



**MINISTERIO DE ENERGIA  
Y MINAS**



**DIRECCION GENERAL DE  
ASUNTOS AMBIENTALES**

**EVALUACION  
AMBIENTAL  
TERRITORIAL  
DE LA CUENCA DEL  
RIO ALTO HUALLAGA**



PICHGA COCHA

**ADI INTERNATIONAL INC.**

**JULIO 1997**

## **INDICE**

- 1. INTRODUCCION**
  - 1.1. ANTECEDENTES**
  - 1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS CUENCAS**
  - 1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO**
  - 1.4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**
- 2. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA**
  - 2.1. GENERALIDADES**
- 3. CONDICIONES GEOLÓGICAS**
  - 3.1. GEOLOGÍA**
  - 3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL**
  - 3.3. PLIEGUES**
  - 3.4. FALLAS**
- 4. HIDROLOGÍA**
  - 4.1. SUBCUENCAS EN EI RÍO ALTO HUALLAGA**
  - 4.2. DENSIDAD DE DRENAJE**
  - 4.3. USOS DE AGUAS, TRANSFERENCIAS Y RETIROS**
  - 4.4. USO DE LA TIERRA**
  - 4.5. VEGETACIÓN NATURAL**
  - 4.6. ZONAS ECOLOGICAS**
  - 4.7. POBLACIÓN**
- 5. ACTIVIDADES MINERO METALURGICA EN LA CUENCA**
  - 5.1. INFORMACION GENERAL**
  - 5.2. RIESGO SÍSMICO**
  - 5.3. CUENCAS EN ESTUDIO: UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD**
  - 5.4. CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD MINERO METALURGICA**
  - 5.5. ACTIVIDAD MINERO METALURGICA EN LA CUENCA ALTA**
- 6. PROGRAMA DE CAMPO**
  - 6.1. OBJETIVOS**
  - 6.2. CALIDAD DE AGUA**
  - 6.3. LECHO DE CORRIENTE**
  - 6.4. CARACTERISTICAS DE LA ROCA DE DESMONTE**
  - 6.5. CARACTERISTICAS DE LOS RELAVES.**

**7. IMPACTOS AMBIENTALES**

- 7.1. EN LAS MINAS
- 7.2. DRENAJE ACIDO
- 7.3. ESTABILIDAD DE TALUDES
- 7.4. PROBLEMAS DE SEDIMENTACIÓN Y CONTROL DE DRENAJES
- 7.5. PROBLEMAS DE MATERIALES PELIGROSOS
- 7.6. CALIDAD DE AGUA DEL RIO HUALLAGA
- 7.7. SUMARIO DE CALIDAD DE AGUA – RIO HUALLAGA
- 7.8. CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO HUALLAGA
- 7.9. CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES Y ROCA DE DESMONTE
- 7.10. RIESGOS POTENCIALES
- 7.11. DEFINICIÓN DE PRIORIDADES

**8. MEDIDAS DE MITIGACION**

- 8.1. ENFOQUE
- 8.2. MITIGACIÓN DE DRENAJE ACIDO
- 8.3. SUPUESTOS DE ESTIMACIÓN
- 8.4. COSTOS POTENCIALES
- 8.5. ACCIÓN FUTURA RECOMENDADA
- 8.6. INESTABILIDAD DE TALUDES
- 8.7. CONTROL DE LA EROSIÓN
- 8.8. DERRAMES

**9. REVISION DE LA CUENCA**

- 9.1. SITUACIÓN ACTUAL
- 9.2. ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL
- 9.3. ESTABILIZACIÓN DE RELAVES
- 9.4. TRATAMIENTO DEL DRENAJE ACIDO
- 9.5. CONTROL DE SEDIMENTOS
- 9.6. CONCLUSIONES

**10. RECOMENDACIONES**

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. ANTECEDENTES**

El Perú es un país minero. Esta actividad representa aproximadamente entre el 40 y el 50% del producto de exportación. Su participación en la minería mundial destaca como productor de primer nivel en zinc, plata y estaño y, en menor escala, en plomo, cobre y oro.

En los últimos 5 ó 6 años, se ha vivido una etapa de apertura a la economía global y a las inversiones, lo cual está conduciendo a la presencia de capitales, privados, tanto nacionales como extranjeros, en las diferentes etapas de la actividad minera.

### **1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE LAS CUENCAS**

El Decreto Legislativo 757, Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada, contiene las disposiciones requeridas para promover la inversión privada en todos los sectores de la economía nacional, dicta las disposiciones para dar seguridad jurídica a los inversionistas e incentiva un modelo de desarrollo que armoniza la inversión productiva con la preservación del medio ambiente. El Título 15° del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería señala los requerimientos ambientales que tiene que cumplir todo titular de actividad minera. Asimismo, el D.S. 016-93-EM y el D.S. 059-93-EM contienen el Reglamento para la Protección Ambiental en las actividades minero-metalúrgicas. Se reglamenta el control de la contaminación en estas actividades mediante mecanismos tales como los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para proyectos nuevos o ampliaciones mayores al 50 %, y los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) para unidades en operación.

Además de la contaminación netamente inorgánica, como producto de la alteración de los minerales sulfurados, por los agentes del intemperismo (aire y agua), es posible también tener la presencia la contaminación orgánica, principalmente del tipo antropogénico, como producto de las actividades humanas de primera necesidad. Toda esta contaminación, inorgánica y orgánica, es la que al final discurre a la cuenca.

### **1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO**

El propósito del estudio es realizar la Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca del Río Alto Huallaga, cuya contaminación ha sido originada por la actividad minera histórica y presente, a fin de establecer los lineamientos del Programa de Adecuación Ambiental Minero de la Cuenca, así como formular un Programa de Restauración del Pasivo Ambiental Histórico, desarrollando, a nivel conceptual, los proyectos individuales que deben comprender estos Programas o Planes, incluyendo la estimación de costos de los mismos.

### **1.4. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO**

En primer lugar, se ha efectuado una amplia revisión de la mayor cantidad de información posible relacionada con este tema. Indudablemente, la información más valiosa y reciente la constituyen los programas de monitoreo de las empresas formales de la zona (del EVAP o PAMA y EIA).

Con estos resultados de análisis químicos y flujos volumétricos, se ha procedido a efectuar balances de agua y de carga sobre ciertos elementos contaminantes.

La siguiente etapa importante ha sido la visita al lugar, donde se efectuó trabajos muy específicos tales como la verificación de los impactos, toma de muestras faltantes, toma de nuevas muestras a fin de complementar los balances efectuados, realizar entrevistas a grupos de población y apreciar qué otras formas posibles de contaminación pueden existir en la cuenca (minas abandonadas, actividad de pequeña o micro minería, centros poblados, etc.).

La parte final ha consistido en estructurar un diagnóstico cuantitativo de la cuenca en lo que a contaminación relacionada con la minería se refiere, para luego plantear las soluciones a toda la

problemática que no esté cubierta en los PAMAS de las empresas formales. Estos resultados serán invalorables para un seguimiento posterior de lo que sería el programa de adecuación de la cuenca.

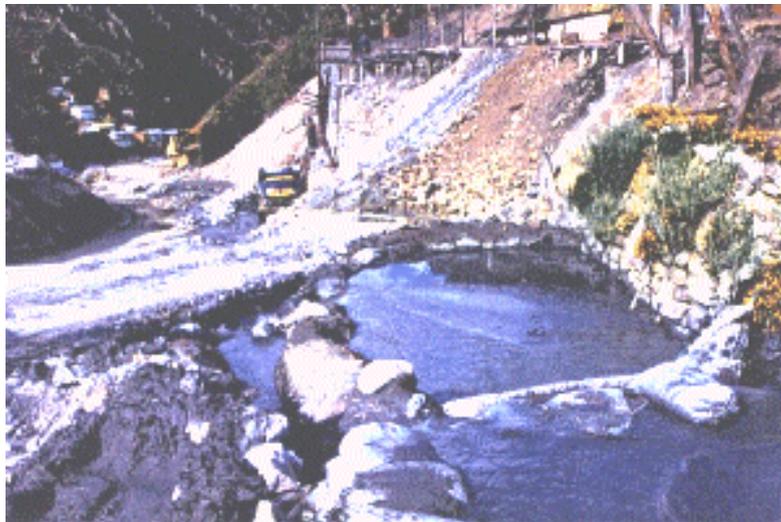
## **2. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RIO ALTO HUALLAGA**

### **2.1. GENERALIDADES**

El río Huallaga nace en las alturas de Cerro de Pasco, por la confluencia de dos ríos Ticlayan, Pariamarca y Pucurhuay. El río Huertas es uno de los principales tributarios del río Huallaga y uno de los mas caudalosos. El río Huallaga recorre hacia el Norte y Nor Este por los departamentos de Cerro de Pasco y Huánuco, alcanzando mayor amplitud en Huánuco. Los principales tributarios del río Huallaga son: el río Tingo, Condoraga, Chaupihuananga, Coquín y Quío en la zona de Ambo; los ríos Huancachupa, Higueras, Garbanza, Chinobamba y Acomayo, provenientes de las alturas de Huánuco, en su margen derecha recibe caudales de las quebradas, Chicuy, Pumarini, olijmayo y Yanamayu provenientes de las lagunas situadas al SE de la ciudad de Huánuco.



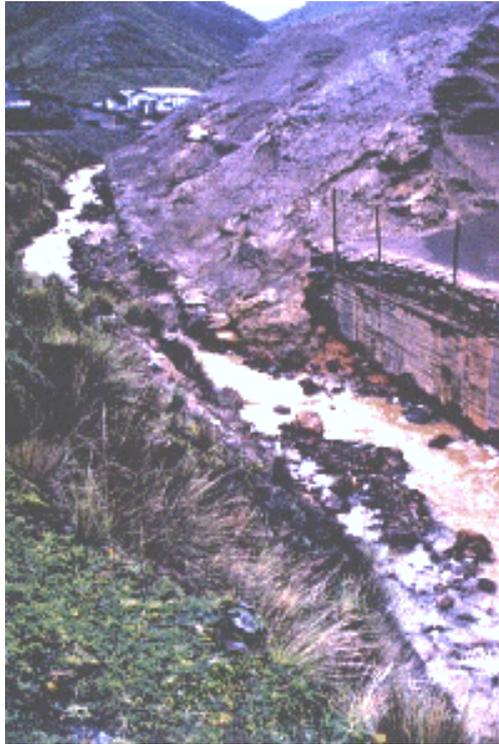
Relaves inferiores y tratamiento de sedimentos



Descarga de agua de mina y tratamiento de sedimentos



Aproximadamente 100 m. Debajo de Q. Huertas



Falla de talud y filtración



Filtración de botadero de mineral

### **3. CONDICIONES GEOLÓGICAS**

#### **3.1. GEOLOGÍA**

Hidrologicamente, la cuenca del río Huallaga descansa sobre unidades que van desde el Neoproterozoico hasta el Cuaternario Reciente. El Neoproterozoico se caracteriza mayormente por presentar esquistos micáceos con reducidos afloramientos de gneis. En la zona de Huánuco le sigue una serie sedimentaria del Paleozoico inferior. En discordancia angular aflora el Ordovícico con lutitas, areniscas con abundantes graptolites de la Formación Contaya.

En Devónico, está representado por pizarras, filitas y areniscas cuarcíticas muy replegadas denominadas como Grupo Excélsior. Afloramientos extensos del Grupo Ambo, con series marino continentales constituidas por areniscas, lutitas carbonosas cubren a las rocas del Paleozoico inferior. En la zona de Ambo suprayacen a esta secuencia areniscas y calizas del grupo Tarma-Copacabana indivisos con afloramientos delgados y alargados. En todo el sector de la cuenca estudiada posteriormente aflora el Grupo Mitu. El Grupo Mitu se presenta descansando en discordancia angular, algunas veces sobre el Complejo del Marañón y el Grupo Excélsior; ocasionalmente sigue una secuencia normal constituida por areniscas, conglomerados y volcánicos de color rojo púrpura.

El Triásico-Jurásico está representado por series carbonatadas conocidas como Grupo Pucará, el Cretáceo por un conjunto carbonatado constituido por las formaciones Chúlec, Pariatambo y Jumasha, el Cretáceo-Paleógeno está representado por una serie molásico – calcárea correspondiente a la Formación Casapalca y el Cuaternario por depósito morrénicos, fluvio-glaciares y aluviales.

En el área de la cuenca se presentan rocas intrusivas las que se asume son del Paleozoico y Jurásico.

#### **3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

La actual configuración morfotectónica de esta del Perú es el resultado de los efectos de tres eventos tectónicos superpuestos: La Tectónica del Neoproterozoico, Hercínica y Andina, desarrollándose cada una con diferente intensidad y estilo de deformación.

##### **Tectónica del Neoproterozoico**

Las deformaciones en las rocas del Neoproterozoico son poco conocidas. En general el 60 por ciento de la zona de Huánuco, estaría afectada por un metamorfismo regional, que da lugar a una transformación de las rocas originales.

##### **Tectónica Hercínica**

Tectónica Hercínica se denomina al conjunto de deformaciones que han afectado al basamento paleozoico, entre fines del Devónico superior y la transgresión del Triásico medio marcando los inicios del ciclo andino.

En el Perú la orogénesis Hercínica se ha manifestado por dos fases tectónicas, las que se han manifestado en el Devónico medio superior y en el Pérmico medio, los cuales han afectado en la zona en estudio al basamento metamórfico y a toda la secuencia paleozoica.

La discordancia de Higueras es observada a 15 Km al Oeste de Huánuco cerca del pueblo de Higueras y marca el límite entre los terrenos del Paleozoico inferior y/o Neoproterozoico con el Paleozoico Superior.

La discordancia de Ñauza ubicada a 10 Km al Norte de Ambo, sobre la margen izquierda del río Huallaga; en la quebrada de Chacaya, de Nausilla; los terrenos de la formación Contaya (Ordovícico medio) reposan en discordancia angular sobre el Complejo del Marañón; el Ordovícico en la zona de Nausilla está afectado por numeroso pliegues menores, los cuales son bastante plásticos,

replegándose en anticlinales y sinclinales, la esquistosidad de estas estructuras es paralela al plano axial.

La Tectónica Hercínica en su fase tardía, marca un cambio en el tipo de sedimentación, de marina a continental a fines de Paleozoico inferior. Las molasas rojas de Pérmico superior (grupo Mitu) serían generados de una emersión general, asociadas a levantamientos epirogénicos a lo largo de un sistema de fallas longitudinales seguidas de una erosión intensa.

### **Tectónica andina**

La influencia de la Tectónica Andina (fase de compresión separadas por períodos de calma orogénica) en los terrenos neoproterozoicos, paleozoicos y mesozoicos en esta parte de la Cordillera Oriental del Perú Central es difícil de establecer, debido a la escasa cobertura litológica que evidencian los efectos deformantes.

La Tectónica Andina es difícil de evidenciar en el substratum precambriano, debido a su falta de depósitos post-neoproterozoicos y a la rigidez del cuerpo metamórfico que desarrollaría un fallamiento en bloques.

### **3.3. PLIEGUES**

En la zona de Ambo, las fuerzas orogénicas han plegado en forma intensa los sedimentos depositados y por la erosión posterior de las estructuras formadas en una superficie ondulada de relieve suave casi peneplanizado. Los plegamientos tanto sinclinal como anticlinal con flexuramiento que se han desarrollado son originados por fuerzas compresivas.

### **3.4. FALLAS**

En la zona de Ambo los episodios de plegamientos son coaxiales, lo que indica una fuerte deformación; el principal y máximo esfuerzo fue orientado de Suroeste- Noreste, dando como resultado pliegues orientados de Noroeste – Sureste, de orientación principal andina.

En la zona de Ambo de Neoproterozoico está caracterizado por fallamiento en bloques y por fallas verticales longitudinales donde se puede diferenciar:

- ?? Una faja anticlinal de orientación NO-SE constituida de esquistos verdosos a grises, resistentes a la erosión que afloran al SO de Ambo; estas estructuras se encuentran asociados espacialmente a rocas paleozoicas, desarrollándose así numerosas fracturas.
- ?? Una faja sinclinal de orientación NO-SE con núcleo del Paleozoico superior, en corte de carretera tiene una longitud desde Ambo hasta Tangos; pasando las unidades del Paleozoico superior y el carbonífero, desde la hacienda de Huertas hasta Parcoy corta la unidad el Permiano superior.
- ?? Una franja neoproterozoica de orientación NNO-SSE, paralela al río Huallaga, en la margen derecha se estima un ancho de 12 Km. Y se encuentra incluida por rocas graníticas del Paleozoico superior, controlada por una falla regional de desplazamiento dextral.

Entre las fallas más notables en Ambo se encuentran la falla Milpo-Atacocha, de Cerro de Pasco, Sacrafamilia, Ulcumayo- San Rafael. Esta última presenta un rumbo NS coincidente con el cauce del río Huallaga, esta falla se prolonga hasta Huánuco.

En la zona de Huánuco las fallas más saltantes son: Fallas Maray, Huincash, Cuchimachay, Yarumayo, Potaga, Ortiz Corral, Mesapata. La mayor parte de ellas muy alejadas de la cuenca.

## 4. HIDROLOGÍA

### 4.1. SUBCUENCAS EN EL RÍO ALTO HUALLAGA

La cuenca integral de río Alto Huallaga, desde sus nacientes a la altura de Cerro de Padco hasta la ciudad de Huánuco (Puente Taruca), tiene una extensión aproximada de 4,789.4 Km<sup>2</sup>.

Es una cuenca húmeda en su integridad, sometida a precipitaciones significativas; tiene dos subcuencas principales y subcuencas secundarias: cuatro en el Alto Huallaga y tres en el río Huertas, además tiene una subcuenca lateral del río Higueras.

**La subcuenca del Alto Huallaga**, hasta el pueblo de Ambo, tiene una extensión de 1,582.3 km<sup>2</sup>, con una longitud de cauce de 83 kms. Se puede distinguir cuatro subcuencas secundarias: río Tingo, río Ticlacayam, río Pucurhuay y río Blanco. La línea de cumbres de la subcuenca bordea los 4,800 m.s.n.m. y desciende a 3,200 m.s.n.m. en su extremo inferior. El fondo del cauce está entre 200 y 1,200 m, por debajo de la línea de cumbres. La pendiente promedio del cauce es de 2.8 por ciento que baja de los 4,400 a 2,850 m.s.n.m.

**La subcuenca secundaria del río Tingo**, tiene una extensión de 306.6 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 41.5 km, con una pendiente de 2.5 por ciento que baja de los 4,350 a los 2,170 m.s.n.m. La línea de cumbres va de los 4,400 a los 3,800 m.s.n.m.

**La subcuenca secundaria Ticlayan**, tiene una extensión de 81.8 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 12.5 km, con una pendiente de 6.4 por ciento que baja de los 4,200 a los 3,450 m.s.n.m. La línea de cumbres va de los 4,200 m.s.n.m.

**La subcuenca secundaria del Río Blanco**, tiene una extensión de 257.8 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 36.5 km, con una pendiente media de 5.3 por ciento que baja de los 4,400 a los 2,450 m.s.n.m. La línea de cumbres va de los 4,800 a los 3,600 m.s.n.m.

**La subcuenca principal del río Huertas**, tiene una extensión de 2,083.4 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 93.5 km, con una pendiente media de 2.5 por ciento. Se puede distinguir tres subcuencas secundarias; Río Yanacocha, río Chaupuhuranga y río Quío. La línea de cumbres de la subcuenca bordea los 4,500 m.s.n.m. y baja a 3,200 m.s.n.m. en su extremo inferior. El fondo de cauce baja de los 4,400 a los 2,050 m.s.n.m. y está de 800 a 1,100 m, por debajo de la línea de cumbres.

**La subcuenca secundaria del río Yanacocha**, tiene una extensión de 298.8 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 38.5 km, con una pendiente de 3.2 por ciento que baja de los 4,400 a los 4,400 m.s.n.m. La línea de cumbres va de los 4,500 a los 4,250 m.s.n.m.

**La subcuenca secundaria del río Quío**, tiene una extensión del Río Quío y llegada a la ciudad de Ambo, tiene una longitud de cauce de 24.5 kms y una pendiente de 0.98 por ciento y baja de los 2,400 a los 2,050 m.s.n.m., presentando una cauce meandriforme.

**La subcuenca lateral del río Higueras**, que ingresa al río Huallaga en las cercanías de la ciudad de Huánuco, tiene una extensión de 738.1 km<sup>2</sup> y una longitud de cauce de 88 kms, y una pendiente de 2.8 por ciento que baja de los 3,900 m.s.n.m. presentando un cauce mediforme. La línea de cumbres, en este tramo, va de los 3,200 a los 3,000 m.s.n.m.

### 4.2. DENSIDAD DE DRENAJE

La cuenca integral del río Huallaga tiene una baja densidad de drenaje, con una relación 0.486 km/km<sup>2</sup>. La subcuenca de río Alto Huallaga, tiene una relación de 0.483 km/km<sup>2</sup> y sus subcuencas secundarias tienen una variación que va de 0.62 a 0.41 km/km<sup>2</sup>. La subcuenca del río Huertas tiene una relación de 0.405 km/km<sup>2</sup>, variando la densidad de drenaje en sus subcuencas secundarias de 0.48 kms/km<sup>2</sup>. La densidad de drenaje en la subcuenca del río Higueras es de 0.458 km/km<sup>2</sup>.

#### **4.3. USOS DE AGUAS, TRANSFERENCIAS Y RETIROS**

La cuenca del río Alto Huallaga es una zona con una densidad poblacional sumamente baja y carente de áreas agrícolas de importancia, la mayoría de las cuales se cultivan al secano (ríos de precipitación); por lo que se estima que el uso de las aguas para el consumo humano, agrícola y minero-industrial es sumamente bajo y no llega ni siquiera al 25 por ciento, del caudal mínimo de la época de estiaje ( $10.3 \text{ m}^3/\text{sg}$ ).

No existen proyectos de transferencia o retiro de las aguas de la cuenca del Alto Huallaga, debido a que las aguas de las cuencas vecinas, todas pertenecientes a la vertiente oriental de los andes (cuenca del Río Amazonas), son abundantes y ocurren en áreas de baja densidad poblacional.

#### **4.4. USO DE LA TIERRA**

El área agrícola bajo riego y en secano se concentra entre los poblados de Huacara, Ambo, Tomay Kichwa, Cochamarca y Huánuco. Topográficamente son tierras que presentan pendientes por debajo de 4%, lo que le confiere una buena capacidad de labranza y permite el desarrollo de una infraestructura de riego. El total de tierras agrícolas de las provincias de Ambo, Pachitea y Huánuco involucradas en la cuenca del área de estudio son 110,417 hectáreas de las cuales 40,986 hectáreas para las provincias mencionadas.

Los cultivos presentan características de conducción y manejo propios de los valles interandinos, realizándose labores de preparación de tierras, labranza, cosecha y control de plagas y enfermedades en forma normal o mecanizada según los requerimientos de la labor misma y el grado de mecanización de la propiedad.

Entre los cultivos más utilizados destacan la caña de azúcar, el maíz, frutales, hortalizas, alfalfa, tarhui y quinua.

#### **4.5. VEGETACIÓN NATURAL**

La vegetación natural existente varía desde la Estepa Espinosa Montano Baja caracterizado por especies representativas como la “cabuya” (*Fourcroya andina*), la “tara” (*Caesalpinia tinctoria*), la “chamana” (*Dodonaea viscosa*), “molle” (*Schinus molle*) entre otras.

Conforme se va ascendiendo se pasa a la zona de bosque seco y luego rápidamente al Bosque Húmedo Montano Tropical donde se encuentra especies arbustivas llamadas “chilca” (*Baccharis* spp), el “quishuar” (*Buddleia incana*) el “quinhual” (*Polylepis racemosa*) entre otras.

Al continuar ascendiendo llegamos a las llamadas pasturas naturales que son formaciones de pastos naturales conformadas por las especies *Festuca*, *Calamagrostis* y *Poa*, entre otras.

#### **4.6. ZONAS ECOLÓGICAS**

##### **Estepa Espinosa Montano Baja Tropical (ee-mbt)**

Ubicada en la localidad de Huánuco, la biotemperatura media anual máxima es de  $18.2 \text{ }^\circ\text{C}$  (Ambo-Huánuco) y la media anual mínima de  $12.1 \text{ }^\circ\text{C}$ . El promedio máximo de precipitación total por año es de 522.4 milímetros y el promedio mínimo de 231.3 mm.

El escenario edáfico está representado por suelos de naturaleza calcárea, relativamente profundos de textura ligeramente arcillosa, bajas en materia orgánica pertenecientes a los grupos edafogénicos, xerosoles, kostamogems y hitosoles sobre materiales litológicos diversos.

##### **Bosque Húmedo Montano Bajo Tropical (bh-mbt)**

Esta zona de vida abarca una pequeña franja en el área de estudio. La biotemperatura media anual máxima es de  $16.5 \text{ }^\circ\text{C}$  y la media anual mínima de  $10.9 \text{ }^\circ\text{C}$ . El promedio máximo de

precipitación total por año de 972.9 MM y el mínimo de 449.3. mm. Según el diagrama bioclimático la evapotranspiración potencial varía entre 1 y 2 veces la precipitación, ubicándose en el nivel de humedad: "SUB-HUMEDA".

En las cubiertas edáficas delgadas predominan los litosoles en áreas empinadas aflorando la roca viva.

#### **Bosque Húmedo Montano Tropical (bh-MT)**

La biotemperatura media anual máxima es de 13.1 °C y la media anual mínima de 7.3 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,154 mm y el mínimo de 498 mm.

Los suelos son relativamente profundos, arcillosos, de reacción ácida, de tonos rojizos a pardos y que se asimilan al grupo edafogénico de phaeozems. Asimismo donde predominan materiales litológicos calcáreos pueden aparecer los Kastanozems de tonalidades rojizas.

#### **Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical (pruh-Sat)**

La biotemperatura media anual máxima es de 6°C y la media anual mínima de 3.8 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,254.8 mm y el promedio mínimo de 584.2 mm. Según el diagrama bioclimático la evapotranspiración potencial total por año varía entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.50) del promedio de precipitación total por año lo que la ubica en la provincia de Humedad: "PERHUMEDO".

El escenario edáfico está conformado por suelos relativamente profundos, de textura media, ácidos generalmente con influencia volcánica (Páramo Andosoles) o sin influencia volcánica (paramosoles). Donde existe predominio de materiales calcáreos aparecen los cambisoles eutrícos y Renazinas. Completan el escenario edáfico suelos de mal drenaje (Gleysoles), suelos orgánicos (Histosoles) y suelos delgados (litosoles).

### **4.7. POBLACIÓN**

La población total para las Provincias involucradas en la cuenca Alta del Huallaga es de 365,607 habitantes. La población por distritos en la cuenca es como sigue:

#### **CERRO DE PASCO**

CHAUPIMARCA	24,233
HUARIACA	6,502
SIMON BOLIVAR	15,937
YANACANCHA	27,825

#### **HUANUCO**

HUANUCO	76,973
AMARILIS	67,107
AMBO	15,352
SAN RAFAEL	12,671
TOMAY KICHWA	5,984
CONCHAMARCA	5,424

## 5. ACTIVIDADES MINERO METALURGICA EN LA CUENCA

### 5.1. INFORMACION GENERAL

El perfil estadístico que se puede derivar de esta información para la cuenca del río Alto Huallaga es como sigue:

Minas en operación	4
Minas Abandonadas	6
Plantas de Concentración	2

### 5.2. RIESGO SÍSMICO

La cuenca del río Alto Huallaga se ubica dentro de una zona de alta actividad sísmica (Zona Sísmica 2); con las siguientes características:

<u>T. retorno (años)</u>	<u>mb</u>
32	6.3
55	6.5
103	6.8

### 5.3. CUENCAS EN ESTUDIO: UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La Cuenca Alta del río Huallaga se forma por la confluencia de los ríos Ticlayan, Pariamarca y Pucurhuay que nacen cerca de la ciudad de Cerro de Pasco y el río Huertas ubicado al Noreste del poblado de Huacar en Ambo, siendo ésta una de las principales tributarias de Huallaga, que se caracteriza por ser uno de los ríos mas caudalosos. El río Huallaga discurre en dirección Sur a Norte pasando por las localidades de: la Quinoa, Huariaca, San Rafael y Ambo entre otras. Los principales tributarios del Huallaga son : los ríos Tingo, Condorgaga, Chupihuaranga, Coquín y Quio.

**Las principales vías de acceso son:**

Lima – La Oroya – Cerro de Pasco por carretera asfaltada.

Lima – Canta – Huayllay – Cerro de Pasco – Ambo por carretera afirmada.

Lima – Huaral – Oyòn – Yanahuanca – Ambo mediante carretera asfaltada y afirmada.

### 5.4. CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD MINERO METALURGICA EN LA CUENCA DEL RIO HUALLAGA

La Actividad minero metalúrgica en la cuenca alta del río Huallaga se sitúa principalmente en las provincias de Pasco y Ambo, siendo los distritos de Chaupimarca, Yanacancha, Tinyahuarco, Huariaca, Palalinchacra, Ambo y San Rafael los de mayor concentración de labores.

Los centros mineros más destacados de la zona se encuentran ubicados cerca de la ciudad de Cerro de Pasco, Colquijirca y Ambo.

El nivel de producción anual de las principales empresas mineras en operación es el siguiente:

<b>Empresa</b>	<b>Zinc TMF</b>	<b>Plomo TMF</b>
C.M. Milpo S.A.	41,700	25,500
C.M. El Brocal S.A.	30,400	12,300
C.M. Atacocha S.A	27,670	15,110
B.R. Espinoza Bauer	1,690	865
<b>TOTAL</b>	<b>101,260</b>	<b>53,775</b>
Porcentaje de la producción nacional	14.7%	23.1%

Como se puede apreciar en el cuadro la actividad minero metalúrgica de la zona es bastante significativa con relación a la producción nacional, tanto de cinc como de plomo, ya que aporta el 14.7% y 23.1%, respectivamente.

Las empresas C.M. Milpo S.A. y C.M. Atacocha S.A. están consideradas entre las más importantes productoras de concentrados de cinc y plomo.

Finalmente, las empresas mineras que han presentado su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA son las siguientes:

C.M. Atacocha S.A.  
Blas Ruben Espinoza Bauer.  
C.M. Milpo S.A.

## **5.5. ACTIVIDAD MINERO METALURGICA EN LA CUENCA ALTA DEL RIO HUALLAGA**

1. Empresa Minera : C.M. Atacocha S.A.  
Localidad : Departamento : Cerro de Pasco, Provincia: Cerro de Pasco,  
Distrito : Yanacocha  
  
Sustancia : Metálica  
Elementos : Cu, Pb, Zn, Ag.  
Capacidad : 2000 TMD
2. Empresa Minera : C.M. El Pilar S.A.  
Localidad : Departamento : Pasco, Provincia: Cerro de Pasco, Distrito:  
Chaupimarca  
  
Sustancia : Metálica  
Elementos : Pb, Ag.  
Capacidad : 150 TMD
3. Empresa Minera : Blas Rubén Espinoza Bauer  
Localidad : Departamento : Cerro de Pasco, Provincia: Cerro de Pasco,  
Distrito : Yanacocha  
  
Sustancia : Metálica  
Elementos : Cu, Pb, Zn, Ag.  
Capacidad : 100 TMD

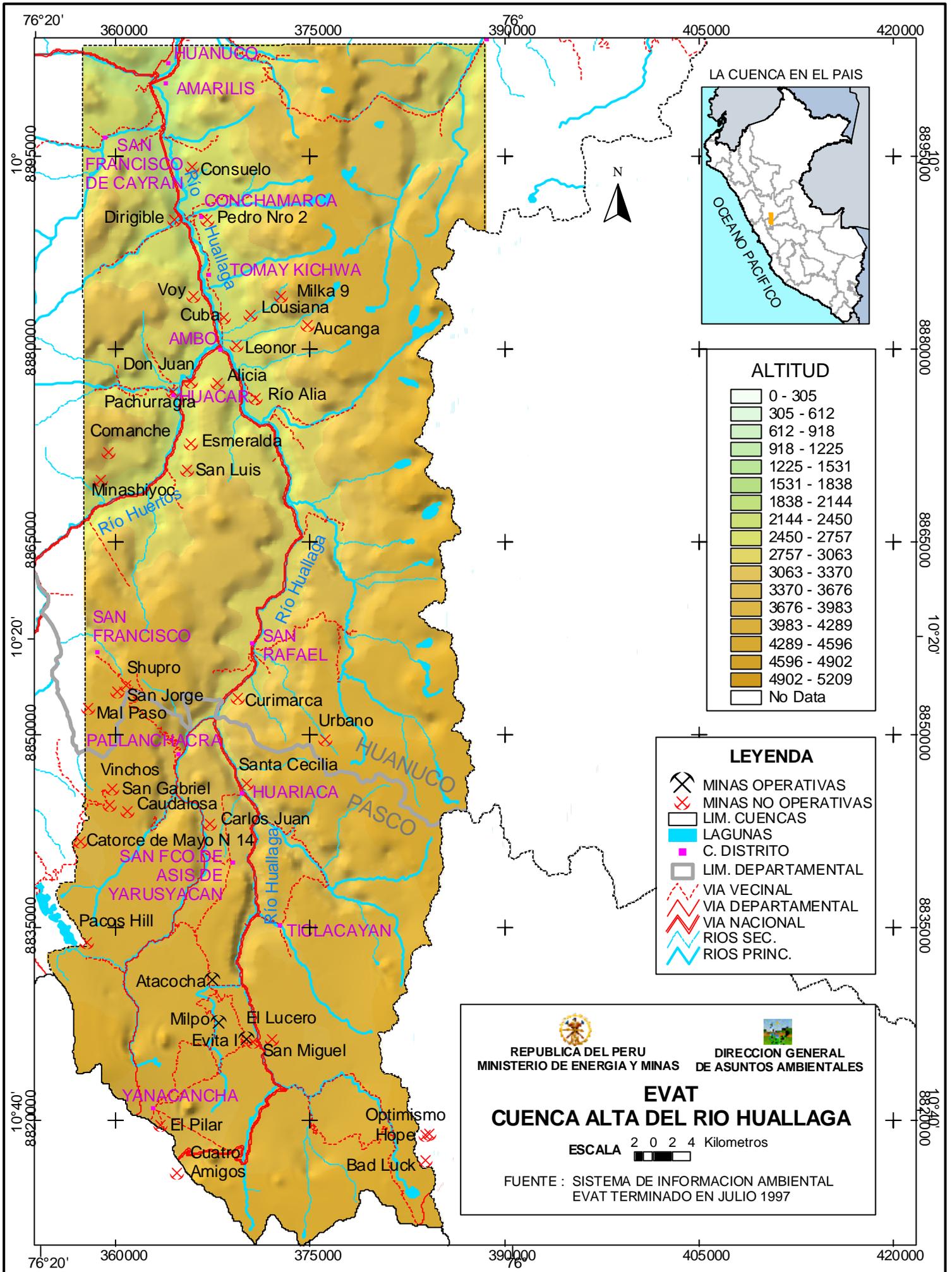
4. Empresa Minera : C.M. Milpo S.A.  
 Localidad : Departamento : Cerro de Pasco, Provincia: Cerro de Pasco,  
 Distrito : Yanacocha
- Sustancia : Metálica  
 Elementos : Pb, Zn, Ag.  
 Capacidad : 2600 TMD
5. Empresa Minera : C.M. Buenaventura S.A.  
 Localidad : Departamento : Cerro de Pasco, Provincia: Cerro de Pasco,  
 Distrito : Yanacocha

6. Empresa Minera : C.M. Las Camelias  
 Distrito : Nicaca

**Bocaminas**

7. Empresa Minera : Mina Villa Rica N° 10
8. Unidad : Mina Pacos Hill
9. Unidad : Mina El Lucero
10. Unidad : Mina Evita I
11. Unidad : Mina Bad Luck
12. Unidad : Mina Cuatro Amigos
13. Unidad : Mina Optimismo
14. Unidad : Mina Hope
15. Unidad : Mina Quilacocha
16. Unidad : Mina Vinchos
17. Unidad : Mina Mal Paso
18. Unidad : Mina Pachurragra
19. Unidad : Mina Consuelo
20. Unidad : Mina Pedro N° 2
21. Unidad : Mina Dirigible
22. Unidad : Mina Voy
23. Unidad : Mina Milka
24. Unidad : Mina Lousiana

25. Unidad : Mina Cuba
26. Unidad : Mina Aucanga
27. Unidad : Mina Shupro
28. Unidad : Mina Don Juan
29. Unidad : Mina Alicia
30. Unidad : Mina Río Alia
31. Unidad : Mina Esmeralda
32. Unidad : Mina Comanche
33. Unidad : Mina Minashiyoc
34. Unidad : Mina San Luis
35. Unidad : Mina Leonor
36. Unidad : Mina Revo. 3 Octubre
37. Unidad : Mina Curimarca
38. Unidad : Mina Catorce de Mayo N° 14
39. Unidad : Mina Urbano
40. Unidad : Mina San Gabriel
41. Unidad : Mina Caudalosa
42. Unidad : Mina Carlos Juan
43. Unidad : Mina San Jorge
44. Unidad : Mina Santa Cecilia
45. Unidad : Mina Huislamachay (Depósito)



## **6. PROGRAMA DE CAMPO**

### **6.1. OBJETIVOS**

Los objetivos del programa de campo fueron visitar las propiedades mineras accesibles en la cuenca del Huallaga para identificar cualquier situación que actualmente contribuya a la contaminación del sistema del río, que pudiera constituir un riesgo de futura contaminación; fotográfica las principales características de la ubicación; obtener muestras de relaves, roca de desmonte y descargas para análisis; y estimar el flujo de descarga significativas.

Se realizó las siguientes tareas, donde fuera apropiado:

- Obtención de muestras de aguas de superficie, mina y relaves según fuera apropiado.
- Medición de flujos de todas las corrientes.
- Observaciones relacionadas a las características físicas de los flujos y canales de flujo.
- Obtención de muestras representativas de depósitos de relaves.
- Observaciones relacionadas a las características físicas de los depósitos de relaves.
- Obtención de muestras representativas de depósitos de roca de desmonte.
- Observaciones relacionadas a las características físicas de los depósitos de roca de desmonte.
- Evaluación ambiental general de las condiciones del área.
- Fotografías de aspectos pertinentes.
- Donde era posible, entrevistas con funcionarios principales de minas.

### **6.2. CALIDAD DE AGUA**

Se obtuvo una muestra de 250 ml en cada punto de muestreo para análisis en laboratorio por métodos de absorción atómica.

Las muestras fueron acidificadas con ácido nítrico en el laboratorio antes del análisis y se analizaron para elementos metálicos y no metálicos ácidos extraíbles:

Aluminio  
Antimonio  
Arsénico  
Cadmio  
Cobre  
Hierro  
Plomo  
Manganeso  
Mercurio  
Níquel  
Cinc.

Se obtuvo una muestra de 500 ml., en cada punto de muestreo para análisis químico general en laboratorio para incluir sólidos en suspensión, pH, acidez total, cationes principales (calcio, magnesio, sodio, potasio) y aniones principales (sulfato, cloruro).

Se midió el pH en el campo en cada punto de muestreo.

**DIRECCION DE LABORATORIOS**  
(LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA)

**ORDEN DE TRABAJO :** **OFICIO N° 169-97-EM-DGAA**  
**PROCEDENTE :** **RIO HUALLAGA**  
**SOLICITADO POR :** PROYECTO PER/93/0019  
 ADI Intemational Inc.  
**ANALISIS :** Fe, Pb, Zn, Ni, Cu, Cd, Sb, Al, As, Ca, K, Mg, Na, Mn, Hg  
**FECHA :** Lima, 16 de Abril de 1997

CODIGO MUESTR A	Fe mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	Ni mg/L	Cu mg/L	Cd mg/L	Sb mg/L	Al mg/L	As mg/L	Ca mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	Mn mg/L	Hg mg/L
H-1-1	0.0070	< 0.0005	4.2000	0.0103	0.0069	0.0227	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	178.0000	3.6250	34.0000	5.8750	6.7500	< 0.0002
H-1-2	< 0.0050	0.0013	2.8000	< 0.0050	0.0087	0.0189	0.0108	< 0.0100	< 0.0050	153.0000	2.8750	28.0000	5.2500	4.8000	< 0.0002
H-1-3	0.0074	< 0.0005	0.0122	< 0.0050	0.0143	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0100	0.0064	74.0000	1.1250	10.0000	2.1250	< 0.0005	< 0.0002
H-1-4	0.0062	0.0033	0.0600	< 0.0050	0.0111	0.0008	0.0072	0.0112	0.0065	76.0000	1.1250	10.0000	2.1250	0.0494	< 0.0002
H-1-5	0.0239	< 0.0005	0.0127	< 0.0050	0.0036	< 0.0005	< 0.0050	0.0120	< 0.0050	25.0000	0.6250	5.0000	0.1250	< 0.0005	< 0.0002
H-2-1	1.5000	0.0285	85.0000	0.0408	1.1250	0.1500	< 0.0050	6.5340	< 0.0050	68.0000	1.8750	120.0000	3.6250	64.0000	< 0.0002
H-2-2	0.0093	< 0.0005	0.0700	< 0.0050	0.0029	< 0.0005	< 0.0050	< 0.0100	0.0087	47.0000	0.5000	15.0000	0.6250	< 0.0005	< 0.0002
H-2-3	0.0135	0.7700	112.5000	0.0050	0.0010	0.5200	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	145.0000	4.3750	116.0000	4.5000	13.0000	< 0.0002
H-2-4	0.5000	0.0276	77.5000	0.0366	0.8750	0.1400	< 0.0050	7.0310	< 0.0050	66.0000	1.6250	108.0000	3.3750	53.0000	< 0.0002
H-3-1	< 0.0050	0.0364	0.3000	< 0.0050	4.8750	0.0097	0.0381	< 0.0100	< 0.0050	114.0000	6.7500	13.0000	16.5000	0.0211	< 0.0002
H-3-2	< 0.0050	0.00069	1.6000	< 0.0050	0.0123	0.0175	0.1419	< 0.0100	< 0.0050	126.0000	2.2500	24.0000	1.8750	0.2000	< 0.0002

<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>Fe mg/L</b>	<b>Pb mg/L</b>	<b>Zn mg/L</b>	<b>Ni mg/L</b>	<b>Cu mg/L</b>	<b>Cd mg/L</b>	<b>Sb mg/L</b>	<b>Al mg/L</b>	<b>As mg/L</b>	<b>Ca mg/L</b>	<b>K mg/L</b>	<b>Mg mg/L</b>	<b>Na mg/L</b>	<b>Mn mg/L</b>	<b>Hg mg/L</b>
<b>H-3-3</b>	< 0.0050	0.0589	0.0900	< 0.0050	0.0493	0.0006	< 0.0050	< 0.0100	0.0121	77.0000	1.6250	9.0000	3.7500	0.0412	< 0.0002
<b>H-3-4</b>	0.0078	0.0021	0.0039	< 0.0050	0.0031	< 0.0005	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	66.0000	0.7500	9.0000	1.1250	< 0.0005	< 0.0002
<b>H-4-1</b>	0.0172	< 0.0005	0.0200	< 0.0050	0.0324	< 0.0005	0.0281	0.0138	0.0165	178.0000	7.5000	0.0120	17.5000	0.0006	< 0.0002
<b>H-4-2</b>	< 0.0050	0.0067	0.0500	< 0.0050	0.2125	< 0.0005	0.0143	< 0.0100	0.0158	73.0000	2.3750	7.0000	4.3750	0.0733	< 0.0002
<b>H-4-3</b>	< 0.0050	0.0057	0.1000	< 0.0050	0.0556	< 0.0005	< 0.0050	< 0.0100	0.0186	78.0000	1.6250	9.0000	4.6250	0.0251	< 0.0002
<b>H-6-1</b>	61.0000	2.2000	69.0000	0.0344	3.1250	0.1800	< 0.0050	5.6480	< 0.0050	126.000	4.2500	67.0000	11.2500	62.0000	< 0.0002
<b>H-6-2</b>	73.0000	2.4200	76.0000	0.0365	4.3750	0.2000	< 0.0050	6.1380	0.0112	146.0000	3.2500	62.0000	9.5000	62.0000	3.0000
<b>H-7-1</b>	0.0344	< 0.0005	0.0042	< 0.0050	0.0020	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	55.0000	0.8750	9.0000	1.3750	< 0.0005	< 0.0002
<b>H-17-1</b>	0.0133	< 0.0005	0.0100	< 0.0050	0.0026	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	74.0000	2.7500	24.0000	2.0000	0.0014	< 0.0002
<b>H-20-1</b>	2.0000	0.0077	0.0137	< 0.0050	0.0063	< 0.0050	< 0.0050	1.5850	< 0.0050	4.8400	2.3750	3.4800	4.1250	0.0019	< 0.0002
<b>H-22-1</b>	2.7500	0.0073	0.0132	< 0.0050	0.0048	< 0.0050	< 0.0050	3.3250	< 0.0050	3.1600	3.5000	2.4000	5.7500	0.0018	< 0.0002
<b>H-22-2</b>	0.0851	< 0.0005	0.0100	< 0.0050	0.0077	< 0.0050	< 0.0050	0.0837	0.0059	32.0000	1.1250	5.0000	3.6250	0.0009	< 0.0002
<b>H-25-1</b>	1.2550	< 0.0005	0.0079	< 0.0050	0.0038	< 0.0050	< 0.0050	1.0170	< 0.0050	5.9200	1.5000	2.1600	5.2500	0.0005	< 0.0002
<b>H-28</b>	0.0078	< 0.0005	0.0500	< 0.0050	0.0060	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	40.0000	0.8750	11.5000	2.3750	< 0.0005	< 0.0002
<b>H-33-1</b>	1.8750	< 0.0005	0.0110	< 0.0050	0.0021	< 0.0050	< 0.0050	0.4740	< 0.0050	3.5200	2.3750	4.8000	5.1250	0.0006	< 0.0002
<b>H-33-2</b>	0.0103	< 0.0005	0.0049	< 0.0050	0.0043	< 0.0050	< 0.0050	0.1620	< 0.0050	43.0000	1.0000	6.0000	5.1250	0.0008	< 0.0002
<b>H-33-3</b>	0.0266	0.0010	0.0039	< 0.0050	0.0050	< 0.0050	< 0.0050	0.0199	< 0.0050	39.5000	1.1250	6.0000	5.0000	0.0009	< 0.0002
<b>H-41-1</b>	0.3092	0.0462	5.0000	< 0.0309	0.1625	0.0191	< 0.0050	1.7730	< 0.0050	17.0000	0.7500	7.0000	1,1250	2.5000	< 0.0002
<b>H-42-1</b>	0.1837	< 0.0005	0.2000	< 0.0050	0.0068	0.0050	< 0.0050	< 0.0100	< 0.0050	11.000	0.3750	5.5000	0.2500	0.0760	< 0.0002

<b>CODIGO MUESTRA</b>	<b>Fe mg/L</b>	<b>Pb mg/L</b>	<b>Zn mg/L</b>	<b>Ni mg/L</b>	<b>Cu mg/L</b>	<b>Cd mg/L</b>	<b>Sb mg/L</b>	<b>Al mg/L</b>	<b>As mg/L</b>	<b>Ca mg/L</b>	<b>K mg/L</b>	<b>Mg mg/L</b>	<b>Na mg/L</b>	<b>Mn mg/L</b>	<b>Hg mg/L</b>
<b>H-45-1</b>	< 0.0050	0.0006	0.1000	< 0.0050	0.0064	0.0006	0.0051	< 0.0100	0.0063	50.0000	0.8750	8.0000	2.8750	0.0006	< 0.0002
<b>H-100-1</b>	0.0078	<0.0005	0.0200	< 0.0050	0.0071	< 0.0050	0.0050	0.0477	0.0062	26.5000	0.7500	4.5000	1.6250	0.0009	< 0.0002
<b>H-100-2</b>	0.0172	< 0.0005	0.0087	< 0.0050	0.0016	< 0.0050	< 0.0050	0.0139	< 0.0050	39.5000	1.1752	6.0000	5.3750	< 0.0005	< 0.0002
<b>H-100-3</b>	< 0.0050	< 0.0005	0.0096	< 0.0050	0.0040	< 0.0050	< 0.0050	0.0166	0.0092	32.5000	1.0000	5.5000	4.2500	< 0.0005	< 0.0002

### **6.3. LECHO DE CORRIENTE**

Se inspeccionó el lecho de la corriente y/o las orillas en cada localidad de muestreo, anotando las siguientes observaciones:

- Tipo de sustrato.
- Depósito de sedimentos relacionados a la mina (hidróxidos y sólidos de relave).
- Crecimiento vegetal.

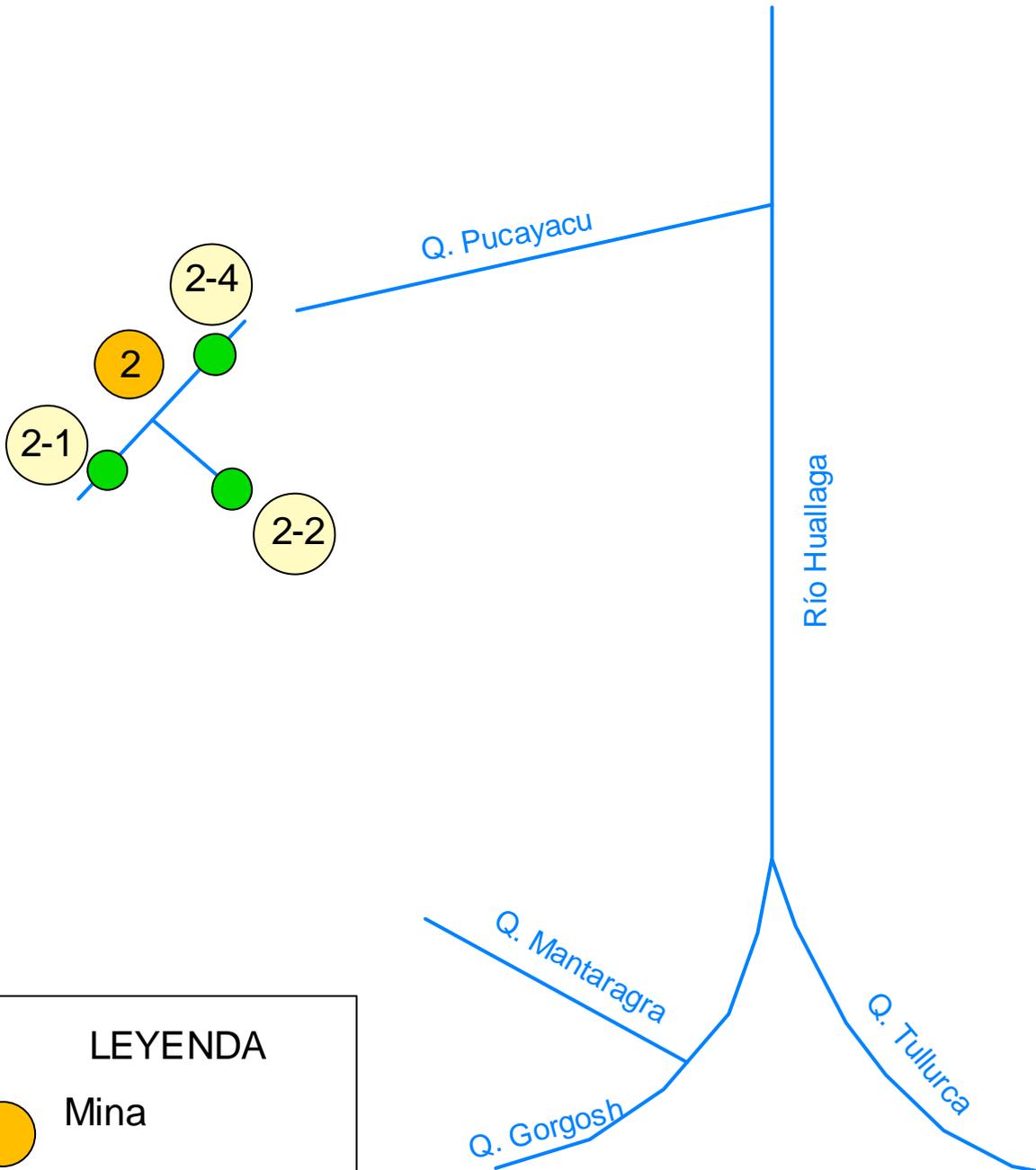
### **6.4. CARACTERISTICAS DE LA ROCA DE DESMONTE**

- Se obtuvo trozos de roca de desmonte representativos con litología similar.
- Se obtuvo una muestra compuesta de 5 sub muestras mediante cono y cono partido.
- Análisis mineralógico de las muestras en el laboratorio.
- Estimado de los volúmenes de las pilas de desmonte.
- Observaciones generales de las pilas con respecto a la infiltración de flujos de superficie, estabilidad y ubicación.

### **6.5. CARACTERISTICAS DE LOS RELAVES.**

- Se obtuvieron muestras representativas de las pilas.
- Se obtuvieron muestras a profundidades de 10 a 30 cm., debajo de la superficie.
- Se obtuvo una muestra compuesta de un mínimo de cinco sub muestras mediante mezclado completo y método de cono y cono partido.
- Análisis mineralógico y determinación del potencial de generación ácida de las muestras.
- Estimación de los volúmenes de los depósitos de relaves.
- Observaciones generales de las pilas con relación a distribución del tamaño del grano, contenido de humedad, infiltración y flujos de agua superficial. Estabilidad y ubicación.

# PUNTOS DE MUESTREO ALTO HUALLAGA FIG. 3-2

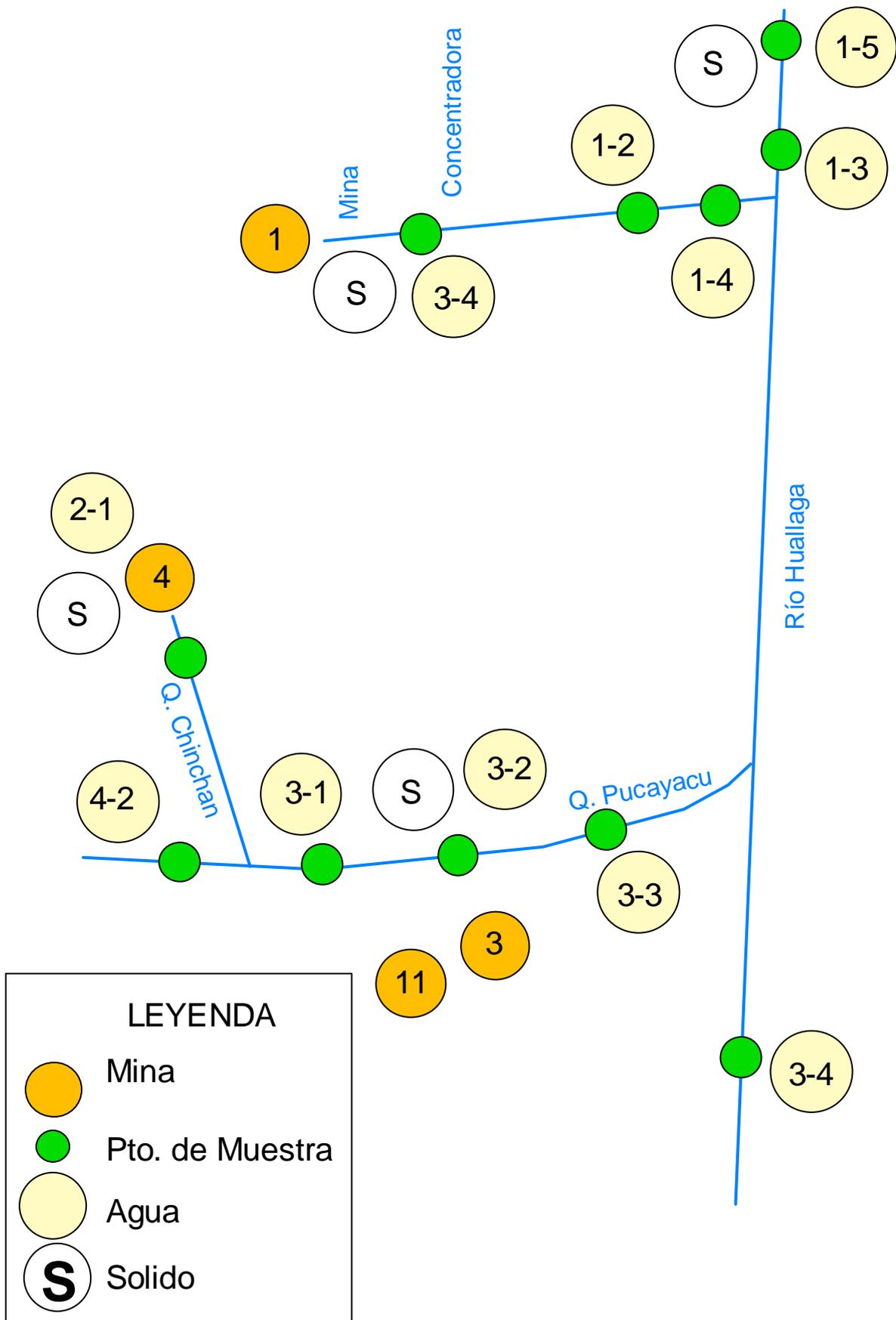


**LEYENDA**

-  Mina
-  Pto. de Muestra
-  Agua
-  Solido

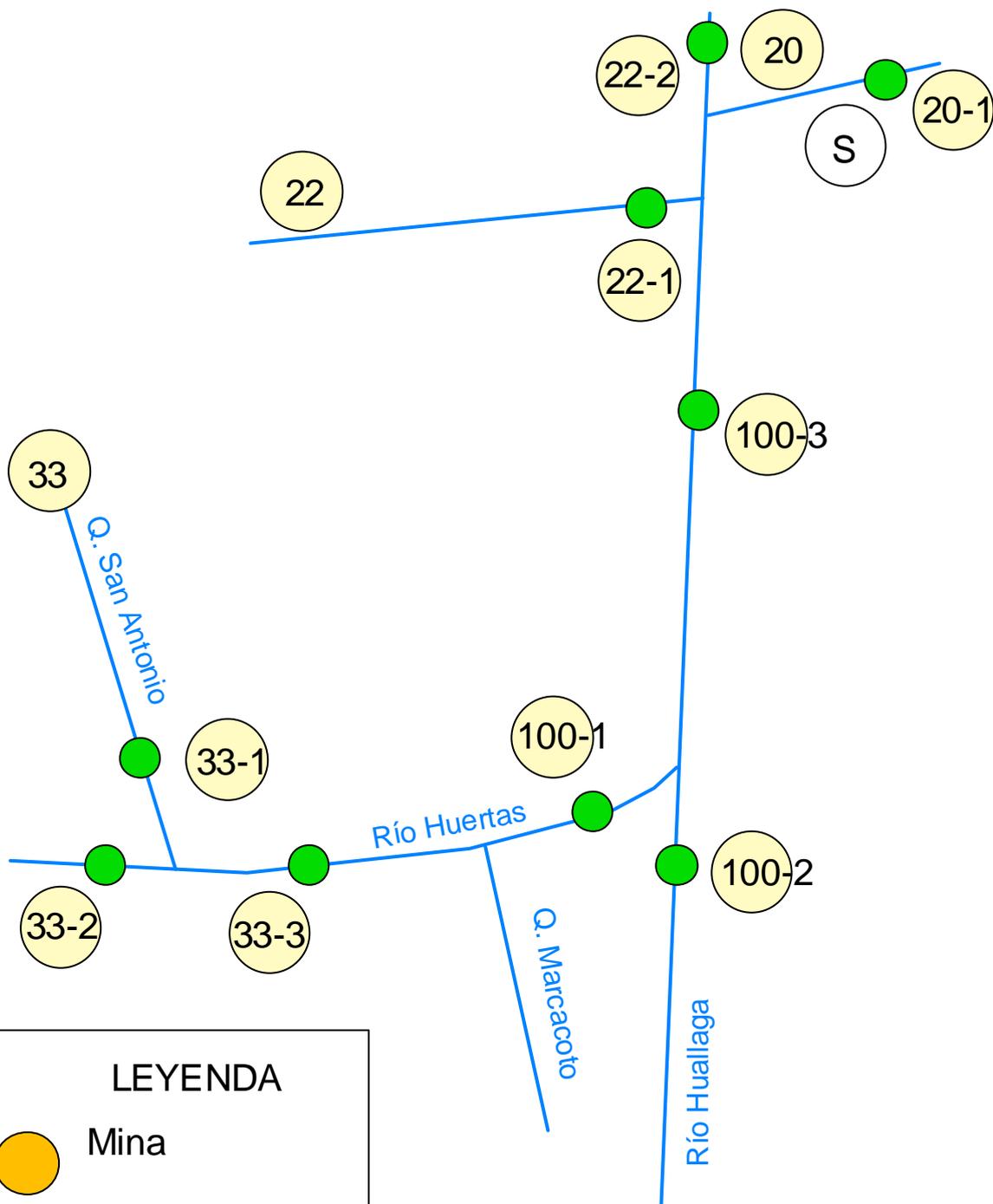
# PUNTOS DE MUESTREO EN QDA. PUCAYACU

## FIG. 3-3



# PUNTOS DE MUESTREO EN EL RÍO HUERTAS

## FIG. 3-3



**LEYENDA**

-  Mina
-  Pto. de Muestra
-  Agua
-  Solido

## 7. IMPACTOS AMBIENTALES

### 7.1. EN LAS MINAS

En ausencia de medidas de control ambiental debidamente diseñadas y operadas, las operaciones mineras pueden tener impactos mayores en las fuentes de agua vecinas. Entre los orígenes de problemas se puede incluir:

- ?? Drenaje ácido en áreas de mineralización sulfurosa,
- ?? Liberación de altas cargas metálicas que generalmente, aunque no siempre, asociadas con condiciones ácidas.
- ?? Liberación de altas cargas de sedimentos,
- ?? Inundación, o riesgo de inundación, de corrientes por relaves u otros desechos sólidos, y
- ?? Contaminación de aguas superficiales y subterráneas con sustancias peligrosas, tales como petróleo u otros hidrocarburos, reactivos y otros productos químicos.

En áreas donde existe mineralización sulfurosa no protegida, el principal problema de la calidad de agua por la actividad minera es generalmente debido a los efectos del drenaje ácido no controlado.

Una vez permitido su desarrollo, el drenaje ácido es tanto difícil como costoso de controlar, sus efectos son a largo plazo, aun a perpetuidad, y afectarán adversamente, tanto al uso de aguas superficiales, debido a sus propiedades tóxicas sobre la fauna acuática como a las fuentes de aguas subterráneas debido a la migración hacia abajo de los lixiviados tóxicos.

## RIO HUALLAGA

### FUENTES DE CONTAMINACIÓN ACTUALES Y POTENCIALES

Minas	PAMA	Drenaje Acido	Fallas en Taludes en Pilas de Relaves y Roca de desmonte	Control de Drenaje de Sedimentación	Desagüe	Almacenaje de Químicos/ Petróleo
2, El Pilar	Si	**	**	*		*
1, Atacocha	Si	**	**	*		**
Grupo 3,11, San Miguel	Si	**	**	**		
4, Milpo	Si	**				
33, Mina Comanche	No					
22, Mina Dirigible	No					
20, Mina Consuelo	No					

Los problemas de drenaje ácido son la principal categoría de problemas y se presentan en todas las localidades. Los siguientes en importancia fueron las posibilidades de fallas, existentes o potenciales, de taludes de pilas de relaves o de roca de desmonte, los problemas de control de drenaje y sedimentación y los problemas de derrame potencial de materiales peligrosos. También se presentaron problemas relacionados con desagües en varias localidades.

### 7.2. DRENAJE ACIDO

La generación ácida ocurre en muchas minas en la cuenca alta del río Huallaga. La cantidad total de ácido generado en la cuenca por la oxidación de minerales sulfurados se estimó de las concentraciones de sulfatos y los estimados de campo de los regímenes de flujo del drenaje. En el momento del muestreo, se generaba aproximadamente 170 t/d de ácido (como  $\text{CaCO}_3$ ) de las minas en operación y abandonadas dentro de la cuenca alta del río Huallaga. Este ácido es generado en la forma de iones de hidrógeno libre (acidez mineral) y metales que pueden ser precipitados como hidróxidos (acidez metálica). La cantidad de este ácido es equivalente a la cantidad de reactivo

alcalino, tal como caliza hidratada, que sería requerida para neutralizar los iones de hidrógeno y para precipitar metales como sus hidróxidos.

La composición del drenaje de las áreas mineras indica que la mayor parte de la acidez es neutralizada dentro de las áreas, presumiblemente por la disolución de carbonatos. Consecuentemente, la cantidad neta de ácido que se descarga al río Huallaga y sus tributarios es menor de 30 t/d.

La liberación de drenaje ácido hacia la cuenca es responsable de la presencia de por lo menos trazas de muchas especies químicas, metálicas, en el río Huallaga. Varios metales, tales como hierro y cinc, se solubilizan directamente por la oxidación de sulfuros presentes en los minerales; otros se solubilizan por la presencia de condiciones ácidas debido al proceso de generación ácida. Los elementos químicos asociados con la generación ácida en la cuenca, incluyen arsénico, antimonio, aluminio, cadmio, cobre, hierro, plomo, manganeso y cinc. No se detectó níquel ni mercurio en ninguna de las muestras de agua que fueron obtenidas durante el estudio.

### FUENTES DE GENERACIÓN ACIDA

#### CUENCA DEL RIO HUALLAGA

MINA	TOTAL DE ACIDO GENERADO COMO CaCO <sub>3</sub>	ACIDO DECARGADO NETO COMO CaCO <sub>3</sub>
Pilar	77	28
Atacocha	32	1
San Miguel	41	0.3
Milpo	19	0.1
Comanche	0	0
Dirigible	0	0
Consuelo	0	0

### 7.3. ESTABILIDAD DE TALUDES

Las minas Atacocha, Pilar y San Miguel contenían depósitos de relaves que habían sido severamente erosionados o que mostraban áreas de “deslizamientos” debido a taludes inestables. Estos depósitos están ubicados inmediatamente adyacentes a cursos de agua. Los relaves se han derramado hacia los cursos de agua debido a varias causas, incluyendo:

- Erosión general
- Llenado por sobre los muros de contención, y
- Falla de taludes.

La liberación de sólidos de relaves hacia los cursos de aguas locales causa un número de efectos nocivos, que incluyen.

- Aumento en el nivel de turbidez y concentraciones de sólidos en suspensión dentro del sistema del río.
- Destrucción del sedimento “natural” y las orillas de la corriente debido a que son cubiertos con los relaves, y
- Transferencia de sólidos generadores de ácidos a otros cursos de agua.

<b>DESCARGAS DE ARSENICO Y METALES AL RIO HUALLAGA</b>	
<b>ELEMENTO</b>	<b>CANTIDAD T / d</b>
Aluminio	4.5
Cadmio	0.04
Cobre	0.8
Hierro	15
Plomo	0.4
Manganeso	16
Cinc	20

### **SULFUROS MINERALES EN RELAVES Y ROCA DE DESMONTE**

<b>MINA N°</b>	<b>RELAVES Y TIPO DE MUESTRA</b>	<b>SULFATOS MINERALES</b>
Pilar	Relaves (H2-1)	14% Py 2% Ef. Trazas de Po
Atacocha	Roca de Desmonte (H1-1) Relaves (H12-)	20% Py, % Ef, 3% Cp, trazas de Apy, Gn 21% Py, 6% Ef, trazas de Po, Apy, Cp
San Miguel	Roca de Desmonte (H3-D) Relaves (H3-2)	Traza de Cp Trazas de Py, Ef, Po
Milpo	Roca de Desmonte (H4-10) Relaves (H4-10)	7% Py, 3% Ef, 1% Gn, trazas de Po. 20% Py, 25% Ef, trazas de Cp, Apy
Comanche		
Dirigible		
Consuelo	Roca de Desmonte (H20-D)	Trazas de Py, Apy
Py - Pirita Po - Pirrotita	Cp – Calcopirita Ef – Esfalerita	Apy – Arsenopirita Gn – Galena

#### **7.4. PROBLEMAS DE SEDIMENTACIÓN Y CONTROL DE DRENAJES**

La mayoría de las localidades que fueron visitadas no tenían adecuadas medidas para minimizar la erosión de las superficies alteradas. Consecuentemente, el drenaje de superficie de estas localidades contiene cargas excesivas de arenilla y la erosión de estas áreas continuará indefinitivamente. La erosión es una fuente de incremento de los niveles de turbidez y de concentraciones de sólidos en suspensión, dentro de la cuenca.

La erosión en el área de las minas es causada por factores tales como taludes empinados, falta de una cubierta protectora sobre las áreas alteradas (vegetación, cascajo) y falta de canales de derivación de aguas para minimizar los flujos a través de las áreas.

#### **7.5. PROBLEMAS DE MATERIALES PELIGROSOS**

Se ha notado evidencia de derrames de petróleo en muchas localidades mineras que fueron visitadas. Cierta número de localidades no contaban con instalaciones para contener el derrame de productos de petróleo y otros productos químicos. Los derrames de tales materiales son muy dañinos a la calidad de agua corriente abajo.

#### **7.6. CALIDAD DE AGUA DEL RIO HUALLAGA**

El agua se caracteriza por elevadas concentraciones de sólidos en suspensión, un pH moderadamente ácido a moderadamente alcalino, calcio como el principal cation, bicarbonato como el principal anión y por lo menos trazas de muchos elementos químicos metálicos y no metálicos.

La cuenca del río Huallaga se caracteriza por una habilidad para “amortiguar” los efectos de la generación ácida. La capacidad de amortiguación puede atribuirse a la disolución de carbonatos de la roca receptora. La acidez potencial se basa en las concentraciones de sulfato y es la acidez que se mediría si la neutralización no hubiera ocurrido. La acidez actual es la suma colocada de las acideces “libre” y “metálica” en el punto de muestreo. En todos los casos, la acidez actual es substancialmente menor que la acidez potencial en cada una de las localidades de muestreo seleccionadas en el río Huallaga y sus tributarios.

**7.7. SUMARIO DE CALIDAD DE AGUA – RIO HUALLAGA**

<b>VALOR DE LA FRECUENCIA ACUMULACIÓN DE OCURRENCIA</b>					
	<b>RANGO</b>	<b>10%</b>	<b>50%</b>	<b>90%</b>	<b>N</b>
Sólidos en suspensión	18-461	18	110	397	10
pH	6.4-7.9	6.4	7.3	7.7	10
Calcio	3.16-77.00	3.16	32.50	76.00	10
Magnesio	2.4-10.00	2.4	5.50	10.00	10
Sodio	0.125-5.75	0.125	2.125	5.375	10
Potasio	0.625-3.50	0.625	1.125	3500	10
Cloruro	.<10-<10				10
Sulfato	<10-66	<10	21	50	10
Alcalinidad(como Ca CO <sub>3</sub> )	35-193	35	92	115	10
Hierro	<0.005 – 2.75	<0.005	0.0062	0.239	10
Manganeso	<0.0005-0.0494	<0.0005	<0.0005	0.0412	10
Antimonio	<0.0050-0.0072	<0.005	<0.005	0.005	10
Arsénico	<0.0050-0.0121	<0.005	0.0059	0.0092	10
Aluminio	<0.0100-3.3250	0.01	0.0139	0.0837	10
Cadmio	<0.0005-0.0008	<0.0005	<0.0005	0.006	10
Cobre	<0.0016-0.0493	0.0016	0.0048	0.0143	10
Plomo	<0.0005-0.0289	.<0.0005	<0.0005	0.0073	10
Mercurio	<0.0002-<0.0002				10
Níquel	<0.005-<0.005				10
Cinc	0.0039-0.0132	0.0039	0.0200	0.0127	10

**NOTA : TODAS LAS CONCENTRACIONES ESTAN EN mg/l**

## 7.8. CAPACIDAD DE AMORTIGUAMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO HUALLAGA

UBICACION DE LA MUESTRA	CONCENTRACION ACIDA POTENCIAL Mg/l Ca CO <sub>3</sub>	CONCENTRACION ACIDA ACTUAL Mg/l Ca CO <sub>3</sub>
(a) Q. Pucayacu	50	0.3
3.4 Río Huallaga	52	0.03
1-4 Afluente	69	0.3
1-3 Río Huallaga	40	0.06
1-5 Río Huallaga	210	
100-1 Río Huertas	22	0.3
100-2 Río Huallaga	22	0.09
100-3 Río Huallaga	21	0.1
22-2 Río Huallaga	19	0.7

(a) Ubicación de muestreo para calidad de agua +

## 7.9. CARACTERIZACIÓN DE LOS RELAVES Y ROCA DE DESMONTE

Que fueron obtenidas durante el programa de campo, son consistentes con el alto potencial para la generación de drenajes ácidos.

Muchas muestras también contenían pirrotita. Estos sulfuros de hierro son las principales fuentes de generación ácida en las localidades mineras. Ninguna de las muestras obtenidas contenían carbonatos minerales, una mayor indicación del potencial de generación ácida, partiendo de estos materiales mineralizados. Los carbonatos minerales inhiben la generación ácida evitando la disminución del pH que es necesario mantener para un proceso de oxidación rápida.

## 7.10. RIESGOS POTENCIALES

Los mayores riesgos ambientales a la calidad de agua, asociados con la actividad minera histórica y presente, dentro de la cuenca del río Huallaga incluyen:

- ?? La liberación continua de drenaje ácido de mina no tratado,
- ?? La liberación continuada de relaves debido a la erosión,
- ?? El potencial de derrames masivos de relaves debido a condiciones inestables de taludes y
- ?? El potencial de la liberación accidental de productos químicos peligrosos.

Los primeros dos de estos puntos son impactos a la cuenca que están ocurriendo. Los últimos dos puntos representan posibilidades más catastróficas en las cuales una repentina liberación; ya sea de relaves o de productos químicos peligrosos, tendrían un repentino y significativo impacto en la cuenca.

Los depósitos de relaves observados en la cuenca están situados a lo largo o cerca de las orillas de la corriente principal o sus tributarios. Muchos de estos depósitos tienen taludes muy pronunciados en la cara aguas abajo, algunos de los cuales han sufrido fallas locales. La erosión del pie de los taludes de los sistemas de relaves podrían resultar en serias descargas de relaves hacia el río. Existe poca duda en que el número total de situaciones dentro de la cuenca es mayor que aquellas informadas, debido a la dificultad encontrada en lograr el acceso a algunas de las áreas.

El riesgo muy real de daño ambiental considerable, debido a la falla aunque sea de uno de los sistemas identificados, debe ser tomado como un problema principal para el manejo ambiental de la cuenca a largo plazo. La liberación de varios miles de toneladas de sólidos de relaves hacia el río inundaría una gran longitud de río con material generador de ácidos, impactaría las centrales hidroeléctricas, sistemas de irrigación y de toma de aguas y requeriría el gasto en grandes obras de recuperación. Todos estos depósitos deberán ser completamente evaluados para definir sus características geotécnicas e identificar las medidas requeridas para proveer la integridad física del depósito en el largo plazo.

#### **7.11. DEFINICIÓN DE PRIORIDADES**

Los efectos de la minería en la cuenca del río Huallaga pueden ser priorizados en dos categorías en base de las investigaciones realizadas en este estudio:

- ?? Impactos ambientales existentes en proceso.
- ?? Impactos ambientales potencialmente catastróficos.

##### **Impactos Ambientales Existentes en Proceso**

La primera categoría incluye la liberación continua de drenaje ácido de mina y su efecto en la cuenca, tomando en cuenta la habilidad que aparentemente el sistema tiene para neutralizar la acidez, debido a la capacidad de amortiguamiento provista por la disolución de carbonatos dentro de la cuenca.

Las cargas ácidas estimadas de las principales cuencas, basadas en el muestreo por una vez, realizado durante el estudio, son como sigue:

?? Alto Huallaga	80 t/d (como Ca CO <sub>3</sub> )
?? Quebrada Pucayacu	90 t/d (como Ca CO <sub>3</sub> )
?? Río Huertas	0 t/d (como Ca CO <sub>3</sub> )

Los esfuerzos para controlar los efectos del drenaje de minas en la calidad de agua, serán extremadamente difíciles y costosos debido al número de fuentes y las dificultades inherentes relacionadas con la eliminación de generación ácida. Se requerirá de mayores estudios detallados de ingeniería y calidad de agua para confirmar los efectos de drenaje ácido en la calidad de agua; para confirmar la importancia de cada una de las fuentes y evaluar la factibilidad de las medidas de mitigación.

Otras contaminaciones en proceso tales como la contaminación por derrames de petróleo y de otros productos químicos industriales, y la descarga de desagües sin tratamiento, son importantes pero son tomadas como de menor prioridad con relación a los efectos totales en la cuenca como un todo.

## **8. MEDIDAS DE MITIGACION**

### **8.1. ENFOQUE**

El programa de campo y los subsecuentes análisis identificaron el drenaje ácido, la inestabilidad de taludes y la sedimentación como los temas de problemas ambientales en minería con relación a la cuenca del río Huallaga. Las subcuencas identificadas como prioritarias son como sigue:

- Alto Huallaga
- Quebrada Pucayacu

Debe recordarse que los niveles de costos resultantes generados por este enfoque se basan en una evaluación y análisis en toda la cuenca que refleja las restricciones siguientes:

- Las localidades impactadas fueron identificadas por observaciones visuales, apoyadas solamente, en la mayoría de los casos, por muestras de agua y sólidos que representan un instante en el tiempo durante la época lluviosa del año ( marzo 1997).
- Se realizó sólo estimados visuales de campo simples de las distancias, volúmenes, regímenes y otros parámetros de importancia en las localidades inspeccionadas.
- No se pudo acceder a todas las localidades durante la época lluviosa debido a las condiciones de las vías, y
- Se desarrolló estimados de costos unitarios en forma genérica.

De esta manera, la información de costos desarrollada, aunque provee una guía inicial del nivel de gastos potencialmente requeridos para el planeamiento de las medidas de mitigación, debe ser complementada con investigaciones específicas de las localidades y el desarrollo de propuestas de ingeniería de detalle sobre las que se pueden basar estimados de costos detallados más apropiados.

### **8.2. MITIGACIÓN DE DRENAJE ACIDO**

#### **Opciones**

Las fuentes típicas de drenaje ácido importantes en la cuenca del río Huallaga incluyen:

- Descargas tanto de minas en operación como cerradas.
- Lixiviados de relaves generadores de ácido.
- Lixiviados de pilas de roca de desmonte generadoras de ácido, y
- Lixiviados de roca de desmonte generadora de ácido usada en instalaciones de infraestructura de minas, tales como caminos, rellenos, cimentaciones, represas, diques, etc

Las medidas de mitigación incluyen la cesación del bombeo de manera que se permita la inundación de la mina; colección y tratamiento de las descargas de las bocaminas, etc. en las minas abandonadas; inundación de relaves y roca de desmonte si es factible y la instalación de cubiertas de baja permeabilidad sobre relaves y roca de desmonte.

Esta última opción reducirá la infiltración de agua hacia los desechos y reducirá el lavado de los productos de reacciones, al ambiente. Sin embargo, no inhibirá la transferencia de oxígeno atmosférico hacia el desecho salvo que la cubierta pueda ser permanentemente mantenida como una cubierta saturada con 100 por ciento de integridad. Esto podría ser muy difícil, si no imposible, alcanzar en las condiciones de la cuenca, antes que se pueda considerar seriamente el diseño de cubiertas saturadas en la región.

La transferencia de relaves generadores de ácido a pozas donde el material pueda ser mantenido bajo agua a perpetuidad es muy atractiva desde el punto de vista ambiental, a pesar de aparecer inicialmente como prohibitivamente costosa. En algunos casos, en otros lugares, se ha descubierto que el reprocesamiento de los relaves puede recuperar suficiente valor mineral para balancear el costo de mover el material de relaves, particularmente si la necesidad de coleccionar y tratar el agua a perpetuidad, agua debajo del área del depósito, ha sido tomada en cuenta en la evaluación económica.

Se puede aplicar bactericidas, álcalis u otros reactivos químicos a los depósitos de relaves y roca de desmonte para disminuir el régimen al cual ocurre la generación ácida. Estas son tomadas como medidas temporales generalmente son parcialmente efectivas en la reducción del régimen de generación ácida.

La colección y tratamiento de drenaje ácido es el método más directo para controlar los efectos de la generación de ácido en la calidad de agua de la cuenca. La neutralización del drenaje con cal hidratada es el método más común de tratamiento. El tratamiento es costoso, produce cantidades voluminosas de hidróxidos metálicos no utilizables, requiere atención constante y puede ser requerido por siglos.

### **8.3. SUPUESTOS DE ESTIMACIÓN**

Los intentos de eliminar o minimizar el régimen al cual ocurre la generación de ácido dentro de la cuenca podría tener resultados muy problemáticos. Muchos años de esfuerzos y gastos podrían ser acompañados de resultados inciertos, el drenaje ácido podría seguir siendo un problema, a pesar de los esfuerzos masivos. La recolección y tratamiento del drenaje ácido proporcionarían los resultados más seguros en la mejora de la calidad de agua, al costo de inversiones de capital mayores y la necesidad de incurrir en costos de operación a perpetuidad.

### **8.4. COSTOS POTENCIALES**

El total del costo de capital está en el orden de US\$ 3 millones. Los costos operativos anuales para tratar aproximadamente 170 t/d de carga ácida estarían en el orden de US\$ 0.9 millones.

### **8.5. ACCIÓN FUTURA RECOMENDADA**

Se requerirá de estudios considerables previos a los intentos de minimizar los efectos de drenaje ácido en la cuenca del río Huallaga.

Se requerirá estudios para:

- Confirmar las fuentes de drenaje ácido.
- Confirmar los efectos a lo largo del año de este drenaje en el río Huallaga.
- Definir la factibilidad de métodos específicos en el área de inhibir el régimen al cual ocurre la generación ácida.
- Definir la factibilidad de métodos específicos de tratamiento en el área para prevenir la descarga de drenaje no tratado hacia el río Huallaga, y
- Definir una secuencia de acciones de mitigación en una localidad específica que proporcionarían el costo/beneficio óptimo con relación a la calidad de agua en el río Huallaga.

## **8.6. INESTABILIDAD DE TALUDES**

### **Opciones**

El rango de opciones disponible para el manejo de depósitos de relaves al largo plazo, y en algunos casos, de roca de desmonte, en la cuenca, son difíciles de abordar de manera general o en base de la capacidad de la evaluación inicial dentro de este estudio. Las soluciones, donde sean requeridas, dependerán de las características físicas y de gradación de los depósitos de relaves; de la viabilidad de la localidad para permitir la modificación de la inclinación de los taludes, y en los factores hidráulicos que influyen las condiciones freáticas en el depósito y el manejo de flujos pico. Estos factores solo pueden ser determinados por una detallada investigación de campo incluyendo un programa de perforaciones y sus análisis.

### **Supuestos de Estimación**

Se ha estimado los costos de la estabilización de taludes de los depósitos de relaves asumiendo que por lo menos 20 por ciento de la masa tendría que ser regradada o reubicada para prevenir su descarga hacia cursos de agua o condiciones de taludes inestables. La reubicación sería en el "extremo lejano" del depósito existente. Los costos para este trabajo fueron estimados basándose en datos de archivo de costos de estabilización de taludes (US\$ 8 /m<sup>3</sup>). También se incluyó costos para el costeo de los canales de colección y derivación a lo largo del perímetro del depósito de relaves (US\$ 35 /m).

### **Costos Potenciales**

El costo total estaría en el orden de US\$ 12 millones, con el mayor gasto en Atacocha.

### **Acciones Futuras Recomendadas**

Se requerirá considerables estudios geotécnicos y de ingeniería específicos en las localidades para definir los métodos de estabilización de taludes y para estimar con exactitud los costos correspondientes.

## **8.7. CONTROL DE LA EROSIÓN**

### **Opciones**

El control de la erosión requerirá la minimización del flujo de agua de superficie sobre áreas alteradas, la aplicación de ripio y otras cubiertas protectoras sobre taludes fácilmente erosionables, y la instalación de lagunas de sedimentación para atrapar las arenillas antes de la descarga de los drenajes a los cursos de agua.

### **Supuestos de Estimación**

Los costos nominales para el trabajo de control de la erosión fueron estimados en base a datos de archivo para los costos de derivación, lagunas de sedimentación y recuperación general de las localidades mineras (US\$ 5,000/Ha).

### **Costos potenciales**

El costo total estaría en el orden de US\$ 3 millones.

### **Acción Futura Recomendada**

Se requerirá trabajos de ingeniería específicos en las localidades para establecer las medidas de control de la erosión.

## **8.8. DERRAMES**

### **Opciones**

Muchas localidades mineras no tienen instalaciones para contención de derrames de petróleo y otros productos químicos. Se debería proveer instalaciones de contención secundarias para asegurar que los derrames no sean liberados de los centros mineros hacia los cursos de agua locales.

### **Supuestos de Estimación**

Se ha asignado una cantidad nominal de US\$ 20,000 por centro minero para la instalación de sistemas para la contención de productos de petróleo y otros productos químicos.

### **Costos Potenciales**

El costo de las instalaciones de contención de derrames estaría en el orden de US\$ 40,000

### **Acciones Futuras Recomendadas**

Se requerirá inspecciones y trabajos de ingeniería específicos en las localidades mineras para ejecución de la contención de relaves

**RIO HUALLAGA**  
**ORDEN DE MAGNITUD DE COSTOS DE MEDIAS DE MITIGACION**

(EN MILLONES US \$)

MINA N°	ESTABILIZACION DE TALUDES	CONTROL DE EROSION/ SEDIMENTACION	TRATAMIENTO DE DRENAJE ACIDO		INVERSION TOTAL
			INVERSION	OPERACIÓN ANUAL	
El Pilar*	1	0.3	1.8	0.8	3.1
Atacocha*	10	2	0.3	0.03	12.3
San Miguel*	0.4	0.4	0.1	0.01	0.9
Milpo*			0.07	0.003	0.07
Comanche			0	0	0
Dirigible			0	0	0
Consuelo			0	0	0
TOTAL	11.4		2.3	0.9	16

\* Minas con PAMA.

## **9. REVISION DE LA CUENCA**

### **9.1. SITUACIÓN ACTUAL**

La cuenca del río Huallaga contiene una población grande y un amplio rango de actividades socio económicas que incluyen la actividad minera establecida de hace mucho tiempo; la regeneración hidroeléctrica; suministro de agua a comunidades; la irrigación de tierras agrícolas y la recepción de aguas de desecho tanto domésticas, como industriales.

### **9.2. ESTRATEGIAS DE MANEJO AMBIENTAL**

Los principales problemas ambientales directamente relacionados a las actividades mineras son:

- La seria descarga potencial de relaves al río Huallaga y sus tributarios debido a fallas de los sistemas de almacenamiento.
- La descarga de drenaje ácido de mina no tratado hacia el río Huallaga y sus tributarios, y
- La descarga de arenillas debido a la erosión en las áreas de operación minera.

Otros problemas de alguna menor significación incluyen la pérdida potencial de productos de petróleo y otros productos químicos peligrosos y las descarga de desagües no tratados.

### **9.3. ESTABILIZACIÓN DE RELAVES**

Se requerirá estudios geotécnicos y de ingeniería para confirmar las características de estabilidad de cada uno de los depósitos de relaves y para definir los métodos apropiados de estabilización, si fueran necesarios. Los estudios determinarán la situación actual de cada depósito, su potencial de falla y las medidas correctivas específicas. Ente las medidas de mitigación se pueden mencionar las siguientes:

- Disminución de taludes.
- Reforzamiento del pie de los taludes.
- Escalonamiento hasta la cresta de los taludes.
- Instalación de drenajes para reducir la línea freática.
- Modificación de las capacidades de derivación hidráulicas de los sistemas.
- Reprocesamiento de los relaves para recuperar los valores minerales económicos y la reubicación de los relaves, y
- Transferir los relaves a un sistema de depósito sub-acuático.

### **9.4. TRATAMIENTO DEL DRENAJE ACIDO**

Las operaciones con PAMA son responsables virtualmente de toda la generación del drenaje ácido de la cuenca. Se requerirá muy grandes esfuerzos, ya sea para inhibir la formación del drenaje ácido y/o para proveer las instalaciones para su tratamiento. La medidas correctivas para minimizar las descargas de drenaje ácido de las minas con PAMA, tendrán un efecto beneficioso importante en la calidad de agua de la cuenca.

## 9.5. CONTROL DE SEDIMENTOS

Las operaciones con PAMA son responsables de los problemas relacionados con la pérdida de material particulado hacia el río Huallaga debido a la erosión general. Las medidas correctivas que tomen las operaciones con PAMA deberán reducir este problema.

## 9.6. CONCLUSIONES

El estudio proporciona una perspectiva de los efectos, actuales y potenciales de la minería en la cuenca del río Huallaga. Las principales conclusiones que se pueden derivar del estudio son las siguientes.

Un total de 9 operaciones mineras han sido identificadas en la cuenca, con las siguientes características

:

- Minas en operación	4
- Minas cerradas o abandonadas	5
- Concentradoras	2

La actividad minero metalúrgica de la cuenca alta del río Huallaga se sitúa principalmente en las provincias de Pasco y Ambo, siendo los distritos de Chaupimarca, Yanacancha, Tinyahuarco, Huariaca, Pallanchacra. Ambo, Huascar y San Rafael los de mayor concentración de labores.

El nivel de producción anual de las principales empresas mineras en operación es el siguiente.

<b>Empresas</b>	<b>Zinc TMF</b>	<b>Plomo TMF</b>
C.M. Milpo S.A.	41,700	25,500
C.M. El Brocal S.A.	30,400	12,300
C.M. Atacocha S.A.	27,670	15,110
B.R. Espinoza Bauer	1,690	865
<b>TOTAL</b>	<b>101,260</b>	<b>53,755</b>

Porcentaje de la producción nacional 14.7%

Como se puede apreciar en el cuadro anterior la actividad minero metalúrgica de la zona es bastante significativa con relación a la producción nacional, tanto de zinc como de plomo, puesto que aporta el 14.7% y 23.1%, respectivamente.

Las empresas C.M. Milpo S.A. y C.M. Atacocha S.A. están consideradas entre las más importantes productoras de concentrados de zinc y plomo.

En la zona hay varias empresas cuya actividad es reciente y también existen varias nuevas bocaminas. Todo ello se ha considerado en el desarrollo de la Evaluación Ambiental Territorial.

Finalmente, las empresas mineras que han presentado su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental – PAMA son las siguientes.

- Blas Ruben Espinoza Bauer
- C. M. Milpo S.A.

Las operaciones mineras en las regiones altas del río Huallaga generan drenaje ácido. Las fuentes típicas son los drenajes de mina, lixiviados de relaves y roca de desmonte y otras mineralizaciones de sulfatos expuestas. En la mayoría de los casos, este drenaje es descargado sin,

o con inadecuado tratamiento e impone un impacto en el sistema de agua receptor. Se ha estimado que un total de 170 ton/día de ácido como  $\text{Ca CO}_3$  son liberadas a la cuenca y se ve como el principal contaminante en proceso asociado con la actividad minera en la cuenca.

En adición al drenaje ácido, las operaciones mineras contribuyen a la liberación incontrolada de sedimentos al sistema del río, contaminan con infiltraciones y derrames de hidrocarburos y otros materiales peligrosos y desagües no tratados. Todos estos pueden tener efectos significativos en la calidad de agua, particularmente en las proximidades de las minas.

Una importante características de la cuenca del río Huallaga es su capacidad para neutralizar los productos de la generación ácida debido a la disolución de carbonatos de las rocas del lecho que existen en la cuenca. De esta manera, el sistema actúa como un gran sistema de neutralización y como un mecanismo de corrección para este contaminante, limitado a las sub-regiones en proximidad de las minas.

Existen varios depósitos de relaves cercanos al río donde la estabilidad geotécnica a largo plazo del sistema es un problema. El riesgo de falla y la liberación catastrófica de los relaves deberá constituir una principal preocupación para el manejo de la cuenca a largo plazo.

## 10. RECOMENDACIONES

En base a los resultados del estudio se presenta las siguientes recomendaciones:

1. Que, como prioritario, se revise todos los sistemas de almacenaje de relaves en la cuenca para identificar específicamente cualquiera que ofrezca un riesgo potencial de falla y de liberación de relaves hacia el río. Aquellos que se considere un riesgo real, deberán ser objeto de investigaciones geotécnicas e hidrológicas en el área más detalladas, para definir específicamente la integridad a largo plazo del sistema y para derivar cualquier acción correctiva requerida.
2. Que las iniciativas recientemente presentadas bajo el proceso de los PAMA sean mantenidas y posiblemente intensificadas para establecer programas específicos de área, para reducir la liberación de drenaje ácido, sedimentos, y desagües no tratados de los centros mineros a la cuenca. Similarmente las áreas contaminadas por derrames de petróleo u otros materiales peligrosos, deben ser revisadas y recuperadas, según sea apropiado, para reducir la liberación de contaminantes al medio ambiente.
3. Se deberá establecer estaciones de monitoreo permanentes de flujos y calidad de agua a lo largo del río Huallaga para determinar la calidad de agua en base a las estaciones.