técnicas de regadío de sus terrenos de cultivo. Reforestar la zona.
<b>Sector Viviana (Santa Cruz)</b> (36)	Área sujeta a derrumbes y erosión de laderas, se presentan flujos de lodo. Las rocas del substrato son volcánicas y están muy alteradas. El material superficial es fácil de remover.	Afecta carretera Santa Cruz-Sexi.	Cambiar trazo de carretera. Reforestar la zona.
<b>Utiyacu (Utiyacu)</b> (37)	Área susceptible a deslizamientos, Rocas volcánicas alteradas. El deslizamiento podría seguir progresando.	Afectó al poblado de Utiyacu. Ya ha sido reubicado este poblado	No habitar en las zonas inestables. Reforestar la zona.
<b>PROVINCIA SAN MIGUEL</b>			
<b>Tongod (Tongod)</b>  (38)	Área susceptible a deslizamientos. Deslizamiento antiguo reactivado en la parte central a consecuencia de malas técnicas de regadío. Este deslizamiento tiene una corona de 800 m de longitud, el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es de 3,5 km, presenta agrietamientos transversales y longitudinales. La zona reactivada se encuentra en la parte central del deslizamiento, presenta una corona de 200 m, su movimiento es lento. Las rocas aflorantes son volcánicas del tipo tobas.	Afectó a terrenos de cultivo, pero de proseguir el movimiento es posible que afecte a terrenos de cultivo ubicados en la parte baja.	Pisonear las grietas identificadas con el mismo material de los terrenos de cultivo, con esto se evita la infiltración de agua al subsuelo. Reforestar la zona. Zona no apta para la construcción de viviendas.

## CAPÍTULO XII

### PROBLEMÁTICA SOCIAL

En los últimos años, se ha acrecentado en la región de Cajamarca, un problema social con respecto a la minería. La población se ha formado el paradigma: *Minería es sinónimo de contaminación*.

En los distritos de Pulán, Catiyuc, Tongod y Chugur, los pobladores no quieren que en sus terrenos se desarrolle actividad minera alguna. Por ello, sus autoridades locales públicas y privadas ante cualquier indicio de actividades de prospección o exploración minera, realizan movilizaciones que impiden todo tipo de trabajo científico de campo. Esto ha traído en muchos casos, problemas a otros profesionales en la realización de sus trabajos en la zona, pues, ante el desconocimiento de la población acerca del trabajo de dichos profesionales, la población los asocia con las compañías mineras. Esto explica que los pobladores hallan llegado a tomar frente a ellos, actitudes de violencia, tales como, impedirles el paso, arrebatarles su pertenencias o expulsarlos de la zona.

Por otro lado, la presencia de Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) de protección al medio ambiente acrecientan el rechazo a la minería, ya que tienen gran influencia en la población y autoridades locales (Salazar, 2005).

Esta problemática está trayendo consigo que la población deje de lado la importancia de los trabajos de ordenamiento territorial y prevención de desastres en la región redundando en el poco desarrollo de la región.

En la actualidad la actividad minera está siendo controlada por la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas, pero aún no se ha conseguido logros en el mantenimiento de una concertación entre la población y las compañías mineras.

Otro tipo de conflictos, son aquellos generados por el uso del agua para uso doméstico y agrícola, que ocurre con mayor frecuencia en la región de Lambayeque. Asimismo, en dicha región son frecuentes los conflictos generados por los desiguales accesos que tienen los usuarios situados en la cabecera y la cola de un mismo canal de irrigación (Solórzano, A., 1996).

#### Capacidad de respuesta

Mientras en la cuenca baja las comisiones de regantes están en proceso de fortalecer sus responsabilidades frente al manejo del agua, en las partes media y alta de la cuenca no se ha conseguido aún que las organizaciones de respuesta actúen eficazmente frente a la complejidad de problemas que afrontan. El apoyo por parte de los municipios como una de las pocas instituciones con cierto grado de continuidad se concentra en torno a servicios (puestos de salud, educación, agua potable, embellecimiento de los parques, etc).

Asimismo, la capacidad de asistencia por parte de instituciones relevantes no es suficiente para atender las necesidades de la población rural. Existe un gran desequilibrio en la presencia de estas organizaciones en toda la cuenca. En 1996, de las 54 instituciones (ONGs, privadas y estatales) activas en el tema de los recursos naturales, 41 trabajaban en la cuenca baja, 9 en las zona de trasvase, 4 en la parte alta y ninguna en la parte media de la cuenca (Solórzano, A. 1996).

#### Comunicación con las comunidades

La comunicación con las comunidades (COMCOM), es un trabajo multidisciplinario que involucra una serie de actividades destinadas a la aplicación del conocimiento científico en los procesos de desarrollo humano, social, territorial y sectorial. En esta tarea debe participar la comunidad, las instituciones generadoras de conocimiento (entidades que proponen soluciones) y los entes ejecutores (autoridades, instituciones públicas y privadas, etc.). La interacción con la comunidad posibilita una producción colectiva y no individual, ello hace sentir a cada poblador parte del trabajo (Muñoz, 2005).

Desde el inicio de todo trabajo de COM COM, se debe despertar el interés y lograr compromisos de parte de quienes dirigen la comunidad. Teniendo apertura en este nivel es factible llegar sin interferencias a niveles menores.

#### Medios de acción para generar la participación activa de la comunidad

Con el objetivo de hacer participar a los diferentes actores de la comunidad y conocer sus percepciones en relación al uso de los recursos naturales, la prevención de desastres y otros temas relevantes, se promueve la organización de talleres y charlas. Estas reuniones son imprescindibles para la valorización y ampliación de los conocimientos y para lograr una reflexión más representativa acerca de las aspiraciones y perspectivas de una comunidad.

Al inicio de todo proyecto a ejecutar en el área de una región, se debe informar el contenido del proyecto iniciado, el cronograma de actividades y se debe trabajar en la integración de la población al trabajo a efectuar por el equipo técnico que asume las actividades de COM COM. En la siguiente etapa se debe trabajar en la concertación y la negociación permanente de acciones a ejecutar en conjunto. Por ello se debe conformar grupos de discusión que proporcionaran conclusiones y compromisos.



En la etapa final del proyecto, estos talleres culminan con la difusión de los estudios efectuados en el marco del proyecto y se lleva a cabo a través de foros, salas de exposiciones, charlas, folletos, etc, para que la población pueda informarse sobre la realidad de su zona y de la cuenca, las experiencias de proyectos ejecutados, los perfiles de las instituciones de apoyo, las fuentes financieras entre otros (IMAR, 1996).

### Actividades de comunicación realizadas por INGEMMET

El objetivo del INGEMMET, en el campo de la comunicación con las comunidades, es el de promover la transferencia y aplicación del conocimiento obtenido de la investigación geocientífica en la gestión del riesgo. Para esta labor, actualmente se viene trabajando con universidades, organizaciones comunales, ONG's, representantes de las municipalidades y autoridades públicas y privadas, en el planteamiento e implementación de soluciones a la problemática de los peligros geológicos en las comunidades andinas. Este sistema, permite estar en contacto con la realidad vigente sirviendo para el planteamiento de nuevas propuestas, dentro del contexto social, político y económico.

El no involucrarse con otras entidades y la comunidad desde las fases iniciales de cualquier estudio o proyecto de investigación geocientífica, lleva en muchos casos a que no exista una continuidad en el proceso de transformar el conocimiento generado en acción,

perdiéndose una oportunidad de mostrar la relevancia social de las geociencias.

En la cuenca Chancay-Lambayeque, INGEMMET desarrolló durante el año 2005, actividades de difusión de la información geocientífica. La primera de ellas fue la Escuela de Campo de Geología Ambiental, que se realizó en conjunto con la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC). En dicho evento, participaron alumnos de los últimos ciclos de la UNC, representantes de las comunidades y autoridades locales. Esta escuela permitió hacer la toma de muestras de aguas superficiales y el inventario y evaluación de los peligros geológicos que de otro modo no hubiera sido posible. Las siguientes actividades realizadas fueron las charlas y talleres en lugares afectados por peligros geológicos, donde se explicó las contribuciones de este estudio en el manejo de la prevención de desastres. Las poblaciones más asequibles a estos eventos fueron Catache, Tongod y Ninabamba.

Posteriormente, en el año 2006 se organizó el Primer Foro: «Los Estudios Geoambientales En la Región Cajamarca: Protección del Medio Ambiente y Prevención de Desastres» con la participación de instituciones públicas y privadas. Asimismo en julio del 2006 se ha previsto la organización del segundo foro, esta vez en la región de Lambayeque.

La realización de dichos eventos ha sido muy fructífera para los fines perseguidos, por el INGEMMET, en el marco del apoyo al desarrollo de las regiones involucradas.



Foto N° 12.1.- Pobladores del caserío de Cascadén, que asistieron al Taller de Comunicación con Comunidades organizado por INGEMMET, la Prefectura Provincial de Santa Cruz y la Gobernación del distrito de Catache.

## CAPÍTULO XIII

### ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

#### RESERVA ECOLÓGICA PRIVADA CHAPARRÍ

Esta Área de Conservación Privada Chaparrí se ampara en la Resolución Ministerial N° 1324-2001-AG, emitida en Lima el 19 de diciembre de 2001. Se ubica en los distritos de Chongoyape, Lambayeque; Llama y Miracosta, provincia de Chota, departamento de Cajamarca. Ocupa un área de 34 412 ha.

Aquí se vienen ejecutando proyectos de conservación y reintroducción de especies en peligro de extinción como la pava aliblanca, el oso de anteojos, el guanaco, y el cóndor andino entre otros; así como un programa de reforestación de los bosques secos.

Se ha acondicionado una zona de hospedaje, aun no abierto al público en general.



Foto N° 13.1.- Oso de anteojos criado en cautiverio. (Agosto del 2005).

#### Propuesta para el corredor biológico cultural Gran Chaparrí

Durante la realización de la feria Bird Fair 2004 realizada en Rutland – Inglaterra, se firmó un convenio entre la autoridad

Autónoma del Reservorio de Tinajones y la fundación US Neotropical Migratory Bird Conservation Act, para el establecimiento de la Reserva Ecológica Tinajones. Se anhela un desarrollo ecoturístico en Tinajones, el cual limita con la Reserva Ecológica Chaparrí.

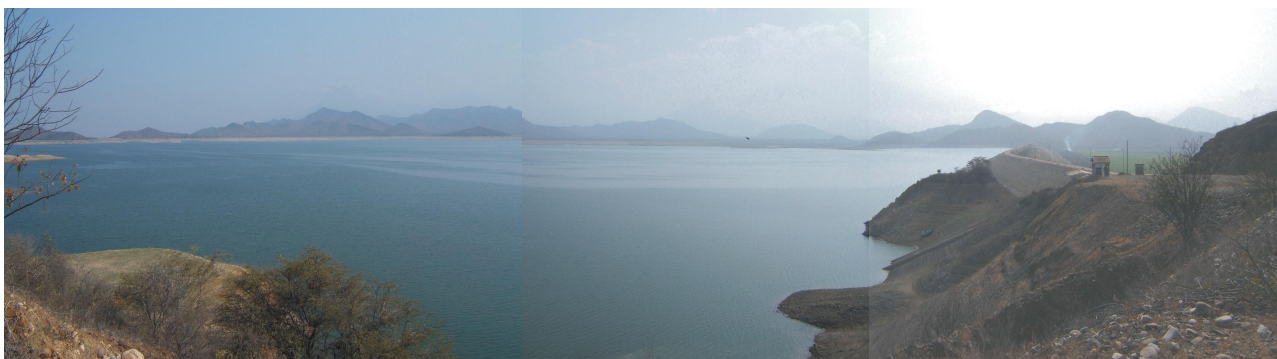


Foto N° 13.2.- Reservorio de Tinajones, vista norte-sur. (Agosto del 2005).

#### Zona de Chancay Baños

La Zona Reservada Chancay Baños se estableció el 14 de febrero de 1996, por Decreto Supremo N° 001-96-AG. Políticamente pertenece al distrito de Chancay Baños, provincia de Santa Cruz,

departamento de Cajamarca. Esta zona se halla comprendida entre el río Huamboyo, la quebrada El Agua Dulce y la carretera Santa Cruz-Chota, en el lugar conocido como Los Baños, donde emanan aguas termales. Tiene una extensión de 2628 hectáreas.





Foto N°13.3.- Bosque del sector de la Pauquilla.  
Noviembre, 2005.

Las aguas termales del sector Los Baños son muy conocidas en la región, pero poco promocionadas fuera de ella. Tienen un alto potencial turístico y podrían ser fuente de ingresos locales para la comunidad. El objetivo principal de la Zona Reservada Chancay Baños es proteger y conservar los afloramientos de aguas termales subterráneas y las especies silvestres que habitan en el bosque aledaño.

### Zonas de interés arqueológico

#### Huaca Rajada

Esta zona se ubica a 35 km al este de Chiclayo, a 2 km del pueblo de Sipán y a 1 hora de viaje aproximadamente en transporte público. Está ubicada dentro de los límites de la ex hacienda Pomalca. El conjunto comprende dos colosales pirámides de adobe delante de las cuales se encuentra una plataforma donde habría existido un mausoleo real. En 1987, se descubrieron en este lugar los restos intactos de un alto dignatario Mochica, a quien se conoce como el Señor de Sipán (INC, 1987).



Foto N° 13.4.- Vista de parte Huaca Rajada, sector Sipán, distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005.



Foto N° 13.5.- Parte de la excavación de la Tumba del Señor de Sipán. Mayo, 2005.

#### Túcume

Este complejo se ubica a 35 km al norte de Chiclayo y a 2 km del pueblo de Sipán, a 30 minutos aproximadamente en transporte público. Está conformado por 26 pirámides. Su origen se remonta

a 700 años dC. Según la leyenda, su fundador sería Collac, descendiente de Naylamp. Destacan en sus inmediaciones las huacas del Pueblo, La Raya, El Sol y Las Estacas. Túcume es también conocido como el Valle de las Pirámides.



Fotos N° 13.6 y 13.7.- Pirámides de Túcume, (distrito de Túcume, provincia de Chiclayo. Mayo, 2005.

### Petroglifos Mulato

Consisten en inscripciones realizadas por los antiguos peruanos en las superficies de las rocas volcánicas de tipo tobas,

pertenecientes a la Formación Oyotún. Se ubican en el cerro Mulato, a 5 minutos del poblado de Chongoyape.

Actualmente esta zona se encuentra muy descuidada, incluso se ha visto muy cerca corrales para ganado.



Fotos N° 13.8 y 13.9.- Petroglifos del cerro Mulato, distrito de Chongoyape, provincia de Chiclayo.





## CONCLUSIONES

- Las rocas volcánicas de las formaciones Huambos y Llama, del tipo toba, son las más susceptibles a generar deslizamientos y derrumbes. Como ejemplo tenemos los deslizamientos de Cascadén, Catache, La Munana y los derrumbes de la carretera Chongoyape-Santa Cruz.
- En pendientes comprendidas entre los rangos de 20°-35° y 35°-50°, se presenta la mayor cantidad de movimientos en masa y corresponden a la cuenca media y alta.
- En la cuenca Chancay-Lambayeque los peligros naturales más dañinos son la erosión e inundación fluvial y los huaycos (cuenca baja y media), los deslizamientos y caídas (cuenca alta). Estos fenómenos se incrementan durante el fenómeno El Niño.
- De acuerdo al mapa de amenazas por movimientos en masa, en la cuenca baja las zonas relacionadas a estos fenómenos se encuentran aledañas a los cerros. En la cuenca media, en los alrededores de la quebradas, y en la cuenca alta en alrededores de quebradas y las márgenes de ríos. Los fenómenos que se han registrado en un mayor porcentaje son deslizamientos.
- De acuerdo al mapa de susceptibilidad a inundaciones, las zonas más afectadas se encuentran en las terrazas bajas del río Chancay-Lambayeque y en los conos aluviales adyacentes.
- El estudio de la sismicidad en la cuenca Chancay-Lambayeque indica que se encuentra en una zona de sismicidad alta a muy alta, siendo también susceptible a la ocurrencia de tsunamis.
- Acciones humanas como la deforestación, el mal sistema de riego (por inundación), la construcción de canales de riego sin revestimiento cerca de centros poblados, cortes de carretera inadecuados, sobrepastoreo y acumulación de material de desmonte, contribuyen con el desencadenamiento de los peligros geológicos mencionados.
- Salvo algunos casos puntuales, la calidad de las aguas de la cuenca Chancay-Lambayeque desde el punto de vista físico-químico es buena y apta para consumo doméstico y agropecuario.
- Seis muestras de agua superaron los límites permisibles de calidad de aguas: en las localidades de Popa, San Juan de Licupis-La Capilla, Cuculí Viejo y Cerro Desaguadero-Luya, respectivamente, relacionadas a la actividad humana.
- En las áreas cercanas a los prospectos mineros de Tantauatay y La Zanja, se han encontrado algunos lugares con valores que sobrepasan los límites de calidad establecidos por la Ley General de Aguas. En el primero, tres muestras exceden los Límites Máximos Permisibles (LMP) en cobre, hierro y níquel y presentan aguas en condiciones de pH ácido. Otras dos muestras en la parte media de la cuenca sobrepasan los LMP en arsénico, sin estar ligadas aparentemente a alguna ocurrencia mineral.
- En algunos lugares donde existen conflictos sociales, no se ha podido realizar la cartografía de los peligros geológicos en campo, habiéndose realizado sólo mediante el uso de fotografías aéreas.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar un estudio de especiación química en aquellas zonas donde los niveles de calidad de aguas hayan sido superados, con el fin de establecer los niveles de biodisponibilidad de cada uno de estos y por ende, cuan dañinos pueden ser para la vida animal y/o vegetal.
- Se recomienda la formación de equipos multidisciplinarios que participen en la generación, transferencia y aplicación del conocimiento científico en la implementación de medidas de atención, prevención y mitigación de desastres.
- Los habitantes de la cuenca deben estar preparados ante la ocurrencia de desastres naturales por lo que se recomienda a las autoridades, organizar y contar con un plan de contingencia a corto y mediano plazo.
- La actitud negativa frente a la minería puede revertirse con un programa de difusión más completo, que incluya la participación activa de la población, las instituciones de conocimiento y los entes ejecutores.

# BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR V. & MENDOZA D. (2002). - *Aproximación a un modelo de susceptibilidad a movimientos de masa en el eje cafetero*, Colombia. Tesis Ing. Civil. Univ. del Valle, Fac. Ingeniería, Cali, 214 p.
- ASESORES TÉCNICOS ASOCIADOS (2002). - *Plan de gestión de la oferta de agua en las cuencas del ámbito del Proyecto Tinajones*, Vol II, t. 2.1: Diagnóstico consolidado. Lima: Asesores Técnicos Asociados, 124 p.
- AYALA F. J., et al. (2003). - Mapas de susceptibilidad al alcance por desprendimientos rocosos graníticos. Sistema Central Español, Sierra de la Cabrera (Madrid), Escala 1:5.000. En: Ayala, F.J. & Corominas, J., eds. *Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas S.I.G.* Madrid: IGME, p. 97-118, Medio Ambiente, 4.
- BANKS D.A., et al. (2004). - Distribution, salinity and pH dependence of elements in surface waters of the catchment areas of the salars of Coipasa and Uyuni, Bolivian Altiplano. *Journal of Geochemical Exploration*, 84 (3): 141-166.
- BERNAL I. & TÁVERA H. (2002). - *Geodinámica, sismicidad y energía sísmica en Perú*. Instituto Geofísico del Perú, Lima, 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.
- CHINCHAY L. (1996). - Proyecto de cuenca: historia de una acción concertada. *Oasis, revista de las entidades asociadas al Imar Costa Norte (Chicago)*, 3(9): 2.
- CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO (2000). - *Las lecciones de El Niño: Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998, retos y propuestas para la Región Andina*. Volumen V: Perú. Caracas: Corporación Andina de Fomento, 293 p.
- EL SALVADOR. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL (1999). - *Norma salvadoreña obligatoria para la calidad del agua potable*. San Salvador: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación (COSUDE).
- GUEVARA A. (1998). - Descripción de la cuenca Chancay-Lambayeque. *Oasis, revista de las entidades asociadas al Imar Costa Norte (Chicago)*, 3(9): 3-5.
- HUNGR O., et al. (1987). - Debris flow defenses in British Columbia. En: Costa, J.E. & Wieczorek, G.F., eds. *Debris flows/avalanches: process, recognition, and mitigation*. Boulder, CO: Geological Society of America, p. 201-222, Reviews in Engineering Geology, 7.
- INSTITUTE OF MARINE RESEARCH (1996). - Gestión ambiental: planificación participativa en espacios locales. *Oasis, revista de las entidades asociadas al Imar Costa Norte (Chicago)*, 3(9): 18-22.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (2003). - *Censo de población y vivienda del año 1993, proyección de población al 2003*. Lima: INEI. Disponible en WEB: <http://www.inei.gob.pe>
- 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.
- INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2004). - *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*. Geneva: United Nations, 2 vols.
- KUROIWA J. (2002). - *Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza*. Lima: Quebecor World Peru, 429 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.
- LOCKRIDGE P. (1985). - *Tsunamis in Peru-Chile*. Boulder, CO: World Data Center A for Solid Earth Geophysics, 97 p.
- MARTÍN-SERRANO A., et al. (2004). - *Mapa geomorfológico de España, a escala 1:50,000: guía para su elaboración*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 120 p.
- MCGUIRE R.K. (1976). - *Fortran computer program for seismic risk analysis*. Reston VA: U.S. Geological Survey, Open-File Report 76-0067, p. 68.
- NACIONES UNIDAS, DEPARTAMENTO DE ASUNTOS HUMANITARIOS & INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (1995). - *Tsunamis: Evacuación de la población y planes de uso de suelo para mitigar sus efectos; localidades estudiadas en el Perú entre 1981 y 1994*. Programa de Mitigación de Desastres en el Perú 1992-95. Informe de Proyecto. Lima: INDECI, Marina de Guerra del Perú, 46 p.
- NÚÑEZ S. & VILLACORTA S. (2005). - *Reporte preliminar de zonas críticas en la cuenca Chancay-Lambayeque, departamentos de Lambayeque y Cajamarca*. Informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 22 p.



- PERÚ. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES ENERGETICOS (s.a.) - *Protocolo de monitoreo de calidad de agua* (en línea). Lima: MINEM, Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos. (Consulta: 12 abril 2006), Disponible en Web: <<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaee/legislacion/guias/protocolidaagua.pdf>>
- PERÚ. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. DIRECCIÓN GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES (s.a.). - *Ley General de Aguas Decreto Ley 17752 (1969)* (en línea). Lima: MINEM, Dir. General de Asuntos Ambientales. (Consulta: 28 junio 2006), disponible en Web: <<http://www.minem.gob.pe/archivos/dgaam/publicaciones/compendio99/117752.pdf>>
- RAMÍREZ J. (1996).- *Implementación del sistema de información geográfica para la identificación de impactos ambientales en la cuenca Chancay-Lambayeque y zona de transvase (Chota)*. Lima: Pont. Univ. Católica, Centro de Investigación de Geografía Aplicada, Separata Espacio y Desarrollo, 8, p. 77-98.
- SALAZAR A. (2005).- *Evaluación de la calidad del agua superficial de la cuenca del río Thaulis, distrito de Talquis, provincia de San Miguel, Región de Cajamarca por trabajos de exploración minera*. Tesis Maestría. Univ. Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 184 p.
- SÉBRIER M., et al. (1982).- *Observaciones acerca de la neotectónica del Perú*. Lima: Instituto Geofísico del Perú, 107 p.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. DIRECCIÓN REGIONAL DE LAMBAYEQUE (2004).- *El evento El Niño Oscilación Sur 1997-1998: su impacto en el Departamento de Lambayeque*. Chiclayo: SENAMHI, Dir. Regional de Lambayeque, 8 p.
- 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.
- SOLÓRZANO A. (1996).- *Recursos naturales y problemas. Cuenca Chancay-Lambayeque. Oasis, revista de las entidades asociadas al Imar Costa Norte (Chicago)*, 3(9): 10-15.
- 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: 519-539
- VERSTAPPEN H.T. & VAN ZUIDAM R.A. (1992).- *El Sistema ITC para levantamientos geomorfológicos*. 2a. ed. Enschede (Holanda): International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 89 p., Publicación ITC, 10.
- WILSON J.J. (1984).- *Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo y Chepén*. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 38, 104 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.
- ZAPATA O. & FERNÁNDEZ C. (1992).- *Estudio de las obras de encauzamiento y defensas en el río Chanchay-Lambayeque*. Tesis Ing. Civil. Univ. Nacional Pedro Ruiz Gallo, Fac. Ingeniería Civil, Lambayeque.
- ZAVALA B. (1995).- *Estudio geológico-geodinámico del distrito de Chongoyape: sector medio de la cuenca del Río Chanchay-Lambayeque*. Tesis Ing. Geólogo. Univ. Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 119 p.



Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

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

Teléfonos: 051-1-224-2965 / 051-1-225-3128

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

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

e-mail: [informacion@ingemmet.gob.pe](mailto:informacion@ingemmet.gob.pe)