

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**IMPACTOS DE LA MINERÍA AURÍFERA ALUVIAL, EN EL  
DETERIORO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO  
HUEPETUHE; MADRE DE DIOS – PERU.**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER**

**NELLY DEL CARMEN GONZALEZ CRUZ**

**ASESOR**

**Ing. ALFONSO ROJAS BARDALEZ**

**CODIGO: 06050813.**

**MOYOBAMBA - PERU**

**2014**



**ACTA DE SUSTENTACION PARA OBTENER EL TITULO**

**PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **Siete y Treinta de la noche del día Jueves 04 de Setiembre del Dos Mil Catorce**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA  
Ing. M.Sc. JULIO CÉSAR DE LA ROSA RÍOS  
Blgo. ALFREDO IBAN DÍAZ VISITACIÓN

PRESIDENTE  
SECRETARIO  
MIEMBRO


Ing. ALFONSO ROJAS BARDÁLEZ

ASESOR

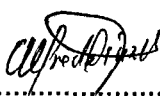
Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado **“IMPACTO DE LA MINERA AURIFERA ALUVIAL, EN EL DETERIORO DE LA MICROCUENCA DEL RIO HUEPETUHE, MADRE DE DIOS - PERU”**, presentado por la Bachiller en Ingeniería Ambiental **NELLY DEL CÁRMEN GONZÁLES CRUZ**; según Resolución Consejo de Facultad N° 0083-2012- UNSM-T-FE-CF de fecha **29 de Noviembre del 2012**.

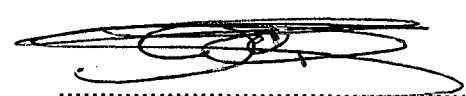
Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **QUINCE (15)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **18:30pm** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

  
.....  
Ing. M.Sc. Yrwin Francisco Azabache liza  
Presidente

  
.....  
Ing. Julio César De La Rosa Ríos  
Secretario

  
.....  
Blgo. Alfredo Iban Díaz Visitación  
Miembro

  
.....  
Ing. Alfonso Rojas Bardález  
Asesor

## **DEDICATORIA**

En memoria de mi madre, quién cerró sus ojos antes de ver su sueño realizado, a ella esta tesis por su apoyo, ayuda y sacrificio incondicional desde el inicio de mi carrera; aunque físicamente no está conmigo, sé que donde quiera que esté, seguirá guiándome con su inmenso amor.

A mis hijos: Emma, Junior y María Fernanda, por su apoyo, comprensión y por ser el motivo por el cual estoy culminando este trabajo y este objetivo en mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios Todopoderoso** por darme la vida, la paciencia y la fortaleza para realizar este proyecto, y sobre todo porque hizo realidad este sueño anhelado.

A mi asesor, el Ing. Ambiental **Alfonso Rojas Bardález** por sus sugerencias y aportes.

A mi esposo, **Pedro Collazos** por brindarme su comprensión, paciencia e incondicional apoyo para la realización de este trabajo.

A la **Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ecología**, por haberme dado el privilegio de ser parte de ella.

A la Consultora **PASMINAA S.A.C.**, por haberme brindado el apoyo logístico necesario para realizar los trabajos de campo y los aportes con información registrada sobre la actividad minera.

Al Ing. Forestal **Henry Huayta Vilca**, por el apoyo brindado en el procesamiento de las imágenes satelitales y sus sugerencias acertadas para la ejecución del presente trabajo.

A mi amiga **Ana Karina Fachín Armas** por la motivación y el apoyo incondicional durante la elaboración de esta investigación.

A todas las instituciones que me apoyaron con datos e información brindada de forma desinteresada.

A las personas que de una u otra manera colaboraron en la elaboración del presente trabajo de investigación.

## INDICE

<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Planteamiento del problema</b> .....	1
<b>1.2. Objetivos</b> .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos .....	3
<b>1.3. Fundamentación teórica</b> .....	3
1.3.1. Antecedentes de la investigación .....	3
1.3.2. Bases teóricas .....	7
1.3.2.1. Minería aurífera aluvial .....	7
1.3.2.2. Minería ilegal .....	18
1.3.2.3. Minería informal .....	18
1.3.2.4. Minería artesanal .....	19
1.3.2. 5. Pequeña minería .....	19
1.3.2. 6. Contaminación ambiental, disturbación de suelos y deforestación .....	20
1.3.2.7. Identificación de impactos ambientales .....	20
1.3.2.8. Calidad del agua superficial .....	22
1.3.2.9. Deforestación .....	24
1.3.3. Definición de términos .....	26
1.3.4. Generalidades del área de estudio .....	28
1.3.4.1. Medio físico .....	29
1.3.4.2. Medio biológico .....	42
1.3.4.3. Medio Socio - económico .....	48
<b>1.4. Variables</b> .....	58
<b>1.5. Hipótesis</b> .....	58
<b>CAPITULO II: MARCO METODOLOGICO</b> .....	59
<b>2.1. Tipo de investigación</b> .....	59
<b>2.2. Diseño de investigación</b> .....	59
<b>2.3. Población y muestra</b> .....	59
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	60
2.4.1. Secuencias para el desarrollo del proyecto .....	61
<b>2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos</b> .....	68

<b>CAPITULO III: RESULTADOS</b> .....	70
<b>3.1. Resultados</b> .....	70
3.1.1. Calidad del agua superficial en la microcuenca.....	70
3.1.2. Identificación de impactos ambientales de la minería aurífera aluvial en la microcuenca Huepetuhe.....	81
3.1.2.1. Impactos ambientales en la fase de explotación.....	83
3.1.2.2. Impactos ambientales en la etapa de beneficio.....	96
3.1.3. Deforestación en la microcuenca Huepetuhe 2013.....	99
3.1.3.1. Análisis de deforestación en la microcuenca Huepetuhe periodo 1980 - 2013 .....	100
3.1.3.2. tasa de deforestación en la microcuenca Huepetuhe periodo 1980 - 2013.....	102
<b>3.2. Discusiones</b> .....	105
3.2.1. Sobre calidad del agua superficial en la zona de estudio.....	105
3.2.2. Sobre deforestación en la zona de estudio.....	105
3.2.3. Sobre impactos ambientales identificados.....	105
<b>3.3. Conclusiones</b> .....	107
<b>3.4. Recomendaciones</b> .....	109
Referencias bibliográficas.....	111
Anexos.....	115

### INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Inventario de maquinarias utilizadas en la actividad minera en la microcuenca Huepetuhe.....	10
Tabla N° 02: Áreas de explotación minera.....	15
Tabla N° 03: Precipitación total mensual (mm).....	33
Tabla N° 04: Precipitación tot. anual varios años: Estación Meteorológica Quincemil.....	34
Tabla N° 05: Precipitación tot. anual varios años: Estación Meteorológica Pilcopata.....	34
Tabla N° 06: Velocidad del viento media mensual (m/s).....	35
Tabla N° 07: Clasificación natural de los suelos en la microcuenca Huepetuhe.....	39
Tabla N° 08: Unidades cartográficas de suelos.....	39
Tabla N° 09: Comunidades vegetales naturales y antrópicas.....	43
Tabla N° 10: Centros poblados asentados en la microcuenca.....	50

Tabla N° 11: Distribución de la población por sexo y edades quinquenales .....	50
Tabla N° 12: Comunidades nativas cercanas al área de estudio .....	52
Tabla N° 13: Población total de la región Madre de Dios por censos .....	53
Tabla N° 14: Tasa de crecimiento según censos.....	54
Tabla N° 15: Población económicamente activa – distrito de Huepetuhe. ....	54
Tabla N° 16: Población inmersa en la actividad económica .....	55
Tabla N° 17: Variables e indicadores para es estudio.....	58
Tabla N° 18: Relación y características de imágenes de satélite para el análisis de la deforestación .....	61
Tabla N° 19: Clasificación de coberturas adaptadas para el presente estudio.....	62
Tabla N° 20: Entrevistas del primer grupo.....	64
Tabla N° 21: Entrevistas del segundo grupo .....	65
Tabla N° 22: Puntos de monitoreo de calidad de agua superficial .....	67
Tabla N° 23: Características visuales de los puntos de muestreo para calidad del agua superficial .....	70
Tabla N° 24: Parámetros químicos, físicos y biológicos, evaluados en la zona de estudio .....	71
Tabla N° 25: Promedio de otros parámetros químicos, evaluados en la zona de estudio .....	77
Tabla N° 26: Parámetros físicos evaluados en la zona de estudio.....	78
Tabla N° 27: pH promedio en la microcuenca Hupetuhe .....	78
Tabla N° 28: Promedio de Sólidos Totales Suspendidos en la zona de estudio.....	79
Tabla N° 29: Parámetros biológicos evaluados en la microcuenca Huepetuhe.....	80
Tabla N° 30: Identificación de impactos ambientales de la minería aurífera aluvial ....	81
Tabla N° 31: Porcentaje de áreas de coberturas año 2013 .....	99
Tabla N° 32: Análisis histórico de la deforestación periodo 1980 - 2013 .....	102
Tabla N° 33: Tasas de deforestación periodo 1980 - 2013 .....	103

Tabla N° 11: Distribución de la población por sexo y edades quinquenales .....	50
Tabla N° 12: Comunidades nativas cercanas al área de estudio.....	52
Tabla N° 13: Población total de la región Madre de Dios por censos .....	53
Tabla N° 14: Tasa de crecimiento según censos.....	54
Tabla N° 15: Población económicamente activa – distrito de Huepetuhe. ....	54
Tabla N° 16: Población inmersa en la actividad económica.....	55
Tabla N° 17: Variables e indicadores para es estudio.....	58
Tabla N° 18: Relación y características de imágenes de satélite para el análisis de la deforestación .....	61
Tabla N° 19: Clasificación de coberturas adaptadas para el presente estudio.....	62
Tabla N° 20: Entrevistas del primer grupo.....	64
Tabla N° 21: Entrevistas del segundo grupo .....	65
Tabla N° 22: Puntos de monitoreo de calidad de agua superficial .....	67
Tabla N° 23: Características visuales de los puntos de muestreo para calidad del agua superficial .....	70
Tabla N° 24: Parámetros químicos, físicos y biológicos, evaluados en la zona de estudio .....	71
Tabla N° 25: Promedio de otros parámetros químicos, evaluados en la zona de estudio .....	77
Tabla N° 26: Parámetros físicos evaluados en la zona de estudio.....	78
Tabla N° 27: pH promedio en la microcuenca Hupetuhe .....	78
Tabla N° 28: Promedio de Sólidos Totales Suspendidos en la zona de estudio.....	79
Tabla N° 29: Parámetros biológicos evaluados en la microcuenca Huepetuhe.....	80
Tabla N° 30: Identificación de impactos ambientales de la minería aurífera aluvial .....	81
Tabla N° 31: Porcentaje de áreas de coberturas año 2013 .....	99
Tabla N° 32: Análisis histórico de la deforestación periodo 1980 - 2013 .....	102
Tabla N° 33: Tasas de deforestación periodo 1980 - 2013 .....	103



Imagen N° 08: Sotobosque y estrato medio de Bcp - café.....	45
Imagen N° 09: Vista panorámica de la comunidad de uso urbano actual.....	45
Imagen N° 10: Vista panorámica de la comunidad playas, playones y bancos de arena.....	46
Imagen N° 11: Vista panorámica de la comunidad de cuerpos de agua.....	46
Imagen N° 12: Vista panorámica: margen izquierda de la microcuenca.....	47
Imagen N° 13: Vista panorámica del cuauce del río Huepetuhe.....	47
Imagen N° 14: Ubicación de puntos de muestreo.....	60
Imagen N° 15: Tesista realizando entrevistas a pobladores.....	65
Imagen N° 16: Recolección de muestras de agua.....	68
Imagen N° 17: Deforestación por actividad minera.....	85
Imagen N° 18: Vista panorámica de la microcuenca Huepetuhe.....	86
Imagen N° 19: Vista aérea de la microcuenca.....	86
Imagen N° 20: Suelo totalmente degradado en la microcuenca.....	87
Imagen N° 21: Shute – cargador frontal, método más usado en la zona de estudio.....	88
Imagen N° 22: Vista aérea de generación de hoyos y zonas inundadas.....	89
Imagen N° 23: vista panorámica de generación de pozas.....	90
Imagen N° 24: Obstrucción de cauces por la actividad minera.....	90
Imagen N° 25: Vegetación cubierta por lama.....	91
Imagen N° 26: Alta turbidez en el río y quebradas tributaria.....	91
Imagen N° 27: Derrames y/o restos de hidrocarburos en suelos de la microcuenca.....	92
Imagen N° 28: Crecimiento de especies pioneras en áreas minera abandonadas.....	94
Imagen N° 29: formación de suelo sobre pila de grava abandonada.....	94
Imagen N° 30: Crecimiento de vegetación sobre pilas (desmonteras.....	95
Imagen N° 31: Embalse de agua.....	95
Imagen N° 32: Lecho del río Huepetuhe totalmente colmatado.....	96

## RESUMEN

La presente tesis **“Impacto de la minería aurífera aluvial en el deterioro de la microcuenca del río Huepetuhe, Madre de Dios – Perú”**, presenta un análisis de la problemática ambiental de la minería aurífera en Madre de Dios, a partir del estudio de la microcuenca; la cual es de especial interés por encontrarse totalmente degradada. La actividad minera aurífera aluvial, en un periodo de 33 años 1980 - 2013, ha convertido unas 4,494.41 hectáreas de bosque natural a suelo desnudo.

El estudio tiene por objetivo determinar los impactos ambientales, ocasionados por la actividad minera aurífera aluvial, en el agua superficial y cobertura boscosa de la zona de estudio. De modo que contribuya a comprender la problemática ambiental. De tal manera que la población local sea consciente que sus propias acciones han contribuido al deterioro del ecosistema de la microcuenca Huepetuhe.

La identificación de los impactos ambientales se realizó a partir de la revisión bibliográfica, listas de verificación, entrevistas y trabajo de campo. Mientras que el estudio de la calidad del agua superficial y la deforestación se basa en análisis de muestras de agua, imágenes satelitales, entrevistas y trabajo de campo.

En la fase de explotación minera los impactos; que a su vez generan otros sobre el medio físico, biológico y social son: la deforestación, remoción del suelo, alteración de la morfología y cauces, alteración del caudal superficial, contaminación por hidrocarburos, emisión de ruidos y otros. Entre ellos, la deforestación es el que más impactos indirectos genera, siendo el más grave el deterioro del ecosistema de la zona de estudio.

Durante la fase de beneficio del mineral, se emite mercurio al ambiente por evaporación durante su uso y quema; así como por vertidos y derrames accidentales al suelo y agua.

A partir de los resultados, se evidencia que la minería aurífera aluvial, es la actividad que mayores impactos ha generado en el ecosistema de la zona de estudio.

Se concluye que la débil apreciación del bosque y los servicios que ofrece, sumado a la predominancia de la lógica extractivista han permitido la toma de acciones que han contribuido al deterioro de la microcuenca. Por lo cual es importante promover la revaloración de los servicios ecosistémicos. No obstante que la mayoría de la población local identifica los principales impactos de la actividad minera y manifiesta su disposición a adoptar medidas para minimizar los impactos ambientales mientras no impliquen la privación de su principal medio de sustento. Es importante aprovechar esta disposición de la población mediante la orientación técnica e incentivos económicos o instrumentos de control.

## **ABSTRACT**



## CENTRO DE IDIOMAS

### ABSTRACT

The present thesis, "Impact of the alluvial gold mining in the deterioration of the watershed of the Huepetuhe river, Madre de Dios – Peru", presents an analysis of the environmental problematic of the auriferous mining industry in Madre de Dios which is of special interest to be totally degraded. The mining auriferous alluvial activity, in a period of 33 years 1980 - 2013, has converted approximately 4,494.41 hectares of natural forest to naked soil.

The objective of the study is to determine the environmental impacts caused by the alluvial gold mining activity in the surface water and forest coverage of the study area. So that it helps to understand the environmental problematic. In such a way that the local population is conscious that his own actions have contributed to the deterioration of the ecosystem of the micro basin Huepetuhe.

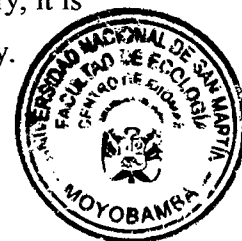
The environmental impacts identification are made on the basis of the literature review, checklists, interviews and field work. While the study of the quality of surface water and deforestation is based on analysis of water samples, satellite images, interviews and field work.

In the mining impacts phase; which in turn generate other on the physical environment, biological and social are: deforestation, soil removal, alteration of the morphology and channels, alteration of the surface flow, oil pollution, noise and others. Between them, deforestation is the most indirect impacts generated the most serious deterioration of the ecosystem of the study area.

During the mineral benefit phase, mercury is emitted to the atmosphere by evaporation during its use and burning; as well as for discharges and accidental spills to the ground and water.

From the results, there is demonstrated that the auriferous alluvial mining industry, it is the activity that has generated major impacts in the ecosystem of the zone of study.

Key words: environmental impacts, auriferous alluvial mining.



## **CAPITULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

El departamento de Madre de Dios posee un valor ecológico tan alto, que recibió la denominación de capital de la biodiversidad en el Perú. Asimismo, es el departamento menos poblado del país, factor que, durante décadas, le ha permitido mantener su alto grado de diversidad biológica. Esta situación se ve confrontada con la creciente extracción minera. Se estima que Madre de Dios produce el 70% del oro de la minería artesanal del país (ROMERO 2005: 11). La actividad minera se concentra en la parte sur del departamento, alrededor de los ríos Huepetuhe, Caychive, Puquiri, Inambari, Malinowski y Madre de Dios.

Dentro de la cuenca del río Madre de Dios se ubica la microcuenca del río Huepetuhe. Políticamente se ubica en el distrito de Huepetuhe, forma parte de la provincia del Manú, perteneciente al departamento de Madre de Dios. Posee un área de 6081 hectáreas y tiene una forma alargada. La actividad aurífera aluvial en Huepetuhe, se inicia en la década del sesenta, ubicándose como uno de los principales centros de extracción aurífera en el departamento; razón por la cual empezó a recibir una enorme presión migratoria provenientes de Puno, Cusco, Apurímac y Arequipa, principalmente.

La extracción aurífera en la microcuenca empezó a desarrollarse a orillas del río Huepetuhe en ambos márgenes (parte baja). Debido al potencial de oro existente en la margen izquierda del río, fue expandiéndose a lo largo de la microcuenca y transversal a las quebradas tributarias del río Huepetuhe. En el transcurso de los últimos 12 años, las operaciones auríferas han disturbado aproximadamente unas 3000 hectáreas de bosque tropical en el área y han ampliado el cauce del río Huepetuhe, registrándose la mayor incidencia entre los años 1995 a 1997. En la actualidad la zona de intervención minera ha comprometido casi toda la margen izquierda de la zona de estudio, observándose pequeños remanentes de cobertura boscosa en el área.

Entre los factores que han favorecido el acelerado proceso de expansión de la minería en la región están la mayor tecnificación del proceso extractivo, la informalidad y el

aumento del precio del oro. Además, a nivel de la microcuenca contribuye su ubicación dentro del corredor minero.

Actualmente, la actividad minera constituye la fuente de ingresos, directa e indirectamente, de cientos de pobladores en la zona de influencia del proyecto de investigación, generando una economía que atrae cada vez a más personas desde distintas provincias. En las proximidades de las zonas de trabajo se forman campamentos de viviendas dispersas y asentamientos poblacionales temporales de comercio y servicios. Entre otros servicios que se han instalado en los centros poblados inmersos en la zona de estudio; están los bares y prostíbulos, muchos de ellos con denuncias por explotación de menores.

Los principales impactos directos sobre el medio biofísico por la actividad minera aurífera en la microcuenca Huepetuhe son: la emisión de mercurio al aire y agua, la deforestación del bosque tropical amazónico, la fragmentación de ecosistemas, la degradación del suelo y la contaminación del río y quebradas tributarias por sedimentos; mientras que los principales impactos sociales se caracterizan por el aumento de la prostitución, delincuencia y corrupción de las instituciones.

Las medidas y/o acciones que se tomen para mitigar el problema del deterioro de los componentes ambientales de la microcuenca, requiere necesariamente de la identificación de los impactos ambientales más significativos ocasionados por la minería aurífera aluvial y de la participación de los actores involucrados.

En este contexto el presente trabajo de investigación se centra en la identificación de los impactos ambientales más significativos, la calidad de las aguas superficiales y el análisis de la deforestación por la actividad minera en el área de estudio; a fin de minimizar y/o mitigar el deterioro de los componentes ambientales de la zona de estudio.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar los impactos ambientales de la minería aurífera aluvial, en el deterioro de la microcuenca del río Huepetuhe.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la magnitud del impacto en la calidad de aguas superficiales, ocasionados por la minería aurífera aluvial en la zona de estudio (microcuenca de Huepetuhe).
- Identificar y cuantificar la deforestación ocasionada por la actividad minera aurífera aluvial en la zona de estudio.
- Identificar los impactos ambientales de la minera aurífera aluvial, durante las etapas de explotación y beneficio, en la zona de estudio.

## **1.3. Fundamentación Teórica**

### **1.3.1 Antecedentes de la investigación:**

La pequeña minería y minería artesanal en Madre de Dios ha sido estudiada desde diversos enfoques: económico, social, ambiental, tecnológico, organizacional, legal, etc. Entre ellos, un documento interdisciplinario y reciente es el “Estudio Diagnóstico de la actividad minera artesanal en Madre de Dios” (MOSQUERA, 2009), el cual incluye la identificación y descripción de los impactos ambientales de los distintos tipos de extracción minera existentes en la región.

Entre los impactos ambientales de la minería, destacan los estudios sobre el uso del mercurio en Madre de Dios orientados a analizar su impacto en fauna o a estudiar la tecnología adecuada del mercurio. Entre las investigaciones sobre presencia de mercurio



en fauna, se encuentran las de DEZA (1996). ARNAO (1997), FERNÁNDEZ (2009) y SHRUM (2009). A partir de un enfoque tecnológico se encuentran los estudios de NEISSER (1995) y MEDINA (2007).

El Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y el Ministerio del Ambiente, han publicado el documento “Minería Aurífera en Madre de Dios y Contaminación con Mercurio” (2011) donde se recopilan los resultados de diversas investigaciones y se describen los impactos de este tipo de contaminación.

Diversos autores e instituciones coinciden en afirmar que los impactos ambientales y sociales de la minería aurífera aluvial ilegal constituye uno de los más críticos, persistentes y perjudiciales, tanto el ámbito de influencia directa como indirecta del corredor vial Interoceánica Sur (RÁEZ, E. 2007).

En Huepetuhe, el trabajo artesanal constituye el 30% de la minería aurífera. Los mineros artesanales, al menos tienen una motobomba, es decir ya no usan lampas ni carretillas, alquilan sectores de trabajo a los dueños de las áreas concesionadas y esta actividad les permite únicamente sobrevivir. El otro 70% de actividad minera aurífera aluvial es semi-mecanizada y mecanizada, haciendo uso de cargadores frontales, retroexcavadoras, volquetes, etc. Se usan los denominados “chutes” para la captación de las partículas de oro y el uso de mercurio para la obtención del oro metálico mediante el amalgado y refogado. Ese 70% está en manos de pocos mineros que viven a costa de la miseria y necesidades de los más pobres. Por no generalizar, diremos que la mayoría de los campamentos mineros ofrecen condiciones inhumanas de vida y que incluso en algún momento se llegó a utilizar mano de obra infantil (PAVEL VALENCIA. 2009).

Debido a los altos precios del oro, la minería aurífera en suelos aluviales se está expandiendo en los últimos años, más rápidamente que en cualquier época histórica, con enormes costos para la salud humana y para el ambiente.

En Madre de Dios, se calcula que hay más de 30 000 mineros operando con equipos cada vez más pesados y sofisticados, como cargadores frontales, camiones, dragas de diverso tipo. Se calcula que estas operaciones han destruido más de 32 000 ha. De

bosques y contaminando gravemente varios ríos de la región con mercurio y otros contaminantes. (ALVAREZ, SOTERO, BRACK, & IPENZA, 2011).

En los distritos de Huepetuhe e Inambari, la deforestación ocasionada por las actividades mineras vienen incrementándose con el transcurso del tiempo, a esto se suma el uso de nuevas tecnologías que se vienen empleando en la extracción del oro con nuevos métodos lo que conlleva a la generación de mayores impactos negativos en el ámbito ecológico, social, degradando la flora y fauna, contaminando el agua, generando cárcavas, etc. Sumado a ello el problema de ausencia del control por parte de las autoridades hace posible que la mayor parte de extractores de oro lo realizan informalmente. (ASCORRA 2008) (QUINTANILLA & MAQUÍÑA 2008).

Los estudios revelan que existe una alta tasa de contaminación con mercurio en zonas mineras en los sedimentos de los ríos, en peces y en otros animales, así como en humanos. El grupo de mayor riesgo está constituido por las comunidades nativas debido al alto consumo de pescado según demuestran los estudios en otros países. Un indígena que consuma 2 k. semanales de pez mota (cantidad promedio de consumo de pescado en selva baja en CC.NN.), estaría superando en 2,347.9% (más de 24 veces) la dosis máxima permitida por la OMS.

Los efectos negativos de la minería aurífera no son sólo locales, sino que se extienden por otras zonas de la cuenca amazónica, dado que los contaminantes migran a lo largo de los cursos de los ríos. La minería también destruye la fauna y flora, afectando la industria turística, que representa una importante fuente de ingresos para dichas regiones amazónicas y en Madre de Dios es la primera actividad formal.

Los impactos negativos severos derivan de la extracción por chupaderas y chutes cargador frontal aplicados en zonas de piedemonte fundamentalmente. Los métodos de carancheras y balsas también causan efectos negativos significativos en la zona de llanura aluvial. En la etapa de beneficio, es mediante el refogado de la amalgama que causa un alto impacto negativo en la calidad del suelo, agua flora. Fauna y la salud de las personas. En menor magnitud pero relevante son impactos causados por las tiendas comercializadoras de oro que refogan nuevamente el producto para la respectiva comercialización. (MOSQUERA, CHÁVEZ, PACHAS, & MOSCHELLA, 2009).

En el 2012 la bachiller Paola Moschella Miloslavich, presentó el trabajo de tesis denominado “Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, Madre de Dios”. El estudio presenta un análisis de la problemática ambiental de la minería aurífera en Madre de Dios a partir del estudio de la microcuenca indicada, la cual es de especial interés por el acelerado proceso de expansión de la minería entre los años 2007 y 2010, hasta convertirse en la segunda zona minera de mayor extensión en el departamento. El estudio tiene por objetivo examinar las diferencias entre la percepción y la identificación objetiva de los impactos de la minería, para valorar algunos factores que intervienen en la percepción de los impactos. De modo que, contribuya a comprender la problemática ambiental y la relación de la población con su medio, bajo la consideración de que la percepción de las personas es la base para la toma de decisiones.

En el 2012 los bachilleres: Henry Huayta Vilca y Yessenia Apaza Quispe, presentaron el trabajo de tesis denominado “Análisis multitemporal de los cambios de cobertura ocasionados por la actividad minera aurífera, mediante la utilización de imágenes del sensor landsat (1976-2010) distrito de Huepetuhe e Inambari”. Los resultados obtenidos de deforestación ocasionados por la actividad minera entre los años 1976 – 2010 en el distrito de Huepetuhe fueron de 13,541.66 hectáreas, en el distrito de Inambari; 4,907.13 hectáreas. En cuanto a la deforestación a nivel de sectores, existe mayor deforestación en el sector de Huepetuhe con 12,857.04 hectáreas, seguido por el sector Delta con 8,206.09 hectáreas. Dentro del ámbito de estudio (Huepetuhe e Inambari) existen áreas deforestadas por minería en derechos de uso superficiales como predios agrícolas, comunidades nativas, áreas otorgadas con fines de reforestación y concesiones forestales, la superficie deforestada por la actividad minera en el ámbito de estudio y otros sectores adyacentes al área de estudio, es de 27,248.44 hectáreas hasta el año 2010, en los dos últimos años entre 2008-2010 la tasa de deforestación se incrementa a 4,801.50 ha/año. En conclusión, la deforestación ocasionada por la actividad minera en la región de Madre de Dios es en forma geométrica, el incremento de la tasa de deforestación está relacionado con el alza de precio del oro, los métodos de extracción usados actualmente y la falta de control por parte del estado.

Respecto a investigaciones a nivel de toda la región amazónica, HACON (2006) señala un aumento en los estudios sobre la contaminación con mercurio en la Amazonía desde

diversos enfoques, siendo Brasil, el país con mayor producción. También menciona el incremento de grupos de investigación interdisciplinarios con enfoque socio-ecológico y participativo, los cuales integran las áreas del conocimiento con los actores sociales involucrados en los procesos de contaminación ambiental.

### **1.3.2. Bases teóricas:**

#### **1.3.2.1 Minería aurífera aluvial**

Desde la década de 1970 la fiebre del oro ha atraído a centenares de miles de mineros a la Amazonía y provocando serios impactos en los ecosistemas, los más complejos y biodiversos del planeta. La minería aurífera en suelos aluviales de la Amazonía se está expandiendo en los últimos años más rápidamente que en cualquier época histórica, debido a los altos precios del oro, con enormes costos para la salud humana y para el ambiente. Se calcula que hay entre 300 000 y 400 000 mineros en toda la cuenca amazónica y desde 1980 han vertido a los ríos amazónicos unas 3 000 toneladas de mercurio, el que es usado para amalgamar el oro mezclado con las arenas auríferas, contaminando el agua, a los organismos acuáticos y a las poblaciones humanas, que consumen el agua y el pescado (WEBB, 2004).

La zona aurífera de Madre de Dios comprende las cuencas y las subcuencas de los ríos Madre de Dios, Inambari, Colorado, Tambopata y Malinowski. Los mineros inicialmente explotaban los yacimientos auríferos en suelos aluviales con métodos manuales artesanales, como lampas, canaletas y bateas. Con el transcurrir del tiempo los métodos de extracción del oro se han ido sofisticando, lo que han permitido incrementar los volúmenes extraídos pero que también ha contribuido a la rápida degradación del medio ambiente debido a la contaminación con mercurio, hidrocarburos y otros desechos, la deforestación masiva, la compactación del suelo, etc. Hoy utilizan equipos pesados como dragas, arrastre y carancheras; en las terrazas aluviales, luego de talar el bosque, utilizan el método de la “chupadera”, con ayuda en ocasiones de camiones y cargadores frontales o “shute”, de los que se calcula que operan más de 500 (PAUTRAN, 2011). Aunque se autocalifican como “pequeña minería” o “minería artesanal”, las operaciones mineras en Madre de Dios utilizan grandes inversiones de

capital, maquinaria pesada y remueven enormes volúmenes de tierra y generan alta rentabilidad.

### **Características de la minería aurífera aluvial en la microcuenca Huepetuhe.**

La extracción aurífera se viene dando desde el incanato, pero la explotación continuada empieza hace 40 años, que en sus inicios fue muy selectivo y artesanal, diferenciando como se da en la actualidad, una minería mecanizada y por ende de gran volumen impulsado por los altos precios del mineral aurífero.

La explotación minera en la zona de estudio, se desarrolla sobre terrazas aluviales de la serie Holoceno, las mismas que están conformadas por conglomerados, gravas, arenas y limos, con contenidos de oro.

En la microcuenca Huepetuhe se realiza la actividad minera aurífera aluvial en forma semi-mecanizada y mecanizada haciendo uso de maquinaria pesada (cargadores frontales, retroexcavadoras, volquetes, etc.), contando en las zonas urbanas de la ciudad con vulcanizadoras, mecánicas, y otros servicios relacionados a dicha actividad, sin los requerimientos técnicos del caso.

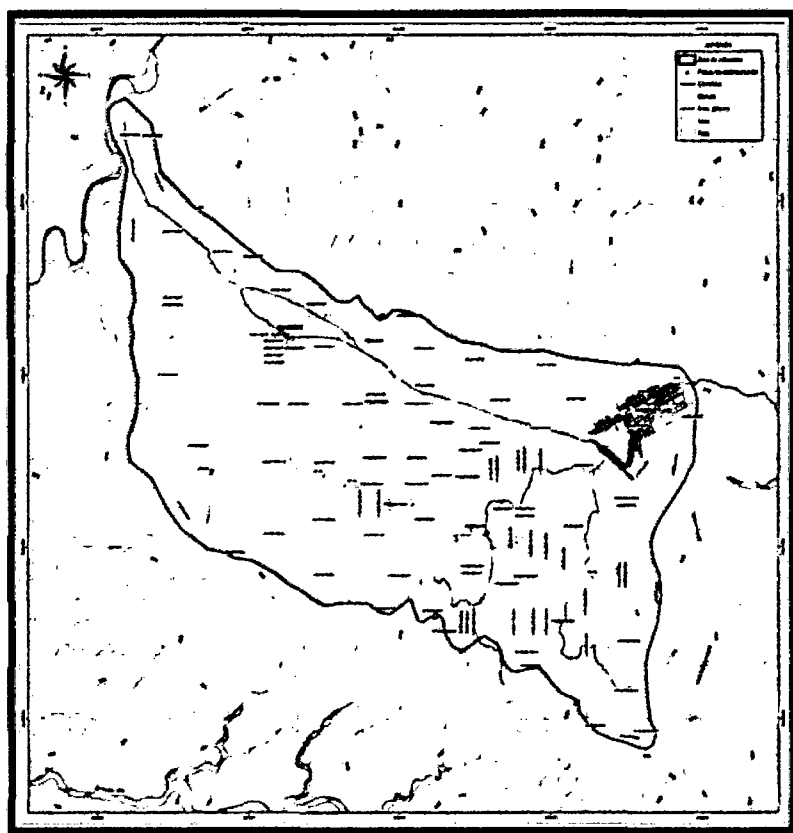
La explotación abarca a la fecha aproximadamente el 85% del área de la microcuenca, con mayor intensidad entre las coordenadas 334500 E y 8558000 N al 328000 E y 8564000 N. La mayoría de los frentes de trabajo presentan una altura de corte entre 20 a 50 m. de acuerdo a informes de los mineros de la zona faltaría profundizar entre 10 a 20 m. para llegar a la roca base o límite explotable, sin embargo la abundante presencia de agua no permitiría llegar a este nivel.

En la actualidad alrededor del 40 % de la explotación corresponde a minerales in situ (primera explotación) y el 60 % a minerales de canchas (segunda explotación).

La ley de oro estimada es de 0.25 gr/m<sup>3</sup>, los mayores valores de oro se encuentran en las capas inferior y superior de las terrazas, intercaladas con capas de arcilla y limo sin mayor contenido de oro. Se calcula que la potencia del manto explotable es de 70 metros, es decir hasta la profundidad de la roca base (PASMINAA SAC).

En el área de estudio, según el inventario de INGEMMET, se registran 94 concesiones mineras tituladas y 21 concesiones en trámite, pertenecientes a la pequeña minería y minería artesanal, tal clasificación está dada en función al área de la concesión y del volumen de producción. La mayoría de ellos han presentado estudios ambientales, pero sólo uno (1) de ellos presenta certificación ambiental.

**Figura 1: Concesiones mineras en la microcuenca de Huepetuhe**



*Fuente: Consultora PASMING SAC. 2012*

No se tiene una estimación precisa sobre la cantidad de mineral aurífero explotado y por explotar en la microcuenca cuya extensión es de 60.81 Km<sup>2</sup>, entre las cotas 575 msnm a 325 msnm.

Respecto al planeamiento; la explotación se desarrolla sólo mirando el corto plazo, en función al precio del oro y las zonas de mejor ley. La explotación se realiza sin una secuencia establecida, las canchas de desmonte tanto de finos como de gruesos han sido emplazadas sin criterio técnico, económico, ambiental y social.

En cuanto a la administración, no presenta un organigrama definido, generalmente el titular es el gerente y tiene un encargado de las operaciones. Debido a que las operaciones son mecanizadas, se trabaja con poco personal (entre 10 a 35 personas).

De las 94 concesiones mineras titulados, vigentes en Huepetuhe, sólo 19 declaran la producción de oro.

### **Proceso de evolución de la tecnología en la explotación minera**

A finales de la década del 70, el precio del oro se incrementa significativamente y se produce un nuevo boom económico regional en torno a la extracción de este metal, con la localización de sitios de alta concentración de oro aluvial en los lechos de los ríos Madre de Dios e Inambari. En la década de los 80, el fenómeno de la migración a los lavaderos de oro se incrementa, pues la evolución de la “frontera minera”, está ligada no sólo a los precios del oro sino también a los cambios operados en los usos de distintas tecnologías que mencionaremos:

- En la década de los años 70 la tecnología principal era artesanal, con el empleo de tolvas, motobombas y un trabajo mayormente en playas,
- En los años 80 las tecnologías de balsas – dragas - permite extraer materiales de los sedimentos de todos los ríos de la zona de minería aurífera.
- En los años 90 se incorpora el empleo de cargadores frontales concentrados principalmente en las sub-cuencas de los ríos Caychive y Huepetuhe y posteriormente se ha generalizado el uso de maquinaria pesada, incluyendo retroexcavadoras. En la actualidad las maquinarias se han incrementado.

**Tabla N° 1: Inventario de maquinarias utilizadas en la actividad minera en la microcuenca del río Huepetuhe**

Nombre	Marca	Capacidad	Número
Cargador frontal	Volvo, Caterpillar, Komatsu, Michigan y otros.	2 a 3.5 m <sup>3</sup>	60
Retroexcavadora	Volvo, Caterpillar, Komatsu.	1.0 m <sup>3</sup>	15
Volquete	Volvo, Hiunday, Scania.	10 – 14 m <sup>3</sup>	80
Zaranda	Hechiza	40–80 m <sup>3</sup> /hr	20
Bombas	Hidrostal y otros	20 a 40 hp	40
Grupos electrógenos	General electric y otros	10-40 hp	80
Retortas	Brasil	Hasta 10 cm de diámetro	48
Balanza	Allis, Chalmer y otros	2 a 3 dígitos	20

*Fuente: Trabajo de campo / Elaboración propia - 2013*

Hasta los años 90 la legislación minera era la misma para las operaciones de grande, mediana y pequeña minería; sin considerar las particularidades de la minería artesanal. Dicha legislación tampoco contemplaba mecanismos para la regulación ambiental. Las reiteradas sugerencias para adecuar la Ley General de Minería a las condiciones específicas de la minería artesanal (PACURI y MOORE 1993; GRADE 1994, TRILLO 1996), surtieron efecto para formular varias propuestas de ley para la minería aurífera artesanal desarrollados por dependencias del propio Ministerio de Energía y Minas.

Finalmente, en enero del 2002, durante el gobierno del Presidente Toledo, se promulgó la Ley 27651, Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal y poco después su reglamento, DS 013-2002-EM del 21.04.2002.

La diferencia legal entre “pequeños productores mineros” y “productores mineros artesanales” corresponde a las superficies de derechos (2,000 ha versus 1,000 ha); volúmenes de producción (3,000 m<sup>3</sup> por día versus 200 m<sup>3</sup> por día) y derechos de vigencia (de US\$ 25.00 por año y por ha versus US\$ 0.50 por año y ha).

En su actual distribución espacial, la frontera de extracción minera comprende directamente toda el área de extracción de oro de origen aluvial. Si bien el conjunto de unidades económicas no está constituido únicamente por aquellas dedicadas a la extracción de oro, puesto que existen en torno a esta actividad otras actividades económicas de servicios y comercio, la actividad de extracción de oro constituye la principal actividad comercial.

El proceso de explotación del mineral aurífero ocasiona el deterioro de la microcuenca de la zona de estudio. Por tal motivo explicaremos como la actividad minera viene deteriorando el ecosistema de la zona de estudio.

### **Proceso de explotación**

Actualmente en su totalidad las concesiones mineras que extraen el oro usan el método de explotación a tajo abierto mecanizado, según el padrón minero solo existen tres concesiones mineras artesanales, que utilizan el mismo método a tajo abierto, pero a menor escala.

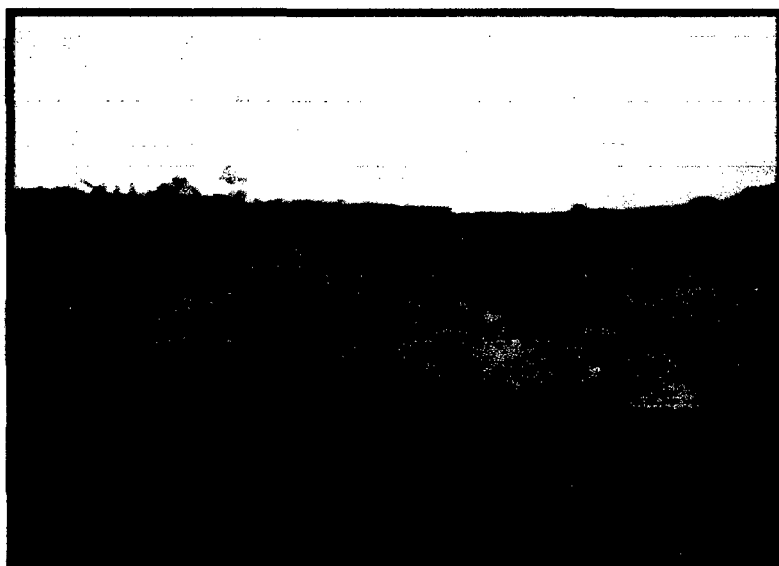
Dentro del método señalado se observaron las siguientes modalidades:



- Cargador frontal – zaranda.
- Retroexcavadora – zaranda.
- Retroexcavador - cargador frontal- zaranda.

Éstas varían de acuerdo al corte horizontal, de profundización o la combinación de ambas. La tendencia es la mayor utilización de retroexcavadoras para trabajos en frente y de profundización, asimismo por que se adaptan mejor al tipo de terreno y a cortes de mayor altura.

**Imagen 1: Retroexcavadora utilizada en la actividad minera**

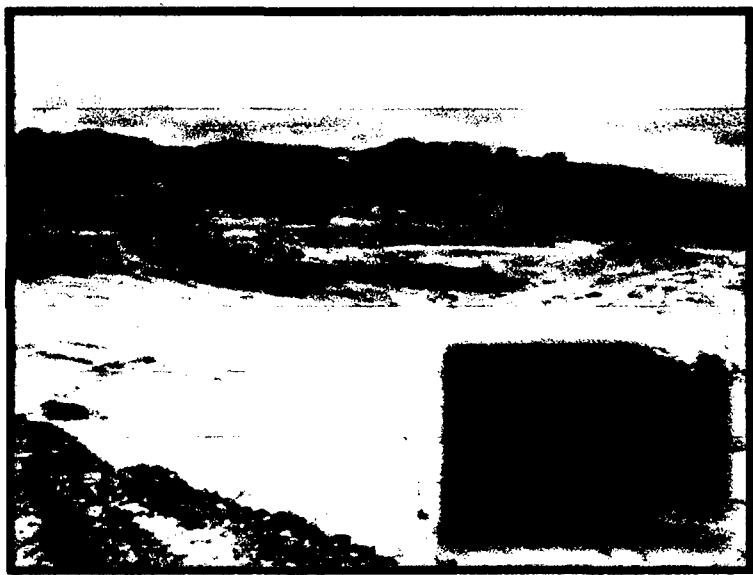


El proceso de la extracción del mineral empieza con el talado de árboles, desbroce, arranque, carguío, transporte, descarga, zarandeo y desagregado con agua, luego viene el proceso metalúrgico que contiene la concentración gravimétrica, la amalgamación y refogado, brevemente se explicará las etapas:

- El proceso se inicia con el talado de árboles; el desbroce que viene a ser el descampado del suelo edáfico con la utilización de motosierras, tractor agrícola o forestal para el arrastre de los árboles caídos, el arranque del material más consolidado (minerales in situ) es mediante retroexcavadoras; el carguío consiste en levantar el material; transporte se da con retroexcavadoras y cargadores frontales; el traslado mayormente se da con volquetes; y la descarga permite desarrollar el

proceso gravimétrico de selección de la arena aurífera y la eliminación y almacenamiento de los lodos de desecho a la parte baja de la cancha.

**Imagen 2: Transporte del material aurífero**



- En el proceso Metalúrgico se da la concentración gravimétrica que consiste en la concentración gravimétrica de la arena aurífera, se hace recorrer la pulpa originada del proceso de zarandeo, por un sistema de canaletas.

**Imagen 3: Sistema de canaleta**



- Recuperación de los finos (arenilla negra aurífera)-Las alfombras impregnadas con arenilla negra aurífera, se sacuden periódicamente (cada hora), con abundante agua en el mismo lugar para eliminar los limos y arcillas y mejorar la eficiencia de la alfombra para atrapar las partículas de oro.

Por información recogida en una planta minera, al día se recupera aproximadamente 300 Kg de arenilla aurífera. La arenilla aurífera sale de este proceso con una ley entre 10 gr/m<sup>3</sup> a 20 gr/m<sup>3</sup>, según los mineros de la zona se pierde alrededor de 50% del oro, por encontrarse en partículas muy finas.

- En la amalgamación la arenilla aurífera, es sometida al proceso de amalgamación con mercurio (Hg), mediante una vigorosa mezcla, manualmente o en algunos casos mediante el uso de mezcladoras mecánicas, este proceso puede durar de 20 a más minutos según la calidad y la cantidad de mineral tratada en cada tanda.

De acuerdo a informaciones recogidas para amalgamar 100 gr de oro (Au) se requiere 200 gr a 250 gr de Hg, y aproximadamente 50 litros de agua. En la separación amalgama -arenilla negra, la amalgama (mezcla Hg-Au) que se presenta en una proporción de Hg/Au = 2/1, se coloca en una tela de algodón y se estruja vigorosamente hasta retirar toda la amalgama posible a través de los poros de la tela. La arenilla negra con un 3% de mercurio (Hg), producto del estrujado se deposita en una cancha especial, que deberá ser sometida a un tratamiento especial por su alto contenido de dicho metal (Hg).

- En el refogado (separación Au-Hg) la amalgama, es sometida al refogado, que consiste en la fusión del oro (a 1100°C) y a la evaporación del mercurio (que se inicia a 22°C). Este proceso se lleva a cabo en dos etapas, la primera mediante el uso de la retorta donde la amalgama queda como una masa consistente con 3% - 15% de Hg, generalmente se efectúa en las plantas mineras y en la segunda etapa, al producto obtenido, se somete al refogado donde el mercurio debe ser eliminado completamente mediante la fusión completa del oro, así como la vaporización del Hg; ésta última etapa se lleva a cabo en las tiendas de comercialización de oro.

En Huepetuhe existen unas 30 empresas comercializadoras de oro, que compran entre 20 Kg a 25 Kg por día. Considerando esta producción de oro el consumo de

mercurio, sería de 30 a 50 Kg por día. No existe una estadística de consumo de mercurio en la zona.

Este difícil trabajo es realizado por obreros de distintas edades, predominando los jóvenes; según el XI censo Nacional de Población 2007.

En el 2010, el MINAM ha manifestado su voluntad política en contribuir a mejorar la problemática minera, a través del desarrollo de un ordenamiento minero de la región y generando una mayor presión en la fiscalización de las normas ambientales. Lamentablemente las dificultades en la búsqueda de diálogo entre los representantes del ministerio y los mineros terminaron por empoderar a aquellos dirigentes mineros contrarios a una adecuada formalización, complicando los avances en la regulación.

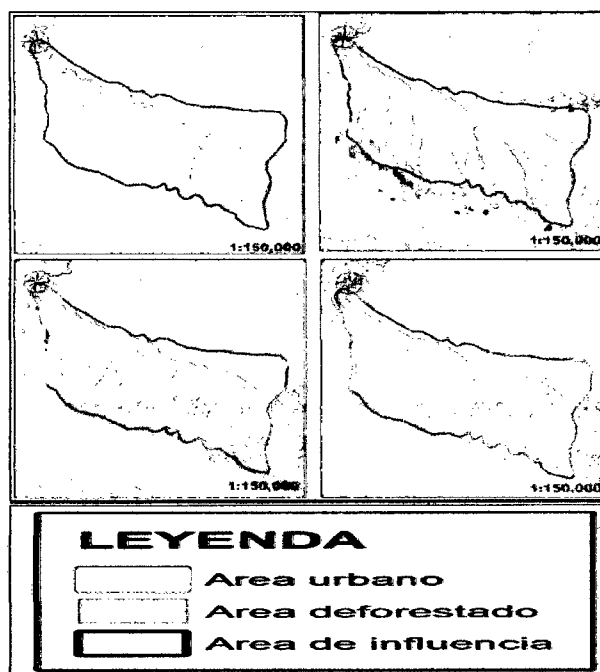
Según la Meso Zonificación Ecológica Económica de la provincia del Manu – distritos de Huepetuhe y Madre de Dios, toda la microcuenca es considerada como zona de explotación minera (corredor minero).

**Tabla 2: Áreas de explotación minera en la microcuenca del río Huepetuhe**

Fecha	Área de explotación minera	Porcentaje (%)
1980	90.28	1.48
1990	2,402.37	39.51
2000	3,839.72	63.14
2013	4,494.41	73.91

Fuente: Imágenes LANDSAT (MSS, TM, ETM) y RESOURCESAT-1 /  
Elaboración propia - 2013

**Figura 2: Área intervenida por la actividad minera en la microcuenca del río Huepetuhe 1980 - 2013**



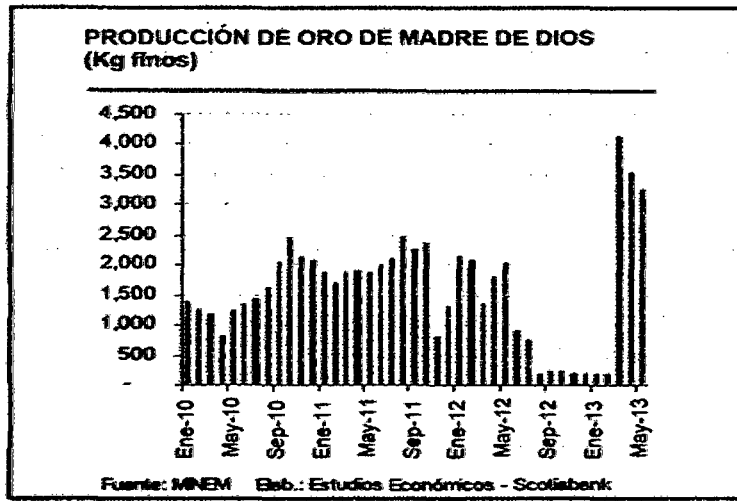
*Fuente: Imágenes LANDSAT (MSS, TM, ETM) y RESOURCESAT-1 /  
Elaboración propia -2013*

En cuanto a la velocidad de este proceso, la figura 18 permite apreciar que entre los años 2000 y 2013 se registra la expansión más acelerada de la minería en la microcuenca.

### **Producción de oro**

La producción del oro del departamento de Madre de Dios, superó a la de Yanacocha en marzo y abril del 2013 y creció 9% y 6%, respectivamente, según el reporte semanal de Scotiabank. En los primeros cinco meses del año representó el 17% de la producción del país.

**Figura 3: Producción de oro de Madre de Dios (kg finos)**



### **1.3.2 .2 Minería ilegal**

De acuerdo al Decreto Legislativo 1100, es aquella actividad que no cumple con todos los requisitos, condiciones y autorizaciones que se requieren para el ejercicio legal de la misma. Es decir, es ilegal tanto aquel que invade un área y ejerce la minería sin título, como aquel que ha presentado un petitorio pero no ha obtenido aún la concesión, o incluso que ha obtenido una concesión pero que no tiene aún una certificación ambiental aprobada. Es tan ilegal quien ejerce la actividad en una zona prohibida, como aquel que la ejerce en una zona permitida pero sin haber obtenido las autorizaciones necesarias.

La gravedad de la situación no determina la ilegalidad, y la explicación es sencilla: “ilegal” es todo acto que se realiza en contra de lo que exige la ley, no importa si es mucho o poco. Es ilegal pasarse una luz roja y es ilegal atropellar a una persona. La gravedad del acto puede significar que sea una falta o delito pero ambas son igualmente ilegales. Seguramente no deben ser igualmente perseguidas, investigadas, enfrentadas y sancionadas, pero lo cierto es que ambas son ilegales.

Y este fue el primer punto de controversia de las normas. Los mineros asumieron que por ser calificados como “ilegales” iban a ser perseguidos y sancionados por igual. Dado que ello no solo no es posible sino que tampoco es razonable, el tema fue precisado en un decreto supremo aplicable a Madre de Dios emitido posteriormente, incorporando la figura de la “minería informal” (SOLANO. 2012).

### **1.3.2 .3 Minería informal**

De acuerdo al Decreto Supremo N° 006-2012-EM, cuyo ámbito de aplicación es exclusivamente para Madre de Dios, la “minería Informal” se refiere a aquella actividad ilegal que se desarrolla en una zona autorizada para la minería, y que quienes la realizan han iniciado un proceso de formalización en los plazos y modalidades establecidas en las normas sobre la materia. En este caso, la zona autorizada es aquella que el Decreto de Urgencia N° 012-2010 estableció en su momento y que fue ratificada en el anexo N° 01 del Decreto Legislativo N° 1100, y que es la zona ahora conocida como “el corredor minero”.

La “minería informal”, entonces, es aquella que puede llegar a ser legal siempre y cuando complete los requisitos y autorizaciones pendientes o en otras palabras se “formalice”. Para esto hay un plazo de 12 meses, contados a partir de la emisión del Decreto Supremo. Con esta precisión la minería ilegal ha quedado dividida entre aquellos que podrán convertirse en legales, por caer en los supuestos de “minería informal” y aquellos que no podrán hacerlo y que por lo tanto, deberán abandonar sus operaciones si no quieren agravar la situación de ilegalidad en la que ya se encuentran. En este sentido, por ejemplo, ya las autoridades peruanas han expresado que no se permitirá ninguna actividad minera en la zona conocida como la Pampa, ubicada en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, realizándose los operativos para erradicar los campamentos y materiales de la zona de estudio (SOLANO, 2012).

#### **1.3.2 .4 Minería artesanal**

Actividad de subsistencia que se sustenta en la utilización intensiva de mano de obra (Art. 2, Ley 27651); con concesión hasta 1000 ha. (Numeral 2, Art. 91 del TUO de la Ley General de Minería, DS 014-92-EM) y hasta 200 m<sup>3</sup>/día en yacimientos metálicos tipo placer (3, Art. 91 de TUO, DS 014-92-EM). (ALVAREZ, SOTERO, BRACK, & IPENZA, 2011).

#### **1.3.2 .5 Pequeña minería**

Actividad minera ejercida a pequeña escala, dentro de los límites de extensión y capacidad instalada de producción y/o beneficio establecidas por el Art. 91 de la Ley General de Minería (Art. 2, Ley 27651); en extensión de concesión de hasta 2 000 hectáreas y capacidad productiva de hasta 3 000 m<sup>3</sup>/día en yacimientos metálicos tipo placer. (ALVAREZ, SOTERO, BRACK, & IPENZA, 2011)



### **1.3.2 .6 Contaminación ambiental, disturbación de suelos y deforestación**

Contaminación generada por el uso de Mercurio dentro del proceso de recuperación del oro metálico y por el vertimiento de sólidos en suspensión en determinados cursos de agua, y vertimiento de los residuos de amalgamación al medio ambiente (cursos de agua y terrenos superficiales), disturbación de suelos y deforestación originada por los métodos de explotación utilizados sin criterio técnico y sin aplicación de técnicas tendientes a su recomposición (MINAM, 2009).

### **1.3.2 .7 Identificación de impactos ambientales**

Se entiende por *impacto ambiental* a la alteración significativa de un parámetro ambiental resultados de una actividad humana (Espinoza 2007:45).

Los impactos ambientales son impactos directos cuando ocurren como consecuencia inmediata de una acción humana, pero también existen otros tipos de impactos. Hay impactos indirectos producidos de manera secundaria por la acción humana debido a las múltiples interacciones ambientales. También existen impactos acumulativos los cuales se incrementan por los impactos colectivos o de otras acciones. Además están los impactos sinérgicos que resultan del efecto de varias acciones. (Espinoza 2007:46).

La veracidad de la valoración del impacto ambiental dependerá de la disponibilidad de datos y la complejidad del análisis. Existen diversos métodos para la identificación y evaluación de los impactos, cuyo uso recomienda de manera combinada. Los principales métodos para la identificación de los impactos ambientales son: las listas de verificación (checklist), las matrices causa-efecto, los diagramas y redes de flujo, la opinión de expertos y la cartografía ambiental. (PNUMA 2002: 257-260; Espinoza 2007: 139-141).

Las listas de verificación indican las variables ambientales que deben de ser consideradas para la identificación de impactos, pueden variar en cuanto a su complejidad y objetivos (PNUMA 2002:258).

Los diagramas de flujo son gráficos que sintetizan las cadenas de impactos directos e indirectos a partir de las acciones humanas que provocan una serie de interacciones en el ambiente, por lo que son de utilidad para identificar los impactos secundarios.

La cartografía ambiental consiste en el uso de Sistemas de Información Geográfica para la representación espacial de variables ambientales y permite establecer relaciones por localización y superposición (PNUMA 2002: 259).

### **Impactos ambientales de la minería aurífera aluvial en Madre de Dios**

- a. Destrucción de bosques.** Se han destruido al menos 18 000 hectáreas de bosques por efectos de explotación de la minería aurífera en Madre de Dios y cada año se destruyen unas 400 hectáreas adicionales. Si se explotaran todos los derechos mineros titulados, se destruirán al menos unas 400 000 hectáreas adicionales de bosques.
- b. Destrucción de tierras agrícolas aluviales** Las mejores tierras de aptitud agrícola lo conforman las planicies de tierras aluviales aquellas que se ubican lo largo de los ríos, la minería de tipo dragado operan en los cauces y riberas de los ríos. Aún no se tienen datos, pero varios miles de hectáreas de tierras fértiles y aluviales ya han sido totalmente destruidas. Esta alteración genera la disminución de la producción agrícola sostenible.
- c. Impacto de ruido y tráfico.** La operación y movimiento de retroexcavadoras, cargadores frontales, volquetes, motores y bombas impacta en la fauna por los ruidos que generan. La perturbación no sólo aleja a la fauna que migra a lugares más alejados, sino que impacta directamente cuando las operaciones se realizan cerca de zonas turísticas, y cerca o en tierras de los pueblos indígenas.
- d. Alteración del paisaje.** La destrucción de los bosques y del cauce de los ríos altera profundamente el paisaje, lo que impacta en el ecoturismo. Una de las actividades de mayor desarrollo en Madre de Dios es el ecoturismo, en especial en el río Tambopata y en el Bajo Madre de Dios. La presencia de dragas y la alteración de los ríos merman y hasta destruye los atractivos turísticos.

**e. Colmatación de sedimentos en los cauces del río y fangos en el suelo.** En todos los métodos de explotación se usa agua para separar la arenilla de oro del resto del material. El agua es suministrada del río o quebradas cercanas y luego del proceso de lavado es devuelta a la misma fuente de agua junto con los sedimentos finos, o en otros casos es vertida en el suelo creando zonas de fango sin drenaje.

**f. Calidad del agua.** La descarga a los cursos de agua de gran cantidad de sólidos en suspensión afecta la calidad del agua. En los ríos Puquiri y Caychive, los sólidos en suspensión llegan a 50 000 ppm. La turbidez natural de los ríos del área es de 100 NTU (Unidad Nefelométrica de Turbiedad), pero en las zonas auríferas está entre 280 y 1 000 NTU. Igualmente el color normal de las aguas es menor o igual a 75 UC, y en la zona aurífera varía entre 80 y 280 UC (unidades de color). El límite máximo permisible para el agua potable es de 10 NTU.

#### **1.3.2 .8 Calidad del agua superficial**

El agua como todos sabemos, es el recurso fundamental para la vida, de ella depende la existencia de la flora, fauna, suelos y el ser humano, y por lo tanto es el principal recurso natural a ser preservado. Día a día, el uso y manejo de este recurso se convierte en tema vital que traspasa las barreras de las necesidades de las personas, incluso el de las fronteras políticas, pues su posesión ocasiona en la actualidad, conflictos entre comunidades, distritos, regiones e incluso naciones.

La descarga a los cursos de agua de gran cantidad de sólidos en suspensión afecta la calidad del agua. En los ríos Puquiri y Caychive los sólidos en suspensión llegan a 50 000 ppm. La turbidez natural de los ríos del área es de 100 NTU (Unidad Nefelométrica de Turbiedad), pero en las zonas auríferas está entre 280 y 1 000 NTU. Igualmente el color normal de las aguas es menor o igual a 75 UC, y en la zona aurífera varía entre 80 y 280 UC (unidades de color). El límite máximo permisible para el agua potable es de 10 NTU.

En las aguas del río Huepetuhe y sus quebradas afluentes no existen vida alguna. Los cuerpos de agua presentes en el área de estudio, son contaminados por el ingreso de mercurio, piritas, aguas ácidas, sólidos en suspensión, desechos sólidos y líquidos producto de la actividad minera y sus campamentos; produciéndose además una alteración de la dinámica fluvial, ya que esta actividad gasta grandes cantidades de agua para el lavado del mineral, lo que afecta también a ecosistemas terrestres presentes en toda el área de estudio. A esto se suma las actividades propias de los que viven en los centros poblados, asentados en las partes bajas de la microcuenca; pues la recolección y la disposición final de los residuos sólidos y líquidos se realizan en el cauce del río.

En los ríos la constante descarga de sedimentos trae consigo la colmatación y modificación de la morfología del cauce del río. Asimismo, cuando aumenta el caudal de los ríos los sedimentos son transportados a grandes distancias causando graves alteraciones en la vida acuática aguas abajo de la zona de operaciones mineras.

En la parte alta de la quebrada Libertad, las aguas sirven para lavar la tierra en el “shute”. Un porcentaje menor de estas aguas se queda en el material grueso, las cuales luego de ser dispuestas en las desmonteras se filtran y se mezclan con las aguas producto de la lixiviación. Un porcentaje de agua mucho mayor es usado como solvente y transporta los finos por unas rampas provistas de alfombras que retienen las partículas más pesadas (Au), luego del proceso de lavado del material, es devuelta a la misma fuente de agua junto con los sedimentos finos, o en otros casos, es vertida en el suelo creando zonas con fango sin drenaje.

Para medir las condiciones del agua en el área de estudio (microcuenca del río Huepetuhe), se determinaron nueve puntos críticos en donde se realizaron la respectiva toma de muestras de agua. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio CIMM PERU, en la ciudad de Lima (ver resultados).

### **Contaminación de las aguas superficiales**

Las aguas superficiales se hallan fácilmente al alcance de la contaminación. El terreno protege a las subterráneas frente a los elementos contaminadores. Sirve de filtro que no deja pasar sustancias extrañas. Pero si éstas alcanzan el acuífero, el problema es muy

importante. Si la contaminación es biológica, las aguas subterráneas a diferencia de las superficiales, no cuentan con las condiciones para la autodepuración.

La contaminación de aguas superficiales es fácilmente detectable. A veces a simple vista, por el color y el olor de las aguas. Pueden tomarse medidas pronto para evitar que continúe la contaminación. En cambio, las aguas subterráneas pueden estar contaminándose y no darnos cuenta, hasta que la contaminación esté muy extendida en el acuífero y aparezca con las aguas que afloran a la superficie.

Los elementos contaminantes, al infiltrarse en el terreno, pueden dispersarse a lo ancho de una gran superficie, lo que provoca que un foco de contaminación pueda acabar alcanzando al acuífero o a los acuíferos que puedan existir en una amplia zona. Y viceversa: puede ser muy difícil el rastreo hasta su origen de un elemento contaminador. En definitiva, son más fácilmente contaminables las aguas superficiales. Pero también suele ser más sencillo devolverles la pureza. A veces basta simplemente suprimir el foco. Las aguas subterráneas, son más difíciles de contaminar. Pero la solución, si esto ocurre, nunca es sencilla; en algunas ocasiones, imposible.

### **1.3.2 .9 Deforestación**

Deforestación es la conversión de la cobertura de bosque a no bosque causada por la actividad humana a menos del 10-30% de la cobertura de árboles. (CNUCC, 2006).

Una definición operativa de deforestación; es la detección del cambio de las porcentajes de VF, VNF y S en una misma área geográfica a través del tiempo. El análisis de múltiples imágenes permite la detección de pérdida de la cobertura boscosa (deforestación), aumento (crecimiento secundario) o degradación (áreas de perturbación forestal). (Carnegie, 2009)

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) la deforestación es desmontar total o parcialmente las formaciones arbóreas para dedicar el espacio resultante a fines agrícolas, ganadero o de otro tipo. Esta concepción no tiene en cuenta ni la pérdida de superficie arbolada por desmonte parcial, ni el entresacado selectivo de maderas, ni cualquier otra forma de degradación. La deforestación es el

proceso por el cual la tierra pierde sus bosques en manos de los hombres.

Según la FAO, este término se refiere al cambio en el uso de la tierra que ha traído consigo el exterminio de la cubierta de copa, que se ha reducido a menos del 10 por ciento. Los cambios dentro de la clase forestal (por ejemplo de bosque cerrado a bosque abierto) que afectan negativamente el rodal o sitio y, en especial, disminuyen la capacidad de producción, se denominan degradación forestal.

Según la ley forestal vigente (27308), se consideran procesos de deforestación a aquellos originados cualquier formación boscosa o arbustiva natural o plantada, entre otros, por las siguientes causas; rozo y quema de bosques para conversión ilegal a otros usos no sostenibles, tala ilegal para extracción de madera, leña y producción de carbón, sobreexplotación forestal con respecto a la capacidad permisible de producción del bosque e incendios forestales.

Según Reátegui 1996, la deforestación es la eliminación de toda o casi toda la cubierta arbórea, debido a las diferentes actividades antrópicas que se realizan directamente sobre ella o del suelo que la sustenta.

Actualmente, las actividades antrópicas tales como la actividad agropecuaria, la minera, entre otras, están originando cada año la pérdida de grandes superficies de bosques, no sólo es la pérdida de biomasa vegetal en sus diferentes formas de vida (árboles, arbustos, herbáceas, cañas, epífitas, trepadoras, suculentas, palmeras, etc.), sino que ponen en peligro a la biodiversidad y refugios de la fauna silvestre, así como, de servicios ambientales del bosque.

El concepto de deforestación considerado para el presente estudio es de acuerdo al concepto definido por Reátegui 1996. Donde menciona que la deforestación es la eliminación de toda o casi toda la cubierta arbórea, debido a las diferentes actividades antrópicas; Sin embargo existen otros conceptos de deforestación que se mencionaron anteriormente que no definen coherentemente el tipo de deforestación que existe en el ámbito de estudio de la presente investigación.

### **1.3.3 Definición de términos:**

#### **a. Arrastre:**

Método que consiste en la instalación de una bomba fija mediante la cual se bombea agua a presión contra el talud de la ribera del río o quebrada, el cual se va erosionando poco a poco.

#### **b. Barreta:**

Barra cilíndrica de hierro que mide de uno a dos metros de largo y es utilizada en la etapa de exploración del suelo.

#### **c. Canaleta:**

Se utiliza una canaleta en la cual se bombea el agua a fin de arrastrar el lodo hacia la parte superior de una tolva inclinada en la cual es colocada una zaranda para separar el material grueso.

#### **d. Cauce:**

También llamado lecho fluvial es parte del fondo de un valle por donde discurren las aguas en su curso. Es el perímetro físico normal de un flujo de agua, siendo sus confines laterales las riberas.

#### **e. Caudal:**

Volumen de agua que arrastra un río o cualquier otra corriente de agua para preservar los valores ecológicos en el cauce de la misma. Se mide en metros cúbicos por segundo.

#### **f. Caranchera:**

Método de extracción que se utiliza en la llanura amazónica, sobre todo en los cauces de los ríos o playas.

#### **g. Chupadera:**

Método de extracción que se emplea en piedemonte y en terrazas de llanura. Para trabajar necesariamente hay que talar el área a intervenir y disponer de una fuente de agua cercana (río, quebrada, aguajal o laguna) de la cual extraer a través de una bomba fija a presión el material con depósito de oro.

**h. Desmontera**

Acumulación de material grueso (cascajo) producto del lavado del mineral aurífero.

**i. Deterioro ambiental**

Refiérase al deterioro de uno o varios de los componentes del medio ambiente (aire, suelo, agua, etc.); situación la cual afecta en forma negativa a los organismos vivientes.

**j. Ingenio:** Se desarrolla durante todo el año cerca de los ríos y quebradas; se utilizan picos y lampas para alimentar el material aluvial a una acequia construida manualmente por donde se hace pasar un flujo de agua (de una quebrada, río o poza artificial) que conduce el material a una canaleta de recuperación.

**k. Llanura aluvial:** Son las llanuras formadas en los cursos medio y bajo de los ríos. También se conocen con el nombre de llanuras de inundación porque cuando el río crece ocupa todo el cauce.

**l. Minero “invitado”:** El invitado por lo general es un productor minero que no tiene posesión, ni título alguno y sólo cuenta con los conocimientos para una operación minera.

**m. Placeres:** Depósitos de particulares minerales mezcladas con arena o grava. También se denominan yacimientos secundarios que son explotados mayormente por la minería artesanal. En Madre de Dios este tipo de yacimiento ha sido poco estudiado.

**n. Shute o cargador frontal:** Este método requiere una mayor inversión de capital en comparación con los métodos anteriores ya que comprende la adquisición o alquiler de maquinaria pesada (cargador frontal y volquete) y el pago a los operarios de estas máquinas, además de los otros gastos de operación.

**o. Servicios ecosistémicos**

Más conocidos como servicios ambientales, que vienen a ser los beneficios que nos brinda la naturaleza.



**p. Traca:**

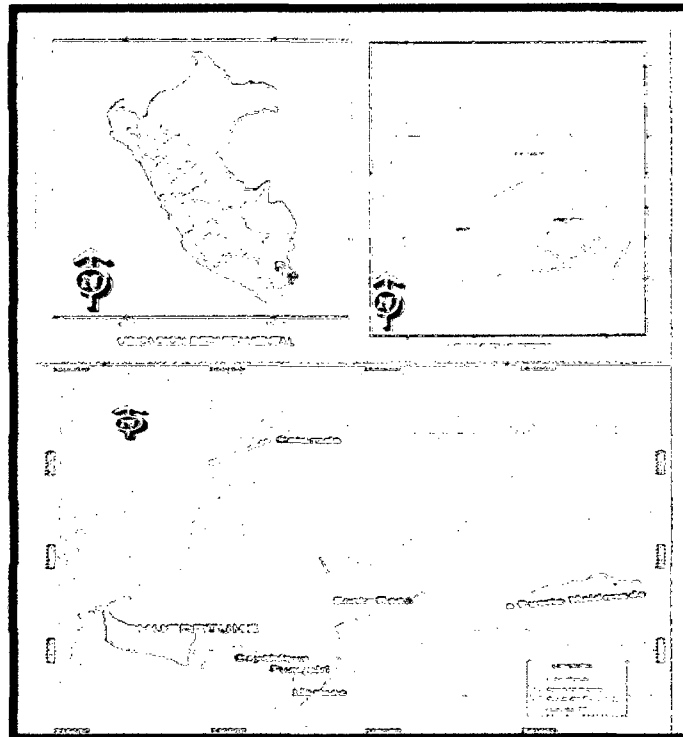
Son máquinas similares a las chupaderas, pero de menor tamaño. Consiste en la succión del material debajo del nivel freático a través de mangueras (4") que son movidas de un punto a otro.

**1.3.4 Generalidades del área de estudio:**

La microcuenca del río Huepetuhe se ubica políticamente en el distrito de Huepetuhe, provincia del Manu, departamento de Madre de Dios. Posee un área de 6081.00 has y una forma alargada. Tiene un perímetro de 39,995 km<sup>2</sup>. Según la lengua de los nativos Harakmbut el río Huepetuhe significa “el río de los felinos”.

Geográficamente sus puntos extremos se encuentran entre los paralelos 12° 59' 06" de Latitud Sur y los meridianos 70° 27' 06" de Longitud Oeste de Greenwich. Altitudinalmente se ubica a 414 msnm.

**Figura 4: Mapa de ubicación de la microcuenca Huepetuhe.**



*Trabajo de campo / elaboración propia – 2013.*

### **1.3.4.1 Medio físico**

#### **A. Fisiografía**

La fisiografía de la zona de estudio presenta predominancia de rasgos morfológicos de terrazas altas degradadas y disectadas, hacia la parte norte y sur del área de estudio se encuentran colinas altas y bajas estructurales del terciario de ligera a fuertemente disectadas, y en menor proporción terrazas bajas hacia la parte oeste del área de estudio.

En el área de estudio, se identificaron 6 unidades fisiográficas de 11, (las otras unidades son de origen antrópico -aquellas que no tienen vegetación), sobre el área evaluada que abarca 60.81.00 hectáreas, mediante el análisis de imágenes de satélite y con aplicación de programas de sistemas de información geográfica (SIG), el área fisiográfica de estudio presenta un paisaje variado (planas a ligeramente inclinadas), estando la mayor parte dominada por el paisaje plano, conformado por un sistema de terrazas bajas, medias y altas de diferentes grados de disección y drenaje evaluado.

La fisiografía de la microcuenca, actualmente se encuentra alterada de manera sustancial por el efecto descontrolado y crecimiento del sector minero, trayendo como consecuencia el alteramiento de las geoformas, contaminación ambiental y alteración visual del paisaje natural de la zona de estudio.

Según los registros antiguos de información bibliográfica, fotográfica y afirmaciones de los primeros pobladores, se evidencia que la microcuenca presentaba una fisiografía de quebradas encajonadas y asentamiento poblacional en terrazas altas, sin embargo esta figura ha cambiado notablemente con el acumulamiento de sedimentos en el cauce del río logrando que el nivel del río se eleve junto con el cauce llegando a cubrir el nivel de las terrazas altas. En la actualidad el cauce del río se encuentra colmatado con una acumulación de sedimentos de 15 a 20 metros aproximadamente de su nivel original.

#### **B. Geomorfología**

La geomorfología está compuesta por playas y barreras laterales Estas morfologías suelen presentarse en ambos márgenes de los cauces de ríos por acción de la erosión constante de la variable fuerza hidráulica que generan arrastres de suelos y son visibles

en épocas de estiaje, por ende dejan en terrenos circundantes que tienden a extenderse formando áreas apreciables como la que se presenta en la zona de estudio, y se ubican en alturas geográficas aproximadamente de 325 msnm. Estas estructuras se forman con materiales de consistencia suelta, fácilmente trabajables para el hombre y por la máquinas pesadas para construcción en casos que lo fuera aceptable (Suelos de agregados gruesos u hormigón), pero estas superficies onduladas se encuentran alteradas por la presencia de lamas (suelos de granulometría fina) producto del relave y por efecto de la explotación minera del oro-aluvial.

### **C. Geología**

La Microcuenca presenta una configuración geológica, caracterizada de la siguiente manera: Llano Amazónico y Faja Sub-Andina (Montañas o cordillera y colinas).

La zona del área demarcada del proyecto de investigación y fuera de ella tiene como característica la presencia de una forestación densificada propia de las condiciones climáticas de la selva como es la Región o Departamento de Madre de Dios que no permite con facilidad auscultar y monitorear los elementos mineralógicos que conforman la formaciones rocosas y de suelos, salvo donde se haya producido la perturbación del eco-sistema o cortes de taludes realizado por acción antrópica que permite realmente identificar, evaluar, y describir las propiedades físicas, químicas y mineralógicas que constituyen los estratos de un paquete geológico, y así como de los suelos.

#### **Geología local:**

La provincia del Manu en sus distritos jurisdiccionales de Huepetuhe y Madre de Dios, se ubican en la región sub andina o cordillera sub andina y el llano amazónico de la cuenca de Madre de Dios. La configuración topográfica y la litología que la soporta corresponden a rocas y suelos depositados a tiempos muy anteriores a la actual.

La región sub andina, ocurre en superficie afloramientos de rocas más antiguas las mismas que evidencian rasgos estructurales tectónicos de compresión y traslación configurando anticlinales, sinclinales de alto y bajo grado, sistema de falla y fracturas en las rocas.

**Tabla N° 8: Unidades cartográficas de suelos  
(microcuenca de Huetuhe)**

Unidades Cartográficas de las Unidades de Suelos						
Unidad de Suelos	Símbolo	Proporción (%)	Fisiografía	Pendiente	Superficie	
					ha	%
Consociación de Unidades de Suelos y/o Áreas Misceláneas						
Tocabe	TO	100	Islas y terrazas bajas	A y B	48.83	0.8
Tazón Chico	TZ	100	Terrazas altas moderadamente disectadas	B y C	160.55	2.64
Santa Inés	SI	100	Colinas bajas moderadamente disectadas y fuertemente disectadas	F y G	1,024.92	16.85
Tigrimayoc	TG	100	Colinas bajas ligeramente disectadas	E	140.40	2.31
Misceláneo Cauce	MisC*	100	Playas, playones y bancos de arena	A	563.23	9.26
Misceláneo Sedimentos	MisS**	100	Acumulación de sedimentos en terrazas altas degradadas	C	3,252.49	53.48
Asociación de Unidades de Suelos y/o Áreas Misceláneas						
Quebrada - Misceláneo Sedimentos	QB-MisS**	50 - 50	Terrazass altas degradadas	C y D	494.96	8.14
Otros (área urbana, ríos, quebradas, etc.)					396.19	6.51

\* Corresponde a unidades no edáficas, constituidas por la unidad misceláneo cauce (playas, playones y bancos de arena). \*\* Corresponden a unidades no edáficas, constituidas por la unidad miscelánea sedimentos (áreas de explotación de oro aluvial). Fuente: PASMINA SAC 2012.

#### M. Geodinámica externa

- **Inundaciones**

Estos fenómenos dinámicos externos se localizaron en ambas márgenes del cauce del río Huetuhe. De la cobertura de peligro por inundación se puede llegar a indicar que este fenómeno ocurre en las zonas inmediatas a los cauces de ríos y zonas de topografía depresionada, las que se encuentran en las diferentes unidades de terrazas. El fenómeno de inundación ocurre en las temporadas de creciente ordinaria y extraordinaria.

El recorrido de campo efectuado a las diferentes localidades y puntos de evaluación, indica la existencia y ocurrencia de este fenómeno natural. La inadecuada o carencia de planificación y organización en la ubicación y crecimiento de los centros poblados ha hecho que sufran los embates de la naturaleza ocasionando la pérdida de vidas humanas, pérdida de patrimonio (viviendas, locales comerciales, equipos, e incluso hasta llegar a perder sus propias tierras). Puede ocurrir también el llamado de “erosión de riberas”.

- **Deslizamientos**

El deslizamiento de masa de suelo o roca es un fenómeno dinámico natural que en algunos casos es inducida por la modificación del paisaje de una determinada zona. Toda masa de suelo o roca presenta una susceptibilidad a deslizamiento hasta encontrar un estado de equilibrio gravitacional y de carga.

En áreas de montañas y colinas de alta pendiente y valles semiplanos se pueden identificar las áreas de acuerdo a su topografía.

Combinando las coberturas de Geología, pendiente y el de caracterización geotécnica, en un sistema de información geográfica "SIG" se obtuvo el mapa de peligros ante un deslizamiento de suelo o roca.

- **Incendios**

La atención de emergencias por incidencias de incendio forestal, relacionada a una acción natural, no se tiene reportada en la base de datos de la Oficina Regional de Defensa nacional y Defensa Civil de la región Madre de Dios. La mayor parte de las emergencia corresponden a incendios ocurridos en los centros poblados y/o caseríos, estos incidentes de incendios corresponde a efectos de corto circuito, velas, inadecuado almacenamiento de combustibles y de roce y quema de campos para la agricultura.

Por lo tanto, dada las condiciones atmosféricas de esta parte de la región se puede concluir que son estables. La incidencia de un incendio forestal, sería un fuego provocado cuyo punto de ignición ocurriría por la quema de la vegetación natural o artificial (bosques, repoblaciones forestales, matorrales o pastizales). Los silvicultores suelen distinguir entre tres tipos de incendio forestal: los fuegos de suelo, que queman la capa de humus del suelo del bosque pero no arden de forma apreciable sobre la superficie; los fuegos de superficie, que queman el sotobosque y los residuos superficiales; y los fuegos de copa, que avanzan por las copas de los árboles o arbustos. Es frecuente que se produzcan dos o tres de estos tipos de incendio al mismo tiempo.

Gran parte de los centros poblados y caseríos se encuentran indistintamente ubicados dentro del área evaluada, carecen de un plan de ordenamiento territorial y de planificación de sus actividades socio económicas haciéndolas vulnerables a un

incendio urbano, rural y el de forestal. Las viviendas edificadas en las capitales de distrito, (son de madera y concreto), centros poblados y caseríos se encuentran contruidos con material de madera, en un solo nivel, estas viviendas no están edificadas técnicamente. A la vez carecen de los servicios básicos de agua, desagüe, alumbrado eléctrico, centros de salud, seguridad ciudadana, vías de comunicación adecuadas y la carencia de líderes sociales que permitan organizar a sus conciudadanos.

#### **1.3.4.2 Medio Biológico**

La descripción del medio biológico orienta su énfasis a la vegetación y fauna presente en la microcuenca del río Huepetuhe. La información descriptiva de cada uno de los componentes está organizada de la siguiente manera:

- Vegetación
- Anfibios y reptiles
- Aves.
- Mamíferos
- Hidrobiología

##### **A. Flora del área de estudio**

En la zona de estudio se registraron 63 especies entre arbolillos, arbustos y árboles, las cuales están distribuidas en 53 géneros y 34 familias.

Las especies con alta abundancia de individuos para la microcuenca son: *Inga sp.* (shimbillo) representando 12.58%, *Aniba sp.* (moena) representa 10.38, y *Hevea sp.* (shiringuilla) que representa 8.49 %, los cuales de acuerdo a su altura están presentes en casi todos los estratos del bosque. De igual manera, las palmeras más frecuentes para el área de estudio son *Wettinia augusta Poepp. & Endl.* (Ponilla) 3.14%, *Chamaedorea fragans (R. & P.)* (Sangapilla), representa 1.26%.

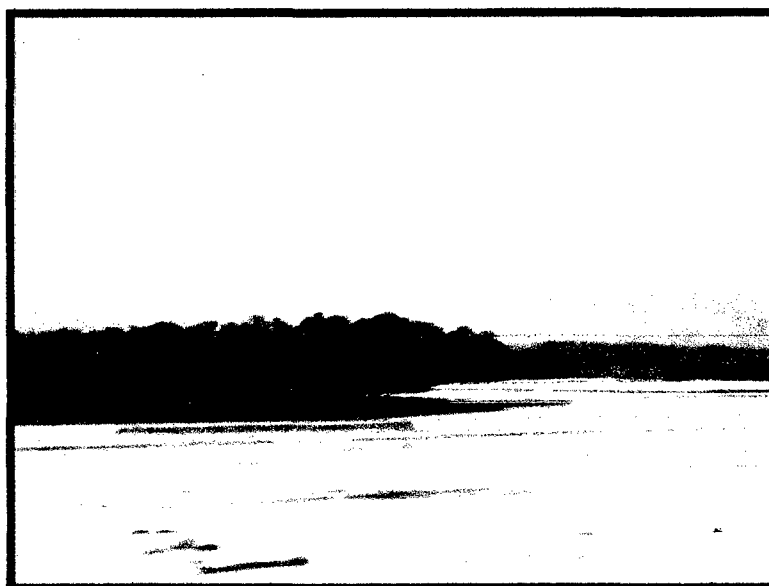
La microcuenca se ubica en una zona, donde convergen 09 unidades fisiográficas y geomorfológicas; de las cuales 04 forman comunidades vegetales naturales y 05 son antrópicas o con alteraciones naturales. El mencionado sitio oscila desde los 210 msnm hasta los 450 msnm., estos cambios en los niveles de altitud no presentan gran complejidad y diversidad de comunidades vegetales.

**Tabla N° 9: Comunidades vegetales naturales y antrópicas  
en el área de estudio**

N°	Unidades de Vegetación	Símbolo	Área (km2.)	%
1	Área intervenida	Ai	40.907	67.27
2	Bosque con paca de colinas altas fuertemente disectadas	Bcp-cafd	8.603	14.15
3	Bosque siempre verde de colinas bajas moderadamente disectadas	Bsv-cb	1.139	1.87
4	Bosque con paca de colinas bajas	Bcp - cb	0.216	0.35
5	Bosque siempre verde de terrazas altas moderadamente disectadas	Bsv-ta	0.784	1.29
6	Uso urbano actual	Uu	1.139	1.87
7	Playas playones y bancos de arena		5.636	9.25
8	Islas		0.025	0.04
9	Cuerpos de agua		2.283	3.75
	TOTAL		60.81	100

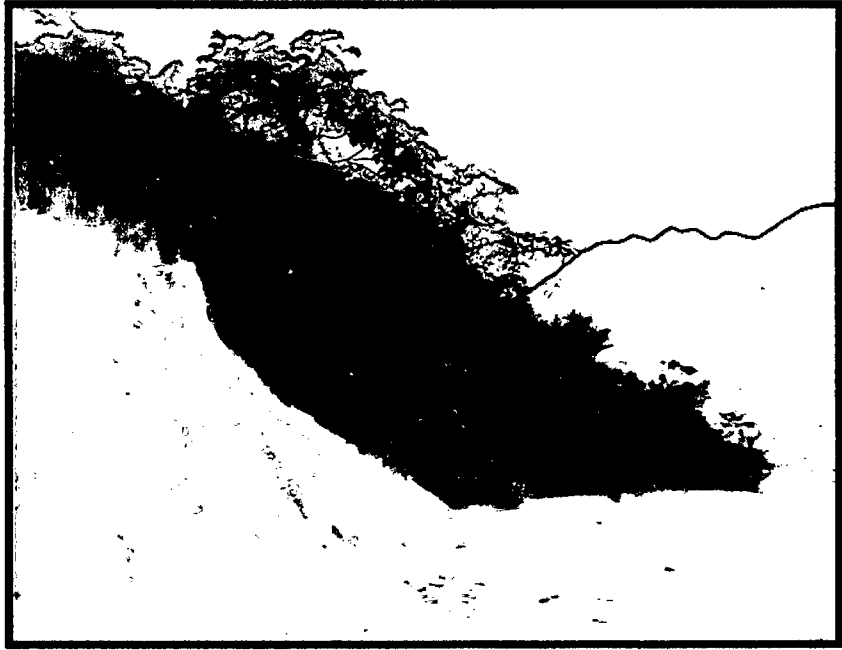
Fuente: PASMNAA SAC – 2012

**Imagen 5: Vista panorámica de bosque remanente en área intervenida por la actividad minera, ubicada en la margen izquierda del río Huepetuhe**



*En la foto se puede apreciar, que este bosquecillo se encuentra rodeado de residuos mineros, así mismo el cauce del río está totalmente colmatado de arena fina que discurre por el cauce.*

**Imagen 6: Vista panorámica de regeneración natural en el área intervenida (Ai), se puede notar que aparecen gramíneas y especies forestales pioneras como topas, que son recuperadores de suelos degradados**



**Imagen 7: Vista panorámica de bosque de colinas altas, margen derecha del río Huepetuhe**

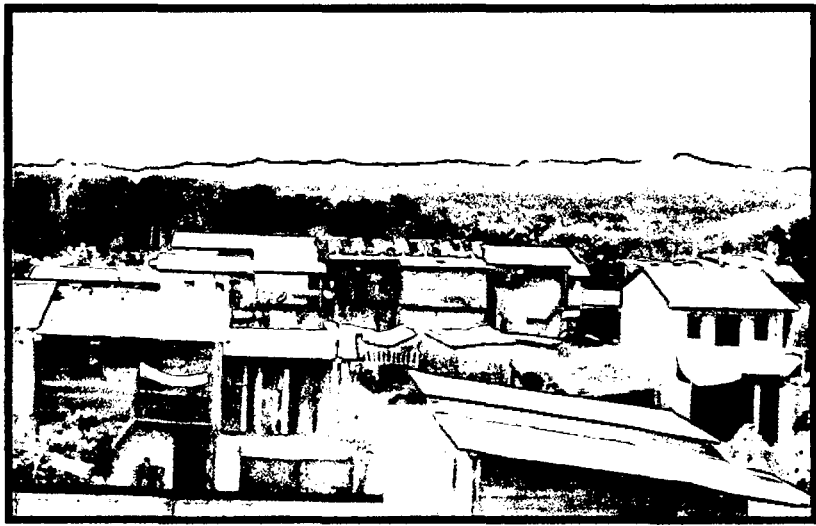




**Imagen 8: Sotobosque y estrato medio de bosques con pacas de colinas altas fuertemente disectadas**



**Imagen 9: Vista panorámica de la comunidad de uso urbano actual, se observa las casas ubicadas en terraza alta y la zona minera al otro lado del río Huepetuhe.**



**Imagen 10: Vista panorámica de la comunidad playas, playones y bancos de arena, ubicado sobre el lecho del río Huepetuhe.**



**Imagen 11: Vista panorámica de la comunidad cuerpos de agua**



## **B. Fauna del área de estudio**

El manejo de la biodiversidad en el área de estudio (microcuenca del río Huepetuhe) presenta problemas, que van desde la disminución drástica de las especies hasta la migración e incluso la extinción de algunas de ellas, debido a la práctica exhaustiva de la actividad minera, contaminación, crecimiento desordenado de los centros poblados,

pérdida de etnias y su conocimiento sobre la naturaleza, además de los problemas políticos y sociales del distrito, agravan el conflicto ambiental y el uso de los recursos.

En la microcuenca de Huepetuhe (margen izquierda del río) la fauna silvestre es casi nula por encontrarse totalmente desértica observándose en los remanentes de bosques pequeñas aves (pihuichos, palomas, loros y gallinazos) e insectos (arañas, hormigas y escarabajos).

**Imagen 12: Vista panorámica: margen izquierda de la microcuenca del río Huepetuhe**



**Imagen 13: Vista panorámica del Cauce del río Huepetuhe, frente a los centros poblados de Huepetuhe y Choque, la presencia de gallinazos (aves carroñeras) es habitual.**



### **1.3.4.3 Medio Socio-económico**

#### **A. Reseña histórica del distrito de Huepetuhe**

En el Perú, la historia de la extracción aurífera se remonta al periodo Inca. Sin embargo, es durante el siglo XX que su popularidad se difunde en Madre de Dios, y es durante la década del sesenta cuando Huepetuhe se ubica como uno de los principales centros de extracción, razón por la cual empezó a recibir una enorme presión migratoria proveniente desde Puno, Cusco, Apurímac y Arequipa, principalmente.

Junto con la actividad aurífera, la extracción forestal es otra de las actividades económicas que atraen las inmigraciones hacia el distrito. Un primer momento de apogeo de estas actividades se da hacia 1912-1914, durante el gobierno de Guillermo Billinghurst; entonces fue común la llegada de los primeros inmigrantes que luego se convertirían en los pobladores de Huepetuhe, que alentados por el afán extractivo, se asentaron en Quimiri y Pukiri.

En el año 1965 se inaugura la carretera Cusco-Quincemil-Puerto Maldonado lo que intensifica el dinamismo entre estas localidades. Esto deriva en otro gran momento de movimientos migratorios hacia la región, entre los años sesenta y setenta, en pleno contexto de la Reforma Agraria y la consecuente crisis de la agricultura.

Dada la fluidez del intercambio económico en la zona, el Banco de la Nación abre una oficina en Huepetuhe en el año 1975; ya en el año 1984 Huepetuhe es elevado a la categoría de Concejo Comunal por el Alcalde de la municipalidad provincial de Tambopata, Sr. Simón Horna. En consecuencia, se abren oficinas estatales como la Policía Nacional, y se crea la urbanización 12 de Enero. En 1988, el Alcalde del Manu Sr. Wilber Ugarte Solís eleva a Huepetuhe a la categoría de Centro Poblado Menor siendo elegido alcalde el empresario minero Domingo Baca Fernández. No tardaría en crearse la posta y el primer Centro Educativo Inicial. (Ticona, 2009).

El 14 de mayo de 1989 marcó una fecha trágica para Huepetuhe, ya que se suscita un feroz incendio que arrasó aproximadamente la mitad del poblado. El 9 de junio del año 2000, mediante Ley N° 27285, Huepetuhe logra la categoría de distrito.

Hacia mil novecientos noventa los mineros empezaron a utilizar maquinaria pesada para la extracción del oro, lo que ha abierto varios flancos para el desarrollo de diversas

actividades económicas relacionadas con la minería. Como producto de este crecimiento en la producción, la inmigración hacia Huepetuhe también ha crecido de manera acelerada.

Hoy en día, el crecimiento urbano es aún lento. La expansión de la construcción urbanística, como plazas, mercados, entre otros, son una realidad en progreso, la instalación de servicios básicos (agua, desagüe, luz, recolección de residuos sólidos), medios de comunicación (vías de comunicación, radio, televisión e Internet), bancos, así como otros servicios municipales, de salud y educativos.

Actualmente el distrito de Huepetuhe está Conformado por seis Centros Poblados: Centro Poblado Urbano Huepetuhe, Centro Urbano Nueva, Centro Poblado Menor Caychihue, Centro Poblado Menor Punkiri, Centro Poblado Menor Puente Inambari, Centro Poblado Menor Punkiri (Delta) y Centro Poblado Menor Choque.

El Centro Poblado Menor Choque está conformado por tres comunidades: Setapo, Bambermi y Tranquera Chico.

## **B. Características sociocultural de los involucrados del proyecto**

La población directamente afectada lo conforma el Centro Urbano de Huepetuhe, el Centro Poblado de Choque y pobladores que viven en las quebradas de la microcuenca del río Huepetuhe. Enseguida describimos la situación social, económica y cultural

### **b.1. Demografía**

La población asentada en el área de Estudio pertenece al distrito de Huepetuhe, según el censo del 2007, cuenta con una población de 6 978 habitantes, que representa el 34,39% de la población total de la Provincia de Manu; con una tasa de crecimiento Intercensal (1993-2007) del 3.5%.

El 69,9% de la población del distrito se encuentra en el área urbana y el 39,1% en el área rural.

El distrito de Huepetuhe está conformado por 6 centros poblados de los cuales 2 centros poblados se encuentran inmersos dentro del área de la microcuenca del río Huepetuhe: Centro Poblado Urbano Huepetuhe y Centro Poblado Menor Choque, conjuntamente

con los concesionarios mineros y los trabajadores mineros, que, en algunos casos son personas itinerantes.

El Centro Urbano de Huepetuhe cuenta con 4 056 habitantes, Centro Poblado Menor Choque con 414 habitantes, constituidos por 1,206 y 75 familias respectivamente.

**Tabla N° 10: Centros poblados asentados en la microcuenca del río Huepetuhe**

Centro Poblado	Población	N° de Familias
Centro Urbano de Huepetuhe	4056	1206
Centro Poblado Menor Choque	414	75
<b>Total</b>	<b>4470</b>	<b>1,281</b>

Fuente: INEI, Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda

## b.2. Estructura poblacional

El distrito de Huepetuhe se encuentra conformado mayoritariamente por una población masculina (3 896 hombres), como se puede observar en la tabla siguiente:

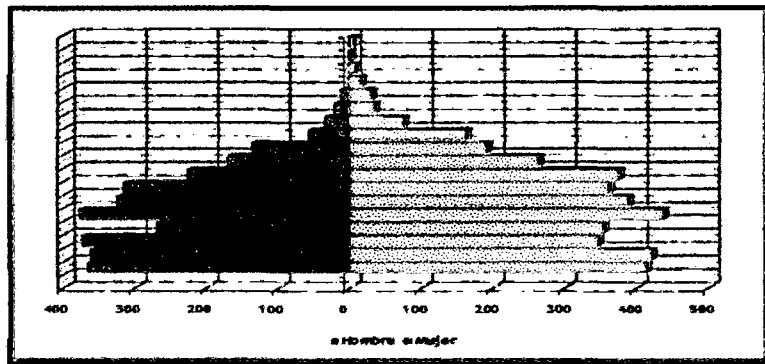
**Tabla N° 11: Distribución de la población por sexo y edades quinquenales – distrito de Huepetuhe**

Edad en grupos quinquenales	Sexo	
	Hombre	Mujer
De 0 a 4 años	414	367
De 5 a 9 años	422	363
De 10 a 14 años	347	375
De 15 a 19 años	355	271
De 20 a 24 años	438	379
De 25 a 29 años	389	326
De 30 a 34 años	362	317
De 35 a 39 años	376	228
De 40 a 44 años	264	172
De 45 a 49 años	192	138
De 50 a 54 años	163	59
De 55 a 59 años	76	36
De 60 a 64 años	35	23
De 65 a 69 años	31	14
De 70 a 74 años	16	4
De 75 a 79 años	8	4
De 80 a 84 años	2	3
De 85 a 89 años	6	3
<b>Total</b>	<b>3896</b>	<b>3082</b>

Fuente: Consultora PASMINGA SAC. - 2012

Como se puede observar en la pirámide poblacional, el distrito de Huetpetuhe cuenta con una mayor población joven (edades quinquenales de 0-29 años), con una natalidad alta y con una población envejecida reducida, siendo la población vulnerable con respecto al tema de la contaminación ambiental los niños y ancianos.

**Figura 9: Distribución de la población en edades quinquenales - distrito de Huetpetuhe**



Fuente: INEI, Censos Nacionales 2007 XI de Población y VI de Vivienda

En el Centro Urbano de Huetpetuhe también se observa que el grupo de la población infantil y joven de 0 a 30 años tiene mayor representatividad a diferencia de la población adulta, siendo la población vulnerable los niños.

### **b.3. Población indígena cercana**

En la Amazonía, los pueblos indígenas se organizan en comunidades nativas reconocidas como personas jurídicas, amparadas por normas y leyes. En la región Madre de Dios se asientan 24 comunidades nativas<sup>1</sup>, sin embargo, en el área de influencia no existe ninguna comunidad con estas características.

Cabe señalar que existe una cercanía relativa a la zona de amortiguamiento de la Reserva comunal Amaraeri (aproximadamente 7 km por vía fluvial); y a la comunidad nativa Arazaeri (aproximadamente 10 Km. vía río Inambari).

Estas poblaciones están gobernadas por patrones culturales, sociales y económicos propios, que se han conservado pese a la influencia recibida de diversos grupos humanos en sus territorios (congregaciones religiosas, exploradores, colonizadores, etc.)

<sup>1</sup> El número y descripción de estas comunidades se expone en el Directorio de Comunidades Nativas (PETT, 1999)

La ocupación indígena del espacio se efectúa de manera muy distinta a la de las poblaciones migrantes. Las agrupaciones se conforman alrededor de “familias extendidas” y la organización del espacio incluye la expansión de su territorio para la utilización de las fuentes de agua, colpas, suelos y otros recursos silvestres considerados esenciales por cada pueblo originario, dentro de un patrón general de uso extensivo de los recursos territoriales. Todos los pueblos nativos identifican un espacio territorial como suyo. Ese espacio más que las áreas físicas estables, corresponde al área donde se reconocen relaciones de parentesco e incluye los recursos naturales que son aprovechados por cualquiera que los necesite, en función al parentesco<sup>2</sup>. Por esta razón, el concepto de territorio va mucho más allá del terreno reconocido o titulado por el Estado.

Cabe advertir que la población local indígena ha iniciado un proceso de mestizaje motivado por la afluencia y el flujo de la población inmigrante y migrante, tratando de evitar conservar las costumbres ancestrales dando predominancia a aquellas que resultan de las relaciones sociales modernas de origen intra y extra regional y nacional.<sup>3</sup>

**Tabla N° 12: Comunidades nativas cercanas al área de estudio**

Distrito	Nombre de la comunidad	Grupo etnolingüístico	Ubicación	No de Familias 1999
Inambari	Arazaire	Arazaire	Río Inambari (MI) (MD)	8
	Boca Inambari (2)	Amarakaeri	Río Inambari (MI)	33
TOTAL				41

Fuente: *Directorio de Comunidades Nativas del Perú. Ministerio de Agricultura -PETT. 1999. Elaboración propia.*

#### **b.4. Migración**

La Población del distrito de Huepetuhe es relativamente fluctuante, heterogénea, intercultural y pluricultural, está compuesta en su gran mayoría por población migrante y en menor cantidad de comunidades nativas.

<sup>2</sup> Fuente: Plan de Desarrollo de la Provincia de Tambopata, Madre de Dios, 2004-2021

<sup>3</sup> Fuente: Plan de Desarrollo Regional de Corto Plazo, Madre de Dios, 2005-2006.



Según los Censos Poblaciones y de Vivienda, desde el año 1940 hasta el 2007 se observa (Cuadros N° 22 y 23) un crecimiento poblacional de la Región Madre de Dios, el incremento de la población se da debido a la creciente demanda de la actividad extractiva de los recursos naturales.

La primera migración se debió a la economía del caucho entre 1880 y 1912, tras su declive muchos caucheros instalaron fundos agrícolas (URTEAGA, 2003:49, Junquera 1997: 93). Según Junquera, una segunda ola migratoria se debió a la apertura de la carretera Quincemil – Puerto Maldonado. La siguiente migración a la explotación agrícola, ganadera y extracción de castaña; una cuarta por búsqueda de petróleo y la quinta por el oro (Junquera 1997:93).

La migración por la minería aurífera empieza en 1930 (URTEAGA, 2003:49) y tiene diversos periodos de incremento por factores variados. En la década de los 80, el gobierno de Fernando Belaunde promueve grandes proyectos de colonización en la selva entre ellos en Madre de Dios (DOUROJEANNI, 1990:55); lo cual junto a otros factores como el alza del precio del oro, la crisis de la agricultura en la sierra, la falta de empleo y la violencia política explican el incremento migratorio para la actividad minera (URTEAGA, 2003: 49, ROMERO, 2005:29).

el crecimiento poblacional es debido a la inmigración, es decir, personas que nacieron en otros departamentos vienen a radicar en la región de Madre de Dios y se asientan en sus diferentes provincias, incentivados por la búsqueda de oportunidades de empleo que la actividad económica de la zona

**Tabla N° 13: Población total de la región Madre de Dios, por censos**

Censo por Años	Total de la Población
1940	4,950 habitantes
1961	14,890 habitantes
1972	21,304 habitantes
1981	33,007 habitantes
1993	67,008 habitantes
2005	92,024 habitantes
2007	109,555 habitantes

*Fuente: Censo Nacional 2007, XI de Población y VI de Vivienda*

La tasa de crecimiento desde el año 1940 a 1961 es ascendente debido a una fuerte migración motivado por la generación de recursos económicos.

**Tabla N° 14: Tasa de crecimiento según censos**

<b>Crecimiento Poblacional ,según los censos de la Región de Madre de Dios</b>	<b>Crecimiento Poblacional</b>
1940-1961	33.20%
1961-1972	69.80%
1972-1981	154.90%
1981-1993	203%
1993-2005	137.30%
2005-2007	119%

*Fuente: Censo Nacional 2007, XI de Población y VI de Vivienda*

### **C. Descripción de la estructura ocupacional en la microcuenca**

#### **c.1. Población Económicamente Activa – PEA de Huepetuhe**

La población aptos para trabajar que esta expresado en la Población Económicamente Activa (PEA) de 15 años a más, y que para el año 2007 alcanzó un total de 3,401 personas. De los cuales la población económicamente activa ocupada o que actualmente tiene trabajo son 2,331 hombres y 1,027 mujeres, que representan el 98.70%. Lo que expresa el nivel de participación predominante de los varones.

Por lo tanto podemos deducir que hay un 1.3% de la población económicamente activa sin trabajo.

**Tabla N° 15: Población Económicamente Activa – Distrito de Huepetuhe**

<b>Huepetuhe: PEA</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cifras Absolutas</b>	<b>%</b>
PEA	3.401	100
PEA Ocupada	3.358	98,7
Hombres	2.331	
Mujeres	1.027	

*Fuente: INEI: Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*

## c.2. Población inmersa en la actividad económica

Del cuadro precedente podemos explicar las principales actividades económicas en las cuales está inmersa la población: el 5.55% de la población está dedicada a la agricultura, caza y silvicultura; existe un 22.20% de la población dedicada para el desarrollo de explotación de minas y canteras; hay un 3.29% de la población dedicada a las industrias manufactureras; hay un 15.00% de la población dedicada al comercio al por menor, principalmente para abastecer las necesidades del distrito y los centros poblados rurales, hay un 9.37% de la población dedicada al rubro de hoteles y restaurantes; hay un 11.36 de la población dedicada a transportes y comunicaciones.

Por lo tanto podemos explicar que las actividades económicas predominantes en el distrito de Huetupe es la actividad minera, actividad agrícola, actividad forestal industrias manufactureras, construcción, venta y mantenimiento y reparación de vehículos automotores, comercio por menor y transportes almacenes y comunicaciones.

**Tabla N° 16: Población inmersa en la actividad económica**

Huetupe: Población inmerso en la actividad económica		
Categorías	Casos	%
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	189	5,55%
Explotación de minas y canteras	756	22,20%
Industrias manufactureras	112	3,29%
Suministro electricidad, gas y agua	11	0,32%
Construcción	116	3,41%
Venta, Mantenimiento y Reparación de Vehículos Automotriz y Motocicleta	197	5,78%
Comercio por mayor	10	0,29%
Comercio por menor	511	15,00%
Hoteles y restaurantes	319	9,37%
Transporte, Almacén y comunicaciones	387	11,36%
Intermediación financiera	3	0,09%
Actividad Inmobiliaria, Empresas y alquileres	50	1,47%
Administración Pública y defensa; Personal de Seguridad	22	0,65%
Enseñanza	83	2,44%
Servicios sociales y de salud	34	1,00%
Otras Actividades Servicios Comunales, Soc. y personales	129	3,79%
Hogares privados y servicios domésticos	102	2,99%
Actividad económica no especificada	375	11,01%
Total	3406	100,00%

Fuente: INEI: Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

### **c.3. Actividades económicas predominantes**

#### **✓ Actividad Minera**

La minería artesanal de oro es una actividad presente desde hace miles de años. En los últimos años adquirió gran importancia económica y social al constituirse en una alternativa de subsistencia para cientos de miles de hombres y mujeres desplazados por la crisis económica y la guerra interna de los años 80. Desde entonces se ha potenciado como una fuente de empleo y una estrategia de lucha contra la pobreza para diversos sectores de la población<sup>4</sup>.

Para el presente análisis se está interpretando información a nivel regional y comparando con información obtenida a nivel distrital.

En la microcuenca del río Huepetuhe se realiza la actividad minera aurífera aluvial en forma semi – mecanizada y mecanizada, haciendo uso de maquinaria pesada (cargadores frontales, retroexcavadoras, volquetes, etc), además en las zonas urbanas como Huepetuhe existen vulcanizadoras, mecánicas y otros servicios relacionados a dicha actividad, sin los requerimientos técnicos del caso (ver resultados).

#### **✓ Actividad comercial**

La población inmersa en la actividad económica es el 15,00% de la población que se dedica al comercio al por menor y el 0.29% de la población que se dedica al comercio al por mayor, de acuerdo al cuadro sobre población inmersa en la actividad económica, según el Censo del INEI del año 2007.

#### **✓ Servicios**

Después de la minería, el grupo de actividades ubicadas dentro de la categoría de servicios son las más dinámicas en el distrito de Huepetuhe, sumando el 32% de la PEA ocupada. El sector más dinámico es el de servicios de transporte, almacenamiento y comunicaciones, así como el de hoteles y restaurantes y el de mantenimiento y reparación de vehículos automotrices y motocicletas.

---

<sup>4</sup> **Diagnóstico de la Actividad Minera Artesanal en Madre de Dios.** Cooper Acción, Caritas-Madre de Dios, Conservación Internacional-Perú. Mosquera Cesar, Chávez Mary Luz ; Pachas , Víctor Hugo y Moscheña Paola

### ✓ **Actividad agropecuaria; caza y silvicultura**

Las actividades agrícolas, ganaderas, de caza y silvicultura ocupan apenas al 6% de la PEA distrital.

#### **Actividad agropecuaria**

La superficie con aptitud agrícola a nivel departamental abarca el 15% del territorio departamental (las tierras actualmente empleadas representan el 6%)<sup>5</sup>. La actividad agrícola se realiza utilizando tecnología tradicional predominando la agricultura migratoria. Los principales cultivos corresponden a sistemas secuenciales (yuca, plátano, y en menor medida arroz). La producción agrícola sólo alcanza niveles de subsistencia y no cubre la demanda local, por lo que la población tiene que abastecerse de arroz, maíz amarillo duro, fruta y hortalizas de otras regiones.

Los sistemas de producción agrícola y manejo obedecen a la tecnología tradicional utilizada en las zonas rurales del trópico con cultivos transitorios, permanentes y semipermanentes, manejo de calendarios agrícolas e instalación de cultivos asociados.

La actividad pecuaria constituye un ingreso adicional y complementario a la economía familiar. En el distrito, las principales unidades agropecuarias están ubicadas en Caychihue y en menor medida en Huepetuhe y en Puerto Punkiri, donde se ubica la posesión de Cecilio Baca, con gran número de cabezas que superan el medio millar.

### ✓ **Extracción forestal**

Si bien muchos pobladores extraían madera de manera informal hace ya varios años, en la actualidad la actividad de extracción forestal es ínfima en el área de influencia del proyecto de investigación. En el distrito se ubican dos concesiones forestales a nombre de la empresa EMPES S.A.C.

#### **c.4. Tenencia de la tierra de la microcuenca Huepetuhe**

La tenencia de la tierra en la microcuenca está conformada por las siguientes categorías:

- Estatal (concesiones mineras y concesiones forestales maderables)
- Privada (parcela agrícola).

---

<sup>5</sup> Fuente: Municipalidad Provincial de Tambopata, Plan de Desarrollo de la Provincia de Tambopata 2004-2021

#### 1.4. Variables

**Tabla 17: Variables e indicadores para el estudio**

TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	INDICADORES
Variable independiente	Actividad minera aurífera aluvial	Métodos de extracción
		Tiempo de extracción (año)
Variable dependiente	Niveles de contaminación de aguas superficiales	Cobre
		Mercurio
		Plomo
		Zinc
		pH
		Turbiedad
	Deforestación	Deforestación (ha)
		Taza de deforestación (ha/año)

*Fuente: elaboración propia - 2013*

#### 1.5. Hipótesis

Los impactos ambientales de la minería aurífera aluvial, afectan el agua superficial y cobertura boscosa, deteriorando la microcuenca del río Huepetuhe.

## **CAPITULO II: MARCO METODOLOGICO**

### **2.1 Tipo de investigación**

Para el presente trabajo de investigación:

**De acuerdo a la orientación:** La investigación fue de tipo Básica, porque estuvo orientada a lograr un nuevo conocimiento de manera sistemática y metódica.

**De acuerdo a la técnica de contrastación:** Fue descriptiva, ya que los datos obtenidos fueron directamente de la observación in situ.

### **2.2 Diseño de investigación**

El trabajo de investigación está basado en un diseño descriptivo; es decir, en una investigación de campo, que consistió en la recolección de los datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos (microcuenca de Huepetuhe), sin manipular o controlar variable alguna.

### **2.3 Población y muestra**

#### **Población:**

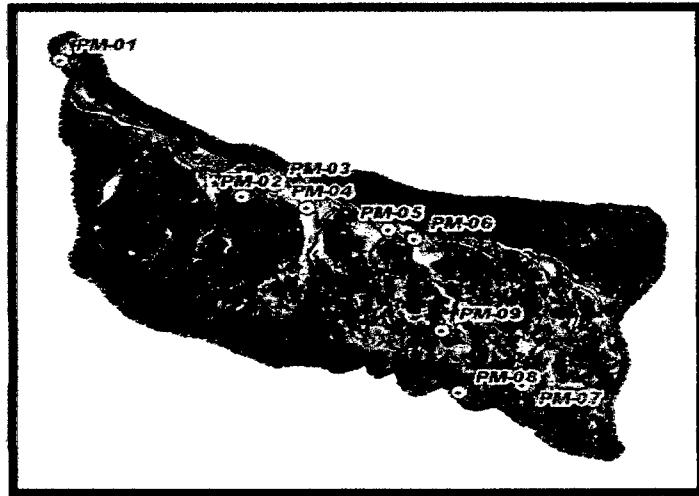
La población de estudio está conformada por todo el área de la microcuenca del río Huepetuhe, que, en su conjunto representan 6081.00 has y tiene un perímetro de 39,995 km; en ella se encuentran inmersos los centros poblados de Huepetuhe y Choque, que tienen un área aproximada de 77.15 ha y 2.5 has, respectivamente.

#### **Muestra:**

- a. Para el estudio de la calidad del agua superficial se toma 500 ml por cada punto de muestreo.
- b. Para determinar la deforestación se toma en cuenta el área total comprendido en la zona de estudio

En tanto que la muestra fue no probalística y representativa determinada por la investigadora de acuerdo a su experiencia.

**Imag. N° 14: Ubicación de puntos de muestreo**



Trabajo de campo / elaboración propia - 2013

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La recolección de datos se realizó en tres etapas:

**La primera etapa documental.-** Consistió en obtener información proporcionada por instituciones que tienen programas y proyectos sobre el ámbito; además de la información bibliográfica, registros climáticos, cartográfica y análisis de imágenes satelitales.

**La segunda etapa de campo.-** Consistió en la observación directa para la toma de datos sistematizados, identificación de impactos ambientales en las etapas de explotación y beneficio, toma de muestras de agua, entrevistas directas, encuestas y registro de coordenadas.

**La tercera etapa sistematización de la información.-** Consistió en el procesamiento de la información recopilada y análisis de los datos obtenidos en la zona de estudio.

Los instrumentos utilizados fueron: fichas de campo, fotografías aéreas y vistas satelitales privilegiando el uso del sistema de información geográfica: Arc GIS y QGIS (deforestación), Excel 2007.



## 2.4.1 Secuencias para el desarrollo del proyecto

**a. Etapa documental (gabinete inicial):** Consistió en la revisión y búsqueda documental, cartográfica y satelital y de toda la información posible del área en estudio como: mapas, estadística, climatológica, trabajos previos, textos, trabajos similares realizados en otras zonas, etc.).

- **Recopilación bibliográfica, cartográfica y satelital del área de estudio:** se realizó la recopilación de la bibliografía existente, cuya información pudiera ser útil para la evaluación del área. Además información cartográfica y satelital, incluyendo también mapas topográficos y geológicos.

### Adquisición de imágenes satelitales

Se utilizaron imágenes de satélite Landsat, se recopilará el material disponible, en ese sentido la información de sensores remotos más antigua que corresponden al satélite Landsat 3, Landsat 5, Landsat 7 y RESOURCESAT-I. Las imágenes son obtenidas de servidores del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) de Brasil, (imágenes satelitales de libre acceso).

**Tabla N° 18: Relación y características de imágenes de satélite para elaborar el análisis de la deforestación**

N°	Sensor	Path-Row	Fecha	Resolución Espacial (m)	Resolución espectral	Disponible
1	Landsat MSS	003-069	06/06/1980	Píxel 80x80 m	4 bandas	<a href="http://www.dgi.inpe.br">http://www.dgi.inpe.br</a>
2	Landsat TM	003-069	24/08/1990	Píxel 30x30 m	7 bandas	<a href="http://www.dgi.inpe.br">http://www.dgi.inpe.br</a>
3	Landsat ETM	003-069	23/05/2000	Píxel 15x15 m	8 bandas	<a href="http://www.dgi.inpe.br">http://www.dgi.inpe.br</a>
4	RESOURCESAT-I	307-086	01/09/2013	Píxel 23.5x23.5 m	4 bandas	<a href="http://www.dgi.inpe.br">http://www.dgi.inpe.br</a>

*Fuente: Elaboración propia - 2013*

Para una mejor interpretación del análisis de la deforestación en la zona de estudio las coberturas han sido clasificadas en 5 categorías de acuerdo a la clasificación general de coberturas boscosas según la FAO; pero acondicionadas de acuerdo a la necesidad de los resultados del presente estudio, clasificándose de la siguiente manera que se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla N° 19: Clasificación de coberturas adaptadas para el presente estudio**

Clase de cobertura	Definición
Áreas deforestados	Deforestación, Suelos sin vegetación y deforestación ocasionada por las actividades de extracción mineral, y cuerpos de agua que existen temporalmente generados por la actividad minera.
Bosque	Tierra con una cubierta por bosques primarios, definido como ecosistema boscoso con vegetación original, caracterizado por la abundancia de árboles maduros de especies del dosel superior o dominante, que ha evolucionado de manera natural y que ha sido poco perturbado por actividades humanas o causas naturales.
Área urbana	instalaciones de infraestructura urbana, centros poblados
Cuerpos de agua	Superficie ocupada por espejos de agua de los ríos, y quebradas, zonas inundables ocasionadas por lluvias intensas.
Áreas no evaluados	Son las áreas no evaluadas por falta de información en la imagen satelital debido a existencia de nieves y/o otras perturbaciones en la imagen.

*Fuente: Elaboración propia - 2013*

La metodología utilizada en su esencia es la teledetección, empleando la información de registros de datos capturados con sensores remotos (imagen satelital), La leyenda para el mapa, se realiza según a la metodología de clasificación de la FAO, acondicionado a la zona y al objetivo del estudio.

### **Interpretación visual de las imágenes**

Se emplea el método de interpretación visual, siguiendo los principios que sugiere la propuesta por Víctor Barrena y Carlos Vargas<sup>6</sup> (2003). donde sugiere que para la interpretación de la deforestación, tener en cuenta que zonas de selva tropical, la deforestación está influenciada principalmente por las carreteras, que hacen posible las actividades antrópicas, así como en las inmediaciones de los centros poblados conectados o no por carreteras y los centros poblados conectados por el transporte fluvial.

### **Adquisición de información cartográfica**

La información cartográfica usada como apoyo fue básicamente del mapa forestal, tipos de bosque, vegetación, entre otros referente a la flora, son fuentes de entidades que

<sup>6</sup> Barrena & Vargas, 2003. Metodología de Interpretación y Mapificación de Bosques Secundarios y Áreas intervenidas, utilizando imágenes Landsat, con fines de Inventario de Fuentes de Emisión de Gases de Efecto Invernadero. Lima, Perú

cuentan con información oficial y confiables tales como el INRENA, ONERN<sup>7</sup>, IIAP, ANP e IGN.

Para la cuantificación de los conflictos de uso se solicitó la información cartográfica actualizada a través del gobierno regional a las entidades que generan catastro de diversas actividades tales como el INRENA (concesiones forestales, reforestación, ecoturismo, conservación, etc.), INGEMMET (concesiones mineras), COFOPRI (predios agrícolas), FENAMAD (comunidades nativas), ANP (Tambopata, Baguaja Sonene, Amarakaeri).

- **Planificación del trabajo de campo:** Se estableció un plan de trabajo dentro de los días que se determinan estar en campo, considerando dos viajes: la primera en Agosto y la segunda en Setiembre del 2013.
- **Ubicación de puntos críticos:** como referencia para establecer la ubicación de los puntos críticos se contó con el mapa base de la zona (microcuenca de Huepetuhe).

Tomando en cuenta las áreas y considerando además, que los puntos a tomar permitirán obtener mayor información, de manera tal que las mismas se encuentren afectadas por la minería aurífera aluvial y otras no afectadas servirán de comparación.

**b. Etapa de campo:** El trabajo de campo se realizó en agosto y setiembre del 2013.

**El primer trabajo de campo:** se desarrolló durante la primera semana del mes de agosto y comprendió la observación sistemática de los componentes del medio físico – biológico y el medio socio-económico. Asimismo, se realizaron entrevistas directas con los pobladores, concesionarios mineros, organizaciones civiles y autoridades, presentes en la zona de estudio. Registrándose además coordenadas de centros poblados, caminos principales y otros centros de interés.

- **Identificación de impactos ambientales**

Los impactos ambientales de la minería aurífera han sido identificados a través de la observación in situ, revisión bibliográfica, contrastación con listas de verificación para

---

<sup>7</sup> Oficina de Evaluación de Recursos Naturales - Lima

actividades similares. Además se han elaborado diagramas de flujo para identificar las principales cadenas de impactos directos e indirectos e interacciones en el ambiente. La descripción y sustentación de estos impactos se basa en fuentes bibliográficas, con información complementaria proveniente de las entrevistas en la zona de estudio. Los resultados de la identificación y caracterización de los impactos se presentan en el capítulo III.

**El segundo trabajo de campo:** Se realizó durante la primera semana del mes de setiembre, registrándose los principales cambios en la zona de estudio (microcuenca de Huepetuhe), identificándose las principales fuentes de afectación (impactos ambientales) presentes en el área en estudio. Además la recolección de muestras de agua y registro de datos de patrones espectrales.

- **Entrevistas**

Las entrevistas se organizaron en dos grupos según su finalidad. El primer grupo se realizó con el propósito de comprender la problemática ambiental e identificar los impactos ambientales de la minería aurífera aluvial en la microcuenca de huepetuhe, para lo cual se entrevistaron a representantes de organizaciones mineras, instituciones de la región e investigadores sociales y ambientales del tema minero en la región. En estas entrevistas se aplicó una estructura de preguntas libres. En la tabla siguiente se detalla las personas entrevistadas en este primer grupo.

**Tabla 20: Entrevistas del primer grupo**

Grupo social	Personas entrevistadas.
Representantes de organizaciones mineras	Marco Baca Cazas Presidente: Asociación de mineros del distrito de Huepetuhe
	Luis Otzuka Salazar Presidente: Federación Minera de Madre de Dios (FEDEMIN)
	Rosa María Inquitupa Presidente: Comunidad minera 5 de julio
	Ronald Rojas Villalobos Gerente Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente
	César Ascorra, Biólogo y Secretario General de Carita-MDD
Instituciones de la región	Jesús Saúl Ortega Martínez Director Administración Local de Agua - Puerto Maldonado
	Natalia del Pilar Díaz Díaz Jefe Ofic. Desconcentrada OEFA
	Victor Hugo Pachas, Antropólogo de Earth First.
	César Victoria, Antropólogo de la Asociación para la investigación y el Desarrollo Integral (AIDER).

Fuente: Trabajo de campo / Elaboración propia - 2013

El segundo grupo de entrevistas se realizó con el objetivo de determinar el diagnóstico socio ambiental. La estructura de las entrevistas fue flexible, en una primera parte se consultaron datos personales, principales actividades económicas e información sobre las características y variación de la microcuenca Huepetuhe, etc.

**Tabla N° 21: Entrevistas del segundo grupo**

Grupo social	Personas entrevistadas	
Emprearios mineros	Marco Baca Casas, empresario minero de Huepetuhe. César Eduardo Espinoza García, empresario minero. María Jancco Jancco, empresaria minera. Gregoria Casas Huamanhuilca, empresaria minera.	
Obreros mineros	Pascuala Quispe Turpe Florencio Choquepata César Choque Mamani Silverio Paredes Yucra Roger Lisca mandujano Alejandro Tevez Castro Joaquín Quispe Condori	Ramiro Pomares Espinoza Jorge Yauri Mendoza Julián Dávila Alarcón Otros.
Organizaciones civiles	Jorge Nicolás Calanche Huamán, presidente de la Mesa de Concertación William Sánchez Mayat, presidente de la comunidad Boca Bamberne. Ubia Huilca Tapada, presidente vaso de leche.	

*Fuente: Trabajo de campo / Elaboración propia - 2013*

**Imag. N° 15: Tesista realizando entrevistas a pobladores**



- **Colección de muestras de agua en río y quebradas**

En los puntos fijos de muestreo se consideraron los parámetros más relevantes para la actividad establecidos en los ECA del D.S. 002-2008-MINAM en su Categoría 3 (Riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto) y Categoría 4 (Conservación del Ambiente acuático):

- Mercurio Hg
- Plata Ag
- Aluminio Al
- Cadmio Cd
- Cromo Cr
- Cobre Cu
- Fierro Fe
- Manganeso Mn
- Fosforo P
- Plomo Pb
- DBO
- Salmonella
- Vibrio Cholerae

La microcuenca de Huepetuhe tiene una intensa actividad minera, su cauce tiene una extensión de casi 19.1 km. Las aguas del río Huepetuhe son alimentadas por las quebradas: Santa Elena, Nueve de Septiembre, Buena Fortuna, Libertad, Padilla, Choque, San Juan y Nueva Alta. La quebrada Santa Elena desapareció producto de la minería y la quebrada Libertad está en camino de desaparecer totalmente producto del embalse de aguas.

El siguiente cuadro muestra la ubicación de los puntos de muestreo.

**Tabla N° 22: Puntos de monitoreo de calidad de agua superficial.**

CODIGO	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	COORDENADA		ALTITUD
				N.	E	
PM-01	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8567648	323960	313
PM-02	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8564080	327690	344
PM-03	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8564398	328287	353
PM-04	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8563786	328913	369
PM-05	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8563214	330500	378
PM-06	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8562946	330986	384
PM-07	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8559030	333054	474
PM-08	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8558834	331716	502
PM-09	M. DIOS	MANU	HUEPETUHE	8560512	331526	427

Fuente: trabajo de campo / elaboración propia - 2013

Para determinar la calidad del agua superficial en la zona de estudio se tomaron 09 muestras en los puntos establecidos de acuerdo al muestreo del PROTOCOLO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA.

Las secciones de control estaban en relación con los puntos de muestreo, éstos se identificaron bajo el criterio de impacto sinérgico, reversibilidad y resiliencia. Se determinó 06 puntos de muestro en cuerpos de aguas fluviales, 02 embalses de origen antrópico y 01 en manantial. Los puntos de control fluviales se ubicaron antes de las desembocaduras de los afluentes más alterados por la actividad minera, pudiendo estimar el aporte de contaminante de cada afluente.

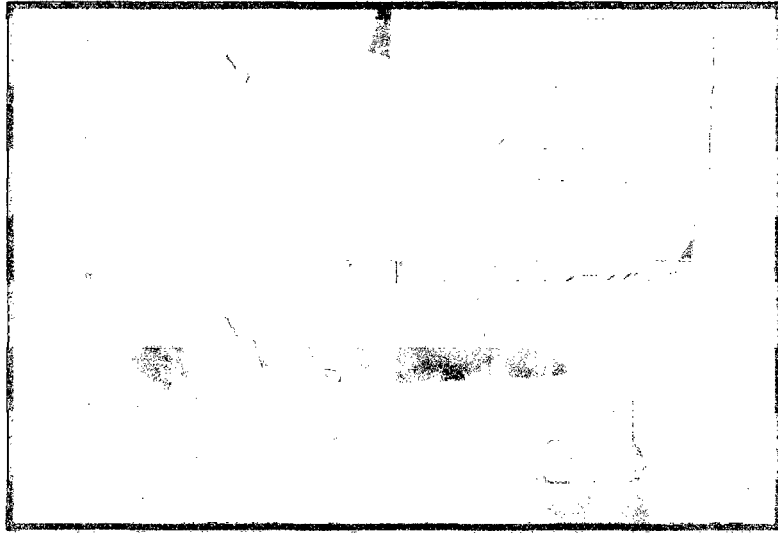
Para los embalses se determinó los ubicados en las partes altas de la microcuenca, dado que éstos por infiltración transportan sus contaminantes a las partes más bajas de la cuenca alterando sus características físicas y químicas de los suelos a su paso. En el caso del manantial se ubicó en la parte alta, puesto que las partes más bajas de la zona de estudio se encuentran desprovistas de vegetación y los suelos removidos; alterando la morfología natural.

La toma de muestras se realizó de la siguiente manera:

- ✓ 03 muestra en el río Huepetuhe (parte baja, media y alta)
- ✓ 03 muestras en la desembocadura de las quebradas más afectadas (Choque / Padilla / Fortuna).

- ✓ 02 muestras en cuerpos de agua embalsadas dentro de concesiones mineras.
- ✓ 01 muestra en manantial que nació de un suelo trabajado, con flujo temporal, recolectándose la muestra al día siguiente de una fuerte precipitación.

**Imag. N° 16: Recolección de muestras de agua**



*Fuente: Trabajo de campo - 2013*

Las muestras recolectadas, preservadas, rotuladas y debidamente embaladas fueron enviadas a la ciudad de Lima y entregadas al laboratorio CIMM PERU con su respectiva cadena de custodia para el análisis correspondiente (ver resultados en el capítulo III).

### **2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Los parámetros monitoreados fueron procesados de acuerdo a D.S. N° 002-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” categoría 3 (riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto) y categoría 4 (conservación del ambiente acuático).

El análisis cualitativo de las observaciones y entrevistas se realizó a partir de la transcripción y organización por temas, se evaluó su calidad y adecuación para la investigación. Seguidamente se seleccionaron los segmentos relevantes o unidades de



análisis para su clasificación y comparación que se utilizó para establecer relaciones y patrones. Posteriormente fueron sistematizados para la elaboración de tablas y gráficos.

Para la elaboración del mapa de deforestación se utilizaron 4 imágenes de satélite de los sensores Landsat 3, Landsat 5 (TM) y Landsat 7 (ETM). Combinación de las bandas 543, la escala de trabajo fue de 1/35000.

El procesamiento de las imágenes de satélite se realiza utilizando el programa QGIS 1.8, mientras que para la interpretación de las imágenes se utiliza ArcGIS 9.2

## CAPITULO III: RESULTADOS

### 3.1. Resultados

#### 3.1.1 Calidad del agua superficial.

Las muestras fueron recolectadas, preservadas, rotuladas y embaladas bajo los criterios del PROTOCOLO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA, y entregadas al laboratorio CIMM PERU con su respectiva cadena de custodia.

A continuación se muestran los resultados de los parámetros en los que se exceden los Estándares de Calidad Ambiental en sus dos categorías.

**Tabla N° 23: Características visuales de los puntos de muestreo para calidad del agua superficial en la zona de estudio**

CODIGO	TIPO DE CUERPO DE AGUA	ASPECTO VISUAL	OBSERVACIONES
PM - 1	Agua superficial - río	Color chocolate turbia t transparencia nula, Acumulación de sedimentos en orilla.	Monitoreo con precipitación ligera, desembocadura del río
PM - 2	Agua superficial - río	Color olivo claro, muy poca turbidez, transparencia buena.	Desmontera ubicada en la margen izquierda de pequeña quebrada
PM - 3	Agua superficial - río	Color chocolate turbia t transparencia nula, Acumulación de sedimentos en orilla.	Monitoreo tomada entre la desembocadura de las quebradas Choque, Padilla y río Huepetuhe
PM - 4	Agua superficial - río	Color chocolate turbia t transparencia nula, Acumulación de sedimentos en orilla.	Monitoreo tomado en la desembocadura de la quebrada Padilla.
PM - 5	Agua superficial - río	Color chocolate turbia t transparencia nula, Acumulación de sedimentos en orilla.	Monitoreo tomado entre la desembocadura de la quebrada fortuna y Padilla.
PM - 6	Agua superficial - río	Color chocolate turbia t transparencia nula, Acumulación de sedimentos en orilla.	Monitoreo tomado en la desembocadura de la quebrada fortuna.
PM - 7	Agua superficial - laguna	Color olivo claro, muy poca turbidez, transparencia buena.	Monitoreo tomado en parte alta de la microcuenca: embalse de origen antrópico
PM - 8	Agua superficial - manatial	Incoloro	Filtración de agua al pie de desmontera: parte alta de la microcuenca.
PM - 9	Agua superficial - laguna	Color turqueza	Monitoreo tomado en parte media de quebrada Fortuna

*Fuente: Trabajo de campo / elaboración propia – 2013*

A continuación se muestran los resultados de los parámetros en los que se exceden los Estándares de Calidad Ambiental en sus dos categorías.

**Tabla N° 24: Parámetros químicos, físicos y biológicos, evaluados en la zona de estudio**

Parámetro	Parámetro evaluados	Unidad	Puntos De Muestreo									ECA Categoría 3
			PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
Químicos	Hg(l)	mg/L	0.0005	0.0005	0.0005	0.0009	0.0023	0.0012	0.0005	0.0005	0.0005	0.001
	Ag(l)	mg/L	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
	Al(l)	mg/L	2155	0.5	33.43	37.65	22.47	46.36	0.74	0.04	0.06	5.00
	Cd(l)	mg/L	0.003	0.001	0.004	0.004	0.003	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.005
	Cr(6) (l)	mg/L	0.038	0.004	0.063	0.078	0.041	0.08	0.004	0.004	0.004	0.1
	Cu(l)	mg/L	0.033	0.003	0.054	0.085	0.031	0.058	0.003	0.003	0.003	0.2
	Fe(l)	mg/L	32.5	2.09	47.85	46.22	36.36	75.89	111	0.3	0.05	100
	Mn(l)	mg/L	0.461	0.049	1569	176	0.247	0.309	0.027	0.031	0.072	0.2
	P(l) (fosfatos)	mg/L	0.57	0.06	0.8	0.81	0.62	136	0.06	0.06	0.06	100
	Pb(l)	mg/L	0.02	0.01	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05
	DBO	mg/L	2	2	2.1	2	2	2	2	2	2	5.00
Físicos	Temperatura	Celsius	28	30.6	35.5	36	35.5	36.2	34	32.5	29.6	
	pH	Unidad	2.5	3	2.45	2.35	2.53	2.1	2.5	3	3	6.5- 8.4
	Conductividad	uS/cm	2	1	2	1	2.6	2	0	0	0	< 5000
	Sol. Tot. Susp.	mg/L	1	0	1	0	2	1	0	0	0	303.00
Biológicos	Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente
	Vibrio Cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente

Elaboración propia – 2013

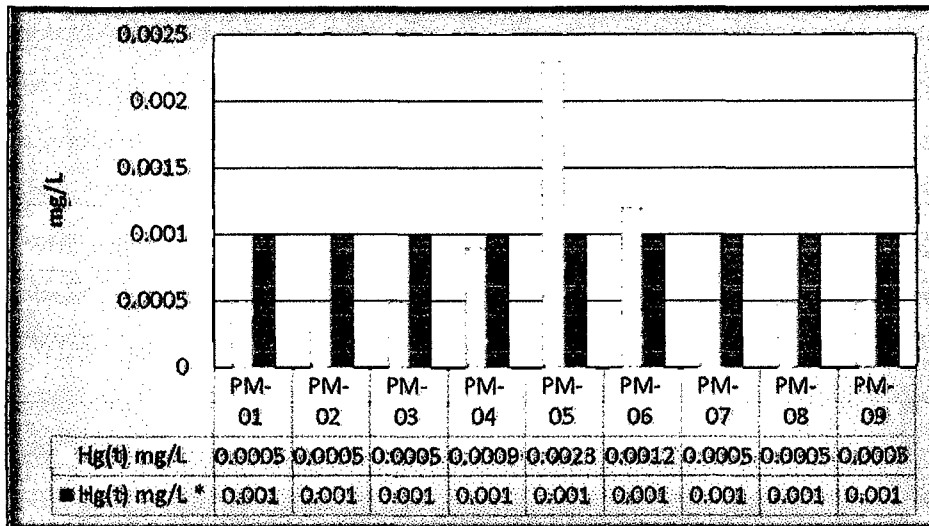
### a) Mercurio (Hg)

El mercurio metal pesado que genera mayor impacto en las aguas por degradación química. Durante la amalgamación los impactos ambientales son bajos, excepto en el uso del manejo del mercurio que afecta directamente al minero que opera de manera inadecuada.

En el refogado de la amalgama los impactos ambientales son altos debido a la emisión de mercurio al aire; similar situación se presenta en las tiendas de comercialización de oro.

En la etapa de beneficio y comercialización los impactos ambientales negativos son relevantes.

**Figura 10: Concentraciones de Hg Vs. ECA Categoría 3  
(microcuenca del río Huepetuhe)**



Fuente: Trabajo de campo / Elaboración propia - 2013

En la figura se puede observar la mayor concentración de Hg se encuentra en el PM-05 que se ubica aguas abajo de la desembocadura de la quebrada Fortuna, esto no refleja un grado mayor de contaminación en la parte alta de la cuenca, producto de la acumulación de las actividades de refogado en las concesiones y refogado final en las tiendas que comercializan el oro en el centro urbano de Huepetuhe. A esto se suma el aporte de refogado en las concesiones que provienen de la quebrada Fortuna y la quebrada Nueve de Septiembre.

En los puntos de muestreo PM-07 (0.0005), PM-08 (0.0005) y PM-09 (0.0005) la concentración de mercurio está por debajo del límite inferior de perceptibilidad. Estos puntos se encuentran en la parte alta de la cuenca, PM-07 y PM-09 pertenecen a embalses de origen antrópico, este resultado es por la lejanía de las instalaciones de procesamiento de refogado, estas aguas sirven para lavar el material aluvial proveniente de terrazas de llanura o de piedemonte.

En el punto de muestreo PM-08 la concentración de Hg también está por debajo del límite inferior de perceptibilidad. Este punto se encuentra en la parte alta, cerca de la divisoria de aguas (*divortium aquarum*), estas aguas filtran de un manantial gracias a una falla que atraviesa la microcuenca adyacente, la cual proporciona a través de una desmontera agua a una vivienda de un leñador.

En el punto de muestreo PM-04 (0.0009) la concentración de Hg es menor y no excede el ECA para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, pero si excede el ECA para conservación del ambiente acuático de la selva. Este punto se encuentra aguas arriba antes de desembocar en la quebrada Padilla, obviamente en la parte alta de esta quebrada la actividad de refogado es menor, menguando a esta concentración el hecho de estar lejos de las tiendas comercializadoras.

En el punto de muestreo PM-02(0.0005) las concentraciones son imperceptibles por los métodos analizados, pero no resta importancia este hecho debido a que el ECA para ambiente acuático de la Selva es mucho más exigente. Este punto se ubica en la quebrada Choque, y sirve de abastecimiento para el C.P.M. de Choque, que a través de un tanque de agua distribuyen el líquido elemento a la población. Cabe mencionar que el agua del tanque no recibe ningún tratamiento.

En los puntos de muestreo PM-01 (0.0005) y PM-03 (0.0005) Las concentraciones también son imperceptibles. El primer punto se encuentra aguas arriba en el río Huepetuhe antes de la desembocadura al río Puquiri. El tercer punto entre las desembocaduras de la quebrada Padilla y quebrada Choque. Las concentraciones aquí son mínimas por una cuestión de dilución, al cargarse el río y recibir más agua de otros afluentes aumenta el solvente y el soluto (Hg) disminuye su concentración. A esto se suma la resiliencia que es la habilidad o la capacidad que tiene la naturaleza para absorber el estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos, este proceso no es una solución pues demoraría cientos de años en regresar a sus condiciones normales.

#### **b) Aluminio (Al)**

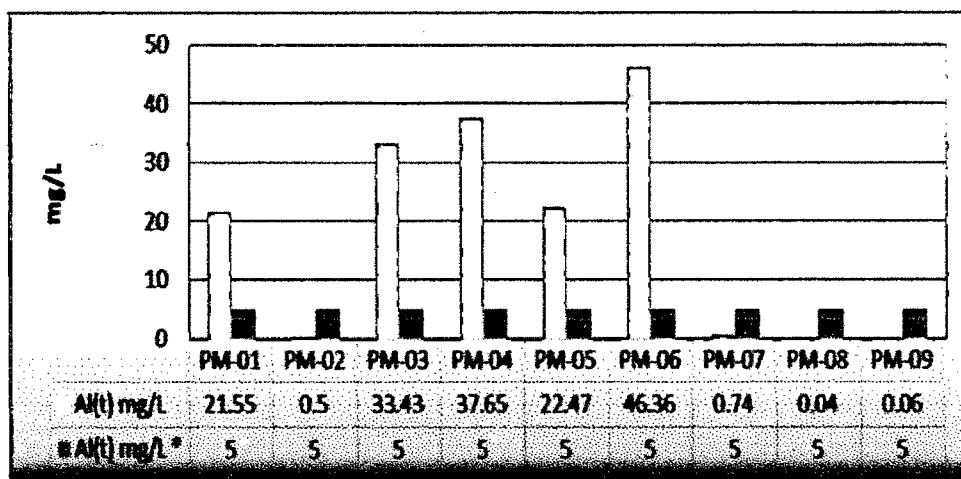
El Aluminio es uno de los metales más ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre. Debido a este hecho, el aluminio es comúnmente conocido como un compuesto inocente.

El aluminio en la zona de influencia del proyecto se genera por el movimiento de tierras y el lavado de material, para separar el material grueso del fino. El aluminio acompaña en la línea de proceso de producción de oro desde la remoción de suelos hasta el vertido de material fino el que pasara a formar parte de la lama, y que después por el proceso de erosión fluvial es arrastrado a las partes bajas de la microcuenca aguas abajo o será depositado en las orillas o formando parte de islas.

Los efectos del Aluminio han atraído nuestra atención, mayormente debido a los problemas de acidificación. El Aluminio puede acumularse en las plantas y causar problemas de salud a animales que consumen esas plantas. Las concentraciones de Aluminio son muy altas en la microcuenca de Huepetuhe. Una de las razones por las que el número de peces y anfibios es nulo debido a las reacciones de los iones de Aluminio con las proteínas de las agallas de los peces y los embriones de las ranas.

Altas concentraciones de Aluminio no sólo pueden ser encontrados en las aguas y aire de la microcuenca, sino también, en aguas subterráneas y suelos ácidos. Hay fuertes indicadores de que el Aluminio puede dañar las raíces de los árboles cuando están localizadas en las aguas subterráneas.

**Figura 11: Concentraciones de Al Vs. ECA Categoría 3  
(microcuenca del río Huepetuhe)**



*Fuente: Trabajo de campo /Elaboración propia- 2013*

Los resultados no es más que un reflejo de las distribución de las zonas con más movimiento de suelos y actividad de lavado de materiales, como figuran en PM-06 (46.36) y PM-04(37,65) que tienen mayores concentraciones, producto de las actividades en las quebradas Fortuna y Quebrada Padilla, respectivamente, cabe mencionar que en la parte alta de la quebrada Fortuna las actividades son realizadas con maquinaria pesada de mayor capacidad de tonelaje y en mayor número de unidades. Por otro lado las actividades en la parte alta de la quebrada Padilla se realizan con maquinaria pesada pero en menor número.

Los resultados también reflejan la distribución de las concesiones, puesto que el PM-06 registra las concentraciones colectadas de la parte alta de la quebrada Fortuna, en la cual existe una mayor cantidad de concesiones superpuestas, esto implica una mayor cantidad de mineros “invitados” por los titulares mineros, a diferencia de PM-04 que registra las concentraciones de la parte alta de la quebrada Padilla, en la cual existe una menor cantidad de concesiones sobrepuestas, por ende, menor número de mineros invitados.

Los resultados de PM-01 (21.55), PM-03 (33,43), PM-05 (22.47) son de menor concentración pero siguen excediendo los ECAS, estos se ubican en el río Huepetuhe, en la desembocadura, entre las quebradas de Choque y Padilla, y entre las quebradas de Padilla y Fortuna, respectivamente.

La concentración de PM-05 (22.47 mg/l) hace referencia a la dilución del punto PM-06 (46.36mg/l) con las aguas escurridas de la parte alta de la microcuenca, luego estas aguas al llegar a la desembocadura de la quebrada Padilla, que tiene una concentración en el PM-04 (37.65 mg/l) incrementa su concentración reflejados en PM-03 (33.43 mg/l). Las aguas que siguen su curso al juntarse con las aguas de la quebrada Choque disminuyen la concentración para luego reflejar una concentración en la desembocadura del río Huepetuhe en el punto PM-01 (21.55 mg/l) mucho menor a las representadas en los puntos de monitoreo de las quebradas aportantes.

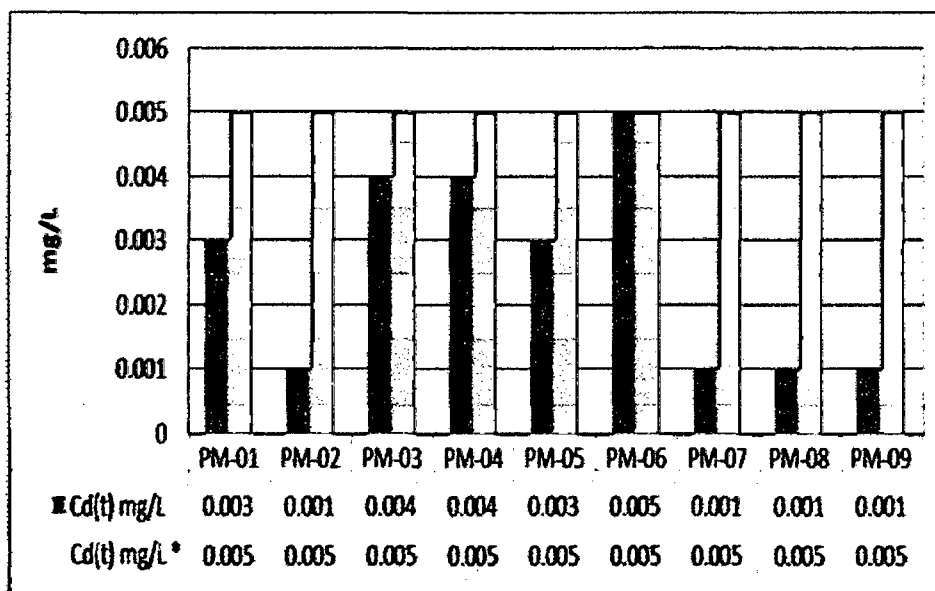
PM-02, tiene una concentración mínima puesto que aquí no se produce mucho movimiento de tierra, estas aguas son captadas en la parte alta para el abastecimiento del Centro Poblado de Choque PM-07 (0.74) y PM-09 (0.06), reflejan concentraciones por debajo del límite de detección, estos cuerpos de agua son embalses de origen antrópico, deteniendo el curso natural de la quebrada, que sirven para la actividad de lavado de material, por tanto el agua no es reutilizada y no incrementa las concentraciones de aluminio (Al). PM-08 (0.74) es el cuerpo de agua con menor concentración, pertenece a una filtración de agua subterránea.

### **c) Cadmio (Cd)**

El cadmio puede ser encontrado mayoritariamente en la corteza terrestre. Este siempre ocurre en combinación con el Zinc. El cadmio también consiste en las industrias de

extracciones como inevitable subproducto del zinc, plomo y cobre. También se encuentra en productos como las baterías y pilas.

**Figura 12: Concentraciones de Cd Vs. ECA Categoría 3  
(microcuenca del río Huepetuhe)**



*Elaboración propia - 2013*

Como se puede apreciar en la figura las concentraciones de Cd no sobrepasan los estándares de calidad en la categoría 3, a excepción de PM-06 (0,005) que se encuentra en el límite, a consecuencia de la remoción de material y baterías arrojadas al botadero que se ubica a 1.5 km. del centro urbano Huepetuhe, en la margen derecha del río del mismo nombre, arrastrando materiales con contenido de Cd en las crecidas.

En el PM-03 (0,004) y PM-04 (0,004) las concentraciones no llegan a los estándares de calidad en la categoría 3, pero si están en el límite de los estándares de calidad en la categoría 4 (parámetros para ríos de la selva). Estos registraron estas concentraciones por generarse de la misma manera que en el PM-06, a diferencia que es en menor proporción.

En PM-01 (0,003) y PM-05 (0,003) se registraron concentraciones menores por disolución de los metales, no obstante dejan de ser preocupantes dado que el Cd al igual que el Hg pueden permanecer por periodos prolongados en los organismo y son difíciles de eliminar.

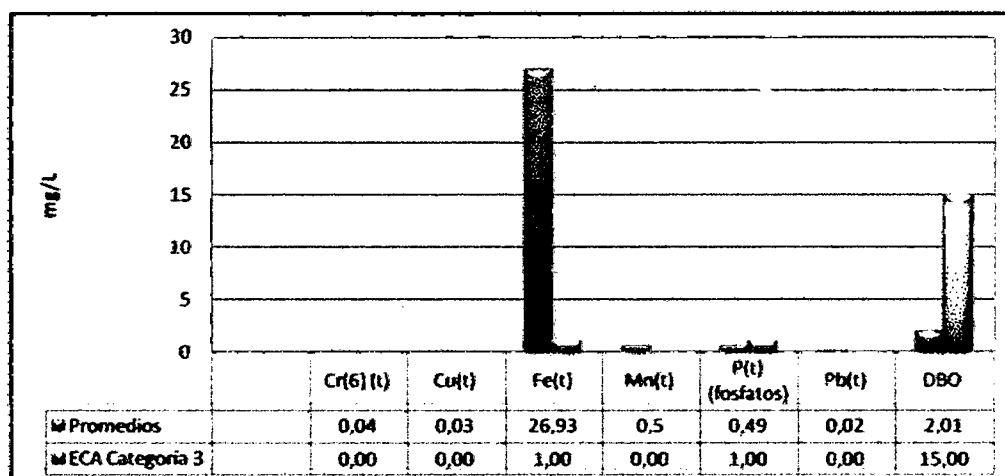


**Tabla N° 25: Promedio de otros parámetros químicos, evaluados en la zona de estudio**

Parámetro evaluados	Unidad	Puntos De Muestreo									Promedios	ECA Categoría 3
		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09		
Cr(6) (t)	mg/L	0.038	0.004	0.063	0.078	0.041	0.08	0.004	0.004	0.004	0,04	0.1
Cu(t)	mg/L	0.033	0.003	0.054	0.085	0.031	0.058	0.003	0.003	0.003	0,03	0.2
Fe(t)	mg/L	32.5	2.09	47.85	46.22	36.36	75.89	1.11	0,3	0,05	26,93	1,00
Mn(t)	mg/L	0.461	0.049	1.569	1.716	0.247	0.309	0.027	0,031	0,072	0,5	0.2
P(t) (fosfatos)	mg/L	0.57	0.06	0.8	0.81	0.62	1.36	0.06	0,06	0,06	0,49	1,00
Pb(t)	mg/L	0.02	0.01	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	0,01	0,01	0,02	0.05
DBO	mg/L	2	2	2.1	2	2	2	2	2	2	2,01	15,00

Elaboración propia - 2013

**Figura 13: Promedio de otros parámetros químicos Vs. ECA Categoría 3 (microcuenca del río Huepetuhe)**



Elaboración propia - 2013

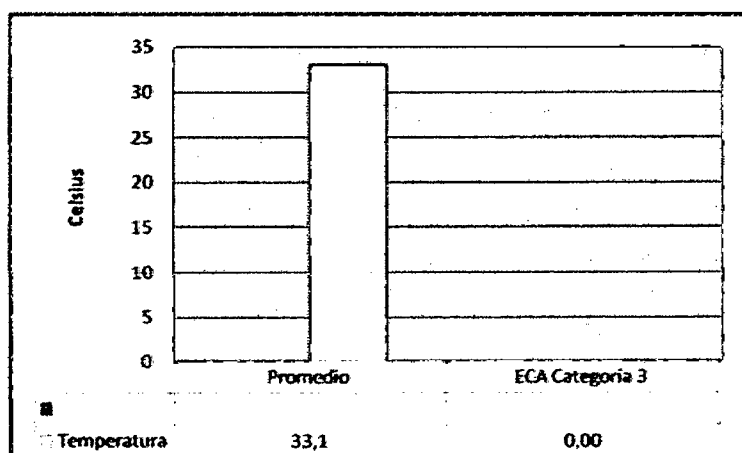
Como se puede apreciar en la figura 21, tanto el Hierro (Fe) como la DBO, se encuentran en concentraciones elevadas que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental categoría 3. Los resultados no es más que un reflejo de la distribución de las zonas con mayor movimiento de tierras y actividad de lavado de materiales. La presencia de hierro en los cuerpos de agua provoca precipitado y una coloración no deseada.

**Tabla N° 26: Parámetros físicos evaluados en la microcuenca Huepetuhe**

Parámetro evaluados	Puntos De Muestreo										Promedios	ECA Categoría 3
	Unidad	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09		
Temperatura	Celsius	28	30,6	35,5	36	35,5	36,2	34	32,5	29,6	33,1	
pH	Unidad	2,5	3	2,45	2,35	2,53	2,1	2,5	3	3	2,6	6.5- 8.4
Conductividad	uS/cm	2	1	2	1	2,6	2	0	0	0	1,2	<5000
Sol. Tot. Susp.	mg/L	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0,6	303,00

Elaboración propia – 2013

**Figura 14: Temperatura promedio Vs. ECA Categoría 3 en la zona de estudio**



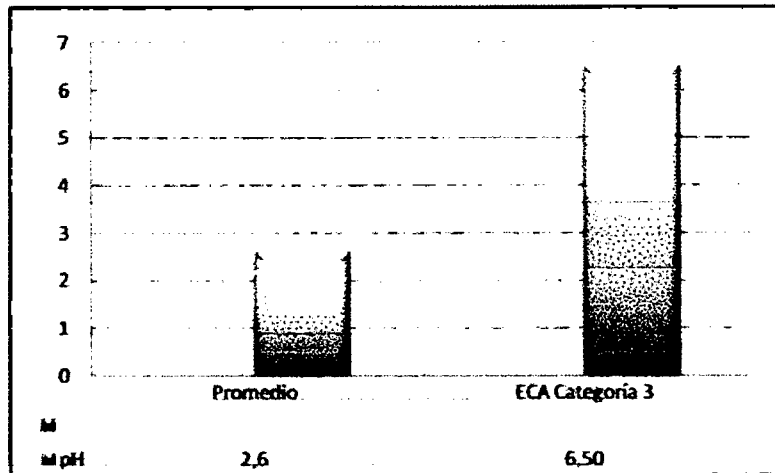
Elaboración propia - 2013

**Tabla N° 27: pH promedio en la microcuenca Huepetuhe**

Parámetro evaluados	Puntos De Muestreo										Promedio	ECA Categoría 3
	Unidad	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09		
pH	Unidad	2,5	3	2,45	2,35	2,53	2,1	2,5	3	3	2,6	6,50

Elaboración propia - 2013

**Figura 15: pH promedio Vs. ECA Categoría 3 en la zona de estudio**



Elaboración propia - 2013

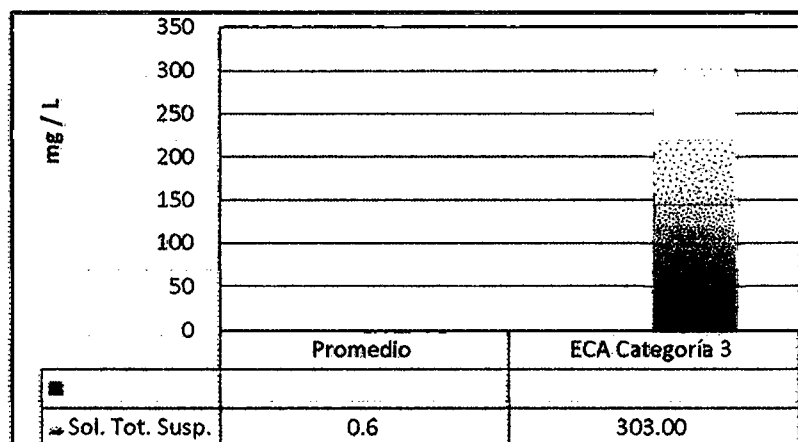
Como se puede apreciar en la figura, el pH de las aguas superficiales presentes en la microcuenca, se encuentran por debajo de los establecidos por los ECA categoría 3.

**Tabla N° 28: Promedio de Sólidos Totales Suspendedos en la zona de estudio**

Parámetro evaluado	Unidad	Puntos De Muestreo									Promedio	ECA Categoría 3
		PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09		
Sol. Tot. Susp.	mg/L	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0,6	303,00

Elaboración propia - 2013

**Figura 16: Promedio de sólidos totales suspendedos Vs. ECA Categoría 3 en la zona de estudio**



Elaboración propia - 2013

De acuerdo a la figura se puede observar que los resultados se encuentran por debajo de los ECA categoría 3

**Tabla N° 29: Parámetros biológicos, evaluados en la microcuenca Huepetuhe**

Parámetro evaluados	Puntos De Muestreo									ECA Categoría 3
	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente
Vibrio Cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente

*Elaboración propia - 2013*

Los parámetros biológicos evaluados presentan ausencia tanto de Salmonella como de Vibrio Cholerae en las aguas superficiales presentes en la zona de estudio. Los resultados demuestran la lejanía de los campamentos o asentamientos poblados de los centros de trabajo minero. También se debe a la capacidad de autodepuración de las aguas.

### 3.1.2 Identificación de impactos ambientales de la minería aurífera aluvial en la zona de estudio.

Tabla N° 30: Identificación de impactos ambientales más significativos de la minería aurífera aluvial en la zona de estudio.

Impactos ambientales	Fuente							
	Listas de verificación			Revisión de fuentes bibliográficas				
	Sánchez 2000:56	García 1998:4.4.3	UNECE 1995:52-53	Dourojeanni 2009: 64	IAP-MINAM 2011:66	Medina 2007 a:8; 2007 b: 13-15	Mosquera 2009:36	Moschella 2011: 49
<b>Medio físico</b>								
Alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas	x	x	x	x	x	x	x	x
Alteración de cursos de agua	x	x		x		x	x	x
Aumento de la turbidez del agua	x	x	x			x		x
Alteración del ciclo hidrológico	x	x				x		x
Alteración del caudal de agua superficial o subterránea	x	x	x					x
Degradación del suelo	x	x	x	x			x	x
Aumento de la erosión	x	x	x	x				x
Alteración de la morfología	x					x		x
Alteración del paisaje		x	x	x	x		x	x
Contaminación por hidrocarburos				x		x	x	x
Contaminación por mercurio				x		x		x
Emisión de ruido	x		x		x		x	x
Acumulación de cascajo y grava						x	x	x
Colmatación de sedimentos en los cauces del río y fangos en el suelo							x	x
Alteración de la calidad del aire	x		x	x				x
Contaminación con residuos sólidos							x	

<b>Medio biológico</b>								
Deforestación o eliminación de la cobertura vegetal	x	x	x	x	x	x	x	x
Destrucción y degradación del hábitat	x	x	x					x
Alteración del ecosistema acuático	x	x	x	x		x	x	x
desplazamiento de la fauna	x	x	x					x
Pérdida de biodiversidad	x	x	x	x				x
<b>Medio social</b>								
Inmigración	x	x		x		x	x	x
Crecimiento de centros poblados sin planificación y con demanda de servicios básicos						x	x	x
Afectación a la salud humana	x	x	x	x	x			x
Alteración en los modos de vida y cultura tradicional	x	x	x	x				x
Incremento de la prostitución y delincuencia				x	x			x
Cambios en la economía local	x	x						x
Conflictos por el uso de la tierra					x		x	x

*Fuente: trabajo de campo / elaboración propia – 2013.*

Por lo general, todos estos impactos generan otros impactos indirectos en el ecosistema y en su conjunto alteran los siguientes servicios ecosistémicos:

#### **a. Servicios de base**

- Degradación del suelo (por la remoción y compactación).
- Alteración de los ciclos de los nutrientes (por la deforestación).

#### **b. Servicios de suministro**

- Degradación de la calidad del agua (por la emisión de mercurio, alteración de cursos de agua y el incremento de la turbidez por sedimentos).
- Degradación de la calidad del aire (por la emisión de mercurio).
- Reducción de los recursos forestales (por la deforestación).
- Reducción de suministro de alimentos vegetales y animales (por la destrucción del hábitat con la deforestación y afectación al ecosistema acuático).
- Reducción de los recursos genéticos (por la destrucción del hábitat).

### **c. Servicios de regulación**

- Alteración microclimática (por la deforestación)
- Contribución al incremento del efecto invernadero (por la deforestación y uso de combustibles fósiles).
- Alteración de funciones del ecosistema acuático (por la alteración de cursos y el aumento de la turbidez).
- Alteración del ciclo hídrico (por la deforestación y la alteración de cursos).

### **d. Servicios culturales**

- Reducción del valor paisajístico y turístico

Además, la disminución de los servicios ecosistémicos tiene como consecuencia la pérdida del bienestar humano en los siguientes aspectos:

- ✓ Disminución de la disponibilidad de bienes materiales básicos como recursos forestales y genéticos.
- ✓ Alimentación inadecuada por reducción y contaminación del pescado y disminución de disponibilidad de frutos del bosque y animales de caza.
- ✓ Falta de agua y aire limpios con consecuente riesgo de enfermedades.
- ✓ Aumento de conflictos por competencia del espacio y los recursos.
- ✓ Disminución de las libertades y opciones.

De todos los impactos indicados, la deforestación es el que genera más impactos indirectos en el ambiente, razón por la cual podría considerarse como el impacto principal en la zona de estudio.

#### **3.1.2.1 Impactos ambientales en la fase de explotación**

El proceso de explotación minera en la microcuenca del río Huepetuhe, empieza con el talado de árboles; el desbroce que viene a ser el descampado del suelo edáfico con la utilización de motosierras, tractor agrícola o forestal para el arrastre de los árboles caídos. Después se procede a la sustracción del material más consolidado (minerales in situ), esto se realiza mediante retroexcavadoras que pueden llegar hasta 20 ó 50 metros de profundidad de acuerdo a los cortes observados en algunas zonas; posteriormente el

carguío y el transporte se da con retroexcavadoras, cargadores frontales y volquetes; y la descarga permite desarrollar el proceso gravimétrico de selección de la arena aurífera y la eliminación y almacenamiento de los lodos de desecho a la parte baja de la cancha.

En esta fase se han identificado los siguientes impactos directos, que a su vez generan otros sobre el medio físico, biológico y social:

- Deforestación.
- Remoción del suelo.
- Alteración de la morfología y cauces.
- Alteración del caudal superficial y subterráneo
- Contaminación por hidrocarburos
- Emisión de ruido

#### **a) Deforestación**

La deforestación en la microcuenca Huepetuhe genera una amplia barrera para la movilidad de individuos faunísticos y florísticos, así como el flujo del material genético. Sumado a la reducción de la diversidad genética ocasionada por la misma reducción de poblaciones de flora y fauna. La pérdida de la biodiversidad podría incluir especies e información genética no conocida por la ciencia.

Las diversas formas de disminución de las poblaciones y la biodiversidad, limitan la provisión de recursos forestales como madera y frutos, y la escasez de fauna para la caza y pesca.

La deforestación en la microcuenca Huepetuhe genera una amplia barrera para la movilidad de individuos faunísticos y florísticos, así como el flujo del material genético. Sumado a la reducción de la diversidad genética ocasionada por la misma reducción de poblaciones de flora y fauna. La pérdida de la biodiversidad podría incluir especies e información genética no conocida por la ciencia.



**Imagen 17: Deforestación por actividad minera en la microcuenca Huepetuhe**

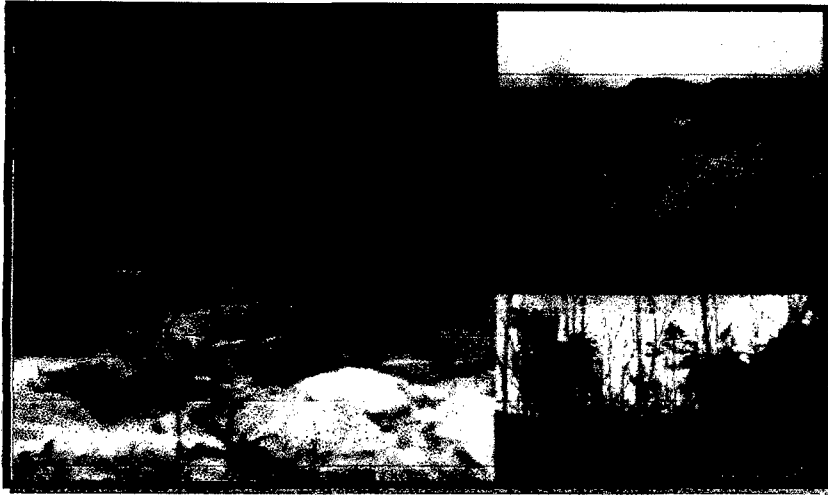


Foto: Nelly González, 2013

Las diversas formas de disminución de las poblaciones y la biodiversidad, limitan la provisión de recursos forestales como madera y frutos, y la escasez de fauna para la caza y pesca.

En el medio físico los impactos de la deforestación se pueden identificar a distintas escalas:

A nivel global, la deforestación en la zona de estudio contribuye a incrementar el efecto invernadero, por la emisión de dióxido de carbono al aire durante la quema de la vegetación y por la reducción de bosques con capacidad de absorción de carbono,

A nivel regional, la eliminación de la vegetación también altera directamente el ciclo del agua, puesto que se reduce la evapotranspiración y la capacidad de retención del agua.

A nivel local, permite un flujo superficial en menos tiempo y así altera el comportamiento de la escorrentía y el caudal del río Huepetuhe y sus tributarios. Los cambios en el comportamiento de las precipitaciones y del caudal del río y quebradas adyacentes pueden afectar a la flora y fauna.

Mientras que a nivel micro, la deforestación altera las condiciones microclimáticas en la zona deforestada y en todo su borde. La eliminación del bosque ocasiona que haya

mayor exposición a los rayos solares y al viento, por lo que la temperatura al nivel de la superficie aumenta y la humedad disminuye.

**Imagen 18: Vista panorámica de la microcuenca Huepetuhe**



Foto: Nelly González, 2013

En cuanto a los impactos sociales de la deforestación en la microcuenca del río Huepetuhe puede destacarse la ocurrencia de conflictos por el uso de los recursos forestales.

Finalmente, otra de las causas de la deforestación en la zona de estudio es la gran alteración del paisaje, al pasar de un bosque a un suelo desnudo. Este cambio puede ser visto desde los vuelos aéreos comerciales. Esto reduce el potencial paisajístico y turístico de la zona.

**Imagen 19: Vista aérea de la microcuenca del río Huepetuhe**



Foto: Nelly González, 2013

## **b) Remoción del suelo**

El suelo constituye el medio sobre el cual se desarrolla y desenvuelve en forma natural toda la vegetación (hierbas, arbustos, árboles) que son el sustento de la vida para la fauna y el ser humano. En la microcuenca de Huepetuhe, todas las formas de extracción para extraer el oro deterioran ese material orgánico al extraer la capa arable con todo, sin tomar algún criterio técnico que les permita separar el material orgánico para reincorporarlo al suelo.

En el proceso de explotación minera la capa más superficial de suelo es removida por no ser de interés y por presentar gran cantidad de raíces. Los horizontes restantes, son removidos y lavados para extraer el oro y posteriormente depositados en zonas aledañas, mezclándose con capas más profundas del subsuelo. Esta mezcla de material predominante arcilloso con presencia de agua genera la compactación del suelo.

En sí misma, la eliminación del suelo es una destrucción del hábitat de gran cantidad de fauna y microorganismos, por lo que también significa la reducción de poblaciones y la pérdida de biodiversidad.

Además en la capa más superficial del suelo, el horizonte A, se encuentra mayor cantidad de materia orgánica y nutrientes acumulados por procesos físicos, químicos y biológicos en el tiempo. De manera que, su eliminación dificulta aún más la rehabilitación del ecosistema después de la deforestación.

### **Imagen 20: Suelo totalmente degradado en la microcuenca Huepetuhe.**



Foto: Nelly González, 2013

Por otro lado, la remoción de materiales finos permite que éstos sean arrastrados por el agua, aumentando la presencia de materiales finos en suspensión en las quebradas y ríos. La mayor turbidez del agua significa una reducción de su calidad, afectando a la flora y fauna.

Los métodos que generan mayor remoción del suelo y por ende la degradación del suelo son el de chupadera y shute-cargador-frontal; esta práctica es la más utilizada en la microcuenca Huepetuhe, mediante la cual se movilizan grandes volúmenes de tierra; con la movilización de grandes volúmenes de tierra se está eliminando la cobertura vegetal (tala de árboles y arbustos, y en algunos casos, los queman) y se degrada el suelo a tal punto que la restauración es lenta y difícil.

**Imagen 21: Shute – cargador frontal, método más usado en la zona de estudio**

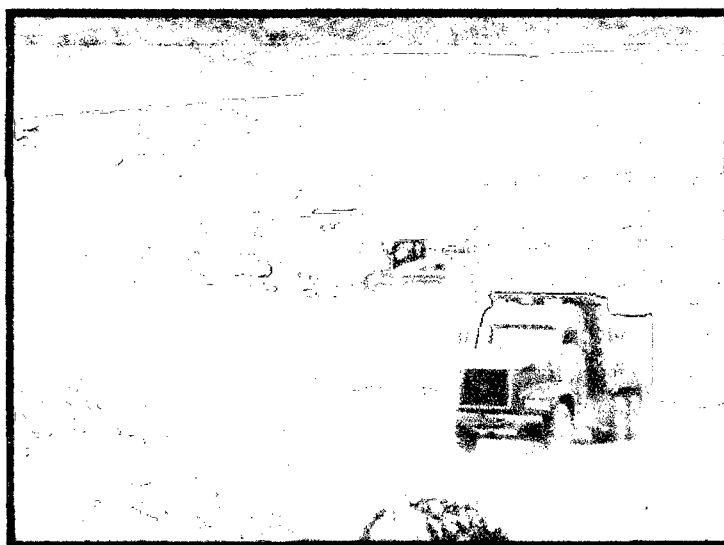


Foto: Nelly González, 2013

**c) Alteración de la morfología y cauces**

La microcuenca del río Huepetuhe, se caracteriza por la predominancia de rasgos morfológicos de terrazas altas degradadas y disectadas. Hacia la parte norte y sur del área de estudio se encuentran colinas altas y bajas estructurales del terciario de ligera a fuertemente disectadas y en menor proporción terrazas bajas hacia la parte oeste.

El subsuelo de un espesor de alrededor de 20 m., está conformado por conglomerados, gravas, arenas y limos, con contenidos de oro

El proceso de explotación se desarrolla de forma desordenada, sólo mirando al corto plazo, en función al precio del oro y las zonas de mejor ley. La extracción es a tajo abierto originando pozas irregulares; las canchas de desmonte tanto de finos como de gruesos han sido emplazadas sin criterio técnico, económico, ambiental y social. Los materiales gruesos son dispuestos en las canchas de desmonte, mientras que el material fino después de ser lavado son vertidos de manera dispersa sobre el suelo, creando zonas con fango sin drenaje. Estas zonas son conocidas como relaves (lamas).

Parte de las pozas formadas por las excavaciones, son usadas para el embalsamiento de agua, el resto al igual que las desmonteras (pilas), los relaves y zonas inundadas son generalmente abandonadas, generando modificaciones drásticas a la morfología y el paisaje, deteriorando la microcuenca Huepetuhe.

**Imagen 22: Vista aérea de generación de hoyos y zonas inundadas**



Foto: Nelly González, 2013

Una de las consecuencias más importantes es que se altera el cauce de río Huepetuhe y quebradas tributarias, lo cual destruye o degrada el hábitat acuático, afectando a las especies y la biodiversidad.

**Imagen 23: Vista panorámica de generación de pozas**



Foto: Nelly González, 2013

**Imagen 24: Obstrucción de cauces por la actividad minera**

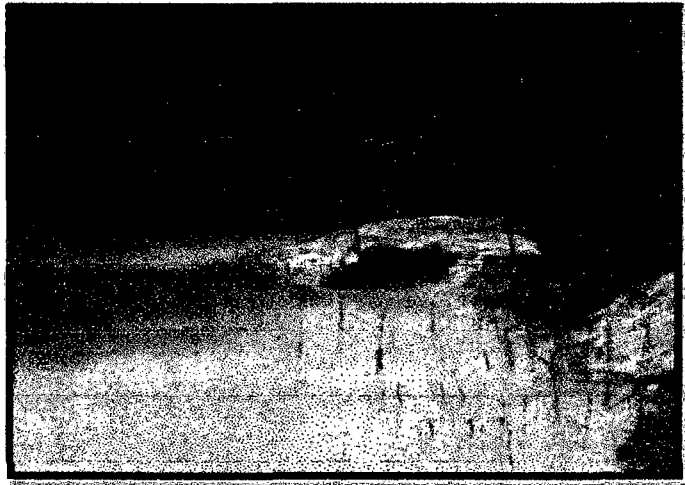


Foto: Nelly González, 2013

Por otra parte, los lodos finos abandonados pueden generar compactación, dificultando el proceso de formación del suelo para el restablecimiento del ecosistema. En algunos casos la lama se dispersa sobre los remanentes de bosques, cubriendo el suelo y degradando el ecosistema.

**Imagen 25: Vegetación cubierta por lama.**



Foto: Nelly González, 2013

La remoción de materiales facilita la erosión por efecto de las lluvias. Los materiales finos (lama) pueden ser transportados al río, sumado a los materiales vertidos directamente, los cuales pueden permanecer en suspensión aumentando la turbidez del agua. Esto impide el paso de la luz necesaria para la vegetación acuática, afectando la distribución y reproducción de peces; disminuyendo así la disponibilidad de recursos hidrobiológicos. También la presencia de limos puede reducir la capacidad de oxigenación del agua, afectando a la vida acuática (Mosquera 2009: 43).

**Imagen 26: Alta turbidez en el río y quebradas tributarias en la microcuenca Huepetuhe.**

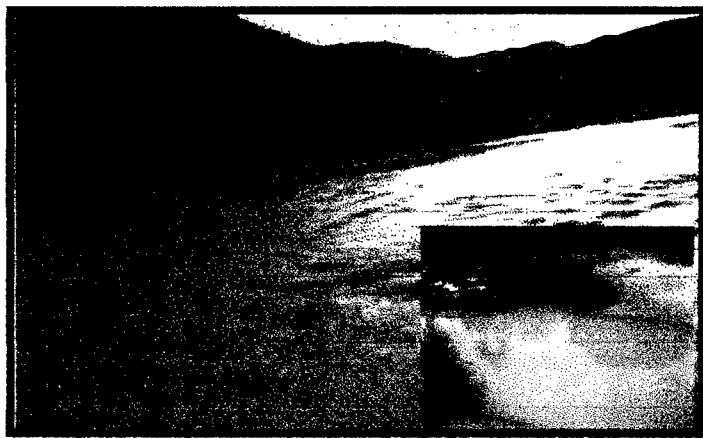


Foto: Nelly González, 2013

Además es necesario indicar que los cambios en la morfología pueden constituir barreras para el desplazamiento de animales. Así como también genera conflictos por el uso de la tierra ya que obstruyen la posibilidad de uso agropecuario y/o forestal.

#### **d) Alteración del caudal superficial y subterráneo**

Durante la fase de explotación minera se utiliza grandes cantidades de agua para el lavado de la grava aurífera; afectando la dinámica fluvial de las aguas superficiales y subterráneas, teniendo como resultado la degradación del ambiente acuático.

#### **e) Contaminación por hidrocarburos**

Las maquinarias y/o equipos requieren del uso de hidrocarburos para su funcionamiento; esto a su vez genera emisiones contaminantes al aire. También es posible que se presenten derrames de estos productos, como también de otros utilizados en el mantenimiento de las maquinarias, contaminando el suelo y el agua. El aire y el suelo contaminado podría afectar la salud humana, sin embargo la magnitud del impacto es baja.

**Imagen 27: Derrames y/o restos de hidrocarburos en suelos de la microcuenca Huepetuhe.**



Foto: Nelly González, 2013



#### **f) Emisión de ruido**

Las maquinarias y/o equipos utilizados en la explotación minera, generan gran cantidad de ruido que altera a la vida silvestre de las zonas adyacentes, pudiendo ahuyentar a diversos animales, afectando la biodiversidad. La duración de este impacto es permanente en la microcuenca.

La consecuencia más grave del proceso de explotación es la destrucción y degradación del ecosistema, lo que contribuye al deterioro de la microcuenca del río Huepetuhe.

Para una mejor comprensión de la problemática ambiental en la microcuenca, resulta de interés conocer la capacidad de restauración natural del bosque.

Las características del bosque son consecuencia de una sucesión de comunidades vegetales que han contribuido a formar el suelo necesario para sostener toda esa vegetación; así mismo, con cada etapa de la sucesión se incrementa la diversidad de especies de flora y fauna.

En forma natural se presentan perturbaciones que obligan a retomar esta sucesión hasta regresar al bosque maduro; como la caída de árboles viejos o la ocurrencia de deslizamientos donde se pierde la vegetación y el suelo superficial.

De acuerdo a esto, la deforestación y remoción del suelo después de la minería en la zona de estudio, elimina la posibilidad del crecimiento de plantas por plántulas, brotes o semillas del suelo, de manera que la única opción sería la dispersión de semillas desde los alrededores.

De acuerdo a la investigación realizada en la microcuenca Huepetuhe, se constató la regeneración natural sobre pilas de desmonte de grava y zonas mineras ya trabajadas de aproximadamente unos 15 años.

**Imagen 28: Crecimiento de especies pioneras sobre áreas mineras abandonadas.**



Foto: Nelly González, 2013

En la imagen se aprecia una de las primeras etapas de la sucesión donde predominan el crecimiento de especies pioneras como heliófilas, sin medidas de establecimiento del suelo o la morfología. El microclima más húmedo y con sombra proporcionada por estas especies permite el desarrollo de otras, haciendo más diversa la composición vegetal. Asimismo, la acumulación de restos orgánicos de las plantas contribuye a la formación del suelo. Esto se puede observar en la imagen siguiente:

**Imagen 29: Formación de suelo sobre pila de grava abandonada**



Foto: Nelly González, 2013

**Imagen 30: Crecimiento de vegetación sobre pilas (desmonteras).**

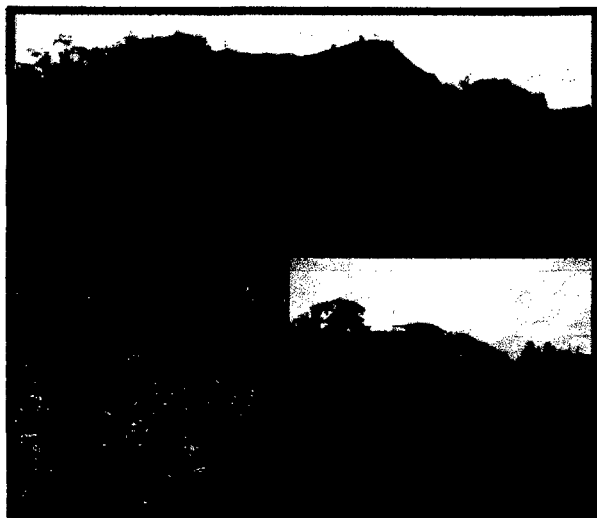


Foto: Nelly González, 2013

Las pozas formadas por la explotación a tajo abierto, son usadas como embalses de agua, formando hermosas lagunas que con el transcurrir de los años la vegetación empieza a regenerarse formando un microclima en el área.

**Imagen 31: Embalse de agua (pozas abandonadas)**



Foto: Nelly González, 2013

Las prácticas para minimizar los impactos ambientales de la explotación minera en la microcuenca Huepetuhe serán las que apunten a restablecer la morfología, el suelo y la vegetación. Para ello deberían de reducirse las pilas de grava y rellenar las pozas. En lo concerniente al suelo, al iniciar la explotación esta capa orgánica debe ser retirada y almacenada para ser devuelto al terminar la actividad. Finalmente la reforestación debe

hacerse con plantas nativas de la zona, sobre todo con árboles que atraen animales que lleven semillas para contribuir a la diversificación de especies

**g) Colmatación de sedimentos en los cauces del río, quebradas y fangos en el suelo.**

En todos los métodos de explotación se usa agua para separar la arenilla de oro del resto del material. El agua es suministrada del río o quebrada cercana, y luego del proceso de lavado del material aurífero, es devuelta a la misma fuente de agua junto con los sedimentos finos, en otros casos, es vertida en el suelo creando zonas con fango sin drenaje.

En la microcuenca Huepetuhe la constante descarga de sedimentos ha generado la colmatación y modificación de la morfología del cauce del río Huepetuhe y/o quebradas presentes en la zona de estudio.

**Imagen 32: Lecho del río totalmente colmatado**



Foto: Nelly González, 2013

**3.1.2.2 Impactos ambientales en la etapa de beneficio**

El beneficio del mineral se realiza en las plantas mineras de la concesión (campamentos), ubicados en la microcuenca de estudio, consiste en separar el oro del material fino con el uso del mercurio. La práctica común es emplear un cilindro donde se lavan las alfombras con el material fino y se añade el mercurio; éste se mezcla permitiendo el proceso de amalgamación. Finalmente se procede a quemar la amalgama para la recuperación del oro.

Durante esta etapa de beneficio, el mercurio es emitido al ambiente de la siguiente manera:

- ✓ Por evaporación durante su uso.
- ✓ Por vertidos al suelo y agua después del lavado de alfombras.
- ✓ Por derrames al suelo y agua de manera accidental.
- ✓ Por evaporación durante la quema del amalgama.

Una vez en el ambiente, al igual que otros elementos, el mercurio transforma su composición química y se traslada de manera cíclica entre los componentes físicos y biológicos del medio ambiente.

El mercurio presente en la microcuenca, proviene en primer lugar de fuentes locales, pero también puede provenir de fuentes regionales o incluso internacionales, de igual manera el mercurio que se emite al aire por la actividad minera en la zona de estudio se va a depositar dentro y fuera de la zona de estudio.

Las consecuencias directas más graves en la etapa de beneficio son la contaminación al aire y agua por el mercurio, y de manera indirecta la afectación de la flora, fauna y la salud humana. Los cuales se describen a continuación:

### **1. Contaminación de mercurio en el aire**

Las concentraciones mayores se dan durante el refogado en las zonas inmediatas cuando no se usa la retorta.

### **2. Contaminación de mercurio en el agua**

La contaminación de mercurio en el agua, al igual que para el aire, no puede ser estudiada solamente dentro de la zona de estudio, ya que los vertidos son transportados por la lluvia y ríos, y el mercurio de la atmósfera se puede depositar y llegar al agua al exterior de la microcuenca. De igual forma la fauna acuática afectada se traslada constantemente. Por lo tanto este tipo de contaminación debe ser analizada en un contexto regional. Sin embargo se debe tener en cuenta que a escala regional, también intervienen las emisiones de otras zonas mineras de Madre de Dios.

### **3. Afectación a flora y fauna por mercurio**

Esta contaminación con mercurio presente en la microcuenca, por acción del viento, la lluvia, la escorrentía y la migración de especímenes se va a dispersar hacia la poca vegetación aledaña; combinándose a la vez con la contaminación emitida desde otras zonas mineras de la región.

### **4. Efectos del mercurio sobre la salud humana**

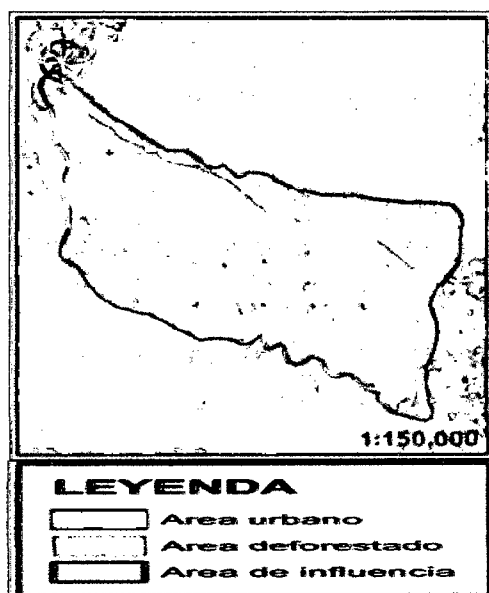
Las emisiones directas de la actividad minera son de mercurio metálico, en esta forma química, la inhalación es el tipo de exposición de mayor riesgo. Puesto que un 80% del mercurio inhalado puede penetrar a través de los pulmones hacia el torrente sanguíneo y puede tener efectos neurológicos similares a los del metilmercurio. Algunos síntomas de este tipo de intoxicación son: temblores, inestabilidad emocional, insomnio, debilidad muscular, dolor de cabeza, trastornos de la visión y la audición, parálisis, entre otros.

En cuanto a los niveles de concentración de mercurio en la población, no se cuenta con estudios específicos para la microcuenca,

### 3.1.3 Deforestación en la microcuenca Huepetuhe año 2013.

Para calcular la magnitud de la deforestación por la minería aurífera aluvial en la zona de estudio, se trabajó con la imagen satelital Resourcesat-I; la cual se muestra a continuación:

**Figura 17: Imagen Resourcesat - I (microcuenca Huepetuhe)**



Fuente: INPE 02/02/2014 / Elaboración propia-2013

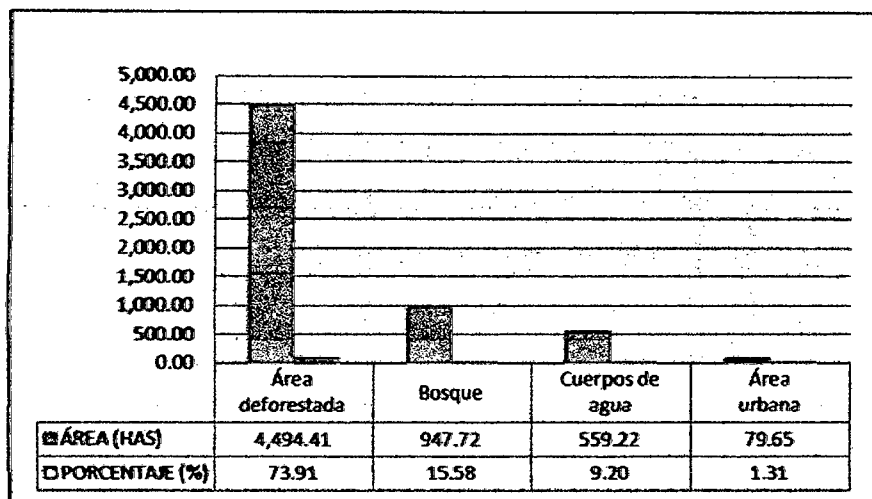
**Tabla N° 31: Porcentaje de áreas de coberturas de la microcuenca de Huepetuhe año 2013.**

CLASE DE COBERTURA	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Área deforestada	4,494.41	73.91
Bosque	947.72	15.58
Cuerpos de agua	559.22	9.20
Área urbana	79.65	1.31
<b>Total</b>	<b>6081.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración propia-2013

En la tabla, se puede apreciar que el área deforestada cubre una superficie de 4494.41 ha, la cobertura boscosa de 947.72 ha, mientras que los cuerpos de agua y área urbana conservan la misma superficie.

**Figura 18: Porcentaje de áreas de coberturas de la zonificación de la microcuenca Huepetuhe año 2013.**



Fuente: Elaboración propia - 2013

En la figura se puede apreciar que el área deforestada se ha incrementado drásticamente alcanzando el 73.91 %, reduciendo prácticamente a la cuarta parte a la superficie de la cobertura boscosa de la microcuenca, alcanzando un 15.58 %; mientras que los cuerpos de agua y el área urbana con 9.20 % y 1.31 % respectivamente, de un total de 6081 has.

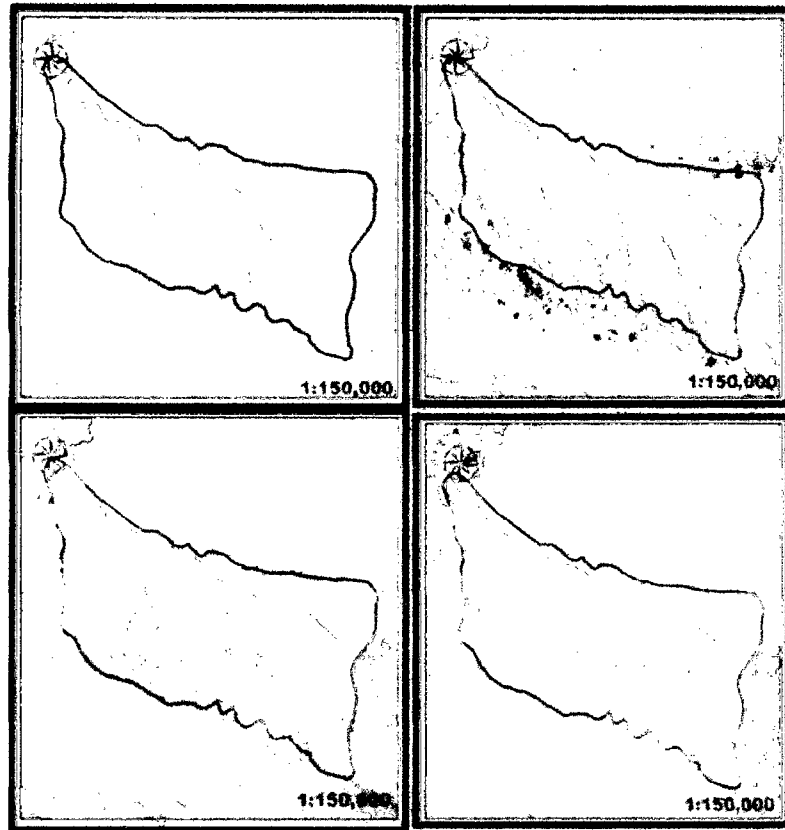
De acuerdo al análisis de la imagen satelital, que se presenta en la figura 26, se puede apreciar el impresionante avance de la alteración drástica de la microcuenca en el 2013; producto de las actividades mineras que se vienen realizando; la deforestación prácticamente a cubierto toda la microcuenca; la capa arable no existió e incluso el subsuelo se ha eliminado; muy poca área se encuentra con cobertura vegetal arbórea y herbácea; asimismo la fauna ha migrado. El suelo está prácticamente desnudo, expuesto a las fuertes precipitaciones pluviales de la zona.

### **3.1.3.1 Análisis histórico de la deforestación en la microcuenca Huepetuhe, periodo 1980-2013.**

Para el análisis histórico de la deforestación ocasionada por la minería aurífera aluvial en la zona de estudio, se emplearon imágenes satelitales Landsat, las cuales se muestran en la figura siguiente:



**Figura 19: Imágenes satelitales empleadas**



*Fuente: Imágenes Lansat (06-06-1980 / 24-08-1990 / 23-05-2000 / 01-09-2013). Elaboración propia*

En la figura se puede ver el resultado de la delimitación del área intervenida y deforestada por la actividad minera aurífera en la microcuenca Huetupe y como ha sido la expansión de esta actividad entre 1980 y el 2013. Es impresionante visualizar el avance de la alteración drástica de la zona de estudio en los últimos 33 años productos de las actividades mineras auríferas que se vienen realizando; tal como se pudo constatar en la evaluación de campo realizada por la investigadora.

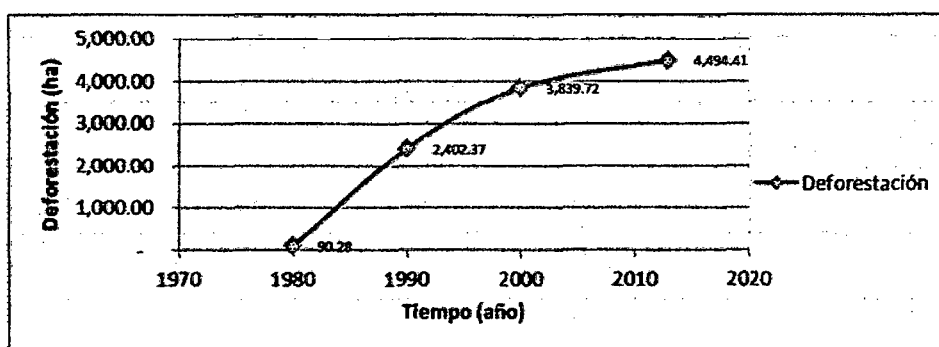
En un periodo de 33 años (1980 al 2013), unas 4,494.41 hectáreas han pasado de bosque natural a suelo desnudo. En la siguiente tabla se puede ver el proceso de la deforestación en la microcuenca.

**Tabla N° 32: Análisis histórico de la deforestación periodo 1980-2013**  
**(microcuenca del río Huepetuhe)**

AÑO	AREA DEFORESTADO	BOSQUE	CUERPOS DE AGUA	AREA URBANA	TOTAL
1980	90.28	5,351.85	559.22	79.65	6,081.00
1990	2,402.37	3,039.76	559.22	79.65	6,081.00
2000	3,839.72	1,602.41	559.22	79.65	6,081.00
2013	4,494.41	947.72	559.22	79.65	6,081.00

Fuente: Elaboración propia - 2013

**Figura 20: Análisis histórico de deforestación periodo 1980-2013.**



Fuente: Elaboración propia / 2013

Como se puede observar en la figura; la deforestación en la zona de estudio, se ha incrementado a partir de 1980 debido a que en esta década se da el fenómeno de la migración a los lavaderos de oro. La evolución de la frontera minera está ligada no sólo a los precios del oro, sino también a los cambios operados en los usos de distintas tecnologías.

### 3.1.3.2 Tasa de deforestación en el área de estudio periodo 1980-2013.

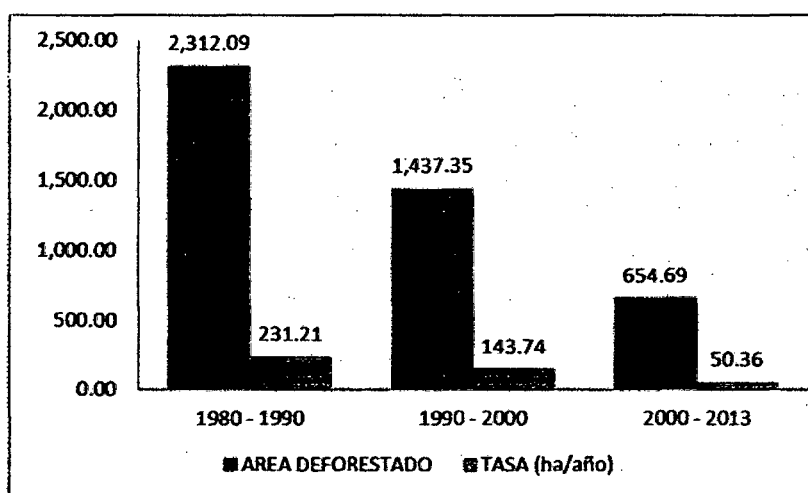
A continuación se presenta las tasas de deforestación periodo 1980-2013, considerados para el presente informe:

**Tabla N° 33: Tasas de deforestación periodo 1980-2013  
(microcuenca del río Huepetuhe)**

PERIODO	N° DE AÑOS DE ACTIVIDAD	AREA DEFORESTADO	TASA (ha/año)
1980 - 1990	10	2,312.09	231.21
1990 - 2000	10	1,437.35	143.74
2000 - 2013	13	654.69	50.36

Fuente: Elaboración propia - 2013

**Figura 21: Tasas de deforestación periodo 1980-2013  
(microcuenca del río Huepetuhe)**



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 33, la mayor tasa de deforestación corresponde para el periodo 1980-1990 (10 años), siendo la tasa de 231.21 hectáreas por año, donde se ha deforestado 2,312.09 hectáreas. En este periodo se da el mayor auge minero en la zona de estudio debido a los cambios operados en los usos de distintas tecnologías (introducción de maquinaria pesada) y al incremento del precio del oro. En el periodo 1990-2000 (10 años) la tasa decrece a 143.74 hectáreas por año, donde se ha deforestado 1,437.35 hectáreas. En este periodo con la introducción de retroexcavadoras y cargadores frontales los mineros empiezan a trabajar la segunda capa del subsuelo, porque en los fragmentos de bosques existentes y la vegetación adyacente, la actividad minera no es rentable. En el periodo 2000-2013, la tasa disminuye considerablemente a 50.36 has/año, donde se ha deforestado 654.69 hectáreas en un periodo de 13 años. Esta

reducción se debe al incremento de la maquinaria pesada y/o equipos en la zona, lo que facilita el trabajo de la segunda capa del subsuelo en gran escala.

## **3.2 Discusiones**

### **3.2.1 Sobre calidad del agua superficial en la zona de estudio**

DIRESA – Madre de Dios, muestra resultados del monitoreo de la microcuenca Huepetuhe, donde se concentra la actividad minera más intensa de Madre de Dios. Este es el sector donde se ha detectado mayor presencia de mercurio; el 60 % de las muestras entre los años 2000 y 2010, presentan valores que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles.

Con respecto a nuestros resultados el parámetro químico detectado con mayor presencia es el aluminio por las razones ya indicadas, encontrándose el mercurio con menor presencia en la microcuenca. Los resultados evidencian la introducción en estos últimos años de maquinaria pesada, cargadores frontales y/o equipos.

### **3.2.2 Sobre deforestación en la zona de estudio**

En un periodo de 33 años (1980 al 2013), unas 4,494.41 hectáreas han sido deforestadas por la intensa actividad minera en la microcuenca; incrementándose de manera agresiva a partir de 1980 (90.28 ha); para el año de 1990 ya se tenía 2402.37 ha. A partir de este año la deforestación va decreciendo paulatinamente, alcanzando 3839.72 has., tal es así que para el año 2013 se tiene 4494.41 has deforestadas. La disminución de la deforestación es que a partir de 1990 la explotación se da en la segunda capa del subsuelo mediante la introducción de maquinaria pesada.

La Consultora PASMINEA S.A.C determina en la microcuenca Huepetuhe en un periodo de 24 años, del año 1986 al año 2010, unas 3 552,43 hectáreas deforestadas. Coincidentemente considera que la reducción de la deforestación se da porque los mineros empiezan a trabajar a partir del 2000 al 2010 la segunda capa del subsuelo mediante la introducción de la retroexcavadora.

### **3.2.3 Sobre impactos ambientales identificados**

El análisis de los resultados de la identificación de los impactos ambientales más significativos permite sondear el grado de certeza de la hipótesis del proyecto de investigación, el cual plantea que los impactos ambientales ocasionados por la minería aurífera aluvial, deterioran la microcuenca del río Huepetuhe.

El Ministerio del Ambiente a nivel regional identifica la contaminación con mercurio como el principal impacto de la minería aurífera en Madre de Dios.

De acuerdo al análisis de los impactos identificados en la zona de estudio a través de la observación in situ, listas de verificación y revisión bibliográfica, se puede confirmar que los impactos directos generados en la fase de explotación de la minería aurífera aluvial, generan otros sobre el medio físico, biológico y social; siendo la deforestación el que más impactos indirectos genera; siendo el más grave el deterioro del ecosistema de la microcuenca del río Huepetuhe.

### 3.3 Conclusiones

Los análisis de laboratorio de las muestras de agua superficial monitoreadas en la zona de estudio, demuestran que el Aluminio (Al), es el parámetro químico que se encuentra en altas concentraciones en las aguas superficiales de la microcuenca Huepetuhe, excediendo los Estándares de Calidad Ambiental – ECA categoría 3; una de las razones por las que la presencia de peces y anfibios es nula; esto debido a las reacciones de los iones de aluminio con las proteínas de las agallas de los peces y los embriones de las ranas.

Los resultados no son más que un reflejo de la distribución de las zonas con mayor movimiento de suelos y actividad de lavado del material aurífero, para separar el material grueso del fino.

El mercurio, es otro parámetro químico que se encuentra presente en las aguas superficiales de la zona de estudio en menor escala; excediendo los ECA categoría 3. Esto no refleja un grado mayor de contaminación en la parte alta de la microcuenca, producto de la acumulación de las actividades de refogado en las concesiones mineras; sumándose a ello el refogado final en las tiendas comercializadoras de oro en el centro urbano de Huepetuhe.

La deforestación del área intervenida en la microcuenca Huepetuhe, en el año 2013 (enero – setiembre), cubre una superficie de 4494.41 has., alcanzando el 73.91 % de la superficie de la zona de estudio.

El incremento de la deforestación en la microcuenca entre los años 1980 – 1990; se debe a que en esta década se da el fenómeno de la migración a los lavaderos de oro, el precio del mineral, la disponibilidad del material aurífero, accesibilidad al recurso mineral y a los cambios operados en los usos de distintas tecnologías.

La reducción de las tasas de deforestación en los últimos años. Está relacionado a la explotación de la segunda capa del subsuelo mediante la tecnificación del método de extracción como es el uso de las retroexcavadoras de alta capacidad, cargador frontal y otros.

En la fase de explotación minera los impactos; que a su vez generan otros sobre el medio físico, biológico y social son: la deforestación, remoción del suelo, alteración de la morfología y cauces, alteración del caudal superficial y subterráneo, contaminación por hidrocarburos, emisión de ruidos y otros. Entre ellos, la deforestación es el que más impactos indirectos genera, siendo el más grave el deterioro del ecosistema de la zona de estudio.

Durante la fase de beneficio del mineral, se emite mercurio al ambiente por evaporación durante su uso y quema; así como por vertidos y derrames accidentales al suelo y agua. Las consecuencias directas más graves en esta etapa son la contaminación al aire y agua por mercurio y de manera indirecta la afectación de la flora, fauna y la salud humana. Siendo la principal vía de intoxicación humana el consumo de pescado contaminado, donde se bioacumula el metilmercurio, la forma más tóxica de este metal.

La contaminación por mercurio abarca un área mucho mayor a la microcuenca; debido a la dispersión por el viento, la lluvia, la escorrentía y la migración de individuos contaminados.

En síntesis, bajo la consideración de que la actividad minera aurífera es la causante de la degradación del ecosistema de la zona de estudio, se concluye que la débil apreciación del bosque y los servicios que ofrece, sumado a la predominancia de la lógica extractivista, han permitido la toma de acciones que han contribuido al deterioro de la microcuenca Huepetuhe.



### **3.4 Recomendaciones**

Teniendo en cuenta de que la débil apreciación del bosque y los servicios que ofrece, sumado a la predominancia de la lógica extractivista, han permitido la toma de acciones que han degradado el ambiente de la zona de estudio; es necesario e importante promover la revaloración de los servicios ecosistémicos, tanto a nivel local como regional.

La mayoría de la población local es consciente que la actividad minera genera impactos y manifiesta su disposición a adoptar medidas para reducir los impactos ambientales, mientras no impliquen la privación de su principal medio de sustento. De manera que se debería aprovechar esta disposición de la población, mediante la orientación técnica e incentivos económicos o instrumentos de control.

Un segmento minoritario de la población, desconoce los impactos de la actividad minera, sustenta actitudes negativas para el aprovechamiento sostenible de los recursos de la región. Por lo que es necesaria una mayor difusión de los impactos de esta actividad, especialmente, de las evidencias de la contaminación por mercurio y sus consecuencias sobre la salud humana y el ambiente.

Iniciar un proceso de recuperación ambiental de la zona de estudio, que incluya un programa de reforestación con especies nativas y de rápido crecimiento, el retiro de sedimentos del río Huepetuhe, hacia zonas adecuadas de confinamiento, entre otras medidas.

Ejecución del proyecto de remediación ambiental de la microcuenca del río Huepetuhe, elaborado por el MINAM.

Impulsar un programa de capacitación ambiental a nivel de la microcuenca que incluya material didáctico e ilustrativo sobre las medidas preventivas y correctivas en el desarrollo de la actividad minera.

Mantener informada a la población local y regional sobre el ecosistema frágil en que habitan y difundir las acciones de recuperación y cuidado del ambiente.

En cuanto a la deforestación es necesaria la implementación de un sistema de monitoreo con tecnología de sensoriamiento remoto como herramienta de análisis que permitan el control de las actividades antrópicas periódicamente, generando una base de datos geográficos y alfanuméricos sobre el aprovechamiento de los recursos extractivos en la región Madre de Dios.

Considerando a la actividad minera como base de la economía en Madre de Dios y siendo no viable la supresión de ésta, se debe fomentar lineamientos para que pueda darse en forma sostenible; al mismo tiempo se deberá promocionar corredores económicos alternos a la actividad minera y sobre todo la sensibilización ambiental a largo plazo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

ALVAREZ, J., SOTERO, V., BRACK, A., & IPENZA, C. (2011). Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación por mercurio. Lima: Ministerio del Ambiente.

BARRENA, V. & VARGAS, C. 2003. Metodología de Interpretación y Mapificación de Bosques Secundarios y Áreas intervenidas, utilizando imágenes Landsat, con fines de Inventario de Fuentes de Emisión de Gases de Efecto Invernadero. Lima, Perú. 27 p.

CHUVIECO, E. 2002. Teledetección ambiental. Editorial Ariel, S.A. 685 pp.

DIRECCION REGIONAL DE SALUD – DIRESA – MADRE DE DIOS (2010). Análisis de la situación de salud de Madre de Dios 2009.

DOUROJEANNI, Marc; Alberto BARANDIARÁN y Diego DOUROJEANNI (2009). Amazonía peruana en 2010. Explotación de recursos naturales e infraestructura ¿Qué está pasando? ¿Qué es lo que significa para el futuro? Lima: Pronaturaleza.

ELGEGREN Jorge O.2005, La deforestación en el Perú, CONAM, OCTUBRE 2005.

FERNANDEZ, Luis E. y Víctor Hugo GONZALEZ (2009). Niveles del Mercurio en peces de Madre de Dios.

GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS – GOREMAD e INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONIA PERUANA – IIAP

2008a Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Madre de Dios: Fisiografía. Informe preliminar, Puerto Maldonado: GOREMAD, IIAP.

2008b Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Madre de Dios: Vegetación: Informe preliminar. Puerto Maldonado: GOREMAD, IIAP.

2008c Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Madre de Dios: Suelos y capacidad de uso mayor de la tierra. Puerto Maldonado: GOREMAD, IIAP.

2008d Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Madre de Dios: Geología. Puerto Maldonado: GOREMAD, IIAP.

2009 Madre de Dios, camino al desarrollo sostenible: propuesta de zonificación ecológica económica como base para el ordenamiento

territorial. Puerto Maldonado: GOREMAD, IIAP.

HACON, Sandra y Fausto AZEVEDO (2006). Plan de Acción Regional para la Prevención y el control de la Contaminación de Mercurio en los Ecosistemas Amazónicos. Brasilia: Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. Ministerio del Medio Ambiente.

HERNANDEZ R., FERNNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2010). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONIA PERUANA-IIAP (2004), Manual Para la Elaboración de Mosaicos de Imágenes de Satélite Landsat TM Para la Selva Baja Peruana. Documento Técnico Nro. 03. Serie IIAP-BIODAMAZ. Iquitos – Perú. 2004

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONIA PERUANA-IIAP (2008), Teledetección, Procesamiento Digital de Imágenes de Satélite Erdas Imagine, Documento de trabajo, Ing. Lizardo Fachín Malverri. Esp. SIG y Teledetección. Iquitos – Perú. 2008.

INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA – IIAP Y MINISTERIO DEL AMBIENTE – MINAM. Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio: Una bomba de tiempo, Lima.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA- INEI (2011). Resultados censales de los Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda y Censos Nacionales 1993: IX de Población y IV de Vivienda.

LAVERTY, Melina y James GIBBS (2006), Ecosystem Loss and Fragmentation.

MEDINA CRUZ, Guillermo

2001 “Mitigación del mercurio en la minería artesanal y pequeña minería aurífera del Perú”. Documento de la Jornada Internacional sobre el impacto ambiental del mercurio utilizado por laminería aurífera artesanal en Iberoamérica. Lima 2001.

- 2007<sup>a</sup> “Operaciones auríferas en Madre de Dios – efectos ambientales”. Minería & medioambiente, N° 11. Pp. 8 – 11.
- 2007b Estudio de investigación de la minería ilegal en el Perú: Repercusiones para el sector minero y el país. Documento del Encuentro Empresarial XXVII Convención Minera.

MINISTERIO DEL AMBIENTE - MINAM (2009). Minería Aurífera en el Departamento de Madre de Dios. Lima: Ministerio del Ambiente.

MINISTERIO DEL AMBIENTE - MINAM (2009). Dirección General de Ordenamiento Territorial, Unidad de Sistemas de Información Geográfica, Mapa de Deforestación por actividades mineras y agropecuarias.

#### MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS – MINEM

- 1997 Evaluación Ambiental Territorial de la Cuenca Madre de Dios.
- 2009 Base de datos digital del Catastro Minero al 20 / 12/ 2013.

MOSQUERA, C., CHAVEZ, M., PACHAS, V., & MOSCELLA, P. (2009). Estudio diagnóstico de la actividad minera artesanal en Madre de Dios. Lima: Fundación Conservación Internacional.

MOSCELLA, Paola (2011). Impactos de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, Madre de Dios. Tesis de Licenciatura en Geografía y Medio Ambiente: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Letras y Ciencias Humanas.

NEISSER, Walter (1995). Estudio del efecto ambiental producido por el empleo del mercurio en la pequeña minería aurífera. Tesis de Licenciatura en Ciencias e Ingeniería con mención en Ingeniería de Minas. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería.

#### PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAD PARA EL MEDIO AMBIENTE – PNUMA.

- 2003 Ecosistemas y Bienestar Humano: Marco para la Evaluación. Washington: Island Press.

- 2008 El uso del mercurio en la minería del oro artesanal y en pequeña escala.
- 2009 Geo Amazonía: Perspectivas del medio ambiente en la Amazonía, Lima: PNUMA – OTCA – CIUP.
- REATEGUI, R. F. (1996). Monitoreo continuo de los procesos de Deforestación en la Amazonía Peruana. Trabajo profesional Lima – Perú. 84 p.
- RECABARREN et. Al 2010. Cuantificación de la Deforestación de Madre de Dios, un análisis frente al impacto de la minería. Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral – AIDER. Lima 2010.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU – SENAMH (2011) : Guía Climática Turística.
- SOLANO, P. (2012). Minería Ilegal y Artesanal. Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.
- SPIRO, Thomas G. y William M. STIGLIANI (2004) : Química medioambiental, Madrid: Pearson.
- WALSH (2007): Informe final del Estudio de Impacto Socio Ambiental (EISA) del Corredor Vial Interoceánico del Sur, Etapas II y III, Tramo 3, Cap. 4.3. Línea Base Biológica.

## **ANEXOS:**

Anexo 01: Formato de entrevistas

Anexo 02: Ficha de campo para registro de las características de la cobertura.

Anexo 04: Mapa de ubicación y acceso.

Anexo 05: Mapa de la microcuenca del río Huepetuhe.

Anexo 06: Mapa de puntos de muestreo de calidad de agua.

Anexo 07: Mapa de deforestación de la microcuenca.

Anexo 08: Mapa de análisis histórico de la deforestación 1980 - 2013

Anexo 09: Análisis de muestras de agua



TESIS: IMPACTO DE LA MINERIA AURIFERA ALUVIAL EN EL DETERIORO DE LA MICROCUENCA DEL RIO HUEPETUHE, MADRE DE DIOS – PERÚ.

GUIA DE ENTREVISTAS

1) Presentación de la investigación y propósito

.....

2) Tiempo de actividad minera y migración a nuevos métodos de extracción

.....

3) Método de extracción utilizado en el sector

a) Minería Artesanal

- Carretilla y tolva.....
- Arrastre.....
- Caranchera (bomba de succión).....
- Chupadera (monitor y bomba de succión).....
- Traca.....

b) Minería semi mecanizada

- Shute con cargador frontal.....
- Minidraga (bomba venturi + buzo).....
- Draga de Succión 8" (bomba+lanza).....

Otros.....

4) Cantidad de maquinas que laboran en el sector

.....

5) ¿Sabe usted que es contaminación ambiental?

a) si ( )

b) no ( )

.....  
.....





6) ¿Cuáles son los principales problemas relacionados al medio ambiente que usted percibe?

- a) Agua
- b) Aire
- c) Suelo
- d) Flora
- e) Fauna
- f) Otros

Especificar:.....  
.....

7) ¿Sabe usted que es contaminación minera?

a) si ( )

b) no ( )

.....  
.....

8) ¿Cree usted que la problemática de la contaminación afecta su salud y al clima de la microcuenca?

a) si ( )

b) no ( )

Explique:}.....  
.....  
.....

9) ¿Tiene conocimiento sobre deterioro ambiental?

a) si ( )

b) no ( )

Explique:  
.....  
.....  
.....



10) ¿Participaría usted en prácticas de remediación ambiental de la microcuenca?

a) si ( )

b) no ( )

11) Otros datos a registrar

Registro N°..... Fecha...../...../..... /Sector: .....

Coordenadas UTM: X..... Y..... Foto ID.....

Nombre del Entrevistado..... Edad.....



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE GEOLOGÍA

**TESIS: IMPACTO DE LA MINERÍA AURÍFERA ALUVIAL EN EL DETERIORO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO HUEPETUHE, MADRE DE DIOS – PERÚ.**

**FICHA DE CAMPO PARA REGISTRO DE DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COBERTURA**

Ficha de campo para registro de descripción de las características de la cobertura

Ítem	Descripción
ID	
Localidad	
Distrito	
Fecha	
ID GPS	
UTM Este	
UTM Norte	
Altitud (m)	
Precisión del punto GPS	
No. fotos	
Cobertura	
Nivel intervención	
Pendiente	
Sotobosque	
Dosel	
Altura del dosel (m)	
Textura suelo	
Profundidad suelo	
Geoforma	
Notas	