



MINISTERIO DE ENERGIA
Y MINAS



DIRECCION GENERAL DE
ASUNTOS AMBIENTALES

EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL CUENCA MADRE DE DIOS

DICIEMBRE 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. AREA DE ESTUDIO

3. GEOLOGICA Y SISMICIDAD

- 3.1. MARCO GEOLÒGICO : RASGOS GEOMORFOLÒGICOS
- 3.2. UNIDADES LITOLÒGICAS
- 3.3. GEOESTRUCTURAS
- 3.4. PELIGRO SISMICO
- 3.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGIA

- 4.1. INFORMES DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA
- 4.2. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES:
- 4.3. RECURSOS HÍDRICOS
- 4.4. CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RIO MADRE DE DIOS

5. ECOSISTEMAS, FLORA Y FAUNA

- 5.1. AREA DE ESTUDIO
- 5.2. ECOSISTEMAS
- 5.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL EN BASE A PARÁMETROS DE FLORA Y FAUNA
- 5.4. PRINCIPALES IMPACTOS IDENTIFICADOS
- 5.5. DEFINICIONES
- 5.6. CLASIFICACIÓN DE USO DE LA TIERRA
- 5.7. PECES Y RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
- 5.8. CONTAMINACIÓN CON MERCURIO
- 5.9. DEMOGRAFIA

6. ACTIVIDAD MINERA Y DE BENEFICIO

- 6.1. MINERIA: PRESENTACION DEL MINERAL
- 6.2. DISTRIBUCION DEL ORO
- 6.3. LABORES / TAJOS ACTUALES Y ANTIGUOS
- 6.4. BENEFICIO
- 6.5. RECUPERACIÓN DEL ORO
- 6.6. EMPRESAS QUE TRABAJAN FORMALMENTE

7. IMPACTOS AMBIENTALES

- 7.1. MINERIA**
- 7.2. CONTAMINACIÓN POR MERCURIO (Hg)**

8. MITIGACIÓN

- 8.1. GENERALIDADES**
- 8.2. TRABAJO DE CAMPO**
- 8.3. OBSERVACIONES DE CAMPO**
- 8.4. ANALISIS DE LABORATORIO**

9. ZONAS AURIFERAS DE MADRE DE DIOS

- 9.1. INTRODUCCIÓN**
- 9.2. PLANTAS Y ACTIVIDADES VISITADAS**
- 9.3. MINERIA Y/O BENEFICIO.**
- 9.4. ESTUDIOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA ZONA**

10. EVALUACIÓN AMBIENTAL

- 10.1. IMPACTOS AMBIENTALES DETECTADOS**
- 10.2. POSIBLES SOLUCIONES INMEDIATAS**
- 10.3. SOLUCIONES A LARGO PLAZO**
- 10.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

11. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DE REHABILITACIÓN

- 11.1. MANEJO DE MERCURIO**
- 11.2. REDUCCIÓN DEL RIESGO DEBIDO AL USO DE MERCURIO**
- 11.3. TECNICAS PARA REDUCIR RIESGOS DEBIDO AL MERCURIO**

12. 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.).

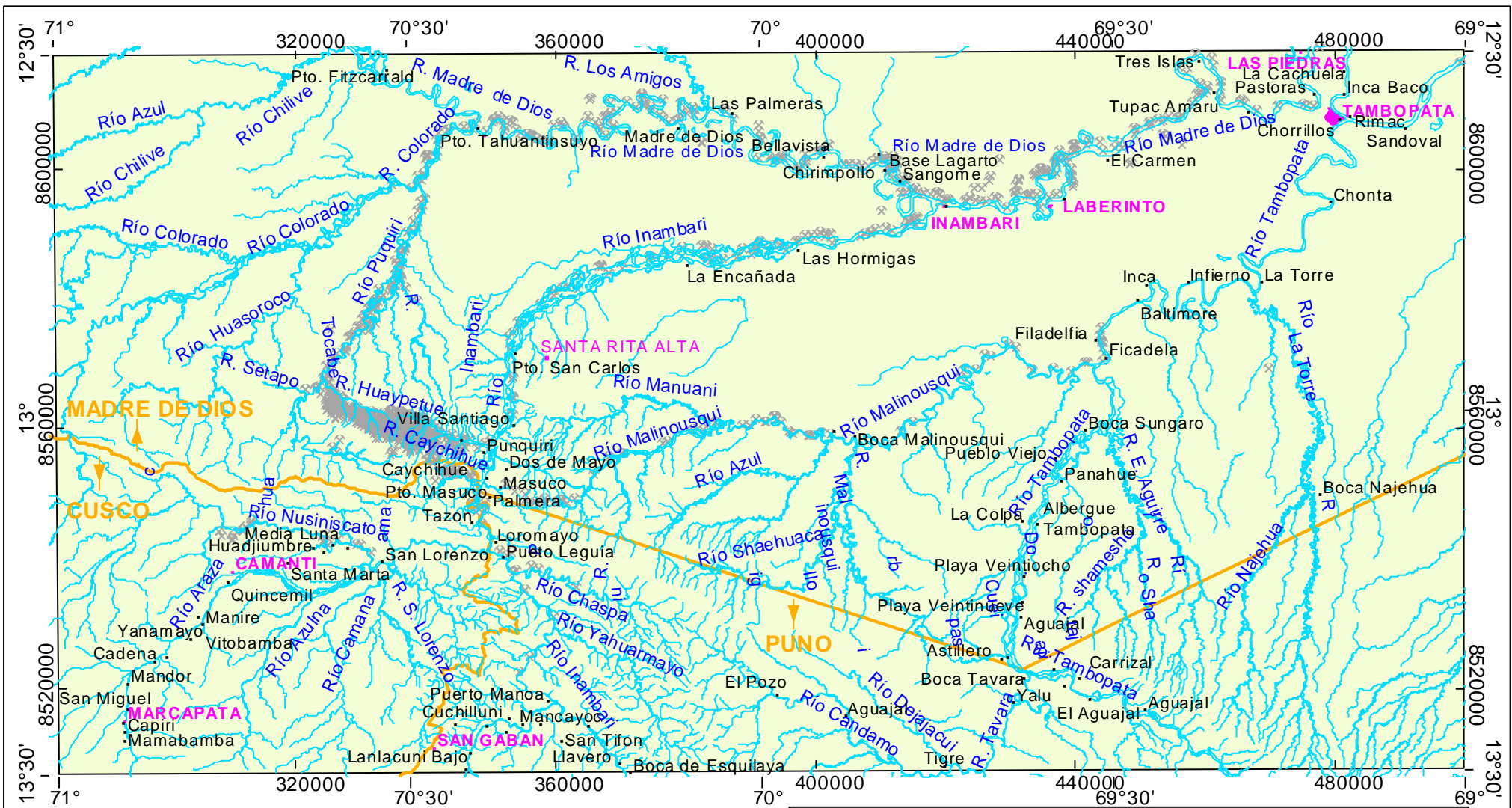
La parte final ha consistido en estructurar un diagnóstico cuantitativo de la cuenca en lo que a contaminación relacionada con la minería se refiere, para luego plantear las soluciones a toda la problemática que no esté cubierta en los PAMAS de las empresas formales. Estos resultados serán invaluable para un seguimiento posterior de lo que sería el programa de adecuación de la cuenca.

2. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra al sur del Perú, en las provincias de Manu y Tambopata, en el departamento de Madre de Dios. Las coordenadas son las siguientes:

- Longitud : 70° 39' 03" a 69° 10' 52"
- Latitud : 12° 35' 59" S a 13° 20' 41".

El área de la actividad aurífera comprende la cuenca del río Madre de Dios, con un área aproximada de 3'528,000 Ha; y las sub cuencas del Puquiri, Colorado, Huepetuhe, Caychive, Inambari, Malinowsky y Tambopata, entre los cuales hacen un total aproximado de 6'970,000 Ha.



AREA DE ESTUDIO

LEYENDA

- CCPP
- C. DISTRITO
- RIOS
- MINAS



ESCALA
5 0 5 10 15 Kilometers

República del Perú
 Ministerio de Energía y Minas

Dirección General de
 Asuntos Ambientales

**EVALUACION AMBIENTAL TERRITORIAL
EN LA ZONA AURIFERA DE MADRE DE DIOS**

Fuente :
 Sistema de Información Ambiental - Klohn Crippen - SVS S.A.
 Terminado en diciembre de 1997

3. GEOLOGICA Y SISMICIDAD

3.1. MARCO GEOLÓGICO: RASGOS GEOMORFOLÓGICOS

Geomorfológicamente, el Perú está dividido en 8 unidades morfoestructurales, de las cuales tres están comprometidas con el área de estudio: la Cordillera Oriental, la Faja Subandina y la Llanura Amazónica.

- **CORDILLERA ORIENTAL**

La Cordillera Oriental está en el extremo Suroeste del área de estudio, donde se manifiesta como las estribaciones del flanco oriental. Esta unidad se ha modelado sobre rocas metamórficas del Paleozoico. El límite oriental es más o menos uniforme y se ubica en las nacientes de los tributarios del valle del río Colorado, cruza por la cuenca media del río Marcapata (Quince Mil) y sale del área de estudio por Lanlacuni Bajo (Río San Gabán).

- **FAJA SUBANDINA**

Esta unidad cruza el área de estudio por el extremo Sureste, entre las estribaciones de la Cordillera Oriental y la Llanura Amazónica. La Faja Subandina se ha desarrollado sobre rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario, localmente cubierto por depósitos aluviales. El límite con la llanura es sinuosa con entradas en los valles y salientes en las colinas; su ubicación está en la cuenca superior del río Colorado, entre la divisoria del río Lobo con el río Inambari, cruza el río Inambari aguas debajo de la desembocadura del río Caychive, luego se ubica en la cabecera del río Malinowski y finalmente sigue por el río Tambopata hacia el Sureste.

- **LA LLANURA MADRE DE DIOS**

La Llanura Amazónica en el área de estudio es denominada Llanura de Madre de Dios y sus fronteras están fuera del área de estudio, su característica principal es su superficie casi horizontal por donde discurren los ríos formando meandros. La llanura se ha formado por deposición de depósitos aluvio – fluviales del Terciario superior y Cuaternario. En esta unidad están concentrados mayormente los yacimientos auríferos de placer.

Esta unidad es atravesada por tres ríos principales, el Madre de Dios, Inambari y Tambopata. El río Inambari tiene cursos anastomosados con canales entrelazados, mientras que los ríos Madre de Dios y Tambopata forman cursos meandriformes. La baja gradiente y el gran caudal de los ríos los hacen navegables.

3.2. UNIDADES LITOLÓGICAS

Esta zona del Perú ha sido materia de numerosos estudios geológicos detallados regionales, de los cuales el más reciente es el ejecutado por el INGEMMET y que está respaldado con planos geológicos a escala 1: 100000.

Las unidades litológicas son metamórficas, sedimentarias, intrusivas y depósitos de superficie, con edades que van desde el Paleozoico hasta el Cuaternario.

3.3. GEOESTRUCTURAS

Según las características geomorfológicas y dos procesos tectónicos que han ocurrido, en el área de estudio se puede diferenciar tres provincias estructurales, identificadas como Cordillera Oriental, Faja Subandina y Llanura Amazónica.

- **PROVINCIA CORDILLERA ORIENTAL**

Esta unidad geoestructural está en el extremo Suroeste del área de estudio y limitada a la zona de influencia de la Cordillera Oriental, que se caracteriza porque las rocas están metamorfizadas

e intensamente deformadas. La provincia se ha desarrollado en rocas paleozoicas y su origen está asociado con los Ciclos Tectónicos Heróicos y Andino. Su borde oriental es casi recto, el sector Noroeste cruza al Sur de Quince Mil y el sector Sureste cruza el río Inambari por la desembocadura del río San Gabán.

- **PROVINCIA FAJA ANDINA**

Esta unidad está al Suroeste del área de estudio y dentro de la unidad morfoestructural Faja subandina. El límite con la Provincia Llanura de Madre de Dios es uniforme, su ubicación en el sector Norte está en las nacientes de los tributarios del río Colorado, en el sector central cruza el río Inambari al Norte de la desembocadura del río Marcapata y en el sector Sur esta en las nacientes de los tributarios del río Malinowsky.

- **PROVINCIA DE LA LLANURA DE MADRE DE DIOS**

Esta provincia coincide con la Llanura Amazónica, donde la actividad tectónica ha sido mínima. Los efectos del tectonismo están relacionados con los procesos de levantamientos cuaternarios, que se manifiestan por las terrazas que yacen a diferentes niveles.

3.4. PELIGRO SISMICO

El estudio de peligro sísmico ejecutado para el Proyecto San Gabán (CESEL 1992) fue tomado como base para la evaluación de peligro sísmico en el área de estudio. Según el mapa de distribución de máximas intensidades de sismos observadas (Alva et al, 1984), el área de estudio está mayormente en la zona con intensidad de V de MM y su extremo Suroeste en la zona con intensidad VI. El referido estudio concluye que la aceleración efectiva relacionada, con el sismo de operación y para un período de retorno de 200 años es de 0.13 g. El proyecto Central Hidroeléctrica San Gabán está a 30 km del extremo Suroeste del área de estudio.

3.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

El área del proyecto está en el sector Sur de la Provincia Metalogénica Oriental y en el Area aurífera XIII Tambopata – Inambari – Madre de Dios. En esta área aurífera existen dos tipos de yacimientos; los primarios como vetas o mantos y los exógenos como placeres o lavaderos de oro.

Las vetas están en las rocas paleozoicas de la Cordillera oriental, cuyas manifestaciones principales están en las rocas ordovícicas como en el área de Quince Mil. Los yacimientos en vetas, dentro del área de estudio, han sido muy poco estudiados.

Los yacimientos auríferos detríficos están en la Faja Subandina y Llanura de Madre de Dios como parte de los depósitos aluviales y donde se presentan como granos finos o láminas. Los tipos de placeres en el área pueden clasificarse como placeres aluviales de piedemonte y placeres aluviales de llanura.

Los placeres aluviales de piedemonte están en el pie y adyacentes del flanco oriental de la Cordillera Oriental. Las formaciones Cancao y Masuco son portadores principales del oro y es probable que hayan sido las fuentes principales del oro que están en los placeres de llanura, al ser retrabajado el depósito en épocas pasadas. Estos yacimientos son explorados en escala menor.

La evaluación de la ley de los placeres auríferos ubicados en río Madre de Dios (INGEMMET, 1996), arrojaron los resultados siguientes: La zona baja del río Madre de Dios tiene ley promedio de 0.31 gr/m³ de oro y con anomalías ubicadas en el sector Bijahual y Playa Alegría (al Oeste de la desembocadura del río Inambari) donde existen concentraciones de oro por encima de 0.5 gr/m³ y el sector de Playa Alta (meandro ubicado al Oeste del río Las Piedras) donde la concentración está por encima de 0.6 gr/m³ de oro. De Este a Oeste las concentraciones de oro en el río Madre de Dios son: entre el Lago Sandoval y la desembocadura del río Inambari, la ley

promedio de oro es 0.3 gr/m³ de Au. En el área de Huepetuhe la ley promedio es de 0.205 gr/m³ de Au.

Además del río Madre de Dios, depósitos aluviales auríferos se encuentran distribuidos en sus afluentes como Tambopata, Malinowsky, Inambari y Colorado. En los tributarios del río Inambari también existen depósitos con concentraciones de oro, en especial el río Marcapata (Araza), río San Gabán y río Caychive. En el río Huepetuhe, afluente del río Puquiri que a su vez descarga en el río Colorado, está concentrada la mayor actividad de oro. En el río Malinowski la mayor concentración de oro está en el sector comprendido entre las desembocaduras de los ríos Manuhani Azul, donde la ley de los yacimientos varía de 0.3 gr/m³ a 0.8 gr/m³ de oro.

4. CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGIA

4.1. INFORMES DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

“ El estudios de minería informal y el medio ambiente en el Dpto. de Madre de Dios” , efectuado por GRADE en 1998, confirma la contaminación de los cursos de agua y el medio ambiente, debido a la explotación mayoritariamente informal del oro en el río Madre de Dios y sus afluentes.

4.2. DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES:

• UBICACIÓN Y VIAS DE COMUNICACIÓN

La zona bajo estudio comprende el río Madre de Dios y sus afluentes de la margen derecha conformados por las subcuencas de Tambopata, Malinowsky, Inambari y Colorado. Geográficamente se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas:

- Latitud : 12° 35' a 13° 20'
- Longitud : 69° 10' a 70° 39'

El acceso a la zona puede hacerse por vía aérea o terrestre. En el primer caso existen servicios aéreos desde la ciudad de Lima hasta Puerto Maldonado con escala en la ciudad de Cusco. Asimismo, existen servicios de avionetas desde la ciudad del Cusco hacia los poblados de Huepetuhe, Colorado y Mazuko.

El principal acceso por vía terrestre está dado por la carretera de penetración Urcos – Quincemil – Puerto Maldonado. También existe una carretera de penetración desde Cusco hasta la localidad de Shintuya en el Alto Madre de Dios.

Además, existen trochas carrozables locales que dan acceso a los principales centros mineros, entre ellas la de Punquiri – Huepetuhe, Puerto Maldonado a Tres Islas y la que empalma de la localidad de Laberinto al kilómetro 49 de la carretera Puerto Maldonado – Cusco.

También se emplea la navegación fluvial para el acceso a los centros mineros ubicados a lo largo de los ríos Madre de Dios, Inambari, Tambopata, Malinowsky, Colorado y Punquiri.

• CLIMATOLOGÍA

- PRECIPITACIÓN

Las lluvias en el área del estudio se incrementan en dirección NE a SO, guardando relación con el alineamiento de la Cordillera de los Andes. Así, se tiene que, mientras en el sector nor-oriental del área del estudio, limitado por los ríos Tacuatimanu o de Las Piedras y Madre de Dios, aguas debajo de la desembocadura de dicho río, la precipitación pluvial promedio anual está alrededor de los 1,700 mm. (Estaciones de Puerto Maldonado, Fundo Iberia y Tambopata), en el sector sur- occidental, correspondiente a las estribaciones de la Cordillera de Carabaya, la precipitación pluvial se incrementa bruscamente alrededor de 4,000 mm promedio anual (cifra deducida de los datos registrados en las estaciones de Quincemil y San Gabán). El sector central del área de estudio no cuenta con información, pero, de acuerdo con las observaciones ecológicas y los valores de precipitación anotados para los sectores NE y SO, se puede asumir por interpolación un promedio anual de 2,500 a 3,000 mm.

- TEMPERATURA

La temperatura se incrementa en el sentido geográfico SO a NE. Así, se observa que en el sector sur – occidental, correspondiente a las estribaciones de la Sierra de Carabaya, la

temperatura promedio anual es de alrededor de 23° C (promedio deducido de los datos registrados en Quincemil) y, en el sector nor oriental, la temperatura se eleva a alrededor de 26° C como promedio anual de datos de Puerto Maldonado y Fundo Iberia). El sector central del área de estudio no cuenta con información, pero, en base a las observaciones ecológicas de campo y a los valores de las temperaturas referidas, se pudo asumir un promedio anual de 25° C.

4.3. RECURSOS HÍDRICOS

• HIDROGRAFIA

La principal cuenca hidrográfica de la zona es la del río Madre de Dios y sus principales afluentes: Chivile, Azul, Blanco, Inambari, Tambopata y Colorado que tributan por su margen derecha. Además recibe por su margen izquierda a los ríos Manu, Los Amigos y Las Piedras. El cauce de este río es de tipo meandriforme.

La cabecera del río Madre de Dios tiene sus orígenes en el departamento del Cusco, a partir de allí recorre 275 km hasta la boca del río Manu con una orientación Nor – Este; desde la boca del Manu hasta recibir las aguas del Colorado recorre 105 km con una orientación Sur – Este. Desde este punto hasta la boca del Inambari recorre 130 km. con una orientación Nor – Este a la altura de la localidad de Tres Islas. Desde Puerto Maldonado hasta Puerto Pardo (frontera con Bolivia), el río Madre de Dios recorre 72 km (río Bajo Madre de Dios), con una orientación Este – Oeste.

El tramo más importante de este río desde el punto de vista minero está comprendido entre la Boca del Colorado y la ciudad de Puerto Maldonado con un recorrido de 260 km.

El principal afluente del río Madre de Dios es el río Inambari, el cual nace en el departamento de Puno. Sus orígenes se encuentran en los deshielos de los nevados de Inambari y con orientación Nor – Oeste continúa hasta recibir por su margen izquierda al río San Gabán, donde toma la dirección Norte hasta la localidad de Puerto Carlos en el departamento de Madre de Dios. Desde este punto varía finalmente su dirección hacia el Este hasta desembocar en el río Madre de Dios, habiendo recorrido desde su origen 350 km. A partir de la localidad de Mazuko este río toma un cauce anastomosado hasta su desembocadura, aumentando en este tramo la extracción de oro de la playas por parte de mineros artesanales.

A parte del Inambari, otros afluentes importantes son: el río Colorado con una longitud de 70 km, siendo sus principales tributarios los ríos Kipusne, Huasoroco y Puquiri; todos ellos importantes para la actividad minera, también el río Tambopata de 315 km de longitud el cual recibe en su recorrido las aguas del río Malinowsky, este último de importancia para la minería. El río Tambopata no tiene importancia desde el punto de vista minero hasta la Boca del Malinowsky, desde este punto existen río abajo trabajos mineros artesanales.

Por último en la zona de Piedemonte están los ríos Caychive y Huepetuhe los cuales también pertenecen a la cuenca hidrográfica del Río Madre de Dios, desembocando en sus afluentes Inambari y Puquiri, respectivamente. Asimismo, el río Caychive capta las aguas de las Quebradas Santa Inés, Cuatro Amigos, Nueva Seca, Aguajal y Mahuay; y el Río Huepetue es alimentado por las Quebradas Cabecera, Huepetuhe, Santa Elena, Nueve de Setiembre, Buena Fortuna, Libertad, Padilla, Choque, San Juan y Nueva Alta. El drenaje principal lo constituye el río Huepetuhe y sus quebradas afluentes que configuran un drenaje paralelo a subparalelo y hacia sus cabeceras el drenaje es radial. El caudal de agua de estas quebradas se origina por escorrentía, por lo cual durante la época de lluvias (diciembre – marzo), éstas permanecen en toda su extensión con volumen constante y alto de agua; entre otoño y primavera (abril – noviembre), el volumen de agua disminuye considerablemente, aflorando como manantiales en las partes medias de las quebradas.

• RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES

Debido a la permanente y abundante pluviosidad característica de la región, los cursos de agua de la cuenca del río Madre de Dios son de carácter permanente, es decir que no se secan, excepto algunas pequeñas quebradas.

El río Madre de Dios y los cursos medio y bajo de sus afluentes Malinowsky, Inambari, Tambopata, Colorado, Chivile y Huepetuhe, son navegables en cualquier época del año.

4.4. CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RIO MADRE DE DIOS

En la cuenca del río Madre de Dios, la actividad minera está dedicada casi exclusivamente al oro, a través de pequeños mineros dispersos a lo largo del río Madre de Dios, entre Puerto Maldonado y su confluencia con el río Colorado, y Huepetuhe.

Dichos mineros explotan las arenas y gravas auríferas del cauce de los ríos y de los bancos ribereños. El método de explotación tiene dos etapas, la primera es mediante selección gravimétrica del mineral, y la segunda mediante amalgamación del oro con mercurio. En esta última etapa se produce la contaminación del oro con mercurio. En esta última etapa se produce la contaminación del ambiente por vertimiento de excedentes de mercurio hacia los cursos de agua y de los mineros por inhalación de los gases durante el refogado.

Debe agregarse además que la tala indiscriminada de árboles en las zonas ribereñas para aprovechamiento de los bancos auríferos, así como el empleo de equipo pesado de construcción (cargadores frontales) provoca contaminación del ambiente por ruidos, degradación de los bosques, acumulación de desperdicios humanos, etc.

Debe tenerse en cuenta que la contaminación es un fenómeno estacional asociado a los períodos de los trabajos mineros que se producen siempre en los periódicos de estiaje (junio – setiembre).

5. ECOSISTEMAS, FLORA Y FAUNA

5.1. AREA DE ESTUDIO

Cuencas de los ríos Colorado, Inambari, Malinowsky y Tambopata

5.2. ECOSISTEMAS

Las Zonas de Vida presentes, según el Mapa Ecológico del Perú son:

- **PÁRAMO PLUVIAL SUBALPINO – SUBTROPICAL (PP-SAS)**

Corresponde a la Cordillera Oriental, desde los 3,900 hasta 4,500 msnm. La configuración topográfica es variada desde suave y colinada hasta quebrada. La vegetación dominante está compuesta por el “carrizo”, “chinchango” y pequeños bosquetes de quinual y arbustos.

- **BOSQUE PLUVIAL – MONTANO SUBTROPICAL (bp –MS)**

Ocupa las porciones elevadas del flanco oriental andino, desde los 2,500 hasta 3,800 msnm. La configuración topográfica es abrupta, predominando laderas con declives de 75%. La vegetación es arbórea achaparrada, con presencia de abundantes epifitas.

- **BOSQUE MUY HÚMEDO – MONTANO BAJO SUBTROPICAL (bmh-MBS)**

Se distribuye en el flanco oriental de los Andes, entre 1,900 y 3,000 msnm. El relieve es accidentado, con pendientes mayores a 7%. La vegetación es densa, alta y siempre verde y distribuida en tres estratos. El estrato está constituido por árboles que alcanzan alturas sobre 25 m, seguidos de árboles de 20 y de 15 m. Son muy comunes las lianas y bejucos. El epifitismo lo dominan las orquídeas Bromeliáceas, helechos, musgos y líquenes.

- **BOSQUE PLUVIAL – SUBTROPICAL (bp-S)**

Ocupa la porción inferior de la vertiente oriental, entre 600 y 700 msnm. El relieve topográfico es accidentado, con laderas sobre 70% de gradiente y de naturaleza inestable y deleznable. La vegetación natural está constituida por árboles pequeños y delgados, donde las palmeras y los helechos arbóreos son más altos y el epifitismo es muy abundante.

- **BOSQUE MUY HUMEDO – SUBTROPICAL (bmh-S)**

En la Selva Alta ocupa alturas entre 600 y 2,000 m; en la Selva Baja entre 200 y 400 msnm. Topográficamente tiene pendientes mayores a 7 % y es muy susceptible a la erosión. La vegetación es siempre verde con lianas y bejucos y muchas de ellas cubiertas por epifitas Bromeliáceas. Los bosques son muy diversos, pudiéndose encontrar en una hectárea alrededor de 50 especies distintas.

- **BOSQUE HUMEDO – SUBTROPICAL (bh-S)**

En la Selva Alta se ubica entre 500 y 2000 msnm. En la Selva Baja entre 150 y 250 msnm. La vegetación climax es un bosque siempre verde, alto y tupido, que contiene volúmenes apreciables de madera para usos diversos.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Lauranceae	Podocarpus spp Weinmannia sp.. Oreopanax sp Clusia sp. Laplacea sp. Solanum spp. Cyathea sp. Alsophila sp Dicksonia sp.	"romerillo" "carapacho" "moenas" "maquimaqui" "helecho arbóreo" "helecho arbóreo" "helecho arbóreo"
Rosaceae	Rubus sp. Chusquea sp. Baccharis sp.	"zarzamora" "carricillo" o "suro" "chilca"
Melastomataceae	Clidemia hirta Alnus jorullensis Polylepis sp. Hypericum laricifolium Chuquiragua sp. Brachyotum sp. Berberis sp. Vaccinium sp. Cortaderia jubata	"aliso" "quinua" "chinchango" "sacuara"
Polygalaceae	Monnina sp. Salvia sp. Fuchsia sp. Peperomia sp. Calceolaria sp. Anthurium sp. Pilea sp.	
Myricaceae Juglandaceae Leguminosaceae Bombacaceae Passifloraceae Solanaceae Solanaceae Campanulaceae Compuesta Compuesta	Myrica pubescens Juglans neotropica Cassia reticulata Ochroma pyramidale Passiflora coccinea Passiflora coccinea Paragonia pyramidata Centropogon cornufus Liabum sp Bacharis spp.	"laurel" "nogal" "retama" "topa"

FAUNA

Mamíferos : Marsupiales ("mucas"), quirópteros ("murciélagos"), Primates ("monos"), Edentados ("Hormigueros"), Roedores ("Ardillas", "ratones"), Carnívoros ("osos", "pumas"), Artiodáctilos ("sajino", "venado colorado").

Aves: Tinamiformes (perdices), Anseriformes (patos), Falconiformes (rapaces), Galiformes (pavas de monte), Columbiformes (palomas), Psittaciformes (loros, pericos, guacamayos), Apodiformes (picafleres), Passeriformes (pájaros en general).

Reptiles: Ofidios (serpientes venenosas), quelonios (tortuga Taricaya).

Anfibios (Sapos)

Peces: "boquichico", "huasaco", "carachama", "sábalo", "zúngaro", "doncella", "gamitama", "palometa", "bagre".

5.3. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL EN BASE A PARÁMETROS DE FLORA Y FAUNA

Los moradores de las zonas de influencia de la minería aurífera de Madre de Dios señalan que durante el apogeo de la actividad extractiva del oro (1978 – 1988), la gente involucrada en ésta actividad, practicaba intensamente la caza de fauna silvestre contribuyendo a la disminución drástica de éste recurso; el que en los últimos años ha mostrado cierta recuperación (Valverde, 1995). El mismo Valverde (1995) señala que en el caso de los peces no está ocurriendo lo mismo, debido a que las aguas de los ríos están siendo contaminadas con sólidos en suspensión y residuos de mercurio por las actividades de la minería aurífera.

5.4. PRINCIPALES IMPACTOS IDENTIFICADOS

En Madre de Dios especialmente, la pesca contribuye mayoritariamente al aporte proteico de la dieta del poblador, por tal motivo la contaminación con mercurio de las aguas, lechos y cercanías de los ríos se constituye en un peligro grave.

La extracción maderera en la cabecera de los ríos.

5.5. DEFINICIONES

• ECOSISTEMAS

Los ecosistemas son entidades funcionales compuestas por plantas, animales, microorganismos y un sustrato inorgánico de suelo, roca o agua y con acceso directo o indirecto a la atmósfera y a la luz solar como fuente de energía. Todas las partes de un ecosistema interactúan en un delicado equilibrio, en un sentido inmediato o a largo plazo (Brack, 1988).

La cuenca como unidad dinámica y natural refleja las acciones recíprocas entre el suelo, factores geológicos, agua y vegetación, proporcionando un resultado de efecto común: Esguerramiento o corriente de agua, por medio del cual los efectos netos de estas acciones recíprocas sobre este resultado pueden ser apreciadas y valoradas.

• BIODIVERSIDAD Y AREAS PROTEGIDAS

El término biodiversidad hace referencia a la diversidad de seres vivos en varios niveles. La variedad de especies de animales; plantas y microorganismos que se reúnen en un sitio determinado. La riqueza de variedades y razas dentro de esas especies. La variabilidad genética dentro de cada especie, es decir; la suma de toda la información que contienen los genes de los individuos de un grupo cualquiera.

• LA DIVERSIDAD DE LOS RECURSOS GENÉTICOS

Es necesario mencionar que existe en el país vacíos de información y eficiencia de la representatividad del Sistema Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), por esta razón en 1991 el CDC-UNALM produjo un documento con propuestas técnicamente sustentadas para mejorar tal representatividad.

En 1996, como parte de los trabajos para formular el Plan Nacional del SINANPE, dentro de proyecto Fanpe – GTZ se produjo un documento llamado Diversidad Biológica del Perú, Zonas Prioritarias para Conservación. En este documento se ha identificado las zonas del país donde se requiere establecer nuevas áreas protegidas nacionales.

Entre los grandes desafíos del desarrollo sostenible para el Perú en el siglo XXI está el desarrollar la minería limpia. Siendo el Perú, un país minero por excelencia, la explotación minera deberá ser orientada a controlar los tremendos impactos negativos sobre el medio ambiente que tiene en la actualidad.

• ZONAS AURÍFERAS

La zona de estudio está comprendida en las provincias de Manu y Tambopata del departamento de Madre de Dios. La zona aurífera involucra una parte de la cuenca del río Madre de Dios, esto es, desde el río Colorado hasta el río Tambopata aguas abajo del río Madre de Dios, en su margen derecha.

En este sector el río Madre de Dios recibe, en la margen derecha, los aportes, de los ríos Tambopata – Malinowsky, Inambari y Colorado.

• BIODIVERSIDAD Y AREAS PROTEGIDAS

El río Madre de Dios es de tipo longitudinal, es decir, discurre paralelamente a la estructura de las rocas (Sierra de Carabaya). Se origina en la confluencia de los ríos Manu y Alto Madre de Dios y se prolonga hasta las fronteras con Brasil y Bolivia. Este río en el sector estudiado, forma una sucesión interminable de curvas y contracurvas, formando numerosos aguajales y meandros abandonados especialmente en la margen derecha del sector aguas arriba de la desembocadura del río Inambari, el cual constituye, asimismo, un sector fuertemente inundable, aguas abajo de esta desembocadura, el río forma meandros fuertemente abiertos y tiende a producir “estirones” que se hacen cada vez más dominantes, con prescindencias cada vez mayor de los meandros abandonados a la formación de islas, especialmente aguas abajo de la desembocadura del río Tambopata.

En la Selva Baja encontramos árboles exuberantes, llamativos por su color siempre verde y por sus flores y frutos de vinos tonos. En este impresionante bosque se encuentran árboles de más de 30 metros de altura y hasta 3 metros de diámetro. Las lianas y plantas trepadoras entretejen el bosque, definiendo zonas oscuras a plena luz del día. Entre los árboles más comunes están el cedro, la caoba, la lupuna, el tornillo, el renaco, el cetico, entre otros. En las áreas inundables son comunes los platanillos y las palmeras.

En la zona de Selva Alta, los enmarañados bosques están constituidos por árboles de tamaño relativamente menor, de formas frecuentemente irregulares y retorcidas. Sin embargo la diversidad de especies es extraordinaria. Densas neblinas y lluvias frecuentes dan lugar a la existencia de abundantes líquenes, musgos y helechos, así como a las siguientes y bellas orquídeas.

Mención aparte merece la gran diversidad de peces de los ríos de la cuenca, pues dada las operaciones mineras, se afectarán sus hábitat y por consiguiente sus poblaciones y diversidad. Esta variedad de peces tampoco está determinada, faltan estudios para conocer el total de especies. Igual sucede con los insectos y otros invertebrados, los cuales se estima sobrepasen el millón de especies. Los estudios sobre estos temas son todavía insuficientes.

5.6. CLASIFICACIÓN DE USO DE LA TIERRA

USO DE LA TIERRA	TAMBOPATA	MANU	DPTO. MADRE DE DIOS
	Ha	Ha	Ha
TIERRAS DE LABRANZA	32,998	4,325	45,556
CON CULTIVO PERMANENTE	24,633	880	33,359
CON CULTIVO ASOCIADO	2,256	349	3,200
CON PASTOS NATURALES	--	--	8,704
MONTES Y BOSQUES	--	--	423,768
OTRA CLASE DE TIERRA	--	--	17,243

La superficie bajo riego y la procedencia del agua para riego es:

PROCEDENCIA DEL AGUA	SUPERFICIE AGRICOLA BAJO RIEGO (Ha)		
	TAMBOPATA	MANU	DPTO. MADRE DE DIOS
SOLO DE POZO	20	--	20
SOLO DE RIO	8	10	18
SOLO DE MANANTIAL O PUQUIO	7	--	7
DE RIO Y POZO	--	1	1
OTRAS COMBINACIONES	--	--	2

5.7. PECES Y RECURSOS HIDROBIOLOGICOS

Casi el 85% de las especies de peces de agua dulce se distribuyen en la Amazonía. En ella se reconocen dos subregiones importantes: la primera, comprende las cuencas de los ríos Marañón, Ucayali y Napo, y la segunda la cuenca del río Madre de Dios. Entre las dos subregiones, la cuenca de río Madre de Dios es la menos diversificada, pero el grado de diferenciación de especies es mayor. Existe también una diferenciación altitudinal, en la selva baja, por debajo de los 1,000 metros, las especies son más diversificadas que en la selva alta.

El potencial pesquero incide activamente en la alimentación de la población nativa y constituye un recurso importante para el abastecimiento alimentario de los colonos, generando una actividad productiva de alcances interesantes para la ocupación socioeconómica de la zona. En el aspecto científico y ecológico, por la abundancia y escaso conocimiento de las especies identificadas y por su participación activa en el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres, el recurso pesquero constituye una fuente importante para la investigación científica y para el equilibrio ecológico de la selva.

LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PECES DE CONSUMO HUMANO EN PUERTO MALDONADO

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Boquichico	<i>Prochilodus nigricans</i>
Sábado	<i>Brycon</i> spp.
Yulilla	<i>Anodus elongatus</i>
Llambina	<i>Potamorhina altamazonica</i>
Yahuarachi	<i>Potamorhina latior</i>
Chiuchiu	<i>Psectrogaster rutiloides</i>
Gamitana	<i>Colossoma macropomum</i>
Palometa	<i>Mylosoma duriventris</i>
Paña	<i>Serrasalmus rhombeus</i>
Paco	<i>Piarachus brachipornus</i>
Paña	<i>Pygogentrus nattereri</i>
Chambira	<i>Cynodon gibbus</i>
Chambira	<i>Hydrolicus pectoralis</i>
Chambira	<i>Hydrolicus scomberoides</i>
Chambira	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>
Leguía	<i>Auchenipterus</i> spp.
Dorado	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>
Dorado	<i>B. flavicans</i>

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Dorado	<i>El vaillanti</i>
Mota	<i>El juruense</i>
Mota	<i>Calophysus macropterus</i>
Mota	<i>Goslinia platynema</i>
Bagre	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>
Maparate	<i>Hipophthalmus edentatus</i>
Maparate	<i>H. marginatus</i>
Achara, Mota	<i>Lejarius marmoratus</i>
Mota	<i>Pimelodina flavipinnis</i>
Bagre	<i>P. blochi</i>
Bagre	<i>Pinirampus pinirampu.</i>
Mota	<i>Platynematishtys notatus</i>
Pico de paco	<i>P. sturio</i>
Pumazúngaro	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>
Doncella	<i>P. fasciatum</i>
Pico de pato	<i>Sorubim lima</i>
Achacubo	<i>Sorubimochthys planiceps</i>
Zúngaro negro	<i>Zúngaro zungar</i>
Zebra	<i>Merodontotus tigrinus</i>
Mota	<i>Aquarunichthys torosus</i>
Carachama	<i>Liposercus</i> spp.
Corvina	<i>Plagioscion squamosissimus</i>

5.8. CONTAMINACIÓN CON MERCURIO

El mercurio se utiliza en todas las operaciones mineras, en cantidades proporcionales a la producción de oro. Es imprescindible para la obtención del oro.

La contaminación por mercurio constituye la amenaza más seria al ecosistema, y se produce bajo dos formas (Llosa, 1995).

- a) Mediante su emisión en estado líquido al medio acuático, producida mediante las labores de amalgamación del oro (Hg + Oro) al verter el agua sobrante al cauce del río; y
- b) Mediante la emisión de vapor de mercurio, al quemar la amalgama con la finalidad de separar el oro del mercurio.

En los dos casos hay incorporación efectiva del metal al ecosistema. En el primero de manera directa y en el segundo por acción de las lluvias que llevan las partículas de vapor a los cursos de agua. El elemento es transformado por microorganismos acuáticos a diversas formas compuestas, una de las cuales, el metilmercurio, es la más tóxica. Este compuesto ingresa en la red trófica casi desde la base, contaminando en grado diverso al resto de los organismos de los ecosistemas acuáticos afectados.

Esta contaminación llega sin duda al ser humano, pues el pescado está sin duda en la dieta de todos los pobladores de la zona. Por otro lado, durante el proceso de quema de amalgama, la contaminación es directa, ya que el minero se impregna de mercurio e inhala los vapores tóxicos, más aún en los casos de efectuar la quema en el fogón de la cocina.

El mercurio afecta el sistema nervioso central causando daños irreversibles. Los síntomas de una persona intoxicada con mercurio son: mareos, cólicos, vómitos, irritación de las encías, deficiencias de la vista, dolores de riñón y uretra, dificultad en el habla y pérdida de concentración.

5.9. DEMOGRAFIA

Según las proyecciones al 30 de junio de 1996, hechas por el INEI en base al Censo Poblacional de 1993, la población humana del departamento de Madre de Dios es de 74, 129 habitantes de los cuales 50,058 (68%) se encuentran en la provincia de Tambopata y 17,301 (23%) en la provincia del Manu. Del total de la población del departamento de Madre de Dios el 60.8 % es urbana y el 39.2 % es rural. La tasa de crecimiento anual para la ciudad de Puerto Maldonado capital de la Provincia de Tambopata es de 4.59%.

6. ACTIVIDAD MINERA Y DE BENEFICIO

6.1. MINERIA: PRESENTACION DEL MINERAL

El potencial minero metálico de la zona estudiada, reconocido hasta el momento, está circunscrito a la ocurrencia de oro aluvial en algunos sectores, presentándose tanto en polvo como en pepitas, como producto de concentración residual y mecánica.

6.2. DISTRIBUCION DEL ORO

La distribución del oro en la zona estudiada es amplia, habiéndose identificado su ocurrencia en las arenas de las playas, islas y desembocaduras de los ríos Madre de Dios, Alto Madre de Dios, Inambari, Malinowsky, Heath, Tambopata y de los Amigos; así también como en la llanura aluvial formada por éstos, en donde el oro se encuentra contenido en el material aluvial que la constituye.

6.3. LABORES / TAJOS ACTUALES Y ANTIGUOS

La actividad minera se centraliza en la explotación del oro aluvial en ciertas áreas de los ríos Madre de Dios, Alto Madre de Dios, Malinowsky, Tambopata y de los Amigos. La explotación es realizada por pequeños mineros, que en su mayoría no tienen concesiones en las áreas que explotan.

Se explota el oro contenido en las arenas de las playas, bancos antiguos y cursos de agua desviados artificialmente.

Los placeres de mayor enriquecimiento de la cuenca del río Malinowsky ocurren en la zona de meandros, entre el tramo de la quebrada Manuhani y la desembocadura del río Azul. Dada la cantidad de mineros, el río Malinowsky es trabajado en cualquier parte de su cauce y en su desembocadura al río Tambopata. La actividad minera está muy desarrollada entre la desembocadura de la quebrada Manuhani y la del río Azul, coincidente con el inicio del sistema meandrante.

6.4. BENEFICIO

La concentración del mineral y obtención del oro se realiza utilizando varios métodos parecidos, que se diferencian en la manera de cómo extraen el mineral y el sistema de separación del oro de la grava.

Los métodos de explotación se clasifican en:

- **MÉTODOS ARTESANALES**

El trabajo manual interviene tanto en la parte extractiva como en la recuperación del oro (incluye el proceso de amalgamación). Estos métodos son:

- **INGENIOS (HERRAMIENTAS SIMPLES)**

El método involucra a una serie de formas manuales de obtener oro, en forma personal o familiar. Su mayor desarrollo es generalmente en el periodo de lluvias. En estas labores se utilizan picos, palas, yutes y mercurio.

- **CANALETAS (CARRETILLAS Y TOLVAS)**

Este método es uno de los más difundidos en Madre de Dios. Antes de empezar la explotación se toma algunas muestras, haciendo huecos de 30 cm de diámetro por 40 a 50 cm de profundidad. Las muestras se evalúan haciendo un conteo de las partículas de oro que se logran ver. Las leyes que se explotan mediante este método son de 0.30 a 0.50 g/m³.

- DRAGA DE SUCCION 6" (BOMBA DE SUCCION Y BUZO)

En este método el sistema de extracción (bomba de sólidos) y el de recuperación (canaletas) están montados sobre dos canoas o barcasas de madera. El método consiste en succionar el material aurífero con una manguera plástica de 6" de diámetro que es manipulada en el fondo por un buzo que recibe aire desde la superficie por una compresora. El buzo se encarga de seleccionar el material que será succionado para ser procesado en las canaletas de recuperación. Este método presenta una serie de dificultades por trabajar a ciegas o bajo el agua y estar expuestos a las fluctuaciones del nivel del río que puede obligar a las dragas a apearse en las orillas.

- CARANCHERA (BOMBA DE SUCCION)

Es similar a la draga, ya que tienen el mismo principio de funcionamiento. La explotación consiste en succionar grava aurífera de las playas, iniciando el avance de la explotación. La manguera de succión de 6" es manipulada por un obrero, que trabaja parado sobre la playa. La profundidad de explotación a la que se llega es de un metro.

- CHUPADERAS (MONITORES Y BOMBA DE SUCCION)

Este método material extrae 2 ó 3 veces más que la draga o carancheras, y de 10 a 15 veces más que el método de las canaletas. Las chupaderas explotan depósitos antiguos cubiertos con sobrecarga. La operación se inicia con el derrumbe de la sobrecarga y grava por un pistoneo con un monitor o yato, mediante agua a presión (mangueras de 2"), con una bomba de alta presión. El lodo formado por limos, arenas y gravas es succionado por una bomba de sólidos de 6" y conducido mediante tubos de PVC a las canaletas de recuperación localizadas a 50 m.

• MÉTODOS SEMI – MECANIZADOS

Estos métodos son llamados así porque el trabajo manual interviene principalmente en el proceso de recuperación de oro. Estos métodos son :

- **CHUTE** (extracción mediante cargadores frontales)

- **DRAPAS TIPO LANZA O ESCAREANTE DE 8", 10" Ó 12"** (bombas de succión montadas sobre pontones de fierro y tubos de fierro operados manualmente).

• METODOS MECANIZADOS

El trabajo manual no participa en la extracción del mineral ni en la recuperación del oro. Estos son:

- **DRAGAS DE CANGILONES** (extracción con cucharas y planta de lavado mecanizada con tromel, jigs, amalgamadores, etc.; montadas sobre pontones de fierro).

- **WASHING PLANT** (planta de tratamiento igual que la anterior, pero sin sistema de extracción. La extracción es independiente mediante excavadoras).

6.5. RECUPERACIÓN DEL ORO

La recuperación efectuada por los mineros artesanales tiene tres etapas:

- Recuperación de la arenilla aurífera,
- Amalgamación, y
- Refogado de la amalgama oro-mercurio.

En un estudio hecho por el Ing. David Cuadros Torres, Jefe del Sub-Proyecto Minería Aurífera Artesanal - Madre de Dios , en diciembre de 1995; se reportó que en la zona de Buena Fortuna

se utilizó 2,212 Kg de mercurio en 12 días, obteniéndose 789.9 Kg de oro. Utilizando esta información se ha calculado que se utilizan 2.8 Kg de mercurio por kilo de oro.

6.6. EMPRESAS QUE TRABAJAN FORMALMENTE

Las empresas que trabajan en Madre de Dios dentro de la zona de estudio son:

- Auríferas Los Incas S.A. (AURINSA) – Draga AA-175, Madre de Dios – Manu.
- Bocangel Ramírez, Luis S.A. – Arco Iris, Inambari – Tambopata
- Comercializadora de Arenas Auríferas Carausa – PIVI, Inambari – Tambopata.
- Dimas Gonzales Luis, Virgencita de Chapi, Tambopata – Tambopata.
- Mendoza Mendoza Carlos, Anthony, Tambopata – Tambopata.
- Tisnado Nurema Arturo Eutemio, Rudy Lee, Tambopata – Tambopata,

7. IMPACTOS AMBIENTALES

7.1. MINERIA

Las operaciones mineras de extracción más utilizadas; tipo ingenio, canaletas, carancheras y dragas de succión de 6"; no tienen mayor impacto ambiental por efectuarse en el cauce activo del río y el volumen de extracción es reducido comparado con el material disponible. Un estudio reciente, sobre 60 operaciones, reportó que el 96.4% se efectuaban en el cauce actual del río y el 3.6% en la terraza antigua.

El método de explotación que tiene mayor impacto es el de las chupaderas, ya que se explotan las riberas del río y se procesa el material en tierra, dejando canchas que alcanzan los 8 metros de altura, sobrepasando la terraza antigua.

Por otro lado, tanto las empresas e informales que trabajan en toda la zona utilizan petróleo en sus operaciones, siendo almacenados en tanques que no están equipados con contenedores que puedan evitar la contaminación del entorno en caso de fugas, derrames o fracturas del tanque.

7.2. CONTAMINACIÓN POR MERCURIO (Hg)

De acuerdo al "modus operandi" de los mineros artesanales, éstos contaminan el ambiente de tres maneras:

- En forma directa durante el proceso de amalgamación. El minero soba con los pies descalzos el mercurio vertido en exceso en las arenillas auríferas, utilizando 500 gramos de Hg, sobre la arenilla aurífera, para obtener 50 gramos de oro.
- La recuperación de la amalgama Hg + Au de las arenas negras utilizando bateas de madera. Esta operación se efectúa en las orillas del río, donde por falta de pericia o manipuleo se vierte parte de la amalgama al río. Es difícil estimar la cantidad que se vierte al río, pero se considere que no es significativa.
- La quema o refogado de la amalgama es la mayor contaminación ambiental que producen los mineros artesanales. La mayoría de los mineros realizan esta actividad en la cocinas de sus campamentos (76.3%) y en menor cantidad al aire libre (23.6%). Los vapores de mercurio que se liberan son inhalados y contaminan los alimentos. Del total del mercurio volatilizado, del 50 al 60% permanece en ese estado y se dispersa, el resto vuelve al estado líquido rápidamente y cae alrededor del área.

La intoxicación por mercurio puede ser ocasionada por mercurio elemental o por las sales que forma. Entre los principales síntomas tenemos:

- Hg elemental (inhalación): Irritación pulmonar (neumonía química).
- Hg elemental (subcutánea) : Inflamación local, infección mercurial (insuficiencia renal pasajera, alteraciones neuro-psíquicas, afección al aparato digestivo y anemia).
- Sales de Hg : inflamación del trato gastro-intestinal e insuficiencia renal.

8. MITIGACIÓN

8.1. GENERALIDADES

El impacto producido por la extracción de la arenilla se resume a la deforestación de las playas y riberas de los ríos, y en el aumento de partículas totales en suspensión en los ríos. Estos impactos son propios de la actividad y mínimos teniendo en consideración la vegetación existente en la zona y la recuperación natural de los ríos para disminuir el exceso de partículas suspendidas en sus aguas.

El principal problema que se enfrenta en esta actividad es el manejo adecuado de mercurio, el cual es un problema que afecta directamente a la calidad de vida de los pobladores que desarrollan esta actividad y a aquellos que utilizan los recursos de la zona como medio de vida.

La contaminación por mercurio continuará hasta que no se den las condiciones financieras para cambiar las técnicas de tratamiento. Se debe convencer a los mineros a mediano y largo plazo de los beneficios económicos que pueden obtener con nuevos sistemas de tratamiento, donde se cuide el ambiente y la salud de ellos mismos.

Por ahora se está incentivando el uso de retortas en la recuperación del oro de la amalgama en el departamento de Madre de Dios, mediante demostraciones prácticas y guías. Hasta la fecha no se tiene una aceptación masiva del método.

En conclusión, la contaminación con mercurio en los ríos ocurre en forma líquida, y en el ambiente en forma de gas (refogado). Estos dos impactos pueden ser mitigados y/o controlados mediante la concientización de los mineros, ya que ellos son los únicos que pueden cuidar su salud y las de sus familias.

8.2. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo que se realizó tuvo como fin complementar la información existente para efectuar la evaluación integral de las zonas estudiadas. Asimismo, se busca identificar y confirmar los problemas ambientales existentes y potenciales, utilizando equipos portátiles de monitoreo de agua, análisis de aguas, análisis de los suelos y observaciones de campo.

Para cumplir con el objetivo del plan se realizó las siguientes evaluaciones:

- Cantidad y calidad de aguas.
- Calidad de suelos y sedimentos.
- Estado de la flora, fauna y ecosistemas.
- Estabilidad de depósitos.
- Temperatura
- pH

8.3. OBSERVACIONES DE CAMPO

En la zona se debe evaluar lo siguiente:

- Abundancia y presencia de especies vegetales.
- Presencia de especies animales silvestres y domésticas.
- Ubicación de referencia del punto de monitoreo.
- Ubicación de la población más cercanas.
- Color de la descarga y de los cursos de agua.
- Verificar la naturaleza de la descarga.
- Olores que se pueden percibir.

8.4. ANALISIS DE LABORATORIO

Los análisis se llevaron a cabo en un laboratorio que cuenta con la infraestructura necesaria para la realización de estos análisis de al mejor manera. Los análisis sirven para determinar las bondades agrícolas que tiene el suelo. Los análisis en general son:

- pH.
- Conductividad eléctrica (CE)
- Materia orgánica (MO)
- Dureza total (CaCO_3)
- Nitrógeno total (NT)
- Potasio disponible (K_2O)
- Fósforo disponible (P_2O_5)
- Azufre disponible (S)
- Textura (arena, limo y arcilla)
- Calcio (Ca)
- Potasio
- Sodio (Na)
- Magnesio (Mg)
- Plomo (Pb)
- Zinc (Zn)
- Hierro (Fe)
- Arsénico (As)
- Mercurio (Hg)
- Cobre (Cu)

9. ZONAS AURIFERAS DE MADRE DE DIOS

9.1. INTRODUCCIÓN

El trabajo se realizó en la cuenca del río Madre de Dios, en el sector comprendido aproximadamente entre el río Colorado y el río Tambopata; y las sub cuencas Huepetuhe, Caychive, Inambari y Tambopata.

No se han cubierto las sub cuencas de Punquiri, Colorado y Malinowsky.

9.2. PLANTAS Y ACTIVIDADES VISITADAS

Las operaciones auríferas de la cuenca y sub cuencas del río Madre de Dios no presentan plantas concentradoras de envergadura que se pueda reconocer fácilmente. En este caso la concentración del mineral se inicia con las actividades mineras de excavación de la tierra.

Las actividades mineras, sí son reconocibles, éstas se distribuyen en los bordes de los cauces de los ríos, en las playas, en cauces abandonados y terrazas aluviales, principalmente.

9.3. MINERIA Y/O BENEFICIO.

- **ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LAS OPERACIONES MINERAS**

Las operaciones en el sector están operativas, existe una combinación de aquellas que no cuentan con equipos y aquellas que sí.

- **DUEÑOS E HISTORIA DE LAS ACTIVIDADES (ANTIGÜEDAD)**

En el campo no ha sido posible identificar a los dueños de las concesiones mineras, al parecer existe mucho recelo al respecto.

Muchos de los mineros que estaban laborando contaron que trabajan para personas que han alquilado el sector de explotación a los dueños de las concesiones por tiempos y cantidad de oro prefijados. Los dueños de la explotación pueden tener una o varias operaciones en la playa o sector.

- **MINA :SISTEMA DE EXPLOTACIÓN Y CANTIDAD**

El sistema de explotación aurífero aluvial es a cielo abierto y se caracteriza por el movimiento de tierra, deposición en canaletas de madera, donde el sustrato es lavado con agua, aprisionamiento de las partículas más pesadas ("arenilla con oro"), en tapetes sobre la canaleta, recolección de la "arenilla", concentración en un balde o "batea" donde se mezcla con el mercurio, formación de la amalgama oro-mercurio, y finalmente, quema de ésta. La diferencia de los sistemas de explotación está en la infraestructura y herramienta (canaletas de diferentes tamaños, uso de lampa o de motobombas, dragas, cargadores frontales, retroescavadoras, etc.). Esto a su vez implica diferente capacidad de extracción del mineral.

- **DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA**

En estos sistemas de explotación aurífera, la planta tiene una infraestructura particular. Está integrada a la actividad desde el momento mismo de deposición de la tierra en la tolva de la canaleta.

- **INFORMACIÓN DE ALGUNAS OTRAS ACTIVIDADES CERCANAS A LAS QUE NO SE PUDO LLEGAR**

Extracción de madera para la minería, construcciones de las viviendas, principalmente. Comercio de alimentos, ropa, materiales y equipos diversos desde territorios brasileños. Pesca en los ríos Madre de Dios, Inambari, Tambopata, Colorado.

Turismo en la Zona Reservada del Tambopata.

- **ACTIVIDADES A LA QUE SE DEDICA LA POBLACIÓN DEL LUGAR APARTE DE LA MINERÍA**

Transporte

Comercio (víveres, electrodomésticos, artículos de ferretería, combustibles, alimentos).

Centros de diversión (Discotecas, bares).

Actividades religiosas.

9.4. ESTUDIOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA ZONA

- Aznar, P y M. Luna. 1979. Estudio de los mineros migrantes que extraen oro en el departamento de Madre de Dios. Ministerio de Trabajo, Dirección General del Empleo. Oficina Técnica de Formación Profesional y el Entro Interamericano de Administración del Trabajo-CIAT.
- Cuadros, D. 1995 Informe de las tareas realizadas dentro del Sub Proyecto Promoción Minería Artesanal Madre de Dios.
- De Oliveira Díaz. 1996. Diagnóstico legal de la actividad minera en la cuenca del río Malinowsky, PRODESCOT-Conservación Internacional.
- GRADE. 1991? Estudio de la Minería Informal y el Medio Ambiente.
- Neisser, W. 1995. Estudio del efecto ambiental producido por el empleo del mercurio en la pequeña minería aurífera.

- Trillo, A. 1996. Diagnóstico tecnológico y diseño del programa de extensión minera de la cuenca del río Malinowsky. PRODESCOT - Conservación Internacional.

MONITOREO DE RELAVES, DESMONTES Y SEDIMENTOS

En este caso de explotación aurífera el relave es casi imperceptible, sería el material de lavado de la amalgamación. Este se difunde fácilmente en el cuerpo de agua y suelos inmediatos.

10. EVALUACIÓN AMBIENTAL

10.1. IMPACTOS AMBIENTALES DETECTADOS

- Remoción de la llanura aluvial con la consiguiente pérdida de estructura y función de la misma. Esto implica además reducción de hábitats, cambios en la distribución de los organismos.
- Deposición de arena en el cauce de los ríos, generando ampliación de cauce y muerte de la biodiversidad del área.
- Pérdida del agua de los suelos de terraza por que las labores de corte funcionan como zanjas de infiltración. Esto además genera pérdida de la cobertura vegetal.
- Generación de aguas ácidas como producto del lavado superficial de los desmontes por las lluvias, que en ésta zona son muy intensas.
- Adición exagerada de sólidos en suspensión en el agua de los ríos y quebradas sobre las que drenan las actividades mineras. Esto fundamentalmente a causado la muerte de los peces y/o cambios en la distribución de los mismos; reduciéndose la oferta proteica y la diversidad animal de la zona.
- Crecimiento de los poblados como consecuencia de la inmigración, generando destrucción de ambientes naturales y contaminación.
- Modificación drástica del paisaje por la importación de material foráneo para la construcción de las viviendas y afines (plásticos, calaminas, etc.).
- Malas condiciones sanitarias en los pueblos y campamentos.
- Escasa o nula presencia del Estado como autoridad que se refleja en una escasa cultura cívica.

10.2. POSIBLES SOLUCIONES INMEDIATAS

Ordenamiento territorial y cumplimiento de las responsabilidades de los dueños de las concesiones mineras para responsabilizarlos del manejo adecuado de las explotaciones mineras que a su vez garantice la reducción de los impactos.

Acondicionamiento de instancias de salubridad que garanticen el cuidado de la salud de la población.

Intensas campañas de educación ambiental para evitar la contaminación del ambiente.

10.3. SOLUCIONES A LARGO PLAZO

Organización en empresas a las diversas operaciones mineras artesanales para garantizar su operatividad en el tiempo y espacio.

Promoción de la adecuación ambiental de los pueblos y campamentos.

• CALIDAD DEL AGUA

En la evaluación de los impactos ambientales de la minería existen tres áreas principales a considerar.

Impactos en el ambiente como consecuencia de la inestabilidad física;
Impactos en el ambiente como consecuencia de la inestabilidad química; e,
Impactos socioeconómicos.

• MUESTRAS

Las muestras de agua fueron colectadas en cada una de las cuencas para evaluar el impacto de las actividades mineras en los ríos y cuerpos de agua. Los muestreos fueron realizados en mayo de 1997.

Se tomó un total de nueve muestras en Madre de Dios.

• ANALISIS

Todas las muestras de agua fueron analizadas en Lima, en el laboratorio CERQUIME. Los parámetros analizados fueron seleccionados en correspondencia con los criterios de calidad de aguas aplicables, es decir, los criterios para cuerpos receptores según la Ley General de Aguas y, los criterios para descargas de efluentes de origen minero-metalúrgico según disposiciones de Ministerio de Energía y Minas. Sin embargo, en algunos casos la comparación de los datos con los criterios mencionados no ha sido posible debido a que los límites de detección del laboratorio resultaron mayores que los criterios respectivos.

• MERCURIO

Uno de los principales aspectos de la química del agua es el mercurio, debido a las potenciales pérdidas de mercurio percibidas en las operaciones de amalgamación y el subsecuente procesamiento de los relaves de amalgamación. Para evaluar este aspecto, es importante comprender los mecanismos potenciales de liberación y transporte:

En las operaciones de amalgamación, el mercurio puede estar en forma metálica, la cual tiene baja solubilidad. Sin embargo, si el mercurio es descargado a un cuerpo de agua, existe un potencial de:

- Acumulación de mercurio en los sedimentos.
- Reacciones del mercurio con bacterias y organismos, resultando en la formación de especies orgánicas de mercurio más tóxicas y móviles.

En la mayoría de las operaciones informales de amalgamación el oro es recuperado a partir de la amalgama mediante la volatilización del mercurio; el vapor de mercurio precipita rápidamente, extendiendo la contaminación a áreas mayores, comprometiendo suelos y vegetación.

RESULTADOS DE ANALISIS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

CODIGO	Pto 1	Pto 2	Pto 3	Pto 4	Pto 5	Pto 6	Pto 7	Pto 8	Pto 9	Unidad	Método APHA 1992
Fecha	01.05.97	02.05.97	02.05.97	02.05.97	02.05.97	03.05.97	03.05.97	05.05.97	05.05.97		
D.T. Como CaCO3	N.D.	N.D.	30.0	N.D.	N.D.	30.0	30.0	30.0	15.0	Mg/L	2340 C
SO4	7.66	18.32	N.D.	N.D.	N.D.	7.70	13.17	10.10	1.70	Mg/L	4500 SO4 E
TSS	55.0	7422	52.0	19004	N.D.	208.0	558.0	318.0	72.0	Mg/L	2540 D
Acaite y Grasas	2.12	2.00	1.50	7.50	1.75	1.33	1.25	2.50	1.12	Mg/L	5520 B
Cu/t	0.03	0.03	0.03	0.06	0.02	N.D.	0.01	0.01	0.01	Mg/L	3500 CuB
Cu/dis	0.02	0.02	N.D.	0.01	0.02	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	Mg/L	3500 CuB
Fe/t	0.77	226.8	14.9	75.6	0.22	2.28	4.36	4.19	2.09	Mg/L	3500 FeB
Fe/dis.	0.18	5.27	9.23	2.77	0.20	1.14	0.93	0.95	1.07	Mg/L	3500 FeB
Cd/t	0.01	0.02	0.01	0.06	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	Mg/L	3500 CdB
Cd/dis.	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	Mg/L	3500 CdB
Zn/t	0.05	0.22	0.07	0.18	0.07	0.12	0.10	0.12	0.09	Mg/L	3500 ZnB
Zn/dis.	0.04	0.05	N.D.	0.06	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04	Mg/L	3500 ZnB
Pb/t	0.05	0.40	0.05	0.06	0.02	0.06	0.03	0.05	0.01	Mg/L	3500 PbB
Pb/dis	0.04	0.35	0.02	N.D.	N.D.	0.04	0.02	0.03	N.D.	Mg/L	3500 PbB
Mn/t	0.02	0.38	1.45	0.06	0.03	0.29	0.08	0.06	0.06	Mg/L	3500MnB
Mn/dis.	0.02	0.15	1.37	0.03	0.02	0.26	0.07	0.04	0.05	Mg/L	3500MnB
Cr/t	N.D.	N.D.	0.04	0.07	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	Mg/L	3500 CrB
Cr/dis.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Mg/L	3500 cRb
As/t	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Mg/L	3500 AsC
As/dis	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Mg/L	3500AsC
Hg	N.D.	0.002	N.D.	0.002	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Mg/L	3500 HgB

10.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las principales preocupaciones con respecto a los impactos ambientales de la minería en esta región son la descarga de sólidos en suspensión y mercurio procedentes de las operaciones mineras informales y las plantas de amalgamación.

Las operaciones mineras tienen claramente un efecto severo y adverso en las concentraciones de sólidos en suspensión en el río, particularmente en las vecindades inmediatas de las operaciones mineras.

- **CALIDAD DE LOS SUELOS**

La evaluación de la calidad de los suelos y sedimentos se hizo por separado en las zonas de Puno y Madre de Dios. Las diferencias existentes en todo sentido en estas dos zonas hicieron la evaluación por separado para su mejor entendimiento.

La minería aurífera que se desarrolla en Madre de Dios, particularmente en el área de Caychive-Huepetuhe, se caracteriza por el movimiento de grandes volúmenes de tierras en las orillas y cauces de los ríos utilizando maquinaria pesada. Esta labor se realiza desde las orillas penetrando hacia los bosques deforestando la zona y extrayendo la capa superficial de suelo aprovechable.

- **EVALUACION DE RESULTADOS**

Los suelos se caracterizan por ser levemente ácidos y presentar bajo contenido de nutrientes, no siendo los más adecuados para utilizarse en labores agrícolas.

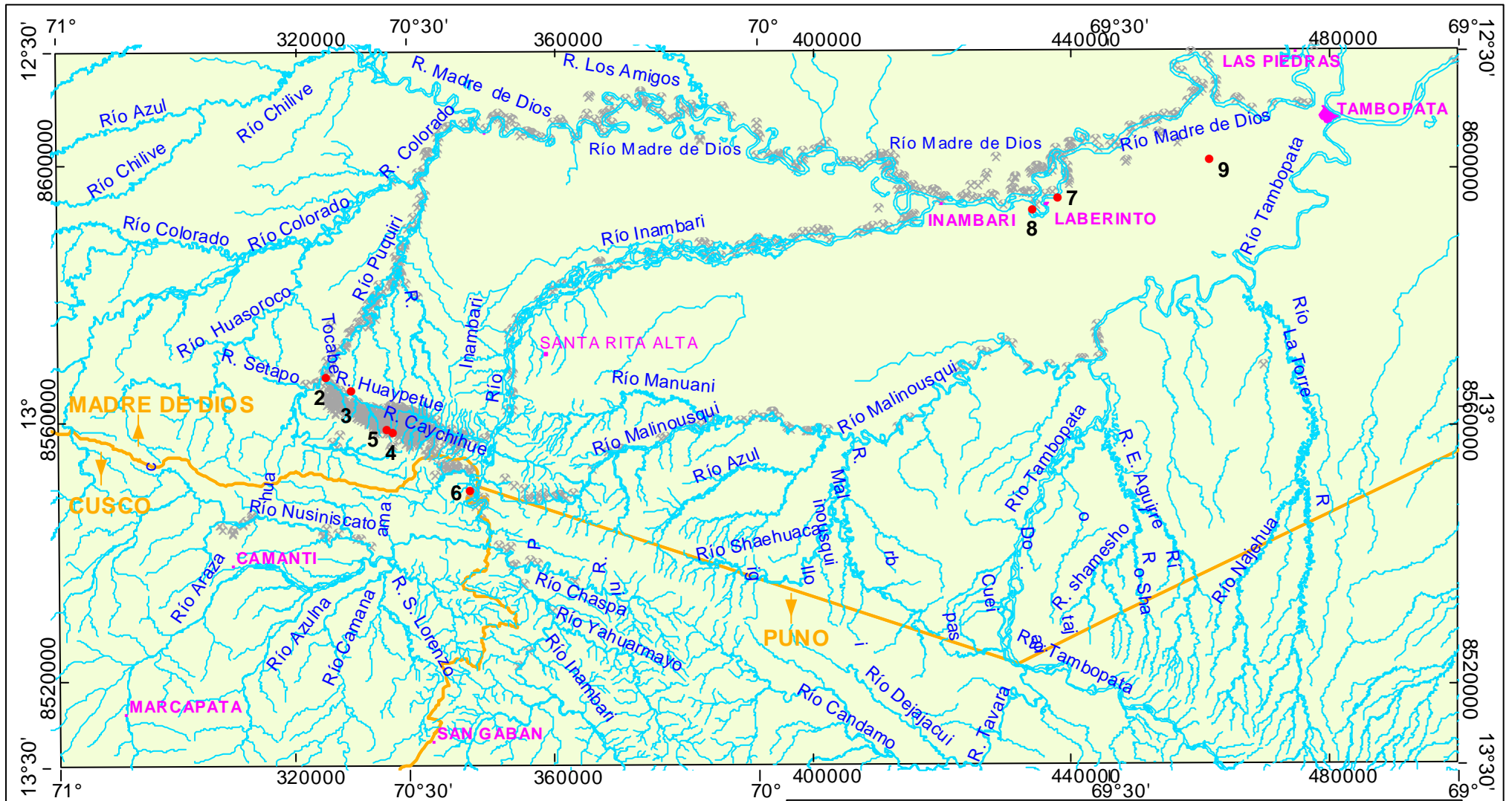
Las condiciones climatológicas y la abundancia de agua hacen posible el desarrollo de bosques selváticos característicos en las zonas donde no ha llegado la minería.

Los suelos muestreados presentaron bajos todos los parámetros excepto el manganeso que se encuentra elevado en algunas muestras. Las concentraciones de mercurio en los suelos y desmontes son bajas no considerándose una concentración contaminante.

El impacto producido por la minería en el departamento de Madre de Dios se centra en la extracción de la capa superficial de terreno y deforestación en forma indiscriminada, no teniendo cuidado en no derribar especies protegidas o de utilidad para los nativos que viven cerca de las actividades mineras. Otro aspecto importante es el efecto sobre la pesca, que disminuye considerablemente por la turbiedad de las aguas, producto del movimiento de tierras.

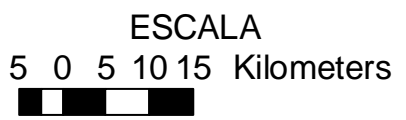
RESULTADOS DE MUESTREO DE SUELOS

COD FECHA	M-1 1.5.97	M-2 2.5.97	M-3 2.5.97	M-4 2.5.97	M-5 3.5.97	M-6 3.5.97	M-7 4.5.97	M-8 4.5.97	M-9 4.5.97	M-10 4.5.97	M-11 5.5.97	M-12 5.5.97	UNIDAD
PH	4.27	7.37	6.71	4.85	7.44	6.83	4.94	5.18	5.26	6.20	5.85	7.93	-
C:E:	290	30	50	30	20	40	160	60	40	210	40	110	US/cm
M:O	0.68	0.06	0.09	0.03	0.15	0.22	1.83	0.28	0.09	0.90	0.46	0.00	%
CaCO33	0.55	0.38	0.12	0.91	0.03	0.40	1.30	0.06	0.11	1.00	0.28	1.10	%
N.T.	0.15	0.05	0.02	0.05	0.17	0.02	0.15	0.08	0.05	0.08	0.05	0.05	%
P2=5	385.48	41.79	29.46	86.44	78.83	63.27	305.33	17.17	17.17	80.15	30.53	15.30	Mg/Kg
K20	138.79	32.05	113.01	36.86	12.05	0.24	57.83	136.39	23.85	334.48	198.80	161.21	Kg/Ha
S Toatl	0.10	0.01	0.01	0.05	0.00	0.01	0.03	0.01	0.05	0.05	0.05	0.02	%
TEXTURA													
Arena	24	100	100	74	100	98	64	50	60	52	72	98	%
Limo	32	0	0	18	0	2	28	44	28	44	22	2	%
Arcilla	44	0	0	8	0	0	8	6	12	4	6	0	%
Clase Textura	Arcilla	Arena	Arena	Franco Arenoso	Arena	Arena	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Arena	
CIC:	0.72	0.11	0.07	0.11	0.08	0.11	0.09	0.08	0.08	0.68	0.27	0.38	Meq/100grs
Na	0.004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	Meq/100grs
K	0.30	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	Meq/100grs
Mg	0.30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.25	0.10	0.12	Meq/100grs
Ca	0.40	0.09	0.05	0.09	0.07	0.09	0.06	0.05	0.06	0.41	0.15	0.24	Mg/Kg
Pb	48.5	3.5	3.0	10.5	3.0	4.5	8.5	6.0	7.0	35.0	18.5	13.5	Mg/Kg
Zn	78.5	5.5	6.5	15.5	15.5	3.5	30.0	39.5	22.5	8.5	47.5	75.5	Mg/Kg
Cu	22.0	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	1.00	1.00	2.00	33.00	8.50	9.50	Mg/Kg
Cd	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0	1.0	1.0	Mg/Kg
Mn	50.0	7.5	13.0	9.5	9.5	5.5	16.0	12.0	14.5	361.5	250.0	202.5	Mg/Kg
Fe	8800.0	1122.5	2780.0	5360.0	1765.0	1140.0	8850.0	907.5	10900.0	32600.0	22100.0	19300.0	Mg/Kg
Cr	20.36	2.10	3.65	2.23	4.18	2.10	1.86	3.65	12.87	9.80	11.0	6.91	Mg/Kg
As	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	1.21	1.77	0.00	0.00	1.49	3.82	3.22	Mg/Kg
Hg	0.476	0.260	0.194	0.194	0.044	0.00	0.348	0.697	0.614	0.243	0.238	0.249	Mg/Kg
LUGAR DE COLECC.	BORDE DE LA QDA. HUEYPETUE	BOCA DEL RIO HUEYPETUE	LECHO DEL RIO HUEYPETUE	HUEYPETUE	BOCA DEL RIO SECA	RIO INAMBARI	BARRIO NUEVO CAPA "A"	BARRIO NUEVO CAPA "B"	BARRIO NUEVO CAPA "C"	PLAYA DEL RIO LABERINTO	BORDE DEL RIO TAMBOPAT A	LECHO DEL RIO LABERINTO	



LEYENDA

- PTO. MONITOREO
- ◌ C. DISTRITO
- ~ RIOS
- x MINAS




 República del Perú
 Ministerio de Energía y Minas


 Dirección General de
 Asuntos Ambientales

MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA
EN LA ZONA AURIFERA DE MADRE DE DIOS

Fuente :
 Sistema de Información Ambiental - Klohn Crippen - SVS S.A.
 Terminado en diciembre de 1997

11. MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y DE REHABILITACIÓN

11.1. MANEJO DE MERCURIO

RIESGOS DEBIDO AL USO DE MERCURIO EN LA RECUPERACIÓN DE ORO

Durante el proceso de amalgamación se introduce mercurio metálico al medio ambiente en dos formas:

- Como líquido a la amalgama.- el riesgo que esto implica es principalmente la biotransformación del mercurio metálico en metilmercurio, el compuesto de mercurio más dañino para la salud humana y para el medio ambiente;
- Como vapor cuando se refoga la amalgama para recuperar el oro contenido en esta. El riesgo se presenta cuando la quema de la amalgama se hace al aire libre y no en una retorta. El daño es a la salud humana tanto del trabajador como de la población que vive en las cercanías del área donde se realiza esta labor.

PELIGRO POTENCIAL DEBIDO AL MERCURIO

Proceso	Acción	Peligro potencial Hg
Final de concentración gravimétrica en canal	Recolección del concentrado de oro (recipiente dependerá del volumen de producción, pudiendo ser una batea plástica, balde de diversos materiales o cilindro metálico).	Ninguno
Limpieza del concentrado (opcional)	Empleando un platillo se realiza una segunda concentración gravimétrica sobre el concentrado del canal.	Ninguno
Amalgamación	Se agrega Hg al concentrado en relación de 2 a 10 partes Hg por 1 de Au. Una vez que se ha formado la amalgama Hg-Au se la lava con agua limpia.	Contacto del Hg con la piel de los operarios – riesgo mínimo, es muy limitada la absorción del Hg por la piel. Hay mayor peligro si el trabajador tiene una herida abierta que permita al Hg entrar directamente a la corriente sanguínea. Cuando se lava la amalgama hay riesgo de perder Hg en el medio ambiente si es que esta acción no se efectúa en un lugar adecuado. Es común que el lavado se realice en las orillas de un río con agua limpia, no en las áreas de minado.
Exprimido del mercurio en exceso de la amalgama	Una vez realizada la amalgama se coloca la mezcla en un trapo y se exprime para eliminar el Hg en exceso.	Los riesgos a la salud humana y el medio ambiente son similares que con la amalgamación. En caso que el minero no reactive el mercurio usado que ha perdido gran parte de su poder amalgamador, este terminará siendo arrojado al medio ambiente.
Quema de la amalgama, refogado	Consiste en someter a la amalgama a una temperatura superior a los 400°C para eliminar el Hg de la aleación y recuperar el Au. Esta acción la realiza el productor, pero el comprador vuelve a quemar el oro.	En caso de no usarse retorta se estará perdiendo en forma de gas por lo menos 2 partes de Hg por cada parte de Au recuperado. El Hg gaseoso es la forma más perjudicial para la salud humana del Hg metálico.
Manipulación y almacenamiento deficiente del mercurio	El Hg se debe almacenar sumergido en agua, pues el vapor de Hg no puede superar la barrera de agua. Cuando se va a emplear el Hg se debe mantener en lo posible el recipiente cerrado. No se debe almacenar el Hg en el hogar o en lugares de mucho tránsito, tal como tiendas.	En caso de almacenar o manipular el Hg de manera incorrecta se está incrementando la posibilidad de inhalar vapores de Hg metálico, lo que puede causar, intoxicación no solo del trabajador sino de las personas que viven o laboran en el lugar donde se almacena o manipula el Hg. Además de incrementar la de que ocurran accidentes.
Uso de mercurio sucio (no reactivado)	En caso de usar el Hg no reactivado se requerirá agregar mas Hg al concentrado para recuperar Au.	Se incrementa el riesgo de pérdida de mercurio, amalgama y oro. Se dispone de técnicas sencillas para reactivar el Hg, que evita la disposición del mercurio sucio en el medio ambiente, sino también reduce los costos del proceso.

11.2. REDUCCIÓN DEL RIESGO DEBIDO AL USO DE MERCURIO

Las acciones a tomar para reducir las emisiones de mercurio son las siguientes:

Campaña de educación sobre el uso adecuado del mercurio:

- Daños que el mercurio causa a la salud y al medio ambiente;
- Uso del mercurio en "circuito cerrado", esto incluye la preparación de la amalgama en un lugar especialmente acondicionado que no sea las orillas de un río, y especialmente uso de la retorta;
- Remarcar que el mercurio es reutilizable y su reactivación es fácil.

Facilitar equipos o diseño de equipos, adecuados, especialmente retortas.

11.3. TECNICAS PARA REDUCIR RIESGOS DEBIDO AL MERCURIO

El mercurio se emplea y seguirá siendo empleado por pequeños mineros de oro, debido a la simplicidad de la técnica y la baja inversión inicial requerida.

La introducción de nueva legislación no afectará de manera alguna la forma en que estos mineros trabajan, porque la mayoría de ellos lo hacen sin permiso y en áreas remotas.

El uso de algunos equipos simples puede ayudar a prevenir la emisión de mercurio al ambiente. Para las personas que trabajan sólo por temporadas (Campañas) como mineros de oro, o para personas cuyo concepto de una buena inversión es la de gastar lo menos posible, el uso de estos equipos no es siquiera considerado. Los mineros no toman en cuenta que usando estas herramientas no sólo ahorrarán dinero al reducir el consumo de mercurio que actualmente se pierde, sino que también cuidarán su salud y reducirán el daño que están causando al medio ambiente.

• USO DE LA PRENSA DE AMALGAMACIÓN

La prensa de amalgamación, es poco empleada. Como ya se ha mencionado anteriormente, los pequeños mineros emplean pedazos de tela, e inclusive ropa que llevan puesta, para eliminar el exceso de mercurio en la amalgama. Debido a que la presión aplicada con la tela no es suficiente como para separar todo el mercurio sobrante, el exceso remanente se evaporará cuando se queme la amalgama.

• USO DE LAS TRAMPAS DE GRAVEDAD

Las trampas de gravedad, o hidráulicas, son empleadas para separar las partículas gruesas de oro de tal manera que éstas no sean molidas o amalgamadas; también para recuperar emisiones líquidas de mercurio y amalgama. A continuación se describen dos tipos de trampas de gravedad fáciles de construir:

La trampa hidráulica de gravedad, trabaja como un pequeño tanque de sedimentación integrado al flujo de material. Este equipo no interrumpe el flujo, y permite que las partículas sólidas se sedimenten. El agua que entra a contracorriente mantiene la cámara de sedimentación libre de partículas ligeras. El concentrado es recuperado abriendo la válvula que se encuentra en el fondo de la trampa.

La trampa de gravedad más simple de todas es hecha con láminas de metal. La pulpa de mineral es forzada a cambiar de dirección varias veces, de manera que las partículas con una gravedad específica más alta sedimentarán en el fondo. Las ventajas de este equipo con respecto al descrito en el párrafo anterior son: menor costo, más fácil de fabricar y de ajustar, la desventaja es que la recuperación es menor.

- **USO DE RETORTAS DE DESTILACIÓN**

Existen varios tipos de retortas simples y de relativamente bajo precio que pueden ser empleadas por los mineros de oro. La primera es un diseño brasileño para bajos volúmenes de amalgamación, el segundo tipo fue diseñado por un equipo alemán y es ideal para volúmenes mayores.

Las retortas se emplean para separar la amalgama en mercurio y el metal precioso (oro y/o plata). La separación de la amalgama en vapor de mercurio y oro es la parte más peligrosa de todo el proceso de amalgamación, pues pone en peligro tanto la salud del minero como al medio ambiente. Se debe tener mucho cuidado en recuperar tanto mercurio como sea posible durante la destilación de la amalgama.

Una retorta consiste de un recipiente semejante a un crisol con un mecanismo de abertura/cerradura, un tubo que permite la salida del vapor del mercurio en la parte superior ubicado sobre la tapa y un cuello en forma de tubo que sirve para condensar el mercurio. El tipo más elemental de condensador consiste en un tubo recto envuelto en telas humedecidas. Diseños más elaborados incluyen una envoltura llena de agua, e incluso enfriadores con agua fluyendo a contracorriente en ciclos abiertos o cerrados. La amalgama a ser separada se coloca en el crisol que debe estar cubierto de papel, cuyas cenizas formarán una película intermedia no adherente entre el oro y la pared de la retorta. Se consiguen aún mejores resultados si se aplica una fina capa de grafito, cal, tiza o talco al crisol antes de ser cargado con la amalgama, pues esto evita que el oro se pegue al fondo de la retorta después de la destilación. No se debe emplear ningún material graso porque se evaporará junto con el mercurio, inactivando su superficie para su subsecuente uso en el proceso. Luego se cierra el crisol y se calienta a temperaturas superiores a 400°C, punto en el cual la amalgama se separa en sus elementos y ocurre la evaporación del mercurio. Al pasar el mercurio gaseoso por el condensador, el vapor precipita en el tubo y gotea hacia un recipiente cubierto con agua, ubicado en el extremo.

Las retortas pueden ser fabricadas localmente a bajo costo y sin dificultad, siempre y cuando se sigan los siguientes detalles básicos de diseño:

El área de condensación del mercurio debe mantenerse lo más pequeña posible, de tal manera que se minimicen las pérdidas de mercurio debido a la cohesión de pequeñas gotas de mercurio en la parte interna de la retorta.

El tubo de condensación debe ser de diámetro pequeño, de hierro o acero, porque el bronce se amalgama con el mercurio. El interior del tubo debe ser extremadamente liso, y todas las soldaduras deben ser hechas desde afuera, de manera que no obstruyan el goteo de mercurio. A pesar de estas precauciones, es posible que pueda quedar en la retorta hasta 2 gramos de mercurio, los cuales deben ser lavados para ser recuperados. En consecuencia, es una buena idea coleccionar una considerable cantidad de amalgama para la destilación de cada proceso.

El mecanismo de cerradura del recipiente es otro detalle crucial. Este no debe tener fugas cuando es calentado. Los acoplamientos y ajustes deben ser herméticos. Si aparecen fugas en la retorta entre el crisol y la tapa, éstas pueden cerrarse antes de la destilación con arcilla húmeda y ceniza. La arcilla debe estar libre de partículas gruesas.

Es muy probable que en las cerraduras de tipo rosca ocurran fugas debido al calentamiento y enfriamiento periódico. La mejor cerradura para una retorta es del tipo a presión. En este caso la tapa tiene un labio sellador invertido y cerradura tipo cuña que presiona la tapa contra el borde del crisol.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones y recomendaciones a las que se ha arribado son las siguientes:

- Los principales impactos en el ambiente derivados de las actividades mineras y de beneficio son tres; dígase, deforestación de extensas áreas de bosque tropical, incremento significativo de sólidos en suspensión en los cursos receptores de agua y posible afectación de la cadena trófica acuática debido a contaminación por mercurio.
 - Destrucción de 400 hectáreas de bosque tropical por año, lo cual redundará en un impacto significativo no sólo desde el punto de vista estético, sino también del efecto negativo sobre la biodiversidad.
 - Sólidos en suspensión se han incrementado al vertirse alrededor de 16.5 millones de toneladas adicionales a los ríos Punquiri y Caychive. Asumiendo un caudal mínimo de estos ríos de 5 m³/s, la cantidad de TSS que es adicionado al sistema es de 50 000 ppm
 - Los muestreos realizados no indican contenidos significativos de mercurio en el agua de los ríos. Esto puede deberse a que este elemento precipita muy rápido y por lo tanto, la evaluación de su impacto debiera estar referida a los sedimentos del lecho de los ríos o en todo caso, a los organismos que conforman la cadena trófica acuática.
 - Contaminación por mercurio, lo cual se refleja a partir de los resultados obtenidos en el análisis de peces. Según estudios realizados en el Brasil, el límite máximo permisible para el Hg presente en los tejidos es de 0.50 ppm., habiéndose encontrado a partir de los muestreos contenidos que alcanzan incluso un orden de magnitud mayor que este límite.
 - Uno de los mayores inconvenientes para la implementación de cualquier medida de mitigación o de rehabilitación es la falta de autoridad en general, y de autoridad minera en particular. El área donde se desarrollan las actividades mineras es conocida por su informalidad, no existiendo instancia de poder que permita pensar en controlar en forma rápida y eficiente el tipo de operación desarrollado en la zona
 - Si bien es cierto que ya desde hace unos dos años se viene realizando los primeros intentos y logros por contar con un inventario de las operaciones mineras informales, esto sólo representa el primer paso sistemático para llevar adelante una política real y directa de control de las operaciones mineras.
 - Sería recomendable iniciar y mantener un programa continuo de monitoreo del total de sólidos en suspensión a lo largo de toda la red hidrográfica que se encuentra comprendida dentro del área de influencia de las operaciones mineras. El objetivo es determinar la extensión del impacto causado por las operaciones que involucran un significativo movimiento de tierras.
 - Sería recomendable iniciar y mantener un programa de monitoreo del contenido de mercurio en los tejidos de los peces. Este programa podría combinarse con un estudio toxicológico de los problemas de salud que podrían estar asociados a la participación directa y/o afectación de las personas debido a la naturaleza de las actividades mineras en curso. De esta forma, podrá tenerse una idea más aproximada de la magnitud del impacto en la zona por este concepto
 - Iniciar un proyecto piloto de ordenamiento de la explotación minera a nivel de dos quebradas tipo, una ubicada en la cuenca del Punquiri, y la otra en la de Huepetuhe. Este programa debería incluir el acompañamiento del Ministerio de Energía y Minas en el planeamiento de minado, la implementación de sistemas de control de la descarga de sólidos en suspensión (pozas de sedimentación), mejoras en el beneficio del mineral aurífero (continuar con el uso de retortas), rehabilitación de áreas que ya han sido agotadas en su explotación.