



**MINISTERIO DE ENERGIA  
Y MINAS**



**DIRECCION GENERAL DE  
ASUNTOS AMBIENTALES**

**ESTUDIO DE EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL Y DE  
PLANTEAMIENTOS PARA REDUCCION O ELIMINACION DE LA  
CONTAMINACION DE ORIGEN MINERO EN LA CUENCA DEL  
RIO PARCOY – LLACUABAMBA**

**JUNIO 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 COMPONENTES FISICOS Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO PARCOY**

- 2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA
- 2.2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA DE LA CUENCA PARCOY LLACUABAMBA

## **3. GEOLOGIA REGIONAL**

- 3.1. GENERALIDADES
- 3.2. UNIDADES ESTRATEGICAS
- 3.3. GEOMORFOLOGIA
- 3.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL
- 3.5. GEOLOGIA MINERA

## **4. ECOLOGIA CUENCA DEL RIO PARCOY-LLACUABAMBA**

- 4.1. INTRODUCCIÓN
- 4.2. IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE VIDA
- 4.3. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE VIDA
- 4.4. FAUNA

## **5. ACTIVIDAD MINERA EN LA CUENCA DEL RIO PARCOY – LLACUAMBAMBA**

- 5.1. GENERALIDADES
- 5.2. TIPO DE ACTIVIDAD MINERA
- 5.3. CARACTERIZACION TECNOLOGICA DE LA ACTIVIDAD MINERA
- 5.4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN
- 5.5. CARACTERIZACION MINERALOGICA DE LOS CUERPOS MINERALIZADOS
- 5.6. PROCESOS UTILIZADOS PARA BENEFICIAR MINERALES DE MINA
- 5.7. PROCESOS DE INTEMPERISMO NATURAL
- 5.8. PROCESO DE AMALGAMACION

## **6. TRABAJOS DE CAMPO**

- 6.1. OBJETIVOS
- 6.2. PLAN DE MUESTREO Y EVALUACIÓN
- 6.3. OBTENCION DE DATOS PARA PLANEAMIENTO DE MEDIDAS DE REMEDIACION
- 6.4. EVALUACIONES DE POTENCIAL DE DRENAJE ACIDO

## **7. ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**7.1. GENERALIDADES**

**7.2. ORIGEN DE LA CONTAMINACION INORGANICA**

**7.3. INFLUENCIA DE LA MINERALOGIA EN LA CONTAMINACION INORGÁNICA**

**7.4. EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

**7.5. ESTABILIDAD DE CANCHAS DE RELAVE**

**7.6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES**

## **8. MEDIDAS DE MITIGACION**

**8.1. ALCANCES Y OBJETIVOS**

**8.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

**8.3. DISEÑO CONCEPTUAL Y ESTIMADO DE COSTOS DE LAS MEDIDAS**

**8.4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

**8.5. CONCLUSIONES Y 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 producto 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 Parcoy 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. Para propósitos

de una mayor visión, se ha segmentado el río Parcoy en zonas a fin de detectar cuáles son los más importantes respecto a balance de 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 invaluable para un seguimiento posterior de lo que sería el programa de adecuación de la cuenca.

## **2. DESCRIPCION DE COMPONENTES FISICOS Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RIO PARCOY**

### **2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LA CUENCA**

#### **Ubicación y acceso**

La cuenca del río Parcoy se encuentra ubicada en la provincia de Pataz del departamento de La Libertad.

Geográficamente, sus puntos extremos se encuentran ubicados entre las coordenadas 77° 19' 08" y 77° 38' 08" de longitud Oeste y 07° 52' 43" y 08° 06' 05" de latitud Sur.

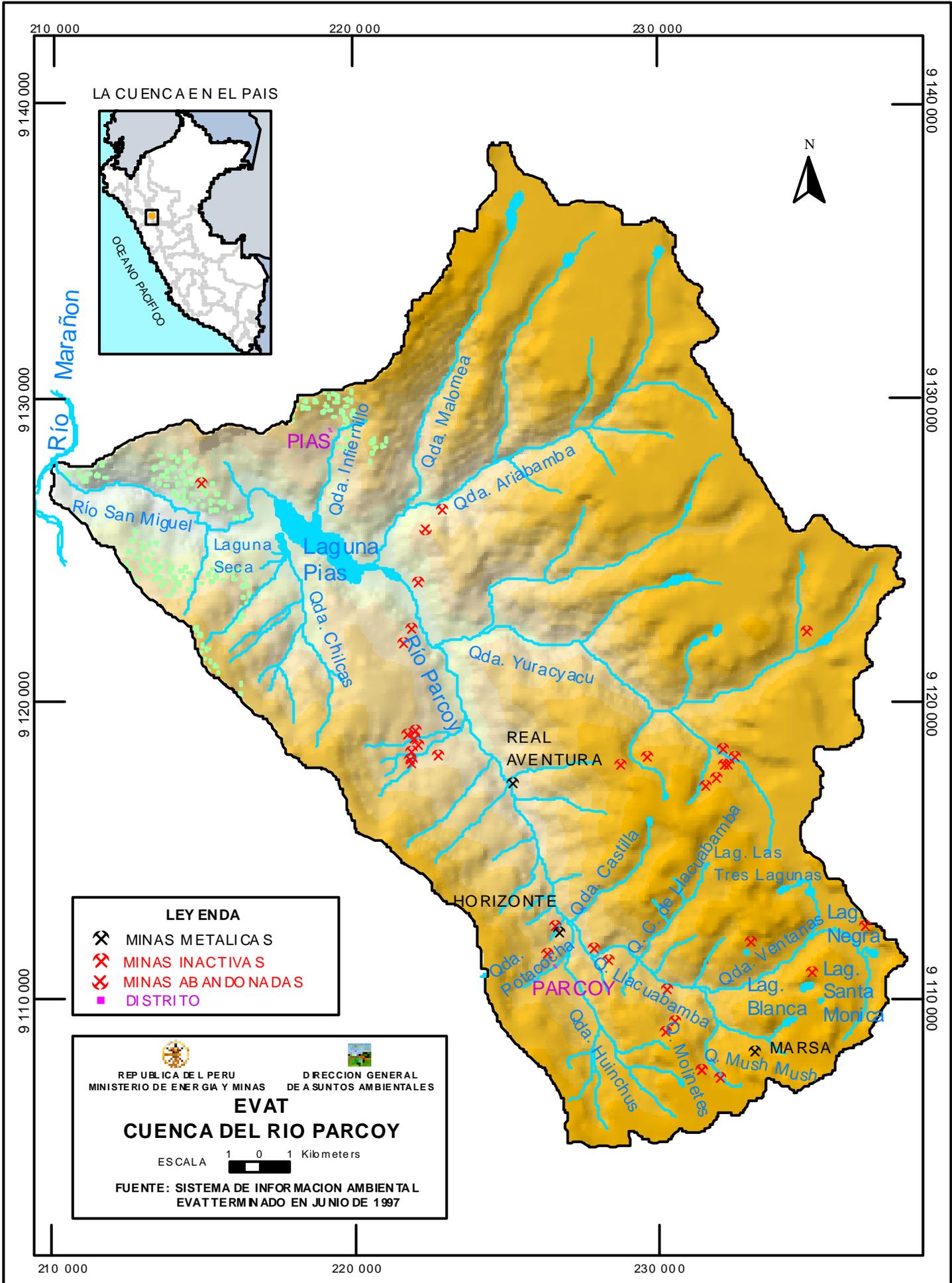
Los principales centros poblados ubicados dentro de la cuenca son : Parcoy, Retamas, Llacuabamba y Pías.

El acceso por carretera se realiza siguiendo la siguiente ruta:

- Lima – Trujillo : Carretera asfaltada de 580 km.
- Trujillo – Chagual : Carretera afirmada de 340 km.

Desde Chagual se sigue por la carretera afirmada que va hasta Budibuyo y Tayabamba y hasta una distancia de unos 90 km, se encuentra el punto más alejado de la cuenca.

El acceso puede ser también por vía aérea desde las ciudades de Trujillo o Lima, hasta el aeropuerto de Chagual con tiempos de vuelo de 50 minutos y 1 hora 25 minutos, respectivamente.



LA CUENCA EN EL PAIS



**LEYENDA**

- MINAS METALICAS
- MINAS INACTIVAS
- MINAS ABANDONADAS
- DISTRITO

REPUBLICA DEL PERU  
 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

DIRECCION GENERAL  
 DE ASUNTOS AMBIENTALES

**EVAT**

**CUENCA DEL RIO PARCOY**

ESCALA 1 0 1 Kilometers

FUENTE: SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL  
 EVAT TERMINADO EN JUNIO DE 1997

## **Fisiografía**

La zona es de relieve abrupto, con quebradas, ríos encañonados y laderas pronunciadas que alcanzan hasta un 50% de pendiente. Fisiográficamente la zona es un típico valle en formación emplazado en el flanco occidental de la Cordillera Oriental de los Andes, cuyas aguas discurren de Sur a Norte.

Los puntos más altos de la cuenca alcanzan los 4500 msnm, mientras que el punto más bajo, que corresponde a la confluencia con el Marañón, se encuentra aproximadamente a los 1400 msnm. En las cabeceras de las quebradas principales, existen valles en forma de U, valles colgados y depósitos glaciares, ubicados a ambos lados de la Cordillera.

## **Clima y meteorología**

El clima de la zona es el típico de la Cordillera de los Andes. En general, la temperatura ambiental disminuye con la altitud, mientras que la precipitación aumenta.

Por ejemplo: donde se desarrollan las operaciones de la Unidad Minera Horizonte entre los 2700 y 3000 msnm, la temperatura media anual oscila entre los 16 y 24°C; entre las cotas 3200 y 3700 msnm, donde se desarrolla parte de las operaciones de MARSA la temperatura media anual oscila entre 16 y 20° C y entre los 3700 y 4200 msnm donde se desarrolla otra parte de las operaciones de MARSA, la temperatura media anual varía entre los 6 y 10°C.

Al igual que en el resto de los Andes peruanos, existe una época de lluvias que se extiende de noviembre a marzo, seguida de una época de estiaje entre los meses de abril a octubre.

No existe una estación meteorológica al interior de la cuenca del río Parcoy.

La estación del SENAMHI más cercana se ubica en el pueblo de Buldibuyo, ubicado a unos 15 km., en línea recta al Sudeste de Parcoy, a 3243 msnm.

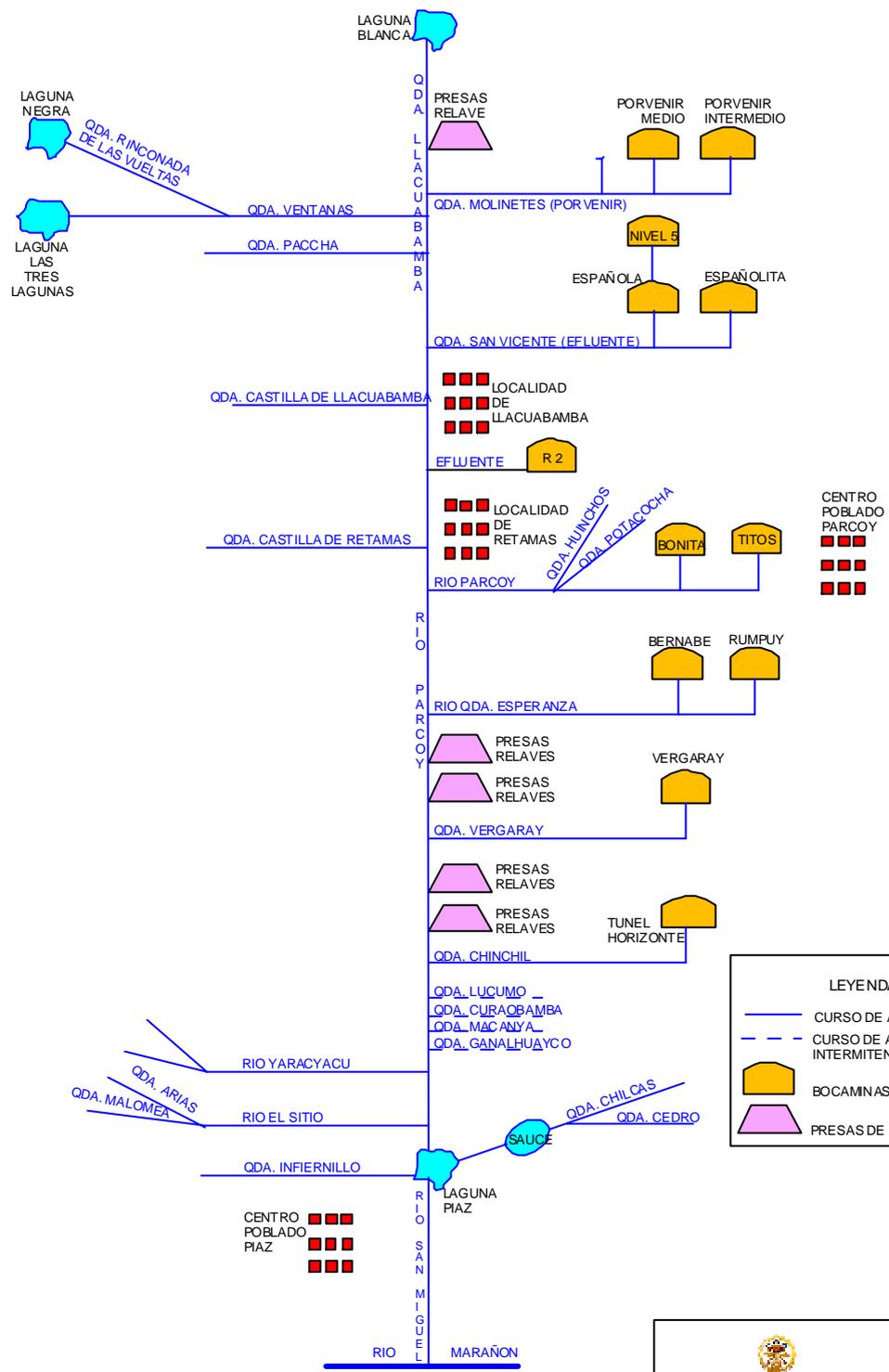
## **2.2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA DE LA CUENCA PARCOY LLACUABAMBA**

La zona es de relieve abrupto, con quebradas, ríos encañonados y laderas pronunciadas con pendientes de hasta 50%; las aguas discurren de Sur Este a Nor Oeste. La quebrada Llacuabamba se origina por las subcuencas de las quebradas Mush Mush, Ventanas y Molinetes.

La quebrada Mush Mush tiene su origen en la Laguna Blanca y Mush Mush Alto que son pequeños valles fluvio-glaciares que colectan el agua de las precipitaciones y la descargan en pequeños cursos de agua. Las características hidrográficas de la Laguna Blanca son: área = 1.88 km<sup>2</sup>; pendiente promedio = 22.5% y de Mush Mush Alta son: área = 2.68 km<sup>2</sup>; pendiente promedio = 18.1 % .

### **Laguna Blanca**

Su abastecimiento se debe principalmente a escorrentías superficiales y su descarga fluye aguas abajo hacia la quebrada Mush Mush. En el lugar existe un dique de enrocado que fue construido con la finalidad de regular la salida del flujo de agua. Parte de la descarga de la laguna es derivada hacia la planta de beneficio de San Andrés.



**LEYENDA**

- CURSO DE AGUA PERENNE
- CURSO DE AGUA INTERMITENTE
- BOCAMNAS
- PRESAS DE RELAVE


 REPUBLICA DEL PERU  
 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS


 DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS AMBIENTALES

**ESQUEMA DE LA CUENCA DEL RIO LLACUABAMBA - PARCOY**  
 FEBRERO 1998  
 FUENTE : SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL CESEL

### **Quebrada Mush Mush (después de quebrada Molinetes)**

Durante la época de estiaje, el caudal varía entre 40 y 60 lt/s, mientras que, en la estación de lluvias el caudal varía alrededor de 1 m<sup>3</sup>/s. La quebrada Mush Mush es desviada de su cauce a través de una tubería de concreto armado y un canal de sección rectangular; en el lecho de la quebrada y en la ladera se depositan los relaves formado pilas, cuyos taludes en la coronación son dos unidades horizontales por una vertical.

### **Quebrada Ventanas**

Se origina en Las Tres Lagunas y Laguna Negra. Su caudal es aproximadamente 3 veces el caudal de la Quebrada Mush Mush; a 50 ms antes del encuentro con dicha quebrada . En la Quebrada Ventanas hay una obra hidráulica, que permite captar sus aguas a través de un canal de sección rectangular trasladando el agua para sus operaciones en la parte inferior.

El río Parcoy está formado por la quebrada Huinchus y la quebrada Potacocha. La quebrada Huinchus recibe aguas de la quebrada Pomamachay que tiene su origen en la laguna del mismo nombre.

La confluencia de los ríos Llacuabamba y Parcoy tiene lugar a 2,850 msnm en la localidad de Retamas: Distito de Parcoy, Provincia de Pataz departamento de La Libertad. Su nominación del río aguas abajo es de Río Parcoy .

Este río recibe los aportes de quebradas de cursos regulares e irregulares, tales como la quebrada Castilla de Retamas, que proviene de una laguna glaciar y constituye la fuente de agua para el campamento y pueblo de Retamas, fluyen al río Parcoy, además las quebradas en la margen izquierda; Lúcumo, Curacbamba, Macanya y Ganalhuayco; por la margen derecha río Yuracyacu y río El sitio; las aguas del río Parcoy se depositan en la Laguna Pías.

En el curso del agua del río Yuracyacu 2 km., aproximadamente, antes de su unión con el río Parcoy hay un valle en el cual los pobladores lo utilizan para sembrar árboles frutales y otros cultivos; los mismo sucede con el río El Sitio que se origina en las quebradas Ariabamba y Malomea, el agua que discurre por estos ríos con un promedio de 1 m<sup>3</sup>/s, bajando su caudal en la temporada de verano.

La laguna Pías recibe casi en la parte central, el caudal de la quebrada Infiernillo por la margen derecha y en la margen izquierda hay una laguna seca denominada Los Sauces. La quebrada Infiernillo se origina en la zona alta del pueblo Pías.

La Laguna Pías tiene un desaguadero en el río San Miguel, que desemboca en el río Marañón; la laguna tiene una extensión aproximada de 5 km<sup>2</sup> con profundidad de 60 a 80 metros cerca de los bordes y de 180 metros en la parte central.

Además de los afluentes del río Parcoy tenemos los efluentes de Bocaminas y las precipitaciones anuales que, de acuerdo al SENAMHI, en las zonas altas es de 700 mm en el período de diciembre de abril.

### **Descargas de bocaminas**

Las operaciones de la Minera Aurífera Retamas S.A. se centran en el cerro El Gigante y en la Quebrada San Vicente. Los efluentes de las bocaminas Porvenir Medio, Porvenir Intermedio y Huacrachuco forman un solo flujo de agua en la ladera del Cerro El Gigante. Las aguas de las bocaminas Nivel 5, Española y Españolita drenan a la Quebrada San Vicente; debido al corto recorrido y a su pendiente, se considera a la descarga al río Llacuabamba, como punto de descarga al ambiente. La descarga de la sub-unidad R2 (Estación 20) es el último vertimiento en el recorrido del río Llacuabamba.

Las aguas de drenaje de las labores del Consorcio Minero Horizonte S.A., son descargadas directamente a los ríos Pacoy y Llacuabamba. Las principales bocaminas son: Rumpy, Titos, Bonita, Túnel Horizonte, Vergaray, Bernaby.

Las aguas afluentes de las bocaminas Real Aventura, también van al río Parcoy.

#### **Otras descargas**

Podemos destacar las correspondientes a depósitos de relaves; la mina de Aurífera Retamas S.A., cuenta con dos depósitos de relaves, uno de flotación y otro de cianuración. El drenaje de la cancha de flotación es descargado directamente al río Mush Mush. La cancha de relaves de cianuración, por su parte, genera un drenaje con alto contenido de cianuro el que es tratado y neutralizado mediante la adición de sulfato ferroso y cal. En la mina del Consorcio Minero Horizonte, el drenaje de la cancha de flotación no recibe tratamiento y es descargado directamente al río Parcoy; el efluente de los relaves de cianuración, es tratado mediante la adición de hipoclorito de calcio, pero las muestras recolectadas aguas debajo de las canchas de relave en el río Parcoy muestran niveles muy altos de cianuro total. Las aguas de los relaves de la Mina Real Aventura, también discurren al río Parcoy.

### **3. GEOLOGIA REGIONAL**

#### **3.1. GENERALIDADES**

El área pertenece a las fosas tectónicas del Marañón y consiste de una faja angosta de cuencas tectónicas, constituidos a su vez por fajas hundidas que coinciden más o menos con el valle del Marañón y son delimitadas por grandes fallas más o menos verticales de orientación NW-SE.

Los límites de las fosas están constituidas por grandes bloques levantados del basamento metamórfico, la cuenca presenta sedimentos desde el precámbrico paleozoico y mesozoico y rocas de batolito granodiorítico del terciario y esto último denominado como el Batolito de Pataz, considerándose el cuerpo intrusivo más importante de la región, y que comprende un área de 200 km<sup>2</sup>.

#### **3.2. UNIDADES ESTRATEGICAS**

##### **Complejo Marañón**

Las rocas más antiguas de la región se encuentran en el complejo Marañón que consiste de rocas metamórficas de bajo grado, filita negra, meta-andesita verdosa y mica-esquisto gris verdoso. La secuencia tiene un espesor máximo de más de 2,000 m y data del precámbrico al cambriano.

##### **Formacion Contava**

Esta es la unidad más antigua que sobreyace al complejo Marañón, consistente en lutitas y pizarras negras o gris oscuras en capas delgadas, en las cuales se intercalan capas delgadas de cuarcitas; su espesor máximo es de 500 m.

##### **Grupo Ambo**

El Grupo Ambo tiene un espesor promedio de 300 m, alcanzando un máximo de 500 m, consistiendo en areniscas y lutitas con intercalaciones de conglomerados y restos de plantas del carbonífero.

### **Grupo Mitu**

Las areniscas y conglomerados rojos oscuros del grupo Mitu tienen un espesor promedio de 200 m, el conglomerado basal del grupo se compone de elementos suredondeados de caliza, arenisca parda, andesita rosada y areniscas arcósicas.

### **Grupo Pucará**

El grupo Pucará está caracterizado por bancos gruesos de caliza gris clara que en partes es silicificada y seguido por caliza negra, bituminosa, bien estratificada en capas delgadas de un espesor máximo de 500m.

### **Formación Goyllarisquizga**

Esta unidad está compuesta de una secuencia de arenisca grises, marrones y rojizas de grano medio a grueso en capas medianas a gruesas que llevan intercalaciones de lutita gris y rojiza, con un espesor total de 300 m.

### **Formación Crisnejas**

La formación Crisnejas conformada por calizas, areniscas calcáreas y lutitas calcáreas con un espesor promedio de 200 m.

### **Formación Chota:**

La formación Chota está conformada por lutitas, arcilitas rojas y areniscas.

### **Depósitos del cuaternario**

A lo largo de los cauces de los ríos principales aparecen terrazas extensas, el material del que están compuestas es de un conglomerado mal clasificado de guijarros.

### **Rocas intrusivas**

Las principales rocas intrusivas que afloran extensamente en el área son: el granito rojo, granodiorita y diorita.

## **3.3. GEOMORFOLOGIA**

La cuenca se caracteriza por un relieve abrupto, con quebradas, ríos encañonados y laderas pronunciadas con pendientes de hasta 50%, con valles en formación emplazados en el flanco occidental de la Cordillera Oriental de los Andes, cuyas aguas discurren de Sur a Norte conformando las estribaciones más altas de la cuenca del Marañón.

## **3.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

Las características más notorias de la estructura geológica lo constituyen los plegamientos fracturados y las fallas en las rocas intrusivas y metamórficas.

Las fallas han ocasionado desplazamientos longitudinales de más de 500 m y verticales de 200 m.

El Batolito de Pataz en esta zona se presenta muy fracturado, siendo las zonas de debilitamiento y fracturamiento aquéllas que han servido para la migración de soluciones mineralizadas y formación de vetas.

## **Sismicidad**

De acuerdo a la clasificación del Instituto Geofísico del Perú, la cuenca está ubicada en una zona de sismicidad media, con actividad tectónica referida a epicentros superficiales relacionados con la fosa tectónica y fallas regionales, así como también de epicentros profundos relacionados a una placa tectónica continental y la placa oceánica de Nasca.

### **3.5. GEOLOGIA MINERA**

La mineralización se encuentra asociada al Batolito de Pataz, siendo los yacimientos en explotación del tipo filoniano, el mineral se extrae de vetas de cuarzo y sulfuros, donde el oro, como principal metal económico, se encuentra rellenando fracturas en piritas o en los contactos galena-pirita o esfalerita-pirita.

La mineralogía de las vetas está conformada por cuarzo y pirita, como minerales principales; de igual forma galena, esfalerita y chalcopirita; como minerales secundarios.

Las vetas constituyen una asociación típica mesotermal (250- 350° C) de cuarzo-pirita-oro, la mineralización se debe al relleno hidrotermal de fisuras originadas principalmente en rocas metamórficas y son ubicadas generalmente muy cerca al contacto con el batolito granodiorítico y menos común dentro del cuerpo intrusivo mismo.

## **4. ECOLOGIA CUENCA DEL RIO PARCOY-LLACUABAMBA**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

El conocimiento de la ecología del ámbito de la cuenca del río Pancoy-Llacuabamba, es esencial para la determinación de los impactos producidos y potenciales debidos a la actividad minera, por lo que el presente estudio ecológico, tuvo por finalidad la identificación y descripción de las zonas de vida existente.

### **4.2. IDENTIFICACION DE LAS ZONAS DE VIDA**

Monte espinoso Premontano Tropical (mte.-PT) (Transicional a Monte Espinoso tropical).  
Estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee-MBT)  
Bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT)  
Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)  
Bosque muy húmedo Montano Tropical (bmh-MT)  
Páramo muy húmedo Subalpino Tropical (pmh-Sat)  
Páramo pluvial Subalpino Tropical (pp-Sat)

### **4.3. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE VIDA**

#### **- Monte Espinoso Premontano Tropical: Potencial agropecuario**

Esta zona de vida tiene precipitación y por lo tanto no permite llevar a cabo una agricultura de secano con riego, se puede cultivar una gran variedad de especies, entre las que destacan la papa, maíz, haba, arveja, hortalizas y algunos frutales de huerto.

#### **- Estepa Espinosa Montano Bajo Tropical: Potencial agropecuario**

Esta zona de vida tiene poca precipitación y por lo tanto no permite llevar a cabo una agricultura de secano con riego, se puede cultivar una gran variedad de especies, entre las que destacan la papa, maíz, haba, arveja, hortalizas y algunos frutales de huerto.

#### **- Bosque Seco Montano Bajo Tropical: Potencial agropecuario**

Es una zona de vida en la cual está concentrada la mayor parte de la población campesina, ya que las condiciones climáticas reinantes son propicias para la actividad agropecuaria. Los requerimientos de agua suplementaria para riego son muy reducidos debido a que la relación evapotranspiración potencial se encuentra muy cerca de uno, vale decir que la precipitación es casi igual a la evapotranspiración potencial.

#### **- Bosque Húmedo Montano Tropical: Potencial agropecuario**

A pesar de tener una precipitación generalmente no mayor de 800 mm., anuales y la reducida evapotranspiración debido a las temperaturas bajas, permite llevar a cabo una agricultura de secano. Se cultiva preferentemente plantas autóctonas de gran valor alimenticio como la "papa" (*Solanum tuberosum*), "oca" (*Oxalis tuberosa*), "olluco" (*Ollucus tuberosum*), "quinua" (*Chenopodium quinoa*). Asimismo, se cultiva la cebada (*Hordeum Vulgare*), habas (*Vicia faba*), y arvejas (*Pisum Aativum*).

#### **- Bosque Muy Húmedo Montano Tropical: Potencial agropecuario**

Presenta condiciones adecuadas para la actividad agropecuaria. Se cultiva papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*), trigo (*Triticum sativum*), cebada (*Hordeum sativum*) y choclo (*Lupinus spp*), en los subpáramos, entre los 3,200 y 3,600 msnm, existen praderas de pastos naturales constituidos por las siguientes asociaciones: Calamagrosetum-Paspeletum, cuyas principales especies son : (*Calamagrostis antononiana* y *Paspalum tuberosum*) y Calamagrosetu, donde predominan las especies: *Calamagrostis antoniana* y *Agrostis tolucensis*.

#### **- Páramo Muy Húmedo Subalpino Tropical : Potencial agropecuario**

Presenta pastos naturales con capacidad de producir plantas para el sostenimiento de una ganadería productiva, por lo que existe sobrepastoreo, que se refleja en una vegetación rala, abierta y de poste bajo, con invasión de especies indeseables.

#### **- Páramo Pluvial Subalpino Tropical: Potencial agropecuario**

La precipitación pluvial alta, la temperatura baja y la topografía desfavorable de esta zona de vida limitan todo uso agropecuario. Esta formación reviste gran importancia desde el punto de vista hidrológico y se estima que más del 75% de toda la precipitación se elimina de la superficie por escorrentía.

#### **4.4. FAUNA**

A pesar del paisaje bastante pobre en cobertura vegetal, la zona en su conjunto muestra una diversidad de aves, 30 especies agrupadas en 20 familias y 9 órdenes, cuya lista taxonómica se presenta en el cuadro siguiente. Además, entre otros vertebrados, se pueden mencionar a los reptiles como las "lagartijas" (*Tropidurus peruviana*), "pacasos" (*Ginero Iguana*); anfibios (sapos del género *Bufo*); igualmente se tiene la presencia del "Zorro costeño" (*Dusicyon Sechura*). En la laguna Pías, la especie de peces más importantes es la "carpa" (*Cyprinus carpio*) empleada para consumo humano.

## LISTA DE AVES EN EL AREA DE ESTUDIO

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	
Falconiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Gallinazo	
	Accipitridae	Parabuteo unicinctus	Gavilán acanalado	
	Falconidae	Falco sparverius	Cernicalo americano	
Gruiformes	Ralidae	Porphyryla martinica	Polla de agua	
Caharadriformes	Laridae	Larus serranus	Gaviota serrana	
Columbiformes	Columbidae	Zenaida aurículta	Rabiblanca o Madrugadora	
		Leptotila verreauxi	Paloma pequeña	
		Columbina cruziana	Tortolita	
		Metropelia ceciliae	Cascabelita	
		Aratinga sp	Loros	
Psittaciformes	Psittacidae	Forpus sp	Pericos	
		Bolborhynchus sp	Pericos	
		Crotophaga	Guarda caballos	
Cuculiformes	Cuculidae	Sulcirostris		
Apodiformes	Trochilidae	Aglaeactis cupripermis	Quiende, picaflor, rojizo Andino	
Piciformes	Picidae	Veniliornis sp	Carpinteros	
Passcriformes	Tyrannidae	Camptostoma	Mosqueta silbadora	
		Obsoletum		
Passcriformes	Turdidae	Pyrocephalus rubinus	Turtupilia	
		Turdus chiguanco	Chiguanco	
	Trogloditidae	Campilorhynchus	Choqueco	
		Fasciatus		
	Mimidae	Minus longicaudatus	Chisco	
	Hirundinidae	Notrochelidon	Santa Rosita	
		Cyanoleuca		
	Sylvidae	Plioptila plumbea	Chirito gris	
	Icteridae	Molothrus bonariensis	Negros	
		Thraupidae	Thraupis episcopus	Luisa
	Fringilidae	Fringilidae	Traupis bonariensis	
			Carduelis magellanica	Jilguero
			Sicalis flaveola	Triguero
Ploceidae	Ploceidae	Pheucticus crysopeplus	Pepitero amarillo	
		Passer domesticus	Gorrilón europeo	

## **5. ACTIVIDAD MINERA EN LA CUENCA DEL RIO PARCOY – LLACUAMBAMBA**

### **5.1. GENERALIDADES**

La actividad de minería aurífera es muy antigua en la provincia de Pataz. La exploración y explotación de oro en esta área data de épocas precolombinas, donde siendo tal la importancia de esta actividad en la zona, se crea en 1770 el pueblo de Pataz, muy cerca del recorrido del río Marañón en esta parte del departamento de La Libertad. El área objeto del estudio se encuentra al sudeste de Pataz, entre Pías y Llacuabamba. Esta zona ha sido objeto de explotación más reciente, desde principios del presente siglo, habiendo representado su producción una importante contribución al aporte de la minería aurífera peruana.

### **5.2. TIPO DE ACTIVIDAD MINERA**

La minería aurífera que se desarrolla en esta zona es de escala mediana, esto es, plantas que benefician alrededor de 1,000 TPD de mineral aurífero, conteniendo entre 10 a 15 g/t de oro. También, se conoce de una actividad pequeña, con rasgos de informal, que se encuentra localizada en áreas muy cercanas a las empresas formales o en zonas mineras tradicionales. Las empresas más importantes que operan en la zona son Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA) y Consorcio Minero Horizonte.. Otra empresa de menor capacidad de producción es la llamada Compañía Minera Real Aventura, que beneficia minerales auríferos a razón de unas 50 TPD. Estas empresas que utilizan el proceso de flotación de piritas y las subsecuente cianuración del oro contenido en ellas, donde se requiere una molienda muy fina para poder liberar las especies valiosas. Las pequeñas o microempresas generalmente de tipo informal, benefician minerales auríferos de leyes más altas, empleando procesos artesanales de amalgamación y refogado de la amalgama.

### **5.3. CARACTERIZACION TECNOLOGICA DE LA ACTIVIDAD MINERA**

Prácticamente, las técnicas, tanto mineras como metalúrgicas son parecidos en las empresas formales, difiriendo ligeramente en los métodos de explotación minera, por razones de la ocurrencias de las vetas y cuerpos mineralizados.

La actividad extractiva en mina, por sí misma, es la iniciadora de los procesos contaminantes (generación de desmonte, acceso a oxidación de estructuras rocosas, alteración del nivel freático en la mina, fisuración de estructuras, etc.). Lo anterior da inicio a la llamada contaminación química de la minería donde son los productos de reacción de los minerales con agentes del intemperismo y con los reactivos involucrados en los distintos procesos son los que conducen a generar estos elementos contaminantes. Tratándose de reacciones heterogéneas, un factor importante a considerar se refiere al tamaño de partícula expuesta para la reacción. Como veremos a continuación, éste es muy variable, yendo desde la disolución metálica en estructuras fisuradas de roca hasta la presencia de mineral reactivo en un elevado grado de fineza. Los primeros tipos de reacciones corresponden a procesos naturales de generación de drenaje ácido en mina y en acumulaciones de desmonte o relaves antiguos. El segundo caso se refiere a procesos hidrometalúrgicos de lixiviación, donde el agente lixivante no sólo reacciona con las especies valiosas sino también con impurezas, en reacciones no deseadas que son las que inevitablemente incrementan la contaminación por iones disueltos.

#### **5.4. FUENTES DE CONTAMINACIÓN, DIRECTA O INDIRECTAMENTE RELACIONADAS A LA ACTIVIDAD MINERO METALURGICA EN LA CUENCA DE LOS RIOS PARCOY-LLACUABAMBA**

- **Aquella proveniente de la operación actual de las minas y plantas de beneficio:**

Efluentes (aguas de mina)  
Residuos

- Relaves (drenaje de canchas)
- Desmonte (acarreo de partículas finas por escorrentías)
- Residuos de lixiviación (drenaje de canchas)

Desechos industriales (aceite)

- **Aquella proveniente de acumulaciones antiguas de materiales de desecho:**

Relaves antiguos (drenaje de ácido de canchas)

Desmonte de mina (acarreo de partículas finas y posible drenaje ácido)

- **Aquellas provenientes de otros tipos de operaciones mineras y de beneficio:**

Residuos de amalgamación

Soluciones de amalgamación

- **Aquella proveniente de poblados y campamentos donde hayan trabajadores mineros:**

residuos sólidos domésticos (basura)

Aguas residuales (aguas servidas) cuenca Pataz-Parcoy

#### **5.5. CARACTERIZACION MINERALOGICA DE LOS CUERPOS MINERALIZADOS**

El principal valor económico de los minerales auríferos de esta zona es el oro metálico (nativo) que se encuentra diseminado en una matriz pirítica, dentro de un amplio rango de tamaños de partícula. Es posible lograr una liberación del oro diseminado pero a un tamaño muy fino de partícula.

En tal sentido, no se trata de un mineral refractario, pues con una molienda fina, es posible alcanzar recuperaciones muy aceptables para este tipo de yacimientos.

También, aparte del metal precioso existen otros elementos acompañantes tales como arsenopirita y sulfuros de metales bases, los cuales podrían ser pequeños portadores de una

fracción del oro, pero que su rol más importante está relacionado con la disolución de impurezas metálicas durante los procesos de planta como en fenómenos de intemperismo.

## **5.6. PROCESOS UTILIZADOS PARA BENEFICIAR MINERALES DE MINA**

Luego de la etapa de molienda, se produce la concentración de la pirita, la cual ocurre por procedimientos gravimétricos y/o de flotación. En esta etapa de concentración, se produce un primer relave el cual contiene prácticamente elementos insolubles no sulfurados. A continuación, estando el metal precioso en el concentrado de pirita, éste es sometido a una etapa de remolienda, donde la fineza de las partículas en el "overflow" del nido de ciclones más pequeño puede alcanzar tamaños del orden de 90% - 400 mallas. A este nivel de remolienda, ya se produce disolución de oro en el molino, por lo que la pulpa saliente debe ser separada en sus componentes de solución clara y residuo sólido. La solución clara es conducida hacia la planta de recuperación, en tanto que el oro en la pirita no lixiviada es sometido a una subsecuente etapa de cianuración en tanques agitados mecánicamente. Nuevamente, luego de esta etapa se produce una separación sólido-líquido, donde la solución clara se junta con la anterior; el residuo, con valores todavía significativos de oro, es sometido a una etapa de carbón en pulpa donde se extrae hasta los últimos niveles recuperables de oro. Nuevamente, esta pulpa es separada en solución rica y residuo sólido, donde este último es enviado hacia un lavado y desaguado posterior. Este residuo está compuesto principalmente por sulfuros cuya reactividad en soluciones cianuradas ha permitido cierta disolución de azufre, bajo la forma en tiocianatos, dejando la mayor parte de estos elementos en una forma física muy fina para ser dispuestos sin afectar el medio ambiente.

## **5.7. PROCESOS DE INTEMPERISMO NATURAL**

Este tipo de procesos se producen naturalmente entre los agentes del intemperismo con los minerales reactivos (sulfuros) que se encuentran en estructuras mineralizadas dentro de la mina o finamente diseminadas en acumulaciones de desmonte o relaves. La reacción básica entre el sulfuro y el oxígeno del aire, con la intervención del agua, posibilitan la formación de iones ferrosos, iones sulfato e iones hidrógeno. Estos últimos se van neutralizando en la medida en que encuentren minerales consumidores de acidez en la roca o mineral. El pH de estas soluciones sube ligeramente y allí se mantiene mientras haya estos elementos neutralizadores en el mineral. A medida que transcurre el tiempo, los iones hidrógeno van prevaleciendo, por lo que el pH de los efluentes comienza a descender ligeramente.

Dentro de las acumulaciones de minerales reactivos como desmonte o relaves, aquellos que son sometidos a ciclos de intemperismo de oxidación y lavado de los productos de reacción, son los que en un tiempo más corto (pueden ser semanas, meses, años decenas de años) inician su proceso de generación de drenaje contaminado.

Otro fenómeno también digno de tomarse en cuenta se refiere a la localización específica de las canchas de relaves o acumulaciones de desmonte, en el sentido de que el aire convectivo que incide sobre las partes laterales o superficiales de las canchas puede conducir a un mayor suministro del agente oxidante (oxígeno atmosférico).

## **5.8. PROCESO DE AMALGAMACION**

Los minerales beneficiados por estos procedimientos son triturados con combas u otros objetos pesados a fin de reducirlos a tamaños por debajo de ½ pulgada. A continuación, se procede a la molienda para lo cual se emplea los llamados molinetes que son construidos en piedra o roca primaria. Esta molienda ocurre por abrasión del mineral, lográndose finezas standard para este tipo de procesos, del orden de 50% - 325 mallas. Durante esta operación se va agregando mercurio y agua, hasta que se forma la amalgama (solución sólida) de oro y mercurio, lo cual ocurre en forma bastante rápida. Seguidamente, esta amalgama se exprime para separar el exceso de mercurio y luego se "quemará" para vaporizar el mercurio, por acción del fuego para obtener el llamado oro refogado.

## **6. TRABAJOS DE CAMPO**

### **6.1. OBJETIVOS**

Los objetivos del trabajo de campo desarrollado por CESEL-TRC ENVIRONMENTAL SOLUTIONS, INC., han estado fundamentalmente orientados a alcanzar los Objetivos Generales del Estudio. En tal sentido han consistido en:

Ubicación de fuentes de contaminación ambiental de origen minero, principalmente las correspondientes a minas abandonadas.

Determinar los constituyentes relativos a las cargas causadas por las fuentes de contaminación en las aguas superficiales.

Obtención de muestras para determinar características cualitativas del Impacto Ambiental en las áreas de cultivo.

Obtención de datos e información de respaldo para el planeamiento de medias de remediación.

### **6.2. PLAN DE MUESTREO Y EVALUACIÓN**

#### **Planeamiento General**

El planeamiento general se efectuó luego de haber realizado un trabajo de reconocimiento a lo largo de toda la cuenca y después de haber revisado toda la documentación relacionada con la zona de estudio, en el que se incluyeron Estudios y Mapas de INGEMMET, INRENA, IGM, EIA y PAMAS; así como los resultados de los trabajos de monitoreo de la calidad de las aguas en la cuenca del río Parcoy Llacubamba efectuados en los meses de enero a marzo de 1996, por encargo del Ministerio de Energía y Minas.

De acuerdo a lo anterior, se identificó las zonas críticas, con antecedentes de impactos en la calidad de las aguas en cursos de agua, influenciados por operaciones mineras actuales y antiguas. En correspondencia a esto último, se establecieron zonas y puntos dónde convenía efectuar muestreos de calidad de aguas superficiales (Río Ariabamba).

#### **Criterios para aproximación inicial en Ubicación de Fuentes de Contaminación:**

Como una aproximación básica para la ubicación de las fuentes de contaminación se efectuó lo siguiente:

Empleo de información disponible para identificar fuentes asociados a minas existentes en operación, así como referencias de minas abandonadas.

Revisión de fotografías aéreas disponibles para la ubicación de minas y/o áreas disturbadas.

#### **Criterios para confirmación de Ubicación de Fuentes de Contaminación e Impactos:**

Para poder confirmar las fuentes de contaminación, sus impactos, así como para posibilitar el planeamiento de las futuras medidas de remediación, se efectuó lo siguiente:

- Inventario de efluentes, socavones de minas abandonadas, depósitos de desmonte, canchas de relaves, plantas concentradoras y fundiciones en abandono.
- Toma de muestras de agua en 10 puntos para análisis en laboratorio.
- Toma de muestras de sólidos para evaluación de Potencial de Generación de Drenaje Acido.

- Toma de muestras de suelos para evaluación de impactos en su capacidad de uso con fines agrícolas.

### 6.3. OBTENCION DE DATOS PARA PLANEAMIENTO DE MEDIDAS DE REMEDIACION

Con la finalidad de completar el planeamiento conceptual de las medidas de remediación para las fuentes de contaminación identificadas, se procedió a coleccionar la siguiente información:

- Fotografías de todas las instalaciones claves remanentes de las minas abandonadas.
- Anotaciones sobre las dimensiones aproximadas de las instalaciones claves (tamaño de las aberturas de los socavones; longitud, ancho y altitud de las pilas de desmonte, canchas de relaves, etc).
- Anotaciones sobre distribución y ubicación de socavones, tajos depósitos de desmonte, canchas de relaves, etc.

### 6.4. EVALUACIONES DE POTENCIAL DE DRENAJE ACIDO

#### Muestras sólidas colectadas

a) CODIGO : MLL-01

Descripción.- Relaves de flotación de la concentradora de MARSA.- Producto del tratamiento del mineral, por flotación y almacenamiento en las canchas ubicadas a la margen izquierda de la quebrada MUSH MUSH.

- Volumen : 550,000 m3  
- Tonelaje : 1'200,000 ton.

Características.- Este relave casi no contiene pirita, porque toda la pirita se flota para ser llevado a proceso de lixiviación por cianuración.

- Altura : 3895 msnm

b) CODIGO : MLL-02

Descripción.- Relaves de cianuración de la Planta Concentradora de MARSA.- Residuo de la cianuración del mineral flotado (pirita aurífera), y recuperación por el proceso Merrill Crowe, los relaves se depositan al norte de la cancha anterior, conformándose una sola cancha de piritas, cuyas aguas de drenajes son captados en un tanque y se recirculan a la sección de lixiviación en la Planta Concentradora.

- Volumen : 36,000 m3  
- Tonelaje : 115,000 ton.  
- Altura : 3840 msnm

c) CODIGO : MLL-03

Descripción.- Material de desmonte en bocamina de MARSA.- La operación de extracción de sus minerales en el emplazamiento minero de El Gigante es a través de galerías; se evacúa la roca encajonante con contenidos menores de pirita hacia la superficie y se almacena junto a las bocaminas.

- Volumen : 150,000 m3
- Tonelaje : 300,000 ton.
  
- Altura : 3695 msnm

d) CODIGO : MLL-04

Descripción.- Relaves de la Concentradora de Real Aventura.- La concentradora de Real Aventura trata sus minerales por lixiviación por el método de agitación y decantación en contracorriente y recuperación por Merrill Crowe; depositando sus relaves en una cancha acondicionada por muros de contención a base del mismo relave sedimentado.

- Volumen : 15,000 m3
- Tonelaje : 37,500 ton.
  
- Altura : 2,460 msnm

e) CODIGO : MLL-05

Descripción.- Material de desmonte de mina Real Aventura.- Este material es el desmonte que es almacenado en bocaminas.

- Volumen : 18,000 m3
- Tonelaje : 36,000 ton.

Características.- Material de color a claro oscuro, con presencia de piritas, también se observó la presencia de Rosicler.

- Altura : 2470 msnm

f) CODIGO : MLL-06

Descripción.- Material obtenido en zona de acceso hacia la laguna de Pías en la desembocadura del río Parcoy.

Este material mayormente contiene cantos rodados y arena, producto del arrastre producido por las aguas en épocas de lluvias, también se observa en muy pequeñas cantidades la presencia de relaves, cuyo origen es de la actividad informal y rebalses de las relaveras y minas en operación.

- Volumen : 8'000,000m3
- Tonelaje : 16'000,000 ton.

Características.- Gran parte de este depósito es material grueso (cantos rodados) producto del arrastre de los ríos en épocas de máximas avenidas, además arena que viene junto con los detritos, luego se observa pequeñas cantidades de relaves finos, que han sido arrastrados por las aguas del río. Se puede afirmar que los relaves por su misma finura son fáciles de transportar y llegan hasta la laguna junto con otros sólidos muy finos que se producen por el lavado de los desmontes o por el arrastre del material por el agua en las crecidas de los ríos; este material llega fácilmente hacia la laguna Pías. Fuente que sin el debido cuidado de la contaminación en la cuenca, puede perderse y por ende ser un peligro para la fauna del lugar donde se aprecia la ganadería caprina y vacuna en su mayoría, luego sería nociva influencia en la flora. Asimismo, se extendería su acción nociva a la fauna silvestre.

- Altura : 2010 msnm

#### **MUESTREO DE MATERIALES SOLIDOS PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LA CUENCA DEL RIO PARCOY – LLACUABAMBA**

<b><u>Muestra</u></b>	<b><u>Descripción</u></b>
MLL-01	Relavera MARSA "A"
MLL-02	Relavera MARSA " B "
MLL-03	Desmonte Mineral MARSA
MLL-04	Relavera de REAL AVENTURA
MLL-05	Desmonte de REAL AVENTURA
MLL-06	Sólidos en delta de alimentación Laguna Pías.

## **7. ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES**

### **7.1. GENERALIDADES**

Con el propósito de mostrar un enfoque integral de los impactos registrados en la Cuenca del Río Parcoy-Llacuabamba, en primer lugar, es importante efectuar algunas precisiones respecto al origen de la contaminación mineral en la cuenca, fundamentalmente por la presencia de las compañías Mineras Horizonte, Marsa y Real Aventura, que presentan una compleja variedad mineralógica, la cual unida a la antigüedad e intensidad de la actividad de exploración y explotación, es sumamente trascendente en la generación de elementos metálicos disueltos a las aguas del río. Asimismo, el proceso de cianuración utilizado por todas las compañías es otra fuente importante de contaminación. Igualmente, el avanzado proceso de intemperismo de algunos relaves también aportan con infiltraciones contaminantes.

### **7.2. ORIGEN DE LA CONTAMINACION INORGANICA**

Definitivamente, la fuente primaria de contaminación inorgánica son las distintas fases mineralógicas (minerales) presentes en las zonas de explotación minera. Estos minerales que forman parte tanto de lo extraído como de lo que permanece dentro de la mina, reaccionan inicialmente con el oxígeno del aire, formándose elementos disueltos que son transportados por las aguas de infiltración a la mina. A su vez, con la existencia, de microorganismos, se producen reacciones secundarias que elevan el nivel oxidante de las soluciones (presencia de iones férricos), los cuales aceleran las reacciones de descomposición.

Dependiendo de características intrínsecas de los minerales sulfurados (distribución electrónica, ancho de abertura de energía prohibida, impurezas, etc), estos exhiben diversos grados de reacción frente a los agentes oxidantes y condicionantes del medio líquido ( $O_2$ ,  $Fe^{+++}$  y  $H^+$ ). Asimismo, existen otros factores propios de cada formación de los yacimientos minerales y que se refieren básicamente al hábitus o forma de ocurrencia de los minerales (si son de una gran cristalización, masivos, porosos, etc) y a la distribución de tamaños y asociación entre ellos.

### **7.3. INFLUENCIA DE LA MINERALOGIA EN LA CONTAMINACION INORGÁNICA DE LA CUENCA DEL RIO PARCOY-LLACUABAMBA**

#### **Procesos minero-metalúrgicos**

Dentro de los procesos mineros que se desarrollan en las distintas labores subterráneas son aquellos de generación de drenaje ácido, por la significativa (abundante) presencia de pirita remanente en las labores en el interior de la mina y por otro lado, los distintos depósitos acumulados en superficie.

Respecto a los procesos metalúrgicos en sí, prácticamente el corte de las plantas hidrometalúrgicas es e mismo, donde se utiliza molienda, flotación de pirita, remolienda y clasificación fina de los concentrados remolidos, cianuración de los concentrados piríticos, separación sólido-líquido y recuperación del oro por cementación con polvo de zinc. Los residuos de la cianuración directa son, a su vez, sometidos a posteriores etapas de una recuperación más intensa ( por medio de carbón activado) de los valores que aún poseen.

Un rasgo digno de mencionar, se refiere a que la asociación pirita – oro no entra al terreno de los minerales refractarios, pues con una molienda fina (remolienda del concentrado pirítico) es posible liberar el oro y exponer superficies frescas al proceso de cianuración, que no debe afectar significativamente a la matriz pirítica. Sin embargo, este tipo de molienda puede liberar a los otros sulfuros antes mencionados y someterlos también a un proceso de disolución de cianuro, más aún, la presencia de partículas mixtas (pirita – esfalerita o pirita – galena) puede

conducir a una más acelerada disolución de los sulfuros menos nobles, en este caso, esfalerita y galena.

### **Capacidad de autoregeneración del río**

Los estudios preliminares y las recientes observaciones de campo comentadas indican que el río Parcoy tiene niveles elevados de arsénico, cobre, zinc y hierro. Estos metales son propios del área, debido a los componentes de los minerales que están siendo explotados. En tanto que el intemperismo natural de los minerales tiende a contribuir en la elevación de las concentraciones de metales a través de las excavaciones y perturbancias de sólidos y rocas intactas, debido a la exposición de superficies de mineral fresco a las infiltraciones, escorrentías y aire.

Las descargas de soluciones de proceso y desagüe de mina, también contribuyen a elevar las concentraciones de metal en el río.

El transporte y destino de los contenidos de arsénico, cobre, zinc y hierro en las aguas superficiales depende de varios factores. Típicamente en un río el mejor factor de control de las concentraciones de metales consiste en la dilución debido a las aguas de los tributarios al río, aguas abajo de las fuentes de contaminación. La dilución en el agua reducirá las concentraciones a determinada distancia de la fuente.

El cianuro es un agente vigoroso y complejo para los metales, tales como cobre, hierro y zinc. Debido a ello, cianuro puede inhibir la remoción de esos metales por los procesos químicos naturales descritos líneas arriba. El cianuro se descompone naturalmente por la actividad biológica y la luz solar.

Los procesos descritos líneas arriba indican que los impactos al río son atenuados naturalmente. Sin embargo, el grado de atenuación y las condiciones específicas de sitio determinarán hasta qué distancia aguas abajo de las fuentes, las concentraciones de metal permanecerán elevadas.

## **7.4. EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

En el mes de marzo de 1997, se tomó 28 muestras adicionales como suplemento a los datos iniciales. Es importante destacar que esas muestras fueron colectadas entre mediados y fines de la estación húmeda.

Para las recientes actividades de muestreo, las mediciones de campo incluyeron: caudal, temperatura, pH, conductividad, sulfatos, acidez, alcalinidad, hierro y cobre. Las mediciones en laboratorio incluyeron: pH, sulfatos, alcalinidad, bicarbonato, acidez, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, cianuro, hierro, zinc, cobre, arsénico, níquel, mercurio y antimonio.

### **Calidad de Agua Superficial**

Los estándares de calidad de agua fresca para vida acuática, incluyen requerimientos para cobre y zinc, basado en una concentración letal de 96 horas para el 50% de las especies examinadas. Esto requiere prueba de toxicidad en las especies nativas en el lago.

El estándar de cianuro de 0.005 mg/l fue excedido en todas las muestras analizadas. Sin embargo, es posible que esto se deba a limitaciones analíticas y la pequeña magnitud del estándar.

Las muestras colectadas de los tributarios al Parcoy frecuentemente exceden los estándares de cobre. Las mediciones de contenido de cobre para esas muestras fueron efectuadas usando equipos de campo y adicionalmente el estándar alternativo de cobre es bastante bajo.

Las muestras colectadas en el canal principal del río, aguas arriba del punto de muestreo MP-5, indican todas ellas múltiples excedencias de los estándares. Los estándares fueron excedidos en mayor cantidad en las muestras MP-3, MP-4.

Es posible afirmar que la calidad de las aguas del río Parcoy están impactando en la calidad de agua y en las posibilidades de aprovechamiento de la Laguna Pías. Esto es consistente en las condiciones observadas en la laguna que evidencian la presencia de peces en mayor cantidad a la salida de la laguna. Asimismo, guarda relación con las manifestaciones de los residentes locales de que el consumo de pescados de la laguna causa dolores estomacales.

Basándose en los resultados de los análisis químicos e investigaciones de campo, es posible sostener (basándose primeramente en el contenido de cianuro, que no está ocurriendo naturalmente) que las minas están descargando en las aguas del río y la Laguna Pías. El cianuro puede resultar de las descargas de proceso y desagües

El incremento gradual en las cargas de hierro, arsénico y tal vez cobre probablemente se deba a las descargas de las minas que operan en la cuenca.

Los mayores cambios en las cargas de cianuro ocurren entre los puntos MP-2 y MP-3, sugiriendo que la Mina Horizonte puede ser la fuente principal de este constituyente.

Las cargas de zinc no exhiben un gran incremento o decremento a lo largo del río, aparte del decremento que ocurre para todos los constituyentes a lo largo de la Laguna Pías.

La información expuesta sugiere fuertemente que las principales fuentes de contaminación en cargas metálicas al río corresponden a las aguas de proceso y/o desagües de las minas activas. Las condiciones observadas en esas minas durante los trabajos de campo indican que debido a los taludes escarpados y la estrechez del cauce del río, hay ambientes muy pequeños para adecuar el contenido de las aguas de proceso, especialmente si consideramos el almacenamiento adicional necesario para las escorrentías y precipitaciones que entran a las áreas que contienen las aguas de proceso.

### **Evaluación de potencial de drenaje ácido de materiales sólidos originados por la actividad minera en la cuenca del río Parcoy – Llacuabamba**

Se efectuó los siguientes ensayos a un total de 13 muestras tomadas:

Pruebas estáticas para determinación del potencial neto de neutralización.

Análisis espectrográfico.

Estudio petrominerográfico.

Cinco muestras registran valores de PN/PA entre 0.1 y 1.0. Una solo tiene un PN/PA inferior a 0.1 y que es aquella relativa a los residuos de cianuración de Marsa, constituidos principalmente por pinta.

El material más peligroso es la relavera B de Marsa, con 12.5 % S y 12.8 de PN, conduciendo a un máximo nivel de PNN.

A juzgar por los resultados hallados, los sólidos depositados en la laguna de Pías corresponden a relaves de las plantas auríferas de la zona.

### **Comentarios**

Los resultados de las pruebas estáticas son sólo referenciales, pues representan únicamente ensayos geoquímicos, donde no se tiene en consideración las condiciones de intemperismo a las que estará sometido el relave, desmonte o material acumulado. Para poder completar una evaluación más realista, se requiere llevar a cabo las denominadas pruebas cinéticas a celdas de humedad que miden la velocidad de generación de acidez y, la calidad de drenaje contaminado que se obtendría.

### **RESULTADOS DEL POTENCIAL NETO DE NEUTRALIZACION DE MUESTRAS SOLIDAS DE CUENCA DEL RIO PARCOY- LLACUABAMBA**

	<b>Muestra</b>	<b>%S</b>	<b>PN</b>	<b>PA</b>	<b>PNN</b>	<b>PN/PA</b>
MLL-01:	Relavera Marsa "A"	5.04	45.30	157.5	-112.2	0.2876
MLL-02:	Relavera Marsa "B"	12.47	12.80	172.1	-159.3	0.0744
MLL-03:	Desmonte mineral Marsa	4.95	42.40	154.6	-112.2	0.2743
MLL-04:	Relaves de Real Aventura	4.38	25.30	136.8	-11.5	0.1849
MLL-05:	Desmonte de mineral Real Aventura	5.20	27.30	162.5	-135.2	0.1680
MLL-06:	Sólidos en delta, de alimentación Laguna Pias.	4.62	48.10	144.3	-95.2	0.333

**RESULTADOS DEL ANALISIS ESPECTROGRAFICO SEMICUANTITATIVO  
DE MUESTRAS SOLIDAS EN LA CUENCA DEL RIO PARCOY-  
LLACUABAMBA**

<b>Muestra</b>	<b>E. Mayores</b>	<b>E. Menores</b>	<b>E. Trazas</b>	<b>Vestigios</b>
MLL-01 Relavera Marsa "B"	Si	Fe Mg Al Ca K	Ti Cu V Mn Zn Ag Na Pb As B	Sb Au
MLL-02 Relavera Marsa "B"	Fe Si	Zn Pb	Al Mg B Cu Ca Na As Ti Au Mn Ag	V K Sb
MLL-03 Desmonte mineral Marsa	Si	Fe Mg Al Ca K Na	Mn Ti Cu Zn As Pb B	V Ag Sb Au
MLL -04 Relaves de Real Aventura	Si Fe	Al Na K	Ca ---- Cu Pb Zn Mg Ti As Mn	Ag Sb B Au
MLL-05 Desmonte de mineral Real Aventura	Si Al Fe	Ca Na K Mg	Ti V Cu Mn Pb	Ag Sb B Au
MLL-06 Sólidos en delta de alimentación Laguna Pías				

## **7.5. ESTABILIDAD DE CANCHAS DE RELAVE**

Otro problema concerniente al valle del río Parcoy es la inestabilidad de las pilas de relave y la erosión de las relaveras en el río. Relaves del proceso de flotación están localizadas en la cuenca del río o están situadas en el área del cauce natural para condiciones de inundación sobre taludes escarpados. Las pilas de relaves han sido construidas por las minas activas y los antiguos operadores de las minas.

Es probable que esas pilas de relaves no estén causando problemas en la calidad del agua. Sin embargo, algunas de las pilas de relaves están emplazadas de tal manera que son físicamente inestables. Al respecto, se tiene referencias que en los últimos 2 años se han producido colapsos de algunas pilas de relaves con saldos trágicos.

### **Evaluación de las pilas de relaves**

El objetivo de la presente evaluación es dar una apreciación técnica (geotécnica) del estado actual de los depósitos de relaves de la Compañía Minera Consorcio Horizonte, por encontrarse condiciones de estabilidad cuestionables.

Según se pudo constatar en obra, existen depósitos antiguos en estado de oxidación y otros relativamente más jóvenes.

Se realizó el levantamiento aproximado de los perfiles de las pilas de relave, una en Lúcumo Bajo y otro en Lúcumo Alto. El trabajo se ejecutó con inclinómetro y wincha.

Los depósitos de relaves en Lúcumo Alto y Lúcumo Bajo, presentan perfiles escalonados con pendientes variables de 35° a 55°. El perfil escalonado se ha logrado, colocando sacos de polietileno rellenos con relave fino, apilados de manera horizontal y vertical (en la parte superior) con relaves entre sacos; como si fuera mortero.

En Lúcumo Alto, se observó que el agua de la superficie del depósito es evacuada directamente al río a través de una tubería PVC y el agua presente en el interior del cuerpo de la pila, se elimina a través de tubos de metal ubicados en la parte inferior del talud. La ubicación de los depósitos de relaves al costado del río Parcoy, constituyen un riesgo potencial de contaminación e inestabilidad y por lo tanto su falla produciría un desequilibrio ecológico irreparable.

La visita de campo realizada tuvo como finalidad obtener un perfil aproximado de los taludes, la obtención de muestras alteradas, la inspección ocular de los depósitos, drenes, lecho del río y evacuación de las aguas de filtración.

La ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT), ensayos del cono holandés (CPT) u otro similar, indicará con mejor aproximación el grado de compacidad, la condición de saturación del material y el tipo de material a diferentes niveles de profundidad, (esto último en el caso de ensayo SPT, que permite obtener muestras alteradas).

Como es conocido, los relaves finos pueden ser materiales del tipo: arena limosa, limo arenoso y/o limos de baja plasticidad. La capacidad de drenaje es proporcional al tamaño de partículas y al grado de compacidad, es decir, que las lamas tienen grados superiores de saturación (menos permeables) que las arenas limosas, y por ende, una menor resistencia cortante por la presencia del agua.

## 7.6. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

1. El sistema constructivo empleado en las pilas de relaves, la proximidad al cauce del río Parcoy, sus taludes de pendiente moderada a alta, la falta de una estructura hidráulica que evacue los volúmenes de una avenida extraordinaria que ingrese al depósito, constituyen riesgos potenciales de inestabilidad de las presas y por ende de contaminación.
2. Debido al tipo de mineral que se explota, el proceso de molienda es riguroso, y conlleva a obtener relaves de granulometría muy fina, los cuales son depositados por gravedad con cierto control de drenaje. Bajo estas condiciones no es de esperarse, que estos materiales tengan parámetros de resistencia cortante altos (los suelos de granulometría muy fina no poseen esta característica). Es por esta razón y basada en experiencias anteriores, en que se ha asumido algunos valores de resistencia cortante; si embargo, estos y la sección idealizada (la distinción de fronteras de suelos con diferente comportamiento dentro del depósito), y la posición del nivel freático establecidos con los ensayos indicados dentro de un programa de estudio geotécnico.
3. Los resultados de los ensayos de laboratorios indican suelos de tipo arena limosa y limo de baja plasticidad, siendo este último obtenido de la laguna (pond) en Lúcumo bajo y el anterior en el talud de la relavera en Lúcumo Alto.

Los resultados de resistencia cortante de la arena limosa fueron:  $c = 0.10 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\phi = 33.5^\circ$  y del limo de baja plasticidad  $c = 0.18 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\phi = 28^\circ$ .

Debe señalarse que estos valores son ligeramente altos a los que se obtendría en la parte superior del depósito, pues están afectados al remoldeo y a la consolidación debido a la carga externa impuesta para realizar el ensayo.

4. El análisis de estabilidad realizado, evalúa las secciones de dos pilas de relaves, una en Lúcumo Alto y otra en Lúcumo Bajo.

Inicialmente en ambos casos, se asumió características geotécnicas iguales a través de todo el depósito, es decir, cohesión  $c = 0.10 \text{ kg/cm}^2$  y ángulo de fricción  $\phi = 33.5^\circ$ , obteniéndose factores de seguridad con tendencia a la unidad en el caso estático (sin sismo) y menores a uno en el caso dinámico pseudoestático).

Sin embargo, según la experiencia obtenida en trabajos similares, se sabe que las condiciones geotécnicas de los depósitos son variables a erráticas.

Por las características mencionadas, anteriormente, se prevén parámetros geotécnicos con valores inferiores y probablemente ligeramente superiores al valor indicado ( $c = 0.10 \text{ kg/cm}^2$  y  $\phi = 33.5^\circ$ ) Por lo tanto, la definición de estos parámetros y por consiguiente la sección más representativa quedará establecida por los resultados de los trabajos de campo y de laboratorio.

5. La ocurrencia de un evento sísmico puede generar la licuación de sectores compuestos de limos, limos arenosos y arenas finas sumergidas de densidades bajas. Asimismo, el flujo de agua subterránea en estos tipos de material puede ocasionar fenómenos de erosión interna y de deslizamiento. También, es importante conocer las características geotécnicas del suelo de la cimentación.
6. Se recomienda realizar un estudio de peligro sísmico del área del proyecto.

7. El coeficiente de aceleración sísmica 0.10 g considerado en el presente estudio, ha sido evaluado tomando como referencia a los estudios de peligro sísmico del “Embalse de Palo Redondo” y de la “Ampliación de la C.H. Cañón del Pato y Pondaje Quitaracsa”.

El análisis efectuado está basado en el método sísmico determinístico, considerando los sismos de subducción (zona costera de subducción zona continental de subducción) y los sismos de falla transcurativa (Falla Cordillera Blanca y Falla de Quiches). Sin embargo, este valor se considera referencial y debe ser sustentado con un estudio de Peligro Sísmico.

8. Finalmente se concluye que las pilas de relaves analizadas y la inspección en campo evidencian que los depósitos de relaves de la Empresa Minera Consorcio Horizonte deben ser sometidas a una evaluación geotécnica en el más breve tiempo.

## **8. MEDIDAS DE MITIGACION**

### **8.1. ALCANCES Y OBJETIVOS**

El Ministerio de Energía y Minas (MEM) ha emitido recientemente los llamados Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes que descargan los emplazamientos mineros actualmente operativos. Asimismo, se encuentran disponibles otros dispositivos para calidad de agua, emitidos anteriormente por el Gobierno Peruano (Ley General de Aguas). Igualmente, el MEM plantea criterios muy claros para los estándares de calidad ambiental que deben respetar los nuevos proyectos mineros.

Para el caso específico de la cuenca del río Parcoy- Llacuabamba, es de nuestro entendimiento que son aplicables los estándares Clase VI de la Ley General de Aguas, en razón de que estas aguas superficiales no son utilizadas como fuente de agua potable (para bebida) y tampoco se registra un significativo empleo en agricultura sin embargo, el río y la laguna de Pias son parte de un ambiente recreacional para pesca.

Para minas inactivas y abandonadas, no se dispone de control de los efluentes, de modo que las aguas que discurren pueden ser consideradas como de origen natural. En consecuencia los estándares clase VI son los que deberían aplicarse, no así los estándares de emisión para efluentes. Estos últimos sólo se aplican para efluentes controlados o controlables que provienen de fuentes activas, tal como sucede con las minas en actual operación, que descargan sus efluentes a una corriente natural.

La mayoría de las fuentes de contaminación del río, relacionadas con la actividad minera, provienen probablemente de las minas en actual operación (Marsa, Horizonte y Real Aventura). El éxito para alcanzar los objetivos propuestos de remediación de la calidad de agua superficial en un período de tiempo razonable es fundamentalmente dependiente del control de los focos o fuentes de contaminación de esta minas en operación.

El objetivo de remediación para los temas de estabilidad de pendientes es el de restaurar los apilamientos de relaves de tal manera que resulten menos atractivos para usos alternos o que mejoren la estabilidad para uso alternos más seguros.

Con una rápida implementación del control de la fuente en las ruinas activas, los objetivos de remediación deben ser alcanzados dentro de un período de tres a cinco años. Esta considera un año para el diseño, dos años para la construcción y un período conveniente que permita la estabilización de estas condiciones. El plan de manejo ambiental y el diseño conceptual para alcanzar los objetivos de remediación son presentados más adelante.

### **8.2. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Recomendaciones técnicas para reducir la descarga de líquidos contaminados al río pueden incluir los siguientes puntos:

1. Mejorar los sistemas de drenaje para desviar las soluciones de escorrentía de los sistemas existentes de contención. Las mejoras en el drenaje deben también reducir la infiltración, prevenir el empozamiento de lluvia en la parte superior de las canchas de relave y de apilamientos de desmontes y para aislar escorrentías limpias de los desechos de mina, de manera que se reduzcan los volúmenes de agua que deberán ser manejados.
2. Mejorar los sistemas existentes de contención al máximo nivel posible. Podría incluir la instalación de recubrimientos compuestos con sistemas de colección y extracción de soluciones a fin de incrementar los volúmenes de soluciones tanto como sea posible. El propósito de instalar estos sistemas es el de eliminar la infiltración rutinaria de líquidos contaminados y de proporcionar la máxima contención in-situ.

3. Construcción de sistemas de contención/evaporación /tratamiento en las zonas más bajas, cercanas al río, donde la topografía es más horizontal, se presenta menos lluvia, siendo además la velocidad de evaporación más alta. Estos sistemas de contención deben ser diseñados para una captación completa del exceso de efluente industrial de las minas, cuya capacidad deberá determinarse en base a eventos de avenidas de 25 años. Podría ser factible diseñar estos sistemas de contención para descarga cero, utilizando evaporación para reducir el agua. El exceso de agua que no sería evaporada podría ser tratada teniendo en cuenta las estándares de efluentes para descarga.
4. Cerrar y/o restaurar relaveras abandonadas o que no están en uso en las minas.
  - Instalación de sistemas de colección de filtraciones.
  - Nuevo trazo del río y sus tributarios para minimizar el contacto hidráulico con los relaves.
  - Medidas para reducir la infiltración y el contacto con el agua superficial.
  - Mejoramiento de los sistemas de contención de agua en los residuos y relaves de explotación.

Los controles en las minas de la cuenca del río Parcoy están limitadas hacia temas relacionados con la estabilidad de taludes de depósitos de relaves.

El plan para alcanzar este objetivo comprendería primero designar qué área es la más apropiada para la acumulación de relaves seleccionada; preparar luego los diseños detallados de mitigación e implementar el diseño.

Durante y después de la construcción de las medidas de remediación, el río y sus tributarios y los puntos de descarga deben ser monitoreados semestralmente; una muestra durante la estación seca y otra durante la estación lluviosa. La información de monitoreo podría ser usada para dirigir las necesidades y el desarrollo de cualquier medida adicional de mitigación que pudiera ser necesaria.

### **8.3. DISEÑO CONCEPTUAL Y ESTIMADO DE COSTOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION**

Hay varios acercamientos que pueden ser usados para alcanzar los objetivos planteados para los depósitos de relaves. En general, estos incluyen los siguientes puntos:

- Excavación y consolidación en otro lugar.
- Restauración al nivelar las pilas a condiciones estables y que mejoren el drenaje.
- Restauración, tal como se mencionó en el punto anterior, donde se incluyen contrafuertes para las pendientes inestables.
- Restauración tal como se indica previamente incluyendo tirantes horizontales y pilares verticales para estabilizar las pendientes.

Las bases de diseño para la restauración de las pilas de relave son como siguen:

- Maximizar el drenaje y la escorrentía.
- Proveer de pendientes finales con un factor estático de seguridad de 1.5, un factor de seguridad pseudo estático de 1.1 y suministrar una máxima pérdida de erosión de suelo de 4.5 TM por hectárea por año.
- Reducir la infiltración en un 95%.
- Minimizar la erosión a través de controles de Ingeniería (canales, nivelación, materiales, apropiados de cobertura y vegetación).
- Minimizar la cantidad de relaves en los canales naturales de drenaje y ríos.

Todas las alternativas incluyen restauración de los depósitos de relaves para reducir infiltración y erosión.

Si el depósito de relave es removido y consolidado en otro lugar, la nueva localización debe ser capaz de ser restaurada de acuerdo a los diseños y al plan conceptual mostrado previamente.

El empleo de contrafuertes, pilares y tirantes de concreto es usualmente más costoso que los procedimientos estándares de nivelación o excavación para pilas.

### **Plan de monitoreo**

Un programa de monitoreo previo y después de la implementación de las medidas de remediación, es importante para evaluar la efectividad de los controles de ingeniería y para obtener información, que analice la factibilidad de alcanzar los objetivos de remediación de más largo plazo, tal como se discutió anteriormente. Para el caso del río Parcoy, se requiere coleccionar datos adicionales para determinar la carga metálica natural del río, así como evaluar la importancia de las filtraciones de las pilas de relaves antiguos como una fuente de metales disueltos hacia el río.

### **Estimado de costos**

Los costos estimados para llevar a cabo las actividades de monitoreo, descritas anteriormente, se presentan en el Cuadro VI.3. Sólo los costos de las actividades que no estarían comprendidas dentro de los presupuestos de las compañías mineras privadas, han sido considerados. Los costos de ejecución de las otras actividades son responsabilidad de las compañías particulares.

Se ha utilizado un acercamiento estimativo empleando costos unitarios, los cuales se han determinado de proyectos similares ejecutados por CESEL S.A.. o TCR ENVIRONMENTAL SOLUTIONS, Inc.

Se ha considerado un factor adicional de contingencia que involucra las inexactitudes o incertidumbres discutidas anteriormente.

## **8.4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

El trabajo de implementación de cada proyecto de restauración de pilas de relaves podría manejarse de acuerdo a las siguientes etapas:

1. Preparación y aprobación del plan de trabajo de diseño. El plan de trabajo debe involucrar el alcance detallado de éste, cronograma de actividades y costos asociados con el diseño detallado de cada proyecto.
2. Implementación de las actividades descritas en el plan de trabajo. Normalmente, para los proyectos de restauración de acumulaciones de relave, las siguientes actividades son necesarias.
  - Reconocimiento de cada uno de los lugares donde se desarrollarán los trabajos de remediación para una mejor definición de los tamaños de las áreas a ser rehabilitadas y proveer topografía detallada.
  - Estudios geotécnicos de las pilas de relaves y ubicaciones de los suelos potenciales para su empleo como las propiedades geotécnicas de esos materiales.
  - Análisis de estabilidad para determinar taludes seguros y criterios de diseño para los sistemas de cubierta.

- Estudios hidrológicos para definir la capacidad de los sistemas de drenaje y los caudales para tiempos de avenidas en el río .
- Preparación de planos de diseño y especificaciones.
- Preparación y presentación al MEM/DGAA de un Borrador de Informe Final de Diseños, que incluirá los planos de diseño y especificaciones técnicas en un nivel de avance del 90%, un programa de construcción, un estimado detallado de costo e información de soporte.
- Preparación y presentación de un Informe Final de Diseños. Este informe incluirá los comentarios de la Supervisión designada por el MEM/DGAA y comprenderá los diseños en un nivel de avance del 100%. El Informe Final de Diseños incluirá planos de diseño y especificaciones para la construcción.

**VALORES LIMITES PARA LA PRESERVACION DE LAS AGUAS**

**LIMITES EXPRESADOS EN mg/l**

<b>PARAMETROS</b>	<b>CLASE III</b>	<b>CLASE VI</b>
pH	5-9	5-9
Arsénico	0.20	0.05
Cadmio	0.05	0.004
Cromo	1.00	0.05
Cianuro	0.005	0.005
Cobre	0.50	*
Hierro	1.00	1.00
Mercurio	0.01	0.0002
Manganeso	0.50	----
Plomo	0.10	0.03
Zinc	25.00	***
Plata	0.05	----
Oxígeno Disuelto	3.0	4

Punto de Monitoreo	Ubicación	Constituyentes Parámetros (1), (2)										
		pH	Caudal	Hierro	Cobre	Zinc	Plomo	Arsénico disuelto	Mercurio disuelto	Cianuro Total.	Cianuro Libre	Alcalinidad
Tutina (3)												
MP-1	Cabecera	s	s	s	s	s	a	s	a	s	A	A
MP-2	Aguas abajo de Marsa											
MP-3	Aguas abajo de Horizonte	s	s	s	s	s	a	s	a	s	A	A
MP-4	Aguas abajo de Real Aventura											
MP-5 a	Aguas abajo de confluencia Con El Sitio	s	s	s	s	s	a	s	a	s	A	A
MP-7	Laguna Pías (Sur)	s	s	s	s	s	a	s	a	A	A	A
MP-8	Descarga de Laguna Pías											
MP-9	Entre L. Pías y R. Marañón	s	s	s	s	a	a		a	A	A	A
Especial (4)												
P-13	Río El Sitio	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-11	_____	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-10	Q. Manacaya	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-9	Q. Curaobanca	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-8	Q. Lúcumo	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-6	_____	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-17	Q. Listenia	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-19	Laguna Blanca	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-20	Q. Ventanas	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-21	Q. Castillo de Retamas	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---
P-22	R. Nainambre Est de R. Parcoy, Yunacyaco	s	s	s	s	s	s	s	s	---	---	---

- 1) Con la excepción del caudal, todos los parámetros serán medidos usando métodos de Laboratorio.
- 2) s= Semi – anual, A = anual. Las mediciones anuales se efectuarán durante la estación húmeda (Febrero). El muestreo también se efectuará en agosto en los puntos con monitoreo semi – anual.
- 3) Monitoreo de rutina para un período de 5 años.
- 4) Monitoreo especial para evaluar las cargas naturales de metales.

**ESTIMACION DE COSTOS**  
**ACTIVIDADES DE REMEDIACION EN LA**  
**CUENCA DEL RIO – LLACUABAMBA**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTOS UNITARIOS US\$</b>	<b>SUB TOTAL US\$</b>	<b>TOTAL US\$</b>
1.Toda la cuenca y Laguna Pías	Plan de Monitoreo	Global	1	60,000	60,000	60,000
	Contingencias	%	25		15,000	15,000
	Gran Total					75,000

210 000

220 000

230 000

9 140 000

9 140 000

LA CUENCA EN EL PAIS



9 130 000

9 130 000

9 120 000

9 120 000

9 110 000

9 110 000

**LEYENDA**

- MINAS METALICAS
- MINAS ABANDONADAS
- PTOS. DE MONITOREO
- DISTRITO

REPUBLICA DEL PERU  
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

DIRECCION GENERAL  
DE ASUNTOS AMBIENTALES

**EVAT  
CUENCA DEL RIO PARCOY**

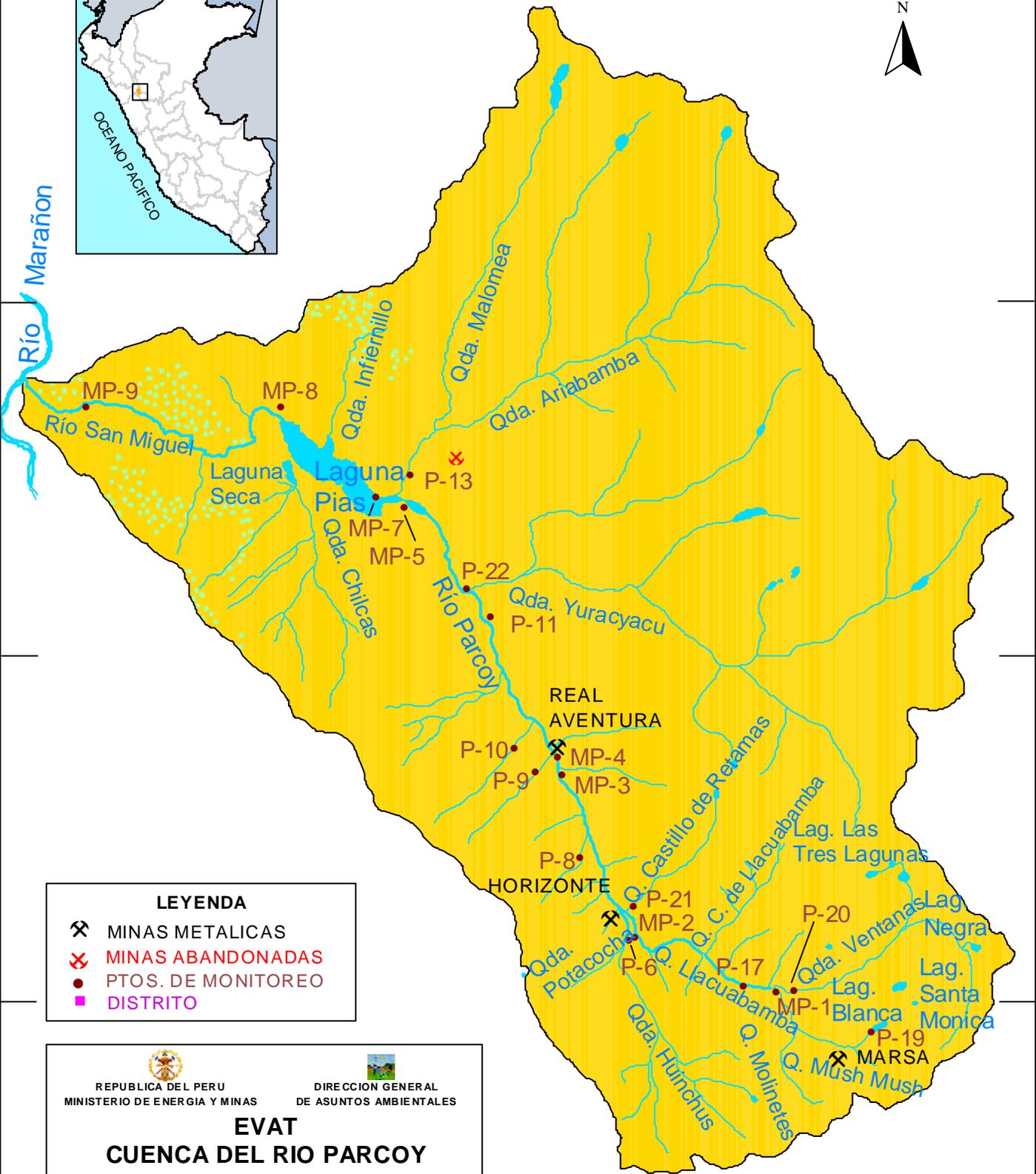
ESCALA 1 0 1 Kilometers

FUENTE : SISTEMA DE INFORMACION AMBIENTAL  
EVAT TERMINADO EN JUNIO DE 1997

210 000

220 000

230 000



## 8.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.-

La información y datos colectados sugieren fuertemente que las minas en actual operación son las mayores fuentes de contaminación por metales disueltos y cianuro al río Parcoy-Llacuabamba y a la laguna de Pías.. El punto de impacto más relevante es la laguna de Pías hacia donde han llegado los iones disueltos y sólidos en suspensión que han conducido a una disminución apreciable de la vida acuática en este componente ecológico de la zona.

La topografía de la zona es significativamente desfavorable para la adecuada construcción de instalaciones auxiliares de plantas de concentración e hidrometalúrgicas, tales como canchas de relaves o residuos, almacenamiento de efluentes, etc.

Las canchas antiguas de relaves representan un peligro latente a la ecología del área por las deficientes condiciones de estabilidad que presentan. Asimismo, algunos de estos pozos antiguos, especialmente aquéllos que almacenan residuos piritosos, constituyen un peligro potencial de drenaje ácido; a esto se aúna las relativamente elevadas temperaturas registradas en determinadas partes de la cuenca.

La mineralogía de los principales yacimientos de la zona es desfavorable, por presentar importantes porcentajes de pirita y arsenopirita que es donde se encuentra distribuido mayormente el oro. Asimismo, hay presencia de otros sulfuros de metales bases tales como esfalerita, galena, etc.

Algunas recomendaciones trascendentes son:

- Se debe asegurar un adecuado cumplimiento de los PAMAs en términos de que las medidas de mitigación, planteadas en estos documentos realmente disminuyen la contaminación a los niveles estimados. En este sentido, se deben analizar cuidadosamente las propuestas técnicas de las Empresas para reducir la contaminación.
- Plantear a las Empresas la pronta puesta en operación de sistemas de contención de aguas y efluentes de modo de no incrementar inconvenientemente los flujos de soluciones contaminadas al río. Asimismo, mejorar las pendientes de las canchas antiguas de relaves de manera de reducir los peligros asociados a su inestabilidad. Plantear algunas alternativas adecuadas para las áreas de las canchas antiguas de relaves.

Proponer una exhaustiva revisión de los diagramas de flujo de las distintas plantas metalúrgicas de la zona a fin de orientarlos hacia una optimización en el manejo y recirculación de sus soluciones de proceso. Asimismo, racionalizar la utilización de reactivos tales como cianuro.