

REPÚBLICA DEL PERÚ  
SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

---

DIAGNÓSTICO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN EL PERÚ

# **Reconocimiento de las Actividades Mineras y Metalúrgicas en la Cuenca de los ríos Madre de Dios e Inambari**

**INFORME DE VISITA TÉCNICA DE CAMPO**

Por:  
**Carlos J. Pérez Honores**  
**Marcial Castro Sánchez**  
**Edwin Loaiza Choque**

---

 **INGEMMET**

Lima - Perú  
Junio, 2003



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

JAIME QUIJANDRÍA SALMÓN  
**Ministro de Energía y Minas**

CÉSAR POLO ROBILLIARD  
**Viceministro de Minas**

RÓMULO MUCHO MAMANI  
**Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET**

ALBERTO MANRIQUE POSTIGO  
MIGUEL CARDOZO GOYTIZOLO  
PEDRO HUGO TUMIALÁN DE LA CRUZ  
CARLOS DEL SOLAR SIMPSON  
VÍCTOR BENAVIDES CÁCERES  
**Consejo Directivo**

HUGO RIVERA MANTILLA  
**Director Ejecutivo**

**FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES**

EDWIN LOAIZA CHOQUE  
**Dirección de Tecnología Minera-Metalúrgica**

FRANCISCO HERRERA ROMERO  
**Director de Sistemas de Información**

Revisión e Impresión:  
Dirección de Sistemas de Información, INGEMMET  
Lima - Perú, 2003

## Presentación

*La minería en pequeña escala no es un fenómeno reciente ni exclusivo del Perú; es una actividad bastante extendida en América Latina y representa un porcentaje significativo de la producción minera de nuestro país (27 tm de Au anuales), así mismo, usa una fuerza laboral de 90 000 personas en los trabajos de extracción y proceso de minerales, que sumado a los empleos indirectos alcanza a un aproximado de 400,000 personas que dependen de esta actividad.*

*La minería en pequeña escala comprende a la pequeña minería y a la minería artesanal, que puede ser formal e informal, cuyas actividades generan encadenamientos productivos locales e ingresos, no obstante la situación socio económica de los operadores de estas minas está bastante soslayada.*

*El presente documento intenta mostrar las características más importantes de las actividades mineras de pequeña escala, en la forma como se desarrollan en la cuenca de los ríos Madre de Dios e Inambari, captadas en las visitas realizadas a la zona, de información de diversas publicaciones consultadas, así como de la existente en el INGEMMET.*

*Una característica común de la minería artesanal, es el entorno de pobreza y en algunos casos, de extrema pobreza en que se desarrollan, por lo que cabe destacar que los estudios realizados involucran un número importante de problemas técnicos, conflictos sociales e impactos ambientales, no obstante la posibilidades de desarrollo y crecimiento económico siempre están latentes, puesto que la realidad nos muestra que para un gran número de personas que participan en la minería artesanal, esta actividad constituye una seguridad económica, que les proporciona ingresos durante épocas económicas difíciles, por lo que estimamos que la minería artesanal es una actividad eficaz para la lucha contra la pobreza rural y la migración a las zonas urbanas.*

*La actual coyuntura hace propicia la oportunidad para revisar y reconceptuar a la minería de pequeña escala en nuestro país; uno de cuyas acciones ha sido precisamente la dación de la Ley N° 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal, que no solo ha permitido reconocer formalmente la existencia de mineros artesanales jurídicamente, sino que también, ello se ve reafirmado en la creciente importancia que se le ha dado al proceso formalizador a través de la consolidación de sus propias organizaciones mineras.*

*Muchas y muy variadas son las causas del impacto ambiental en la minería artesanal dentro de las que se puede destacar, la falta de conocimiento, educación y*

*capacitación (técnico y ambiental); tecnología ineficiente y limitaciones técnicas; manejo y gestión administrativa ineficiente; errores de control humano; limitaciones económicas; falta de acceso a la tecnología; falta de información sobre mejores prácticas; falta de monitoreo y corrección.*

*Se espera que el presente informe permita sentar la inquietud de continuar indagando posibilidades de desarrollar las actividades económicas en torno a la minería artesanal con el objetivo claro de respaldar las buenas técnicas sustituyendo las inadecuadas. Los esfuerzos que realizan los propios mineros en esta perspectiva, requieren el fortalecimiento de las capacidades de sus organizaciones para la construcción de propuestas de desarrollo sostenible en el ámbito local así como de estrategias de gobierno adecuadas y persistentes en los ámbitos regionales, que involucra un nuevo paradigma que se debe alcanzar, el cual se entiende como un proceso que pretende la transformación productiva para mejorar la calidad de vida, haciendo uso racional del capital humano, natural, físico, financiero y cultural, sin poner en riesgo la satisfacción de las generaciones futuras, en un marco de equidad social; como parte del proceso descentralizador del país.*

**Ing° RÓMULO MUCHO**  
Presidente del Consejo Directivo  
INGEMMET

## Contenido

<b>Capítulo I .....</b>	<b>1</b>
Introducción .....	1
1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES .....	1
1.2 UBICACIÓN Y ACCESOS .....	1
1.3 CENTROS URBANOS Y POBLADOS .....	2
1.4 TRANSPORTE .....	2
1.5 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA .....	3
1.6 ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	4
Anexo Fotográfico .....	7
Vías de acceso y transporte/otros aspectos .....	9
 <b>Capítulo II .....</b>	 <b>13</b>
Actividad Minera Aurífera .....	13
2.1 SITUACIÓN ACTUAL .....	13
2.2 SITUACIÓN LEGAL .....	14
2.3 EFECTOS SOCIALES .....	14
2.4 EFECTOS ECOLÓGICOS .....	15
2.5 PERSPECTIVAS DE EXPANSIÓN .....	15
 <b>Capítulo III .....</b>	 <b>17</b>
Depósitos Aluviales Auríferos .....	17
3.1 ASPECTOS GENERALES .....	17
3.1.1 Tipos de Placeres .....	19
3.1.2 Caracterización de los Depósitos Aluviales .....	19
3.2 MUESTREO Y EVALUACIÓN .....	20
3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS DEPÓSITOS ALUVIALES .....	21
3.4 POTENCIAL AURÍFERO ESTIMADO .....	21
Anexo Fotográfico .....	23
Depósitos de placer aluvial aurífero .....	25
 <b>Capítulo IV .....</b>	 <b>29</b>
Beneficio Minero-Metalúrgico .....	29
4.1 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN-BENEFICIO .....	29
4.2 ARRANQUE/ACARREO-TRANSPORTE .....	30
4.2.1 Sistema Artesanal .....	30
4.2.2 Sistema Mecanizado .....	32

4.3	LAVADO/CLASIFICACIÓN-CONCENTRACIÓN .....	33
4.3.1	General .....	33
4.3.2	Canales-Canaletas/Sluices .....	33
4.3.3	Dragado por Succión .....	34
4.4	CONCENTRACIÓN/AMALGACIÓN-FUNDICIÓN .....	34
4.5	RECURSOS HUMANOS, INSTALACIONES Y EQUIPOS .....	35
4.5.1	Fuerza Laboral .....	35
4.5.2	Arranque/Acarreo-Transporte .....	35
4.5.3	Dragado por Succión .....	35
4.5.4	Concentración Gravimétrica .....	36
4.5.5	Instalaciones Complementarias .....	36
4.6	ANÁLISIS DE COSTOS .....	37
4.6.1	Relación de Insumos y Costos Unitarios .....	37
4.6.2	Explotación-Beneficio/Sistema Artesanal .....	37
4.6.3	Explotación-Beneficio/Sistema Mecanizado .....	38
	Anexo Fotográfico .....	41
	Explotación-Beneficio/Sistema Artesanal .....	43
	Arranque/Acarreo-Transporte mediante el uso de equipo pesado .....	44
	Beneficio en Sistemas “chute” y canaletas .....	47
	Dragado por Succión-tipo sobre terreno (“Caranchera”) .....	50
	Dragado por succión-tipo flotante (“chupadera”) .....	52
	<b>Capítulo V .....</b>	<b>55</b>
	Áreas Visitadas .....	55
5.1	MASUCO-CAYCHIHUE-HUEPETUHE .....	55
5.2	PUERTO LABERINTO-ISLAS LABERINTO .....	55
5.3	TRES ISLAS .....	56
5.4	SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA .....	56
5.4.1	Centros Poblados/Vivienda-Servicios Básicos .....	56
5.4.2	Salud-Educación .....	56
5.4.3	Actividad Económica-Comercialización .....	57
5.5	IMPACTO AMBIENTAL .....	58
	Resumen .....	59
5.6	IMPACTO SOCIAL .....	59
	Resumen .....	60
	Anexo Fotográfico .....	61
	Sector Masuco-Caychihue-Huepetuhe .....	63
	Sector Puerto Rosario de Laberinto-Isla Laberinto .....	66
	Situación Socio-Económica .....	69
	Reconocimiento del Impacto Ambiental .....	72
	Reconocimiento del Impacto Social .....	75
	<b>Capítulo VI .....</b>	<b>77</b>
	Trabajos por Encargo .....	77
6.1	OBJETIVOS Y ALCANCES .....	77
6.2	OBTENCIÓN DE MUESTRAS .....	77
6.3	ANÁLISIS QUÍMICO ELEMENTAL .....	77

6.4	GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL ALUVIAL Y DISTRIBUCIÓN DE ORO .....	78
6.5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	78
<b>Capítulo VII .....</b>		<b>79</b>
Conclusiones y Recomendaciones .....		79
GESTION MINERIA AURIFERA ARTESANAL .....		79
Conclusiones .....		79
RECOMENDACIONES .....		79
En el aspecto organizacional .....		79
En el aspecto tecnológico .....		80
En el aspecto medioambiental .....		80
En el aspecto de desarrollo sostenible .....		80
Anexo: Resultados de Laboratorio .....		83
Bibliografía .....		89

## Capítulo I

# Introducción

### 1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

La Dirección de Tecnología Minera-Metalúrgica del INGEMMET, en el año 2002, en el marco de sus actividades de apoyo a la minería en pequeña, ha venido efectuando un trabajo de diagnóstico de la actividad minera en este sector, para lo cual programó la realización de una misión a la zona de cuenca de los ríos Madre de Dios e Inambari, entre los días 10 al 18 de setiembre de 2002; los objetivos y alcances fueron los siguientes:

- Efectuar el reconocimiento selectivo de las actividades mineras y metalúrgicas en depósitos de placeres auríferos existentes a lo largo de las riberas y llanuras de los ríos Madre de Dios e Inambari.
- Verificar las condiciones de operación de los sistemas y métodos de trabajo en las etapas de minado, extracción y recuperación de oro, incluyendo la correspondiente implementación de equipos, maquinarias e instalaciones electro-mecánicas.
- Verificar las condiciones de operación y disponibilidad de los sistemas y métodos para el suministro de energía eléctrica, abastecimiento de agua industrial y doméstica; vías de acceso y comunicaciones; talleres de mantenimiento, campamentos, laboratorios y oficinas.
- Verificar el grado de implementación de los servicios logísticos disponibles para el suministro de materiales, combustibles, reactivos, repuestos y accesorios en general.

### 1.2 UBICACIÓN Y ACCESOS

La zona estudiada comprende al departamento de Madre de Dios, la parte norte del departamento de Puno y parte este del departamento del Cusco; esta área tiene como principal cuenca de drenaje al río Madre de Dios, que atraviesa de oeste a este, siendo sus afluentes principales los ríos Manú, Colorado, Inambari, Tambopata y Las Piedras. Desde el punto de vista minero, esta área tienen gran importancia por la presencia de placeres auríferos, que se vienen explotando desde épocas pasadas en forma artesanal.

El área presenta tres rasgos geomorfológicos regionales bien definidos: la Cordillera Oriental, con fuertes pendientes por donde discurren ríos torrentosos y rápidos; la Faja Subandina constituida por cerros y colinas, donde se han acumulado depósitos de piedemonte; el Llano de Madre de Dios, peneplanicie por donde discurren los ríos con gran caudal y buen volumen de sedimentos, pero pausados y formando meandros. Los depósitos aluviales auríferos se encuentran ampliamente esparcidos en las llanuras de inundación y terrazas, cubriendo alrededor del 20% del área superficial de la llanura de Madre de Dios. Estas unidades geomorfológicas locales son de importancia por la concentración y distribución de los sedimentos, dentro de los cuales se encuentran las gravas y arenas auríferas.

La geología regional está conformada por rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas, constituyendo un cuadro estratigráfico que va desde el Paleozoico inferior hasta el Cuaternario. Este último adquiere impor-



tancia por el contenido de oro aluvial, estando conformado por depósitos fluviales (gravas, arenas, limos y arcillas), conglomerados y gravas (depósitos torrenciales de piedemonte: Cancao y Masuco). Sobre estos depósitos pleistocénicos se encuentran los materiales recientes, conformados por gravas con clastos de diferente tamaño y formas subredondeadas, arenas, limos y arcillas.

La fuente primaria del mineral aurífero se encuentra en la roca paleozoica levantada en la Cordillera Oriental, de donde este mineral es transportado por los ríos, formando un sistema fluvial dendrítico de pendiente pronunciada. La concentración del material aurífero ocurre en los depósitos de piedemonte y, por efecto de un sistema meandriforme, en la llanura (paleomeandros, terrazas y playas).

La explotación del oro aluvial está concentrada en varios sectores, como Huepetuhe-Caychihue; Puquiri-Puerto Carlos; en diversos lugares a lo largo del río Madre de Dios, desde la desembocadura del río Colorado aguas abajo hasta Puerto Maldonado; en el río Araza (área de Quincemil); en el río Inambari, desde su nacimiento, a lo largo de sus playas pequeños mineros procesan las arenas mediante lavado en forma artesanal; y también en los ríos Nusiniscato, Malinowsky y Tambopata.

La Empresa Minera del Centro del Perú (CENTROMIN), ha efectuado la evaluación del potencial aurífero en dos denuncios de 15 000 ha cada uno, ubicados entre los ríos Madre de Dios e Inambari, a 80 y 110 km al oeste de Puerto Maldonado respectivamente. Hasta el año 1990, la Compañía Aurífera Río Inambari ha operado una draga de cangilones para una explotación mensual de 120 000 m<sup>3</sup> de grava aurífera en el río Caychihue; y una planta de lavado para el tratamiento mensual de 25 000 m<sup>3</sup> de gravas en la quebrada Cua-tro Amigos.

### 1.3 CENTROS URBANOS Y POBLADOS

En la zona visitada destaca la ciudad de Puerto Maldonado, capital del departamento de Madre de Dios, ubicada en las cercanías de la desembocadura del río Tambopata, cuenta con servicios básicos: aeropuerto, hospitales, colegios, comisarías y puerto fluvial. Gran parte de la población está asentada tanto en las márgenes de los ríos navegables (en localidades como Tambopata, Inambari, Madre de Dios, Masuco), así como en las cercanías de los riachuelos, lejos de las ciudades (caso de las tribus nativas).

Puerto Maldonado es el único puerto fluvial que existe en la región, está ubicado en la margen derecha del río Madre de Dios y se conecta con la ciudad mediante una pista de concreto de doble vía. El puerto no cuenta con instalaciones apropiadas para las operaciones portuarias; tampoco existen almacenes ni facilidades para el manipuleo de la carga, ésta tiene que ser estibada directamente a los vehículos o movilizada en carros halados a fuerza humana, para luego ser depositada en tierra, en espera del vehículo que la transporte a su destino.

### 1.4 TRANSPORTE

a) El transporte terrestre está estrechamente vinculado a la carretera afirmada Puerto Maldonado-Masuco-Quincemil-Urcos-Cusco, de aproximadamente 530 km. La otra carretera principal afirmada es la que une Puerto Maldonado-Iberia, con 166 km. Entre las carreteras de segundo orden se tiene la vía afirmada Masuco-Huepetuhe de 30 km. Ver Fotos N° 1.01 a 1.15.

b) La navegación fluvial se realiza por los ríos Tambopata, Inambari, Las Piedras y especialmente a lo largo del río Madre de Dios; en general, la mayor parte de los ríos del departamento no deberían considerarse como navegables por los bajos niveles de agua durante una buena parte del año y por los obstáculos que se presentan: rocas sumergidas, troncos y palos arra-

sando la superficie en la selva baja. Sin embargo, el desarrollo de la pequeña embarcación llamada “peque-peque” y la destreza de los pilotos hacen posible la navegación, pero poniendo en riesgo la vida de los pasajeros y el transporte de mercaderías y equipos. Las zonas peligrosas son Alto Inambari, Boca Piedras, entrada de Laberinto, Boca Malinowski, entre otras.

c) La construcción de nuevas carreteras hará disminuir el transporte fluvial, más lento y costoso. Se deberá aprovechar los tramos más seguros y profundos del río Madre de Dios para la navegación de embarcaciones de mayor calado y capacidad de carga. Se deberá mantener el movimiento de canoas de cabotaje para distancias cortas, desde un puerto de abastecimiento hasta casas o campamentos particulares; así como de embarcaciones de 1 a 2 pies de calado con motores fuera de borda, para el transporte de carga de hasta 2 ton de peso.

Los *transbordadores* consisten en plataformas flotantes (algunas veces conformados por dos o tres “peque-peques”) para transbordar los vehículos livianos o pesados donde el ancho y/o los cambios de cauce de un río determinado no permiten la construcción de un puente. Estas plataformas permiten el acceso directo de los vehículos por un lado y el desembarque inmediato al extremo opuesto. Ver Fotos N° 1.12 a 1.15.

d) El transporte aéreo muestra un significativo desarrollo del aeropuerto principal de Puerto Maldonado, debido a la mejora de los servicios y por el volumen de carga; de otra parte, hay un relativo estancamiento de los servicios en los aeropuertos secundarios de Iberia e Iñapari. Ver Fotos N° 1.01 a 1.02.

Los pequeños aeródromos de Masuco, Caychihue y Choque, en la zona minera de la cuenca del río Inambari, tienen una actividad intensa en vuelos de avionetas de compañías privadas que tienen su base en Cusco y están completamente desligadas del departamento Madre de Dios.

En la selva, el transporte aéreo es el más apropiado, rápido, seguro y, a veces, más económico que el trans-

porte terrestre. Una buena estructura de aeropuertos pequeños permitiría una amplia gama de servicios: transporte de enfermos de emergencia, traslado de fondos bancarios y valores, visitas de profesionales y especialistas, transporte de mercadería fresca, así como el transporte regular de pasajeros en la época de lluvias.

## 1.5 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La precipitación pluvial promedio anual es de 1 700 mm en el sector nororiental del área, aguas abajo del río Madre de Dios y cota promedio de 280 msnm, mientras que hay un incremento a 4 000 mm en el sector suroccidental del área en las estribaciones de la Cordillera Carabaya, con cota promedio de 500 msnm. El período más lluvioso ocurre entre los meses de diciembre-marzo, con un promedio mensual de 200 a 300 mm para el sector NE y de 850 a 900 mm para el sector SO. La zona de Quincemil está considerada como excepcionalmente lluviosa, con registros que están por encima de 5 000 mm, teniendo en cuenta que las estribaciones de la sierra de Carabaya se encuentran a una altitud por sobre los 600 msnm.

La temperatura promedio anual es de 23 °C en el sector SO y se eleva a 26 °C en el sector NE. La humedad relativa está alrededor de 72% promedio anual en el sector NE y alrededor de 79% en el sector SO.

Los vientos predominantes en Puerto Maldonado provienen del norte y alcanzan su máxima intensidad en las estaciones de verano y primavera; los vientos de dirección este alcanzan regular intensidad en otoño. Estos vientos empujan la masa de aire cálido y húmedo generada en esta zona por fuerte evaporación, produciendo lluvias que se incrementan conforme se asciende por las estribaciones de la sierra de Carabaya. En Quincemil, los vientos predominantes provienen del este, alcanzando su máxima intensidad en otoño y su mínima en primavera.

## 1.6 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Una de las actividades económicas más importantes de la región es la minería, en especial la referida a la explotación a pequeña escala de oro aluvial. Esta actividad se realiza en los meses de marzo a octubre y, en menor intensidad, de noviembre a febrero debido a que la región se ve afectada por fuertes precipitaciones pluviales.

Otra actividad importante es la referida a la extracción forestal que se realiza principalmente en la cercanía de los ríos Madre de Dios y Tambopata, para luego ser trasladada a los aserraderos de Puerto Maldonado. También se incluye la producción de castaña y gomas.

La actividad agrícola se realiza a pequeña escala, destacando los cultivos de arroz, maíz, plátano y yuca, además de frijol, cítricos y algunos frutales.

La ganadería está mejor desarrollada en la cercanía a Puerto Maldonado, en las zonas más alejadas es más incipiente. Cuenta con ganado vacuno, ovino, porcino y aves de corral para abastecer parcialmente la de-

manda de carne, la cual se complementa con otras carnes producto de la caza y pesca.

El nivel de ingreso mensual familiar comparativo entre los poblados de la zona de Huepetuhe y los de la ribera del río Madre de Dios, se muestra en el Cuadro 1.1.

En general, la región presenta un apreciable potencial de recursos naturales cuya explotación actual es muy incipiente debido a la falta de vías de comunicación apropiadas. En consecuencia, se hace necesario considerar de primera prioridad la construcción de una infraestructura vial adecuada, complementada con el transporte por vías fluvial y aérea, en el menor tiempo posible. Por la ubicación de esta región en zona de frontera, determina que su integración y fortalecimiento socio-económico..

**Cuadro 1.1** Nivel de ingreso mensual familiar para las zonas de Huepetuhe y ribera del río Madre de Dios.

Ingresos (US\$)	Huepetuhe	Río Madre Dios
Hasta \$100	2,10%	18,90%
\$101 a \$200	27,70%	43,40%
\$201 a \$300	23,40%	30,20%
\$301 y más	46,80%	7,50%
<b>Total</b>	100,00%	100,00%

*Fuente: María del Carmen Piazza, Niños que trabajan en minería artesanal del oro en el Perú, IPEC/OIT*





Anexo Fotográfico  
Capítulo I : Introducción



## Vías de acceso y transporte/otros aspectos



Foto N° 1.01

En la zona de visita y en la selva en general, el transporte aéreo es el más apropiado, rápido, seguro y a veces, más económico que el transporte terrestre. El aeropuerto internacional Padre Aldamiz (Fotos N° 1.01 y 1.02) Puerto Maldonado ha experimentado un significativo desarrollo por la mejora de los servicios y por el volumen de carga.



Foto N° 1.02

El desarrollo de una buena estructura de aeropuertos pequeños (Fotos N° 1.03) permitiría una amplia gama de servicios, transporte de mercadería fresca, así como el transporte regular de pasajeros en la época de lluvias.



Foto N° 1.03





Foto N° 1.04



Foto N° 1.05

Monumentos de justo reconocimiento a la minería artesanal, por cuanto la explotación-beneficio en pequeña escala del oro aluvial constituye una de las actividades económicas más importantes de la región.



Foto N° 1.06

Restaurant - turístico a inmediaciones de la comunidad Tres Islas, en el distrito y provincia de Tambopata.



Foto N° 1.07



Foto N° 1.08



Foto N° 1.09



Foto N° 1.10

La navegación fluvial se realiza por los ríos Tambopata, Inambari, Las Piedras y a lo largo del río Madre de Dios. El desarrollo del “peque-peque” y la destreza de los pilotos hacen posible la navegación (pero poniendo en riesgo la vida de los pasajeros) y el transporte de mercadería y equipos. Las zonas peligrosas son Alto Inambari, Boca Piedras, entrada de Laberinto, Boca Malinowski, entre otras. Se debe aprovechar los tramos más seguros y profundos del río Madre de Dios para la navegación de embarcaciones de mayor calado y capacidad de carga.



Foto N° 1.11



Foto N° 1.12



Foto N° 1.13



Foto N° 1.14



Foto N° 1.15



Foto N° 1.16

Los transbordadores consisten en plataformas flotantes (algunas veces conformados por dos o más "peque-peques") para transbordar vehículos livianos o pesados. Estas plataformas permiten el acceso directo de los vehículos por un lado y el desembarque inmediato al extremo opuesto.



## Capítulo II

# Actividad Minera Aurífera

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL

La minería aurífera en el departamento Madre de Dios ha suscitado, desde inicios de la década del 80, variadas controversias y denuncias; primero por razones socio-laborales (enganche y explotación de peones, empleo de niños en el trabajo, entre otros), recientemente por razones ecológicas (depredación a gran escala, envenenamiento por el mercurio, otros). Se informa que la encuesta minera realizada por el Registro Público de Minería no ha dado resultados de confianza, por cuanto los mineros interrogados no dieron datos exactos respecto al número de trabajadores en los lavaderos y al volumen de oro extraído. Así mismo, se informa que existen 210 000 ha bajo concesión, con 1 300 derechos mineros otorgados en todo el departamento (Registro Público de Minería-2000).

Los sistemas de explotación aurífera se pueden dividir en tres grupos:

i. Explotación Artesanal, consiste en extraer el oro mediante el uso de picos, palas, carretillas y canaletas. Sobre un grizzly se recibe la descarga del material transportado por carretilla; luego se lava mediante baldes de agua. Por lo general se requiere 2 o 3 personas que trabajan en familia o como obreros pagados a destajo. El trabajo es lento pero requiere muy poca inversión, permitiendo el desplazamiento rápido; se adapta a lugares alejados de las vías de transporte. En general, este sistema se ha reducido en los últimos años por ser poco rentable; la producción estimada es del orden de 326 kg (año 1996), requiriéndose unas 2 000 personas como máximo.

ii. Explotación con Motobombas, este sistema es el más utilizado en playas y quebradas. El material transportado por carretillas se recibe en una tolva de paso seguida de un grizzly, el material es conducido y lavado con agua a presión mediante el uso de una motobomba. Cada unidad de operación requiere de un promedio de 10 trabajadores. Se estima 100 carretilladas por hombre-guardia. Durante el estiaje se estima que existen unas 500 unidades en operación en ambas márgenes de los ríos Inambari y Madre de Dios; en cambio durante todo el año existen unas 120 unidades operando en la cuenca del río Malinowski y unas 250 en la cuenca del río Colorado y afluentes. En el período de ríos bajos (mayo a octubre) se estima unas 10 000 personas ocupadas en 870 unidades de operación aurífera; para el resto del año se reduce a la mitad. La producción anual estimada es de 3 500 kg de oro.

iii. Explotación con Máquina Pesada, consiste en el uso de cargadores frontales en reemplazo de las carretillas, para el transporte del material durante las 24-horas del día. Se requiere un promedio de 12 personas en total. El sistema se utiliza en las cuencas de los ríos Caychihue, Huepetuhe y quebradas aledañas. Recientemente se está incorporando el uso de tractores o excavadoras, camiones-volquete y nuevos cargadores frontales. Para la extracción del material aurífero del mismo cauce de los ríos, se está utilizando dragas de succión del tipo flotante o tipo sobre-terreno, conocidas como chupaderas o carancheras, respectivamente.

El sistema de extracción con dragas se practica en el río Madre de Dios y en el bajo Malinowski; se requiere

de una fuerte inversión, ocupa poco personal. Se estima que hay unas 450 máquinas trabajando, lo que ocuparía unas 5 000 personas. La producción es del orden de 15 000 kg de oro por año.

## 2.2 SITUACIÓN LEGAL

La informalidad minera en el ámbito de la zona de estudio data desde fines de la década de los sesenta. En 1973, con la instalación del Banco Minero del Perú en Puerto Maldonado y en los centros mineros más importantes de la región, se inició el empadronamiento de los mineros, concediéndoles una determinada cantidad de hectáreas. Cuando en 1978 se levantó el área de reserva de la región Madre de Dios, cientos de mineros empadronados pasaron a la informalidad; en tanto que otras personas denunciaron enormes extensiones de terreno. Gran parte de estas personas nunca tomaron posesión de sus áreas denunciadas; el resto solo trabajaron una parte del área denunciada, originándose de esta manera la “vigencia” de operaciones fantasmas. Por más de una década muchos denuncios permanecieron vigentes aunque no explotados por sus titulares; por otro lado, los mineros informales continuaban con sus trabajos en la zona sin ninguna posibilidad de formalizar su situación.

La Ley General de Minería vigente, exige que los titulares de los denuncios paguen un derecho de vigencia por hectárea denunciada. Esta exigencia ha ocasionado que personas que habían declarado grandes extensiones de terreno, abandonen sus denuncios ante la imposibilidad de cumplir con el pago del derecho de vigencia; por otra parte, ha permitido ordenar la situación de los denuncios en la zona, eliminar los expedientes «fantasmas» y otorgar títulos a los mineros que realmente explotan el mineral en sus respectivas áreas de trabajo.

La legislación minera ha cambiado constantemente desde 1990. En mayo de 1996 se decretó la nueva Ley de Catastro Minero; en enero de 2002 se dio la

Ley 27651 de formalización y promoción de la pequeña minería y minería artesanal.

En la región de Madre de Dios existen los mineros informales estacionales (campesinos de la sierra sur), quienes alternan sus labores agrícolas con los de minería; la mayoría de los mineros informales son personas naturales asentadas en el lugar de explotación, han construido sus casas y a veces tienen sembríos para su autoconsumo. Muchos de estos mineros residen por más de 5 años, conformando el 95% de los informales en la zona.

De todas las empresas mineras y comerciales existentes en Huepetuhe, muy pocas son formales; es decir, pagan impuestos y llevan planillas y registros de sus trabajadores. Por lo general, las autoridades locales son empresarios mineros, haciéndose difícil que puedan representar a la población y a los trabajadores.

Los conflictos entre mineros y agricultores se debe a que las autoridades de los respectivos ministerios, no coordinan adecuadamente para titular tierras y otorgar denuncios y carecen de recursos para cumplir sus funciones.

## 2.3 EFECTOS SOCIALES

Cada año, aproximadamente 20 000 comuneros de los Andes abandonan temporalmente sus pueblos creando un vacío que puede llegar al 75% de los varones de una misma comunidad (por ejemplo, en Cuyocuyo / Sandia-Puno). También cada año desaparecen unas 200 personas; la mayor parte son varones que aprovechando para escapar de sus familias, tienen vergüenza de regresar sin nada, o sencillamente porque han muerto sin que sus familias se enteren. Por otra parte, los centros mineros se caracterizan por un estado de abandono social, derivándose en inmoralidad y en donde los migrantes pierden o muestran manifiesto rechazo a su organización social tradicional, sus creencias y su cultura.

Tomando como ejemplo, las estadísticas de los centros de salud de Ocongate, Calca en Cusco, Cuyocuyo, Ayaviri en Puno, muestran que un 25% de los migrantes del oro regresan con daños irreversibles en la salud. Por ejemplo, enfermedades de la piel derivadas de infecciones crónicas; enfermedades microbicas y virales; debilitamiento de funciones vitales por causa de anemia, hepatitis y parasitosis.

Así mismo, estos centros mineros son invadidos por la suciedad y basura que no se recoge ni cuentan con relleno sanitario apropiado; se caracterizan también por la falta o condiciones precarias de suministro de luz, agua y sistema de desagüe.

Por otro lado, los trabajos realizados con el mercurio posibilita la intoxicación si se inhalan los vapores de este metal, durante el tratamiento de la amalgama al fuego.

## 2.4 EFECTOS ECOLÓGICOS

La explotación y beneficio del material aurífero implica una intensiva y continua remoción de gravas, arena y arcillas, ocasionando que algunos ríos presenten concentraciones de sólidos en suspensión, con los consiguientes daños al ecosistema. Por otro lado, la extracción del material aurífero por máquinas pesadas implica el desbroce de grandes extensiones de bosque. Los trabajos mediante el uso de dragas implican la remoción de terrazas ribereñas, ensanchando el lecho natural de los ríos que en tiempo de estiaje se convierten en grandes playas, perjudicando la navegación.

Las aguas naturales también están expuestas a la descarga de aguas residuales producto de limpieza y mantenimiento de equipo y maquinaria diversa.

En el proceso de tratamiento piro-metalúrgico de la amalgama al aire libre, la condensación del mercurio se produce en gotas microscópicas que se esparcen en el terreno superficial sobre una extensión más o menos grande según el viento. Las lluvias tropicales transportan una parte del mercurio a los ríos donde se pierde en millones de metros cúbicos de lodo producidos por las crecidas.

## 2.5 PERSPECTIVAS DE EXPANSIÓN

El potencial minero metálico de la región está restringido a la ocurrencia de oro aluvial, tanto en la llanura aluvial como en las islas, playas y desembocaduras de los ríos Madre de Dios, Inambari, Malinowsky, Tambopata y Los Amigos.

La expansión de la minería aurífera se orienta hacia el NO de la región comprendida entre la margen izquierda del río Inambari y los ríos Pukiri, Colorado, Huasoroco y afluentes. Los petitorios se ubicarían en la margen izquierda del río Colorado y en las cabeceras de los ríos Colorado, Shilive, Azul y Blanco.

También se considera de potencial expansión, las áreas de cuenca del río Malinowski que están dentro de la Reserva Tambopata-Candamo.



# Depósitos Aluviales Auríferos

## 3.1 ASPECTOS GENERALES

a) Mineralización Aurífera. La Cordillera Oriental constituye la fuente primaria del oro detrítico, el cual es concentrado en los depósitos de piedemonte; caso del área de Quincemil, como también en la Llanura de Madre de Dios. Este oro primario fue removido de su roca encajonante por diversos agentes exógenos, para luego ser transportado por los ríos que descienden de dicha cordillera, tales como los ríos Marcapata (o Araza), Inambari, Malinowsky y Colorado, hasta su desembocadura en el río Madre de Dios, cuenca en la que se tiene diversos depósitos aluviales. En general, el oro se encuentra en vetas o filones y en forma diseminada en la zona alta, en forma de charpas en la zona intermedia, y en forma fina y laminar en la zona baja. Ver Fotos N° 3.01 a 3.14.

Se menciona la presencia de estaño, ilmenita, rutilo, circón y monacita. En el Cuadro 3.1 se presenta el porcentaje promedio de minerales pesados en los sedimentos de los ríos Madre de Dios, Malinowsky, Inambari Bajo y Tambopata.

Se puede apreciar que el mineral económico más interesante es la monacita, la cual se presenta en dos variedades:

La monacita amarilla: En los concentrados del Malinowsky se presenta con un tenor máximo de 1,2 %. En los demás ríos de la región su presencia es más escasa.

La monacita negra: En el mundo se presenta con poca frecuencia; la describió por primera vez Zemel (1936),

quien la identificó en placeres de oro al sur de Yenisey. Esta variedad se distingue por su alto contenido en europio y bajo en torio.

La monacita negra se presenta en todas las muestras estudiadas, el tenor es más elevado en los sedimentos del río Malinowsky, que contiene un valor promedio de 4.7%. Un análisis químico por activación neutrónica dio como resultado las cifras presentadas en el Cuadro 3.2, en donde se incluye los valores obtenidos por un análisis semejante sobre una muestra de monacita negra procedente de Alaska.

b) Concentración del Oro. La formación de placeres en sistemas meandriformes tiene lugar en las barras en punta ("point bar") en las márgenes convexas del río, donde el oro se acumula y concentra progresivamente por interacción de sedimentación, erosión y redeposición. Las barras en punta se localizan tanto en las terrazas de los meandros abandonados como en las playas de los ríos, las mismas que están relacionadas a los sistemas actuales de drenaje. Las partes de una barra en punta comprende cabeza, cuerpo y cola. Para determinar el modo de ocurrencia y distribución horizontal y vertical del oro, es necesario realizar una serie de muestreos. Así se tiene:

- Cabeza, se ubica aguas arriba, donde se acumula la mayor concentración de cantos rodados. Por la creciente del río, se forma un canal de agua paralelo al río que lleva los diferentes minerales pesados; aquí es donde se originan las concentraciones de minerales pesados (oro) en forma lenticular.



- Cuerpo, parte media más ancha en donde va disminuyendo la cantidad de grava.
- Cola, aguas abajo, donde es escasa la grava.

c) Sedimentos. La mayoría de los sedimentos contienen una distribución mineralógica que es característica de la roca madre de la cual provienen. Esta distri-

bución no es uniforme en un mismo río, reflejándose así las características hidrodinámicas del mismo (ver Cuadro 3.1). Como las diferencias en el nivel energético del curso del agua deben reflejarse en las características de los sedimentos, la distribución mineralógica debe variar a lo largo de una barra en punta. Así el

**Cuadro 3.1** Contenido porcentual de minerales pesados en los sedimentos de los ríos Madre de Dios, Malinowsky, Inambari Bajo y Tambopata.

Mineral	Madre de Dios	Malinowsky	Inambari Bajo	Tambopata
Magnetita	10,5 (100%)	2,0(100%)	13(100%)	11,2(100%)
Ilmenita	62,4 (100%)	51,0(100%)	69(100%)	33,1(100%)
Hematita	10,2 (100%)	16,7(100%)	4,4(100%)	12,4(100%)
Limonita	0,7 (93%)	2,3(100%)	1,9(100%)	19,9(100%)
Pirita	0,04 (18%)	0,0(0%)	0,05(78%)	0,1(21%)
Turmalina	0,3 (99%)	0,8(100%)	0,1(94%)	1,0(99%)
Circón	6,7 (100%)	16,3(100%)	0,8(100%)	11,8(100%)
Rutilo	0,2(93%)	0,7(100%)	0,1(94%)	0,4(100%)
Anatasa	0,06(21%)	0,3(9%)	0,02(39%)	0,1(9%)
Brookita	0,0(0%)	0,3(3%)	0,02(16%)	0,1(3%)
Titanita	0,1(100%)	0,2(47%)	0,08(100%)	0,1(48%)
Leucoxeno marrón	0,3(100%)	0,8(100%)	0,05(89%)	1,8(100%)
Leucoxeno rojo	0,06(89%)	0,3(22%)	0,01(16%)	0,2(90%)
Andalucita	0,7(99%)	0,7(91%)	1,3(100%)	0,7(90%)
Estaurolita	0,2(47%)	0,2(31%)	0,5(94%)	0,2(18%)
Granate	1,2(89%)	0,7(85%)	2,9(22%)	0,5(24%)
Espinela	0,03(78%)	0,06(22%)	0,02(22%)	0,05(6%)
Epídota	1,7(100%)	0,4(88%)	1,9(100%)	0,5(81%)
Aegerina	0,04(4%)	0,1(9%)	0,1(16%)	0,3(6%)
Diópsido	0,1(7%)	0,2(41%)	0,1(94%)	0,1(6%)
Diópsido rosado	0,1(4%)	0,0(0%)	0,0(0%)	0,4(72%)
Enstatita	0,06(3%)	0,2(13%)	0,1(72%)	0,1(3%)
Hiperstena	0,3(28%)	0,0(0%)	0,2(39%)	0,0(0%)
Augita	0,07(8%)	0,0(0%)	0,0(0%)	0,0(0%)
Hornblenda verde	0,8(99%)	0,2(16%)	0,7(100%)	0,6(39%)
Hornblenda marrón	0,4(89%)	0,09(31%)	0,5(83%)	0,9(72%)
Actinolita	0,9(100%)	0,2(16%)	1,6(100%)	0,3(18%)
Tremolita	0,07(4%)	0,0(0%)	0,06(6%)	0,0(0%)
Monacita amarilla	0,07(39%)	0,5(100%)	0,04(72%)	0,2(57%)
Monacita negra	0,9(100%)	4,7(100%)	0,8(100%)	2,2(100%)
Clorita	0,6(6%)	0,3(38%)	0,6(44%)	0,9(48%)
Oro (mg/m <sup>3</sup> )	241(100%)	69(94%)	169(100%)	150(60%)
Peso minerales	3,5	0,8	26	0,8

Fuente: Jean Lanckneus

Gisements alluviaux d'or, La Paz, 1-5 juin 1991

oro y zircón son típicos para el ambiente de posición vigente en las cabezas de las barras en punta. Los sedimentos de las colas se caracterizan por tenores más altos en epidota, titanita, andalucita, actinolita y limonita.

**Cuadro 3.2** Análisis comparativo entre dos muestras de monacita negra procedentes del río Malinowsky y Alaska.

Componente	Río Malinowsky	Alaska
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,36%	14,00%
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,94%	28,00%
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,17%	2,90%
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,77%	12,00%
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,35%	1,40%
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,34%	0,22%
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,34%	0,22%
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02%	0,84%
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,23%	
Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60,25%	59,32%

Fuente: Jean Lanckneus

Gisements alluviaux d'or, La Paz, 1-5 juin 1991

### 3.1.1 Tipos de Placeres

#### Placer eluvial o de piedemonte

Se forma por la erosión de las exposiciones rocosas de la Cordillera Oriental y la consecuente acumulación de gruesas capas de sedimentos en el piedemonte (caso Formación Masuco y Cancao). Estos depósitos constituyen una fuente principal de oro.

#### Placer aluvial

Este tipo de depósito ocurre en los sedimentos aluviales de la Llanura de Madre de Dios, se puede distinguir dos clases:

Depósitos de playa y barras actuales. Los placeres más ricos se ubican en las barras en punta, específicamente en la cabeza de éstos, así como en las playas laterales. Aparentemente los tenores encontrados pueden ser bajos, debiéndose tener en cuenta que los mismos corresponden a acumulaciones anuales que son tra-

bajadas luego de cada periodo de crecida de río. Los valores superiores son del orden de 0,5 g/m<sup>3</sup>, aun cuando los mineros afirman haber encontrado valores de hasta 5,0 g/m<sup>3</sup>.

Depósitos de terrazas. La mayoría de estos depósitos resultan de la removilización- redepositación de los sedimentos que originalmente contenían concentraciones auríferas de importancia y los sectores más ricos representan porciones de lecho de antiguas corrientes. Ver Fotos N° 3.05 a 3.08.

En este tipo de placeres, la acumulación del material sobre la llanura aluvial se ha producido de manera ininterrumpida a través del tiempo, por lo que los tenores hallados pueden ser más altos. Los placeres de la llanura aluvial contienen más oro que los cauces actuales, pero su explotación es más difícil debido a la presencia de vegetación y de una sobrecarga gruesa de varios metros. Se han encontrado valores de 2,4 g/m<sup>3</sup>, fuentes locales mencionan valores máximos de 25,0 g/m<sup>3</sup>.

### 3.1.2 Caracterización de los Depósitos Aluviales

Barras en punta, son concentraciones auríferas que ocurren por efecto de un sistema meandriforme, localizándose en terrazas de meandros abandonados y playas ribereñas. La mineralización económica tiene ocurrencia horizontal, en estructuras conocidas como "corridas". Por lo general constituyen acumulaciones anuales que son trabajadas luego de cada periodo de crecida de río.

Terrazas aluviales, son acumulaciones de sedimentos que ocurren en porciones de lechos antiguos formando las terrazas monte adentro. Presentan grosores variables de sobrecarga, fluctuando entre 1,5 y 4 m, en algunos casos alcanza hasta 7 m. Los grosores de la grava y clastos (cantos, arena, limo y arcilla), también son variables y fluctúan entre 4 y 10 m, pudiendo llegar hasta 40 y 60 m de potencia (caso de la zona de Caychihue y Huepetuhe). La mineralización tiene una

ocurrencia horizontal y vertical, enriquecida en la parte superior y hacia el piso en contacto con la roca base; por lo general, estos depósitos presentan un estrato intermedio estéril de arcilla y limo.

### 3.2 MUESTREO Y EVALUACIÓN

Mediante la construcción de pozos y canales, practicados en los taludes de los cortes naturales, es posible definir el grosor promedio de la sobrecarga, arena y grava. El muestreo puede realizarse en las terrazas de depósitos antiguos en ambas márgenes del río Madre de Dios y sus principales tributarios. En la explotación en monte se utilizan barretas para ubicar los puntos en los que existe grava aurífera, en los cuales se abre un pique y se extrae el mineral con ayuda de lampas para muestrear.

En cada punto de muestreo se deberá tomar las coordenadas UTM, estudiar la litología, la granulometría de la grava y del oro; medir el grosor de la sobrecarga y de la grava aurífera sobre el nivel freático. Con este muestreo es posible conocer lo siguiente:

- Ley promedio de oro y grosor de la grava.
- Granulometría de los clastos y de las partículas de oro.
- Características de los sedimentos (estratigrafía, litología) con relación a los horizontes superiores e inferiores y respecto a su extensión horizontal y vertical.

res e inferiores y respecto a su extensión horizontal y vertical.

#### **Análisis de Resultados**

Los grosores de sobrecarga varían de 1- 3 m hasta 5 - 7 m. La grava presenta tamaños de hasta 0,15 m de diámetro.

Los resultados del estudio sobre muestras tomadas de placeres formados en "point bar", se muestran en el Cuadro 3.3. Se puede apreciar que la granulometría del oro es mayor en la cabeza con respecto a la cola del point bar. Del mismo modo, el tenor en oro y contenido de minerales pesados es superior en la cabeza del point bar.

En el Cuadro 3.4 se muestra el tamaño medio de las partículas de oro contenidas en los principales ríos de la cuenca de Madre de Dios. De los resultados obtenidos (135 a 155 micrones) se infiere que también debe existir pequeñas diferencias en la distribución granulométrica de las partículas de oro. Aproximadamente, el 38% de las partículas de oro libre son de tamaño menores de 200-mallas (74 micrones). Los grosores de las partículas de oro varían entre 3 y 10 micrones y pesan entre 125 y 182 microgramos.

Se ha determinado que las leyes más altas de oro se encuentran concentradas en la parte alta del río Madre de Dios, entre el sector Bijahual y Playa Alegría;

**Cuadro 3.3** Resultados de estudio sobre muestras tomadas en placeres formados en "barras en punta"

Concepto	Placer en "Point Bar"			
	Cabeza		Cola	
	Muestra a	Muestra b	Muestra c	Muestra d
Mediana largo oro, ( $\mu\text{m}$ )	295	230	215	190
Mediana ancho oro, ( $\mu\text{m}$ )	205	150	120	130
Tenor en oro, ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1 134	1 260	23	16
Contenido minerales pesados, ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	1,7	5,6	0,6	2,0
Circón, (%)	10,0	8,7	7,2	5,7
Epidota, (%)	1,4	0,7	2,6	3,6
Circón/ epidota, (%)	7,1	12,4	2,8	1,6

Fuente: Jean Lanckneus

Los Placeres de Madre de Dios (SE Perú)-1991

en tanto que en la Formación Masuco tiene un tenor de 0,005 a 0,050 g/m<sup>3</sup>. Las concentraciones por encima de 0,5 g/m<sup>3</sup> se localizan en terrazas monte adentro y en las barras en punta de los meandros abandonados. Las operaciones de minería a pequeña escala y gran parte de la explotación mecanizada se concentran en la cuenca del río Huepetuhe (zonas de Huepetuhe, Caychihue y Puquire), en donde también existen los mayores volúmenes de grava aurífera con ley promedio de 0,205 g/m<sup>3</sup>, en tamaño de partículas muy finas que escasamente alcanzan 2,5 mm de diámetro.

En la zona baja del río Madre de Dios, la ley promedio es de 0,31 g/m<sup>3</sup>; entre el lago Sandoval y la desembocadura del río Inambari, la ley promedio es de 0,30 g/m<sup>3</sup>; entre las desembocaduras de los ríos Inambari y Colorado es de 0,33 g/m<sup>3</sup>.

**Cuadro 3.4** Tamaño medio de partículas de oro contenidas en sedimentos de los principales ríos de la cuenca de Madre de Dios.

Descripción	Tamaño medio
	mm
Río Inambari	155
Río Tambopata	155
Río Madre de Dios	135
Río Malinowsky	155

Fuente: Jean Lanckneus  
Los Placeres de Madre de Dios (SE Perú)-1991

### 3.3 DISTRIBUCIÓN DE LOS DEPÓSITOS ALUVIALES

Río Madre de Dios, constituye el principal colector de las gravas auríferas; se distribuye también en sus afluentes, tales como el río Colorado que a su vez colecta el material detrítico de sus tributarios, los ríos Primavera, Huasoroco, Kiposone y Puquiri.

Río Inambari, recibe material aurífero de sus tributarios, los ríos San Gabán y Araza (Marcapata), el mismo que es entregado por sus respectivos afluentes.

Río Tambopata, se origina en los nevados de Ananea, muestra un curso meandriforme después de unirse con el río Malinowsky.

Río Malinowsky, su nacimiento está frente a la localidad de Masuco, recibe material de numerosas quebradas, siendo un importante colector de gravas auríferas.

Área de Quincemil, se menciona la presencia de oro en charpas tanto en el río Araza como en sus afluentes, los ríos Nusiniscato y Pan de Azúcar.

Área de Huepetuhe-Caychihue, en el ámbito de todas las quebradas pertenecientes a ambos ríos, se concentra gran parte de la explotación aurífera mecanizada. Se estima (Encuesta minera zona Madre de Dios, 1995) que están operando 245 cargadores frontales y que pueden sobrepasar las 500 unidades; los espesores de grava aurífera fluctúan entre 10 y 15 m, pudiendo llegar hasta 60 m; la ley promedio es de 0,205 g/m<sup>3</sup>. El volumen de extracción es mayor de 450 m<sup>3</sup> por día, representando una producción mensual del orden de 1 000 a 1 500 kg de oro.

Otras Áreas, en los ríos Los Amigos y Las Rocas, tributarios por la margen izquierda del río Madre de Dios, también se explota oro en pequeña escala.

### 3.4 POTENCIAL AURÍFERO ESTIMADO

El potencial de reservas auríferas de la cuenca del río Madre de Dios se estima en el orden de 46,86 millones de onzas, distribuidas conforme se muestra en el Cuadro 3.5. Por otra parte, la Dirección Sub-regional de Energía y Minas de Madre de Dios ha estimado las reservas de oro en 816,40 tm, contenidas en 2 946,74 millones de metros cúbicos de material aurífero, de acuerdo a los resultados que se registran en el Cuadro 3.6.

Sobre la base de 160 sondeos eléctricos verticales, en la zona de Huepetuhe-Caychihue se ha determinado la presencia de 744 millones de m<sup>3</sup> de grava aurífera con ley de 0,20 g/m<sup>3</sup>.

**Cuadro 3.5** Distribución del potencial de reservas auríferas en la cuenca del río Madre de Dios

SECTOR	DISTRIBUCIÓN	
	Onzas	%
Puerto Maldonado- Desembocadura Inambari	17 054 771	36,39
Río Colorado- río Puquiri	213 797	0,46
Río Puquiri- río Huepetuhe	210 984	0,45
Río Primavera	48 225	0,10
Masuco- San Gabán	136 155	0,29
Río Dos de Mayo	9 645	0,02
Río Huepetuhe	1 367 741	2,92
Río Tambopata	278 491	0,59
Desembocaduras Inambari – Colorado	22 585 567	48,20
Río Colorado	628 733	1,34
Río Huasoroco	91 627	0,20
Masuco- desembocadura Inambari	1 713 048	3,66
Río Quimiri- Chiforongo	58 738	0,13
Río Caychihue	1 588 762	3,39
Río Malinowsky	168 787	0,31
Puerto Maldonado	7 073	1,51
<b>Total Potencial Estimado</b>	<b>46 862 389</b>	<b>100</b>

Fuente: Pastor, D.; XX Convención de Ingenieros de Minas del Perú, Abril 1991.

**Cuadro 3.6** Estimado de reservas de oro en el departamento de Madre de Dios

Sector de Cuenca	Longitud km	Volumen Millones m <sup>3</sup>	Ley gr/m <sup>3</sup>	Oro tm
Río Madre de Dios				
Boca Inambari -Boca Colorado	129,00	1 548,00	0,280	433 440
Boca Colorado – Boca Manú	105,00	57,50	0,200	11 500
Río Huepetuhe				
Río Quimiri	17,00	4,25	0,300	1 275
Río Huepetuhe	15,00	180,00	0,300	54 000
Río Caychihue1	10,00	200,00	0,220	44 000
Río Caychihue2	4,00	24,00	0,200	4 800
Río Dos de Mayo	8,00	1,92	0,200	0,384
Río Colorado				
B. Colorado B. Puquiri	19,00	7,60	0,200	1 520
B. Puquiri - B. Huepetuhe	45,00	15,75	0,200	3 150
Río Colorado	75,00	28,13	0,350	9 844
Río Huasoroco	38,00	6,84	0,250	1 710
Reservas probadas		2 032,24	0,278	565 623
Reservas probables		914,51		250 773
<b>Total</b>		<b>2 946,74</b>		<b>816 396</b>

Fuente: Dirección Sub-regional de Energía y Minas de Madre de Dios (1998 en CTAR 1999)

## Anexo Fotográfico

### Capítulo III : Depósitos Aluviales Auríferos



## Depósitos de placer aluvial aurífero



Foto N° 3.01



Foto N° 3.02



Foto N° 3.03

Vistas - panorámicas de la cordillera La Ananea (Cordillera Sur Oriental) en donde se encuentra los Yacimientos de minerales primario que dan origen a los depósitos morrénico-glacial auríferos (vertiente occidental - San Antonio de Putina / Puno) y a los depósitos placer - aluvial auríferos (vertiente oriental- cuenca del río Madre de Dios).



Foto N° 3.04

Sistema meandriforme de transporte y acumulación de material detrítico en la llanura de Madre de Dios.





Foto N° 3.05

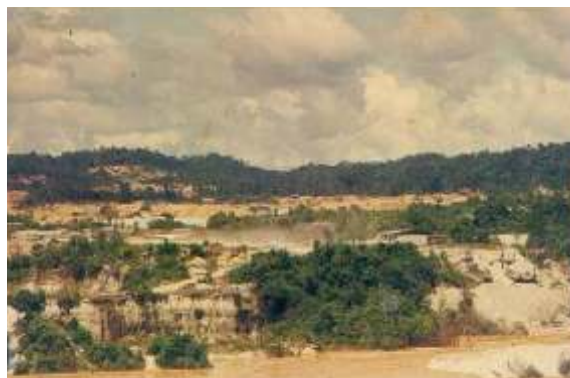


Foto N° 3.06

Ocurrencia de placeres aluviales en terrazas. La mayoría de estos depósitos resulta de la removilización - redepositación de los sedimentos aluviales de manera ininterrumpida a través del tiempo. Su explotación se hace más difícil por la presencia de vegetación y sobrecarga espesa de varios metros.



Foto N° 3.07



Foto N° 3.08



Foto N° 3.09



Foto N° 3.10

Depósitos aluvial - aurífero de ocurrencia en playas ribereñas. El oro se encuentra y acumula progresivamente por interacción de sedimentación, erosión y redeposición. Las características de los sedimentos (estratigrafía - litología) de clastos: cantos - gravas - arcillas - limos, incluyendo la sobrecarga superficial se encuentran mostradas en las Fotos N° 3.10 y 3.11.



Foto N° 3.11



Foto N° 3.12



Foto N° 3.13



Foto N° 3.14

Depósitos aluvial-aurífero de ocurrencia en terrazas. Las características de los sedimentos (estratigrafía - litología) de clastos-sobrecarga / vegetación superficial se encuentran mostradas en cortes espectaculares de varios metros en vertical, según las Fotos N° 3.12 a 3.14.



## Capítulo IV

# Beneficio Minero-Metalúrgico

### 4.1 SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN-BENEFICIO

Las operaciones de explotación a cielo abierto, concentración gravimétrica y recuperación aurífera, comprenden las siguientes fases:

Remoción de la sobrecarga,

Remoción de la grava,

Lavado/clasificación del material aurífero,

Concentración gravimétrica de arenas pesadas (principalmente oro, magnetita, hematita e ilmenita),

Amalgamación, y  
Refogado.

La mayoría de los trabajadores que se dedican a la minería, se concretan a la explotación-beneficio de los depósitos aluvial-auríferos (placeres de piedemonte, terrazas, playas, islas, bancos antiguos y cursos de agua desviados artificialmente), bajo el sistema artesanal, complementado con el uso de motobombas. Otra parte de los trabajadores que laboran en esta actividad la realizan bajo el sistema mecanizado. Ver Cuadro 4.1 y Fotos N° 4.01 a 4.55.

**Cuadro 4.1** Sistemas de explotación-beneficio de depósitos aluvial-auríferos

Concepto	Sistema de Explotación – Beneficio		
	Artesanal	Semi- Mecanizado	Mecanizado
Organización	Individual o Grupo pequeño	Comunidad - Pequeña Empresa	Mediana - Gran Empresa
Volumen de material aurífero tratado	Promedio 10 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup> - 500 m <sup>3</sup>	Mayores a 500 m <sup>3</sup>
Exploración	Muestreo simple	Trabajos exploratorios por medio de pozos y canales.	Trabajos exploratorios por medio de pozos. Utilización de equipo de perforación y muestreo.
Explotación	Pico-pala, carretillas, monitores, draga de succión de 4" a 6"	Excavadora, cargadores frontales, dragalinas, tractor, camiones- volquete, dragas de succión de 8" a 12"	Excavadora, tractor, camiones - volquete, cargadores frontales, dragalinas, draga de succión, draga de cangilones.
Concentración gravimétrica	- Batea - Canal rudimentario con abastecimiento de agua por medio de balde - Motobomba, sluices.	Canales artesanales, con abastecimiento de agua por medio de motobomba, sluices	Tolva Trommel Jig Mesas vibratorias Stacker (faja transportadora) Bomba de suministro de agua.
Recuperación	Amalgamación en batea.	Batea. Utilización de amalgamadores	Amalgamación Retorta.

### Sistema Artesanal

El esquema de operaciones implica el uso de palas, picos, carretillas, chute/tolva y motobombas de 5 HP hasta de 16 HP. Se requiere de 5 personas para el tratamiento promedio diario de 10 m<sup>3</sup> de grava. En los sectores de la parte alta se utiliza la fuerza erosiva de la descarga violenta de agua para el derribo del material cercano a las orillas, en zonas conocidas como cantoneras o “cochazos”; el proceso de concentración se efectúa en canales empedrados o canaletas de madera (sluices). Ver Fotos N° 4.18 a 4.30.

### Sistema Mecanizado

Las labores de limpieza, desbroce y preparación se efectúan mediante el uso de tractor; para el carguío y acarreo del material se usa el cargador frontal, en algunos casos se incluye camión-volquete. Recientemente se está incorporando el uso de excavadoras, camiones-volquete y nuevos cargadores frontales. Ver Fotos N° 4.05 a 4.13

Las dragas de succión se adaptan mejor para la explotación de depósitos subacuáticos ubicados en cauces de ríos, lagos y pozos o lagunas artificiales. La extracción del material se efectúa mediante bombas de succión y a través de mangueras de 4" a 12" de diámetro, se requiere de la intervención de hombre-buzo. Para la extracción y manejo de grandes volúmenes de grava se utiliza dragas de cangilones. En general el sistema mecanizado flotante está conformada por una instalación de navegación montada sobre flotadores neumáticos, equipo de concentración gravimétrica, compresoras, equipo amalgamador y retorta.

## **4.2 ARRANQUE/ACARREO-TRANSPORTE**

### **4.2.1 Sistema Artesanal**

El arranque y disgregado del material aurífero (normalmente de placeres en terraza aluvial) se efectúa mediante el uso de herramientas manuales, tales como

picos, palas y carretillas. El material así obtenido se alimenta a un canal por donde discurre agua que acarrea este material hacia las canaletas de lavado (sluices) para efectuar el proceso de concentración aurífera.

En la parte alta de las terrazas aluviales también se utilizan monitores hidráulicos para el derribo, arranque y disgregado del material de gravas auríferas, conduciendo el flujo de escorrentía a través de una zanja para su alimentación a canales empedrados y/o canaletas de lavado (sluices) para el respectivo proceso de concentración.

Se pueden distinguir los siguientes métodos:

### **Chacras de Oro**

Este método se utiliza en playas cercanas a ríos de caudal considerable y corriente moderada.

La operación consiste en empedrar adecuadamente las playas, las que serán cubiertas durante el período de lluvias por material arrasado por la escorrentía, de modo que las partículas de minerales pesados queden atrapadas en los intersticios del empedrado. Se recupera este material para separar el contenido de oro.

### **Ingenios**

Este método es normalmente utilizado por trabajadores que laboran de manera individual o familiar, comúnmente llamados “Chichiqueros”. Utilizan picos, palas, canales rudimentarios, yute, bateas y mercurio para el proceso de concentración y recuperación de oro. Para el abastecimiento y transporte de agua se utilizan baldes. Esta operación se desarrolla en época de lluvias, siendo la producción promedio de 3 m<sup>3</sup> por día. La recuperación obtenida se estima entre 40 y 60%, debido a que la canaleta es de corta longitud, no se elimina el material grueso y el agua utilizada es turbia. La inversión inicial requerida es del orden de US\$ 100.

**Cantoneras o Cochazos**

Este método aprovecha el poder erosivo de la escorrentía producida por la descarga violenta de agua. Antes de iniciar las operaciones se toman muestras del material aluvial a una profundidad de 0,40–0,50 m. La evaluación consiste en el conteo de partículas visibles. Las leyes encontradas varían entre 0,3 – 0,5 g/m<sup>3</sup> Au. Ver Fotos N° 4.31 y 4.32.

Se trabaja en grupos de cinco personas, tratándose un promedio de 10 m<sup>3</sup>/día de grava con el empleo de palas, picos, carretillas, chute / tolva y motobombas de 5 a 16 HP.

La captación de agua de ríos y/o quebradas se conduce, para su almacenamiento, hacia cochas construidas en la parte alta y próximas al barranco. Por lo general, el volumen de agua contenida en las cochas se descarga para derribar el material aurífero y conducirlo, a través de canales empedrados (caños), hacia la parte baja o playas de lavado.

Esta operación de derrumbe y lavado del material aurífero continúa hasta que los canales empedrados se saturan con los preconcentrados. Luego se inicia la operación de “saca” consistente en levantar el empedrado de los canales, coleccionar en un flujo de pulpa de preconcentrados para su transferencia a otro canal (sluice) y obtener una arenilla con contenido de oro. Posteriormente, se continúa con el bateado para obtener el oro libre. Se estima una recuperación de 60 a 70%.

La construcción e implementación de este método requiere de una inversión del orden de US\$ 4 000. Los costos de operación son de aproximadamente 1,50 \$/m<sup>3</sup>.

**Dragado por Succión**

Este método de extracción del material aurífero (grava) del mismo cauce de los ríos, comprende los siguientes componentes principales: una bomba centrífuga provista de manguera de succión de 4”, 5” o 6”

de diámetro, motor diesel de 12, 18 o 36 HP, compresora de aire de 200 psi, tubería de alimentación y distribución de pulpa del material de grava, tolva de recepción con rejilla de clasificación, y canaleta de concentración (sluice) de doble piso en contra-pendiente. Todos estos componentes, accesorios y elementos complementarios se encuentran dispuestos en un pontón metálico o de madera sobre una plataforma flotante. A esta instalación se conoce con el nombre de “chupadera”. Si la instalación se encuentra sobre terreno firme, excepto la bomba centrífuga y manguera de succión se conoce como “carranchera”. Ver Fotos N° 4.46 a 4.55.

Los depósitos aluviales se hacen disponibles a través de un derrumbe producido por monitores de 2” de diámetro. La densidad de pulpa de grava es variable durante el proceso de arranque-succión, dependiendo de la destreza del hombre-buzo. El equipo de buzo comprende: traje, boquilla y cinturón. Los buzos hacen su cambio de turno cada tres horas.

La profundidad promedio de dragado es de 4 m, en algunos casos alcanza hasta 18 m; tienen un alcance de succión de 30 m. En teoría una bomba de succión de 6” puede elevar 150 m<sup>3</sup> de pulpa/hora; 4,5 a 7,5 m<sup>3</sup> son sólidos, dependiendo de la granulometría del material de grava. Las carrancheras por lo general operan hasta 1 m de profundidad de dragado.

**Arranque por Monitor Hidráulico**

La fuerza de agua a presión de un monitor hidráulico se usa para aflojar, cortar y arrastrar el material aurífero. El monitor está compuesto de un tubo cónico provisto de una boquilla reemplazable, una para la operación de arranque y la otra para el arrastre del material de grava. El tubo cónico está montado sobre un soporte articulado para producir movimiento en los planos horizontal y vertical, hasta ángulos de 60°.

La escorrentía con el material de grava se conduce hacia zanjas o caños empedrados, con gradiente y profundidad predeterminadas, de modo de lograr el dis-



gregado y lavado del material aurífero. Se requiere de la preparación previa del depósito aluvial en bancos de 4 a 5 m de desnivel y de una fuente hídrica para el uso de motobombas de alta presión. Dentro de una distancia de unos 200 m, el material resultante de relaves se puede descargar al cauce del río a través de un canal de tierra, con una pendiente de 0,5%.

#### 4.2.2 Sistema Mecanizado

##### **Uso de Equipo Pesado**

a) La preparación del área del depósito aluvial y subsiguientes operaciones de derribo y arranque del material aluvial, tales como carguío/acarreo y transporte a la planta de concentración y manejo del material estéril, particularmente en la zona de Caychihue-Huepetuhe, se desarrollan mediante el uso combinado de los equipos siguientes:

Tractor.

Cargador frontal.

Cargador frontal / camión-volquete.

Excavadora / camión-volquete; cargador frontal.

La eliminación previa de la vegetación (roce, tala y quemado) se hace necesaria para lograr el secado del terreno de operaciones a fin de asegurar que el tractor trabaje sobre una superficie segura y con plena visibilidad para su desplazamiento. En este sentido, también se requiere eliminar los flujos de agua del área de trabajo, encausándolos a través de canales de drenaje adecuados. Ver Fotos N° 4.36 a 4.39.

**Remoción de sobrecarga:** Mediante tractor se realiza el desbroce del material estéril orgánico haciendo cortes, para después bajar 0,30 m del nivel de grava a fin de eliminar las arcillas, producto de la erosión; este material no tiene significación económica.

**Remoción de grava:** El arranque de la grava se realiza con una excavadora, la cual también se encarga de cargar a los camiones-volquete.

**Transporte de grava:** Para el transporte se utilizan camiones-volquete de 15 m<sup>3</sup> de capacidad de tolva para llevar la grava desde el depósito aluvial hasta la planta de concentración.

La construcción de las vías de acceso, con pendiente no mayor a 8%, se realiza con el tractor.

El año 1992, en Huepetuhe había más de 35 unidades de equipo pesado, en su mayor parte cargadores frontales. Actualmente se ha incrementado el número; existen trabajando excavadoras que están reemplazando a los cargadores frontales por su versatilidad, capacidad y selectividad de arranque.

Las operaciones se desarrollan en forma desordenada, sin criterio técnico ni orden ambiental, dejando taludes muy altos, comprometiendo la seguridad del personal y la maquinaria que trabaja en la zona, las áreas de trabajo son improvisadas, no llevan un control de calidad del material que se extrae. No se planifica las operaciones.

##### **Dragas de Succión**

El arranque-extracción de la grava aurífera se realiza directamente del lecho del río mediante el uso de dragas de succión de 8", 10" ó 12". Cada unidad de dragado comprende las secciones de succión, concentración gravimétrica y de navegación. A bordo de la misma draga se realiza el proceso de amalgamación.

##### **Sección de Succión**

El material aurífero se extrae desde el fondo del río mediante el empleo de una bomba centrífuga y un tubo de acero de succión de 8", 10" ó 12" de diámetro. La bomba se acciona mediante motor diesel de 110 a 317 HP de potencia, provista de caja diferencial. Para el manejo y control del tubo de acero se cuenta con una torre de sustentación y winche de izaje de 12 m. Esta sección también incluye una bomba de agua de 6" x 4" con escariador hidráulico; tubo de acero de alimentación y descarga de la pulpa de material de gra-

va, provista de manga articulada de 8", 10" ó 12" de diámetro.

#### Sección de concentración gravimétrica

El material de pulpa se descarga en una tolva provista de una rejilla de barras de fierro de 3/8", con separación de barras de 1/2". El material grueso se descarga directamente al río, en tanto que el material fino se alimenta al sistema de sluices de 10,0 m x 4,0 m x 0,14 m, de dos pisos, dispuestos en contra-pendiente. El piso de fondo de los sluices es de plástico, llevan rifles de madera y arpillera de yute; la pendiente varía entre 12° y 17°. En este sistema de sluices se efectúa el proceso de concentración de los metales valiosos y minerales pesados. Complementariamente se pueden utilizar pulsadores jigs. Al término de la jornada de trabajo, el material depositado en los sluices se transfiere en tinas de plástico para su amalgamación. La amalgama obtenida se somete al proceso de refogado para obtener el oro metálico. La recuperación de oro se estima de 60 a 70%.

#### Sección navegación

Las instalaciones que componen la embarcación se encuentran soportadas por dos pontones metálicos. Estas instalaciones están dispuestas hasta en 6 módulos rectangulares con divisiones y escotillas de acceso de 14,40m x 1,28m articulados; incluye viguería, pisos, camarotes, sala de máquinas, cobertura de madera. El techo está cubierto de calamina. Cuenta con motores estacionarios de 55 HP.

#### Personal

El personal necesario en cada unidad de dragado está compuesto por un administrador, almacenero, cocinero y ayudante de cocina, guardián, 4 wincheros, 2 motoristas mecánicos, mecánico, soldador, ayudante de soldadura. El trabajo diario es de dos turnos de 8 horas cada uno.

### 4.3 LAVADO/CLASIFICACIÓN-CONCENTRACIÓN

#### 4.3.1 General

El proceso de beneficio se inicia por medio de lavaderos tipo "chute", consistentes en un canal con tolva de recepción provista de un grizzly para eliminar el material estéril (ripió y grava mayor de 1/4") mediante la adición de agua por medio de baldes y batido a mano con una tabla. El material aurífero que pasa a través del grizzly, se transfiere a un sistema de canaletas (sluices). El fondo de estas canaletas está cubierto por rifles o por yute - arpillera o alfombra acanalada, en donde las partículas de oro se fijan conjuntamente con las arenas pesadas. Ver Fotos N° 4.18 a 4.30.

En la mayoría de casos, la adición de agua se realiza a presión mediante motobombas, con lo cual se logra una mejor concentración del oro y un mayor volumen de material tratado. La cantidad de agua varía entre 30 y 80 m³, según se trate de grava o material fino respectivamente; la densidad de alimentación varía entre 0,5% y 0,4% de sólidos.

#### 4.3.2 Canales-Canaletas/Sluices

Este proceso de concentración aurífera es ampliamente usado en placeres de llanura aluvial existentes a lo largo de playas ribereñas y monte adentro. Consiste en descargar el material detrítico mediante carretillas, cargador frontal o camión-volquete a una tolva de paso seguida de un grizzly (en algunos casos se usa una zaranda de doble piso en contra corriente), de manera tal de eliminar el material estéril mayor de 1/4" por acción combinada de rastrillaje manual y adición de baldes de agua, o directamente por agua a presión. La pulpa del material fino (menor de 1/4") fluye por gravedad a través de canaletas de lavado (sluices) provistas de alfombras en el piso de fondo para la concentración progresiva de la grava con contenido de oro y otros minerales pesados. El ancho y longitud de las



canaletas dependerá del volumen del material de alimentación, estimándose que a mayor longitud se deberá mejorar la extracción del material valioso. En algunos casos, las canaletas de lavado también se encuentran provistas de rifles. La recuperación de oro se estima entre 60 y 70%. El estimado de inversión para la construcción e implementación de canaletas de concentración es del orden de US\$ 4 000.

### 4.3.3 Dragado por Succión

Este proceso de explotación-beneficio es aplicable en lechos fluviales o de inundación. El dragado del material aluvial se efectúa por succión directamente del depósito por debajo del espejo de agua o del nivel freático. La instalación del sistema de dragado (tipo flotante) conjuntamente con la planta de concentración (tolva de paso, zaranda de doble piso en contra-corriente y canaleta de lavado con alfombras en el piso de fondo), son montadas sobre plataformas flotantes, que en la zona son conocidas con el nombre de “chupaderas”. La profundidad promedio de dragado es de 4 m, en algunos casos alcanza hasta 18 m. Las plataformas flotantes que solo sirven para el montaje del sistema de dragado (tipo sobre-terreno), son denominadas “carancheras”; en este caso, el material aluvial succionado por bombeo se alimenta a la planta de concentración ubicada tierra adentro en las inmediaciones de la poza de inundación o laguna artificial. La inversión necesaria para la adquisición y puesta en operación de un sistema de dragado por succión (tipo chupadera o caranchera), se estima en el orden de US\$ 20 000.

## 4.4 CONCENTRACIÓN / AMALGACIÓN-FUNDICIÓN

### Sistema artesanal

El concentrado de oro se vierte en bateas de 0,50 m de diámetro, en donde las arenas auríferas son enriquecidas hasta cierto grado; luego se concluye la ope-

ración limpiando el oro en seco, ya sea soplando cuidadosamente la arena pesada y por medio de un imán se extrae la arena magnética, o bien se procede a la amalgamación empleando mercurio. En este caso, el concentrado se mezcla con el mercurio mediante frotamiento manual; también se utilizan baldes, donde además se agrega agua y detergente, luego se agita con una paleta de madera para propiciar el proceso de amalgamación. La separación de la amalgama resultante se efectúa mediante “bateado” en una batea de plástico o madera. Seguidamente, la amalgama es exprimida a presión y a través de una tela o gamuza para recuperar el exceso de mercurio. La amalgama así obtenida se calienta en un recipiente metálico, utilizando un bracero o cocina a fin de evaporar el mercurio y obtener el oro metálico refogado.

### Sistema mecanizado

El concentrado de oro y otros minerales pesados que se obtiene finalmente de las canaletas de lavado, es procesado por amalgamación en bateas para la obtención de la amalgama de oro y plata. Este proceso también se puede llevar a efecto en tambores o molinos amalgamadores, en donde se puede agregar reactivos para mejorar la actividad de superficie del mercurio, por ejemplo hidróxido de sodio, cloruro de amonio, entre otros.

La amalgama resultante se somete a proceso de “refogado” al aire libre, obteniéndose de este modo el oro refogado, el cual es generalmente adquirido por comerciantes acopiadores de la misma localidad. No fue posible obtener mayores detalles respecto a este mecanismo de comercialización de oro.

Es importante mencionar que tampoco fue posible observar el uso de retortas para la recuperación del mercurio, ni mucho menos de los “reactivadores” de mercurio.

## 4.5 RECURSOS HUMANOS, INSTALACIONES Y EQUIPOS

### 4.5.1 Fuerza Laboral

Por lo general, los trabajadores alternan sus labores mineras con las agrícolas. El período anual de trabajo es de ocho meses, entre marzo y octubre, debido a que los meses restantes corresponden a la época de lluvias durante la cual la actividad minera es muy esporádica. La remuneración que perciben los trabajadores mineros se puede considerar muy variable. El rendimiento por persona es también variable; aquellos que trabajan en áreas en donde se dispone de agua a presión, pueden alcanzar una producción de 10 g/hombre-día; en áreas carentes de motobomba pueden alcanzar 3 g/hombre-día. Se puede indicar que un equipo de dos hombres realiza el lavado mínimo de 5 m<sup>3</sup> de material detrítico aurífero por día; de este material es posible obtener entre 2 y 10 gramos de oro.

### 4.5.2 Arranque/Acarreo-Transporte

#### Monitor hidráulico

Monitor; bomba de 16 - 35 hp. Los parámetros más importantes son el diámetro de tobera y presión de trabajo. Los valores más frecuentes corresponden a diámetros superiores de 75 mm con presiones entre 0,6 y 1 Mpa, suministradas por bombas centrífugas individuales o montadas en serie con potencias por encima de 150 kW.

#### Tractor de oruga

Equipo de gran versatilidad; aplicable en la operación de arranque con escarificador o ripper y en transporte de material por empuje con lampa.

#### Cargador frontal

Esta unidad de accionamiento diesel o diesel-eléctrico, puede alcanzar potencias de hasta 1 000 kW. Se desplazan sobre ruedas neumáticas, algunas veces provistas de cadena.

#### Camión-volquete

Camión-volquete con tolva de 15 m<sup>3</sup> de capacidad. Se incluye capacidades desde 20 a 320 ton., que requieren desarrollar potencias de 225 a 2 250 hp.

#### Excavadora

Excavadora con 148 hp de potencia; brazo de excavación de 10' y cuchara de 1,02 m<sup>3</sup>. Excavadoras con capacidad de cuchara de 2,5 a 3,5 m<sup>3</sup> requieren mayor potencia, de hasta 215 hp.

#### Dragalina

Equipo de excavación y carguío; se caracteriza por tener una pluma de largo alcance para realizar trabajos en profundidad y a distancia. Pueden ir montadas sobre orugas o zancas. El accionamiento es diesel, con potencias de hasta 1 500 kW. Pueden movilizar cargas de material de clastos por 30 y hasta 200 m desde el frente de excavación, con giros de 45° y 120°. Son aplicables para la extracción de gravas depositadas en terrazas, placeres de piedemonte y llanura aluvial. La extracción de estos materiales se realiza en muchos casos por debajo del nivel de agua.

### 4.5.3 Dragado por Succión

Draga de succión; bomba centrífuga con motor de 18, 35, 60, 90 hp; mangas de succión de 5", 6", 8", 10", 12" ø y 6,0 m de longitud promedio. Compresora de 200 psi.

Con dragas de succión de 6", 8", 10" ó 12" se puede obtener rendimientos promedio de 7, 14, 19, 26 m<sup>3</sup>/hora, para una profundidad de dragado entre 20 y 30 m; con velocidad de aspiración de 2 a 3,5 m/seg.

Plataforma flotante de 8m x 6m. Motor estacionario de 36 hp.

Equipo y accesorios de buzo sub-acuático.

Tolva de paso: 5 m x 4 m x 1,5 m.

Canaleta de 2,5 m de ancho x 5,0 m de largo, con alfombra en el piso de fondo. Ocasionalmente están provista de rifles tipo Húngaro.

Cajón de recepción de material succionado: 1,24 m x 0,70 m x 0,40 m.; provista de rejilla lateral con abertura de  $\frac{1}{2}$ ".

Canaleta duplex en contra-corriente: 3,80 m x 2,20 m x 0,14 m; provista de arpilleras de yute y rifles de madera. Pendiente variable entre 12° y 17°.

#### 4.5.4 Concentración Gravimétrica

##### Bateado

Las operaciones de bateado ("pannig") son empleadas para trabajar pequeños placeres con relativo alto contenido de oro y donde la disponibilidad de agua es escasa, las bateas son unidades de alta selectividad en todas las fases de la minería en pequeña escala: reconocimiento, exploración, desarrollo, preparación y control interno de la producción. Estas unidades son de forma circular, de sección transversal trapezoidal o triangular; son operadas con movimiento longitudinal o rotatorio de forma que la pulpa forme un lecho fluidizado en donde las partículas más pesadas puedan ir al fondo. Si el material que se acumula en el fondo de la batea se encuentra compactado, el operador pierde el oro fino y en láminas. Existen dos formas básicas de operar una batea para oro:

Las bateas de corte transversal trapezoidal se mueven de adelante para atrás a fin de desplazar el material más liviano fuera de la batea; algunas veces una sección de la batea tiene estrías para retener el oro fino.

La bateas de corte transversal triangular o cóncavo deben ser rotadas para que su centro se mantenga casi inmóvil (pero suspendido), mientras que una combinación de corriente de agua y aceleración radial llevan al material liviano fuera de la batea.

El operador repite este proceso una y otra vez hasta que solo el oro, o la arena negra conteniendo oro, permanezca en la batea. El rendimiento de la operación de solo bateas para la separación de oro es bastante bajo. Un minero puede manejar cerca de 100 bateas llenas, pesando aproximadamente 10 kg cada una, en un día de trabajo. El grado de recuperación con batea depende en gran parte de la habilidad del operador.

##### Canaletas de lavado

El lavado en canaletas ("sluicing") se practica con mayor frecuencia en las operaciones pequeñas de minería aurífera aluvial en todo el mundo; existen miles de minas que exclusivamente trabajan con canaletas (y bateas). Generalmente consisten de un canal, a través del cual fluye la pulpa, y de varios sistemas (trampas) para la captura de minerales pesados, los cuales se hunden hasta el fondo, mientras el agua saca hacia fuera al material liviano. Existen dos formas básicas de piso de fondo que influyen en el mecanismo de separación:

Piso con rifles: En esta forma, la pulpa tiene mayor turbulencia (necesario para el efecto "remolino"). Los rifles se prestan para recuperar el oro grueso, pero generalmente pierden la mayor parte de oro fino. Tienen a producir mayor volumen de preconcentrados que dificultan y aumentan el trabajo para obtener el concentrado final.

Piso con alfombra: Se puede usar bayetas, yute, frazadas, otros. En esta forma, la pulpa fluye con poca turbulencia. Se obtiene buena recuperación de oro fino y la obtención de un volumen reducido de preconcentrados. Según el tipo de carga, se requiere de lavado frecuente. A este tipo de canaleta también se le denomina "mesa estacionaria" ("blanket table" o "strake").

#### 4.5.5 Instalaciones Complementarias

a) El lavado de material de clastos (gravas, cantos, arenas, arcillas y limos) mediante el uso de monitores hidráulicos, requiere del bombeo de agua proveniente

de pozos o de cursos superficiales de quebradas o ríos cercanos. Algunas veces, el agua se conduce por gravedad hacia cochas o represas para su almacenamiento y posterior uso regulado.

b) El material estéril, resultante de las operaciones de desbroce, o el material de relave de las operaciones de beneficio minero-metalúrgico, se transfieren indistintamente para su disposición final a diversas áreas, muchas veces cubriendo zonas mineralizadas.

## 4.6 ANÁLISIS DE COSTOS

### 4.6.1 Relación de Insumos y Costos Unitarios

Los principales insumos y sus correspondientes costos unitarios, normalmente utilizados en la explotación-beneficio de los depósitos aluviales auríferos en la zona de cuenca de los ríos Madre de Dios e Inambari, se presentan en el Cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2** Relación de insumos y costos unitarios utilizados en la minería aurífera aluvial de Madre de Dios.

Insumo	Unidad	Precio US\$
Pico	Pieza	11,57
Pala	Pieza	8,33
Gasolina	Galón	2,85
Petróleo	Galón	2,28
Kerosén	Litro	0,56
Lubricante	Galón	12,00
Manga de succión	Metro	12,00
Alfombra	Metro cuadrado	27,93
Yute	Metro cuadrado	1,15
Plástico	Metro cuadrado	1,14
Mercurio	Gramo	0,02

### 4.6.2 Explotación-Beneficio/Sistema Artesanal

#### Operación de Ingenio

La operación artesanal está conformado por un jefe de cuadrilla y tres operarios. El capital de trabajo, equivalente a diez días de operación, es de US\$ 100. El

estimado de costo mensual de operaciones es el siguiente:

Herramientas,	: US\$ 13,28
Materiales,	: 14,82
Mercurio,	: 11,57
Transporte,	: <u>20,00</u>
Sub-total,	: 41,67
Alimentación:	: <u>231,48</u>
Total costo mensual,	: US\$ 273,15

La producción promedio mensual de oro se estima en 31,20 g, equivalente a una venta de US\$ 316,01.

#### Operación de Canaleta

Esta operación artesanal, en base al dragado por succión, considera una inversión inicial del orden de US\$ 4 000. Incluye principalmente, la bomba centrífuga de succión (US\$ 2 000 - 2 500), manga de succión de 6" - diámetro, manguera de arrastre, canaleta. El personal esta conformado por moto-bombero, 5-operarios, cocinera. El estimado de costo mensual de operaciones es el siguiente:

Herramientas,	: US\$ 37,04
Materiales,	: 94,02
Mercurio,	: 23,15
Combustible-lubricantes,	: 101,47
Mantenimiento,	: 208,34
Labor / salarios,	: 541,67
Transporte,	: <u>20,00</u>
Sub-total,	: 1 025,69
Alimentación:	: <u>462,96</u>
Total costo mensual,	: <u>US\$ 1 488,65</u>

La producción promedio mensual de oro se estima en 156 g, equivalente a una venta de US\$ 1 580,06.

### Operación de Arrastre

Esta operación artesanal requiere la adquisición de una motobomba de una capacidad mínima de 16 hp, y la construcción de un pequeño campamento. El estimado de inversión asciende a no menos de US\$ 5 000. El personal necesario está conformado por: un encargado, 5 operarios, cocinera. El costo de operación mensual estimado es el siguiente:

Herramientas,	:	US\$ 13,28
Materiales,	:	88,73
Mercurio,	:	37,04
Combustible-lubricantes,	:	685,39
Mantenimiento,	:	81,02
Labor / salarios,	:	842,60
Regalía a posesionario,	:	462,96
Transporte,	:	<u>200,00</u>
Sub-total,	:	2 411,02
Alimentación	:	<u>694,44</u>
Total costo mensual,	:	<u>US\$ 3 105,46</u>

La producción promedio mensual de oro se estima en 312,0 g, equivalente a una venta de US\$ 3 160,13.

### Operación de Dragado por Succión

La operación de dragado mediante el uso de dragas de succión del tipo flotante (chupadera), o bien del tipo sobre terreno (caranchera), requiere de una inversión del orden de US\$ 20 000; incluye la adquisición de la embarcación y de la bomba centrífuga de succión, accionada con motor diesel de 32 a 90 hp, dependiendo del tamaño de la bomba. El personal está conformado por: un encargado, hombres - buzo, cocinera. El estimado de costo mensual de operaciones es el siguiente:

		<u>Caranchera</u>	<u>Chupadera</u>
Mercurio,	:	US\$ 37,04	US\$ 46,30
Materiales,	:	83,42	144,16
Combustible-		1 711,62	2 665,40
lubricantes,	:		
Mantenimiento,	:	1 002,31	763,33
Labor / salarios,	:	1 753,89	2 101,11
Transporte,	:	69,44	80,00
Sub-total,	:	<u>4 657,72</u>	<u>5 800,30</u>
Alimentación:	:	<u>370,37</u>	<u>480,00</u>
Total costo		<u>US\$ 5 028,09</u>	<u>US\$ 6 280,30</u>
mensual,	:		

El estimado de producción promedio mensual de oro, y su correspondiente ingreso por ventas, es el siguiente:

		<u>Caranchera</u>	<u>Chupadera</u>
Producción promedio	Gramos	552,00	648,00
mensual,			
Ingreso por ventas,	US\$	5 590,97	6 563,34

### 4.6.3 Explotación-Beneficio/Sistema Mecanizado

#### Operación de Equipo Pesado

##### Costo Referencial de Equipos

En general, se requiere una cuota inicial mínima del 20% del costo del equipo, el saldo pagadero en 12 letras mensuales con un interés efectivo de 15%, más un cargo del 5% por concepto de gastos administrativos.

Excavadoras:

Varían de acuerdo a la capacidad, marca y modelo, de US\$ 340 a 420 mil.

Cargadores Frontales (FOT- Cusco)

Volvo, modelo Michigan 55-C,	US\$ 92 000
Volvo L-120,	218 387
Cat 950F,	219 457
Liebherr 1566,	172 000

Camión - Volquete

Volvo de 15 m3 de capacidad, US\$ 120 000

**Construcción e Implementación del “Chute”**Estructura de costo mensual de operación

En el Cuadro 4.3 se presenta la estructura de costo-mensual de operación para la explotación-beneficio en base al uso de equipo pesado y proceso de concentración en Chute-Canaletas: en el *Caso I* se considera excavadora Volvo 340-L y 5 camiones/volquete de 15 m<sup>3</sup> de capacidad; en el *Caso II* se considera cargador frontal Volvo L -90 ( o Cat 930) y 3-camiones/volquete de 15 m<sup>3</sup> de capacidad.

**Cuadro 4.3** Estimado de costo-mensual de operación para la explotación -beneficio de placer aluvial en base al uso de equipo pesado y unidad de concentración Chute-Canaletas.

Concepto	Costo Mensual de Operación, US\$	
	Caso I	Caso II
Labor / Salarios	6 125,01	1 939,83
Materiales	140,13	140,13
Mercurio	46,30	46,30
Combustible y Lubricantes	8 904,63	3 158,32
Mantenimiento	696,76	696,76
Alimentación / transporte	1 700,00	1 200,00
Sub - Total (a)	17 612,83	7 181,34
Regalia posesionario	1 446,76	1 157,41
Amortización Letra-mensual	70 000,00	28 000,00
Total Gasto – mensual	890 459,59	36 338,75

El estimado de producción promedio mensual de oro, y su correspondiente ingreso por ventas, es el siguiente:

		Caso I	Caso II
Producción promedio mensual,	Gramos	13 000,00	4 004,00
Ingreso por ventas,	US\$	131 672,02	40 554,98

**Operación de Dragas de Succión**Costo referencial de equipos

Las dragas con mangas de succión de 10” y 12” existentes en Madre de Dios, son muy pocas y usualmente no están operativas. Por lo general son adquiridas ya usadas, de Bolivia o de Brasil, con costos fluctuantes entre US\$ 80 y 120 mil.

Estructura de costo mensual de operación

En el Cuadro 4.4 se presenta la estructura de costo-mensual de operación para la explotación-beneficio en base al uso de dragas de succión de 6 y 8 pulgadas.

	Draga de 6” f	Draga de 8” f
Producción promedio mensual (g/Au)	720,00	1 250,00
Ingreso por ventas (US\$)	7 292,60	12 660,77

El estimado de producción promedio mensual de oro, y su correspondiente ingreso por ventas, es el siguiente:

**Cuadro 4.4** Estimado de costo-mensual de operación para la explotación-beneficio de placer aluvial en base al uso de dragas de succión de 6” y 8”.

Concepto	Costo Mensual de Operación, US\$	
	Draga de 6” f	Draga de 8” f
Labor / Salarios	2 148,33	4 152,50
Materiales	1 349,53	162,04
Mercurio	37,04	64,81
Combustible y Lubricantes	610,16	3 104,04
Mantenimiento	790,89	240,74
Alimentación / transporte	520,37	601,85
Total	5 456,32	8 325,98



## Anexo Fotográfico

### Capítulo IV : Beneficio Minero - Metalúrgico





## Explotación-Beneficio/Sistema Artesanal



Foto N° 4.01

Arranque - beneficio mediante monitor hidráulico.



Foto N° 4.02



Foto N° 4.03

Disgregado - beneficio mediante el uso de herramientas manuales.



Foto N° 4.04

Generación - manejo - disposición del material de relaves.

## Arranque/Acarreo-Transporte mediante el uso de equipo pesado



Foto N° 4.05

Vista general de accesos y diversos frentes de operación.



Foto N° 4.06



Foto N° 4.07



Foto N° 4.08

Uso combinado de cargador frontal - camión volquete en frentes de operación con diversas condiciones de trabajo.



Foto N° 4.09



Foto N° 4.10



Foto N° 4.11



Foto N° 4.12



Foto N° 4.13

Operaciones de arranque / derribo, carguio y transporte mediante el uso combinado de excavadora - camión volquete.





Foto N° 4.14



Foto N° 4.15



Foto N° 4.16

Equipo en situación de abandono:  
Excavadora sobre orugas completa con brazo de excavación y cuchara.  
Módulo trommel con elementos integrados de alimentación - lavado - clasificación, instalado sobre chasis de remolque.



Foto N° 4.17

Uso de cargador frontal para el acarreo y descarga del material de sedimentos de granulometría gruesa, en pilas - botaderos (escombreras).

## Beneficio en Sistemas "chute" y canaletas



Foto N° 4.18



Foto N° 4.19



Foto N° 4.20



Foto N° 4.21



Foto N° 4.22



Foto N° 4.23

El proceso de beneficio se inicia con la descarga del material aluvial aurífero al lavadero - clasificador tipo "chute" (Foto N° 4.18; 4.21) para eliminar el material estéril mayor de 1/4" (relave grueso). La pulpa del material fino (menor de 1/4") se alimenta a un sistema de canaletas (sluices).



Foto N° 4.24



Foto N° 4.25



Foto N° 4.26



Foto N° 4.27



Foto N° 4.28



Foto N° 4.29



Foto N° 4.30

Sistema de candeletas (sluices) para la concentración de oro, ampliamente usado en placeres de llanura aluvial. El proceso se inicia con la instalación - implementación de las canaletas (Foto N° 4.27). La pulpa de material fino se alimenta por canales de distribución (Foto N° 4.28) y fluye por gravedad a los largo de las canaletas. El oro y arenas pesadas son fijadas en el piso de fondo mientras que por el extremo final se descarga el material de relaves (relave fino).





Foto N° 4.31



Foto N° 4.32



Foto N° 4.33

Generación de relave grueso en la unidad "chute"/ grizzly (Foto N° 4.31) - manejo de este material mediante cargador frontal (Foto N° 4.32)- disposición final en botadero improvisado (Foto N° 4.33).



Foto N° 4.34



Foto N° 4.35

Descarga de pulpa de relaves (Foto N° 4.34) en zanjas o canales para su conducción a través de apilamientos de relaves gruesos, hacia represas de sedimentación. Almacenamiento indiscriminado de relaves gruesos y finos (Foto N° 4.35) por el uso de sistemas improvisados, sin criterio técnico ni orden ambiental.



### Dragado por Succión-Tipo sobre terreno ("Caranchera")



Foto N° 4.36



Foto N° 4.37



Foto N° 4.38



Foto N° 4.39

La explotación - beneficio de placeres aluviales en lechos fluviales o de inundación, mediante dragado por succión, se inicia con la etapa de desbroce del terreno superficial y conformación de la laguna artificial.



Foto N° 4.40



Foto N° 4.41



Foto N° 4.42

Sistema integral de arranque, preparación y beneficio mediante el uso de draga de succión sobre terreno (Foto N° 4.40), aplicable a placer aluvial en lecho de inundación. La unidad de beneficios es de construcción precaria, comprende el lavador - clasificador y un sluice (Foto N° 4.41). Obsérvese la formación progresiva de los conos de almacenamiento de relaves gruesos y la descarga directa de relaves finos al río. La Foto N° 4.42 muestra una unidad de beneficio temporalmente fuera de operación.



Foto N° 4.43



Foto N° 4.44



Foto N° 4.45

Conos o pilas de almacenamiento de relaves gruesos, formados en el contorno de la laguna artificial.

## Dragado por succión-Tipo flotante ("chupadera")



Foto N° 4.46



Foto N° 4.47



Foto N° 4.48

Se presentan dos dragas de succión flotante (Foto N° 4.46); una de ellas provista de grúa móvil y pescante para facilitar el manejo del sistema de succión. Ambas se encuentran adyacentes al depósito aluvial aurífero; nótese que están rodeadas por pequeños islotes de material de relaves.



Foto N° 4.49

Se muestra la manga de succión acoplada a su respectiva bomba centrífuga.





Foto N° 4.50



Foto N° 4.51



Foto N° 4.52

Dentro de la embarcación, además de la unidad de vivienda de la familia operadora del sistema (Foto N° 4.50), se encuentra la bomba centrífuga, tubería de alimentación a la unidad de lavado - clasificación y eliminación de relave grueso; unidad de concentración de oro conformado de relave grueso, unidad de concentración de oro conformado por un sluice (Foto N° 4.51) y otro en contra pendiente (Foto N° 4.52) que descarga la pulpa de relave fino.



Foto N° 4.53



Foto N° 4.54



Foto N° 4.55

Descarga directa del relave grueso, formando pequeños islotes en el lecho fluvial (Foto N° 4.53, 4.55). La Foto N° 4.54 muestra el agua de recirculación (con alto contenido de sólidos en suspensión) confinada entre la embarcación y el depósito aluvial.



## Capítulo V

### Áreas Visitadas

#### 5.1 MASUCO-CAYCHIHUE-HUEPETUHE

El 11 de setiembre se partió de la ciudad de Puerto Maldonado hacia puerto Masuco por vía terrestre (carretera afirmada), con una duración de viaje de 4,5 horas. A lo largo del viaje se pudo apreciar el paisaje típico de selva, resaltándose una importante producción ganadera.

Huepetuhe, ubicado a la margen izquierda del río Inambari y distante 30 km por carretera de segundo orden de puerto Masuco/Caychihue, fue el centro de operaciones durante tres días y dos noches. Se visitaron la unidades más importantes del área Huepetuhe-Caychihue. Las unidades visitadas se encuentran en las quebradas Nueve de Setiembre, Fortuna, Libertad y Padilla, dentro de la sub-cuenca del río Huepetuhe. Las otras unidades visitadas se encuentran en las quebradas Nueva, Aguajal y Candelaria dentro de la sub-cuenca del río Caychihue. Ver Fotos N° 5-01 a 5-17.

En esta época del año, los ríos Huepetuhe y Caychihue se secan favoreciendo la actividad minera. El 13 de setiembre por la tarde se retornó a la ciudad de Puerto Maldonado.

##### Ubicación y acceso

Huepetuhe-Caychihue tiene las coordenadas siguientes:

Norte	:	8 558 000 y 8 564 000
Este	:	330 650 y 335 050
Altitud,	:	450 msnm

El acceso a esta área presenta las alternativas siguientes:

Por vía aérea : Lima-Puerto Maldonado

Por vía terrestre : Cusco-Masuco-Huepetuhe-Caychihue; ó Puerto Maldonado-Masuco-Huepetuhe-Caychihue

##### Descripción

El área presenta una secuencia de quebradas y riachuelos alargados, poco profundos, rodeada por colinas con elevaciones no mayores de 70 m. Las terrazas prácticamente han desaparecido debido a la actividad minera, quedando grandes volúmenes de botaderos de escombros y grava. El clima es cálido con abundante lluvia durante la estación de verano.

Las operaciones de explotación-beneficio se realizan en la base de las colinas. El minado se realiza a cielo abierto, utilizando maquinaria pesada: excavadora, cargador frontal, camión-volquete. El proceso de concentración del material aurífero utiliza la combinación "Chute" con canaletas.

#### 5.2 PUERTO LABERINTO-ISLAS LABERINTO

Esta área se visitó el 14 de setiembre, se logró visitar las operaciones dirigidas por coreanos que estuvieron temporalmente paralizadas. En la visita a la comunidad Nueva Fortuna se pudo apreciar su buena organización para dedicarse a la actividad minera durante los meses de abril a diciembre, y en los meses restantes (época de lluvias) a labores agrícolas y otras obras de

carácter comunitario. Las operaciones de explotación-beneficio del placer aluvial se realizan mediante dragado por succión del tipo flotante (chupadera). También se pudo observar otras operaciones de dragado por succión del tipo sobre terreno (carranchera), ubicadas en la ribera del río Madre de Dios y cercanas a Laberinto. Ver Fotos N° 5.18 a 5.27.

#### Ubicación y acceso

Puerto Rosario de Laberinto, es un puerto fluvial ubicado al SO de la ciudad de Puerto Maldonado, en la margen izquierda del río Madre de Dios. El viaje se realiza por carretera afirmada, con un promedio de 2 horas en camioneta.

### 5.3 TRES ISLAS

Esta área fue visitada el 17 de setiembre; la comunidad de Tres Islas se dedica únicamente a la agricultura y otras faenas pertinentes, manifestando su malestar respecto a la actividad minera; sin embargo, ellos alquilan el ámbito de terreno necesario para las labores de explotación-beneficio a los mineros artesanales de la zona. Debido a la actividad minera, también se produce la inestabilidad y consecuente deslizamiento del terreno adyacente a la ribera del río o quebradas, haciendo que la comunidad pierda progresivamente áreas de cultivo.

Las operaciones de explotación-beneficio de placeres aluviales se basan en el sistema de dragado por succión, ya sea del tipo flotante (chupadera) o bien del tipo sobre terreno (carranchera).

#### Ubicación y acceso

El paraje Tres Islas se ubica en el distrito y provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios, a 250 msnm; en las coordenadas 8 614 900 N y 465 500 E.

## 5.4 SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA

### 5.4.1 Centros Poblados/Vivienda - Servicios Básicos

El distrito de Huepetuhe reúne cuatro alcaldías delegadas: Choque, Huepetuhe, Nueva y Caychihue, con la presencia de 15 000 familias. En el pueblo de Huepetuhe viven unas 5 000 familias distribuidas en seis asentamientos humanos: Tres de Mayo, Pueblo Unido, Cinco de Junio, Parque Industrial, Doce de Enero, y Camino a la Paz. Ver Fotos N° 5.18 a 5.42.

En Huepetuhe las viviendas son de madera con techo de calamina, asentadas sobre pilares de madera debido a que el pueblo ha sido arrasado por las aguas del río en dos oportunidades. Esta precariedad obedece a la lógica de “estar de paso” que tienen los mineros aún cuando en realidad permanecen muchos años o el resto de sus vidas, con la expectativa de tener suerte y ahorrar dinero para cambiar de oficio.

En las quebradas se localizan campamentos a los que se accede por trochas, a veces intransitables y perdidas en el paisaje. El transporte es escaso, muchos niños tienen que recorrer a pie un largo trayecto entre sus viviendas y la escuela. Las viviendas son de madera y calamina o simplemente chozas construidas con ramas de palmera y recubiertas de plástico, sin paredes y de sólo un ambiente. Estos campamentos son temporales y cuando se mudan dejan tras de sí territorios desolados y desérticos.

En la ribera del río Madre de Dios las viviendas son de madera y material rústico. En Laberinto y San Juan los techos son de calamina. En Tres Islas y otras localidades los techos son de hojas de chapaja y yarina.

### 5.4.2 Salud-Educación

a) Escuelas y establecimientos de salud sólo existen en los poblados de Choque, Santa Inés, Huepetuhe y Nueva. Se cuenta con un centro de salud en Laberinto y puestos de salud en Tres Islas, Boca Inambari, Boca Unión, Lagarto, Tumi y San Juan.

Huepetuhe cuenta con un CEI, dos escuelas y un colegio secundario. La escuela de Choque cuenta con tres aulas multigrado y tres docentes. El 40% de los alumnos matriculados trabajan en minería, durante los fines de semana y los periodos de lluvia. Estos niños tienen más inasistencias y menor rendimiento, pese a que muestran interés en el estudio. Así mismo, por el elevado alcoholismo de los padres los niños dejan de estudiar tempranamente para contribuir al sostenimiento familiar. El colegio secundario tiene seis aulas y 180 alumnos; cuenta con nueve docentes. Solo el 30% de los alumnos son hijos de mineros y todos trabajan apoyando a sus padres; los demás son hijos de comerciantes.

En las localidades de la ribera del río Madre de Dios hay escuelas primarias; solo se cuenta con un colegio secundario para toda la cuenca de Laberinto.

Los efectivos policiales son insuficientes; las autoridades de trabajo, policiales y otros representativos no ingresan a los campamentos donde los riesgos son mayores, básicamente los situados en el área entre Pukiri y Colorado.

En Huepetuhe, así como en otros poblados y campamentos mineros ubicados en las quebradas, no cuentan con instalaciones de suministro de agua potable (se compra agua almacenada en recipientes de plástico), ni redes de desagüe, ni tampoco de servicios de recojo de basura. Las calles están permanentemente anegadas y exhalan olores pestilentes a medida que aumenta la temperatura. Se registra una alta incidencia de enfermedades a las que coadyuva la presencia de insectos y roedores, las elevadas temperaturas y las lluvias torrenciales.

En Huepetuhe se cuenta con energía eléctrica durante cinco horas diarias (6 pm a 11 pm); existen varias parábolas y servicio telefónico restringido. En los campamentos mineros, la energía eléctrica se obtiene mediante generadores a un costo mensual del orden de US\$ 35.

En los poblados, comunidades y caseríos de la ribera del río Madre de Dios, solo en Laberinto y San Juan cuentan con energía eléctrica; en algunas localidades existen generadores eléctricos que venden su servicio por horas.

#### 5.4.3 Actividad Económica-Comercialización

a) En general, se estima que el número de áreas auríferas (petitorios o concesiones) en actual explotación supera ampliamente al total de área formalmente autorizada para realizar dicha explotación. Por otro lado existe la posibilidad que en las áreas visitadas, al igual que en el resto de áreas de la región, exista un gran potencial aurífero como producto de la desintegración de los filones auríferos que existían en sus partes altas. Este material detrítico por efecto tanto de la gravedad como por las aguas superficiales es seguidamente acarreado principalmente hacia los ríos Tambopata, San Gabán, Araza (Marcapata), Inambari, Colorado, Madre de Dios y Malinowsky. Sería conveniente complementar y/o intensificar los estudios de base geológico-minera y/o de prospección geoquímica o de generación avanzada, tanto en la Sierra de Carabaya como en la cuenca del río Madre de Dios a fin de evaluar y dimensionar el verdadero potencial aurífero de la región.

b) La contribución económica del subsector minero de la región se deja sentir únicamente en el ámbito local, por constituir solo una fuente de trabajo a sus pobladores y por los insumos que requiere del sector agropecuario. En el ámbito nacional, esta contribución se considera prácticamente nula, por cuanto el Estado no absorbe ni participa (vía impuestos) de la producción aurífera de la región.

c) La adopción de sistemas mecanizados y modernos, para la explotación-beneficio de los depósitos aluvial-aurífero, se ve impedida por la falta de capital; los créditos para la minería artesanal son poco accesibles debido a la informalidad; además no cuentan con tra-



bajos técnicos referente a las reservas económicas de mineral y estudios de los depósitos.

Sin embargo, es importante señalar que siendo relativamente alta la inversión requerida para realizar las operaciones mineras, no obstante existen mecanismos de financiamiento además del crédito que proporcionan los vendedores de equipo pesado. Aun cuando no existen condiciones explícitas de crédito, cualquier minero en actividad puede pagar en partes sus insumos, repuestos y accesorios; existe demora en el pago de estas deudas, pero usualmente estos mineros siempre las honran. Los mecanismos de crédito son muy informales y se basan en la confianza que tiene el agente vendedor con el comprador; los créditos se extienden tanto para la adquisición de equipos como para capital de trabajo (combustibles, materiales, otros).

d) En Huepetuhe existen pequeños restaurantes, algunos alojamientos precarios que carecen de servicios higiénicos; establecimientos comerciales de venta de ropa, artefactos eléctricos, madera para la construcción de viviendas, maquinaria, equipo y herramientas para desarrollar la actividad minera.

En esta localidad, se registran elevados índices de delincuencia y violencia callejera; según la Fiscalía de Huepetuhe, los delitos más frecuentes son las violaciones de mujeres y menores (llegan al nivel de denuncia entre 6 y 8 casos por año de niños de 5 a 12 años), violencia familiar, robo y usurpación. Debe tomarse en cuenta que muchos obreros mineros son ex prontuariados.

En Huepetuhe han proliferado bares y cantinas, con el consiguiente aumento de la prostitución de adolescentes. A ello coadyuva el maltrato de los niños en sus hogares, situación de la cual muchos intentan escapar iniciándose en actividades marginales o formando pareja a edades tempranas.

En Laberinto, también existen cantinas donde mujeres adolescentes se prostituyen. El aislamiento y la carencia de servicios estatales contribuyen a la marginalidad. La situación de las poblaciones mineras era aún más dramática en momentos de menor presencia

del Estado, habiendo sido una “tierra de nadie” en la cual las condiciones de trabajo de obreros adultos y menores eran flagrantes. Esto ha traído como consecuencia un síndrome de encierro y ruptura de relaciones con realidades distintas, reforzándose el machismo, la ignorancia, la amoralidad y la anomia. La prostitución y las violaciones sexuales son parte de este modelo y los menores de edad sus víctimas más frecuentes.

### Comercialización

e) La comercialización de la producción de oro se realiza directamente entre el productor y los comerciantes instalados en localidades cercanas a los lavaderos. El precio del oro adquirido por los comerciantes se fija de acuerdo a la cotización internacional vigente; sin embargo, el pago no se efectúa en efectivo sino con mercadería, la cual tiene precios mucho mayores al normal, es decir se efectúa un trueque mediante el cual por lo general el productor sale perjudicado. No se conoce el destino final de la producción de oro; se estima que esta producción en mayor proporción sale fuera del país, perjudicando de este modo, en mayor o menor escala, la economía nacional.

## 5.5 IMPACTO AMBIENTAL

a) Gran cantidad de cursos de agua están siendo afectados por lamas generadas por la explotación-beneficio de los depósitos de oro aluvial, debido a que no se está efectuando una depuración ni tratamiento del agua utilizada en las operaciones. En la agricultura los cultivos son afectados por la carga del sedimento. En el tiempo seco, la concentración de lamas es alta y lleva tras sí potenciales riesgos para la salud de la población que vive río abajo. El agua que se recoge directamente del río se encuentra fuertemente afectada en su calidad; los pobladores desconocen procesos de filtración. Por otro lado, se está propiciando la reducción de la fauna originaria de río, lo cual afecta no solamente a los pescadores sino también al abastecimiento de alimentos con proteína animal. Ver Fotos N° 5.43 a 5.52.

b) La necesidad de grandes superficies para realizar las operaciones de explotación minera a cielo abierto, conlleva la afectación de grandes extensiones de vegetación. En los sectores de clima tropical húmedo, estas operaciones lleva al conocido fenómeno de erosión de suelos por deslizamiento de faldas, escurrimientos pluviales y otros daños a los ríos por sedimentos.

c) Los efectos naturales y en parte la minería ha causado perjuicios, como la pérdida del río Huepetuhe, y se está reduciendo la productividad de las tierras, de por sí pobres, en las que se puede producir algo de café y hortalizas. Es el caso por ejemplo, que el derrame de hidrocarburos se ha intensificado con el aumento del sistema mecanizado en las operaciones de explotación-beneficio de los depósitos aluviales de oro; derrame de petróleo en los puertos fluviales y áreas de transferencia; descarga de efluentes con hidrocarburos residuales producidos por las labores de limpieza y mantenimiento de equipos, maquinarias y unidades de dragado.

## Resumen

Entre los principales impactos generados por la actividad minera aurífera, en el ámbito de la zona de visita y sus respectivas áreas de influencia, se puede enumerar los siguientes:

Áreas deforestadas;

Cuerpos y cursos de agua superficial con presencia de sólidos en suspensión;

Colmatación de lechos y valles por la deposición progresiva de sedimentos y otros materiales residuales resultantes de las operaciones de clasificación y lavado de gravas y clastos;

Ubicación indiscriminada de los botaderos de material estéril provenientes de las operaciones de minado y clasificación de clastos;

Inundación progresiva de poblados (caso de Huepetuhe) por efecto de la presencia de valles y lechos col-

matados y botaderos construidos sin planificación ambiental.

## Recuperación de Áreas Afectadas

Después de concluidas y abandonadas las labores de minería aluvial aurífera, las áreas afectadas por la deforestación y remoción de suelos presentan un paisaje desolador: cortes profundos del terreno con alturas de más de 20 m; las lluvias torrenciales han intensificado los deslizamientos y la erosión profunda, al extremo que no posibilitan el desarrollo de la vegetación.

Es posible la recuperación de algunas de estas áreas afectadas en base al proceso natural de restitución de suelos, mediante la deposición progresiva de material con contenido orgánico proveniente de la parte superior y transportada por la escorrentía producida por las mismas lluvias de la zona. Otro caso que se pudo observar fue la aparición de plantas que progresivamente formaron su propio suelo en botaderos de desmonte y grava gruesa de más de 10 años de antigüedad, creando un bosque secundario de plantas del tipo arbustivo y árboles leñosos con características particulares a zonas secas.

## 5.6 IMPACTO SOCIAL

En Huepetuhe hasta el año 2001 existían 304 operaciones mineras, de las cuales 233 están situadas en las quebradas aledañas; del total, 15% son formales, el resto son trabajadas por posesionarios que ocupan terrenos hasta que los dueños (antiguos o nuevos) declaren su derecho y los desalojen. Las demás están a cargo de los titulares o de "invitados" autorizados que trabajan los terrenos a cambio de una suma fija o una proporción del oro obtenido. Ver Fotos N° 5.53 a 5.56.

No hay sindicatos o asociaciones de mineros, existiendo sólo en Caychihue una asociación de pequeños propietarios. Los obreros trabajan para concesionarios o para los "invitados" y viven en los campamentos en condiciones muy precarias. Cotidianamente enfrentan

conflictos laborales, pues no se les paga lo acordado ni de manera oportuna.

Los contratos de personal tanto en Huepetuhe y la ribera del río Madre de Dios se realiza por enganche, desde Cusco, Puerto Maldonado, Puno o Huepetuhe. La oferta se incrementa desde enero, cuando se inicia el periodo de lluvias, periodo que coincide con las vacaciones escolares, por lo que vienen adolescentes y jóvenes desde Puno y Cusco.

Los “contratos” se hacen por periodos de tres meses. El contratante asume los gastos de viaje y paga la remuneración al final del periodo, retiene los documentos de identidad de los obreros y les da adelantos de sus honorarios los fines de semana, parte de los cuales son gastados en bares y cantinas, por lo que muchos obreros están endeudados al final del trimestre y vuelven a “engancharse”. En los meses de menor producción suele suceder la no paga a los mineros.

El trabajo de menores para terceros ha disminuido por el mayor control de las autoridades en algunas localidades y la generalización del uso de maquinarias en la fase de arranque-remoción. Los adolescentes participan cuando esta fase se realiza por el sistema artesanal, realizando el acarreo del mineral con carretillas.

En el ámbito de la zona visitada no hay empresas, existen algunos medianos mineros individuales que cuentan con maquinaria debido a que la empresa Centromin Perú, que explotó la zona entre Boca Inambari y Amigos, no cumplió con pagar los sueldos, por lo cual algunos trabajadores se quedaron con maquinaria. A ellos pertenecen las dragas. En el río Madre de Dios no hay mineros poderosos, no se enriquecen. El oro ha descendido en términos de volumen.

Los “invitados”, que son dueños de maquinaria y están en posesión autorizada del terreno, contratan obreros a los que pagan en conjunto un porcentaje de la producción, generalmente el 21% por el trabajo con dragas de succión (chupaderas o carrancheras) que

se anclan en un punto dado para succionar el material aurífero. Los obreros se organizan entre sí para realizar las actividades.

Así mismo, se ha constatado que estos centros mineros son invadidos por la suciedad y basura que no se recoge ni cuentan con relleno sanitario apropiado; se caracterizan también por la falta o condiciones precarias de suministro de luz, agua y sistema de desagüe.

La intoxicación de las personas que manejan el mercurio y de sus vecinos se puede producir por inhalar los vapores durante el tratamiento de la amalgama por el fuego.

## Resumen

Entre los principales impactos generados por la actividad minera aurífera, desarrollada en el ámbito de la zona visitada y sus respectivas áreas de influencia, se puede enumerar los siguientes:

Uso adicional de vivienda familiar dentro de las instalaciones del sistema de dragado y planta de concentración; en algunos casos, estas viviendas familiares se emplazan dentro del perímetro de operaciones de minado y de la planta de concentración. En estas circunstancias, las condiciones precarias de salubridad e higiene son evidentes.

Los campamentos o núcleos de vivienda de los trabajadores mineros y respectivas familias, carecen de las condiciones mínimas para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas servidas y otros desechos domésticos.

En las poblaciones vecinas a los centros mineros auríferos, por lo general emergen y/o se intensifican las condiciones que propician conductas y costumbres reñidas con los valores morales y derivan en promiscuidad.

Anexo Fotográfico  
Capítulo V : Áreas Visitadas



## Sector Masuco-Caychihue-Huepetuhe



Foto N° 5.01



Foto N° 5.02



Foto N° 5.03



Foto N° 5.04



Foto N° 5.05



Foto N° 5.06

Operaciones de explotación - beneficio aplicando el método de minado a cielo abierto, con maquinaria pesada: excavadora - cargador frontal - camión/volquete; y el proceso de concentración del material aurífero mediante el sistema combinado "chute" con canaletas (sluices).





Foto N° 5.07



Foto N° 5.08



Foto N° 5.09



Foto N° 5.10



Foto N° 5.11



Foto N° 5.12

Arreglo general de planta para el beneficio del material aluvial aurífero; comprende los sistemas: "chute" (lavado y clasificación) y canaletas (concentración de oro y minerales pesados).



Foto N° 5.13



Foto N° 5.14

Operaciones de disgregado y lavado del material aluvial, con agua a presión obtenida mediante el uso de motobomba.



Foto N° 5.15



Foto N° 5.16

Proceso de concentración de oro y arenas pesadas mediante la aplicación del sistema de canaletas (sluices).



Foto N° 5.17

Sistemas indiscriminados para el almacenamiento de material estéril / escombros (botaderos) y de relaves gruesos (mayores de 1/4") y relaves finos en pilas y represas de sedimentación. Ver también Fotos N° 5.15 y 5.16.



## Sector Puerto Rosario de Laberinto-Isla Laberinto



Foto N° 5.18



Foto N° 5.19



Foto N° 5.20



Foto N° 5.21

Módulo trommel - canaleta, actualmente fuera de operación, que fue utilizado para el lavado / clasificación y concentración de material aluvial aurífero. La vista Foto N° 5.19 muestra el ensamblaje entre el trommel y la canaleta; las vista Foto N° 5.20 muestra el chute de alimentación y el trommel, ambos montados sobre estructura metálica; la vista Foto N° 5.21 muestra en primer plano la canaleta de dos tramos. La descarga libre del relave grueso y relave fino se puede apreciar en la vista Foto N° 5.18.



Foto N° 5.22



Foto N° 5.23



Foto N° 5.24



Foto N° 5.25

Explotación - beneficio en lecho fluvial sub acuático de material aluvial aurífero, mediante la aplicación del dragado por succión del tipo flotante ("chupadera"). La unidad completa se muestra en la vista Foto N° 5.22. La embarcación, montada sobre una plataforma, esta provista de una grúa móvil, manga de succión y bomba centrífuga. Dentro de la embarcación también se encuentra la vivienda familiar, el sistema de lavado-clasificación; dos canaletas en contrapendiente (Fotos N° 5.23 y 5.24). La descarga libre de relave grueso se muestra en la Foto N° 5.25 y el embalse de agua de recirculación se muestra en la Foto N° 5.22.



Foto N° 5.26

Unidad completa de dragado por succión del tipo flotante ("chupadera")



Foto N° 5.27

Sistema de lavado - clasificación y concentración en canaleta ubicada sobre terreno. Los relaves finos se descargan directamente al cauce del río y los relaves gruesos se apilan en la playa ribereña.



## Situación Socio-Económica



Foto N° 5.28



Foto N° 5.29

Uno de los pocos potreros existentes en las zonas alejadas a Puerto Maldonado, con ganadería escasamente desarrollada.



Foto N° 5.30



Foto N° 5.31



Foto N° 5.32

El pueblo de Huetpetuhe lamentablemente se ha desarrollado sin planificación urbana, por ejemplo no cuenta con sistema de agua potable, redes de desagüe ni relleno sanitario. El canal perimetral para manejo de escorrentía, se encuentra sub - dimensionado. La colmatación del cauce del río se encuentra prácticamente por encima del terreno superficial del pueblo. Los apilamientos de relaves se encuentran a ambas márgenes del río y muy próximo a la población. Se encuentra en funcionamiento una sucursal del Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero/MEM.



Foto N° 5.33



Foto N° 5.34

Generación de empleo indirecto y de apoyo colateral a la minería aluvial aurífera; proliferación de comerciantes de mercadería diversa. Talleres de mantenimiento de equipo pesado con mediana logística para su mantenimiento pero sin capacitación técnica apropiada.



Foto N° 5.35



Foto N° 5.36



Foto N° 5.37



Foto N° 5.38





Foto N° 5.39



Foto N° 5.40



Foto N° 5.41



Foto N° 5.42

Depósitos desprovistos de hangares y otras instalaciones mínimas necesarias para el almacenamiento de avionetas y otros equipos - pesados en posible situación de custodia o de abandono definitivo.

## Reconocimiento del Impacto Ambiental



Foto N° 5.43



Foto N° 5.44

Fase inicial de desbroce consistente en la tala de árboles y remoción de suelos para dar acceso a las operaciones de explotación - beneficio de los depósitos auríferos de llanura aluvial.



Foto N° 5.45

Apilamiento de relaves gruesos alrededor de la laguna artificial, los relaves finos se encuentran formando parte de los sedimentos de dicha laguna.



Foto N° 5.46



Foto N° 5.47



Foto N° 5.48



Foto N° 5.49

Escenarios de desolación y abandono resultantes de proyectos de explotación - beneficio de los depósitos de llanura aluvial, evidentemente efectuados sin criterios técnico ni de ordenamiento territorial y ambiental.





Foto N° 5.50



Foto N° 5.51



Foto N° 5.52

Crecida fluvial extraordinaria agravada por la colmatación del caudal del río, originando la inundación de toda la población ribereña y consecuentes estragos materiales.

## Reconocimiento del Impacto Social



Foto N° 5.53



Foto N° 5.54



Foto N° 5.55

Marcha de manifestación de trabajadores mineros - pobladores en general y caravana de vehículos pesados en apoyo al llamado "Paro Minero Unidos".



Foto N° 5.56

Escenario de insalubridad ubicado entre las viviendas de construcción precaria y el cauce del río completamente colmatado.



## Capítulo VI

# Trabajos por Encargo

### 6.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

A fin proyectar el esquema de explotación-beneficio de manera óptima y económica para su construcción e implementación, se considera importante conocer el tamaño y forma de las partículas de oro y su distribución por fracciones de tamaño en el material de clastos (gravas, arenas, arcillas y limos). A modo de información, J. Lanckneus mediante el uso de un sistema especial de medición ha logrado medir el ancho y largo de unas 20 000 partículas de oro, estableciendo al mismo tiempo el análisis granulométrico en forma rápida y precisa de estas partículas de oro. El sistema consiste principalmente de un binocular, espejo de dibujo y mesa de digitalización conectada a una microcomputadora.

En este sentido y con el propósito de aportar información adicional acerca de la distribución por tamaño de partículas de oro presente en los placeres auríferos de la zona de visita, se tomaron las muestras necesarias para su envío a un laboratorio especializado en la ciudad de Lima.

### 6.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS

Las muestras litológicas obtenidas de la zona Subandina (Huepetuhe) y llanura aluvial (Tres Islas) de placeres aluviales, se identifican de la siguiente manera:

Muestra N°	Código	Descripción	Peso Aprox., kg
HP-01	Huepetuhe	Clastos aluvial-aurífero de grava, arena, arcilla y limos. Area Huepetuhe-Caychihue.	100
TI-01	Tres Islas	Clastos aluvial-aurífero de grava, arena, arcilla y limos. Area Tres	100

Los Términos de Referencia establecen el desarrollo de los trabajos a efectuar en cada muestra litológica:

Preparación mecánica del material de muestra; la fracción mayor a ¼" deberá descartarse.

Sobre el material de muestra (menos ¼"), efectuar el análisis químico elemental por: Au, Fe, Al, Mg, Sn, Ti, Mn, Ins.

Análisis granulométrico del material de muestra menor a ¼". Mallas sugeridas: 10, 65, 100, 200, 400.

Análisis químico por oro en cada fracción de tamaño obtenida.

Establecer la distribución de oro por fracción de tamaño del material de muestra.

Informe Técnico

Las dos muestra litológicas fueron entregadas a la Dirección de Laboratorios del INGEMMET.

### 6.3 ANÁLISIS QUÍMICO ELEMENTAL

Los resultados de análisis químico elemental son los siguientes:

Muestra N°	Au g/tm	Fe %	Al %	Mg %	Ti %
HP-01	<0,01	0,36	0,74	0,018	0,06
TI-01	<0,01	1,62	2,09	0,17	0,16

Mn ppm	Ins %	Sn ppm	Sb ppm
33	97,41	<5	4,0
237	95,13	<5	4,0

## 6.4 GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL ALUVIAL Y DISTRIBUCIÓN DE ORO

Los resultados de granulometría del material aluvial (menor de ¼") procedentes de Huepetuhe y Tres Islas, incluyendo la correspondiente distribución de oro en cada fracción de tamaño, se presenta respectivamente en los Cuadros 6.1 y 6.2.

## 6.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presencia de oro por tamaño de partículas menor a malla-100 (150 micrones) se calcula en 81,82% y 99,19% del total de oro contenido en las muestras de Huepetuhe y Tres Isla (menos de ¼") respectivamente; en tanto que el material aluvial menor a la misma malla-100 es de 13,48% y 31,03% respectivamente.

Considerando que las partículas de oro se presentan en forma de láminas, el tamaño de estas láminas son mucho más finas en el placer aluvial de Tres Islas que el correspondiente al de Huepetuhe.

Es posible que la mayor pérdida porcentual del contenido de oro, a través del relave del proceso de lavado y concentración, se produzca en el caso del material aluvial de Tres Islas con respecto al de Huepetuhe.

Resulta recomendable para ambos casos, utilizar canaletas (sluices) con la mayor longitud posible y provistas de alfombras o combinación de rifles con alfombra, en el piso de fondo de las canaletas, especialmente para el caso del material aurífero de Tres Islas.

**Cuadro 6.1** Granulometría del material aluvial y distribución de oro en cada fracción de tamaño. Muestra tomada de la zona Subandina Huepetuhe

Fracción de Tamaño	Distribución Peso		Distribución Oro		
	% Parcial	%Acumul.(-)	Ley, g/tm	% Parcial	% Acumul.(-)
+ malla-10	12,98	87,02	<0,01	2,73	97,27
+ malla-60	5,92	81,10	<0,01	1,24	96,03
+ malla-100	67,62	13,48	<0,01	14,21	81,82
+ malla-200	7,88	5,60	0,05	16,56	65,25
+ malla-325	3,66	1,94	0,25	39,08	26,18
- malla-325	1,94	-,-	0,32	26,18	-,-
Promedio (Calculado)	100,00		0,02	100,00	

**Cuadro 6.2** Granulometría del material aluvial y distribución de oro en cada fracción de tamaño. Muestra tomada de la zona llanura aluvial Tres Islas

Fracción de Tamaño	Distribución Peso		Distribución Oro		
	% Parcial	%Acumul. (-)	Ley, g/tm	% Parcial	% Acumul. (-)
+ malla-10	13,36	86,64	<0,01	0,16	99,84
+ malla-60	6,70	79,94	<0,01	0,08	99,77
+ malla-100	48,91	31,03	<0,01	0,57	99,19
+ malla-200	26,63	4,40	1,57	97,71	1,48
+ malla-325	3,24	1,16	0,16	1,23	0,25
- malla-325	1,16	-,-	0,09	0,25	-,-
Promedio (Calculado)	100,00		0,43	100,00	

# Conclusiones y Recomendaciones

## GESTION MINERIA AURIFERA ARTESANAL

### Conclusiones

- La Minería Aurífera Artesanal es una actividad de gran trascendencia socio-económica en la zona de Madre de Dios por ser una fuente permanente de empleo. Esta actividad proporciona empleo directo a 6 000 mineros, que a su vez mantienen a 15 500 personas dependientes.
- El ingreso neto promedio que los mineros obtienen en Huepetuhe está en el orden de US\$ 360/mes y en la ribera del río Madre de Dios es de US\$ 250 mensuales.
- Con poca inversión y trabajo intensivo, la minería artesanal explota yacimientos marginales o minas abandonadas donde la minería convencional no es rentable, utiliza tecnologías sencillas, llegando en algunos casos a niveles de semi mecanización; así como, insumos domésticos. Estas características reflejan un gran potencial de esta actividad para contribuir a la generación de empleo, reducción de la pobreza, desarrollo local, obtención de divisas y de ingresos fiscales.
- Las pequeñas operaciones mineras trabajan con márgenes de rentabilidad muy reducidos. Por esta razón, y debido a la ausencia de una conciencia ambiental, para ellos las medidas técnicas que mejorarían la situación del medio ambiente sólo serán exitosas si coinciden con la idea de una producción incrementada.
- El período anual de trabajo es de ocho meses, entre marzo y octubre, debido a que los meses restantes corresponden a la época de lluvias durante la cual

la actividad minera es muy esporádica, dedicándose a la agricultura o al comercio fuera de la zona minera.

- La minería informal tiene un crecimiento limitado por la falta de planificación en la explotación del yacimiento, en muchos casos se llegan a perder áreas explotables debido a que son enterradas con los relaves.

### RECOMENDACIONES

La minería en pequeña escala, ha sido reconocida como una de las áreas urgentes de abordar desde el punto de vista del aporte que puede hacer al desarrollo sostenible de las regiones, siempre que su gestión se haga en interrelación con la administración pública ambiental y concuerde con los planes de desarrollo local.

El papel que debe jugar la minería en pequeña escala se ve reafirmado con la creciente importancia que ha ido ganando en las agendas de la cooperación internacional y de otras organizaciones multinacionales, organizaciones nacionales y organismos no gubernamentales de desarrollo que operan en la región de América Latina; por lo que se recomienda:

### En el aspecto organizacional

- Que los órganos pertinentes intensifiquen el programa de formalización de la minería artesanal informal con la finalidad, no sólo de ordenar el sistema de concesiones sino también, involucrar a los mineros artesanales en los programas participativos de fortalecimiento de sus organizaciones.
- Propiciar que los agentes privados, sean ONGs u otros, coadyuven en el proceso del fortalecimiento ins-



titucional de los pequeños mineros a través de sus organismos, como ya lo vienen haciendo en algunos lugares para el logro de organizaciones más sólidas y solventes administrativamente.

### En el aspecto tecnológico

- Propiciar el estudio de las concentraciones de minerales como el circón, ilmenita, monacita entre otros, con el fin de encontrar alternativas productivas en la explotación.
- Desarrollar mejores métodos de clasificación por tamaños, dado que ninguno de los métodos empleados permite una separación adecuada. Investigar sobre los procesos de recuperación para alcanzar mejores resultados.
- Implementar mecanismos para la gestión de asesoría técnica a la actividad artesanal en temas referentes al manejo apropiado de las tecnologías conocidas para la explotación y beneficio, acorde a las características mineralógicas, puesto que la minería informal tiene una limitación muy importante por la profundidad de los yacimientos, que exige esfuerzo y costo creciente para vencer la deficiente ventilación y acumulación de desmonte en el interior de la mina.
- Contribuir con las políticas de transferencia de tecnologías eficientes y ambientalmente responsables, lo que como consecuencia deberá contribuir en el control de la contaminación ambiental y en el incremento de la calidad de vida.
- La experiencia indica que no existen fórmulas generales para la transferencia de tecnologías, entre otras cosas, por los variados contextos mineralógicos y la diversidad cultural que caracteriza a los grupos humanos que se dedican a esta actividad; por lo que es recomendable trabajar estos elementos teniendo en cuenta los patrones culturales propios de los mineros, como base para determinar los mecanismos más apropiados para brindar apoyo al desarrollo de procesos productivos más limpios y rentables.

### En el aspecto medioambiental

- Se recomienda la necesidad de definir un plan estratégico que determine políticas de control ambiental de manera muy efectiva, en concordancia con los agentes sociales y políticos gubernamentales y privados.
- Es necesario continuar desarrollando programas de educación sobre los efectos contaminantes del mercurio y el uso de retortas verificando su uso y comprobar su eficiencia. Por ello se recomienda desarrollar un plan de monitoreo del grado de contaminación por mercurio que incluiría campañas de sensibilización y educación de la población.
- A pesar de que el proceso de cianuración también tiene efectos nocivos, es recomendable que se traten directamente los minerales en plantas de cianuración, debido a que la fiscalización de estas plantas son más fáciles de realizar en el marco del cumplimiento de las normas ambientales.
- Implementar a las Direcciones Regionales de Minería para que fiscalicen aspectos como la impermeabilización de las canchas de las plantas de beneficio y el cumplimiento de todas las restricciones ambientales en el proceso de cianuración. Este sistema de control es mucho más sencillo que controlar a miles de mineros artesanales que refogan oro.

### En el aspecto de desarrollo sostenible

- Dentro de una perspectiva de desarrollo sostenible, se recomienda promover que los actores sociales puedan tener el control de los procesos que los afectan, puedan institucionalizar su participación y hacer efectiva la toma de decisiones. Dicho de otro modo, este compartir debe ser entendido desde una perspectiva de construcción de ciudadanía, es decir, el ser parte de una comunidad en la que se tiene derechos y responsabilidades acordadas y normadas.
- Es recomendable realizar estudios integrales referentes a las actividades económicas potenciales de cada

zona, de tal manera que se pueda practicar el binomio ganar-ganar entre los actores participativos.

- La minería artesanal implica el desarrollo de una tecnología propia, poco sofisticada, pero muy adecuada para la realidad nacional. Este debe ser el punto de partida para consolidar una tecnología minera propia con la incorporación e hibridización de alguna tecnología moderna. Para ello se requiere promover la investigación aplicada para el desarrollo de una tecnología propia dirigida al aprovechamiento racional y sustentable de nuestros recursos naturales, y a la autosuficiencia tecnológica.

- Propiciar la elaboración de un plan concertado de manejo territorial para las zonas mineras.
- Ordenar el proceso de contratación de trabajadores eventuales en la zona e ir construyendo una red mínima de seguridad social y atención de salud.
- Ordenar el proceso de comercialización de oro y de otros productos en la zona con la intención de mejorar la fiscalización y generar ingresos tributarios.



## Anexo: Resultados de Laboratorio



# **REPORTE DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO** **PREPARACIÓN MECÁNICA DE MUESTRAS**

<b>MEMO N°</b>	: 063 - 2002 - DTMM
<b>CLIENTE</b>	: Ing. Edwin Loaiza Choque
<b>CANTIDAD</b>	: 2 Muestras
<b>Cantidad de Mallas</b>	: 6 Mallas
<b>PESO</b>	: 1 K. de muestra
<b>REALIZADO POR</b>	: Wilson Vásquez C.
<b>FECHA</b>	: Noviembre 29, 2002

## **MUESTRA :TI - 01**

		<b>Análisis Granulométrico</b>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Peso de Muestra 10 Kg. </div>	→	<b>Tamiz</b>	<b>Peso Kg.</b>	<b>Peso %</b>
		1/4	5.580	55.80
		— 1/4	4.420	44.20

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Muestra -1/4 4.420 Kg. </div>	Cabeza →	<b>Análisis: Au, Fe, Al, Mg, Sn, Ti, Mn, e Isn.</b>
	Análisis Granulométrico →	

Tamiz	Peso gr.	Peso %
1/4	0.00	0.00
10	133.60	13.36
60	67.00	6.70
100	489.10	48.91
200	266.26	26.63
325	32.44	3.24
-325	11.60	1.16
<b>TOTAL</b>	<b>1000.00</b>	<b>100.00</b>

## **MUESTRA :HP - 01**

		<b>Análisis Granulométrico</b>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Peso de Muestra 10 Kg. </div>	→	<b>Tamiz</b>	<b>Peso Kg.</b>	<b>Peso %</b>
		1/4	3.360	33.60
		— 1/4	6.640	66.40

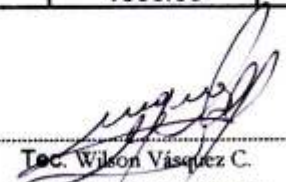
  

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Muestra -1/4 6.640 Kg. </div>	Cabeza →	<b>Análisis de Au, Fe, Al, Mg, Sn, Ti, Mn, e Isn.</b>
	Análisis Granulométrico →	

Tamiz	Peso gr.	Peso %
1/4	0.00	0.00
10	129.80	12.98
60	59.20	5.92
100	676.20	67.62
200	78.80	7.88
325	36.60	3.66
-325	19.40	1.94
<b>TOTAL</b>	<b>1000.00</b>	<b>100.00</b>



  
**Tec. Wilson Vásquez C.**  
 Preparación Mecánica de Muestras



**DIRECCION DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA**

SOLICITADO POR : Ing. Edwin Loaiza Choque  
: Dirección de Tecnología y Minería  
y Metalurgia  
Memo. N° 063-2002-DTMM  
PROCEDENCIA : **MINERALES AURIFEROS ALUVIALES**  
**DEL RIO MADRE DE DIOS**  
ANALISIS POR : Sn, Sb  
FECHA : Lima, 27 de Enero del 2003.

---

CODIGO DE MUESTRA	Sn ppm	Sb ppm
Ti - 01	< 5	4.0
HP - 01	< 5	4.0

  
Ing° RUFO PAREDES PACHECO  
Director de Laboratorio  
INGEMMET

  
Quím. MARIA JARA F.  
Laboratorio de Análisis Geoquímico  
INGEMMET

**DIRECCION DE LABORATORIOS**  
**LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA**

SOLICITADO POR : Ing. Edwin Loaiza Choque  
 : Dirección de Tecnología y Minería  
 y Metalúrgia  
 : Memo. N° 063-2002-DTMM  
 PROCEDENCIA : **MINERALES AURIFEROS ALUVIALES**  
**DEL RIO MADRE DE DIOS**  
 ANALISIS POR : Au  
 : Au, Fe, Al, Mg, Ti, Mn, Ins  
 FECHA : Lima, 10 de Diciembre del 2002

CODIGO DE MUESTRA	Au g/TM
HP - 01 Malla: + 10	< 0.01
HP - 01 Malla: + 60	< 0.01
HP - 01 Malla: + 100	< 0.01
HP - 01 Malla: + 200	0.05
HP - 01 Malla: + 325	0.254
HP - 01 Malla: - 325	0.321

CODIGO DE MUESTRA	Au g/TM
TI - 01 Malla: + 10	< 0.01
TI - 01 Malla: + 60	< 0.01
TI - 01 Malla: + 100	< 0.01
TI - 01 Malla: + 200	1.567
TI - 01 Malla: + 325	0.1617
TI - 01 Malla: - 325	0.0938

CODIGO DE MUESTRA	* Au g/TM	Fe %	Al %	Mg %	Ti %	Mn ppm	Ins %
HP-01 Huepetuhe	< 0.01	0.36	0.74	0.018	0.06	33	97.41
TI-01 Tres Islas	< 0.01	1.62	2.09	0.17	0.16	237	95.13

\* Analizado por método Ensayo al Fuego - Abs. Atómica.



  
 Quím. MARIA JARA F.  
 Laboratorio de Análisis Geoquímico  
 INGEMMET



## Bibliografía

- ÁLVAREZ, B. & FERNÁNDEZ, H. (1992) - Óptimo procesamiento gravimétrico de gravas auríferas por minado semimecanizado de tres islas de Madre de Dios. En: Simposium Nacional de Minería Aurífera, 2, Cerro de Pasco, Trabajos técnicos, Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión, Fac. de Ingeniería, p. 133-137.
- ÁLVAREZ, R. & GÓMEZ-LIMÓN, D. (1995) - Laboratorio de concentración de menas-prácticas de mineralurgia. Fundación Gómez Pardo-E.T.S.I. Minas, Madrid.
- ÁLVAREZ, R. (1996) - Trituración, molienda y clasificación. Fundación Gómez Pardo-E.T.S.I. Minas.
- ARBEX, X. (1997) - El futuro del Departamento de Madre de Dios (Perú), temas sobre el medio ambiente y actividad humana. Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de Las Casas, Cusco, 98 p.
- BANCO MINERO DEL PERÚ (1976) - Informe técnico sobre los resultados obtenidos en las exploraciones auríferas realizadas en las regiones selváticas del país. Lima. (Informe inédito).
- BELTRÁN, Q. & RENÉ, M. (1992) - El oro de Camanti (Ceja de selva Cuzco). En: Simposium Nacional de Minería Aurífera, 2, Cerro de Pasco, Trabajos técnicos, Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión, Fac. de Ingeniería, p. 147-153.
- BERND, B.; HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M. (1992) - Pequeña minería, técnicas y procesos, GATE/GTZ, Eschborn, 535 p.
- BURBACHER, T., et al. (1984) - Methylmercury exposure and reproductive dysfunction in the non-human primate. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 75: 18-24.
- CHANG, F. (1999) - La pesquería en Madre de Dios, Perú. En: Fang, T.; Montenegro, O. & Bodmer, R.E., eds., Manejo y conservación de fauna silvestre en América Latina. La Paz.
- CHAPARRO, E. (2000) - La llamada pequeña minería: un renovado enfoque empresarial. CEPAL, Santiago de Chile, 82 p.
- DOUROJEANNI, M. (1986) - Recursos Naturales, desarrollo y conservación en el Perú. En: Gran Geografía del Perú, naturaleza y hombre. Manfer, Juan Mejía Baca, Barcelona, t. 4, 243 p.
- ECHEVARRÍA, C. (2001) - Reflexión sobre el sentido de territorio para los pueblos indígenas en el contexto del ordenamiento territorial y el desarrollo minero. CYTED-SEGEMAR, Mendoza, 10 p. (documento internet: [www.mmsd-la.org](http://www.mmsd-la.org)).
- GÓMEZ, J. & LÓPEZ, C. (1997) - Manual de arranque carga y transporte en minería a cielo abierto. 2ª ed. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, 604 p.
- GRADE - GRUPO DE ANALISIS PARA EL DESARROLLO (1994) - Estudio de minería informal en Madre de Dios. GRADE – Ministerio de Energía y Minas, Lima.

- GUTIÉRREZ, H. (1992) - Perspectiva de explotación de placeres auríferos del sistema hidrográfico del río Apurímac. En: Simposium Nacional de Minería Aurífera, 2, Cerro de Pasco, Trabajos técnicos, Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión, Fac. de Ingeniería, p. 105-110.
- GUTIÉRREZ, V. (1992) - Minería aurífera aluvial en la cuenca de los ríos Madre de Dios e Inambari, sus problemas y alternativas. En: Simposium Nacional de Minería Aurífera, 2, Cerro de Pasco, Trabajos técnicos, Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión, Fac. de Ingeniería, p. 139-146.
- HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M. (1991) - Problemas ambientales por amalgamación y soluciones técnicas para la pequeña minería, En: Seminario «Pequeña Minería y Medio Ambiente», La Serena, Chile, p. 4-6.
- HENTSCHEL, T. & PRIESTER, M. (1992) - Small-scale gold mining, GATE/GTZ, Eschborn, 96 p.
- HÉRAIL, F. & FORNARI, M., Eds. (1991) - Yacimientos aluviales de oro: Actas del Simposio Internacional sobre Yacimientos Aluviales de Oro, La Paz, Bolivia, 3-5 junio 1991. Editions de l'ORSTOM, La Paz, 402 p.
- HUMBLE, J. (1988) - Modern mercury amalgamation manual. Action Mining Services, Las Vegas. 50 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1989) - Atlas del Perú. Proyecto Especial Atlas del Perú, Ministerio de Defensa, Lima.
- LANCKNEUS, J. (1991) - Placeres de Madre de Dios (SE del Perú). En: Hérial, G. & Fornari, M., eds., Yacimientos aluviales de oro: Actas del Simposio Internacional sobre Yacimientos Aluviales de Oro. Editions de l'ORSTOM, La Paz, p. 89-102.
- LUQUE, J. (1990) - Exploración de placeres glaciales de San Antonio de Poto. En: Centro de Estudios y Promoción de Ciencias de la Tierra, El Oro. CEPECT, Lima, p. 156-172.
- MANRIQUE, M. & ORTEGA, M. (1992) - Recuperación del oro por métodos combinados de flotación y gravimetría. En: Simposium Nacional de Minería Aurífera, 2, Cerro de Pasco, Trabajos técnicos, Univ. Nac. Daniel Alcides Carrión, Fac. de Ingeniería, p. 221-228.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2001) - Minería aurífera aluvial: exposiciones técnicas. Ministerio de Energía y Minas, Lima, 82 p.
- OIT/PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA ERRADICACIÓN DEL TRABAJO INFANTIL-IPEC (2000) - Programa de erradicación del trabajo infantil en el caserío minero artesanal Santa Filomena, Fase II. OIT/IPEC-SIRTI, Proyecto Minería Artesanal en Sudamérica - CooperAccion, Lima, 51 p.
- PALACIOS, O.; MOLINA, O.; GALLOSO, A. & REYNA, C. (1996) - Geología de los Cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 81, 189 p.
- PIAZZA, M. (2001) - Niños que trabajan en minería artesanal de oro en el Perú. Programa para la prevención y eliminación progresiva del trabajo infantil en la minería artesanal de oro en Sudamérica. IPEC-OIT, Lima, 113 p.
- PRIESTER, M., HENTSCHEL, T. & BENTHIN (1992) - Pequeña Minería, Técnicas y Procesos, GATE/GTZ, Alemania, 537 p.
- REGISTRO PUBLICO DE MINERIA (1992) - Problemática de la Sub-Región Madre de Dios. Lima. (Informe inédito).

- WEBB, R & FERNÁNDEZ, G. (2002) - Perú en números 2002, Instituto Cuanto, Lima, 1352 p.
- WILLS, B.A. (1987) - Tecnología de procesamiento de minerales. LIMUSA, México, 568 p.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1990) - Methylmercury, WHO, Geneva, 25 p.
- WOTRUBA, H., et al. (1998) - Manejo ambiental en la pequeña minería, MEDMIN-COSUDE, La Paz, p. 81-16.



