



## ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

LA MINERÍA AURÍFERA Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL FLUVIAL POR  
MERCURIO EN LA LOCALIDAD DE HUEPETUHE – MADRE DE DIOS, 2017

**Línea de investigación:**

**Ecotoxicología y Química Ambiental**

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Ambiental

**Autor:**

Castro Darma, Miguel Grimaldo

**Asesor:**

Tafur Anzualdo, Vicenta Irene

(ORCID: 0000-0002-1888-7848)

**Jurado:**

Ramos Vera, Juana Rosa

Esenarro Vargas, Doris

Castañeda Pérez, Luz Genara

**Lima - Perú**

**2021**

**Referencia:**

Castro, D. (2021). *La minería aurífera y la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe - Madre de Dios, 2017* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.  
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5712>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**LA MINERÍA AURÍFERA Y LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL FLUVIAL POR  
MERCURIO EN LA LOCALIDAD DE HUEPETUHE – MADRE DE DIOS, 2017**

**Línea de Investigación:**

**Ecotoxicología y Química Ambiental**

**Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Ambiental**

**Autor:**

**Castro Darma, Miguel Grimaldo**

**Asesora:**

**Tafur Anzualdo, Vicenta Irene**

**ORCID 0000-0002-1888-7848**

**Jurado:**

**Ramos Vera, Juana Rosa**

**Esenarro Vargas, Doris**

**Castañeda Pérez, Luz Genara**

**Lima - Perú**

**2021**

## Índice

Resumen.....	7
Abstract.....	8
I. Introducción.....	9
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Descripción del Problema .....	13
1.3. Formulación del problema .....	16
<i>Problema general</i> .....	16
<i>Problemas específicos</i> .....	16
1.4. Antecedentes.....	16
1.5. Justificación de la investigación.....	26
1.6. Limitaciones de la investigación .....	27
1.7. Objetivos .....	27
<i>Objetivo general</i> .....	27
<i>Objetivos específicos</i> .....	27
1.8. Hipótesis .....	28
<i>Hipótesis general</i> .....	28
<i>Hipótesis específicas</i> .....	28
II. Marco Teórico.....	29
2.1. Bases teóricas relacionados con la investigación .....	29
2.2. Bases teóricas especializadas sobre el tema.....	33
2.3. Marco histórico .....	56
2.4. Marco filosófico.....	60

2.5. Marco Conceptual.....	65
III. Método.....	72
3.1. Tipo de investigación.....	72
3.2. Población y muestra.....	72
3.3. Operacionalización de variables.....	75
3.4. Instrumentos.....	75
3.5. Procedimientos.....	76
3.6. Análisis de datos.....	76
3.7. Consideraciones éticas.....	77
IV. Resultados.....	78
4.1. Presentación y análisis de resultados.....	78
4.2. Prueba de Hipótesis.....	87
V. Discusión de resultados.....	92
VI. Conclusiones.....	95
VII. Recomendaciones.....	97
VIII. Referencias.....	98
IX. Anexos.....	109
Anexo A. Distrito de Huepetuhe.....	109
Anexo B. Concesiones mineras región Madre de Dios y Huepetuhe.....	115
Anexo C. Minería aurífera en área de estudio.....	117
Anexo D. Diagrama de flujo cuantitativo de producción de oro con mercurio.....	121
Anexo E. Instrumento de recopilación de datos.....	122
Anexo F. Matriz de consistencia.....	123

## Lista de tablas

Tabla 1	<i>Sistemas de Dominio Originario de la Minería.....</i>	30
Tabla 2	<i>Estación de muestreo Río Huaypetuhe .....</i>	74
Tabla 3	<i>Operacionalización de variables .....</i>	75
Tabla 4	<i>Mercurio en el Río Huaypetuhe .....</i>	78
Tabla 5	<i>Sólidos suspendidos totales en el Río Huaypetuhe .....</i>	80
Tabla 6	<i>Sedimentos en el Río Huaypetuhe .....</i>	82
Tabla 7	<i>Correlación de la hipótesis general.....</i>	88
Tabla 8	<i>Correlación de la hipótesis específica 1 .....</i>	89
Tabla 9	<i>Correlación de la hipótesis específica 2 .....</i>	90
Tabla 10	<i>Correlación de la hipótesis específica 3 .....</i>	91
Tabla 11	<i>Población de Huepetuhe .....</i>	111
Tabla 12	<i>Centros Poblados y población en el distrito de Huepetuhe.....</i>	112
Tabla 13	<i>Población Económicamente Activa por rama de actividad económica .....</i>	114
Tabla 14	<i>Concesiones Mineras en la región Madre de Dios y Huepetuhe .....</i>	115
Tabla 15	<i>Centros poblados del distrito de Huepetuhe - Área de estudio .....</i>	118

## Lista de figuras

Figura 1	<i>Imagen satelital de Huepetuhe-Caychihue</i> .....	11
Figura 2	<i>Minería artesanal en el área de estudio – Huepetuhe</i> .....	47
Figura 3	<i>Actividad minera y deforestación en el distrito de Huepetuhe</i> .....	48
Figura 4	<i>Explotación con Motobombas</i> .....	50
Figura 5	<i>Explotación con maquinaria pesada</i> .....	51
Figura 6	<i>Operación artesanal con carretillas y lampas</i> .....	52
Figura 7	<i>Estación de muestreo en el Río Huaypetuhe, antes de unión con Río Pukiri</i> .....	74
Figura 8	<i>Mercurio en el Río Huaypetuhe</i> .....	79
Figura 9	<i>Mercurio en Río Huaypetuhe – DIRESA Madre de Dios</i> .....	79
Figura 10	<i>Sólidos Suspendidos Totales Río Huaypetuhe</i> .....	81
Figura 11	<i>Turbidez en el Río Huaypetuhe</i> .....	81
Figura 12	<i>Mercurio en Sedimentos Río Huaypetuhe</i> .....	83
Figura 13	<i>Actividad minera y ecosistema primera variable</i> .....	84
Figura 14	<i>Actividad minera y mercurio primera variable</i> .....	85
Figura 15	<i>Mercurio segunda variable</i> .....	86
Figura 16	<i>Sólidos suspendidos y Sedimentos segunda variable</i> .....	87
Figura 17	<i>Ubicación distrito de Huepetuhe</i> .....	109
Figura 18	<i>Vista satelital - Distrito de Huepetuhe</i> .....	110
Figura 19	<i>Centros poblados – Huepetuhe</i> .....	113
Figura 20	<i>Concesiones mineras región Madre de Dios</i> .....	115
Figura 21	<i>Concesiones mineras distrito Huepetuhe y área de estudio</i> .....	116
Figura 22	<i>Concesiones mineras otorgadas en el distrito Huepetuhe</i> .....	116
Figura 23	<i>Área de estudio</i> .....	117
Figura 24	<i>Localidad de Huepetuhe</i> .....	118
Figura 25	<i>Centros Poblados en el área de estudio – Huepetuhe</i> .....	119

## Abreviaturas

C	Contaminación
CCPP	Centros poblados
CCNN	Comunidades Nativas
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
FMI	Fondo monetario Internacional
IB	Investigación básica
M	Mercurio
MA	Minería aurífera
MAA	Minería aurífera artesanal
MD	Madre de Dios
OMS	Organización Mundial de la Salud
RMD	Región de Madre de Dios
YAA	Yacimientos auríferos aluviales.
RN	Región natural



## Resumen

La contaminación de aguas, pérdida de bosques, flora y fauna silvestre, por la remoción de grandes volúmenes de suelos, acumulación de cascajo grueso, colmatación de los cauces de los ríos con sedimentos por descarga de partículas en suspensión; y el empleo masivo del mercurio en el proceso de amalgamación y refogado, son un problema medio ambiental y con efectos nocivos para la salud humana. El Estudio tiene como objetivo determinar la influencia de la minería aurífera con motobombas, maquinaria pesada, carretillas y lampas en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe, distrito de Huepetuhe, Manu, Madre de Dios. Se tomaron muestras en el Río Huaypetuhe antes de la unión con el Río Pukiri, y aplicación de un cuestionario a 166 habitantes. Para el estudio se consideró al metal pesado de mercurio (Hg), SST y sedimentos, que fueron analizados mediante los métodos EPA METHOD 245.7/2005, SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2450-D/2017, EPA Method 7474/2014 en el cual se reportaron resultados de concentración de mercurio en sus aguas de  $0,0007 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , sólidos suspendidos totales de  $19\ 150 \text{ ppm}$ ; y en los sedimentos la concentración de mercurio de  $0,027 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; asimismo, el empleo de motobombas, maquinaria pesada, carretillas y lampas, se relacionan directamente con la contaminación fluvial por mercurio, resultando los coeficientes de correlación de  $r = 0,831$ ,  $r = 0,875$  y  $r = 0,481$  respectivamente, de moderada a alta y positivas.

**Palabras clave:** minería aurífera, mercurio, contaminación ambiental.

### Abstract

Water pollution, loss of forests, flora and fauna, due to the removal of large volumes of soils, accumulation of coarse gravel, clogging of river beds with sediments due to the discharge of suspended particles; and the massive use of mercury in the amalgamation and burning process, are an environmental problem with harmful effects on human health. The objective of the Study is to determine the influence of gold mining with motor pumps, heavy machinery, wheelbarrows and lamps on the environmental pollution of the river by mercury in the town of Huepetuhe, district of Huepetuhe, Manu, Madre de Dios. Samples were taken in the Huaypetuhe River before the union with the Pukiri River, and a questionnaire was applied to 166 inhabitants. For the study, mercury heavy metal (Hg), SST and sediments were considered, which were analyzed using the EPA METHOD 245.7/2005, SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2450-D/2017, EPA Method 7474/2014 methods in which reported results of mercury concentration in its waters of  $0.0007 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , total suspended solids of 19 150 ppm; and in the sediments the mercury concentration of  $0.027 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; So, the use of motor pumps, heavy machinery, wheelbarrows and lamps are directly related to river pollution by mercury, resulting in the correlation coefficients of  $r = 0.831$ ,  $r = 0.875$  and  $r = 0.481$  respectively, from moderate to high and positive.

**Keywords:** gold mining, mercury, environmental pollution.

## I. Introducción

El Perú es un país eminentemente minero. La minería es una actividad ancestral, la extracción aurífera se da desde la época del incanato, personas naturales y empresas trabajan en ríos aluviales desde hace 40 años en el distrito de Huepetuhe, como minería artesanal, que, en la actualidad, es una minería semi mecanizada y de gran volumen impulsado por los altos precios del mineral aurífero.

De acuerdo con la legislación vigente (Ley N° 27651) que regula las actividades mineras de pequeños productores y mineros artesanales, propendiendo a su formalización, promoción y desarrollo de las mismas, refiere que la minería artesanal es una actividad de subsistencia que genera empleo local y masivo en las áreas de influencia de sus operaciones, mejorando las condiciones de vida de la población.

En el distrito de Huepetuhe la mayoría de los habitantes se dedican directa e indirectamente a la minería aurífera, por ser suelos aluviales, las mismas que están conformadas por conglomerados, gravas, arenas y limos, con contenidos de oro. El Río Huaypetuhe con una longitud de 20 km y un ancho que oscila entre los 20 m a 250 m aproximadamente, recibe todas las aguas de las quebradas donde se realiza la actividad minera, con clara alteración de sus aguas.

En el área de estudio, durante el proceso de la obtención del oro, el mercurio es un elemento fundamental para separar el oro de otros sedimentos, esta se produce en el proceso de amalgamación formando una sustancia altamente viscosa y de color blanco brillante llamado amalgama, la recuperación final del metal es mediante la quema del metal (evaporación del mercurio). Es conocido que con estas técnicas la recuperación de oro no es total al emplear el

mercurio, que depende de su manipulación, y al ser ineficiente es liberado al medioambiente, alcanzando los cuerpos de agua como el Río Huaypetuhe, a los suelos, a la biota y los humanos.

Por testimonios de los mismos mineros existe la alteración del medio ambiente con el uso de equipos y maquinarias, y el mercurio, por lo que reconocen que, si es posible cambiar de tecnologías y disposición de ahorrar para la remediación de los ecosistemas, con mayor presencia del estado gobierno en Huepetuhe e impulsar la responsabilidad social compartida entre la comunidad, el estado, el privado y la academia, como un valor compartido, en la explotación de los recursos naturales e incorporar acciones integrales de información y educación preferentemente contra el uso de mercurio, conservación del ecosistema, y mejora de los medios de subsistencia de las poblaciones locales.

Esta investigación se realizó en IX capítulos, y se distribuyen de la siguiente manera:

**Capítulo I**, Introducción, planteamiento, descripción y formulación del problema. Antecedentes, justificación y limitaciones de la investigación, objetivos e hipótesis.

**Capítulo II**, Marco Teórico, que abarca las bases teóricas. Sistemas de Dominio Originario de la Minería, la minería en el Perú, minería aurífera, minería aurífera en Huepetuhe, métodos de explotación, contaminación ambiental, mercurio, sólidos suspendidos y sedimentos. Marco histórico, filosófico, legal y conceptual.

El **Capítulo III**, contiene el tipo de investigación, población y muestra, operacionalización de variables, instrumentos, procedimientos, análisis de datos y consideraciones éticas.

El **Capítulo IV**, abarca los resultados, y análisis descriptivo de resultados. Análisis estadístico inferencial. Prueba de hipótesis.

**Capítulo V**, discusión de resultados.

**Capítulo VI y VII**, conclusiones y recomendaciones.

**Capítulo VIII y IX**, referencias y anexos.

### 1.1. Planteamiento del problema

La minería aurífera (MA) es una actividad de carácter socioeconómico que en la últimas décadas emplea una intensa población para explotar el oro del suelo y subsuelo, estas emplean diversas maneras de extracción (maquinaria pesada, motobombas, carretillas) que impactan negativamente en el medio ambiente, con presencia de sedimentos y sólidos suspendidos en el agua, contaminación de ambientes acuáticos y recursos hidrobiológicos con mercurio, los cuales son ingeridos por la población asentada en áreas contiguas a las operaciones mineras, con claras consecuencias de afectación de su salud; se genera destrucción de bosques por la remoción de grandes volúmenes de suelos, pérdida de la flora y fauna silvestre; restringiendo así el manejo sostenible de concesiones forestales y frutales, el desarrollo de otras actividades productivas que podrían ser complementadas con el ecoturismo por la alta biodiversidad existente en nuestra selva peruana; en Madre de Dios (MD) y la localidad de Huepetuhe se observa una actividad minera intensiva de manera ilegal e informal.

La Figura 1, muestra una imagen de satélite Landsat (Julio, de 1986), en inicios de la primera década de la actividad minería aurífera aluvial no intensiva en Huepetuhe. Se observa que la vegetación y forestal era vigoroso e intacta a la vez.

#### Figura 1

*Imagen satelital de Huepetuhe-Caychihue*



Dado el alto valor ecuménico del oro, la MA en suelos aluviales se expande muy rápidamente en los últimos años con ingentes costos para la salud humana y ambiental. En MD hay más de 30 000 mineros que operan con maquinaria pesada como son los cargadores frontales, camiones volquetes, dragas de diverso tipo y motobombas, además de lo artesanal en las partes bajas de los ríos. El 99% de las operaciones mineras son informales e ilegales, han destruido más de 30 000 ha de bosques, deforestándolas y depredándolas, y contaminando gravemente varios ríos de la región con mercurio (M). Se han otorgado más de 1 500 concesiones mineras, que en muchos casos se superponen con áreas naturales protegidas, zonas de amortiguamiento y comunidades indígenas. (Google, 2020)

El M utilizado por los mineros es dejado en los cuerpos de agua en el proceso de amalgamación y luego del refogado esta se evapora, depositándose en los suelos y transformándose en metilmercurio ( $\text{HgCH}_3$ ), Sora (2016) señala:

El metilmercurio que absorbe todo organismo vivo por el fenómeno de la “bioacumulación” y “biomagnificación” es difícilmente eliminado, con consecuencias dañinas a la salud. En nuestro país desde los años 90 se vierten en los ríos amazónicos más de 3,000 toneladas de mercurio, alterando sus aguas y los organismos acuáticos que sirven de alimento a poblaciones asentadas en sus riberas. En la región Madre de Dios se extrae alrededor de 18,000 kg de oro por año, con un estimado de 2,8 kg de mercurio por cada kg de oro producido. (p. 1)

La bioacumulación es la acumulación de mercurio con el transcurrir del tiempo en un organismo vivo. La biomagnificación del M se da en bajas concentraciones al inicio de la cadena trófica y aumenta cuando esta asciende, por ello por sus hábitos alimenticios el ser

humano ocupa el último nivel en la cadena trófica. Las Comunidades nativas (CCNN) constituyen el grupo de mayor riesgo debido al alto consumo de pescado en la selva.

La acumulación de mercurio en los ríos amazónicos, es un problema latente cuyas consecuencias perduran en el tiempo, afectan al medio ambiente y la salud de la población que se ubica en sus riberas.

Actualmente, el Estado mediante la SUNAT enfrenta la problemática asociada al M, sobre todo en el aspecto legal, por ser una institución a cargo de la implementación y funcionamiento del Registro único de compradores de cianuro y mercurio, control de insumos químicos y bienes fiscalizados, asimismo, está a cargo de los operativos de fiscalización a los establecimientos de venta al público de combustibles para evitar su venta indiscriminada, destinada principalmente a la actividad minera ilegal. Es responsable de establecer rutas fiscales con puestos de control que permitan frenar el suministro irregular de insumos químicos y maquinarias en la lucha contra la minería ilegal, así como detectar e incautar el oro de origen ilegal. (SUNAT, 2020)

Ante esta problemática que afecta a la población de Huepetuhe y sus recursos naturales, se desarrolló la presente tesis de investigación con el objetivo de “determinar la influencia minería aurífera en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe, Madre de Dios – 2017”

## **1.2. Descripción del Problema**

Respecto a las variables del tema de investigación se detecta la siguiente problemática internacional cuyos componentes son similares a los de MD.

En Ghana cerca de 200,000 personas se dedican a la MA desapareciendo tierras cultivables (cacao) y contaminando aguas con el vertido del azogue. Para la extracción del oro, utilizan martillos, picos y lampas. El gobierno no afecta a los mineros ilegales, porque la extracción aurífera significa el 8% del PBI de Ghana y su prohibición significaría un fuerte revés económico a su país. Los chinos invierten enormes cantidades de dinero y aportan maquinaria pesada para extraer más oro en Ghana, pero contaminan y destruyen más su medio ambiente. (Caballero, 2017)

Sería difícil resolver la minería ilegal en Ghana. China es socio comercial de Ghana y la minería ilegal genera fuentes de trabajo para jóvenes ghaneses. Podría perseguirse a inmigrantes mineros ilegales, pero éstos emigrarían a zonas más alejadas.

Según el reporte sobre la realidad de la minería ilegal en países amazónicos, además de Perú, en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador y Venezuela existe este problema del uso del mercurio por las cifras de su consumo, el cual nos deberían llevar a una reflexión para adoptar medidas en la minería artesanal o pequeña minería, como la ratificación del Convenio de Minamata para su reducción y eliminación, planteando acciones en la salud y la remediación de la contaminación ya existente. (Heck, 2014)

La minería aurífera artesanal (MAA) en MD, opera desde los 70's del pasado siglo XX, en un contexto de violencia senderista, recesión económica, que permitió al FMI declarar al Perú como país inelegible y un alto costo del oro a nivel mundial, tres fenómenos que condicionaron migraciones, de pobladores andinos, a yacimientos auríferos aluviales (YAA) de MD.

Los impactos ecológicos negativos más relevantes de la minería aurífera en MD son las siguientes: Contaminación por azogue o mercurio líquido a las aguas y suelo, en la etapa de



preparación de amalgama, emisiones al medio ambiente en el quemado o “refogado”, con efectos nocivos para la salud humana. Deforestación, tala y quema de bosques naturales. Extinción de la flora y fauna. Acumulación de cascajo y grava sin finos en grandes volúmenes, resultado del lavado durante el proceso de recuperación del oro, sólidos y sedimentación de finos. (Ramírez, 2017)

Young (2002, como se citó en Vega, 2018) manifiesta que, al trabajar sin supervisión técnica, los problemas aumentan en la salud de los mineros, ya que emplean el mercurio sin los mayores cuidados además de inhalar su vapor cuando realizan la separación del oro y mercurio. “Para un trabajo continuo de 8 horas la OMS refiere una máxima exposición al mercurio de 0,05 mg/m<sup>3</sup> de aire”. El minero ilegal e informal por la ambición de solo beneficiarse desconoce los efectos que causa el mercurio, y de destinar inversión para la recuperación de los suelos afectados, aun sabiendo que estas áreas poseen bosques más biodiversos de la tierra.

Belaunde (2017) plantea que el estado peruano no debe “prohibir la minería aluvial, sino obligar a cambiar el actual proceso de extracción del oro como en países ambientalmente responsables como Canadá, donde el circuito cerrado (recuperador de mercurio) es obligatorio, evitando que se disperse en el medio ambiente” (pp. 4-5).

De entrevistas realizadas por Pérez (2017), científico Social de la Pontificia Universidad Católica del Perú, a funcionarios del Gobierno Regional de Madre de Dios, y observaciones sistemáticas realizadas por el responsable del presente estudio se deduce que el Gobierno Nacional y el Gobierno Regional de MD, no actúan políticamente para revertir la problemática antes expresada.

### 1.3. Formulación del problema

#### *Problema general*

¿Cómo la minería aurífera influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?

#### *Problemas específicos*

a) ¿En qué medida la minería aurífera con motobombas influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?

b) ¿En qué forma la minería aurífera con maquinaria pesada influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?

c) ¿Cómo la minería aurífera artesanal con carretillas y lampas influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?

### 1.4. Antecedentes

#### **Antecedentes nacionales**

Velásquez (2017) *Metales en suelos explotados por la pequeña minería aurífera aluvial en Madre de Dios, Perú*. Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Suelos. Escuela de Postgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. Objetivo: Evaluar el grado de contaminación de suelos por metales pesados en la comunidad Fortuna, y las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos impactados y no impactados en concesión minera aurífera aluvial. Conclusiones: La concentración de Hg en todas las áreas evaluadas, incluso en el área no impactada por la minería aurífera aluvial, no fue detectada debido a la intensa volatilización y lixiviación por la precipitación pluvial. De acuerdo con el

ECA de Perú y Canadá no existe contaminación por metales como As, Ba, Pb, Cu, Cr, Ni, V, Cd, Hg y Zn, salvo por el Cd. Los suelos de las áreas impactadas por metales pesados se caracterizan por su menor fertilidad y cantidad de nutrientes, capacidad de retener humedad y consistencia. Los suelos de las áreas no impactadas o naturales son las de mayor fertilidad, cantidad de nutrientes, capacidad de retener humedad y consistencia.

Cruz (2016) Economía subterránea de la minería informal en la Región Puno. *Revista de investigación Kuskiyky; Vol 1 N° 1*. Objetivo: Conocer el valor de la producción del oro obtenido por la minería informal en Puno. Metodología: Cualitativa, no experimental y descriptiva. Enfoca el problema de la minería informal desde el punto de vista de la valoración macroeconómica, la evasión tributaria, lavado de activos, contaminación del medio ambiente. Conclusiones: La minería informal extrae el oro sin cuidado de medio ambiente, es realizada por codicia y la fiebre aurífera. Se utilizan el mercurio y el cianuro para amalgamar el oro y echan los residuos a los ríos, lagunas, y a los suelos, generado externalidades negativas para la agricultura, ganadería, extinguiendo la flora y la fauna de las zonas de explotación minera.

Ramírez (2017) en su Tesis para optar el Grado de Magister en Gestión del Sistema Ambiental titulada: “Impacto ambiental de la pequeña minería y minería artesanal en la subcuenca del Río Inambari Madre de Dios” en la Universidad Nacional del Centro del Perú, cuyo objetivo es que mediante la descripción del medio físico, biológico y socioeconómico en la subcuenca del río Inambari por los métodos de extracción del oro que realiza la pequeña minería y minería artesanal, se proyecta evaluar sus impactos ambientales en las superficies afectadas; la metodología empleada es de una investigación de tipo aplicada con diseño de corte transversal cuya relación de variables se realizó en un solo momento, con el cual se espera generar conocimiento de aplicación directa, para lo cual emplea técnicas como las encuestas, imágenes satelitales e instrumentos de gestión ambiental. Los resultados muestran que los

métodos que causan mayor impacto al ambiente son el empleo de la Chupadera, Traca, Draga y Shute (mediante uso de maquinaria pesada). El mercurio es inhalado por los trabajadores entre el 75% al 85% y depende del tiempo de exposición el efecto a su salud puede ser agudo o crónico. Al ser la sub cuenca del río Inambari parte del corredor minero de Madre de Dios, donde la minería artesanal produce más del 70% de oro de todo el Perú, reserva natural con gran diversidad de especies vegetales y animales, cuyos suelos albergan oro aluvial, estas son degradadas por una explotación indiscriminada desde los años 80, afectándose ya más de 25 007,86 ha de sus suelos al removerse 1,40 m<sup>3</sup> de material por cada gramo de oro extraído con los métodos de extracción que se emplean.

González (2014) en su tesis de licenciatura titulada: “Impactos de la minería aurífera aluvial, en el deterioro de la microcuenca del Río Huepetuhe, Madre de Dios”, en la Universidad Nacional de San Martín, analiza el impacto ambiental generado por la extracción de la minería aurífera aluvial en las aguas superficiales, daño del ecosistema y perjuicio forestal; investigación descriptiva con toma de datos de imágenes satelitales para la cobertura, y muestras de agua para análisis de parámetros físico-químicos e inorgánicos (mercurio), microbiológico y parasitológico en 9 puntos de muestreo, 6 en cuerpos de agua fluvial, 2 embalses y 1 manantial; como instrumentos las entrevistas y las fichas de campo, fotografías aéreas y vistas satelitales. Los resultados evidencian que la minería aurífera empleando la chupadera y shute-cargador-frontal que mueven grandes volúmenes de tierra son los que más impactos genera al ecosistema de la microcuenca de Huepetuhe, eliminando la cobertura vegetal (tala de árboles y arbustos) que en 33 años (1 980 al 2 013) han sido deforestadas unas 4 494,41 ha, con degradación del suelo cuya restauración es lenta y difícil. La concentración de mercurio se encuentra por debajo de los LMP ( $< 0,001 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) afectando solo en su uso inadecuado al minero y por la emisión a aire durante el refogado, similar situación se presenta en las tiendas de comercialización del oro. Propone la revaloración de los servicios

ecosistémicos, donde la población manifiesta la disposición a minimizar los impactos ambientales mientras no implique la privación de su sustento de vida.

Gutiérrez (2015) en su tesis “Impactos mineros, agropecuarios y de la conservación en la calidad del agua y los sedimentos, cuenca Tambopata, Madre de Dios” en la Universidad Nacional Agraria La Molina, determina y compara que usos de la tierra contamina más para mejorar o no la calidad del agua y los sedimentos en la época de creciente. La metodología fue de segregar el área de estudio en tres zonas, minera, agropecuaria y de conservación, se tomaron muestras de agua y de sedimentos de orillas del río con parámetros físicos-químicos de temperatura, oxígeno disuelto, pH (in-situ), conductividad eléctrica, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos, sólidos disueltos y turbidez en el agua; en inorgánicos el arsénico, cadmio y plomo (absorción atómica), cromo (método colorimétrico) y mercurio (absorción atómica por arrastre de vapor frío). La actividad de conservación presentó la mejor calidad de agua y sedimentos, con sólo un parámetro la turbidez (188,5 NTU) que no cumple con los estándares. Por el contrario, la zona minera presentó la peor calidad al tener tres indicadores el pH (6,16), la turbidez (523,2 NTU) y el arsénico (9,89 mg/kg) que no cumplen con los estándares. Asimismo, se demuestra que hay diferencia significativa entre las actividades evaluadas en los indicadores de temperatura, plomo y arsénico; presentando la actividad de conservación la mejor calidad de agua y sedimentos.

Vega (2018) en su Tesis para optar el Grado de Magister en Gestión del Sistema Ambiental titulada: “Evaluación de la concentración de mercurio y otros metales que afectan a la salud en la concesión minera Pierina XXI en el proceso de formalización de la minería ilegal” en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, evalúa la presencia del mercurio y otros metales en los suelos y el agua de la zona “Ramos-Balcón” que afecta a la salud por la actividad de la minería ilegal. La investigación es no experimental, sin variación de las

variables independientes, en el año 2016 se recopilaron 58 encuestas. Los resultados señalan que el mercurio presente en el agua no supera lo establecido para la calidad de agua ( $<0,0006$  mg/l), los suelos evidenciaron valores por encima de los estándares de la calidad ambiental, el Arsénico con 3 608,40 mg/kg, el cromo con 5,10 mg/kg, y el mercurio se encuentra presente en la relavera con 27,72 mg/kg, los cuales son perjudiciales al ecosistema de la concesión minera Pierina XXI y para la salud de la población. Por lo que es necesario implementar acciones con actividades en el proceso de amalgamación y refogado del oro para disminuir la contaminación de los suelos y cuerpos de agua.

Vento (2017) en su tesis de Doctorado titulada: “El impacto de la minería ilegal del oro y el desarrollo sostenible en la región de Madre de Dios”, en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, mide los impactos socio ambientales y económico para el desarrollo sostenible causados por la minería ilegal del oro a fin de compatibilizar el desarrollo económico y conservación de los recursos en la Región Madre de Dios. La metodología considera una investigación aplicada, diseño no experimental de nivel descriptiva y considera el total de la población dedicada a la minería ilegal en la Región de Madre de Dios. Las técnicas utilizadas fueron las de observación y análisis de documentos, recolección de información en el lugar de estudio y dependencias públicas como Ministerio de Agricultura, Salud, Medio Ambiente, Energía y Minas, La Autoridad Nacional del Agua entre otros, mediante fichas de observación. Para comprobar las hipótesis del Estudio, se utilizó una metodología mixta: Cuantitativa – Cualitativa. Los resultados muestran que la Minería Ilegal de Oro genera impactos negativos en el desarrollo sostenible de la Región Madre de Dios, ocasionando grave daño a la ecología, el medio ambiente, población y la economía de la Región y del país, debido particularmente por el uso de equipos y maquinaria pesada (chupadoras, dragas, cargadores frontales, retroexcavadoras y volquetes). Hay un total abandono del estado, primando el desorden, la suciedad, delincuencia y prostitución por la pobreza existente. En los años 2013 y 2014 el ANA

reporta presencia de plomo (38 y 43 mg/l) y SST (12 mg/l) en el Río Huaypetuhe, pero no reporta presencia del mercurio tanto en el agua y sedimentos, pese a que la zona es eminentemente minera y es la recuperación del oro.

### **Antecedentes internacionales**

Marín y Vélez (2018) *Impacto ambiental sobre el recurso hídrico, una consecuencia del procesamiento del oro*. Especialización en Manejo y Gestión del Agua. Universidad de Antioquía. Medellín. Colombia. Objetivo general: Estudiar el procesamiento de los minerales auríferos en diferentes países del mundo, con el fin de identificar los impactos generados por el mismo sobre el recurso hídrico a nivel regional, nacional e internacional. Metodología: Búsqueda y análisis sistemático de bibliografía y data virtual relacionada con el tema. Conclusiones: Las Técnicas para el procesamiento de oro a nivel mundial, son la amalgamación y la lixiviación, por su alta recuperabilidad, no obstante es toxico y con un manejo inadecuado puede generar graves repercusiones a la salud humana y biota en general, por ser bioacumulables, y que impactan negativamente al llegar al suelo y al solubilizarse (movilidad en medios acuáticos) es fácilmente transformado en metilmercurio; además hay presencia de cianuro y diferentes metales pesados como plomo (Pb), arsénico (As), plata (Ag), cobre (Cu), cadmio (Cd), hierro (Fe), entre otros, que se encuentran asociados a las rocas extraídas. Por otra parte, los impactos derivan de los relaves, rocas procesadas y lodos sobrantes; asimismo, por la falta de conciencia ambiental y normativa, poco interés de invertir recursos económicos en tecnologías limpias.

Rubiano (2018) *El mercurio en la minería ilegal de oro en los países del Bioma Amazónico. Diagnóstico de flujos comerciales, información científica y respuestas institucionales*. Presentado a Fundación Gaia Amazonas, WWF Colombia y PNUMA.

Objetivo: Presentar un diagnóstico general de la situación del suministro, comercio y uso del mercurio en los países del Bioma Amazónico; los impactos de su uso en los paisajes y poblaciones del bioma; y del panorama de iniciativas públicas, privadas y mixtas a nivel doméstico, regional y global dirigida a contrarrestar dicha situación. (Minería artesanal y de pequeña escala, en adelante MAPE). Metodología: Compilación y análisis crítico de fuentes bibliográficas y virtuales, referentes al tema, con énfasis en documentación normativa y política de cada país, examen del estado del arte, tratados, notas de prensa, informes sobre comercio internacional de mercurio y otras fuentes secundarias para caracterizar los mercados de este metal. Conclusiones: Una política regional es la única opción viable para una solución a largo plazo que evite las consecuencias devastadoras del uso del mercurio en la MAPE, así como de sus impactos ambientales y de salud. Se requieren acciones integrales de prevención, generación de información y mejora de los medios de subsistencia de las poblaciones locales. Las posibilidades de éxito del Convenio de Minamata en la Amazonia pasan por encontrar un debido balance entre el interés de distintos actores de promover mercados de oro libre de mercurio, por un lado, y la urgencia manifiesta de reducir las emisiones, formalizar a los mineros, proteger a las comunidades expuestas y detener el contrabando de mercurio ilegal. De no encontrar dicho balance, las posibilidades de detener, remediar y prevenir la contaminación por mercurio en el Bioma Amazónico serán cada vez más reducidas.

Rocha, et al. (2017) Impacto de la minería del oro asociado con la contaminación por mercurio en suelo superficial de San Martín de Loba, Sur de Bolívar (Colombia). *Revista Internacional Contaminación Ambiental*. 34(1), 93-102. Objetivos: Evaluar las concentraciones de mercurio total (Hg-t) en muestras de suelo superficial de San Martín de Loba, sur de Bolívar (Colombia) y determinar el nivel de contaminación en el suelo. Muestra: 202 muestras de suelo superficial colectadas en San Martín de Loba. Los niveles de Hg-t, medidos por atomización electrotérmica y espectroscopia de absorción atómica. Las



concentraciones de Hg-t variaron de 0,000002 a 0,02383 mg/g, con un valor medio de 0,00340  $\pm$  0,00036 mg/g, el cual es ligeramente más alto que para el Hg en suelo a nivel mundial. El índice de geo-acumulación (Igeo) para suelo alcanzó valores superiores a 5, indicando una contaminación extrema (Clase 6) en el 17 % de las muestras, mientras que el 70 % fueron Clase 5 (fuertemente a extremadamente contaminado). El estudio, además, ofrece un mapa de riesgos para evaluar las posibles repercusiones negativas. Conclusiones: El Municipio de San Martín de Loba se considera una zona fuertemente contaminada con alto contenido de Hg. La extracción del oro mediante la amalgamación es un proceso rudimentario y empleado indiscriminadamente en la minería de oro, que libera mercurio al medio ambiente provocando un nivel alto grado de contaminación. Y para no afectar a la salud humana se deben optar por otras formas de procesar el oro y evitar su liberación al medio ambiente. La investigación aporta el primer mapa de contaminación por Hg-t en suelo superficial en el municipio de SML, mostrando que es una zona impactada por el Hg asociado a la actividad minera.

López, et al. (2016) Actividad minera y su impacto en la salud humana. *Revista Ciencia UNEMI*, V (9) pp. 92 – 100. Examina la actividad minera en el cantón Portovelo del Ecuador, como factor de riesgo por la exposición a contaminantes tóxicos cuyos efectos se refleja en la salud de la población. Conclusiones: La actividad minera a pequeña escala produce problemas de salud en las personas que trabajan en la minería. El 88% de los encuestados tiene problemas del aparato locomotor en grado mediano y alto. La lumbalgia es el síntoma más frecuente, con riesgo de padecer de hernia discal. El 62% presentaron problemas del aparato respiratorio en un grado mediano y alto, lo que indica que no les dan importancia a las medidas de bioseguridad. El 50% de ellos evidenciaron algún grado de alteración psicológica. El 95% de mineros están expuestos a sustancias químicas como el mercurio que alteran al sistema nervioso; la minería se ha convertido en un trabajo con incertidumbres y explotaciones sucesivas por los grupos monopólicos que operan en la zona. Ello crea un estado de ansiedad

por no conseguir dinero para el sustento familiar, están obligados a realizar trabajos forzados sin jornadas de descanso, recreación y espiritualidad. Para mitigar los problemas de contaminación en la explotación del oro en Portovelo, es necesario mediar entre los intereses políticos de solo generar ingresos económicos tanto para la población como para el gobierno con el de implementar acciones de protección con tecnologías limpias que ayuden a proteger el ecosistema. La actividad minera contamina, provoca graves problemas de salud a nivel local y regional por lo cual sólo a través de un manejo eco sistémico o de la visión de una cuenca hidrográfica se podrán visualizar soluciones viables. Para ello se propone generar programas educativos transdisciplinariamente entre los actores directos e indirectos de Portovelo y en consenso, implementar un plan de educación continua de protección, uso de tecnologías limpias y de conservación del ecosistema, basado en la teoría psicopedagógica del aprendizaje significativo propuesto por Ausubel, así como el uso del método andragógico en el proceso de enseñanza aprendizaje para que los mineros y personas que habitan alrededor de las plantas de beneficio y de los túneles reflexionen sobre los peligros que genera la actividad minera informal o artesanal por el uso del mercurio y otras sustancias químicas en la salud humana.

Díaz (2014) en su investigación titulada: “Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano”. *Rev. Salud Pública*. 16 (6), 947-957, 2014. Sustenta que, en la minería del oro, la afectación a la salud humana es debido a la inhalación de vapores de mercurio durante la separación del oro, así como por el consumo de peces contaminados por este metal, y afecta la salud humana de múltiples maneras. Conclusiones: El gobierno tiene que evaluar la magnitud del daño ambiental, proteger la salud de los colombianos, identificar aquellos sitios y fuentes hídricas con niveles de mercurio por encima de las concentraciones naturales, y obligar a los responsables a resarcir el daño causado. Hubo un tiempo en que los habitantes de las zonas mineras utilizaban métodos ancestrales en la pequeña minería del oro, los cuales son ecológicos. Es una minería de subsistencia, utilizada

para cubrir las necesidades básicas de quienes la practicaban, y cuyas herramientas principales son la barra, el almocafre, canalón, cachos y batea. Este tipo de minería se sigue practicando, prueba de ello es Oro Verde, una iniciativa creada por mineros chocoanos que utilizan técnicas ancestrales de la minería artesanal, las cuales garantizan la protección del medioambiente y el uso sostenible de los recursos de la región. Esta iniciativa compite en desventaja con los grandes y pequeños mineros, con sus dragones, retroexcavadoras y toneladas de mercurio. La legislación colombiana menciona que para fuentes hídricas de consumo humano y doméstico la concentración de mercurio no debe superar los 0,002 mg/L, y sin embargo se han encontrado valores que superan los 0,003 mg/L en algunos municipios y de 0,008 mg/L en otros lugares del mundo. Diferentes investigadores reportan que el consumo de agua con presencia de mercurio en concentraciones bajas afecta a la salud humana en comparación con otras fuentes de contaminación.

Montilla, et al. (2016) Evaluación de la contaminación por mercurio en aguas y sedimentos del Río Catatumbo utilizando ICP-MS. *Revista Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC), Mérida-Venezuela*, 12(7). Objetivo: Determinar el contenido de mercurio total, presentes en muestras ambientales. Metodología: Se tomaron muestras de agua y sedimentos del Río Catatumbo, a las cuales se les determinó el mercurio total mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). La cuenca del Río Catatumbo está afectada por actividades antrópicas conocidas. El uso indiscriminado de plaguicidas, herbicidas y fungicidas en los cultivos de la cuenca hidrográfica, particularmente los de flores en Colombia que pueden incrementar las concentraciones de mercurio. El Río Catatumbo descarga al Lago de Maracaibo el 70 % del contenido de su agua dulce por lo que es de vital importancia saber los contaminantes que arrastra con él. Los límites de detección y cuantificación en aguas fueron 0,013 y 0,044  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  respectivamente y para las muestras de sedimento 0,325 y 1,1  $\mu\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ , respectivamente. La desviación estándar relativa en la corrida

fue de 0,60 % y entre corridas fue de 3,04 %, indicando una adecuada precisión en el análisis, también se obtuvo una excelente exactitud en el estudio del material certificado de sedimento (PACS-2, referencia de sedimentos, Canadá), dando un porcentaje de recuperación de 98,4%. Las concentraciones de mercurio total en agua oscilaron entre 0,695 - 1,272  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , mientras que en los sedimentos estuvieron entre 4,969 - 36,860  $\mu\text{g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ . Ello, evidencia que las actividades antrópicas alteran las aguas y terminan depositándose en la laguna para posteriormente emplear el agua en riego y de consumo humano, por lo que las autoridades deben implementar y desarrollar programas para minimizar el uso del Hg, con el fin de que se tengan mejores productos y calidad de vida.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### ***Justificación Teórica***

El estudio se sustenta en enunciados teóricos susceptibles de verificación empírica por observación y experimento, la minería aurífera genera contaminación ambiental por uso del mercurio de forma inadecuada, por lo ilegal e informal además de baja recuperación del oro, asimismo por las bases del Sistema de Dominio Originario de la Minería.

### ***Justificación Práctica y Social***

Desde hace más de medio siglo la minería aluvial aurífera viene extrayendo y explotando el oro de los cauces, lechos y terrazas de los ríos en la Región de Madre de Dios, y particularmente, en la localidad de Huepetuhe empleando el mercurio en la amalgamación y refogado para obtener el oro. Estas se realizan bajo condiciones de riesgo a la salud, campamentos eventuales sin las mínimas condiciones de vida. En ese sentido, se justifica la formulación de este trabajo de investigación que permite determinar cómo es la contaminación ambiental fluvial, causada por el uso del mercurio en el proceso, y recomendar acciones de

desarrollo minero con responsabilidad social, información, educación ambiental y cierre de minas.

### ***Justificación Personal***

El responsable de la presente investigación se desempeña por más de 20 años en el área de minería, en entidades públicas y privadas. Lo que permite mi desarrollo personal integral y contribuir con el desarrollo socioeconómico del país.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

➤ Existencia de abundante producción bibliográfica, hemerográfica y electrónica o magnética sobre el tema de investigación, y un tiempo relativamente limitado para consultarla y analizarla en su totalidad.

➤ Las bases teóricas para explicar la Contaminación Ambiental Fluvial, causada por el mercurio debido a la Extracción de la Minería Aurífera, son limitadas pero suficientes para realizar el tema de investigación.

### **1.7. Objetivos**

#### ***Objetivo general***

Determinar la influencia de la minería aurífera en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

#### ***Objetivos específicos***

a) Determinar la influencia de la minería aurífera con motobombas en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

b) Detectar la influencia de la minería aurífera con maquinaria pesada en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

c) Develar la influencia de la minería aurífera con carretillas y lampas en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

## **1.8. Hipótesis**

### ***Hipótesis general***

La minería aurífera influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

### ***Hipótesis específicas***

a) La minería aurífera con motobombas influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

b) La minería aurífera con maquinaria pesada influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

c) La minería aurífera con carretillas y lampas influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

## II. Marco Teórico

### 2.1. Bases teóricas relacionados con la investigación

#### *Teoría sistémico-ecológica (años setenta)*

Se especifica como un control de los efectos humanos directos e indirectos sobre los ecosistemas; equilibrio entre los insumos y productos de los sistemas humanos; minimización de factores de perturbación de los ecosistemas.

#### *Teoría de la minería ilegal e informal*

Juárez (2014, como se citó en Castillo, 2019) menciona que la teoría estructuralista: con la integración de nuestras economías a la economía mundial, surge como un sector moderno o formal con tecnologías avanzadas y estructuras de mercado monopólicas u oligopólicas, pero no genera un número significativo de empleos, por la que una gran cantidad de trabajadores tienen que generarse sus propios empleos en condiciones precarias, y a ello es que se denomina el “sector informal”. En general, la ineficiencia del estado como los costos de sus servicios y regulaciones desalientan la formalización de las empresas. Si el beneficio neto de ser informal es mayor, la gente optará por la informalidad. Por tanto, el enfoque institucionalista considera “la informalidad como resultado de una decisión voluntaria”.

#### *Teoría de propiedad minera*

Existen dos teorías relacionadas a la propiedad de los yacimientos mineros:

➤ **Teoría de acceso.** Es un modo de adquirir la propiedad y atribuye que los yacimientos mineros son del dueño de la propiedad de la superficie del suelo. Las minas se consideran parte integrante de la superficie en virtud del principio de la acceso, constituyendo los elementos superficie y yacimiento una unidad, por tanto, pertenecen al dueño o dueños de la propiedad de la superficie.

➤ **Teoría de la separación.** Esta teoría considera el dominio minero como un derecho distinto, ajeno y separado del derecho de propiedad superficial; que las minas tienen un valor distinto al valor del terreno superficial, pues, suelo y subsuelo son dos términos distintos y cada uno comienza donde termina el otro. Esta teoría dio paso a otros sistemas como los: Sistemas de Dominio Originario de la Minería. La Tabla 1 esquematiza estos sistemas teóricos.

**Tabla 1**

*Sistemas de Dominio Originario de la Minería*

<b>Sistemas de Dominio Originario de la Minería</b>			
<b>Dominalista</b>		<b>Fundiario</b>	<b>Res Nullius</b>
El Dominio Originario es el Estado de la Minería: Terreno superficial y Yacimientos subyacentes.		El Dominio Originario del terreno superficial y de sustancias minerales está en el suelo y en el subsuelo de la propiedad.	No existe un propietario de la Minería, ni el Estado, se tienen estos aspectos:  1. Separan los elementos diferentes: Régimen legal propio y Yacimiento de la superficie.  2. Declaran que la Minería no pertenecen a nadie ni al Estado.
<b>Regalista</b>	<b>Socialista</b>		
El Dominio Originario de Minería lo tiene el Estado, que explota a través de empresas estatales o privadas con "Concesiones".	El Dominio Originario lo tiene el Estado, exclusivamente, explotándolo, estando prohibido su concesión a terceros.		

El Sistema de Dominio Originario (DO) o Recursos Mineros (RM) es aquel que le da la pertenencia al Estado o a Privados, comprende:

a. **Sistema Dominalista o del Dominio del Estado (Libertad de Minas).** En este sistema los recursos mineros lo tienen el Estado. Es el titular o propietario de los recursos mineros del suelo y subsuelo, donde puede ejercer su soberanía, pero no, su derecho



patrimonial, no es un dominio completo, es una soberanía parcial donde el Estado carece de facultades de gozar y usar los yacimientos mineros. El Estado puede entregar los recursos mineros de propiedad a privados para explotar, explorar y beneficiar, con el derecho de propiedad en su favor, sin que esta propiedad sea del Estado, por Concesión Minera (Vergara, 2013). Este sistema puede considerarse como el régimen de atribución estatal del dominio de todas las minas. Sin embargo, sólo se entrega a los privados para que éstos exploten como propietarios de acuerdo a las normas establecidas; lo que constituye un método más adecuado de la concesión minera y, por tanto, es el más conocido y utilizado en el medio minero. (Baldeón, 2016)

b. ***Sistema Dominalista Regalista.*** Es un régimen de atribución estatal del dominio de todas las minas. Sobre las cuales ejerce su dominio patrimonial. Asimismo, el Estado, se reserva el derecho de regular a dónde va la riqueza minera, que le pertenece y la controla, administra y distribuye a privados, por arbitrio y por el respectivo pago de los productos obtenidos de la mina ejecutando así su soberanía sobre ella. (Belaúnde, 2015)

El Estado como propietario o titular del derecho de dominio de los recursos mineros puede disponer, gozar y utilizar de los beneficios, libremente, para arrendar, concederla, explotarla, permutar, venderla; por su propia cuenta y riesgo (López, 2016). Así mismo el Estado posee, exclusivamente, el derecho para ceder el disfrute y goce del suelo y del subsuelo; y, simultáneamente, tiene el derecho de arrendar, contratar, enajenar; por lo cual este derecho puede ser transferido. Además, el mismo Estado puede controlar y fiscalizar este derecho por medio de su sistema administrativo. (Franciskovic, 2009)

El Sistema Dominalista Regalista peruano se sostiene en el Art. 66° de la Constitución Política del Perú, donde los recursos naturales renovables y no renovables, son patrimonio de

la Nación. Y el TUO de la Ley General de Minería en su Art. II sostiene: Todos los recursos minerales, pertenecen al Estado cuya propiedad es inalienable e imprescriptible.

c. **Sistema Dominalista Socialista.** Sostiene que el dominio originario de los yacimientos mineros son propiedad, solamente, del Estado, diferenciándola de la superficie del recurso mineral, cada uno con regímenes legales propios.

La diferencia entre el Sistema Dominalista y el Socialista, consiste en que el primero permite que la empresa privada intervenga en actividades mineras de extracción, exploración y beneficios sola, o como socia del Estado empresario; mientras que el segundo solo posibilita que las actividades mineras sean desarrolladas por el Estado; excepcionalmente, existen casos donde el Estado contrata con la gran minería extranjera o transnacionales mineras. (Gay y González, 2014)

d. **Sistema de Accesión, Fundiario o Fundus – Heredad.** De acuerdo a esta teoría, el dueño de la superficie terrestre por su título de propiedad y por el principio de accesión, es propietario, automáticamente, del yacimiento superficial de su propiedad y su correspondiente subsuelo con el cual, conforman legalmente, una unidad indisoluble. Esta teoría es cuestionada, por las discrepancias que surgen, cuando se le da más importancia al subsuelo y a su riqueza como accesorio del suelo, sin embargo, el subsuelo a veces posee más valor que el suelo. (García y Franciskovic, 2010)

e. **Sistema de Cosas de Nadie o Res Nullius.** En el Sistema de Res Nullius el dueño o propietario de los recursos mineros no es el Estado ni los privados. Estado adjudicará el yacimiento minero a quien dé mayores utilidades, mejores garantías para su explotación, mayor factibilidad para implementar y desarrollar el proyecto minero que beneficie al país.

En este sistema se otorga el yacimiento por ser el más ventajoso para la explotación de determinados minerales, pero actualmente, no da seguridad jurídica, porque está supeditado a

que el Estado, entregue el yacimiento minero a quien brinde mayor garantía más no a quien tenga mayor derecho, impidiendo, resolver conflictos socio - ambientales y de referentes a la propiedad del subsuelo y del suelo. (Vergara, 1992)

## **2.2. Bases teóricas especializadas sobre el tema**

### ***Minería***

La minería es una actividad productiva que aprovecha los minerales que se encuentran en la naturaleza, y forma parte de las actividades económicas del sector primario, por los materiales valiosos que puedan dar origen a la riqueza, con productos necesarios para los seres humanos, por ello su desarrollo es de gran importancia en el sector industrial y económico de un país o región.

### ***Tipos de minería***

La minería se puede clasificar, según sus inversiones en gran minería, mediana y pequeña minería, incluso, minería artesanal. Se destaca que la actividad minera está restringida por una serie de regulaciones legales a fin de proteger el ambiente y los recursos naturales, así como, el bienestar de las personas que laboran en la actividad minera. Se divide en: Minería metálica: de la cual se obtienen minerales como el cobre, oro, plata, zinc, hierro, entre otros, y son empleados en el sector industrial para la elaboración de diversos productos. Minería no metálica: con la obtención de minerales no metálicos como el mármol, granito, carbón, arcilla, sal, entre otros y se emplean en el sector industrial como materia prima para la construcción. Heck (2014), diferencia dos categorías de minería: a) En función del cumplimiento de la ley: La minería formal, informal e ilegal, y b) Por el tamaño de la explotación. Sin embargo, la minería informal y la minería ilegal, son actividades que se ejercen con equipos y maquinaria

que no corresponden al tamaño de la actividad y no cumplen las exigencias administrativas, técnicas y ambientales, vale decir no tienen concesión legal. La minería ilegal varía de la artesanal porque realiza sus actividades de extracción en lugares prohibidos por el estado como son las áreas naturales y protegidas, los ríos y lagunas, sin haber iniciado proceso alguno de formalización. La minería informal realiza actividades extractivas en zonas permitidas y han iniciado su proceso de formalización.

### ***La minería en el Perú***

La minería se desarrolla en el Perú desde épocas inmemoriales, muestra de ello son las distintas culturas preincaicas, las cuales eran trabajadas en oro y plata principalmente. El descubrimiento, en 1566, de la mina de mercurio, llamada después Santa Bárbara, es una de las efemérides notables de la historia minera, este mercurio serviría para el proceso de beneficiar la plata por amalgamación, siendo este último metal el que obtuvo mayor importancia en la explotación, comparado con el oro. Desde 1950, la industria minera en el Perú ingresa a una nueva fase de desarrollo como consecuencia de la nueva política implementada con el Código de Minería de ese año. En la década del 90 con el cambio del modelo económico y la apertura del mercado se inicia una fase expansiva sin precedentes que llega hasta la actualidad, en que la minería se ha constituido en el pilar fundamental de la economía peruana. (IIMP, 2020)

La minería es una actividad productiva primaria que aprovecha los minerales de la naturaleza, transformándolos industrialmente para beneficio de la humanidad. Los Minerales principales son el oro, plata, hierro, cobre, zinc, La minería moderna en nuestro país se caracteriza por la presencia de empresas rentables y eficientes que explotan los recursos minerales en relación armoniosa y de mutuo beneficio con diversos actores, respetando el

medioambiente y trabajando con seguridad, higiene industrial y responsabilidad social. (INGEMMET, 2018)

La minería en el Perú está constituida por: La Gran Minería, Mediana Minería, Pequeña Minería y Minería Artesanal. Los dos primeros regulados por el Régimen General, y los otros por el Régimen del Pequeño Productor Minero y Minero Artesanal, cuya producción se encuentra previsto en el texto único ordenado de la Ley General de Minería Decreto Supremo N° 014-92-EM.

Vento (2017), menciona que la minería es el conjunto de actividades destinadas a descubrir, extraer y utilizar minerales encontrados bajo superficie de la tierra. También define a la minería como una actividad laboral que consiste en un proceso en el cual se produce la explotación de un yacimiento a fin de lograr la extracción de diferentes minerales.

*“La minería es presentada como sinónimo de riqueza, pero tras ella encontramos problemas económicos, sociales y ambientales y es responsable de sus impactos y consecuencias siendo calificada como la actividad más depredadora del mundo [sic]”.*  
(Carrere 2004: 63)

El Sector Energía y Minas garantiza las inversiones en actividades mineras, propiciando condiciones socio ambientales y de seguridad, realiza estudios geológicos respetando la disponibilidad y el acceso al recurso agua, protección del medio ambiente mitigando sus efectos en la generación del valor agregado del recurso minero explotado; de forma conjunta con la población y autoridades locales, de la región y el nivel nacional, fortalece la gestión minera soportada en el marco legal y de convivencia armoniosa entre las empresas y la Sociedad en su conjunto. (Ramírez, 2017)

### ***Minería aurífera aluvial***

La minería aurífera aluvial es una actividad que se desarrolla en varias regiones de nuestro país, sobre todo en las zonas de potencial minero como el departamento de Madre de Dios. Es de conocimiento general que la mayoría de personas naturales y/o jurídicas que ejercen esta actividad trabajan de forma informal o ilegal y sin las medidas requeridas para prevenir los impactos ambientales. Las actividades mineras realizadas con estas características, tienen como consecuencia la generación de grandes áreas degradadas, cuya recuperación representa un gran desafío para el Estado y la sociedad civil. (MINAM, 2016)

La Minería aluvial contraria de la minería filoniana que se explota subterráneamente, son depósitos en áreas planas, riberas de los ríos o en cauces secos, y de poca profundidad, geológicamente no son formaciones provenientes del subsuelo, el mineral fue desplazado de las partes altas de las montañas por diversos fenómenos climatológicos, movimientos bruscos de la Tierra que generan deslizamientos y arrastra material con contenido de oro a las quebradas y este por las aguas de los ríos son transportados a las partes bajas, donde la población inicia a remover la tierra en busca del oro, descuidando toda protección de los bosques y la biodiversidad existente.

### ***Minería aurífera artesanal***

Las actividades de la minería artesanal en Madre de Dios y en zonas auríferas del Perú, se inician en la década del 70, promovido especialmente por los altos precios del oro, que origina migración de la población hacia zonas auríferas aluviales, y se ve más acrecentado por violencia política generada por el terrorismo. El estado peruano ante la informalidad creciente promulga la Ley N° 2765 en el año 2002, impulsando la formalización y promoción de la Pequeña Minería y Minería Artesanal y, establece el marco jurídico con el reglamento D.S.

013-2002-E.M definiendo la minería artesanal/informal y creando condiciones básicas para integrarse al sector de la economía formal (MINAM, 2011). La minería aurífera artesanal o pequeña minería en suelos aluviales se expande velozmente en los últimos años, con efectos ambientales y a la salud humana por el empleo del mercurio. Madre de Dios no es ajena a esta realidad y se estima que más de 30 000 mineros se dedican a la extracción del oro aluvial, para lo cual en muchos lugares vienen empleando equipos pesados como el cargador frontal, camiones volquete y dragas en los ríos. La alta informalidad y los más de 1 500 petitorios mineros que en muchos casos estos se extienden en áreas naturales protegidas y de pueblos indígenas, han creado un clima creciente de conflictividad socio ambiental, por la destrucción de más de 32 000 ha de bosques y contaminación de sus ríos con el mercurio y residuos de combustibles. (Google, 2020)

La minería artesanal varía de forma notable en un contexto local y nacional por la interacción de factores socio ambientales y afectación a la salud, es por ello que el Convenio de Minamata estipula que cada país debe comprometerse a reducir y eliminar el uso del mercurio (MINAM, 2015). Así mismo “la extracción de oro realizada por personas individuales o pequeñas empresas al ser de baja producción su inversión es muy limitada” (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2014). La Organización Internacional del Trabajo describe la minería artesanal y de pequeña escala como “...gran cantidad de mano de obra, con un nivel bajo y básico de mecanización”, el Banco Mundial profundiza en los efectos sociales y económicos del trabajo de la minería artesanal y de pequeña escala como “...una actividad impulsada en gran medida por la pobreza, llevada a cabo normalmente en las zonas rurales más pobres y remotas de un país por una población itinerante, con formación deficiente y con pocas alternativas laborales”. Esto se agrava debido a los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados con este tipo de trabajo. Las Naciones Unidas señala que la minería aurífera artesanal es practicada por más de 15 millones de

personas alrededor de 70 países, en la cual se observan aproximadamente 5 millones de mujeres y niños, especialmente impulsadas por la pobreza. (OMS, 2017)

### ***Minería informal***

Según Gonzáles (2018), la Minería informal es una actividad minera que no cumple con las exigencias de las normas emitidas para un productor minero artesanal, explota recursos naturales sin haber iniciado su proceso de formalización, y más aún emplea equipos y maquinaria pesada con consecuencias medio ambientales.

### ***Minería ilegal***

La Minería Ilegal es una actividad económica de extracción, que no tiene regulación por parte del estado peruano y es realizado en lugares prohibidos como zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, cabeceras de cuencas, propiedades de terceros sin autorización del titular, muchas veces emplean la violencia desplazando a los pueblos indígenas.

### ***Métodos de explotación***

Para Salinas (2007, como se citó en Velásquez, 2017), el proceso de explotación minera aurífera aluvial consiste en: extracción de sedimentos, lavado de sedimentos, recuperación de gravas auríferas, amalgamación, recuperación del mercurio y refogado de la amalgama. Actualmente la OMAPE (Organización de Minería Artesanal y de Pequeña Escala) emplea el equipo llamado “traca” que es equipo móvil que extrae sedimentos y selecciona gravas auríferas. Se ubica en una balsa compuesta por una plataforma de madera sobre dos canoas, una manguera de succión con bomba que succiona sedimentos directamente del lecho del río, playas inundables y acantilados a través de mangueras (4”). El material succionado pasa a por



un contenedor ubicado en el piso; incluye una zaranda y una canaleta provista de alfombras sobre el que se deposita las gravas auríferas. Las gravas y partículas gruesas no usadas son depositados en el piso llamado “playa” y las partículas finas, luego de discurrir a lo largo de la canaleta, se dirigen en dirección del curso de agua o cauce de río. La característica del área de trabajo es la deforestación, empleo del agua local y formación de aberturas irregulares en la superficie que puede alcanzar profundidades de 20 m hasta más de 30 m. El proceso de obtención del oro es mediante la recuperación de la arena aurífera con bateas, canaletas (con yute) y abundante agua para clasificar y lavar el oro. El oro en “pepita” puede ser recuperados manualmente.

### *Contaminación ambiental*

Para Ccancapa (2015), citado por la FAO (1993), la contaminación es la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir las condiciones en el agua, que afecta de modo directo o indirecto, que impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, el contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Gallego, 2000, como se citó en Ccancapa, 2015). Las categorías de contaminación que impactan a los recursos hídricos se derivan de fuentes puntuales y no puntuales. Éstas afectan y alteran las características naturales de los recursos hídricos, ocasionalmente por actividades naturales, el mayor de los impactos es de carácter antropogénico (FAO, 1993, como se citó en Ccancapa, 2015). Existen dos tipos de contaminación de las aguas: **Contaminación puntual**: Es aquella que descarga sus aguas en un cauce natural, proviene de una fuente específica, como suele ser un tubo o dique, está asociada a las industrias y las aguas negras municipales. El cual puede ser tratada (Repetto, 2001, como se citó en Ccancapa, 2015). Las fuentes puntuales de contaminación, se desplazan por la superficie terrestre y penetran en el suelo arrastrado por el

agua de lluvia. Estos contaminantes consiguen abrirse paso hasta las aguas subterráneas, tierras húmedas, ríos, lagos y finalmente hasta los océanos en forma de sedimentos y cargas químicas. La repercusión de estos contaminantes puede ir desde pequeños trastornos hasta graves catástrofes ecológicas sobre peces, aves, mamíferos y salud humana (Ongley, 1997, como se citó en Ccancapa, 2015). **Contaminación difusa:** Es el tipo de contaminación producida en un área abierta, sin ninguna fuente específica; este tipo de contaminación está asociada con actividades de uso tales como; la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales. Su control es más difícil debido a su naturaleza intermitente y su mayor cobertura. (Gallego, 2000, como se citó en Ccancapa, 2015)

### ***Mercurio***

La corteza terrestre con tiene un promedio de aproximadamente 0.02 ppm de mercurio. El aire contiene en promedio 0.005 – 0.06 mg/m<sup>3</sup>, el agua dulce 0.1 mg/L, el agua del mar 0.03 mg/L de mercurio, todo esto proveniente de las erupciones volcánicas, principalmente. Existen más de 20 minerales diferentes que contienen mercurio. De ellos, solo el sulfuro de mercurio (cinabrio) es el más empleado. El mercurio se emplea en el proceso de amalgamación y en la quema para separar el oro del mercurio como producto final y luego proceder a venderla. La inhalación de los vapores de mercurio perjudica a la salud humana y es considerado como un impacto ambiental negativo. (Apaza, 2016)

El mercurio es un elemento pesado y tóxico que genera daño a la biodiversidad y la población que la manipula en bajas concentraciones. El Perú fue un gran importador de mercurio en Sudamérica generalmente empleado en la extracción de oro por la minería artesanal, y al no ser reciclados en su totalidad éste termina en la atmósfera. El mercurio inorgánico se encuentra en los suelos, el agua, el aire de forma natural a diferencia del mercurio orgánico que es convertido a metilmercurio por bacterias y microorganismos en el fondo del

agua, donde los peces lo consumen y por el proceso de bioacumulación estas se van acumulando en el interior de sus propios tejidos. En los seres humanos el mercurio ingerido es transportado por la sangre; llegando al hígado y posteriormente alojándose en el cerebro, y en las mujeres embarazadas se aloja en el feto por medio de la placenta. Por el proceso de biomagnificación peces grandes como el zúngaro presentan más mercurio en sus tejidos, que luego en el consumo humano implica riesgos para la salud de la población, por lo que no solo el minero que manipula el mercurio se intoxica sino también afecta a su familia al alimentarse de los peces del río, ya que al cocinar los alimentos el mercurio no se elimina. El organismo humano elimina al mercurio absorbido muy lentamente, por lo que mediante agentes quelantes es excretado del cuerpo. (Espinoza, 2018)

Ccancapa (2015), menciona que, el cinabrio rojo (HgS) es un mineral de sulfuro compuesto por mercurio y azufre, y desde tiempos remotos fue la fuente de comercial de mercurio metálico, además de que se puede encontrar también presente en otros sulfuros como el hierro, arsénico, cobre y zinc (Palacio et al., 2003, como se citó en Ccancapa, 2015). Su origen es que procede de masas de materiales fundidos que se dan al interior de la Tierra, creándose un ciclo geoquímico de formación de rocas magmáticas, señalando que en algunos procesos en la superficie hay participación de los seres vivos, donde el mercurio al poseer propiedades físico químicas son de fácil movilidad (Cotton y Wilkinson, 1980). Dentro de sus Propiedades físicos químicas más relevantes del mercurio es que a 38.9 °C se produce una transición del estado sólido al líquido a la cual se le denomina Temperatura de fusión, por ello que a temperatura ambiente se presenta en estado líquido y se le conoce como mercurio metálico, y de mercurio elemental al vapor que se encuentra en la atmosfera (Khatoonabadi, 2008, como se citó en Ccancapa, 2015). El mercurio metálico tiene gran correspondencia por el oro con el que combina fácilmente y se le denomina amalgama, y de fácil empleo en la minería aurífera para la recuperación de oro aluvial y de vetas.

Aparicio (2015), manifiesta que el mercurio en su forma líquida (metálica o elemental), se liga fuertemente con el oro, produciendo una aleación conocida como amalgama; este proceso es empleado comúnmente en la minería a nivel industrial y artesanal para la extracción de oro y su posterior recuperación mediante la evaporación del mercurio. Las amalgamas son compuestos Inter metálicos sólidos que presentan principalmente las siguientes composiciones:  $AuHg_2$ ,  $Au_2Hg$  y  $Au_3Hg$ ; éstas no son uniformes y su formación dependerá principalmente de la limpieza de la superficie del oro y la efectividad del contacto mercurio-oro (Veiga et al., 1990). El mercurio se emplea ampliamente para recuperar oro de la arenilla aurífera obtenida en la minería aluvial pues por su bajo punto de ebullición ( $356^{\circ}C$ ), es fácil separarlos calentando la amalgama para evaporar el mercurio (Wotruba et al., 1998). El proceso de recuperación, llamado también refogado, es una importante fuente de contaminación por mercurio, puesto que bajo condiciones artesanales y sin medidas adecuadas de confinamiento y recuperación, la mayor parte del mismo escapa a la atmósfera en forma de vapor (PNUMA, 2002, 2013a; Ministerio de Energía y Minas, 2005). La cantidad de mercurio que se libera al ambiente varía dependiendo del tipo de operación y el cuidado con el que se manipula este material, se estima de 1 a 3 gramos de mercurio son emitidos al ambiente por cada gramo de oro obtenido. (Pfeifer y Lacerda, 1988; PNUMA, 2006), aunque hay autores que han calculado niveles de contaminación por mercurio mucho mayores, con niveles de emisión variando entre los 5.6 y 13 gramos de mercurio por gramo de oro. (Wotruba et al., 1998, como se citó en Aparicio, 2015)

Los Vínculos con el convenio de Minamata sobre el mercurio (MINAM, 2015), menciona que el objetivo principal es proteger la salud humana de la liberación del mercurio al medio ambiente. Incluye una serie de medidas para cumplir dicho objetivo, incluidos los controles sobre emisiones y liberaciones al medio ambiente de mercurio de origen industrial, así como la eliminación o reducción progresiva de ciertos productos o componentes de

productos que contienen mercurio. El Convenio cuenta con un Artículo dedicado a las cuestiones sanitarias (Artículo 16) que, de forma específica, exhorta al desarrollo y la implementación de estrategias y programas para identificar y proteger a las poblaciones en riesgo debido a la exposición al mercurio y compuestos de mercurio, incluso mediante la adopción de directrices sanitarias basadas en la ciencia, la promoción de salud y actividades de educación sanitaria. Los ministerios de salud deberán involucrarse en el desarrollo de estrategias de salud pública como parte del plan de acción nacional para reducir el impacto sobre la salud del uso del mercurio en la minería artesanal (en función del Artículo 7), así como evaluar los sitios contaminados que representan un riesgo para la salud (Artículo 12). El Artículo 18 sobre información pública, sensibilización y educación hace mención específica a la salud de las personas.

Aparicio (2015), estima que cerca del 40% de las pérdidas de mercurio ocurren durante los procesos iniciales de concentración y amalgamiento, cuando éste pasa directamente a los cuerpos de agua, donde se mezcla con el sedimento. El otro 60% es liberado a la atmósfera cuando la amalgama Oro-Mercurio es quemada al final del proceso de purificación; ese mercurio gaseoso puede ser dispersado sobre grandes áreas pudiéndose contaminar una gran variedad de ecosistemas acuáticos y terrestres (Maurice-Bourgoin et al., 1999). El mercurio que se libera en el agua, una vez asociado con el sedimento y las partículas finas en suspensión, puede viajar varios kilómetros aguas abajo de los puntos de emisión, afectando así a grandes áreas del ecosistema acuático. Se ha determinado en la amazonia de Brasil que la contaminación mercurial afecta áreas ubicadas hasta 150 km aguas debajo de los puntos de origen (Maurice-Bourgoin, 1999), con altas concentraciones en agua y sedimentos, llegándose a observar la formación de amalgama oro-mercurio en el lecho del río, antes de ser extraído por las dragas (Forsberg, 1992).

Luego del movimiento del material aluvial, se obtiene un botón o perla de amalgama, donde también se pierde una parte del mercurio metálico, que por lo general tiene una proporción de 60% de mercurio y 40% de oro. Posteriormente se funde el oro, donde parte del mercurio se volatiliza al medio ambiente, estos trabajos se realizan al aire libre en un 20% y el 80% en espacios cerrados. (Aramburú, et al., 2010)

En el proceso de separación del oro mediante el rehogado al no contar con equipos de recuperación el mercurio se volatiliza en un 50% y subsiste en estado gaseoso dispersándose por los alrededores, y en presencia de lluvias esta se oxida y cae nuevamente contaminando los suelos posteriormente es arrastrado a los ríos alterando sus aguas y organismos que viven en ella. (Cueva, 2016)

El mayor problema de la minería aluvial frente al uso del mercurio es que no se puede garantizar la recuperación del mercurio tras el “lavado” del oro, la mayoría de los procesos de amalgamación se ejecutan muy cerca de las viviendas de los mineros, por lo que las familias respiran gran parte del vapor de mercurio durante la fundición del oro y no emplean ningún extractor. (Mireya y Malagón, 2018)

En los lugares de quema de la amalgama, las concentraciones de mercurio en la atmósfera son peligrosamente elevadas y superando el límite fijado por la OMS para la exposición de las personas ( $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). (OMS, 2017), (Mireya y Malagón, 2018)

### ***Sólidos totales en suspensión***

Los sólidos totales en suspensión son los sólidos que no se encuentran en solución y que tienen una partícula superior a 1 micrómetro. Los sólidos en suspensión afectan el color y la turbidez del agua. Asimismo, contribuyen a la disminución del oxígeno, impiden la

utilización del agua para consumo humano y si es muy alto el valor disminuye la presencia de peces. (MINAM, 2011)

Velásquez (2017), menciona que la calidad del agua puede afectarse por la contaminación con mercurio, sólidos, lubricantes, combustibles y sedimentos, perjudicando la vida acuática (Rivera et al.,2000). Los ríos presentan una turbidez natural por la presencia de partículas en suspensión en el agua y que según la unidad con que se mide nos indica es de 100 NTU (Unidad Nefelométrica de Turbiedad), y puede llegar a 1 000 NTU en los ríos donde se extrae el oro aluvial (ANA, 2010). Se estima que desde 1980 se habrían vertido 3,000 t de mercurio a los ríos amazónicos (Webb, 2004, como se citó en Álvarez et al., 2011).

Turbidez y total de sólidos son medidas relacionadas a la claridad de las aguas superficiales. La turbidez es una medida indirecta de la claridad del agua que determina la cantidad de luz que pasa a través del agua. Total, de sólidos es una medida directa de las partículas sólidas suspendidas en agua por peso.

En los ecosistemas acuáticos la fotosíntesis del fitoplacton se ve afectada por falta de luz solar, debido a que las aguas presentan cantidades altas de sólidos suspendidos que impiden su paso.

La contaminación, por sólidos en suspensión, ocasiona que los peces emigren a aguas más cristalinas sin la existencia de sedimentación de sólidos, debido a que afecta sus refugios dentro del agua, falta de oxígeno y alimentación por la excesiva turbidez presente en las aguas.

En un mismo río los sedimentos, que son transportados en suspensión, varían para un mismo caudal, dependiendo de la época del año e incluso del lugar de la cuenca donde se produce la lluvia.

El incremento de sólidos suspendidos en el agua, se ve acrecentada por la remoción de tierras y durante el lavado de la grava aurífera, cuyos finos generan turbidez. (Medina et al., 2007)

### ***Sedimentos***

Definimos como "sedimentación" al proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad. Las impurezas naturales pueden encontrarse en las aguas según tres estados de suspensión en función del diámetro. Éstos son: a) Suspensiones hasta diámetros de  $10^{-4}$  cm. b) Coloides entre  $10^{-4}$  y  $10^{-6}$  cm. c) Soluciones para diámetros aún menores de  $10^{-6}$  cm. Estos tres estados de dispersión dan igual lugar a tres procedimientos distintos para eliminar las impurezas. El primero destinado a eliminar las de diámetros mayores de  $10^{-4}$  cm. constituye la "sedimentación simple". El segundo implica la aglutinación de los coloides para su remoción a fin de formar un "floc" que pueda sedimentar. Finalmente, el tercer proceso, que esencialmente consiste en transformar en insolubles los compuestos solubles, aglutinarlos para formar el "floc" y permitir así la sedimentación. Es decir que, en muchos casos, las impurezas pueden ser, al menos en teoría removidas mediante el proceso de sedimentación. (Pérez, 2005)

### ***Minería aurífera en Huepetuhe***

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

La Figura 2, muestra que en Huepetuhe la actividad minera aurífera se realiza en suelos aluviales, las mismas que están conformadas por conglomerados, gravas, arenas y limos, con



contenidos de oro.

## Figura 2

*Minería artesanal en el área de estudio – Huepetuhe*



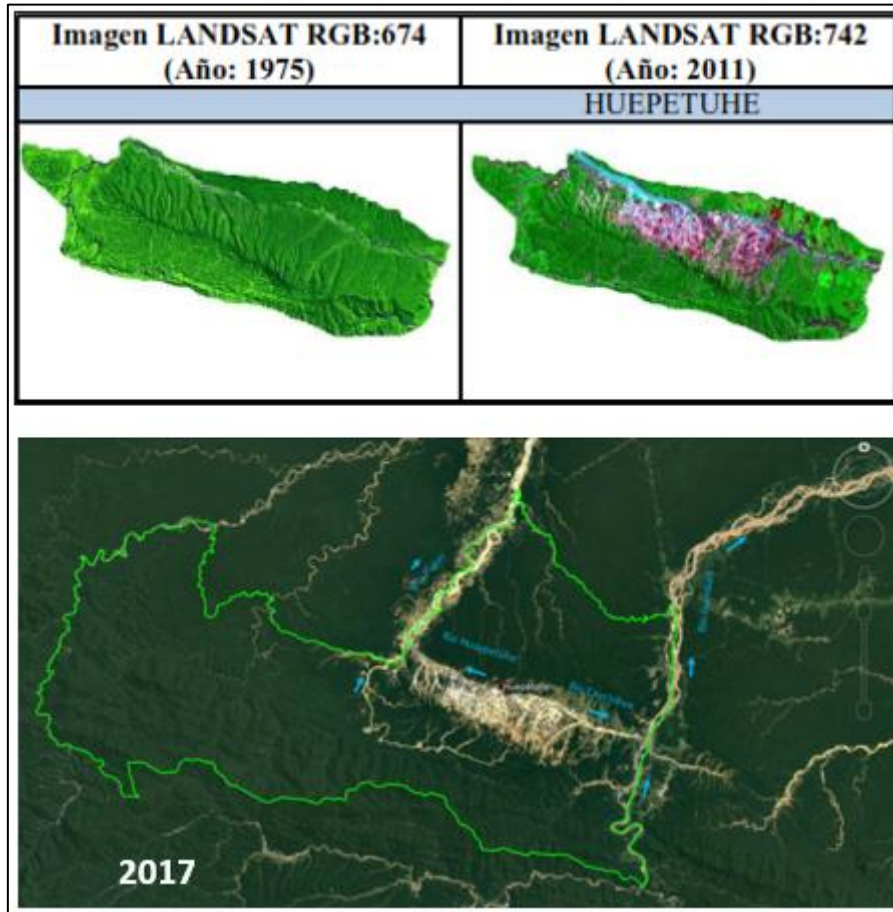
La explotación aurífera, se inicia con la eliminación de bosques existentes en un área determinada, quemando todos los residuos, para luego realizar el movimiento de tierras para la construcción de campamentos con materiales de la zona y el traslado de materiales.

La Figura 3, con imágenes satelitales muestra la intensa actividad minera en el distrito de Huepetuhe, con clara afectación de bosques desde la década del 70' al año 2017.

Los sedimentos que se acumulan al pie de los chutes deberían ser trasladados, con el uso de maquinaria pesada, como los volquetes, hacia espacios abiertos y ser rellenados para evitar contaminación ambiental.

**Figura 3**

*Actividad minera y deforestación en el distrito de Huepetuhe*



La minería artesanal de oro, está lejos de desaparecer y es una fuente de empleo, la población lucha contra la pobreza en Huepetuhe por el ciclo de precios altos del oro iniciado en 2002, la informalidad y la ilegalidad hacen que existan malas prácticas ambientales y sociales, por la presencia de equipos y maquinarias en la extracción del oro, ya muy poco se observa la extracción con lampas, carretillas y bateas, y al no existir presencia del estado la informalidad se ha visto incrementada en más de 90%, no se cumple ninguna normatividad ni laboral ni ambiental, además de que se ha generado trata de personas a vista de las autoridades. (Cueva, 2016)

A la fecha en Huepetuhe se observan equipos pesados como cargadores frontales, volquetes, motobombas, los cuales vienen devastando el medio ambiente, los suelos y ríos se ven contaminados con el mercurio, hay presencia también de residuos orgánicos e inorgánicos, combustibles, aceites, etc.

La explotación del oro al mover grandes cantidades de material aluvial genera que la configuración de los terrenos y los paisajes se vean alterados, con implicaciones en el medio físico y biológico. (Moschella, 2011)

### ***Uso de Motobombas***

A finales de la década del 70', el precio del oro se incrementa significativamente (Mueller, 2012), produciéndose un nuevo boom económico por su extracción, después de localizarse sitios de alta concentración de oro aluvial en los lechos del Huaypetuhe y Caychihue. Este hecho condicionó una migración a los lavaderos de oro de forma artesanal (ver Figura 4) con el empleo de motobombas, cuyas canaletas se orientan a los agujeros de trabajos anteriores y/o actuales, con la finalidad de ir rellenándolos progresivamente con el material procedente del lavado del material aurífero.

Durante los meses de mayo a octubre, en Huepetuhe, se extrae el oro, utilizando motobombas en los suelos y dentro del bosque para absorber los sedimentos y las tierras aluviales, para el efecto se utilizan aproximadamente 40 motobombas diésel con potencias entre 20 y 40 HP, con tuberías y mangueras de 4" y 8", estas requieren combustible diésel y gasolina, que se derraman en las áreas de explotación conjuntamente con los aceites y grasas. (Álvarez, et al, 2011)

## Figura 4

### *Explotación con Motobombas*



Para la extracción del oro, el minero empieza a quemar el bosque y posterior retiro de los restos de toda vegetación empleando machetes como herramientas manuales. Una vez libre el área se instalan equipos con mangueras flexibles que disparan agua y derriban el material aurífero, con taludes mayores a los 20 metros, creándose pozos temporales de donde mediante bombas se envía a una tolva, que luego pasa por una zaranda y unas canaletas donde se acumula la arenilla aurífera por su mayor peso en alfombras especiales (Geotextil, o Yute), y estas son recogidas y lavadas para continuar con el proceso de amalgamación empleando mercurio, para recuperar el oro proceden a quemar la amalgama. Se remueve aproximadamente 15 m<sup>3</sup> de material arcilloso por día. (Moschella, 2019)

### *Uso de Maquinaria Pesada*

En los años 90' se incorporó, en Huepetuhe, el empleo de maquinaria pesada para la

extracción del oro, (Ver Figura 5) posibilitando el desarrollo de diversas actividades económicas, relacionadas con la minería, como vulcanizadoras, mecánicas y el aumento de la inmigración. Aproximadamente, el 70% de actividad minera aurífera aluvial es semi-mecanizada, y el 30% es artesanal lo cual sólo les permite sobrevivir.

### **Figura 5**

*Explotación con maquinaria pesada*



Las operaciones mineras utilizan grandes inversiones de capital en adquisición, alquiler y otros gastos de operación de maquinaria pesada, en comparación con otros métodos de explotación. (Álvarez, et al, 2011)

La mayoría de los frentes de trabajo presentan una altura de corte entre 20 a 50 m. y los mineros de la zona mencionan que faltaría profundizar entre 10 a 20 m. para llegar a la roca base o límite explotable. En la actualidad se estima que un 40% de la explotación corresponde a minerales in situ y un 60% a material acumulado existente, se remueven enormes volúmenes de material con empleo de pocas personas.

En Huepetuhe existen más de 20 Establecimientos de Venta al Público de Combustibles (Grifos), los cuales abastecen a la maquinaria pesada que explota el oro, y camionetas que

trasladan diferentes insumos requeridos para la extracción del oro, se estima que para esta actividad se emplea el 90% de Diesel 2 y el 10% de gasolinas. Gracias a diferentes normas como la Ley dada en el año 1998 de Promoción de la Inversión en la Amazonía (Ley 27037) que respetando su diversidad biológica, gozaran de la exoneración del IGV siempre y cuando se efectuó todo consumo en la misma zona, así mismo el MINEM mediante el D.S. 015-2005-EM otorga plazo de adecuación a los grifos autorizados para almacenar en cilindros y obtener una autorización de grifo rural, y esto ha conllevado a que se proliferen grifos rurales en la Amazonía contaminando el medio ambiente con residuos de hidrocarburos.

### *Uso de Carretillas y Lampas*

En el área de estudio aún se utiliza este método artesanal para el beneficio del material aurífero, (ver Figura 6) obteniendo el oro sin ningún tipo de tecnología o mecanización. Sólo se emplea un cajón de madera, sujeto a troncos anclados en la ribera del río, donde se echa paladas de grava y arena, y se lava con la mano, agregando agua, aquí trabajan por lo general 3 mineros y muchas veces son familiares, por lo que su inversión es pequeña. Se desarrolla en épocas de estiaje a lo largo de las playas de los ríos y en “bancos bajos”.

### **Figura 6**

*Operación artesanal con carretillas y lampas*



El diagrama de flujo cuantitativo de producción de oro con mercurio (ver anexo 4) muestra el flujo de la minería artesanal aluvial, desde el proceso de movimiento de tierras, empleo del mercurio en la amalgamación y refogado, posteriormente hasta su venta en la misma zona. Se observa gráficamente los restos de material que quedan al pie de los Chutes, los cuales deberían ser transportados a lugares adecuados y/o zonas de remediación minimizando la alteración de la geomorfología y cauces; por otra parte, también se observa la pérdida del mercurio y que por su ciclo llega a afectar al ecosistema y la población.

### ***Marco legal de la minería en el Perú***

A continuación, se presenta de manera resumida el marco normativo a nivel nacional.

- Código de Minería 1901, para incentivar y garantizar la inversión establece que la propiedad minera goza de condiciones similares a la propiedad tradicional, con única causal de caducidad sino paga sus impuestos.
- Código de Minería 12-05-50, diferencia al propietario del suelo y del subsuelo, se basa en la Teoría Dominalista y la Constitución Política de 1933, donde el Estado es el único titular de los yacimientos mineros o del subsuelo; mientras que el privado era dueño de los minerales extraídos.
- Ley General de Minería, Decreto Ley N° 18880, 08-06-71, promueve la intervención del Estado en la minería. Declara como propiedad estatal los yacimientos mineros como imprescriptibles e inalienables.
- Ley General de Minería, Decreto Legislativo N° 109, 04-06-92, otorga derecho pleno sobre el terreno de los concesionarios mineros que denunciaban minas con una solicitud; pero continuó la presencia del estado en el sector minero.

- D. S. N° 014-92-EM, 03-06-92, mediante el TUO se protege y promueve la minería donde los recursos naturales se encuentran a cargo del Estado. Sustenta que existe la propiedad estatal sobre los minerales de manera imprescriptible e inalienable.
- D. S. N° 018-92-EM, Reglamento del D.S. 014-92-EM, mediante el cual se prevé toda solicitud al estado para una concesión minera o controversias.
- D. Leg. 708, 03-06-92, aprueba la Ley de Promoción de Inversiones en el Sector Minero.
- Ley N° 26615 - 1996, Norma Catastro Minero Nacional.
- Ley N° 27015–1998, regula el Otorgamiento de Concesiones Mineras en Áreas Urbanas y de Expansión Urbana
- Ley N° 27651-2002, permite regular las actividades mineras a baja escala como son las artesanales o de pequeños productores, promoviendo su Formalización.
- D. S. N° 008-2002-EM, reglamenta la otorgación de Concesiones Mineras en ciudad consideradas como Áreas Urbanas o de su Expansión.
- D. S. N° 013-2002-EM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 27651.
- D. S. N° 015-2005-EM, otorgan un plazo de adecuación para los grifos con almacenamiento rural en cilindros.
- D. S. N° 035-2007-EM, aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del INGEMMET.
- D. S. N° 084-2007-EM, regula el Sistema de Derechos Mineros y Catastro (SIDEMCAT). Modifica normas reglamentarias del procedimiento minero para adecuarlas al proceso de regionalización.
- D. Leg. 1105-2010, norma el proceso de formalización de Pequeña Minería y Minería Artesanal.
- D. U. N° 012 -2010, declara de necesidad pública el ordenamiento, ocupación y uso en las actividades mineras de Madre de Dios, garantizando la salud humana.



- Ley N° 27037-2011, Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía.
- D. Leg. 1100-2012, determina acciones de Interdicción en actividades mineras que no cuenten con la autorización del MINEM, y ser declarados como minería ilegal.
- Ley N° 29815–2012, delega facultades al Poder Ejecutivo para legislar sobre materia de minería ilegal.
- D. S. N° 006-2012-EM, medidas agregadas para acelerar la formalización minera en Madre de Dios.
- D. Leg. 1103-2012, intervención de la SUNAT en la fiscalización de insumos químicos utilizados en la minería ilegal.
- D. Leg. 1104-2012, procesos de extinción de pérdida de dominio, con debido proceso.
- D. Leg. 1105-2012, medidas que implementan la formalización de la pequeña minería y minería artesanal que se realiza en todo el país.
- D. Leg. 1107-2012, intervención de la SUNAT para el control y fiscalización del ingreso y salida de maquinarias en el sector minero.
- D. S. N° 001-2013-MINAM, procedimientos administrativos para el cumplimiento de adecuación del Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo, con fecha tope.
- D. S. N° 029 -2014-PCM, lineamientos estratégicos para sanear el registro de mineros informales.
- D. Leg. 1244–2016, norma la lucha contra el crimen organizado y tenencia ilegal de armas. Incorpora el delito de minería ilegal como una forma de crimen organizado.
- D. Leg. 1293-2016, registro integral de formalización para las actividades de la pequeña minería y minería artesanal por los gobiernos regionales.
- D. S. N° 034-2016-PCM, estado de emergencia por contaminación con mercurio en 11 distritos de las 3 provincias de la región Madre de Dios.

- D. Leg. 1336–2017, establece disposiciones para el proceso de formalización minera integral.
- D. Leg. 1351–2017, norma las exoneraciones del delito de minería ilegal.
- D. S. N° 003-2014, Aprueban Directiva que establece procedimiento de adecuación de los instrumentos de gestión ambiental a nuevos Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- D. S. N° 004-2017-MINAM, del 7 de junio del año 2017, aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el Agua y establece Disposiciones Complementarias, donde se compila normatividad aprobada mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

El Estado peruano tiene abundante normatividad vinculada directamente con la minería e indirectamente con la MI, la MA ilegal, la minería artesanal, y contaminación ambiental por la utilización del mercurio, y ha dado pasos importantes para la regulación y ordenamiento de la minería aurífera artesanal. Sin embargo, la informalidad es latente y hasta la fecha no se actúa de acuerdo a Ley vigente para impedirlos.

### **2.3. Marco histórico**

Hay pocas muestras de metalurgia aurífera Chavín, limitada al oro, proveniente de ríos tributarios amazónicos, aleado a veces con plata y cobre. Alden Masón afirma, "aunque no se han encontrado objetos de metal del período - Chavín en excavaciones debidamente supervisadas, se conocen tres grupos de ornamentos de oro que, a juzgar por su estilo artístico y otras circunstancias, pueden atribuirse a este Horizonte" (Del Busto, 1982, p. 111). Tales muestras metalísticas presentan motivos estilizados y geométricos, evidenciando una técnica no muy avanzada por fundarse en el martillado, repujado y recortado, mas no en la fundición. "Acaso algo más puede afirmarse de los brazaletes y anillos de oro hallados en Chongoyape, por notarse en ellos los ojos, labios y dentaduras felinoides propios de Chavín. (Del Busto,

1982, p. 111)

La Cultura Vicus 200 años AC, además del oro y la plata, trabajó el cobre y las aleaciones cobre-oro-plata (champi) y oro y plata (tumbaga). Entre sus técnicas figuran el dorado y plateado del cobre.), Así mismo, por esos años, en Paracas Cavernas se utilizó el oro y el cobre para fines rituales, religiosos, funerarios o de adornos. No aplicó la metalurgia a la fábrica de instrumentos de trabajo como hicieron los Vicus (Macera, 1983, p. 48).

En la cultura Vicus elaboraron objetos enchapados en oro narigueras de oro y plata, orejeras y vasos del mismo material. En Frías, Ayabaca, los objetos de oro hallados fueron elaboradas con técnicas avanzadas como esculturillas antropomorfas de oro en láminas soldadas, cabezas zoomorfas de lengua móvil, colgajos y pinzas depilatorias e hilos acordonados. (Del Busto, 1982, p. 146)

La metalurgia de los Nazca—por desconocer la fundición— “se redujo a piezas de oro martillado, laminado, repujado y recortado para adornos individuales. Por eso abundan las doradas narigueras, bigoteras y diademas con que supieron orlar sus cabezas deformadas. (Del Busto, 1982, p. 168)

Los Mochicas no destacaron mucho en metalurgia, conocieron el oro, la plata y el cobre, consiguiendo alearlas. Conocieron y utilizaron el mercurio. Soldaban a fuego y en frío. (Del Busto, 1982, p. 192)

Las tumbas de la cultura Chimú, en Virú y Batán Grande, constituyen un maravilloso muestrario metalístico. Hay tumis ceremoniales, máscaras funerarias, cántaros y vasos de oro. “Conocieron las aleaciones, la soldadura, el repujado, el burilado y el calado, combinando el oro con la plata y el oro con el cobre”. (Del Busto, 1982, p. 238)

Los artesanos Tiahuanaco sobresalieron al tratar el cobre y el estaño, aleándolos, alcanzando de este modo el bronce. El oro lo trabajaron en láminas y con el cobre elaboraron grapas en forma de T o de I para unir grandes piedras en los edificios (Del Busto, 1982, p. 252). Los Chimús destacaron en forma notable en la metalistería heredada de los Lambayeque.

Los Inkas advirtieron esta habilidad de los Chimús. Al sojuzgarlos llevaron a muchos de ellos al Cusco para que enseñen su arte de labrar metales a los artesanos cusqueños. Es más, se asegura que, para el posterior rescate de Atahualpa, fueron los artistas metalistas chimús los que ofrecieron las piezas de oro más delicadas y elegantes. (Del Busto, 1982, p. 287)

Los Incas poseían fabulosas cantidades de oro que ahora ya no existe. Los ídolos y vajilla áureos que Atabalipa ordenó concentrar en Cajamarca para pagar con ellos su libertad, fueron distribuidos y fundidos por Pizarro y sus soldados.

Los objetos de oro del antiguo Perú que conservan y exhiben los museos de hoy, provienen, en un 90%, de períodos anteriores al Incario. Fueron obtenidos saqueando tumbas preincaicas pertenecientes a personajes de las culturas Moche, Lambayeque o Chimú. Los objetos de oro más antiguos del Perú provienen de sitios del norte peruano como Chavín, Chongoyape y Kuntur Wasi. (Kauffmann, 1990, p. 58)

El oro es el metal, maleable, más antiguo utilizado en el Perú. Fue muy estimado por su brillo y ser inoxidable. En las culturas del ande prehispánico fue vinculado al culto solar. Era obtenido, sobre todo, lavando la arena aurífera, de ríos como el Chin-chipe en la zona de Jaén y Madre de Dios, en bateas en las que se concentraban las partículas metálicas en el fondo de estos recipientes, en atención a su peso.

De oro y plata eran confeccionados adornos, vajilla regia e ídolos; y de cobre, implementos tales como hachas. Los metales aparecen, con frecuencia, en aleaciones, como el

Tumbaga (oro y cobre).

Durante el incanato, para purificar los metales se usaron diversos tipos de hornos, como las “wuayras” hornos pequeños de arcilla provistos de agujeros y accionados por el viento, sirvieron para fundir en Cajamarca los tesoros del monarca Atahualpa. También usaron “pukunas”, canutos de carrizo que sopladados con los labios de la boca generaban viento directo a los pequeños hornos para avivar el viento. (Kauffmann, 1990, p. 58)

En Pataz, durante el incanato, se extraía el oro nativo de los cerros aledaños con el siguiente procedimiento: Construyeron canales desde las alturas de Chigualén hasta las alturas de Pataz, por esos canales llevaban el agua hasta unas enormes pozas de piedra, hasta llenarlas. Una vez llenas, abrían unos boquetes previstos en la base de las pozas. El agua con fuerza y velocidad discurría por las faldas y laderas de los cerros erosionándolas y llevándose tierra y plantas hacia las partes bajas y campos de cultivo. El oro nativo quedaba a la vista y los hombres y mujeres recogían el oro nativo para entregárselo como tributo a los emperadores Incas. Se explotaba el oro sin contaminar el ambiente. (Pérez, 2018)

Durante la colonia los españoles explotaron las minas de oro en Pataz, “a pique”, de arriba para abajo. Fueron los primeros en utilizar el azoe para su amalgama, contaminando el ambiente.

Había tanto oro en Pataz, que, sentado en su plazoleta, con objetiva admiración, Raymondi pronunció sus célebres palabras: “El Perú es un mendigo sentado en una banca de oro”.

Entre 1923 y 1943 las minas fueron explotadas por la Northern Perú Mining y desde este año hasta 1965 por la Aurífera Pataz, ambas empresas, utilizaron el azoe para la amalgama, contaminando el ambiente.

Desde entonces hasta fecha, diversas empresas legales y mineros artesanales e ilegales siguen explotando el oro, contaminando el ambiente en el valle del distrito de Pataz hasta el Alto Marañón.

Lo más triste y lamentable es que ninguna de las empresas que explota el oro en Pataz desde hace más de un siglo reporta un solo centavo a las arcas del estado peruano, ni han hecho ni hacen nada para reparar el daño causado a las personas que habitan en áreas contiguas a las minas ni el desastre ecológico que han causado y causan la empresa. (Pérez, 2018)

El antecedente más antiguo de explotación del azoe en el Perú se encuentra en el Virreinato colonial, en las minas de Santa Bárbara, a una legua de Huancavelica, la Villa Rica de Oropeza. El mercurio era explotado y procesado para amalgamar el oro que en esos días los españoles explotaban en Potosí. La contaminación ambiental con azoe se generó desde ese tiempo (S. XVI) en Perú y Bolivia. (Pérez, 2018)

En la República a inicios del S. XX la contaminación mediante el azoe se inició a gran escala, para amalgamar el oro, por obra de la Northern Perú Mining que explotó las minas de Pataz en La Libertad, actualmente otras empresas mineras y mineros artesanales aún siguen contaminando el medio ambiente de esta región con el azoe. (Pérez, 2018)

La minería aurífera artesanal (MAA) en Madre de Dios (MD), opera desde inicios de los ochentas del pasado siglo, en un contexto de recesión económica, violencia senderista en Perú y alto costo del oro a nivel mundial que condicionaron migraciones a yacimientos auríferos aluviales (YAA).

#### **2.4. Marco filosófico**

El Demiurgo, creó el Topos Uranos afirma Platón en su obra Fedón (2016). Este

filósofo griego establece una diferencia entre el mundo material en el que habitan los seres humanos y el Topos Uranos, lugar más allá de los cielos o mundo de las ideas. Todo cuanto existe en esta tierra naturaleza y seres humanos de este mundo son sólo sombras, imágenes o un pálido reflejo de lo que existe en el Topos Uranos. En el contexto del pensamiento idealista platónico Huepetuhe en MD, el oro que se explota y la contaminación ambiental que se genera, con el mercurio en ella, son solamente la sombra o imagen de lo que se da en el Topos Uranos, nada de cuanto se observa en el universo que nos rodea, MD y Huepetuhe incluidos, existe realmente.

Al respecto Rosental e Iudin (1959) sostiene que el Topos Uranos o Hiperuraio “sería un dato primario mientras que el mundo de las cosas sensibles sería un dato secundario y derivado”. Huepetuhe. Sus bases ecológico-geográficas, su oro y la contaminación, así como los sistemas de extracción del oro, la contaminación ambiental y problemas sociales como la delincuencia y la trata de mujeres no son más que sombras de las Ideas que están en el Topos Uranos o Mundo de las Ideas.

Platón (427-347 AC), sostiene que el mundo sensible, el material, “solo es un reflejo de las ideas existentes en ese lugar más allá de los cielos. En el Topos Uranos, o Hyperuránion, sería donde se presenta la auténtica existencia de los arquetipos perfectos”. (Montano, 2018)

Las almas de las personas humanas no recuerdan el Topos Uranos debido de que al nacer pierden la virtud y entran en un estado de olvido total, por esta razón, solo distinguen con los órganos de sus sentidos reflejos difusos de las ideas originales y perfectas que se hallan en Mundo de las Ideas.

No se puede comprender la concepción e Topos Uranos sin entender, previamente, la Teoría de las Ideas promulgada por Platón (2016) para quien, “lo que la filosofía examina por

los sentidos es sensible y visible; y lo que ve por sí misma es invisible e inteligible.” Por ello existe el mundo Sensible (o visible) y el Inteligible (o el de las Ideas). “El primero sería el que se puede capturar mediante los sentidos...es un mundo cambiante, sin que nada permanezca inmutable. Por su parte, el de las Ideas sería en el que se encuentran las cosas eternas y universales, más allá del tiempo y del espacio. Esas ideas habitarían en el llamado Topos Uranus”. (Montano, 2018)

El mundo material, sensible, del que se forma parte o circunda a la persona y sociedad es sólo apariencia, mientras que en Mundo de las Ideas o Topos Uranos es el de la existencia auténtica y real. En este último se encuentran las creencias puras, los modelos, prototipos y paradigmas perfectos y eternos. (Platón, 2016)

El Topos Uranos, se halla más allá del tiempo, espacio e historia. Allí se encuentran las ideas en orden jerárquico de lo más simple a lo más complejo y elevado.

La idea fundamental, en orden jerárquico es la del bien, seguida de la belleza, la unidad y el ser. Otras ideas importantes en orden subordinado son la idea de los contrarios, la justicia, el bien político y los números. (Platón, 2016)

Lenin hizo una crítica implacable de la “filosofía de la naturaleza” de Platón, a la que califica de “misticismo archiabsurdo de las ideas”. (Rosental e Iudin, 1959)

La doctrina social de Platón, tiende a perpetuar la dominación aristocrática. En su visión del “Estado ideal”, afirma que el orden social debe sustentarse sobre tres castas: 1) filósofos gobernantes; 2) guardias; 3) agricultores y artesanos. Los primeros gobiernan, los segundos montan la guardia y los terceros se ocupan de la producción. Esta división de trabajo está destinada a eternizar la explotación del hombre por el hombre. Este filósofo no admite ninguna participación de las masas populares, del “demos”, en la gestión del Estado. Platón afirma que



la democracia es una forma inferior de la estructura del Estado, mientras que la República aristocrática es su expresión ideal. Desde esta perspectiva Platón defendería la explotación del hombre en Huepetuhe.

La Filosofía de la naturaleza de Hegel plantea que la Idea no es nada real sino algo abstracto que alcanza su existencia o realidad. La Idea sólo tiene realidad en el pensamiento de la persona humana que la piensa. “Así la Idea es algo abstracto, es el ser-en-sí, un reino de leyes, un mundo de formas sin entidad”. (Hegel, 2018)

La Idea es dialéctica...requiere a su vez su total negación, su opuesto: la realidad. La Idea tiene que objetivarse. “Y como fuera de la Idea no hay nada, tiene que ser esta misma la que “produzca” la realidad, poniendo ante todo la naturaleza”. (Hegel, 2018)

Hegel (2018) manifiesta que: Para que la idea tome realidad tiene que aparecer, y esto no lo puede hacer sino mediante lo otro, aquello que no es la idea, a saber, en la naturaleza. Esta no es sino la idea que se ha puesto fuera-de-sí, la idea en la forma del ser-otro “la contradicción de la Idea”. De esta manera la idea tiene su complemento perfecto: la naturaleza. Es en el pensamiento humano que idea y realidad se unen, conjugan o plasman.

La unidad en la contradicción la expresa Hegel (2018) de la siguiente manera: “La naturaleza en su raíz es pensamiento, Idea, pero no lo “sabe”, su esencia le es ignorada, por así decirlo, a las piedras, plantas y animales, y sin embargo todos están sometidos a leyes, por tanto, a algo que no es naturaleza, sino razón, pensamiento.” Se puede considerar esta reflexión de parte de los seres humanos considerando que los metales como el oro y el mercurio están sometidos a leyes o normas que hombres y mujeres deben de respetar, para no preñar la naturaleza.

Desde la perspectiva de la Física de Aristóteles se plantea que: La variedad de ideas

expuestas por Aristóteles en su obra filosófica cumbre titulada *Metafísica*, se ha seleccionado en función de la presente investigación los conceptos de Acto y Potencia. (Fundación Canaria Orotava, 2017)

Aristóteles sostiene que todos los seres están, dialécticamente, a la vez en acto y en potencia. El punto de partida es que para explicar el cambio recurre a la conceptualización de sustancia, que le posibilita a su vez distinguir la forma de la materia y diferenciar dos nuevas formas de ser: el ser en acto y el ser en potencia. “El ser no sólo se toma en el sentido de sustancia, de cualidad, de cantidad, sino que hay también el ser en potencia y el ser en acto, el ser relativamente a la acción”. (Aristóteles, 2020)

Es pertinente a partir de esta conceptualización aristotélica que: Acto es sinónimo de ejecución, realización y Potencia es equivalente a disponibilidad, posibilidad, virtualidad. (Pérez, 2014)

Para Aristóteles ser en acto es la sustancia tal como en un momento determinado y circunstancia se presenta a las personas y la conocen. Potencia es el conjunto de capacidades o posibilidades de la sustancia para llegar a ser algo distinto de lo que actualmente es. Una semilla tiene la capacidad de ser planta y dar frutos. Una manzana es un fruto en acto. Un niño tiene la capacidad de ser púber. Una niña lo es en acto, pero en potencia es adolescente.

Cada sustancia, cada ser, conlleva en sí al mismo tiempo acto y potencia. Así una determinada extensión de Amazonía virgen lo es en acto, pero en potencia es depredada por los seres humanos. 300 ha de las bases ecológico geográficas de Huepetuhe son depredadas en acto, pero en potencia son mil ha. Se utiliza motobombas, palas y carretillas en acto, pero en potencia solo es posible que se utilicen dragas. En acto trabajan 200 mineros ilegales por día, pero en potencia es posible que trabajen 500. En acto se utilizan 25 litros de mercurio para

amalgamarlas con el oro, en potencia es posible que cada día utilicen 50 litros de mercurio. En acto anualmente mueren 10 personas por contaminación con gas de mercurio, en potencia son 100. Los conceptos aristotélicos de acto y potencia, deben estar presentes en todos los procesos de previsión y diagnóstico, implementación, programación, ejecución, evaluación y monitoreo por parte de los mineros artesanales como los miembros del estado central y regional, para extraer el oro de manera racional y respetando tanto a los seres humanos como a la naturaleza.

Las potencialidades de una sustancia son inherente y determinada por la naturaleza de cada sustancia: El mercurio potencialmente es contaminante.

La noción de privación, a la que recurre Aristóteles permite comprender que la potencia “representa una cierta forma de no-ser relativo”.

Que una sustancia, como el oro antes de ser extraído o el mercurio antes de ser utilizado para la amalgama tengan una determinada capacidad, o potencialidad, significa simplemente que ahora estén privadas de esa forma de ser, es decir, que la privación se da en una sustancia de un modo no absoluto. Al explicar el cambio, desde el punto de vista físico, Aristóteles manifiesta que es el modo en que una cosa viene al ser a partir de su privación. (Aristóteles 2020)

## **2.5. Marco Conceptual**

A continuación, se presenta, de manera ordenada, clara y objetiva, un conjunto de conceptos actualizados referentes a los aspectos más relevantes de las variables.

### ***Alteración de la calidad de agua***

El agua superficial de ríos y quebradas tiene mayor riesgo de contaminación esto no

solo impide consumir el agua, sino que además afecta a las condiciones de vida de los organismos acuáticos de cada ecosistema, se comprometen los peces.

### ***Ambiente***

Es el ecosistema de origen natural o antropogénico, donde de forma individual o asociado se desarrolla la vida, garantizando la salud humana y protección de la diversidad biológica entre otros. (Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente).

### ***Arenas auríferas***

Arenas formadas por erosión de yacimientos auríferos, transportadas por corrientes de agua, generalmente depositadas en los lechos y terrazas de los ríos. Contienen partículas de oro libre.

### ***Azogue***

Nombre que se le da al mercurio.

### ***Carretilla***

Vehículo pequeño formado por un recipiente cóncavo, una rueda delantera y dos barras paralelas para agarrarlo y empujarlo. Se usa, en minería, para transportar materiales a cortas distancias.

### ***Cobertura Vegetal***

Permite proteger el suelo, así como conseguir un aporte de nutrientes y biomasa al mismo, así como una gran capacidad protectora sobre el suelo, evitando que las gotas de lluvia impacten directamente contra la superficie desnuda del mismo.

### ***Colmatación***

Relleno total de una depresión natural o artificial de una cuenca mediante la acumulación de sedimentos.

### ***Contaminación ambiental***

Presencia de sustancias dañinas en el medio ambiente que sobrepasan los niveles aceptables en la naturaleza afectando a todo ser vivo; por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental. Puede clasificarse según el tipo de fuente de donde proviene, o por la forma de contaminante que emite o medio que contamina. Todos estos pueden producir enfermedades, daños en los ecosistemas o el medioambiente. Además, existen muchos contaminantes gaseosos en diferentes fenómenos atmosféricos, como la lluvia ácida, debilitamiento de la capa de ozono, y el cambio climático.

### ***Deforestación***

Proceso provocado generalmente por la acción humana, se destruye la superficie forestal, que es un área con una alta densidad de árboles en el globo terráqueo y funcionan como hábitats de animales, moduladores de flujos hidrológicos y conservadores del suelo, constituyendo uno de los aspectos más importantes de la biosfera de la Tierra (<http://www.bosques.gob.pe>).

### ***Degradación***

Es un conjunto de procesos que lo que hacen es deteriorar determinado recurso o impedir su uso por parte del hombre. Entre ellos encontramos al agua, los suelos, etc. Estos procesos también suelen ser caracterizados como socio-económicos.

### ***Ecosistema***

Sistema ecológico formado por el conjunto de seres bióticos, las relaciones que establecen entre sí y con los factores abióticos del ambiente en que se desarrollan.

### ***Educación Ambiental***

Proceso de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que forme valores, aclare conceptos y desarrolle habilidades y actitudes necesarias para una convivencia armónica entre los seres humanos, su cultura y su medio biofísico circulante. “Esta debe ser entendida como el proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la trasmisión de conocimientos y de la enseñanza de conocimientos modernos de protección ambiental orientada a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales debiendo incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos [sic]” (www.mma.gob).

### ***Erosión***

Es el desgaste que se produce en la superficie de un cuerpo por la acción de agentes externos como el agua.

### ***Explotación***

Actividad de extracción de los minerales en un yacimiento. (Gay y González, 2014)

### ***Impacto ambiental de minería ilegal e informal***

Alteración del medio ambiente por actividades que se realizan en áreas no autorizadas. Los más frecuentes son: la deforestación de extensas áreas de bosques, explotación desordenada y desviación del cauce natural de los ríos. Deterioro de los ecosistemas y

contaminación de corrientes hídricas superficiales, aumento de sedimentos entre otros. Utilización de mercurio y cianuro de forma indiscriminada y sin ningún control.

### ***Lampa***

Herramienta constituida por una pala de hierro y un mango de madera que forma ángulo oblicuo con ella.

### ***Maquinaria pesada***

Comprende grúas, excavadoras, camiones, entre otros. El objeto de su utilización, en minería, es generar el menor costo por tonelada movida, con altos estándares de seguridad.

### ***Medio Ambiente***

Sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. “Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado [sic]” (WWW. Definición ABC.com).

### ***Minería artesanal***

Actividad de poca inversión y de subsistencia que emplea equipos manuales generando trabajo intensivo en la extracción de minerales de forma independiente y no depende de una empresa minera, además es un medio de vida para miles de personas.

### ***Minero artesanal***

Es la persona que en forma individual o asociada generalmente entre familiares extraen minerales generándose así sus propios recursos económicos, emplean herramientas y equipos

manuales. Muchos de ellos poseen concesiones mineras y son supervisados por las direcciones regionales de minería, DREM, en cada región.

### ***Minería ilegal***

Actividad económica de extracción que no cumple normas emitidas por el estado peruano, operando en lugares no autorizados o áreas naturales protegidas. También se considera minería ilegal a los que usan equipo y maquinaria pesada, que no corresponde a la categoría de pequeña minería o minería artesanal. Se basa en el beneficio a corto plazo, presenta malas prácticas ambientales y laborales, opera sin contar su respectivo estudio de impacto ambiental, y otros permisos requeridos de acuerdo a ley.

### ***Minería informal***

Compuesta por aquellos operadores mineros que no son legales y que han iniciado un proceso de formalización, cumpliendo con las distintas etapas establecidas por el Estado. Además, los informales no operan en zonas prohibidas ni utilizan maquinaria que no corresponden a su categoría.

### ***Motobomba***

Máquina que transforma energía, para mover el agua. La bomba recibe la energía a través de un motor acoplado (eléctrico, de petróleo o gasolina), al conjunto se le llama motobomba.

### ***Oro refogado***

Oro metálico resultado de la eliminación del mercurio de una amalgama por acción del fuego, empleando generalmente sopletes.



### ***Operaciones mineras***

Todas y cada una de las actividades que tengan por objeto el desarrollo de la minería.

### ***Remediación***

Tratamiento de áreas perturbadas con un conjunto de actividades que busca proteger y recuperar el ecosistema alterado por las actividades antropogénicas, asegurando un ambiente saludable.

### ***Relaves***

Son desechos de procesos mineros y concentración de minerales (mezcla de minerales, agua, rocas, tierra).

### ***Turbidez***

Es una medida de la cantidad de partículas en suspensión en el agua. Los sedimentos en suspensión, la materia orgánica y los contaminantes pueden enturbiar el agua.

### ***Yacimientos Mineros***

Son formaciones geológicas que presentan concentración de minerales que los hace económicamente rentables, en el caso del oro aluvial de Madre de Dios, estas provienen de la sierra andina que son arrastrados por los ríos a las llanuras donde forman depósitos aluviales o placeres de donde los mineros extraen granos de oro de las quebradas o pequeñas elevaciones y de sedimentos de los ríos.

### **III. Método**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada. Tiene como propósito, un mejor conocimiento y comprensión de los fenómenos ambientales Sánchez y Córdova (1996), sostiene que: “La investigación pura o fundamental, nos lleva a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación, no tiene objetivos prácticos específicos. Mantiene como propósito recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento científico, orientándonos al descubrimiento de principios y leyes”.

Asimismo, la presente investigación es de carácter sincrónico, descriptivo y correlacional, trata de medir las variables en estudio tal como se presentan en el momento de la aplicación del instrumento. Vale decir, identifica la relación entre 2 variables en una muestra determinada en un momento dado.

#### **3.2. Población y muestra**

La población en el distrito de Huepetuhe de acuerdo al censo 2017 es de 839, en la Rama de Actividad Económica de Explotación de minas y canteras (tabla 13); en Huepetuhe existe una cantera de agregados con 9 pobladores, por tanto, se tiene una población de 830; y considerando que un 70% de la población que se ubican en las 2 zonas urbanas (Huepetuhe y Choque), y 5 CCPP (tabla 15), el presente estudio está constituida por 581 personas; y una muestra representativa de 166 personas, distribuidas por centros poblados en el área de estudio.

Para el tamaño de muestra, se han empleado las siguientes fórmulas y parámetros estadísticos:

$$\text{Fórmula } n = \frac{Z^2 p q N}{e^2 (N-1) + Z^2 p q}$$

Donde:

n : Tamaño total de muestra

q : 1-p (0,5)

N : Población (581)

e : error absoluto (0,05)

p : Proporción de unidades de análisis (0,05%)

z : alfa para NC 95% (1,96)

**Fórmula de ajuste**

$$\text{Fórmula } n_o = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Donde:

**n = 231.49**

**N = Población (581)**

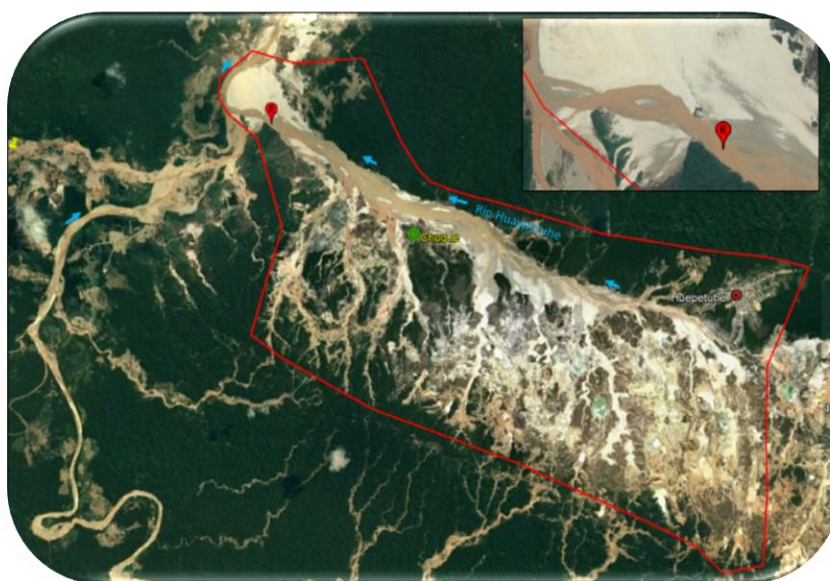
**n<sub>o</sub> = Tamaño de nuestra ajustada**

**n<sub>o</sub> = 166**

En la estación de muestreo Tabla 2 y Figura 7, se consideraron los parámetros más relevantes para el agua y los sólidos suspendidos, actividad establecidos en D.S. N° 004-2017-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, por lo que, para la presente investigación aplica la Categoría 4; Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E2: Ríos - Ríos de la selva.

**Tabla 2***Estación de muestreo Río Huaypetuhe*

Estación de muestreo	Coordenadas UTM-19L		Descripción
	Este	Norte	
1	324 251	8 566 624	Río Huaypetuhe a 317 m s.n.m., 500 m. antes de la confluencia con el Río Pukiri.

**Fuente:** Elaboración propia**Figura 7***Estación de muestreo en el Río Huaypetuhe, antes de unión con Río Pukiri*

Cabe señalar, que en la legislación peruana no se estipulan estándares para los sedimentos, por ello se toma como referencia a los “Estándares Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática” (Environmental Quality Guidelines-EQG).

### 3.3. Operacionalización de variables

Se organizó de la siguiente manera (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

<b>Variabes</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Independiente (X) = Minería Aurífera</b>	Actividad económica para extraer oro aluvial a través de diversos regímenes (ilegal e informal).	Actividad extractiva de oro realizado, por personas naturales y/o jurídicas, con diversas formas y técnicas, como: motobombas, maquinaria pesada, carretilla y lampas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motobombas (Unidad)</li> <li>2. Maquinaria pesada (Unidad)</li> <li>3. Carretillas y lampas (Unidad)</li> </ol>
<b>Dependiente (Y) = Contaminación Ambiental Fluvial por mercurio</b>	Contaminación hídrica de los ríos con sustancias tóxicas, originadas por las actividades mineras, que causan problemas para al río, la fauna, la flora y las personas.	Empleo masivo del mercurio para la amalgamación del oro y es emitido a los ríos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mercurio (<math>\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}</math>)</li> <li>2. Sólidos en suspensión (<math>\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}</math>)</li> <li>3. Sedimentos (<math>\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}</math>)</li> </ol>

### 3.4. Instrumentos

Análisis documental.

Toma de muestras.

Cuestionario.

### 3.5. Procedimientos

- Análisis de laboratorio de las muestras tomadas.
- La medición estadística incluye e integra el registro, análisis e interpretación de datos vinculados con las variables de estudio. Tabulación de los datos obtenidos en campo.
- Para las fuentes bibliográficas y virtuales se utilizó la metodología de investigación bibliográfica (Libros, ensayos y tesis), investigación virtual proveniente de instituciones con PP. WEB., compulsa documental y análisis de textos. En este estudio se realizó meta- análisis de data documental. Esta meta- análisis emplea técnicas de medición y análisis estadístico descriptivo sobre un conjunto de resultados de estudios empíricos para integrar sus hallazgos con propósito de generalización.

### 3.6. Análisis de datos

Para las fuentes bibliográficas y virtuales se utilizó la metodología de investigación bibliográfica (Libros, ensayos y tesis), investigación virtual proveniente de instituciones con PP. WEB., compulsa documental y análisis de textos. En este estudio se realizó meta- análisis de data documental. Esta meta- análisis emplea técnicas de medición y análisis estadístico descriptivo sobre un conjunto de resultados de estudios empíricos para integrar sus hallazgos con propósito de generalización.

Sistematización de la información, y análisis estadístico de los datos, mediante el Excel y empleando IBM SPSS Statistics 25 (Statistical Package for the Social Sciences), Autocad Civil 3D V-2019, fotografías áreas y vistas satelitales, sistema de información geográfica QGIS V 3.8.

### **3.7. Consideraciones éticas**

La presente investigación se elaboró, redactó y ejecutó en un contexto deontológico, considerando y poniendo en praxis los principios éticos como el respeto por las personas participantes, garantizando su integridad; la veracidad, respecto al recojo y procesamiento de la información proveniente de las fuentes físicas y virtuales y su carácter objetivo y científico sin manipulación de data. Asimismo, para llevar a cabo el presente estudio, el investigador ha sido cuidadoso para no transgredir los valores fundamentales.

## IV. Resultados

### 4.1. Presentación y análisis de resultados

#### *Resultados de laboratorio*

**Presencia del mercurio en el agua.** En el estudio se determinó la presencia de mercurio en el Río Huaypetuhe. La Tabla 4, permite visualizar la presencia del mercurio en el agua superficial del Río Huaypetuhe cuyo valor es de  $0,0007 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Es una muestra ilustrativa tomada antes de la confluencia con el Río Pukiri en el área de estudio.

**Tabla 4**

*Mercurio en el Río Huaypetuhe*

Parámetro Inorgánico	Unidad	Agua Superficial	
		E	
		Jul-17	
Mercurio Hg	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	0,0007	

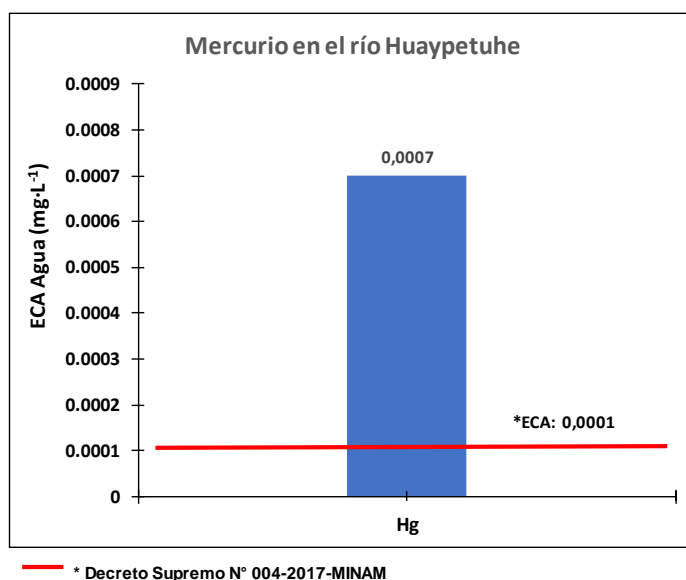
Este resultado expone valores altos en relación al parámetro determinado por la MINAM, según el Decreto Supremo N° 004-2017.

En los parámetros inorgánicos que se establecen en la normatividad vigente la concentración de mercurio es de  $0,0001 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (Figura 8). Observándose en el resultado obtenido una concentración de 7 veces mayor, lo cual indica, que este metal pesado, plateado e inodoro que a temperatura ambiente esta se volatiliza (evapora) fácilmente, es empleado de forma masiva en el proceso de amalgamación y quema del oro por trabajadores mineros en el área de estudio de Huepetuhe, afectando a su salud y al medio ambiente especialmente a los suelos y cuerpos de agua donde residen organismos vivos que sirven de alimento a poblaciones aguas abajo.



### Figura 8

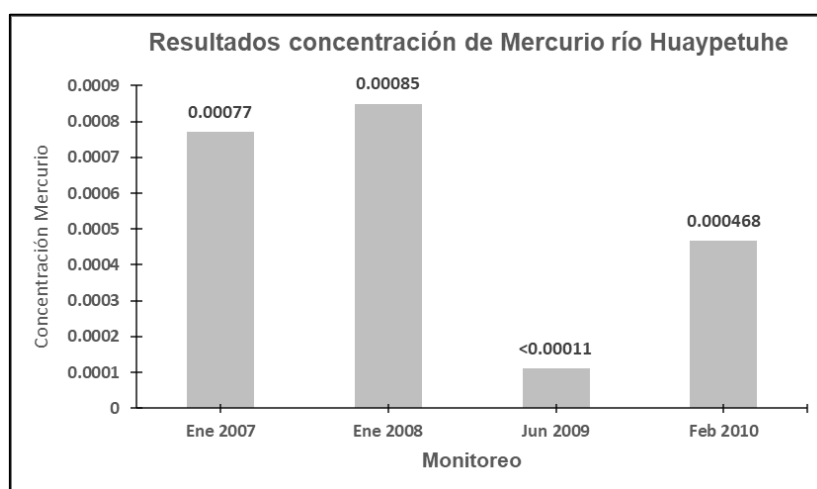
Mercurio en el Río Huaypetuhe



La DIRESA de Madre de Dios, reporta monitoreos realizados en la microcuenca Huetpetuhe, donde hay actividad minera y observa que los valores de concentración de mercurio en el agua, es alta antes de su unión con el Río Pukiri (Figura 9).

### Figura 9

Mercurio en Río Huaypetuhe – DIRESA Madre de Dios



**Sólidos Suspendidos totales.** La Tabla 5, devela la presencia de sólidos suspendidos totales en el agua superficial del Río Huaypetuhe, sustentada en una muestra tomada antes de la confluencia con el Río Pukiri, en el área de estudio. La descarga de gran cantidad de sólidos en suspensión afecta la calidad de los cursos del agua llegando, en el Río Huaypetuhe a 19 150 ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

**Tabla 5**

*Sólidos suspendidos totales en el Río Huaypetuhe*

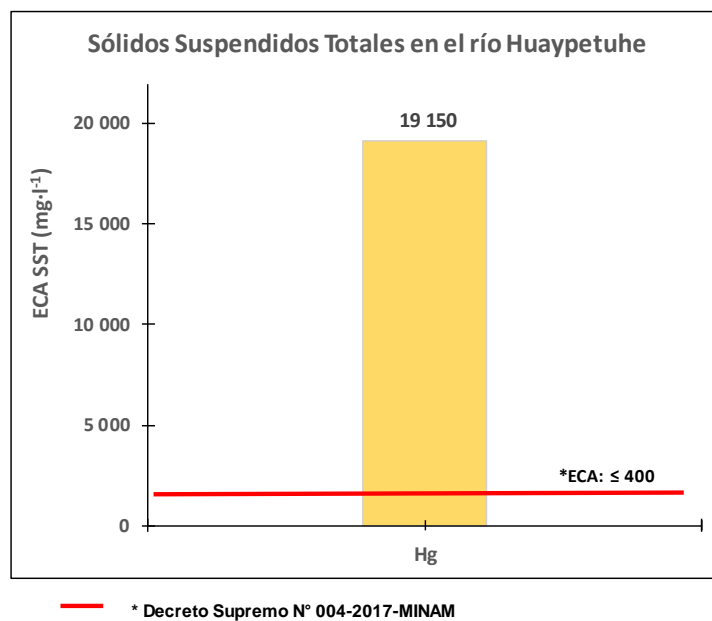
Parámetro Físico - Químico	Unidad	SST
		E
		Jul-17
Sólidos Suspendidos Totales SST	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	19 150

El D.S. N° 004-2017-MINAM, aprobó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. En la presente investigación aplica la Categoría 4 acerca de la Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E2: Ríos - Ríos de la selva; donde se indica que el parámetro físico químico para los sólidos suspendidos debe ser  $\leq 400$  ppm ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

Como se observa en la Figura 10, el Río Huaypetuhe presenta valores muy altos de contaminación por la presencia de sólidos en suspensión en sus aguas, que hacen difícil la penetración de la luz solar, y exista una baja fotosíntesis en el fitoplancton que afecta a la base de la cadena trófica de todos los ecosistemas acuáticos. La Figura 11, muestra los sólidos suspendidos totales en el Río Huaypetuhe.

**Figura 10**

*Sólidos Suspendidos Totales Río Huaypetuhe*

**Figura 11**

*Turbidez en el Río Huaypetuhe*



La actividad de extracción del oro aluvial, inicia con una deforestación y movimiento de tierras por los equipos y maquinarias que emplean los mineros, se mueven grandes volúmenes de suelos, grava y limo, que luego cuando se lava en las tolvas con agua, se generan

sólidos suspendidos originando modificación morfológica de los cauces de los Ríos, tal como se puede observar en el área de estudio Huepetuhe y aguas abajo hasta la confluencia con el Río Pukiri.

La turbidez del agua por la presencia de sólidos suspendidos es también causada por el efecto de las lluvias que lavan y erosionan los taludes del suelo y material removido, donde los finos son transportados a las quebradas y Ríos, por otra parte, se observa también incremento de turbidez por las descargas de material que se realizan directamente, que en épocas de estiaje se observa una disminución. (Mayaute, et al., 2018)

**Mercurio en sedimentos.** La Tabla 6, revela la presencia del M, 0,027 mg·kg<sup>-1</sup>, en los sedimentos del Río Huaypetuhe, según muestra tomada antes de la confluencia con el Río Pukiri en el área de estudio. La presencia del M se da en la arena, arcilla, limo y otras partículas sueltas en el fondo de las masas de agua.

**Tabla 6**

*Sedimentos en el Río Huaypetuhe*

Parámetro	Unidad	Sedimento	
		E	Jul-17
Mercurio Hg	mg·kg <sup>-1</sup>		0,027

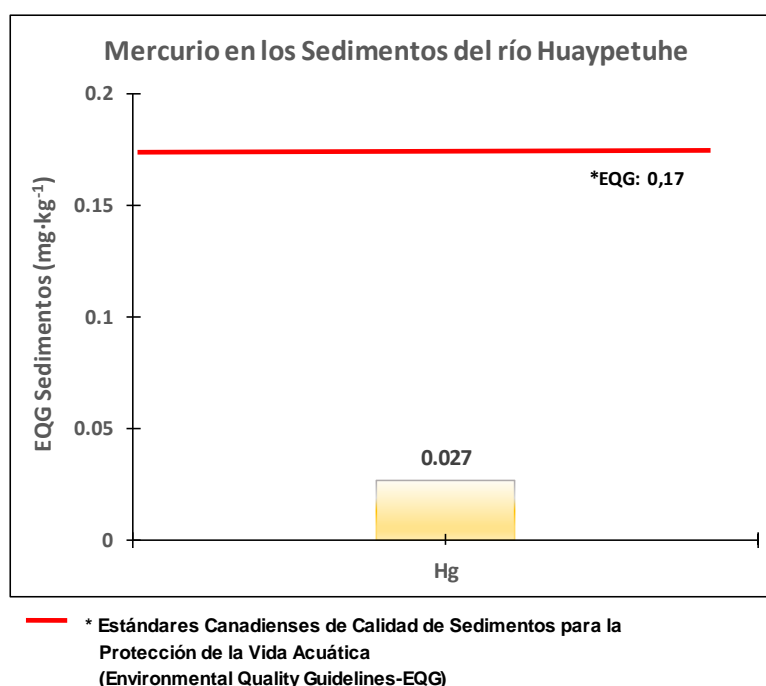
Environmental Quality Guidelines-EQG establece que el parámetro de existencia del M en sedimentos es de 0.17 mg·kg<sup>-1</sup>. (Tabla 6).

Cabe señalar, que en la legislación peruana no se estipulan estándares para los indicadores analizados en los sedimentos, por ello se toma como referencia a los “Estándares

Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática” (Environmental Quality Guidelines-EQG). Que para el parámetro Mercurio es de  $0.17 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . (Laino, et al., 2015)

## Figura 12

### Mercurio en Sedimentos Río Huaypetuhe



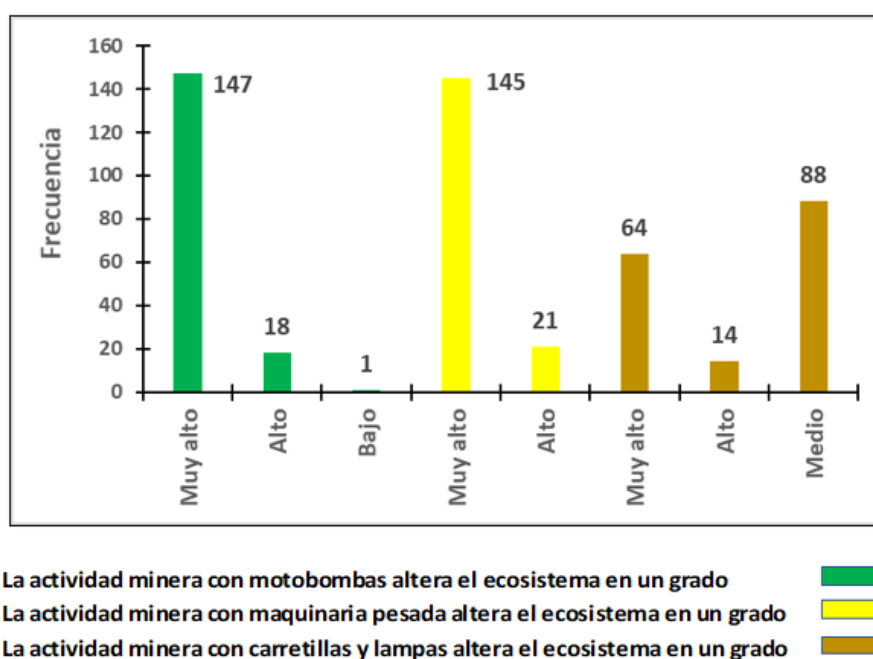
El valor de mercurio encontrado en el área de estudio (Figura 12), no supera lo establecido por Environmental Quality Guidelines-EQG – Canadá, lo que indica que hay poca presencia del mercurio en los sedimentos pese al arrastre y lavado del río en forma natural en las épocas de lluvia. Por otra parte, la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, 2014) considera a los sedimentos como los contaminantes más comunes en los ríos.

### Resultados de la encuesta

**Análisis de resultados de la primera variable.** Las Figuras 13 y 14, muestran los resultados a la primera variable:

**Figura 13**

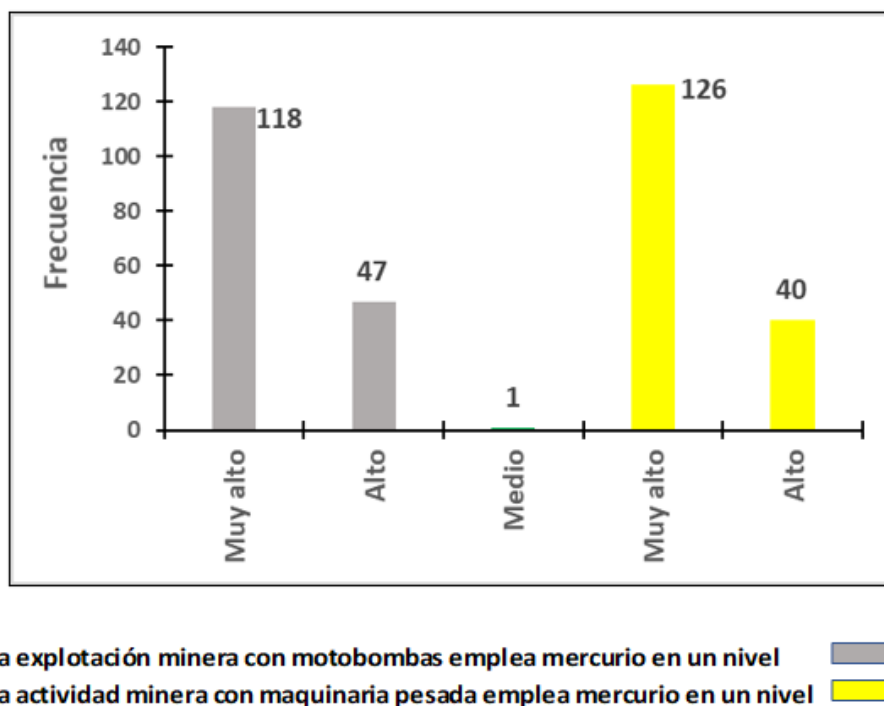
*Actividad minera y ecosistema primera variable*



El 88,6% manifiesta que la actividad minera con motobombas altera el ecosistema en la localidad de Huepetuhe, en un nivel muy alto, el 10,8% revela que es alto y sólo el 0,6 % que es bajo. En lo referente a la actividad minera empleando maquinaria pesada la alteración al ecosistema el 87,3 % declara que es muy alto y 12,7% que es alto. En la actividad minera con carretillas y lampas el 38,6% señala que es muy alto, 8,4% que es alto y el 53,0% que es medio.

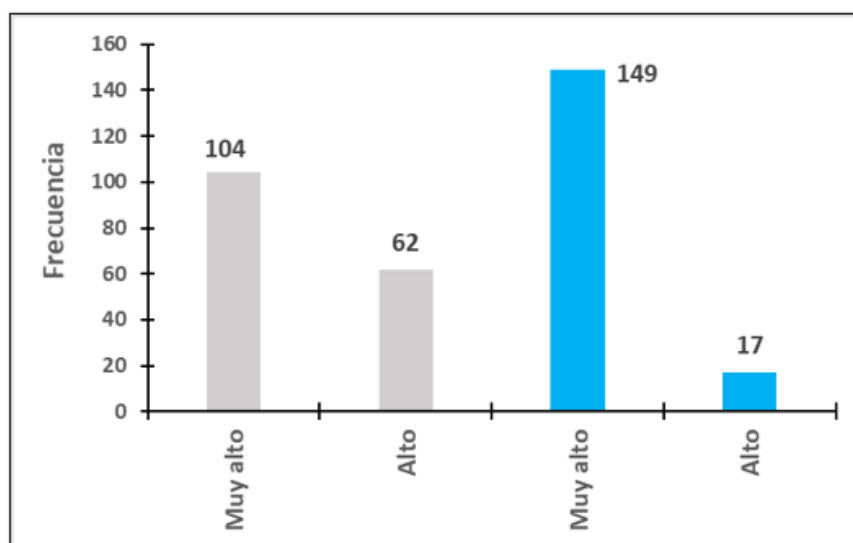
**Figura 14**

*Actividad minera y mercurio primera variable*



La Figura 14, nos muestra que el 71,1% manifiesta que la explotación minera con motobombas emplea el mercurio para el proceso de recuperación del oro, en un nivel muy alto, el 28,3% revela que es alto y sólo el 0,6 % que es bajo. En la actividad minera con maquinaria pesada el 75.9% declara que emplea el mercurio en un nivel muy alto, y 24,1% que es alto.

**Análisis de resultados de la segunda variable.** La Figura 15, nos muestra que el 62,7% manifiesta que el mercurio si afecta a la salud humana en un nivel muy alto, el 37,3% expresa que es alto. El 89,8% declara que el nivel de contaminación por mercurio en el Río Huaypetuhe es muy alto, y el 10,2% de vela que es alto.

**Figura 15***Mercurio segunda variable*

El empleo del mercurio afecta a la salud humana en un nivel

Considera usted que la contaminación por mercurio en el Río Huaypetuhe es



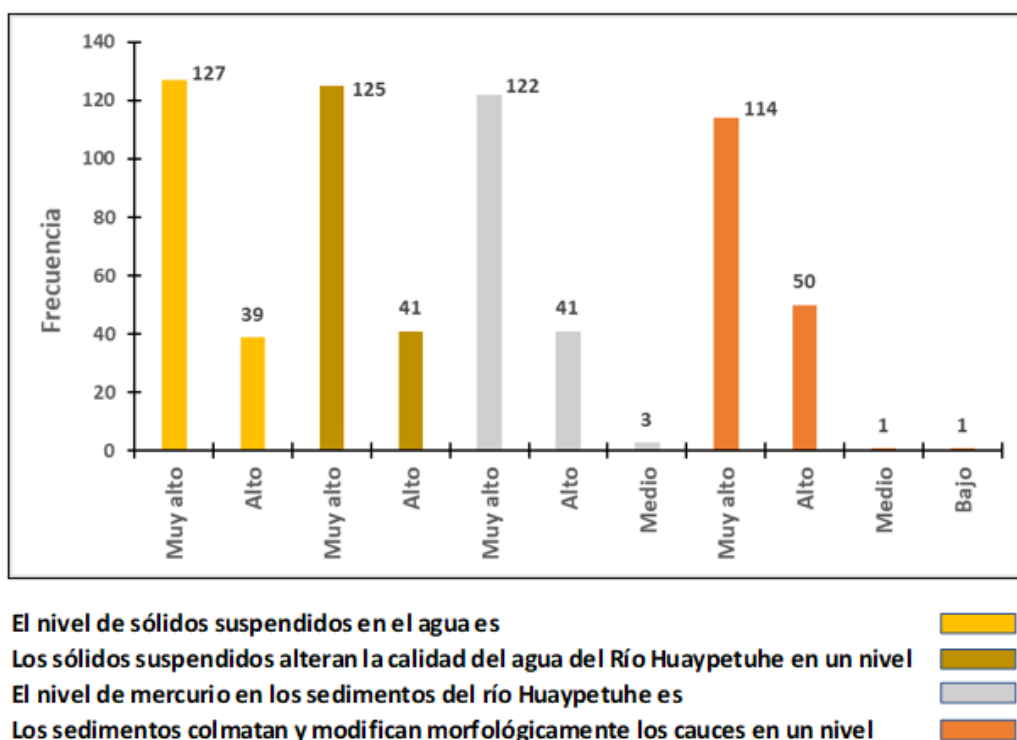
Estos resultados revelan el conocimiento que tienen los pobladores acerca de la incidencia negativa que tiene el mercurio en sus organismos. El mercurio, es un producto químico con mayor repercusión negativa en la salud pública. Es una sustancia tóxica con efectos nocivos para las personas, sobre todo para las mujeres embarazadas, lactantes y niños. (OMS, 2020)

La Figura 16, revela que el 76,5% manifiesta que el nivel de sólidos suspendidos en el agua es muy alto y el 23,5% expresa que es alto. El 75,3% dice que el nivel en que los sólidos suspendidos alteran la calidad del agua del Río Huaypetuhe, es muy alto, el 24,7% que es alto. El 73,5% del nivel de mercurio en los sedimentos del Río Huaypetuhe es muy alto. El 24,7% deleva que el nivel es alto y el 1,8% que es medio. El 68,7% afirma que el nivel en que los sedimentos colmatan y modifican morfológicamente los cauces es muy alto, el 30,1%, que es alto. No llega a 1% quienes opinan que es medio y bajo.



**Figura 16**

*Sólidos suspendidos y Sedimentos segunda variable*



#### 4.2. Prueba de Hipótesis

Para comprobar las hipótesis planteadas en la presente investigación, se realizaron las correlaciones entre la minería aurífera y la contaminación ambiental por mercurio.

##### Hipótesis General:

**Ha:** La Minería Aurífera influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Ho:** La Minería Aurífera NO influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 7, el coeficiente de correlación Rho Spearman es de 0,934 cuya relación es directa, positiva muy alta, además de que el estadístico de prueba nos manifiesta que es significativo porque  $P \text{ valor} = 0,000 < 0,05$ , razón

por la cual se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) a un nivel de significancia del 5%, y aceptamos la hipótesis alternativa ( $H_a$ ). Concluyéndose que la minería aurífera si influye significativamente en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios.

**Tabla 7**

*Correlación de la hipótesis general*

Correlaciones		Minería Aurífera	Contaminación Ambiental por Mercurio	
Rho de Spearman	Minería Aurífera	Coficiente de correlación	1,000	
		Sig. (bilateral)	,000	
	Contaminación Ambiental por Mercurio	N	166	166
		Coficiente de correlación	,934*	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	166	166

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Siguiendo el mismo procedimiento para la hipótesis general, se han obtenido los resultados para las hipótesis específicas.

**Hipótesis específica 1:**

**Ha:** La Minería Aurífera con motobombas influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Ho:** La Minería Aurífera con motobombas NO influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Tabla 8***Correlación de la hipótesis específica 1*

Correlaciones		Contaminación Ambiental por Mercurio	Actividad minera con motobombas
Rho de Spearman	Contaminación Ambiental por Mercurio	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,831*
	Actividad minera con motobombas	Coefficiente de correlación	,831*
		Sig. (bilateral)	1,000
	N	166	166
	N	166	166

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 8, el coeficiente de correlación Rho Spearman es de 0,831 cuya relación es directa, positiva alta, el estadístico de prueba nos indica que es significativo porque  $P \text{ valor} = 0,000 < 0,05$ , razón por la cual se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% y aceptamos la hipótesis alternativa. Concluyéndose que la minería aurífera con motobombas si influye significativamente en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios.

**Hipótesis específica 2:**

**Ha:** La Minería Aurífera con maquinaria pesada influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Ho:** La Minería Aurífera con maquinaria pesada NO influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Tabla 9***Correlación de la hipótesis específica 2*

Correlaciones		Contaminación Ambiental por Mercurio	Actividad minera con maquinaria pesada
Rho de Spearman	Contaminación Ambiental por Mercurio	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.
		N	166
	Actividad minera con maquinaria pesada	Coefficiente de correlación	,875*
		Sig. (bilateral)	,000
		N	166

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 9, el coeficiente de correlación Rho Spearman es de 0,875 cuya relación es directa, positiva alta, y, el estadístico de prueba nos manifiesta que es significativo porque  $P \text{ valor} = 0,000 < 0,05$ , razón por la cual se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% y aceptamos la hipótesis alternativa. Concluyéndose que la Minería Aurífera con maquinaria pesada no influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios. Concluyéndose que la minería aurífera con maquinaria pesada si influye significativamente en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios.

**Hipótesis específica 3:**

**Ha:** La Minería Aurífera con carretillas y tolva influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Ho:** La Minería Aurífera con carretillas y tolva NO influye, significativamente, en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.

**Tabla 10**

*Correlación de la hipótesis específica 3*

Correlaciones		Contaminación Ambiental por Mercurio	Actividad minera con carretillas y lampas
Rho de Spearman	Contaminación Ambiental por Mercurio	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	.000
	Actividad minera con carretillas y lampas	Coefficiente de correlación	,481*
		Sig. (bilateral)	,000
		N	166
		N	166

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Tabla 10, el coeficiente de correlación Rho Spearman es de 0,481 cuya relación es positiva moderada, y, el estadístico de prueba nos manifiesta que es significativo porque  $P \text{ valor} = 0,000 < 0,05$ , razón por la cual se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5% y aceptamos la hipótesis alternativa. Concluyéndose que la Minería Aurífera con carretillas y lampas influye positivamente en la Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios.

De esta manera, se comprueba el sistema de hipótesis planteado en la presente investigación. De manera similar, se plantea que se ha logrado el sistema de objetivos previstos.

## V. Discusión de resultados

Los resultados encontrados en el área de estudio evidencian que las operaciones mineras con motobombas, maquinaria pesada, carretillas y lampas en la localidad de Huepetuhe, si influyen en la contaminación ambiental fluvial por el uso indiscriminado del mercurio; es notorio la alteración de las aguas (SST) por el gran movimiento de suelos y corroborado por la población en que existe un nivel alto de deforestación y tala de árboles, pérdida de cobertura vegetal y degradación de los suelos, alterando el medio físico (cauces y cursos de agua) y ambiental de la localidad de Huepetuhe.

En el ámbito nacional, la utilización indiscriminada del M para amalgamarla con el oro es como lo revela González (2014) que en las aguas del Río Huaypetuhe existe una concentración alta de Hg ( $0,0005 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) antes de la desembocadura al Río Pukiri, corroborando la contaminación ambiental fluvial por mercurio y lo encontrado en el presente estudio, lo que no sucede a la presencia de sólidos suspendidos que encuentra un promedio muy bajo de  $0,6 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (tomado en estiaje mes de setiembre); manifiesta que la actividad minera aurífera aluvial ha degradado la microcuenca en un periodo de 33 años 1980- 2013. Por su parte Vega (2018) indica que en la concesión minera Pierina XXI, se ha encontrado mercurio que sobrepasa los límites máximos permisibles en sus aguas ( $0,0006 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), y en los suelos ( $27,72 \text{ mg/kg}$ ).

La minería informal, en Puno, según Cruz (2016) extrae el oro sin cuidar el medio ambiente, utilizando el M y el cianuro para amalgamarlo, y arrojando los residuos a los ríos, lagunas, y suelos, generando externalidades negativas para la agricultura, ganadería, extinguiendo la flora y la fauna. Por otra parte, Ramírez (2017) manifiesta que se extrae el oro sin cuidar la exposición de los trabajadores al mercurio, por los métodos de extracción

empleados como la Chupadera, Traca, Draga y Shute; que tienen un rendimiento promedio de 1g, de oro por 1,40 m<sup>3</sup> de movimiento del suelo.

En el ámbito internacional, Marín y Vélez (2018) detectaron que en Antioquía–Medellín–Colombia, la amalgamación y la lixiviación para la extracción del oro impactan negativamente en el ambiente al solubilizarse, llegando al suelo y a cuerpos de agua, debido al uso intensivo del mercurio, cianuro y metales pesados como plomo, arsénico, plata y cobre hallan asociados a las canteras de donde se extrae el oro. Rocha, et al., (2017), declaran que en la mina Santa Cruz - Bolívar- Colombia, existe un alto grado de contaminación por el uso del mercurio en el proceso de amalgamación del oro. López, et al., (2016), revelan que la actividad minera, a pequeña escala, en Porto Velo – Provincia del Oro - Ecuador produce problemas de salud en las personas que trabajan en la minería. El 88% de los encuestados tiene problemas del aparato locomotor en grado mediano y alto. La lumbalgia es el síntoma más frecuente, con riesgo de padecer de hernia discal. El 62% presentaron problemas del aparato respiratorio en un grado mediano y alto, lo que indica que no les dan importancia a las medidas de bioseguridad. El 50% de ellos evidenciaron algún grado de alteración psicológica. Además de estar expuesto a sustancias químicas que alteran al sistema nervioso.

Olivero, et al., (2014), manifiesta que en el distrito minero de san Martín de Loba – Bolívar – Colombia, los niveles de Hg-t en aire son elevados, no sólo en las minas de oro, sino en las comunidades aledañas. Mientras que en los sitios de extracción del metal precioso las concentraciones pueden superar los 40 000 ng/m<sup>3</sup>, en el área urbana. Entre tanto, en algunos municipios colombianos como Córdoba y Antioquía las aguas superficiales para uso doméstico presentan valores de mercurio que superan los 0,003 mg/L con efectos adversos a la salud humana. (Díaz, 2014)

Contrariamente a todo lo antes expuesto Velásquez (2017), manifiesta que la

concentración de Hg, no fue detectada en todas las áreas, por él evaluadas, en Madre de Dios - Perú, debido a la intensa volatilización y lixiviación por la precipitación pluvial. Lo que comprueba que existe Contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios.

Ninguno de los autores, citados en este acápite, hace mención alguna a la manera como la minería aurífera con motobombas, maquinaria pesada, carretillas y lampas influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio. En la presentación de estadística descriptiva y estadística inferencial, se hace un análisis exhaustivo de ellas, razón por la cual no se presentan aquí para evitar duplicidad o reiteración de data.

Aramburú (2015) hace mención a una forma innovadora de extraer el oro reduciendo la contaminación mediante el concentrador Knelson, que trabaja con agua y sin mercurio y obtener una recuperación total de 87,44 % de oro, sin utilizar mercurio en la preconcentración.



## VI. Conclusiones

- El Río Huaypetuhe (longitud 20 km y ancho entre 20 m a 250 m aproximadamente), recibe todas las aguas de las quebradas donde se realiza la actividad minera empleando motobombas, maquinaria pesada, carretillas y lampas; el mercurio en sus aguas es de una concentración de  $0,0007 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y sólidos suspendidos totales  $19\ 150 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ , frente a lo previsto por el D.S. N° 004-2017-MINAM de  $0,0001 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y  $\leq 400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  respectivamente. El mercurio en los sedimentos es de  $0,027 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  siendo el límite de  $0,17 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  como lo establece la Environmental Quality Guidelines-EQG (norma canadiense sobre “Estándares Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática”).
- En el área de estudio se evidencia la influencia del mercurio en la contaminación ambiental fluvial por las actividades mineras empleando motobombas, maquinaria pesada, y el uso de carretillas y lampas, realizando esta actividad mayormente de manera informal e ilegal con consecuencias a la salud y el ecosistema existente.
- Dado el alto valor ecuménico del oro, el mercurio empleado en la amalgamación en la minería aurífera de Huepetuhe, continuará contaminando sus aguas, deforestando y alterando el ecosistema y afectando a la población, estará presente hasta su agotamiento, ya que el oro se encuentra en las capas inferior y superior de las terrazas. Se calcula que la potencia del manto explotable es de 70 metros con una ley de  $0,25 \text{ gr}/\text{m}^3$ .
- Se tiene un estimado de una producción de oro en el área del estudio de 1 728 kg con

consumo de 4 838,4 kg de mercurio (1 kg de oro requiere de 2,8 kg de mercurio, 6 gramos de oro al día/trabajador y un costo aproximado de \$ 48). Se han otorgado más de 500 concesiones mineras en Huepetuhe, el cual reafirma la contaminación por mercurio en la zona de Huepetuhe.

- Por la hipótesis planteada, la minería aurífera sí influye significativamente en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, se ha obtenido P valor =  $0,000 < 0,05$ , rechazándose la hipótesis nula a un nivel de significancia del 5%. De la misma manera, se obtuvieron coeficientes de correlación Rho Spearman de  $r = 0,831$ ,  $r = 0,875$  y  $r = 0,481$  respectivamente, que van de moderada a alta y positivas, para la actividad con motobombas, maquinaria pesada y el uso de carretillas y lampas.

## VII. Recomendaciones

- Impulsar en Huepetuhe como piloto la responsabilidad social compartida entre la comunidad, el estado, empresas privadas y la academia, como un valor compartido, en la explotación de los recursos naturales sin el empleo del mercurio, con participación de la SUNAT en la provisión de equipos y maquinarias para el uso en áreas sensibles y comunidades nativas.
- Promocionar tecnologías limpias sin el uso del mercurio y mayor recuperación del oro, y con propuestas de reducción del área de concesiones mineras de 100 ha a 5 ha, para una explotación sostenible y protección de la diversidad natural, hasta su agotamiento, salvaguardando la vida de la población por contaminación del mercurio.
- Capacitación y educación ambiental en planes de remediación ambiental y recuperación de suelos degradados con mercurio, implementando acciones de explotación minera que conlleve a disponer el material removido en lugares apropiados para posteriormente iniciar su cierre progresivo y definitivo, uso de suelos en áreas forestales o de protección y de manejo agrícola. Así como los problemas que genera el mercurio en la salud de la población y la conservación del ecosistema.
- Gestión de los objetivos, 1 fin a la pobreza, 3 salud y bienestar, 6 igualdad de género, 12 producción y consumo responsable, 13 acción por el clima, 15 vida de ecosistemas terrestres y 17 alianzas para lograr los objetivos de desarrollo sostenible, estrechamente relacionado al convenio de Minamata.

## VIII. Referencias

- Agencia de Protección Ambiental - Environmental Protection Agency. (2014). *Sedimentos y materiales suspendidos*. <https://es.slideshare.net/machadobervel/sedimentos-y-materiales-suspendidos>
- Álvarez, J., Sotero, V., Brack Egg, A. e Ipenza Peralta, C. A. (2011). *Minería aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio*. Instituto de la Amazonía Peruana - IIAP y el Ministerio del Ambiente. Lima. Perú. [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/mineria\\_aurifera\\_en\\_madre\\_de\\_dios.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/mineria_aurifera_en_madre_de_dios.pdf)
- Aparicio, L. (2015). *El mercurio en la cuenca del Tambopata. Repercusiones en la salud humana y del ecosistema* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1164>
- Apaza Porto, H. (2016). *Determinación del contenido de mercurio en agua y sedimentos del río Suches-zona bajo Paria Cojata - Puno* [Tesis Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2854>
- Aramburú Rojas, V. S. (2015). *Proceso innovador para mejorar la recuperación de oro y reducir la contaminación ambiental en la minería artesanal* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4605>

- Aramburú Rojas, V. S., Núñez, P., Azañero Ortiz, Á., Figueroa, M. y Gagliuffi, P. (2010). Recuperación de oro y mercurio de los relaves del proceso de amalgamación con tecnología limpia. *UNMSM. Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, 13(25), 13-19.  
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/368>
- Aristóteles. (2020). *Metafísica*. Libro IX. <http://www.filosofia.org/cla/ari/azc10251.htm>
- Baldeón Ríos, J. F. (2016). *Tratado de derecho minero peruano*. Lima, Perú.: Juristas Editores E.I.R.L. [https://issuu.com/juristaeditores/docs/tratado\\_de\\_derecho\\_minero\\_-\\_ndice](https://issuu.com/juristaeditores/docs/tratado_de_derecho_minero_-_ndice)
- Belaúnde Moreyra, M. (2015). *Derecho minero y concesión: análisis de toda la legislación vigente, incluyendo la minería ilegal e informal*. Editorial San Marcos.  
[https://www.elvirrey.com/libro/derecho-minero-y-concesion-analisis-de-toda-la-legislacion-vigente-incluyendo-la-mineria-ilegal-e-informal\\_70102265](https://www.elvirrey.com/libro/derecho-minero-y-concesion-analisis-de-toda-la-legislacion-vigente-incluyendo-la-mineria-ilegal-e-informal_70102265)
- Belaunde, M. (23 de enero de 2017). Minería informal: Decretos insuficientes. *Semanario Minas y Petróleo*. [https://lampadia.com/assets/uploads\\_documentos/21d13-minas-982-1-al-8.pdf](https://lampadia.com/assets/uploads_documentos/21d13-minas-982-1-al-8.pdf)
- Caballero, C. (2017). Chinos, minería ilegal, empleo y armas en Ghana. El Gobierno de Accra procura regularizar la extracción de oro en el país africano.  
[https://elpais.com/elpais/2017/05/31/africa\\_no\\_es\\_un\\_pais/1496243144\\_006995.html](https://elpais.com/elpais/2017/05/31/africa_no_es_un_pais/1496243144_006995.html)
- Castillo Neyra, A. E. (2019). *Impacto socioeconómico ambiental de la minería ilegal e informal y estrategias legales viables para su formalización en Madre de Dios-2017* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal].  
<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3541>

- Ccancapa Salcedo, Y. R. (2015). *Contaminación del Agua Superficial y Sedimentos por Mercurio en la Rinconada, originado por la Minería Informal (Ananea-Puno)* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1908>
- Cruz, J. (2016). Economía subterránea de la minería informal en la Región Puno. *Revista de investigación K'uskiyky;* 1(1). <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/kU/article/view/468>
- Cueva Campos, H. (2016). *Contaminación mineral ilegal en la Región de Madre de Dios* [Archivo PDF]. [https://www.academia.edu/27760320/miner%C3%8da\\_Ilegal\\_Madre\\_de\\_Dios](https://www.academia.edu/27760320/miner%C3%8da_Ilegal_Madre_de_Dios)
- Del Busto, J. A. (1982). *Perú Preincaico*. Editorial Studium. Lima-Perú. <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/peru-incaico/>
- Díaz Arriaga, F. A. (2014). Mercurio en la minería del oro: Impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Revista Salud Pública*, 16(6), 947-957. <https://www.scielosp.org/pdf/rsap/2014.v16n6/947-957>
- Espinoza Padilla, D. P. (2018). *Escalas de contaminación por mercurio y su impacto ambiental por la minería, Provincia de Maynas – 2014* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2347>
- Franciskovic Ingunza, M. (2009). *Manual de derecho minero*. Lima: Fondo Editorial Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

- Fundación Canaria Orotava de historia de la ciencia. (2017). *La Física de Aristóteles (I): Naturaleza, principios y causas*.  
<http://fundacionorotava.org/bachillerato/filosofia/aristoteles/la-fisica-de-aristoteles-i-naturaleza-principios-y/>
- García Montúfar, G. y Franciskovic Ingunza, M. (2010). *Derecho minero*. Lima: Editorial Gráfica Horizonte.
- Gay Barbosa, D. y González, C. (2014). *Conceptos de derecho minero. Materiales de Investigación, Universidad Blas Pascal*, 7(6), 13-22. <http://duplicado.ubp.edu.ar/wp-content/uploads/2013/12/762014ME-Conceptos-de-Derecho-Minero.pdf>
- Gonzales Enoki, H. J. (2018). *Conflictos sobre superposición de suelos, entre concesionario minero y propietario del suelo en la localidad de Huepetuhe, Manu, Madre de Dios* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios].  
<https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/343>
- González Cruz, N. (2014). *Impactos de la minería aurífera aluvial, en el deterioro de la microcuenca del río Huepetuhe; Madre de Dios* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/152>
- Google. (2020). *Equipos pesados y sofisticados en minería aurífera*.  
<https://andina.pe/agencia/noticia-mercurio-ha-destruido-32000-hectareas-bosques-madre-dios-403399.aspx>

- Gutiérrez La Torre, T. A. (2015). *Impactos mineros, agropecuarios y de la conservación en la calidad del agua y los sedimentos, cuenca Tambopata, Madre de Dios* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL\\_e7b2231ba0966d1619385d032d844c5a](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAL_e7b2231ba0966d1619385d032d844c5a)
- Heck, C. (2014). *La realidad de la minería ilegal en países amazónicos*.  
<https://saqueada.amazoniasocioambiental.org/La-realidad-de-la-mineria-ilegal-en-paises-amazonicos-SPDA-d891b11c9433fe22ae037fca2a0d7cd5.pdf>
- Hegel. (12 de enero de 2018). *La Filosofía de la naturaleza y filosofía del espíritu*.  
<https://aeternaimperoblog.wordpress.com/2018/01/12/hegel-la-filosofia-de-la-naturaleza-y-la-filosofia-del-espiritu/>
- IIMP. (2020). *Instituto de Ingenieros de Minas del Perú*. <http://iimp.org.pe/mineria-en-el-peru>
- INGEMMET. (2018). *Atlas Catastral, Geológico, Minero y Metalúrgico*. Lima-Perú.  
<https://portal.ingemmet.gob.pe/web/guest/-/atlas-catastral-geologico-minero-y-metalurgi-1>
- Kauffmann Doig, F. (1990). *Historia del Perú Antiguo, una nueva perspectiva*. Editorial Monterrico. Lima. Perú. <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/14097/Historia-del-Peru-antiguo.-Una-nueva-perspectiva>



- Laino Guanes, R. M., Bello Mendoza, R., Gonzales Espinoza, M., Ramírez Marcial, N., Jiménez Otárola, F., y Musálem Castillejos, K. (2015). Concentración de metales en agua y sedimentos de la cuenca alta del río Grijalva, frontera México-Guatemala. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(4), 61-74. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222015000400004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000400004)
- López Bravo, M., Santos Luna, J., Quezada Abad, C., Segura Osorio, M. y Pérez Rodríguez, J. (2016). Actividad minera y su impacto en la salud humana. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(17), 92 – 100. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss17.2016pp92-100p>
- López Santos, D. (2016). *Derecho minero*. Lima, Perú: Ediciones Jurídicas. <https://isbn.cloud/en/9786124235306/derecho-minero/>
- Macera, P. (1983). *Historia del Perú I*. Editorial Bruño. Lima. Perú. <http://www.librosperuanos.com/editoriales/detalle/78/Bruno>
- Marín Parra, A. y Vélez Hernandez, M. C. (2018). *Impacto ambiental sobre el recurso hídrico, una consecuencia del procesamiento del oro* [Tesis Licenciatura, Universidad de Antioquía]. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/11559/1/EMA%2012502.pdf>
- Mayaute Falconi, E. M., Peralta Paucar, J., Salcedo Rodríguez, J., Siguas Sanabria, C. y Yarasca Aquije, C. (2018). *Problema minero y ecológico de Madre de Dios*. Trabajo de Investigación de Defensa y Realidad Nacional. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. Perú. <https://es.scribd.com/document/382254796/Problema-Minero-y-Ecologico>

- Medina, G., Arévalo, J. y Quea, F. (2007). *Estudio de investigación de la minería ilegal en el Perú - Repercusiones para el sector minero y el país*. Encuentro Empresarial: XXVIII-Convención Minera, Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Arequipa-Perú. <http://mddconsortium.org/wp-content/uploads/2014/11/IIMP-2007-Estudio-Mineria-Illegal-en-el-Peru.pdf>
- MINAM. (2011). *Minería Aurífera en Madre de Dios y Contaminación con Mercurio. Una bomba de tiempo*. Lima-Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/mineria-aurifera-madre-dios-contaminacion-mercurio-una-bomba-tiempo>
- MINAM. (2015). *Por la ratificación del convenio de Minamata. Por un uso responsable del Mercurio*. Lima-Perú; Ministerio del Ambiente. [https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/10/cuadernillo\\_minamata.pdf](https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/10/cuadernillo_minamata.pdf)
- MINAM. (2016). *Manual de buenas prácticas en Minería Aurífera Aluvial para facilitar una adecuada recuperación de áreas*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/110>
- Mireya Díaz, S. y Malagón Rojas, J. N. (2018). *Evaluación del grado de contaminación por mercurio y otras sustancias tóxicas, y su afectación en la salud humana en las poblaciones de la Cuenca del Rio Atrato, como consecuencia de las actividades de minería*. MINSALUD. Bogotá-Colombia. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/protocolo-sentencia-t622-vcolciencias.pdf>
- Montano, J. (24 de setiembre de 2018). *Topus Uranus: Antecedentes y Teoría*. Lifeder. <https://www.lifeder.com/topus-uranus/>

- Montilla Bravo, B. J., García Arellano, R. A., Colina Rincón, M. N., y Rangel Quiroz, J. J. (2016). Evaluación de la contaminación por mercurio en aguas y sedimentos del Río Catatumbo utilizando ICP-MS. *Revista Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC)*, 12(7). <https://convite.cenditel.gob.ve/revistaclic/index.php/revistaclic/article/view/586>
- Moschella Miloslavich, P. (2011). *Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, Madre de Dios* [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1195>
- Moschella Miloslavich, P. (2019). ¿Es posible una minería aurífera en pequeña escala responsable con el ambiente?: Impactos ambientales y percepción en una microcuenca de la Amazonía sur peruana. *Espacio y Desarrollo*, (33), 117-141. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/21760>
- Mueller, M. (27 diciembre 2012). *La corrección del precio del oro en los años 70*. <https://www.oroymas.com/2012/12/correccion-precio-oro-anos-70/>
- Olivero Verbel, J., Young Castro, F. y Caballero Gallardo, K. (2014). Contaminación por mercurio en aire del Distrito Minero de San Martín de Loba en el Departamento de Bolívar, Colombia. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30(1) 7-13. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v30n1/v30n1a1.pdf>
- OMS. (2017). *La minería aurífera artesanal o de pequeña escala y la salud*. Ginebra-Suiza. <https://www.paho.org/es/documentos/mineria-aurifera-artesanal-pequena-escala-salud-2017>

- OMS. (2020). *El mercurio y la salud*. Organización Mundial de la Salud.  
[https://www.who.int/phe/chemicals/faq\\_mercury\\_health/es/](https://www.who.int/phe/chemicals/faq_mercury_health/es/)
- Pérez, J. (2014). *Hacia un currículo por capacidades*. ICTMS. Lima. Perú.
- Pérez, J. (2017). *Normatividad, ilegalidad e informalidad minera en Madre de Dios*. Instituto Científico Tecnológico del Magisterio. Lima. Perú.
- Pérez, J. (2018). *El río Ichu en Huancavelica*. PUCP. ICTMA. Lima. Perú.
- Pérez Farrás, L. E. (2005). *Teoría de la Sedimentación*. Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Área de Hidráulica, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.  
[https://cms.fi.uba.ar/uploads/institutos\\_teorias\\_sedimentacion\\_8d6be3a941.pdf](https://cms.fi.uba.ar/uploads/institutos_teorias_sedimentacion_8d6be3a941.pdf)
- Platón. (2016). *Fedón*. Alianza editorial. Madrid. España.
- Ramírez Salas, W. (2017). *Impacto ambiental de la pequeña minería y minería artesanal en la sub cuenca del río Inambari Madre de Dios* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2397409>
- Rocha Román, L., Olivero Verbel, J. y Caballero Gallardo, K. R. (2017). Impacto de la minería del oro asociado con la contaminación por mercurio en suelo superficial de San Martín de Loba, Sur de Bolívar (Colombia). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 93-102. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v34n1/0188-4999-rica-34-01-93.pdf>
- Rosental, M. e Iudin, P. (1959). *Diccionario Filosófico Abreviado*. Edit. Pueblos Unidos. Buenos Aires. Argentina. <https://www.filosofia.org/urss/dfa1959.htm>

- Rubiano, S. (2018). *El mercurio en la minería ilegal de oro en los países del Bioma Amazónico Diagnóstico de flujos comerciales, información científica y respuestas institucionales* [Archivo PDF].  
[https://www.gaiaamazonas.org/uploads/uploads/books/pdf/Informe\\_Hg\\_FGA\\_RAI](https://www.gaiaamazonas.org/uploads/uploads/books/pdf/Informe_Hg_FGA_RAI)
- Sánchez Carlessi, H. y Córdova Cadillo, A. (1996). *Diseños de investigación científica*. Centro de Investigación. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.  
<https://biblioteca.usat.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=8649>
- Sora, G. (5 de octubre de 2016). Biorremediación de suelos-PUCP. *Minería Aurífera en Madre de Dios*. Lima-Perú. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/remediacion/2016/10/05/mineria-aurifera-en-madre-de-dios/>
- SUNAT. (2020). *Introducción a insumos químicos*.  
<https://orientacion.sunat.gob.pe/introduccion-a-insumos-quimicos>
- Vega Janampa, E. (2018). *Evaluación de la concentración de mercurio y otros metales que afectan a la salud en la concesión minera Pierina XXI en el proceso de formalización de la minería ilegal* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND\\_f601b910fce596939ed9a6ec65022685](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUND_f601b910fce596939ed9a6ec65022685)
- Velásquez Ramírez, M. G. (2017). *Metales en suelos explotados por la pequeña minería aurífera aluvial en Madre de Dios, Perú* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina].  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2893/T01-V443>

- Vento Rodríguez, C. (2017). *El Impacto de la minería ilegal del oro y el desarrollo sostenible en la región Madre de Dios* [Tesis Doctoral, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/1732>
- Vergara Blanco, A. (1992). *Principios y sistema del derecho minero. Estudio histórico-dogmático*. Editorial Jurídica de Chile. [https://www.academia.edu/5515386/Principios\\_y\\_sistema\\_del\\_Derecho\\_Minero.\\_Estudio\\_hist%C3%B3rico-dogm%C3%A1tico\\_Santiago\\_1992\\_](https://www.academia.edu/5515386/Principios_y_sistema_del_Derecho_Minero._Estudio_hist%C3%B3rico-dogm%C3%A1tico_Santiago_1992_)
- Vergara Blanco, A. (2013). *Sistema de derecho minero*. Departamento de Publicaciones Universidad Externado de Colombia. <https://publicaciones.uexternado.edu.co/gpd-sistema-de-derecho-minero-9789587724929.html>

## IX. Anexos

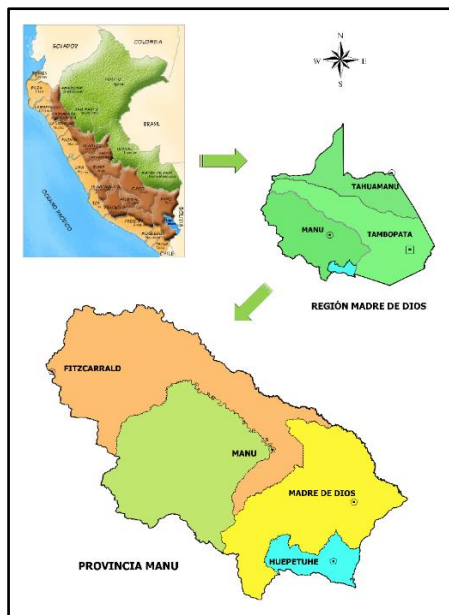
### Anexo A. Distrito de Huetupe

#### *Ubicación*

Huetupe es uno de los 4 distritos de la provincia de Manu, ubicada en la Región de Madre de Dios, Perú (Figura 17), es considerada la zona del oro por excelencia, Huetupe significa "Huella de tigre", según la lengua de los nativos Harakmbut, su intenso color verde de la selva viene desapareciendo por la explotación del oro aluvial, con diferentes métodos de explotación, donde los mineros formales e informales usan mercurio para capturar el oro.

#### **Figura 17**

#### *Ubicación distrito de Huetupe*



#### *Accesibilidad*

De Lima a Huetupe hay una distancia de 1 440 km por vía terrestre. 1 410 km

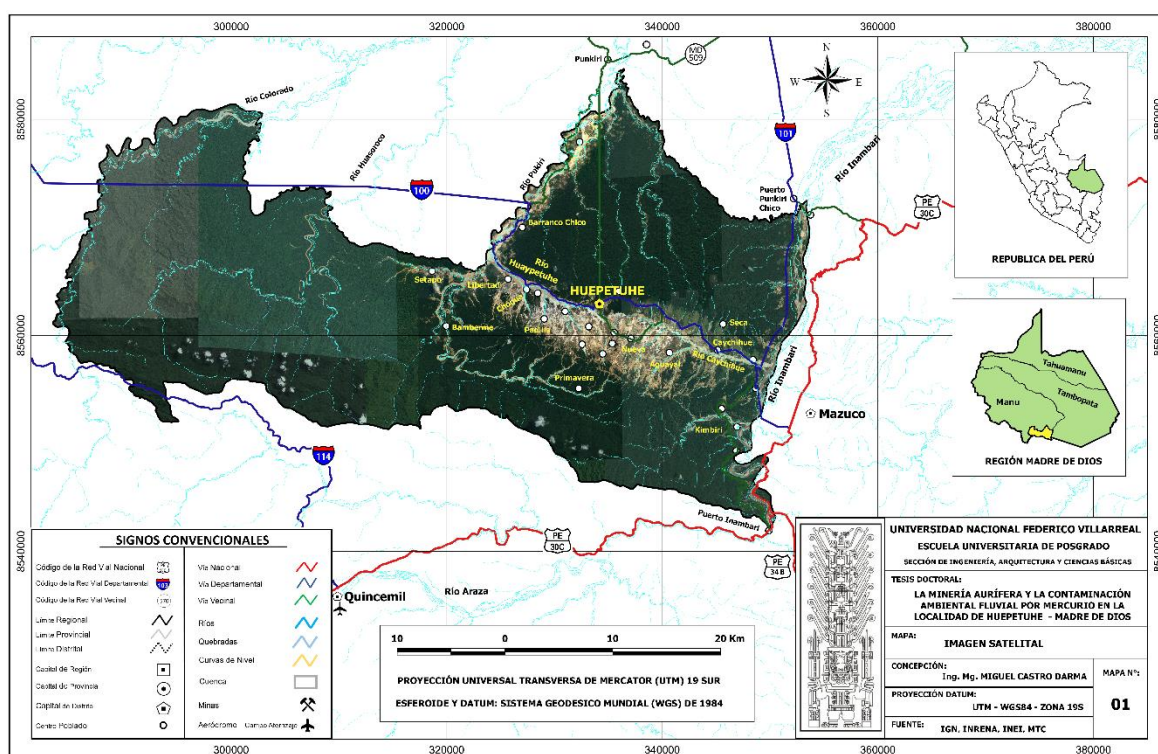
asfaltados de Lima a Mazuco (vía interoceánica), y 30 km en trocha desde Mazuco a Huetpetuhe.

### *Extensión*

El distrito de Huetpetuhe cuenta con una extensión de 150 034,47 ha, mayormente comprendida en suelos de protección de bosques naturales, donde predomina la actividad económica de la minería aurífera, que viene deforestando un área aproximada de 30 000 ha, representando el 20% del distrito, observándose mayor deforestación hacia el Río Huaypetuhe, como se puede observar en la Figura 18.

**Figura 18**

*Vista satelital - Distrito de Huetpetuhe*





### *Población de Huepetuhe*

La población total del distrito de Huepetuhe es de 8 574 habitantes (INEI-Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas). El 77% es urbana y 23% es rural. En este distrito habita solo una comunidad nativa: la Harakbut.

En la Tabla 11 se visualiza la población total de la Región Madre de Dios (141 070), Provincia del Manu con 18 549 (13%) y el distrito de Huepetuhe con 8 574 (6%).

**Tabla 11**

#### *Población de Huepetuhe*

Población censada	Total	Total	Urbana		Total	Rural	
			Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
REGION MADRE DE DIOS	141 070						
PROVINCIA MANU	18 549						
DISTRITO HUEPETUHE	8 574	6 632	3 469	3 163	1 942	1 271	671
%		<b>77</b>	52	48	<b>23</b>	65	35

Nota. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

### *Centros poblados*

En el distrito de Huepetuhe existen 28 centros poblados, que incluye la capital del distrito, como se puede observar en la Tabla 12 y Figura 19.

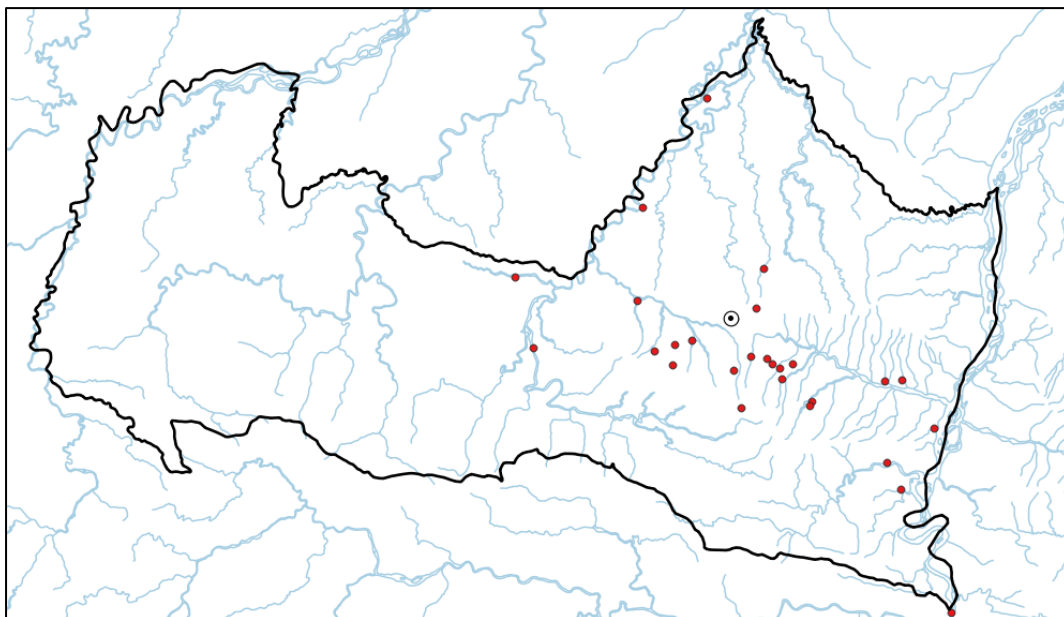
**Tabla 12***Centros Poblados y población en el distrito de Huepetuhe*

N°	Centros Poblados	Región Natural (según piso altitudinal)	Altitud m s.n.m.	Población	Latitud	Longitud	
1	Huepetuhe	Capital Distrito	Rupa Rupa	439	5 035	-12.994466	-70.527246
2	Nueva (Caychiwe)	CCPP Urbano	Rupa Rupa	431	946	-13.024108	-70.502278
3	Nueva	CCPP Urbano	Rupa Rupa	423	28	-13.026599	-70.497378
4	Choque	CCPP Urbano	Omagua	346	523	-12.982635	-70.591247
5	Caychihue	CCPP Urbano	Omagua	359	286	-13.034565	-70.416530
6	Caychihue Barraca	CCPP Rural	Omagua	364	185	-13.035118	-70.427994
7	Puerto Punkiri	CCPP Rural	Omagua	344	198	-13.065913	-70.395770
8	Kimiri	CCPP Rural	Omagua	349	133	-13.088092	-70.427150
9	Sachabacayoc	CCPP Rural	Omagua	370	27	-13.105643	-70.417857
10	Tranquera (Barranco Chico)	CCPP Rural	Omagua	309	67	-12.921765	-70.587447
11	Bamberme	CCPP Rural	Omagua	327	106	-13.012627	-70.660140
12	Puente Inambari	CCPP Rural	Omagua	383	123	-13.185612	-70.385398
13	Alto Pukiri	CCPP Rural	Omagua	294	162	-12.851387	-70.544755
14	Tigrimayo	CCPP Rural	Omagua	368	21	-12.961788	-70.507896
15	Setapo	CCPP Rural	Omagua	341	42	-12.966654	-70.671959
16	Buena Fortuna	CCPP Rural	Omagua	396	60	-13.007907	-70.555116
17	Libertad	CCPP Rural	Rupa Rupa	425	110	-13.011134	-70.566315
18	Santa Ines	CCPP Rural	Rupa Rupa	431	107	-13.018975	-70.516565
19	4 Amigos	CCPP Rural	Rupa Rupa	429	36	-13.020188	-70.505673
20	Padilla	CCPP Rural	Rupa Rupa	443	61	-13.015310	-70.580388
21	Guadalupe	CCPP Rural	Rupa Rupa	429	21	-13.048333	-70.476571
22	Primavera	CCPP Rural	Rupa Rupa	499	30	-13.052346	-70.523185
23	Gloria	CCPP Rural	Rupa Rupa	514	39	-13.024058	-70.568347
24	Maguay	CCPP Rural	Rupa Rupa	446	73	-13.050668	-70.477822
25	Puno	CCPP Rural	Rupa Rupa	460	98	-13.027804	-70.527951
26	Aguajal	CCPP Rural	Rupa Rupa	408	26	-13.024185	-70.489058
27	Seca	CCPP Rural	Rupa Rupa	447	18	-13.033782	-70.495844
28	Arco Iris	CCPP Rural	Rupa Rupa	490	13	-12.987374	-70.512713

Nota. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

**Figura 19**

*Centros poblados - Huepetuhe*



La Tabla 13, muestra la población Económicamente Activa por rama de actividad económica en el distrito de Huepetuhe.

La Tabla 14 y la Figura 20 muestran las Concesiones mineras región Madre de Dios y Huepetuhe.

Tabla 13

## Población Económicamente Activa por rama de actividad económica






PEA	Rama de Actividad Económica	Total	Urbana										Rural									
			Hombres					Mujeres					Hombres					Mujeres				
			Total	14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años	Total	14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años	Total	14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años	Total	14 a 29 años	30 a 44 años	45 a 64 años	65 y más años
	<b>DISTRITO HUEPETUHE</b>	<b>4 493</b>	<b>2 035</b>	<b>601</b>	<b>780</b>	<b>587</b>	<b>67</b>	<b>1 214</b>	<b>419</b>	<b>499</b>	<b>275</b>	<b>21</b>	<b>993</b>	<b>397</b>	<b>266</b>	<b>292</b>	<b>38</b>	<b>251</b>	<b>94</b>	<b>80</b>	<b>71</b>	<b>6</b>
	<b>%</b>		<b>45</b>					<b>27</b>					<b>22</b>					<b>6</b>				
	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	417	117	18	32	57	10	31	3	9	18	1	234	63	56	97	18	35	7	12	12	4
	Explotación de minas y canteras	839	208	59	75	68	6	27	5	9	12	1	511	230	141	128	12	93	42	30	21	-
	Industrias manufactureras	171	140	49	50	35	6	22	6	10	6	-	9	3	2	4	-	-	-	-	-	-
	Suministro de agua; evacua. de aguas residuales, gest. de desechos y descont.	10	9	3	1	3	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Construcción	347	277	102	81	88	6	8	6	1	1	-	60	30	10	20	-	2	1	-	1	-
	Comerc., reparación de veh. autom. y motoc.	947	462	119	186	141	16	402	114	173	106	9	45	15	11	16	3	38	11	9	16	2
	Vent., mant. y reparación de veh. autom. y motoc.	255	223	61	104	54	4	21	7	10	4	-	11	4	5	2	-	-	-	-	-	-
	Comercio al por mayor	19	5	1	3	-	1	8	1	4	3	-	4	-	2	2	-	2	1	-	-	1
	Comercio al por menor	673	234	57	79	87	11	373	106	159	99	9	30	11	4	12	3	36	10	9	16	1
	Transporte y almacenamiento	501	415	111	202	95	7	8	4	3	1	-	78	33	29	14	2	-	-	-	-	-
	Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	490	70	20	24	20	6	377	127	149	92	9	6	3	2	1	-	37	18	9	10	-
	Información y comunicaciones	12	8	5	3	-	-	2	-	1	1	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	Actividades financieras y de seguros	29	14	7	6	1	-	14	7	4	3	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Actividades inmobiliarias	2	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
	Actividades profesionales, científicas y técnicas	55	27	10	9	7	1	16	6	9	1	-	9	5	1	2	1	3	-	-	3	-
	Actividades de servicios administrativos y de apoyo	25	15	6	6	3	-	5	3	1	1	-	4	1	-	3	-	1	-	1	-	-
	Adm. pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	84	48	14	18	14	2	31	15	13	3	-	3	-	1	1	1	2	-	1	1	-
	Enseñanza	162	70	14	36	19	1	76	33	37	6	-	6	-	4	2	-	10	1	7	2	-
	Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	53	22	9	9	4	-	29	13	14	2	-	-	-	-	-	-	2	1	-	1	-
	Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	16	8	2	-	3	3	8	5	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otras actividades de servicios	76	25	9	12	3	1	45	23	18	4	-	4	3	-	1	-	2	2	-	-	-
	Act. de los hogares como empleadores; act. no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	23	5	2	3	-	-	15	7	7	1	-	1	-	1	-	-	2	1	-	1	-
PEA Desocupada	Desocupada	234	95	42	27	26	-	96	42	38	15	1	19	10	6	3	-	24	10	11	3	-

Nota. Elaborado en base a INEI - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

## Anexo B. Concesiones mineras región Madre de Dios y Huepetuhe

**Tabla 14**

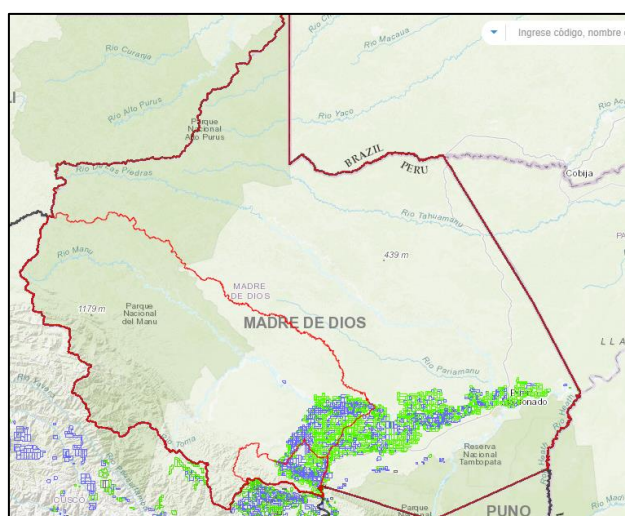
*Concesiones Mineras en la región Madre de Dios y Huepetuhe*

Estado	N° Concesiones Mineras			Leyenda
	Región	Provincia	Distrito	
	Madre de Dios	Manu	Huepetuhe	
Titulado	1 181	669	322	
Bloqueado	1 267	498	172	
Tramite	240	145	64	
Extinguido	13	5	5	
Otros	71	3	2	
<b>Total</b>	<b>2 772</b>	<b>1 320</b>	<b>565</b>	

Nota. Elaborado en base a Geocatmin - Ingemmet.

**Figura 20**

*Concesiones mineras región Madre de Dios*

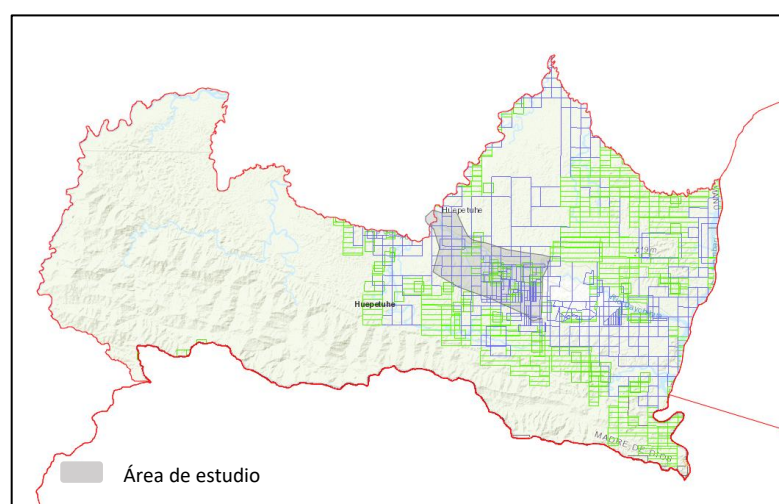


La concesión minera es aprobada por leyes especiales, que otorga al concesionario el

derecho para el aprovechamiento sostenible del recurso natural concedido, en las condiciones y con las limitaciones que establezca el título respectivo. La concesión otorga a su titular el derecho de uso y disfrute del recurso natural concedido y, en consecuencia, la propiedad de los frutos y productos a extraerse. Las concesiones pueden ser otorgadas a plazo fijo o indefinido. Son irrevocables en tanto el titular cumpla las obligaciones que esta Ley o la legislación especial exijan para mantener su vigencia (Figura 21 y Figura 22).

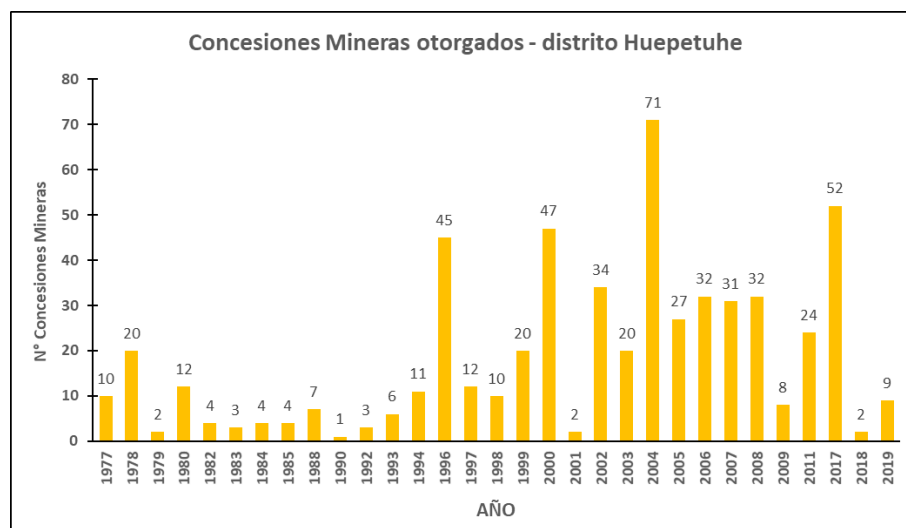
### Figura 21

*Concesiones mineras distrito Huepetuhe y área de estudio*



### Figura 22

*Concesiones mineras otorgadas en el distrito Huepetuhe*



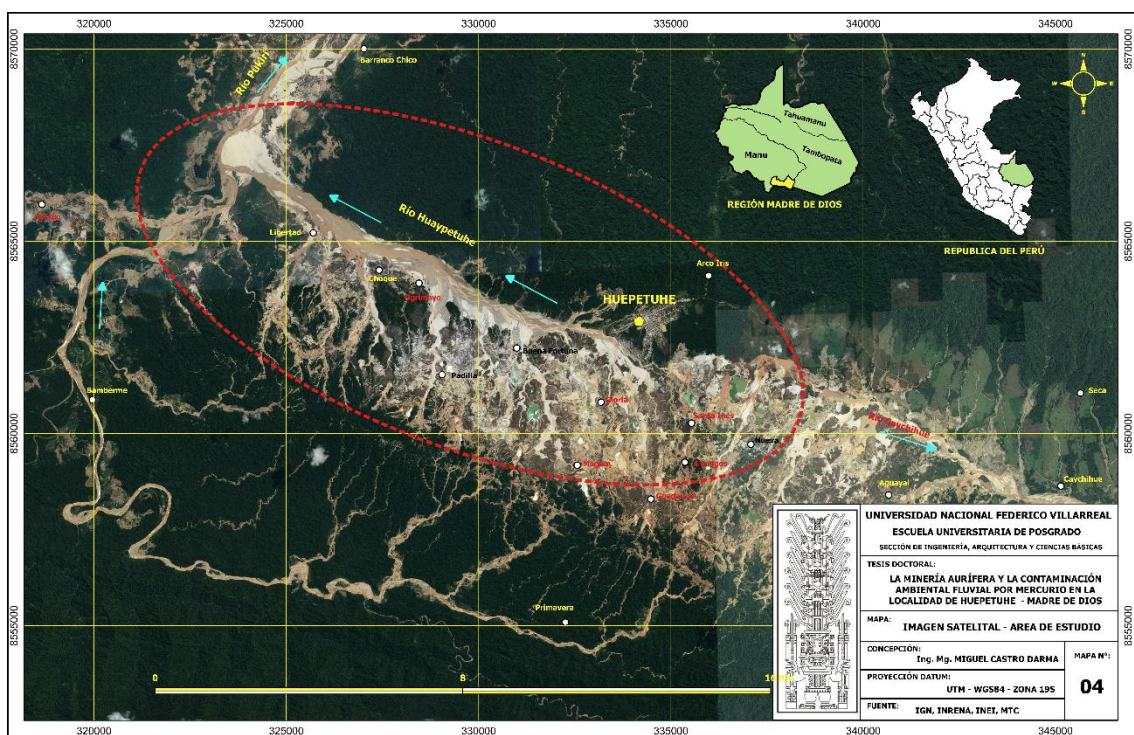
## Anexo C. Minería aurífera en área de estudio

### Área de estudio

El Río Huaypetuhe, en el área de estudio, (Figura 23) con una longitud de 20 km y un ancho que oscila entre los 20 m a 250 m aproximadamente, recibe todas las aguas de las quebradas donde se realiza la actividad minera con clara alteración de sus aguas.

**Figura 23**

### Área de estudio



### Centros poblados del área de estudio

El estudio se ha realizado en siete CCPP, dos urbanos y cinco rurales (Figura 24 y Figura 25). Dos ubicados en la región natural Omagua o Selva Baja, y cinco en la región natural Rupa Rupa o Selva Alta (Tabla 15).

**Figura 24***Localidad de Huepetuhe***Tabla 15***Centros poblados del distrito de Huepetuhe - Área de estudio*

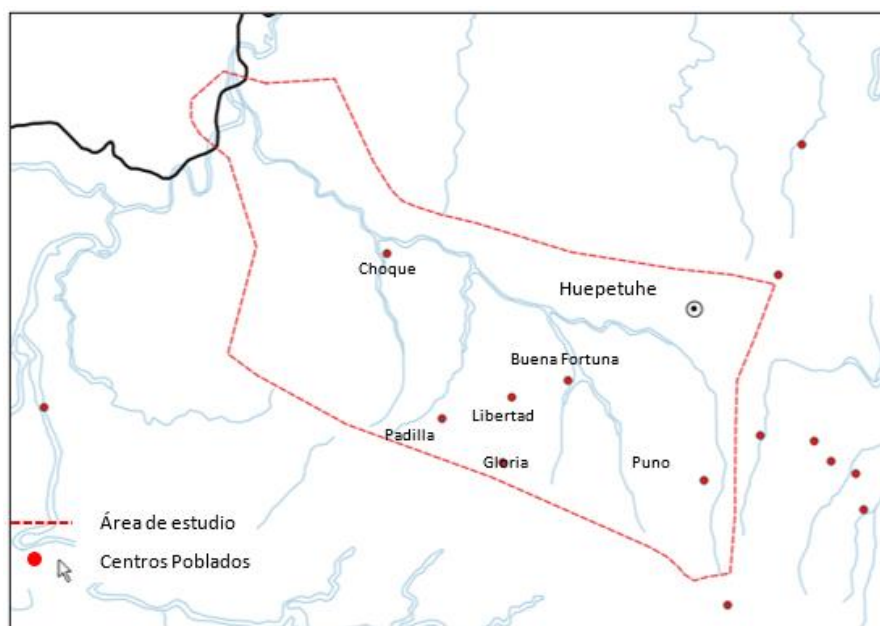
N°	Centros Poblados		Región Natural (según piso altitudinal)	Altitud m s.n.m.	Población	Latitud	Longitud
1	Huepetuhe	Capital Distrito	Rupa Rupa	439	5 035	-12.994466	-70.527246
2	Choque	CCPP Urbano	Omagua	346	523	-12.982635	-70.591247
3	Buena Fortuna	CCPP Rural	Omagua	396	60	-13.007907	-70.555116
4	Libertad	CCPP Rural	Rupa Rupa	425	110	-13.011134	-70.566315
5	Padilla	CCPP Rural	Rupa Rupa	443	61	-13.015310	-70.580388
6	Gloria	CCPP Rural	Rupa Rupa	514	39	-13.024058	-70.568347
7	Puno	CCPP Rural	Rupa Rupa	460	98	-13.027804	-70.527951
TOTAL					5 926		

Nota. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.



**Figura 25**

*Centros Poblados en el área de estudio – Huepetuhe*



La explotación en el área de estudio abarca un aproximado de 7 000 ha (5% del área del distrito de Huepetuhe 150 034,47 ha), y en ella se estima una producción de oro, que dentro del proceso a veces los mineros lavan material con bajo contenido de oro por desconocimiento del contenido real; los métodos de lavado gravimétrico son rudimentarios y se pierde una cantidad de finas partículas de oro; se usa y contamina innecesariamente una gran cantidad de agua (Álvarez, et al., 2011).

La ley de oro estimada en Huepetuhe 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, que se encuentran intercaladas con capas de arcilla y limo sin mayor contenido de oro. Se calcula que la potencia del manto explotable es de 70 metros, hasta la profundidad de la roca base (González, 2014).

**Producción de Oro y uso de mercurio en la Región de Madre de Dios.** Se estima que en la Región de Madre de Dios se produce aproximadamente 18 000 kg de oro al año, 10

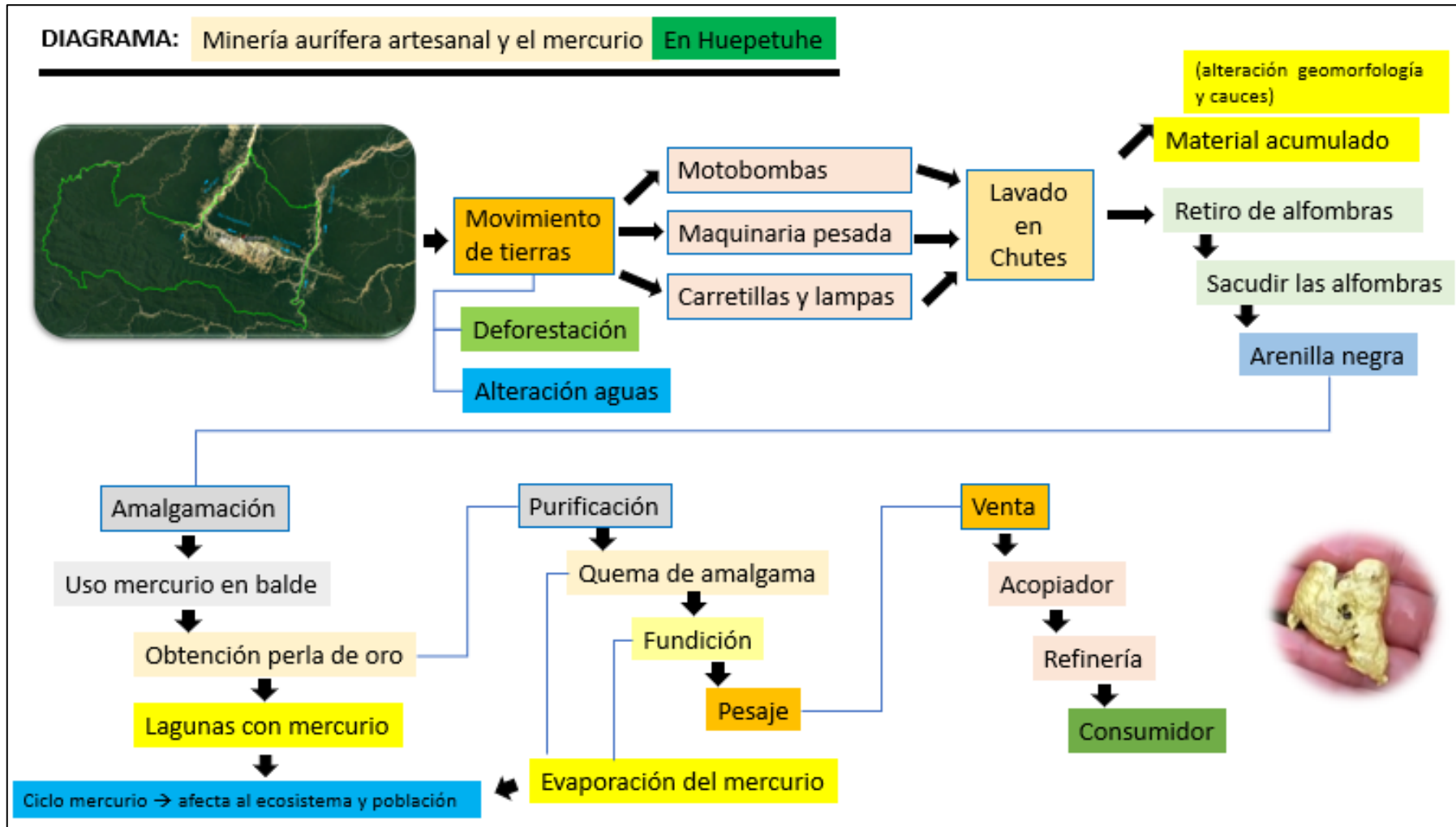
800 (60%) en Tambopata y 7 200 (40%) en Manu.

**Producción de Oro, uso de mercurio en Huepetuhe y área de estudio.** La producción anual de oro en Huepetuhe es de 4 320 kg (60% de Manu) y 360 kg mensuales. La producción anual de oro en el área de estudio es de 1 728 kg (40% de Huepetuhe), 144 kg al mes.

Para extraer 1 kg de oro se requiere 2,8 kg de mercurio. Al año se obtiene 1 728 kg de oro, utilizando 4 838, 4 kg de mercurio. Vale decir 403,2 kg de mercurio al mes y 13,44 kg de mercurio por día. En el área de estudio se produce un estimado de 1 728 kg de oro al año; 144 kg de oro al mes y 4,8 kg al día, un gramo de oro tiene un costo de \$ 48. Un trabajador extrae 6 gramos de oro al día aproximadamente; 180 gr al mes y 2 160 gr de oro al año. El cual nos indica que la explotación del oro en Huepetuhe continuará hasta su agotamiento.

En la explotación con Motobombas trabajan unas 200 personas, casi la totalidad provenientes de la sierra de Puno y Cusco, trabajan un promedio 12 horas diarias, en condiciones precarias de vivienda y salud, pues habitan en campamentos temporales de plástico, y se mantienen con alimentos con baja calidad nutricional. Remueven aproximadamente 15 m<sup>3</sup> de material arcilloso por día, y logran una producción de unos 432 kg de oro por año. En el área de estudio, hay más de 350 mineros operando maquinaria pesada como cargadores frontales de una capacidad de 3,5 m<sup>3</sup>, retroexcavadoras de 1 m<sup>3</sup>, y volquetes de 15 m<sup>3</sup>, generando contaminación auditiva con ruido y vibraciones por el movimiento de la maquinaria y equipos. Se remueven enormes volúmenes de material con empleo de pocas personas y logran una producción de unos 756 kg de oro por año. En la explotación con carretillas y lampas se emplea en la zona de Huepetuhe a un aproximado de 30 trabajadores para lograr unos 65 kg de oro por año.

Anexo D. Diagrama de flujo cuantitativo de producción de oro con mercurio



### Anexo E. Instrumento de recopilación de datos

Buenos días, esta encuesta tiene fines estrictamente académicos, por lo que quedo muy agradecido por anticipado a sus respuestas marcando con una X en el recuadro que crea pertinente.

N°	Preguntas	<sup>1</sup> Muy alto	<sup>2</sup> Alto	<sup>3</sup> Medio	<sup>4</sup> Bajo
1	La actividad minera con motobombas altera el ecosistema en un grado:				
2	La explotación minera con motobombas emplea mercurio en un nivel:				
3	La actividad minera con maquinaria pesada altera el ecosistema en un grado:				
4	La actividad minera con maquinaria pesada emplea mercurio en un nivel:				
5	La actividad minera con carretillas y lampas altera el ecosistema en un grado:				
6	El empleo del mercurio afecta a la salud humana en un nivel:				
7	Considera usted que la contaminación por mercurio en el Río Huaypetuhe es:				
8	El nivel de sólidos suspendidos en el agua es:				
9	Los sólidos suspendidos alteran la calidad del agua del Río Huaypetuhe en un nivel:				
10	El nivel de mercurio en los sedimentos del río Huaypetuhe es:				
11	Los sedimentos colmatan y modifican morfológicamente los cauces en un nivel:				

## Anexo F. Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Formulación del Objetivo	Formulación de la Hipótesis	Variables e Indicadores	Metodología
<p><b><u>Problema Principal</u></b></p> <p>¿Cómo la minería aurífera influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?</p>	<p><b><u>Objetivo General</u></b></p> <p>Determinar la influencia de la minería aurífera en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017</p>	<p><b><u>Hipótesis General</u></b></p> <p>La minería aurífera influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017</p>	<p><b>Y = Variable Independiente</b></p> <p>Minería Aurífera</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Motobombas</li> <li>2. Maquinaria pesada</li> <li>3. Carretillas y lampas</li> </ol> <p><b>X = Variable Dependiente</b></p> <p>Contaminación ambiental fluvial por mercurio</p> <p><b>Dimensiones:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua</li> <li>2. Sólidos en suspensión</li> <li>3. Sedimentos</li> </ol>	<p><b>1.- Tipo: Aplicada</b></p> <p><b>2.- Nivel:</b> Descriptiva y correlacional</p> <p><b>3.- Diseño:</b> No Experimental y Transversal</p> <p><b>4.- Población:</b> Compuesto por 581 habitantes de la actividad económica Explotación de minas en el área de estudio - localidad de Huepetuhe. (INEI, 2017).</p> <p><b>5.- Muestra:</b> Aleatoria o al azar conformada por 166 habitantes.</p> <p><b>6.- Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Observación sistemática y participante</li> <li>* Análisis de literatura tangible</li> <li>* Análisis de bibliografía virtual</li> <li>* Toma de muestras</li> <li>* Cuestionario</li> </ul> <p><b>7.- Procedimiento y análisis de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Análisis de laboratorio</li> <li>* Estadística descriptiva e inferencial</li> <li>* Figuras estadísticas</li> <li>* Tablas de frecuencia</li> </ul>
<p><b><u>Problemas Específicos (PE)</u></b></p> <p>a. ¿En qué medida la minería aurífera con motobombas influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?.</p> <p>b. ¿En qué forma la minería aurífera con maquinaria pesada influye en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?.</p> <p>c. ¿Cómo la minería aurífera artesanal influye con carretillas y lampas en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017?.</p>	<p><b><u>Objetivos Específicos (OE)</u></b></p> <p>a. Determinar la influencia de la minería aurífera con motobombas en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.</p> <p>b. Detectar la influencia de la minería aurífera con maquinaria pesada en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.</p> <p>c. Develar la influencia de la minería aurífera artesanal con carretillas y lampas en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.</p>	<p><b><u>Hipótesis Específicas (HE)</u></b></p> <p>a. La minería aurífera con motobombas influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.</p> <p>b. La minería aurífera con maquinaria pesada influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.</p> <p>c. La minería aurífera artesanal con carretillas y lampas influye, significativamente, en la contaminación ambiental fluvial por mercurio en la localidad de Huepetuhe – Madre de Dios, 2017.</p>		