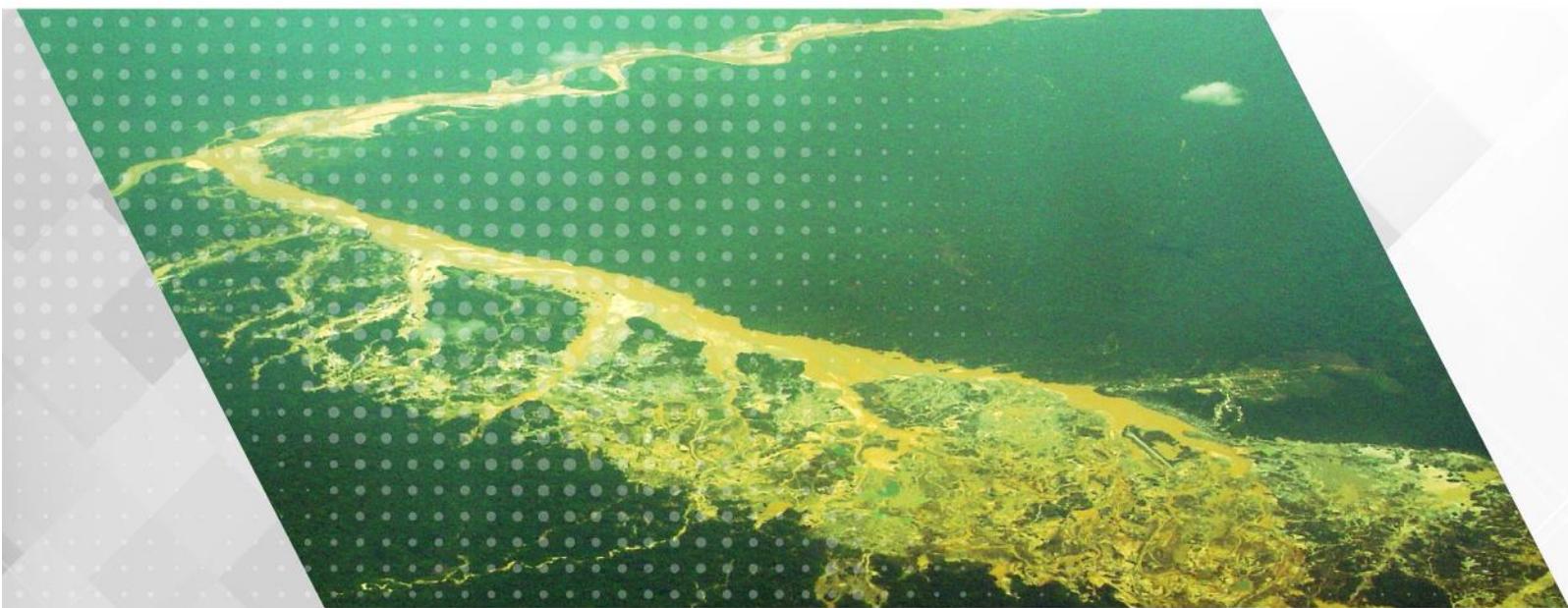


Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales en zonas de minería ilegal



Dirección Nacional de Prospectiva y Estudios Estratégicos

Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales en zonas de minería ilegal

Giofianni Diglio Peirano Torriani

Presidente del Consejo Directivo
Centro Nacional de Planeamiento Estratégico

Luis Enrique de la Flor Sáenz

Director Ejecutivo

Jordy Vilchez Astucuri

Director Nacional de Prospectiva y Estudios Estratégicos

Equipo técnico:

Eduardo Sobrino Vidal, Fiorenza del Águila Patroni, Marco Francisco Torres

Editado por:

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
Av. Canaval y Moreyra 480, piso 21
San Isidro, Lima, Perú
(51-1) 211-7800
webmaster@ceplan.gob.pe
www.ceplan.gob.pe
© Derechos reservados
Primera edición, noviembre 2023

Tabla de contenido

I. Introducción	5
II. Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional	6
2.1. Aspectos generales.....	6
2.1.1. Normativas más relevantes en torno a la actividad económica de la minería en el Perú	6
2.1.2. Minería a nivel nacional	7
2.2. Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional	14
2.2.1. Región de Madre de Dios	16
2.2.2. Región de Puno	24
2.2.3. Región de La Libertad	31
2.2.4. Región de Loreto	34
III. Prospectivas a futuro y recomendaciones	38
IV. Conclusiones	40
V. Bibliografía	42

Lista de Figuras

Figura 1: Inversión minera según regiones en porcentaje (junio 2022).	8
Figura 2: Inversión minera según regiones en porcentaje (junio 2022).	9
Figura 3: Minería ilegal en el Perú (2020).	12
Figura 4: Aplicación de la herramienta Pan-Sharpening para mejorar resolución de las imágenes satelitales.....	16
Figura 5: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2020).....	18
Figura 6: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8.	19
Figura 7: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8- Zona 1.	20
Figura 8: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8- Zona 2.	21

Figura 9:	Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8-Zona 3.	22
Figura 10:	Minería ilegal en la región de Puno.....	25
Figura 11:	Fases del monitoreo ambiental en Puno (2017)	27
Figura 12:	Locales legales de venta de combustible en la ciudad de MassiapoNota:	28
Figura 13:	Minería ilegal en Puno, distrito de Cuyo Cuyo (2023) utilizando la imagen Landsat 8.	29
Figura 14:	Minería ilegal en Puno, distritos de San Gaban y Ayapata (2023) utilizando la del basemap del Arcgis.	30
Figura 15:	Mapa de minería ilegal en el departamento de La Libertad.	31
Figura 16:	Minería ilegal en la provincia de Pataz utilizando la imagen Landsat 8.....	33
Figura 17:	Minería ilegal en la región de Loreto.	35
Figura 18:	Minería ilegal no metálica en Loreto.	36

Lista de tablas

Tabla 1:	Cotización en promedio de principales metales.	7
Tabla 2:	Bandas Landsat 8.....	15
Tabla 3:	Distribución de actividades económicas en curso (en millones de dólares).....	16

I. Introducción

El Perú es un país megadiverso que cuenta con recursos naturales y culturales importantes para el desarrollo de distintas actividades económico – productivas de manera sostenible para buscar el desarrollo socioeconómico del país.- El crecimiento económico es muy importante para el país, sin embargo, es relevante poner énfasis, en un desarrollo sostenible evitando la generación de una serie de impactos negativos a nivel social y ambiental; en este contexto, en el país, se registran actividades económicas que tienen una presencia importante en distintas zonas del territorio peruano, pero que se desarrollan de forma ilícita o informal, y que generan pérdidas y problemáticas a nivel socioambiental.

Una de las actividades que representan una problemática en el Perú es la minería ilegal, que en el país se registra principalmente en zonas de la Amazonía y que en los últimos años viene generando impactos y daños a la población (salud) y a los ecosistemas. El Perú posee un territorio privilegiado y favorable en cuanto a la producción de metales y minerales, por ello, se destaca como el primer productor de distintos metales y minerales a nivel Latinoamérica y evidentemente, ante esta variedad de recursos, el sector minero cuenta con un rol muy significativo en la economía nacional. La producción y exportación de minerales impacta de forma positiva al PBI, lo que se traduce en generación de empleo y, por ende, en el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de las personas en distintas regiones del país.

El crecimiento de la economía peruana en los últimos años y también del dinamismo de distintas actividades, también han generado que actividades ilegales se expandan y generen una influencia negativa en los territorios donde se implementan. Entre ellas, la minería ilegal fue cobrando importancia principalmente con la minería aurífera, ocupando territorios en distintas regiones del Perú; actualmente, la minería ilegal tiene presencia en Madre de Dios, Puno, La Libertad, Cajamarca, Pasco, Apurímac, entre otros. Esta actividad en el país genera impactos negativos para la salud (población afectada por la contaminación por metales pesados o mercurio de fuentes de agua y alimentos), el medio ambiente (contaminación de fuentes de agua, aire, suelo, ecosistemas y seres vivos) y social (conflictos socioambientales, comunidades nativas y campesinas afectadas, criminalidad, entre otros).

Es importante analizar la problemática de la minería ilegal en el Perú a partir de un análisis geoespacial que permite identificar las zonas más afectadas por esta actividad y priorizar las zonas de intervención. El análisis geoespacial, que está vinculado con el uso y geoprocesamiento de imágenes satelitales y representaciones cartográficas, es una herramienta importante que apoya con la detección y caracterización de las dinámicas territoriales en un ámbito determinado, a partir del cruce de capas geográficas; en cuanto a la minería ilegal, tras la identificación de las regiones priorizadas, esta herramienta, permite visualizar y analizar los impactos socioambientales generados por la actividad ilícita mencionada, las comunidades afectadas, las áreas naturales comprometidas, entre otros aspectos relacionados con lo que genera esta problemática en distintas zonas del país.

II. Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional.

2.1. Aspectos generales

A continuación, se mostrarán los aspectos generales de la minería en el Perú, partiendo desde las normativas que existen, hasta características generales de la minería (legal), a fin de aterrizar en la problemática principal del análisis que es la minería ilegal y sus consecuencias sociales y ambientales en diversas regiones del país.

2.1.1. Normativas más relevantes en torno a la actividad económica de la minería en el Perú

En el presente capítulo se hará un resumen de las normativas más relevantes del Perú que establecen la regulación de la minería a nivel nacional. En este sentido, las normas deben ser respetadas para que se pueda hacer uso legal del territorio sin generar afectaciones a las sociedades y al medio ambiente. Toda actividad que no cumplan con lo establecido en las leyes será considerada como informal o ilegal dependiendo de las características de esta y su escala en el territorio (cuán grande/amplia) es la actividad. Dentro de estas normativas se diferenciarán la minería informal de la minería ilegal y se detallarán sus principales características.

Decreto Legislativo N° 1105:

El decreto Legislativo N° 1105 de fecha 18 de abril del 2012, que “establece las disposiciones para el proceso de formalización de las actividades de la pequeña minería y minería artesanal” será parte fundamental del marco normativo utilizado para este análisis. Este decreto presenta dos definiciones muy importantes las cuales son la de Minería Ilegal como la de Minería Informal.

Minería Ilegal: actividad de minería que es ejercida por persona, natural o jurídica, o grupo de personas organizadas y que hacen uso de un equipo o maquinaria que no corresponde a las características de la actividad minera que dice desarrollar (Pequeño Productor Minero o Productor). En este sentido se entiende que los equipos que usan para dicha actividad corresponden a una actividad a mayor escala.

En adición es importante recalcar el hecho de que, en adición, la minería ilegal es también aquella actividad que se realiza en un espacio en el que se encuentra prohibida la actividad minera.

Minería Informal: se realiza usando equipo y maquinaria que no corresponde a las características de la actividad minera que desarrolla, al igual que la minería ilegal, o “sin cumplir con las exigencias de las normas de carácter administrativo, técnico, social y medioambiental que rigen dichas actividades”, pero, esta vez, para zonas no prohibidas para la actividad minera que hayan iniciado un proceso de formalización conforme a los procesos adecuados (Gobierno del Perú, 2012).

Además, el decreto legislativo también trata acerca de los pasos a seguir para realizar el proceso de formalización de la actividad, los procesos son los siguientes adecuados (Gobierno del Perú, 2012):

- a) Presentación de la Declaración de Compromisos.
- b) Acreditación de Titularidad, Contrato de Cesión, Acuerdo o Contrato de Explotación sobre la Concesión Minera.
- c) Acreditación de Propiedad o Autorización de Uso del Terreno Superficial.
- d) Autorización de Uso de Aguas.
- e) Aprobación del Instrumento de Gestión Ambiental Correctivo.
- f) Autorización para Inicio/Reinicio de Actividades de Exploración, Explotación y/o Beneficio de Minerales.

A su vez, también se hace mención en el artículo 8 de la 'Autorización del Uso de Aguas' acerca de la autorización del uso de agua superficial por no más de 2 años para las obras en cuestión. Este punto es importante ya que las cuencas y su recurso hídrico deben de ser protegidos ya que el hombre y otras actividades, dependen de este. Es por este motivo que la autorización debe de ser emitida por la Autoridad Nacional del Agua.

Ley General de Minería

La Ley General de Minería fue publicada en junio del año 1992, pero esta se fue modificando a lo largo de los años distintas normas. Es por este motivo por el cual existe una amplia normativa entorno a la minería en el país, y motivo por el cual también se ha desarrollado el Texto Único Ordenado (TUO) de la Ley General de Minería. Este se encuentra actualizado, ordenado y concordado de las modificaciones hechas a la Ley General de la Minería.

En el TUO se tratan los temas técnicos y administrativos de la minería en el país, desde el monitoreo ambiental y el certificado de inexistencia de restos arqueológicos hasta información general con respecto al proyecto minero y los minerales a extraer (Minem, 2023). Este documento se encuentra en el portal web del Ministerio de Energía y Minas y posee información técnica que debe ser evaluada por las personas que deseen realizar algún tipo de minería en el país.

El Decreto de Urgencia Nro.012-2010

Este decreto publicado en El Peruano, declara de interés nacional las restricciones mineras en la región Madre de Dios. Además, se establece la prohibición del uso de las dragas en la Amazonía peruana. El uso de las dragas queda prohibido para extraer minerales cercanos a cuerpos acuáticos (minería aluvial), debido a su potencial contaminación y degradación del ecosistema.

2.1.2. Minería a nivel nacional

El PBI minero aportó entre los años 2017 y 2021 un aporte equivalente al 16 % del Producto Bruto Interno (PBI) del país (Anglo American, 2023). Por otro lado, la variación interanual del PBI minero metálico en mayo registró una contracción de 10,7 %, debido a que disminuyeron los niveles de producción de zinc en -17,9 %, cobre en -11,2 %, plata en -11,1 %, oro en -2,0 % entre otros. También tuvo gran influencia los desacuerdos sociales (Minem, 2022).

Tabla 1: Cotización en promedio de principales metales.

Metal	Jun. 22	Variación % respecto de:		
		May. 22	Ene. 21	Jun. 21
Cobre (cUS\$/lb)	409,74	-3,50 %	-7,60 %	-6,00 %
Oro (US\$/ozt)	1 835,33	-0,90 %	1,00 %	0,00 %
Zinc (cUS\$/lb)	165,29	-3.10%	0,90 %	23,50 %

Metal	Jun. 22	Variación % respecto de:		
		May. 22	Ene. 21	Jun. 21
Plata (US\$/ozt)	21,49	-1.90%	-7,10 %	-20,40 %
Plomo (cUS\$/lb)	93,78	-3,60 %	-11,80 %	-5,60 %
Hierro (US\$/TM)	137,17	1.50 %	7,80 %	-35,10 %

Nota: Adaptado de "Boletín estadístico minero: Edición N° 06-2022" del (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

Como se puede apreciar, el precio del oro para el mes de junio del año 2022 asciende a 1 835,33 US\$/ozt. De todos los 6 metales en la tabla, el oro es el que mayor valor tiene en el mercado. Esto hace que el oro sea el metal máspreciado, sobre todo si se tiene en consideración que es uno de los metales que más ha ido aumentando su valor, solo en el año 1992 el valor del oro era de 343,82 US\$/ozt (Statista, 2023).

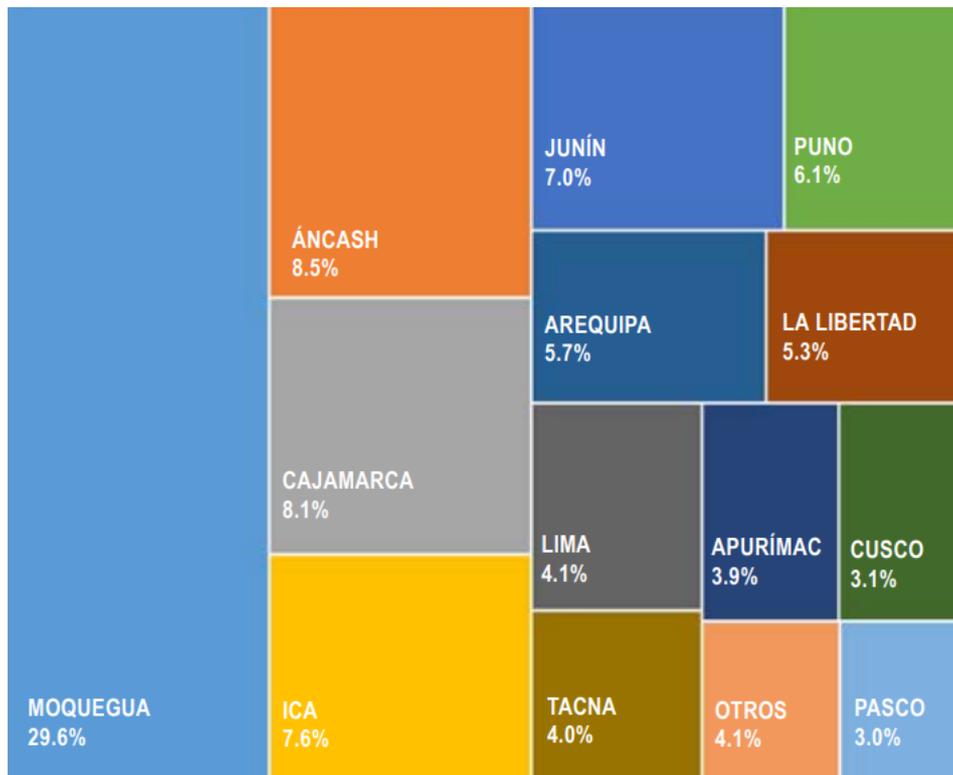


Figura 1: Inversión minera según regiones en porcentaje (junio 2022).

Nota: Recuperado de (Ministerio de Energía y Minas, 2022).

En cuanto a la inversión minera según regiones para junio del 2022, los departamentos que mayor inversión tuvieron, fueron los de Moquegua con 29,6 %, Ancash con 8,5 % y Cajamarca con 8,1 %. Sin embargo, se debe tener en consideración que toda esta inversión corresponde únicamente a la minería formal que cumple con los estándares y requisitos para operar, independientemente de la escala en la que se realice este tipo de actividad económica.

Otro aspecto positivo de la minería es que, para junio del 2022, el subsector minero peruano generó un total de 244 241 trabajadores empleados de manera directa, lo cual equivale a un 2,7 % más respecto a lo registrado en el mes de mayo con 237 791 personas, lo cual es considerada una cifra muy positiva. De esto se puede entender que la minería formal genera una gran cantidad de puestos de trabajo y ayuda a la economía del país, también de manera indirecta.

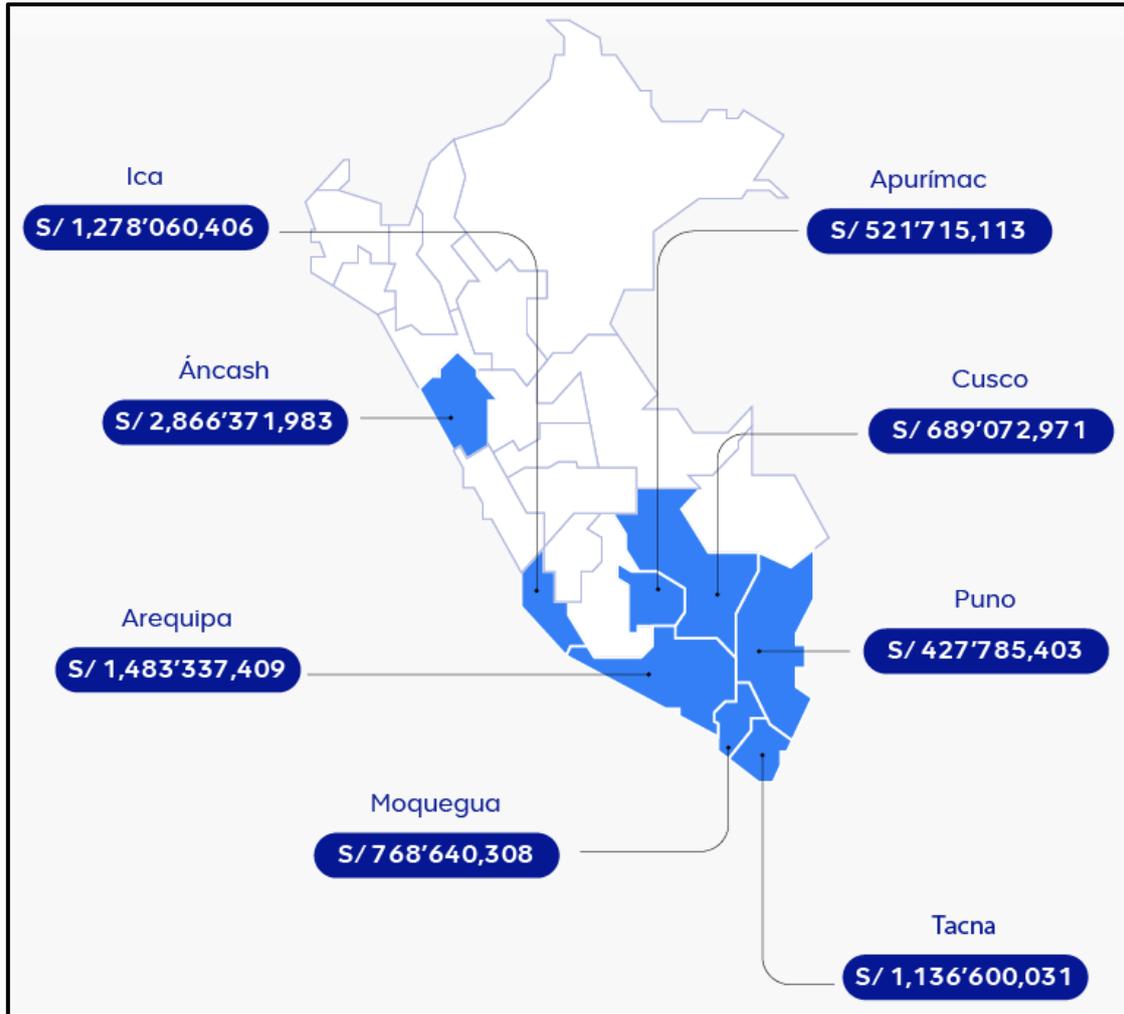


Figura 2: Inversión minera según regiones en porcentaje (junio 2022).

Nota: Recuperado de [https://peru.angloamerican.com/moquegua/impulso-minero/mineria-una-actividad-que-aporta-significativamente-a-la-economia-peruana.aspx#:~:text=Miner%C3%ADa%2C%20una%20actividad%20que%20aporta%20significativamente%20a%20a%20econom%C3%ADa%20peruana,-Comparte&text=Comparte-,Copiada!,Bruto%20Interno%20\(PBI\)%20nacional](https://peru.angloamerican.com/moquegua/impulso-minero/mineria-una-actividad-que-aporta-significativamente-a-la-economia-peruana.aspx#:~:text=Miner%C3%ADa%2C%20una%20actividad%20que%20aporta%20significativamente%20a%20a%20econom%C3%ADa%20peruana,-Comparte&text=Comparte-,Copiada!,Bruto%20Interno%20(PBI)%20nacional).

En la figura 2 se encuentran detallados aquellos departamentos que recibieron el mayor porcentaje de transferencia de recursos de generados por la minería entre los meses de enero y septiembre del 2022. Como se puede apreciar, estos datos están únicamente relacionados a las consecuencias positivas de la minería lícita en el Perú. Los casos en los que se practica la minería de manera ilegal no generarían este tipo de beneficios para las poblaciones. Esto se debe a que el canon minero está relacionado directamente con las rentas que obtienen el Estado producto de producto de los recursos explotados. Esto va para los gobiernos locales y regionales (MEF, 2023). En el caso de la minería ilegal, al no estar regularizada, no genera rentas para el Estado las cuales se puedan repartir a los Gobiernos Regionales. Analizando la figura, la región de Áncash es uno de las que más canon y regalías recibe producto de la minería, con un monto que asciende a 2 866 371, 983 soles según el boletín estadístico minero del MINEM, los cuales corresponden a datos entre enero y septiembre del año 2022.

Como se pudo apreciar en la Tabla 1, el oro ha pasado por un boom en el que ha ido aumentando de precio logrando una cotización bastante alta en el mercado. Esto ha significado un cambio

positivo para la economía del país y una importante contribución en el PBI nacional. Sin embargo, su gran valor también ha ocasionado que se genere un alto porcentaje de minería ilegal entorno a la extracción del oro al ser tanpreciado. Las personas, al evidenciar la potencialidad y las ganancias que se obtienen de la extracción del oro, han comenzado a practicar la minería ilegal en el Perú. Este tipo de minería sucede para diversos tipos de minerales (y otros) y en distintas escalas a nivel nacional.

Este tipo de actividades es mucho más complejo de lo que se cree, ya que está relacionada tanto a la extracción ilegal de minerales que se encuentran en el suelo y el subsuelo como es el caso del oro, como a la contaminación del medio ambiente, a la exportación ilegal, conflictos sociales, entre otros. De manera general, se estima que los mineros informales ascienden a 250 000 personas, y que posiblemente este número sea aún mayor, ascendiendo al medio millón (OAS: Departamento contra la Delincuencia Organizada Transnacional, 2021). Estos números son preocupantes debido a que se estarían eludiendo las rentas que obtendría el Estado.

Estas cifras son bastante altas si se tiene en consideración que son un número alto de personas que no se encuentran regularizadas. Si bien es difícil calcular el número de mineros ilegales (que practican la minería en zonas expresamente prohibidas como en cuencas), este número no sería mucho menor que el mencionado anteriormente.

Existen varios actores involucrados en lo que es la práctica de la minería ilegal en el país. Se debe tener en cuenta que entorno a la minería ilegal se genera una red interconectada de personas que, en su mayoría, realizan una serie de actividades ilícitas. Este tipo de actividades, por lo general, pueden afectar también a los demás ciudadanos. Ejemplo de esto es que la minería ilegal involucra la apropiación ilícita de tierras, la extorción, la corrupción, activos lavados, grupos criminales, entre otros. Esto también supone un reto para el Estado peruano que debe destinar fuertes recursos económicos para poder combatir este tema (OAS: Departamento contra la Delincuencia Organizada Transnacional, 2021). Este tipo de actividades ilícitas se analizarán más adelante y puntualmente por regiones.

Según el estudio citado previamente por la OAS de la OEA titulado “Tras el dinero ilícito del Oro, fortaleciendo la lucha contra las finanzas de la minería ilegal: el caso de Perú”, de manera general, algunas de las Actividades y Profesiones no Financieras Designadas (APFND) vinculadas al sector minero del Perú que se encuentran expuestas a realizar actividades ilícitas son las siguientes:

- ✓ Empresas mineras.
- ✓ Comerciantes de oro.
- ✓ Comerciantes de joyas, metales preciosos y gemas.
- ✓ Fabricantes y comerciantes de explosivos.
- ✓ Empresas que distribuyen, transportan y/o comercializan ciertos productos químicos. que podrían utilizarse para realizar prácticas de minería ilegal.
- ✓ Empresas de crédito y casas de empeño en el que se usen garantías.
- ✓ Empresas que comercializan con algunos tipos específicos de maquinarias y equipos como la maquinaria pesada que se usa en la minería.
- ✓ Empresas de transporte, de custodia y gestión de efectivo.
- ✓ Empresas y laboratorios que producen y comercializan diversas sustancias químicas involucradas en la producción de explosivos o drogas.

Estas actividades y profesiones podrían formar parte de la red que se genera de la minería ilegal. Por ejemplo, muchas veces los mineros ilegales pueden acudir a las casas de empeño y usen las garantías del oro ilegal para obtener dinero. También se entiende que para hacer minería ilegal se necesitan ciertos productos químicos dependiendo del tipo de minería que se practique o explosivos, los cuales son obtenidos de un tercero, el cual ya estaría formando parte de esta red que alimenta la minería ilegal. Para que el oro ilegal pueda ser vendido, por ejemplo, debe haber un consumidor final, pero en el camino hay muchas más actividades involucradas como las mencionadas anteriormente.

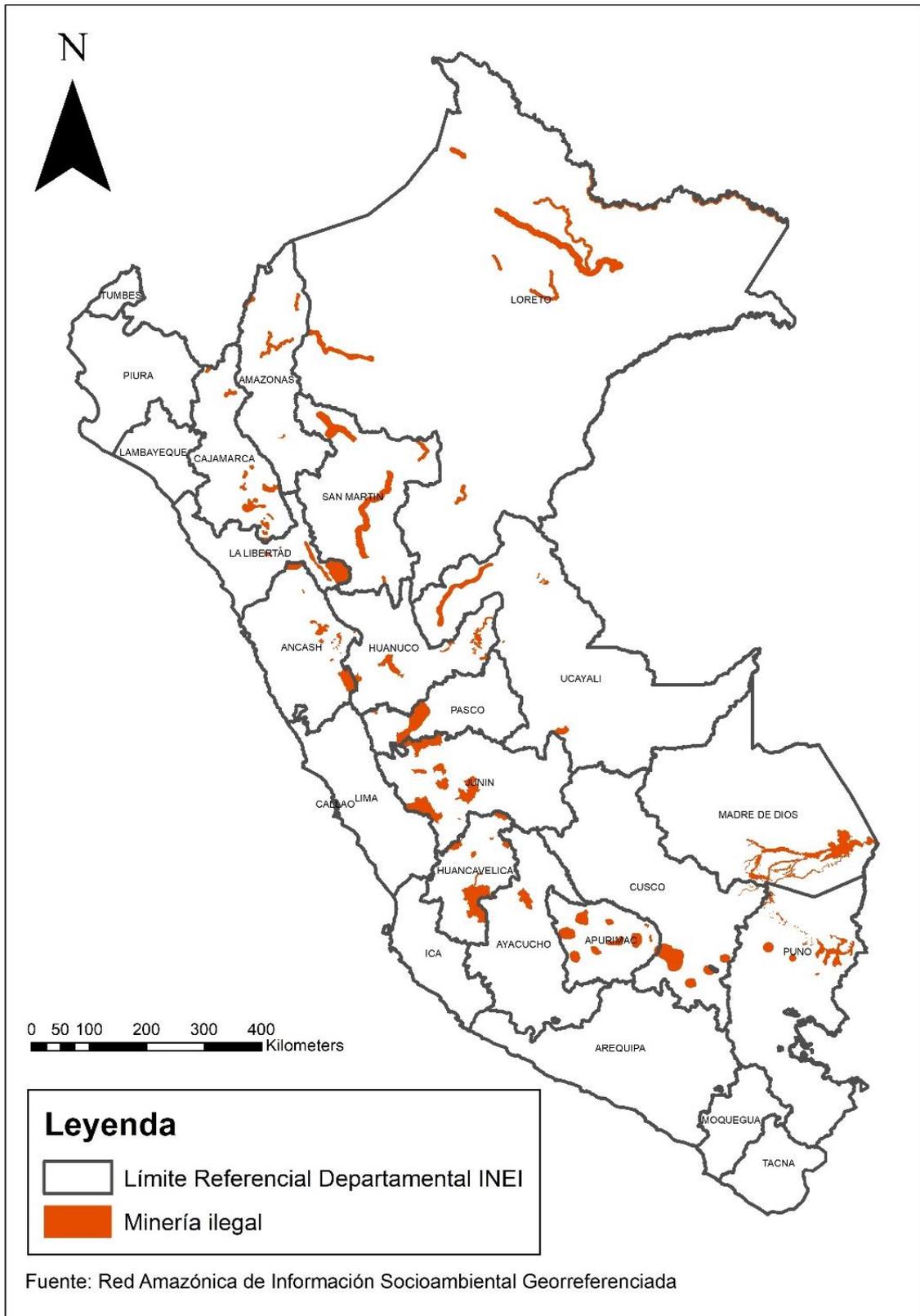


Figura 3: Minería ilegal en el Perú (2020).

Nota: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.!**, se muestran las zonas en las que se practica la minería ilegal en el país, y, por lo tanto, se degrada el ecosistema ya que este es un tipo de actividad que no se encuentra regulada debidamente.

Algunos de los departamentos que presentan este tipo de actividad son Madre de Dios, Puno, Cajamarca, Pasco, Junín, La Libertad, Apurímac, San Martín, entre otros. Como se puede apreciar, en algunas regiones como Madre de Dios, las áreas en color naranja en las que se practica la minería ilegal, corresponden a la forma de los ríos propios de la región. Esto podría corresponder a la minería aurífera la cuál será analizada más adelante. Determinar una extensión exacta de las áreas con presencia de minería ilegal, pero estas estarían en torno a las 4373706,552 ha según la información proveniente de la capa de información en formato shapefile. Estos números se modifican constantemente conforme pasan los años y se generan nuevos focos de minería en el país.

Según la OEA, las zonas más alejadas y ricas en recursos naturales son las que ofrecen a los mineros ilegales las mejores oportunidades para practicar esta actividad. Además, se menciona que la comercialización (ilegal) del oro en Perú se encuentra relacionada a factores como la corrupción, la debilidad de las instituciones, la pobreza en el país, la informalidad, entre otros. Y es que la pobreza y la necesidad de poder adquisitivo es la que los lleva a realizar este tipo de actividades principalmente.

Se calcula, que para el año 2013, en promedio de los 5 millones de onzas de oro que exportó el Perú cada año, aprox. más de 1 millón (que equivale alrededor del 22 %) corresponden a lo que sería producto de la minería ilegal. Se estima que este tipo de actividad generó en utilidades por 1000 millones de dólares para ese año, y, al ser ilícita, logra evadir impuestos que ascienden a los 305 millones (según lo que estima macroconsult) (Minam, 2013).

Sin embargo, este tipo de actividades tiene repercusiones fuertes sobre la sociedad, la salud, la economía y el medio ambiente. Es inevitable que, al ser una situación tan compleja, no afecte de manera negativa, tanto de manera directa como indirecta, a un gran grupo de personas que, en muchos casos, no son las que practican este tipo de actividad ilícita. Según “Diálogos Ambientales con la prensa: Minería Ilegal” del (Minam, 2013), algunas de las consecuencias en el sector salud, ambiente y sociales son las siguientes:

Salud:

- Absorción de la población del Mercurio y metales pesados (plomo y arsénico).
- Contaminación de peces que luego son de consumo humano. El ser humano absorbe el 95 % del mercurio.

Ambiente:

- Contaminación con mercurio y otros de las fuentes de agua.
- Contaminación de peces.
- Contaminación de bosques y pantanos.
- Contaminación de aire, suelo, aguas.

Social:

- Comunidades nativas afectadas por el mercurio.
- Posible explotación infantil, problemas como prostitución, inseguridad ciudadana.
- Organizaciones criminales.

El grado de intensidad de los efectos socio-ambientales que pueda generar la minería ilegal en el país, dependerá de la extensión de las zonas degradadas y su cercanía a los ríos y quebradas

o lagunas. Es por este motivo por el cual las fuentes contaminantes como el mercurio se puede trasladar a distancias largas y a través de otros organismos como los peces.

2.2. Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional

A continuación, se realizará un análisis geoespacial de las principales regiones en las que ocurre la minería ilegal en el país. Se utilizará información recopilada en bibliografía, así como en formato *shapefile* de distintos autores e instituciones del Estado, imágenes satelitales y datos estadísticos recopilados.

Como punto de partida del siguiente informe, es necesario listar los criterios utilizados para la selección de las regiones que serán sujeto de análisis. Si bien la minería (legal) ocurre tanto en la costa, como en la sierra y en la selva, la minería ilegal ocurre principalmente en las regiones con gran presencia de oro (minería aurífera), es decir, principalmente en la Amazonía, debido también a su riqueza mineral y a que su ubicación beneficia la clandestinidad de los mineros ilegales. En este sentido, se tuvieron en consideración los siguientes criterios de selección:

- Presencia significativa de la minería ilegal en áreas de la región.
- Disponibilidad de información bibliográfica acerca de las regiones en las que sucede minería ilegal (noticias, reportes, informes, boletines, ensayos, entre otros).
- Disponibilidad de información geoespacial como capas de información geográfica, imágenes satelitales, fotografías, entre otros.
- Datos estadísticos y data referente a los impactos sociales y ambientales de relevancia nacional.

De esta manera, las regiones priorizadas son Madre de Dios, Puno, La Libertad y Loreto. Esto se debe principalmente a que son aquellas regiones en las que existe un mayor repertorio bibliográfico que permite un análisis más completo acerca de la minería en el país. Una gran limitante al momento de realizar el presente estudio fue que la información disponible acerca de la minería ilegal gira entorno a la extracción ilícita del oro, ya que es el recurso metálico de más valor en el mercado. Sin embargo, se pudo identificar en la región de Loreto otro tipo de minería no metálica que también genera consecuencias ambientales y sociales en la región.

Otro motivo por el cual se seleccionaron las regiones mencionadas líneas arriba es debido a la gran presencia de minería ilegal que afecta negativamente a las comunidades que habitan en las regiones cercanas a los principales ríos afectados por la minería que, en su mayoría, es aurífera. Este tipo de actividades se puede ubicar con mayor facilidad mediante el uso de recursos digitales como las imágenes satelitales. La priorización también se centra en aquellas regiones en las que los impactos sociales y ambientales negativos sean bastante elevados, como con los casos del aumento de criminalidad y degradación de los ecosistemas frágiles. En adición, estas regiones priorizadas se caracterizan a que cuentan con la presencia de Áreas Naturales Protegidas, las cuales se ven afectadas ya que se están vulnerando también sus áreas de amortiguamiento. El enfoque del presente análisis será un enfoque socio-ambiental, sin dejar de lado los aspectos culturales y económicos, que finalmente son uno de los motivos principales por los cuales se origina este tipo de actividad ilegal sobre el territorio.

Tratamiento de imágenes satelitales para el análisis

Para los casos en los que sea pertinente, se procederá a realizar el tratamiento de imágenes satelitales mediante la fusión de bandas. Las imágenes satelitales que se usarán son las imágenes satelitales Landsat 8 que se pueden descargar de la plataforma web de la USGS EarthExplorer.

Las imágenes satelitales Landsat 8 cuentan con 11 bandas que van desde las bandas del R-G-B (rojo, verde y azul) hasta otro tipo de bandas relacionadas al infrarrojo, entre otros. Las bandas cuentan con una resolución espacial de 30 m en la mayoría de sus bandas. Sin embargo, esta resolución no siempre es suficiente para un correcto análisis del territorio, sobre todo si se desea tener como foco de estudio un espacio en el territorio en el cual un componente geográfico no posee un gran tamaño (Mapping Gis, 2023).

Tabla 2: Bandas Landsat 8.

Bandas	Longitud de onda (micrometros)	Resolución (m)
Banda 1 Coastal aerosol	0,43-0,45	30
Banda 2 Azul	0,45-0,51	30
Banda 3 Verde	0,53-0,59	30
Banda 4 Rojo	0,64-0,67	30
Banda 5 Infrarrojo cercano (NIR)	0,85-0,88	30
Banda 6 SWIR	1,57-1,65	30
Banda 7 SWIR	2,11-2,29	30
Banda 8 Pancromática	0,50-0,68	15
Banda 9 Cirrus	1,36-1,38	30
Banda 10 Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10,60-11,19	100
Banda 11 Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11,50-12,51	100

Nota: Adaptado de “Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel” de (Mapping Gis, 2023).

Como se puede apreciar en la tabla 2, única banda que posee una mejor resolución espacial de las 11 bandas mencionadas anteriormente es la Banda 8 – Pancromático. Esta banda posee una resolución mejor de 15 m. Su rango espectral corresponde a una longitud de onda de 0.50-0.68. Esta banda se caracteriza por ser una banda en blanco y negro, con imágenes más nítidas propias de una mejor resolución espacial. Su sensor capta mejor la luz y, por lo tanto, ofrece mejores imágenes (EOS Data Analytics, 2023).

Fusión de imágenes satelitales “Pan-Sharpning”

La fusión de imágenes satelitales o Pan-Sharpning (Función Refinado pancromático) consiste en mejorar la resolución de las imágenes satelitales, en este caso de las imágenes de Landsat 8, fusionándol las demás bandas de menor resolución (30 m) con la banda 8 Pancromática que posee una mejor resolución. Esto permitirá realizar un mejor análisis del territorio con una mejor nitidez. El dataset ráster que se obtiene adoptará la resolución de las bandas pancromáticas. Por lo general las bandas que se usarán para la combinación serán las del R-G-B mencionadas anteriormente con las del infrarrojo cercano y la pancromática (Esri, 2023).



Figura 4: Aplicación de la herramienta Pan-Sharpening para mejorar resolución de las imágenes satelitales.
Nota: Recuperado de (Bridge Computer Technologies LTD, 2023).

Como se puede apreciar en la figura 4, en la imagen que se encuentra al lado izquierdo se observa una imagen multiespectral de resolución espacial de 30 m, al centro se encuentra la banda pancromática de mejor resolución (15 m), y al lado derecho, el resultado de la combinación de ambas bandas, representado en una imagen a color de mejor resolución que la primera banda multiespectral. Esto ayudará a poder analizar visualmente (y ubicar espacialmente) a los casos en los que la minería ha tenido un fuerte impacto sobre el territorio haciendo uso de las imágenes Landsat 8.

Corrección atmosférica

La función de reflectancia aparente sirve para poder corregir los errores que se puedan originar producto en la reflectancia/brillo de algunas imágenes satelitales. Esto está directamente relacionado con los sensores de las imágenes ráster con las que se deseen tratar. Se tendrán en cuenta los valores de la reflectancia, la longitud de onda, la elevación del sol y la corrección del ángulo solar para poder corregir las imágenes adecuadamente. Esta función debe ser aplicada al momento de realizar el Pan-Sharpening para mejorar ligeramente la calidad de las imágenes a tratar (Esri, 2023).

2.2.1. Región de Madre de Dios

La región de Madre de Dios se encuentra ubicada en la zona este del país. Está compuesta por 3 provincias que son el Manu, Tambopata y Tahuamanu. Colinda con los departamentos de Ucayali, por el Norte; Cusco por el Oeste; Puno, por el Sur; la República de Brasil por el Noreste; y finalmente la República de Bolivia por el este. Tiene una población total de 141 070 habitantes según el Censo de Población y Vivienda del año 2017, y es el departamento de menor densidad poblacional, la cual asciende a 1,7 habitantes por km² (Banco Central de Reserva-Cusco, sf).

Tabla 3: Distribución de actividades económicas en curso (en millones de dólares).

Actividades	VAB	Estructura %	Crecimiento Promedio Anual 2012-2021
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	170 595	9,8	2,8
Pesca y Acuicultura	281	0,02	-16,8
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	204 823	11,8	-13,4
Manufactura	135 893	7,8	0,5
Electricidad, Gas y Agua	24 347	1,4	6,2
Construcción	174 279	10,0	2,9
Comercio	298 860	17,2	2,0

Actividades	VAB	Estructura %	Crecimiento Promedio Anual 2012-2021
Transporte, Almacén., Correo y Mensajería	94 014	5,4	0,4
Alojamiento y Restaurantes	42 273	2,4	-3,0
Telecom. Y otros Serv. de Información	60 653	3,5	7,0
Administración Pública y Defensa	135 432	7,8	5,4
Otros servicios	396 721	22,8	3,9
Valor Agregado Bruto	1 738 171	100,0	-1,3

Nota: Adaptado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/madre-de-dios-caracterizacion.pdf> elaborado por el (Banco Central de Reserva-Cusco, sf).

La región Madre de Dios tiene como principal actividad económica al comercio con un porcentaje del 17,2%, seguido por la extracción de petróleo, gas y minerales que alcanzan el 11,8 % y en tercer lugar al sector construcción con 10 % del total. Según la Sunat, para el año 2017, el 79 % de las exportaciones de bienes al extranjero corresponde al sector minero, seguido del sector agropecuario con 18 % y finalmente un 3 % que corresponde a otros sectores (Mincetur, 2017).

Sin embargo, Madre de Dios cuenta con un fuerte problema que afecta tanto al ecosistema como al bienestar y seguridad de las personas que habitan en la región, y es el de la minería ilegal. Esto se debe principalmente a que la minería aurífera se encuentra concentrada en los principales ríos del departamento los cuales son el río Tambopata, río Inambari, río Puquiri, río Colorado, río Malinousqui, río Las Piedras, y los afluentes de los ríos antes mencionados.

En Madre de Dios existen 422 719 mineros artesanales, según el Anuario Minero de 2021, siendo la mayor cantidad de mineros artesanales a nivel nacional. Además, posee una producción anual de 1,617,268 gramos finos de oro (para el año 2021) y un canon minero de 3,76 millones de soles. Las reservas metálicas de oro probables de Madre de Dios ascienden a 8 millones TM, y a 7 millones de TM las probadas (Minem, 2020).

La minería ilegal en esta región se estima que asciende a los 6 686 mineros ilegales los cuales representan el 55 % de las actividades que ocurren en la región (Proyecto Prevenir de USAID, 2022). De manera general, se estiman que son más de 40 mil mineros entre informales e ilegales que trabajan en la región según información presentada en la “Radiografía de la Minería Artesanal y de Pequeña Escala en la Amazonía Peruana” del Proyecto Prevenir de USAID.

Este proyecto es de suma importancia debido a que, mediante el estudio y análisis de las imágenes satelitales, logró identificar maquinarias propias de las actividades ilícitas relacionadas a la minería ilegal e informal. De esta manera, se estima que hay más de 3 500 artefactos que eran dedicados a la extracción de oro en 7 300 km² en la región de Madre de Dios en el año 2022 (Mongabay Latam, 2023). Algunas de estas maquinarias que se mencionan en el estudio son balas, dragas pequeñas, bombas de succión, volquetes, entre otros.

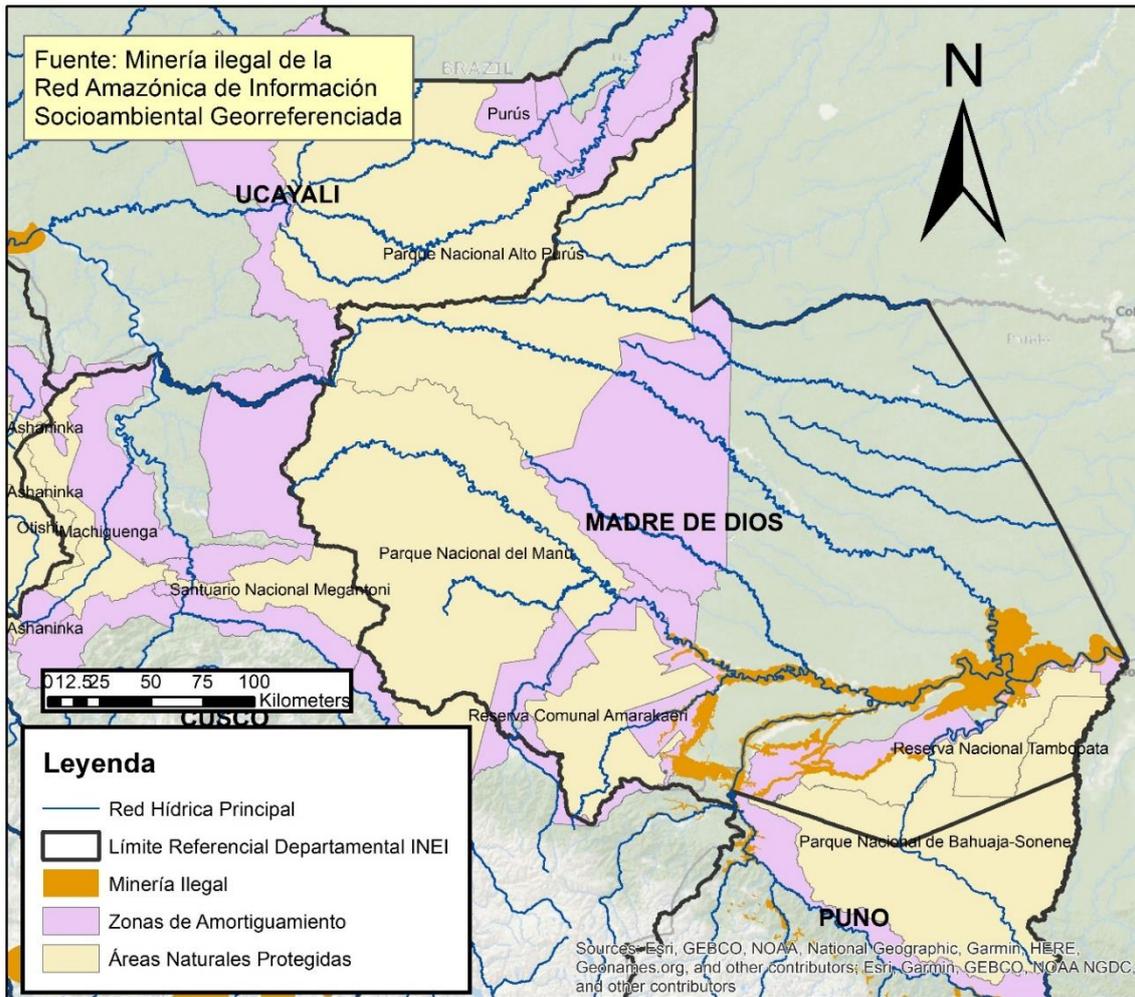


Figura 5: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2020).

Nota: Elaboración propia utilizando la base de datos del Ceplan.

Como se puede observar en la figura 5, en color naranja se encuentran ubicadas las zonas que presentan minería ilegal de la región. Esta información se obtuvo de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada en formato shapefile para la elaboración del presente mapa. Como se evidencia en la imagen, las zonas en naranja corresponden a aquellas áreas cercanas a los diversos ríos y quebradas; y es que, como se mencionó anteriormente, Madre de Dios posee una reserva interesante de minerales metálicos como el oro que, por lo general, se halla en estas zonas. Además de otros minerales como el cobre, plomo, entre otros que son extraídos usando tajos abiertos. Los principales ríos afectados por este tipo de minería son los ríos Madre de Dios, Inambari y río Las Piedras, así como sus diversos afluentes. Se resalta en la imagen, además, que una porción considerable de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata y Parque Nacional Bahuaja-Sonene se encuentra afectada por este tipo de actividad ilícita.

Como se menciona en la plataforma web que muestra noticias ambientales, de conservación y ciencia Mongabay Latam, la pérdida de gran porción de bosques es una de las principales consecuencias ambientales en la zona, y es que, en esta región, la deforestación ha aumentado considerablemente, ya que entre el año 2019 y marzo del año 2022 se llegaron a deforestar 3 688 hectáreas de bosque (Mongabay Latam, 2023). Esto trae consigo pérdida de diversidad biológica y una reducción del hábitat de especies de animales, así la fragmentación del

ecosistema (que es uno de los beneficios de las zonas de amortiguamiento en relación a las ANP).

Según Mongabay, otras de las principales consecuencias sociales es la afectación directa de las comunidades nativas de Barranco Chico, Tres Islas, Puerto Luz y Kotsimba, debido a que se genera un clima de inseguridad, delincuencia y preocupación. Según el Proyecto Prevenir de USAID, la delincuencia es de 46,6 muertes cada 100 000 habitantes. Esta actividad económica ilegal contribuye con el aumento de las tasas de delincuencia en la zona.

Para poder evidenciar los estragos que tienen este tipo de actividades en la región de Madre de Dios, se realizó el tratamiento de la imagen satelital Landsat 8 de fecha 13/06/2022. En esta imagen se ubican 3 zonas en la que se pueden apreciar con precisión los efectos de la minería aurífera ilegal en la zona. Se le realizó un tratamiento de fusión de bandas Pan-Sharpening a la imagen para poder tener una mejor nitidez y pasar de una resolución espacial de 30 m a una resolución espacial de 15 m. En adición, se le aplicó la corrección atmosférica con el Software Qgis. La imagen fue descargada de la plataforma de la USGS Earth Explorer.

En adición, se realizó la combinación de bandas 5,4,3, en las que se pueden apreciar en color rojo las zonas que presentan mayor vegetación, en color celeste o colores oscuros los cuerpos de agua, y en color blanco o similares, aquellas zonas (contaminadas) y sin vegetación.

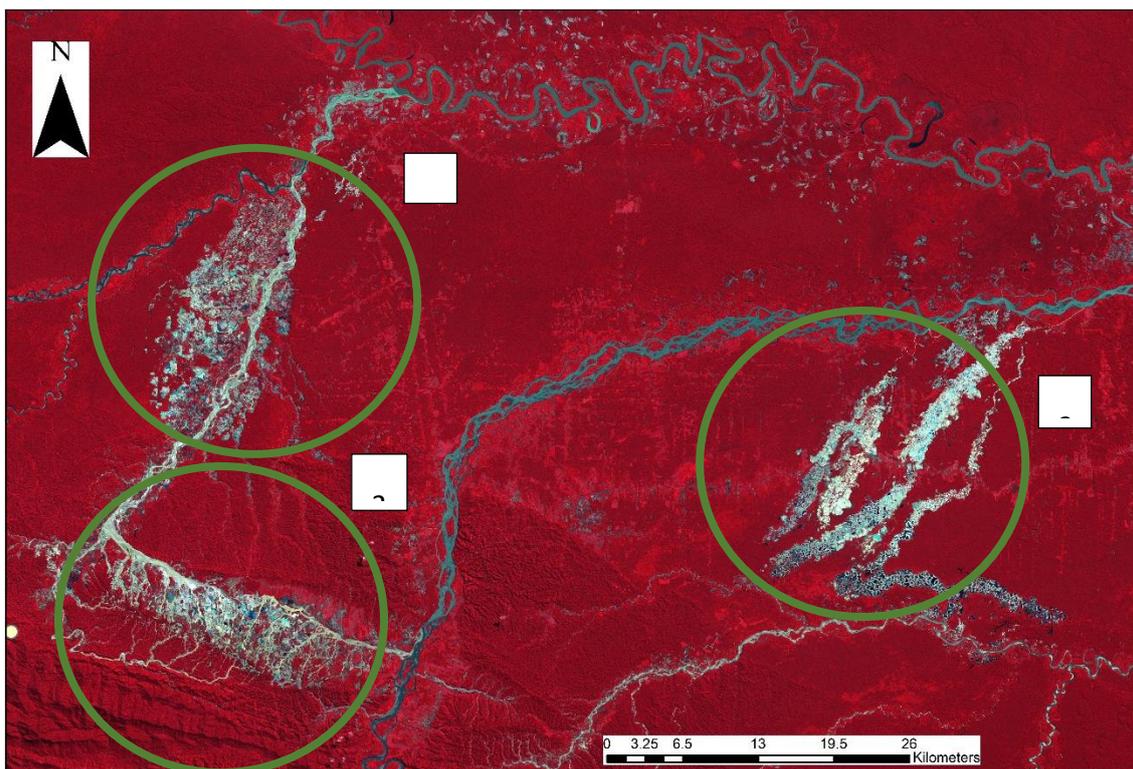


Figura 6: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8.
Nota: Elaboración propia. Descargado de la USGS Earth Explorer.

En la imagen se identificaron 3 zonas principales en la región en las que se evidencia deforestación y contaminación ambiental de los ríos ubicados en la provincia del Manu y la provincia de Tambopata generados principalmente por la minería ilegal. Se muestran 3 áreas de tonalidades blanquecinas en las que resalta la ausencia de vegetación.

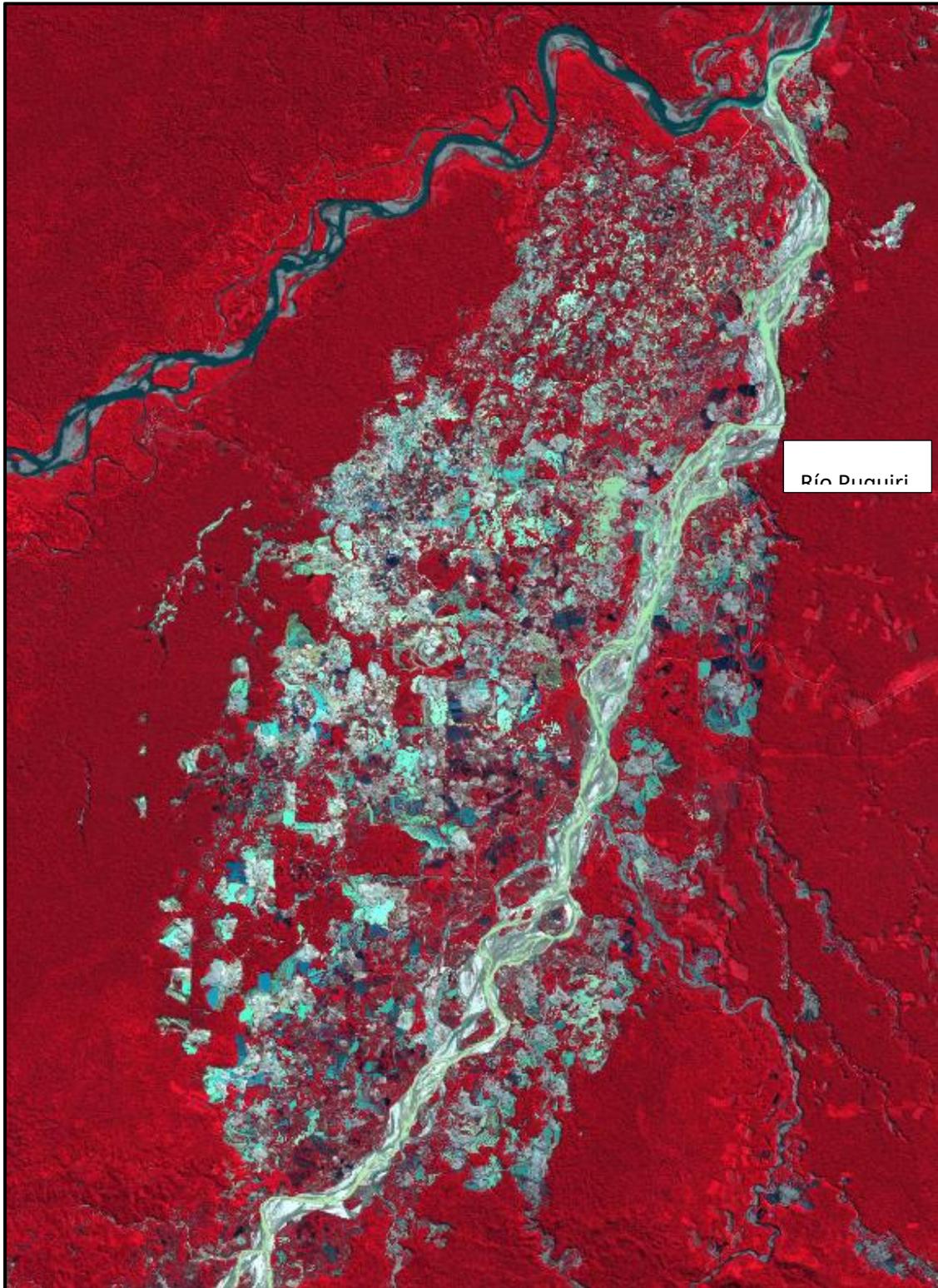


Figura 7: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8-Zona 1.
Nota: Elaboración propia. Descargado de la USGS Earth Explorer.

Esta zona corresponde a la zona 1, en esta imagen se visualiza una porción del que se encuentra afectada por la minería aurífera. Este tipo de degradación del ecosistema se extiende en un área aproximada de 20423 ha. Este cálculo se realizó dibujando un polígono en formato shapefile sobre la superficie afectada. Por este motivo, el área es aproximada ya que cuenta con pequeñas

partes que no muestran evidencia visible de contaminación, pero que, debido a la proximidad de las áreas contaminadas, también lo estén.

Según el estudio titulado “La minería aurífera en el Perú y la contaminación del ambiente” del 2011, la cuenca del río Puquiri es una de las más contaminadas de la región por la minería aurífera. Esto genera como consecuencia ambiental, una disminución de la calidad de agua de este río y un aumento notable en su turbidez por dispersión de sedimentos. De esta manera, el pH de este río es ácido, y presenta grandes concentraciones de mercurio, que iban entre los desde 0,0003 hasta 0,003 mg/L (Chung Tong, 2011). Si bien estos datos corresponden a un estudio del 2011, en las imágenes satelitales Landsat 8 se pueden apreciar aún, para el año 2022, fuerte presencia de minería y contaminación en la zona mencionada.

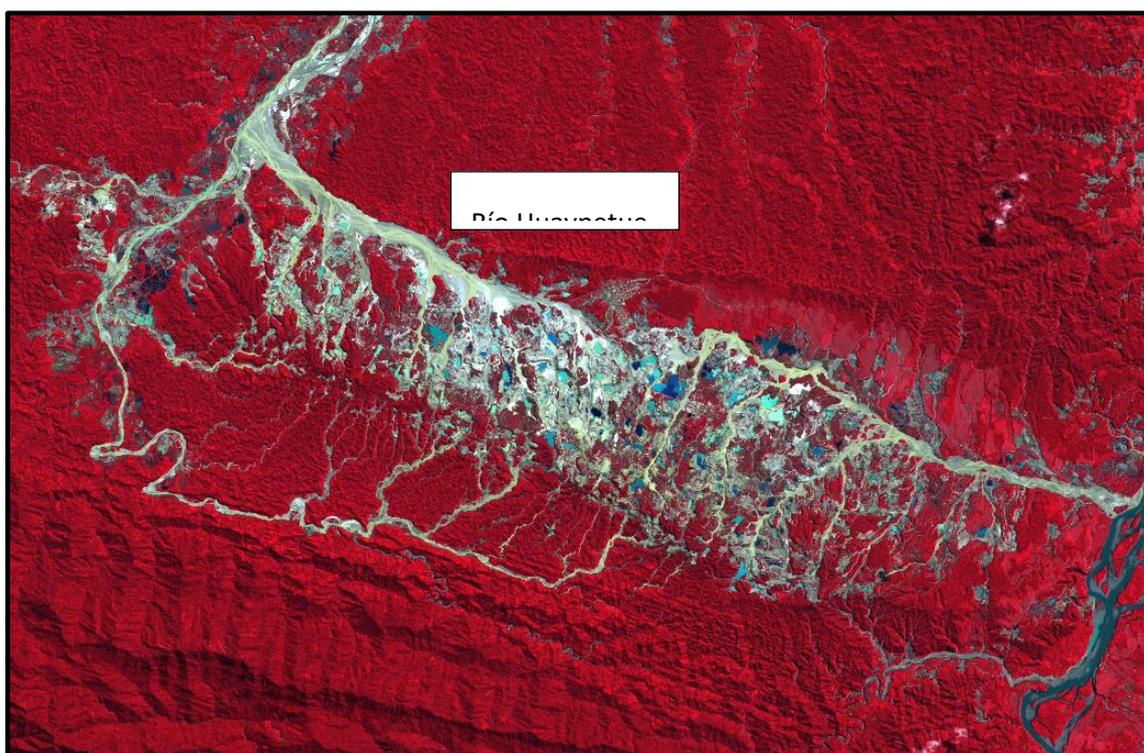


Figura 8: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8-Zona 2.

Nota: Elaboración propia. Descargado de la USGS Earth Explorer.

Esta figura corresponde a la zona dos delimitada en la primera etapa del análisis. En esta imagen se muestra al río Huaypetue, con un área aproximada de 22218 ha afectadas por la minería aurífera en la región y que comparte las características de acidez y turbidez del río Puquiri mencionado en el estudio anterior. Esto se debe principalmente a que corresponde al mismo tipo de minería en el que se aplica mercurio y a que el río Huaypetue desemboca en el río Puquiri, por lo que comparten sus aguas.

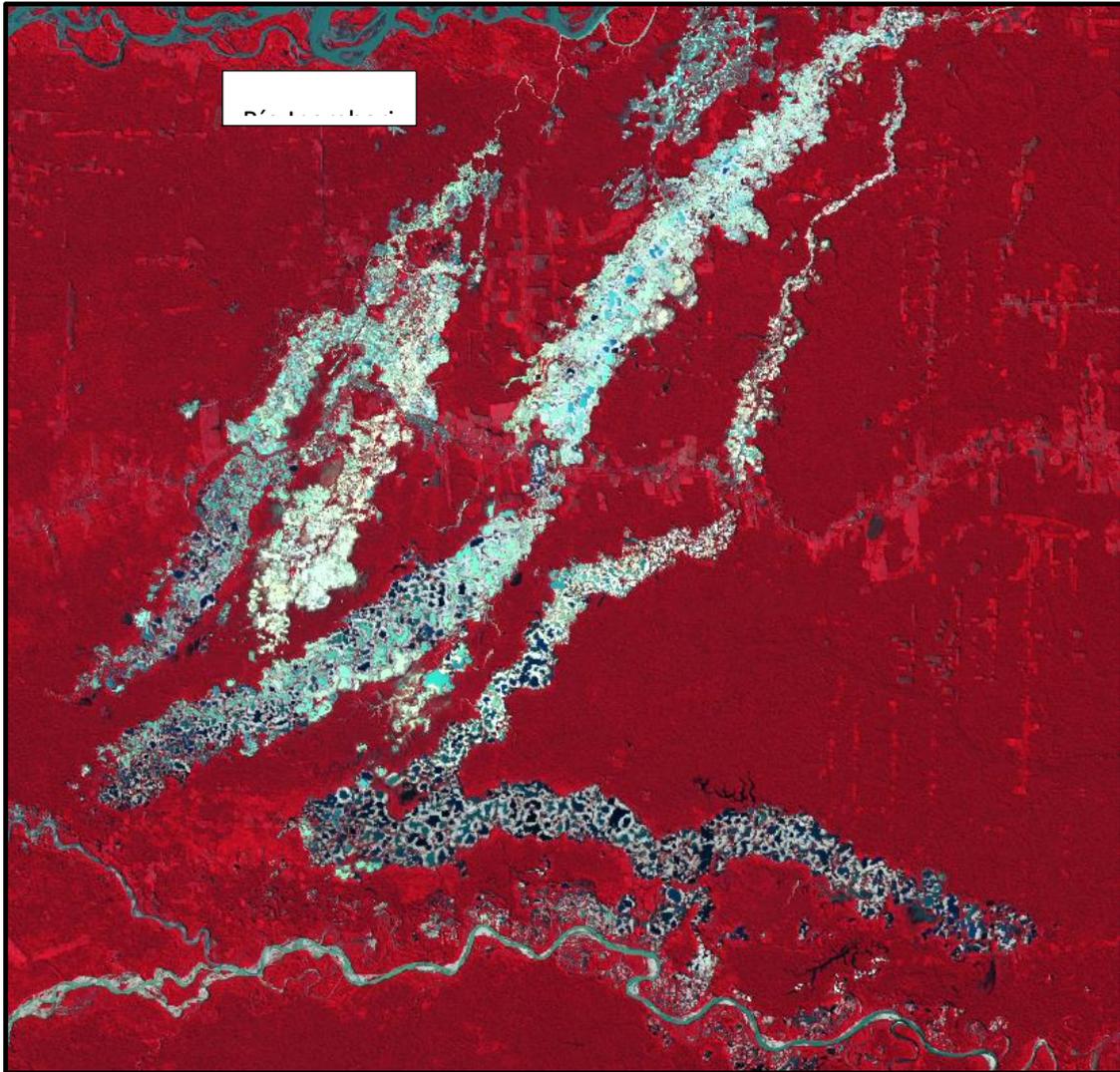


Figura 9: Minería ilegal en la región de Madre de Dios (2022) utilizando la imagen Landsat 8-Zona 3.

Nota: Elaboración propia. Descargado de la USGS Earth Explorer.

En la figura 9, correspondiente a la zona 3 del análisis se observa a los efluentes del río Inambari, y diversas zonas cercanas a sus efluentes con una fuerte presencia de minería. De manera aproximada, el total del área afectada es de 25463 ha.

Tomando en consideración a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los distritos afectados por este tipo de actividad son los distritos de Madre de Dios para la zona 1, Huepetuhe, para la zona 2, y el distrito de Inambari para la zona 3. Esto es muy grave debido a que justamente las 3 áreas mencionadas se encuentran muy cercanas a las capitales distritales de los distritos, las cuales son Mazuko de Inambari, Huepetuhe de Huepetuhe y Boca Colorado del distrito de Madre de Dios.

Es importante saber cómo funciona la minería aurífera ilegal para poder identificar sus consecuencias sociales y ambientales. La minería aurífera consiste en el uso del mercurio para separar y poder extraer el oro de las rocas o piedras en las que se encuentra (en las zonas cercanas a los ríos). De esta manera, el mercurio se llega a adherir al oro y forma una amalgama que facilita su separación de la roca o superficie en la que se encuentre adherida. Se procede a calentar esa amalgama para que se pueda evaporar el mercurio y se pueda extraer el oro que queda (Instituto Nacional de Salud, 2012).

De esta manera, se puede obtener la primera fuente de contaminación directa, que sucede al momento de realizar la quema del mercurio y que es inhalado principalmente por el mismo minero ilegal pero que es transportado por el viento y puede terminar afectando a cualquier persona que se encuentre en la zona. Esto genera un riesgo de padecer “hidrargirismo” o “mercurialismo”, que cursa que genera alteraciones graves en el organismo en varios niveles como el cognitivo, neurológico, psicológico entre otros. Esto conlleva a fuertes problemas de salud para los que lo absorben directamente (Instituto Nacional de Salud, 2012). Al evaporarse el mercurio, también está generando una fuerte contaminación del aire que es transportado por los vientos.

Cuando el mercurio entra al ecosistema acuático, es decir a los ríos y quebradas, en este caso a aquellas mencionadas líneas arriba, se convierten en metilmercurio y son bioacumulados por los peces y finalmente consumido por el hombre. Esto puede afectar también a las poblaciones que se encuentran alejadas de la zona en la que se practica la minería ilegal. Esta contaminación con mercurio llega a afectar a la vegetación de la zona. Los síntomas más comunes por el consumo de mercurio son los de la enfermedad de “Minamata”, los cuales son temblor, ataxia, parestesias, parálisis cerebral, disminución de capacidad auditiva y visual, y alteraciones cardiovasculares, entre otros (Instituto Nacional de Salud, 2012).

Según relata Mongabay en su noticia publicada en el año 2020 titulada “Perú: análisis satelital revela seis focos de minería ilegal tras Operación Mercurio en Madre de Dios”, algunos de los principales sectores a los que ha llegado la minería es al de La Pampa, Pariamanu y Las Piedras. Lamentablemente, como se menciona en la noticia, esto genera preocupación en las personas de la zona ya que los mineros ilegales los invaden y hacen uso de sus terrenos de agricultura. Esto genera aún una mayor inseguridad en la zona y conflictos sociales. Para poder realizar este tipo de actividades, se talan ilegalmente una gran cantidad de árboles, en este caso, aquellos pertenecientes a las Áreas Naturales Protegidas y alrededores.

La gran cantidad de puntos de deforestación en la zona generó la preocupación del Estado, el cual creó la denominada “Operación Mercurio” que consiste en la fiscalización y protección de la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata (y otras zonas de Madre de Dios), en donde se comenten diversos delitos como la explotación sexual, la trata de personas, explotación laboral, el sicariato, entre otras. Para esto se movilizó gran cantidad de militares y policías en la zona, a fin de evitar la práctica de esta actividad ilegal (Mininter, 2023).

Sin embargo, si bien se realizó esta operación para poder hacer frente a este tipo de actividades, en los años posteriores a la operación, se han encontrado seis nuevos focos en Madre de Dios en los que se evidencia la minería ilegal según Mongabay. Esto quiere decir que su éxito ha sido limitado. Antes de la Operación Mercurio, se deforestaban 2,8 ha por mes aproximadamente, y posterior al inicio de la operación (2019) se deforestan 5 ha por mes (aumento considerable del 87 %) (Mongabay, 2023). Otro tema importante es que Madre de Dios es una región fronteriza, la cual comercializa el oro ilegal con la República de Bolivia que se encuentra colindante por el este. La comercialización del oro se facilita mediante la conexión vía terrestre y fluvial, tanto así que hasta se llegan a transportar otro tipo de sustancias químicas entre países como sucede con la ruta de Desaguadero hasta Mazuco-Puerto Maldonado-Madre de Dios según la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración tributaria (SUNAT) (Mongabay, 2023).

En adición a lo mencionado anteriormente una consecuencia importante para la sociedad, específicamente en el ámbito de la salud es el de la intoxicación y bioacumulación del Mercurio. Según un informe del Ministerio del Ambiente (del estudio de Carnegie), para los habitantes de Puerto Maldonado, debido a que el 60 % de los peces consumidos en Puerto Maldonado tienen altos niveles de mercurio, por encima de los límites permitidos para la salud humana, el 78 % de los adultos en evaluación, poseen niveles de mercurio en el cabello tres veces más altos que los límites máximos permitidos (Minam, 2013).

Mientras que, en las comunidades rurales y nativas, las personas tienen hasta 5 veces el límite aceptable de mercurio; y, evidentemente, los pobladores que viven más en las zonas mineras (más cerca de la minería), tienen hasta 8 veces más del límite máximo establecido de mercurio (Minam, 2013).

En el estudio del 2013, para las zonas minera de Huepetuhe, Pukiri y Delta 1, se estima que 400 púberes y adolescentes han sido explotadas sexualmente en las cantinas, también llamadas por los locales como “prostibares”. Además, según el Movimiento “No a la Trata de personas”, ha estimado que más de 4 500 personas han sido explotadas sexualmente, en su mayoría mujeres y niñas a las afueras de los campamentos mineros. Esto sucede debido a que, según la Adjuntía para la Niñez y la Adolescencia de la Defensoría del Pueblo, las menores de entre 15 a 17 años son llevados de las comunidades rurales de la Amazonía (mediante engaños y oferta de trabajo doméstico), pero finalmente las prostituyen. La pobreza es un agravante en este tipo de situaciones en las comunidades nativas, y así es como aprovechan las organizaciones criminales (Minam, 2013).

2.2.2. Región de Puno

La región de Puno se encuentra ubicada en la zona sureste del país. Está compuesta por 13 provincias que son Puno (con 15 distritos), Azángaro (con 15 distritos), Carabaya (con 10 distritos), Chucuito (con 7 distritos), El Collao (con 5 distritos), Huancané (con 8 distritos), Lampa (con 10 distritos), Melgar (con 9 distritos), Moho (con 4 distritos), San Antonio de Putina (con 5 distritos), San Román (con 5 distritos), Sandia (con 10 distritos) Yunguyo (con 7 distritos) (INEI, 2018).

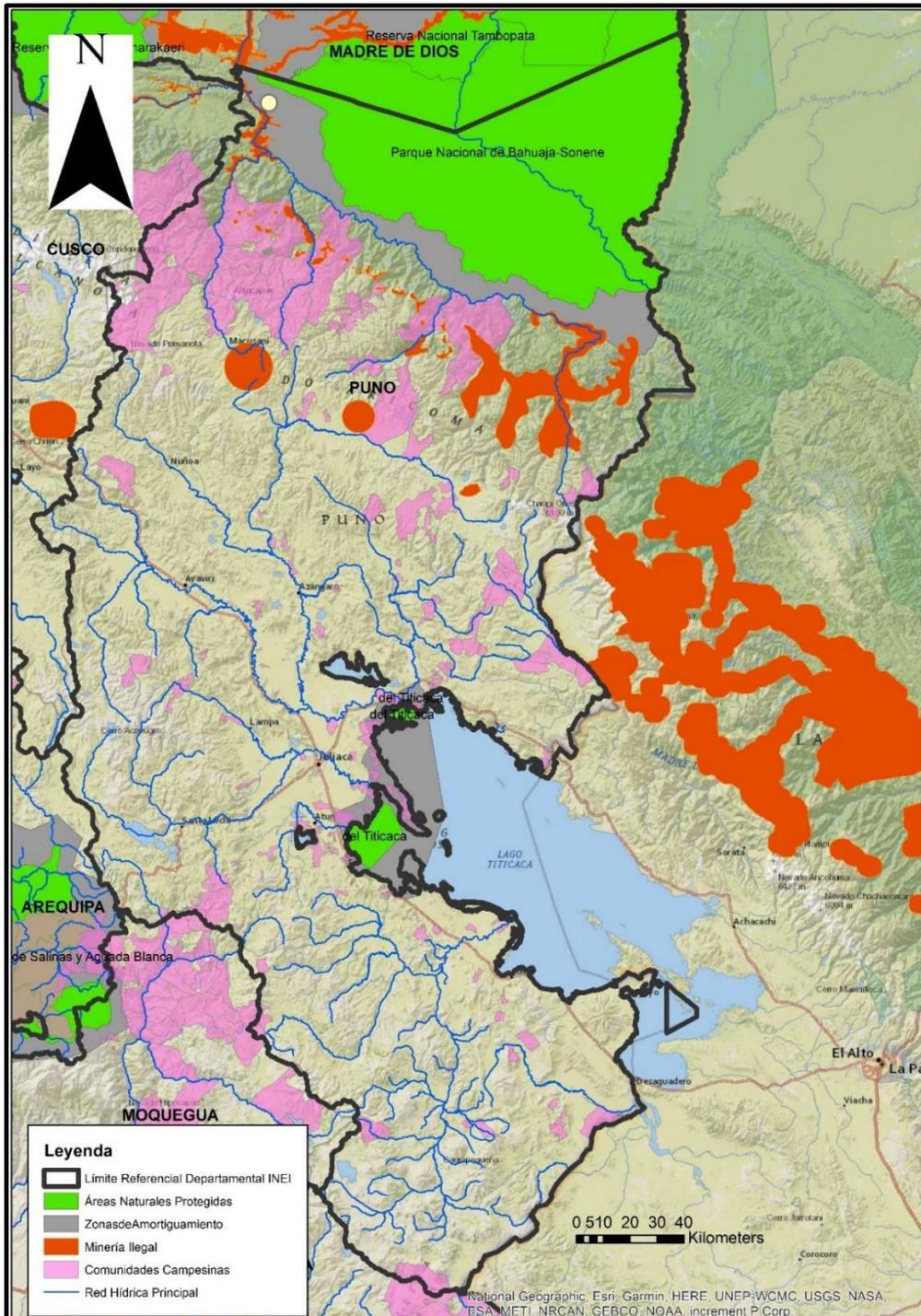


Figura 10: Minería ilegal en la región de Puno.

Nota: Elaboración propia. Elaborado con la base de datos del Ceplan y la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada.

La región de Puno colinda con los departamentos de Madre de Dios, por el Norte; Cusco, Arequipa y Moquegua por el Oeste; Tacna, por el Sur; y la República de Bolivia por el Este. Tiene una población total de 141 070 habitantes según el Censo de Población y Vivienda del año 2017. Posee una población total de 1 172 697 habitantes con una tasa de crecimiento promedio anual de 1,0 % (INEI, 2018).

En la figura 10 se representa la minería ilegal en el departamento de Puno. La información en shapefile de las zonas en color naranja se obtuvo de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada. Se puede observar que aquellas zonas más afectadas se encuentran en la parte norte de la región, sobre todo en el límite con la región de Madre de Dios. También es importante resaltar que al oeste del departamento de Puno se encuentra la República de Bolivia, que, al poseer características geográficas similares, también se ha visto afectada por la minería ilegal, la cual se ve representada en áreas aún más grandes que las de Puno, en las que posiblemente se exploten diversos minerales.

De acuerdo a la figura 37, debido a que la minería aurífera (en este caso ilegal) es rentable a nivel mundial por el valor del oro (y posiblemente de otros minerales que no son mencionados en bibliografía o especificados de manera adecuada para poder ser citados), esta supera fronteras. Básicamente se puede apreciar que la mayoría de las fronteras de Puno presentan minería ilegal. Para el caso de la República de Bolivia, la cantidad de minería ilegal aparenta ser mucho mayor que la presente en la región de Puno. En este tipo de hábitats (como los de la Reserva Nacional Bahuaja Sonene compartida con Madre de Dios), habitan especies importantes de peces como la carachama o el paco, además de las aves que llegan a alimentarse de ellos. Estas aguas son para el uso de las comunidades indígenas cercanas, y además existen 87 concesionarios de castaña en la zona Madre de Dios-Puno. Este tipo de actividad pone en peligro tanto la economía de las familias que dependen de los recursos de la castaña, como los de la pesca, y también expone a las familias a altos niveles de contaminantes (Mongabay, 2023).

Que exista minería en la parte norte de la región de Puno es preocupante, ya que en aquella zona se encuentra ubicado el Parque Nacional Bahuaja-Sonene, así como su zona de amortiguamiento. Es justamente en esta zona (noroeste) en las que se pueden evidenciar áreas marcadas por la minería ilegal, por lo general, cercanas a los ríos y quebradas. En adición, otro aspecto preocupante que se puede evidenciar es que existen comunidades campesinas que se encuentran representadas en color morado claro en las que, dentro de sus áreas, también existe minería ilegal. Este hecho puede significar un número mayor de conflictos relacionados a homicidios, trata de personas, inseguridad ciudadana, robos de tierras, extorciones, entre otros. Algunas de las comunidades campesinas de la zona son Upina, Qquete, Cayattocco, Hana Ayllu, Ataraya, Kanchi, Kana, Icaco y Carabaya.

Cuando se utilizan dragas, que sirven para excavar material por debajo del agua, ocasiona que cambie el cauce del río. Este tipo de impacto ambiental puede llegar a reducir el hábitat de los peces e invertebrados, ya que su refugio se ve alterado por la gran cantidad de sedimentos que se generan. Esto también ocasiona que existan cambios en las formas de los thalwegs de los ríos (canales) y propicia a las inundaciones (Velásquez Zapata, 2020). Estas inundaciones podrían afectar principalmente a los centros poblados más cercanos o a las comunidades nativas mencionadas anteriormente.

Para contrarrestar este tipo de actividades y de tener cierto control sobre el territorio, en Puno, existe lo que se conoce como el Sistema de Detección Temprana y Vigilancia Ambiental para la pequeña minería y minería artesanal. Mediante este sistema, se pueden monitorear e identificar aquellas zonas en las que existe minería ilegal. Su método de trabajo consiste en el siguiente:

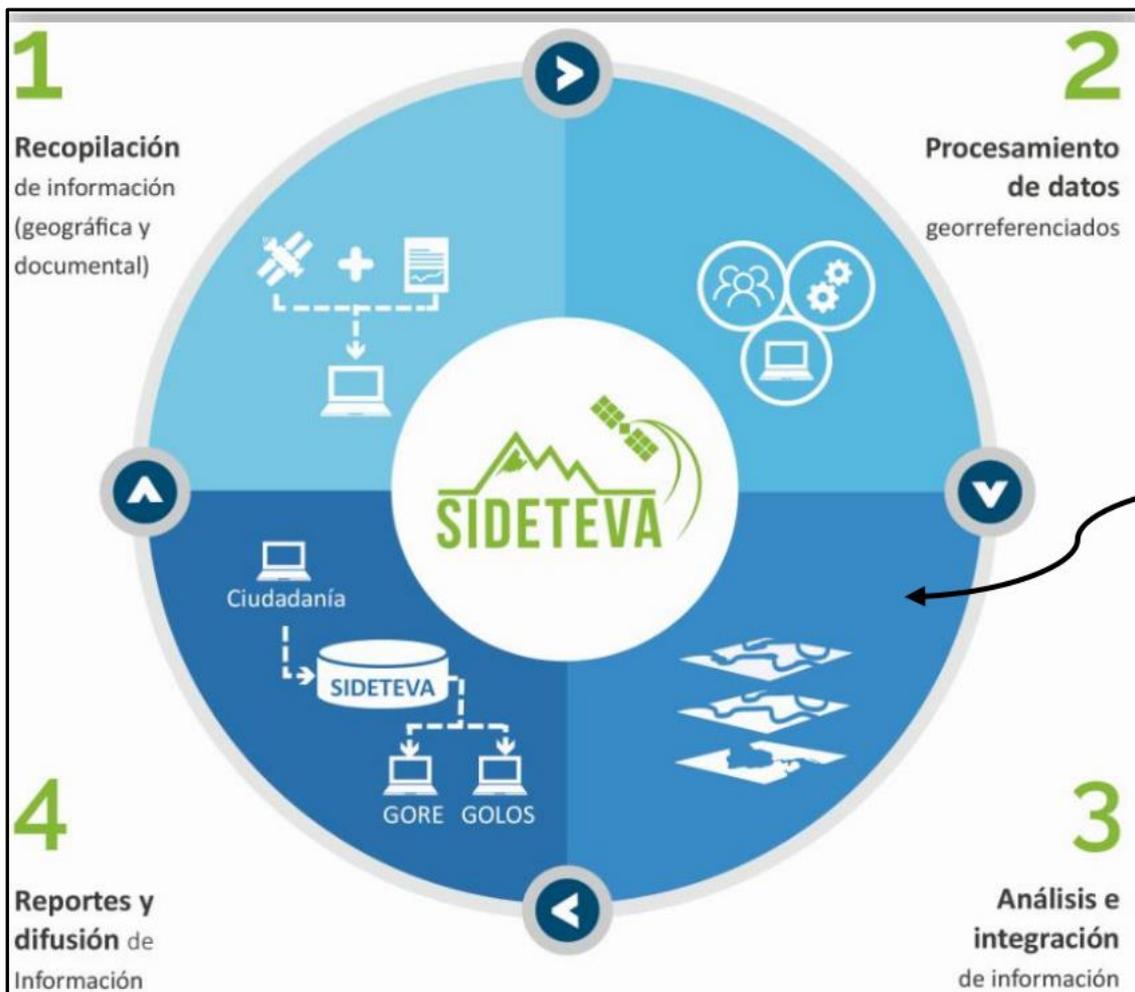


Figura 11: Fases del monitoreo ambiental en Puno (2017)

Nota: Recuperado de "Sistema de Detección Temprana y Vigilancia Ambiental para la pequeña minería y minería artesanal" del (SIDETEVA, 2017).

Estas medidas son bastante interesantes debido a que en el punto 3, la información obtenida mediante el análisis espacial se logra complementar con actividades de trabajo de campo y monitoreo in situ para poder integrar la información de manera correcta y validar lo obtenido en los dos primeros pasos. El último paso el cual corresponde a la difusión de reportes y de información es para presentar a la ciudadanía acerca de las problemáticas que están sucediendo en la región y sus consecuencias.

Dentro de ese estudio se obtuvo que el total de superficies deforestadas por la minería fue de 10 337,17 ha para el año 2017. Los distritos que más se han visto afectados han sido los distritos de Cuyo Cuyo (3,251,93 ha acumuladas al 2017) Ananea (4,840,75 ha acumuladas al 2017), Ayapata (919,35 ha acumuladas al 2017) y Quilcapuncu (752,78 ha acumuladas al 2017). Esta información va del 2015 al 2017 (SIDETEVA, 2017).

Una de las tantas consecuencias de la minería ilegal en Puno, en especial en las zonas de selva de Puno y ríos, es el cambio del ecosistema. En aquellas zonas había fuerte presencia de peces como el bagre y otros animales como las nutrias. Estas especies no se han vuelto a ver, y ahora han sido reemplazadas por la presencia de maquinaria para la minería y el mercurio para la extracción del oro, generando así contaminación.

En la zona de Alto Inambari, en Puno, en el año 2017 se han identificado 36 puntos de minería ilegal, todos ubicados en la cuenca del río Inambari, de los cuales 18 de ellos se encuentran en el distrito de Alto Inambari, es decir, el 50 % de los casos. Esto es preocupante ya que pone en peligro las zonas de amortiguamiento de las ANP de la región (Mongabay, 2023). Una de las consecuencias sociales de este tipo de actividades es que, por ejemplo, si se desea acceder a Massiapo, se debe tener mucho cuidado dependiendo de la ruta que se tome, ya que los mineros ilegales los siguen en camionetas, generando así inseguridad.



Figura 12: Locales legales de venta de combustible en la ciudad de Massiapo. Nota: Recuperado de "<https://es.mongabay.com/2018/05/mineria-ilegal-bahuaja-sonene-alto-inambari/>" de Vanessa Romo

Otra de las consecuencias sociales (y también ambientales y paisajísticas), es que se evidencian a lo largo de las rutas una serie de campamentos mineros, modificando así el ecosistema natural por uno colmado de contaminación y maquinarias para la extracción de minerales, que, a largo plazo, van generando también deforestación. Producto de la aparición de estos campamentos mineros ilegales, cuando se confiscan las maquinarias y se desean realizar las denuncias correspondientes, sale a la luz la poca eficacia y fluidez para poder llegar a formalizarlas, evidenciando problemas más complejos del sistema peruano (Mongabay, 2023). Otra de las consecuencias mencionadas en la noticia es la modificación de la fisiografía de la zona, en el que se reemplazan cumbres con cúmulos de arena excavada por las maquinarias.

Otra problemática producto de la minería es el traslado de combustible legal e ilegal a los campamentos mineros para poder llenar sus maquinarias al momento de realizar la remoción de la tierra en busca de los metales. Los problemas ocasionados de la minería informal ponen en evidencia la falta de preparación y respuesta de los gobiernos local, regionales e instituciones del Estado de brindar protecciones y garantías a los ciudadanos; así como en proteger al medio ambiente. La cuenca del río Ramis en Puno se encuentra gravemente contaminado y aún no se da solución (El Buho.pe, 2023).

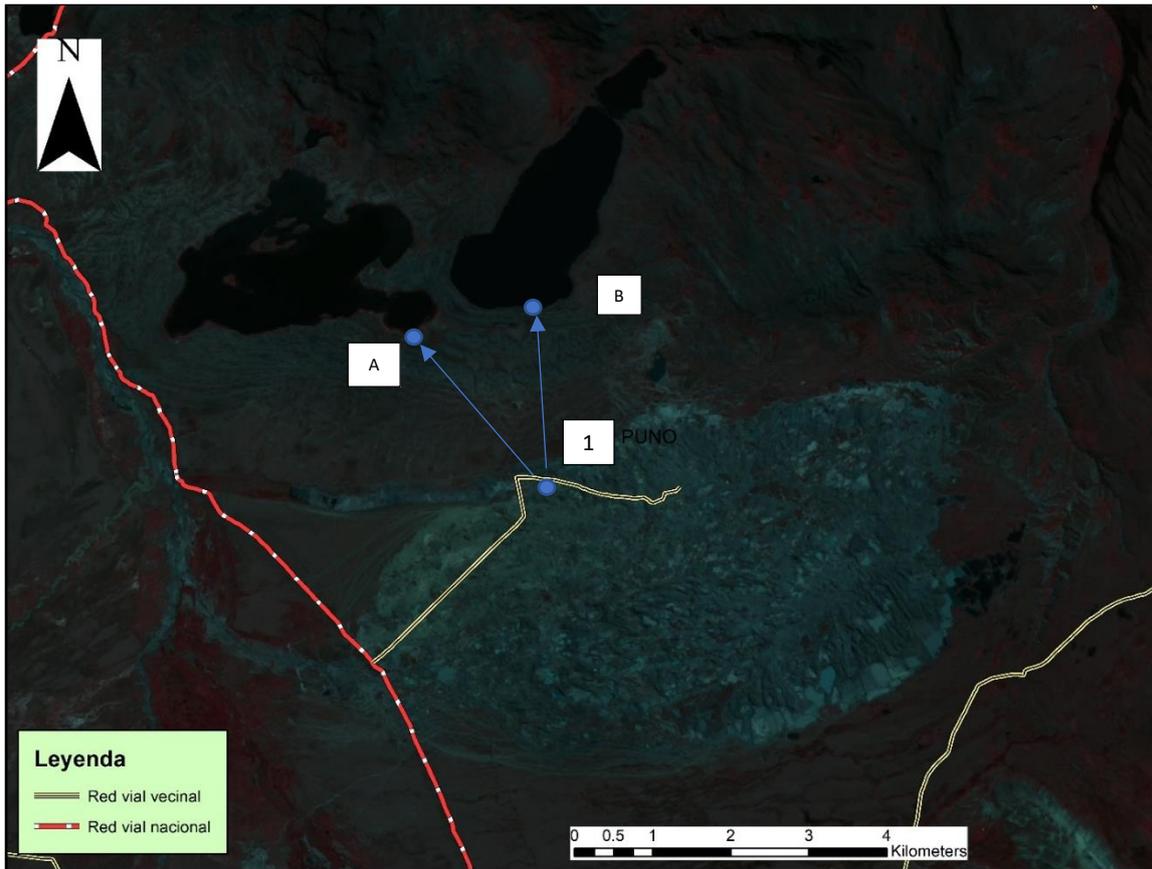


Figura 13: Minería ilegal en Puno, distrito de Cuyo Cuyo (2023) utilizando la imagen Landsat 8.
 Nota: Elaboración propia. Imagen descargada de la USGS Earth Explorer.

La presente imagen Landsat 8 fue descargada de USGS Earth Explorer, tiene una fecha actual del 25 de abril del 2023 y posee una nubosidad de 0,56 % lo cual es bastante bajo. A la imagen se le realizó en Pan-Sharpning, y la corrección atmosférica. Además, se realizó la fusión de las bandas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 con su longitud de onda correspondiente. Se realizó la combinación de las bandas de infrarrojo cercano y del color natural (5,4,3) para poder obtener tonalidades en las que se puedan evidenciar los cuerpos de agua y la minería artesanal. Debido a que la imagen se encontraba un poco oscura, se utilizó la herramienta efectos con la que se aumentó el brillo de la imagen y también el contraste para poder evidenciar aquellas zonas afectadas por la minería con mayor facilidad.

La escala en la que se encuentra la imagen es de 1: 62 000. En la parte superior de la imagen se pueden apreciar dos lagunas de importante tamaño, la Laguna Pacharia y la Laguna Saracucho. La zona escogida de análisis se encuentra en la provincia de Sandia, en el distrito de Cuyo Cuyo, límite con el distrito de Ananea. La zona degradada por la minería involucra a la quebrada Queo que se encuentra a la derecha de la imagen.

La distancia del punto 1 (zona de minería) y a la laguna A y a la laguna B es de 2420 metros y de 2130 metros respectivamente. Esta distancia es muy corta y la contaminación de la minería de la parte baja puede terminar por contaminar las dos lagunas que se encuentran ahí. Esto puede terminar por afectar el ecosistema de la zona y filtrarse en posibles aguas subterráneas.

Un tema importante a tratar es que al lado izquierdo se encuentra una carretera nacional (red vial nacional) por lo que el transporte de maquinarias, implementos y de personas es muy sencillo.

Este puede ser uno de los factores por el cual se asentaron en esta zona (además de la evidente fuente de minerales disponibles en el lugar). Esto ratifica el hecho de que las redes viales tienen aspectos positivos en este tipo de regiones porque interconectan distritos, pero también efectos negativos para el ecosistema ya que facilitan la minería ilegal, degradación de suelos y pérdida de biodiversidad y bosques. En color amarillo se muestra una red vial vecinal que atraviesa la gran área minera.

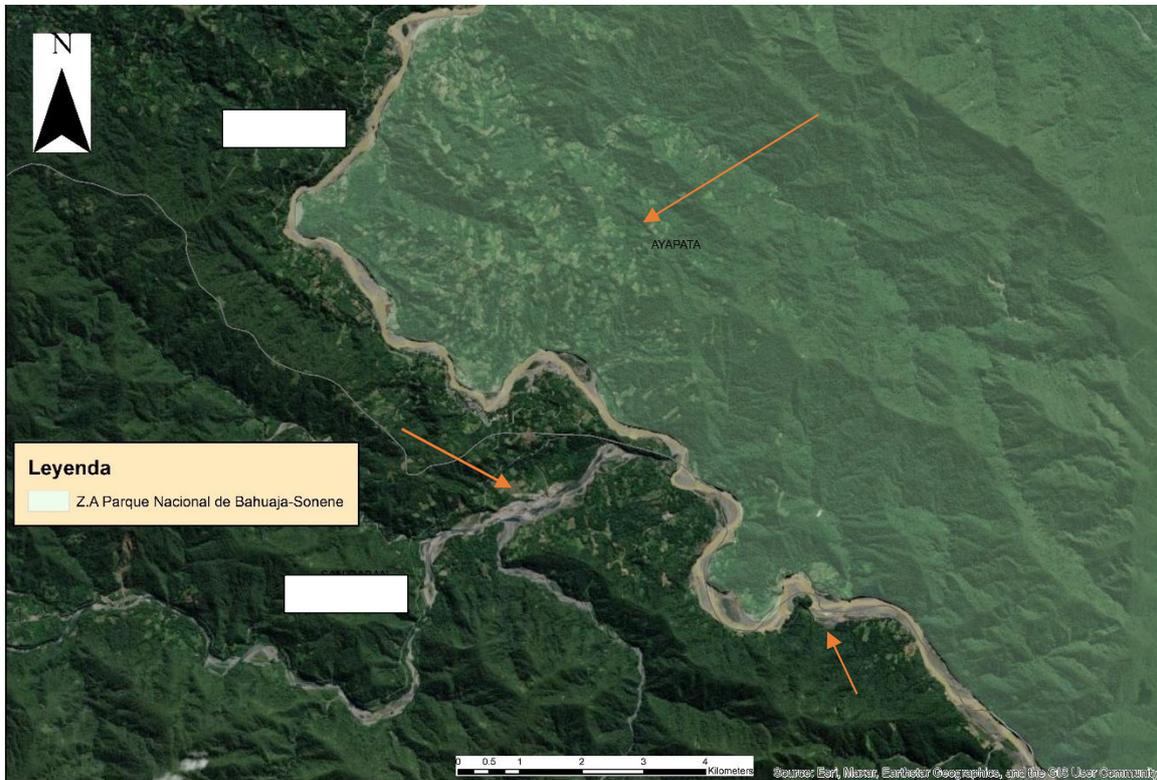


Figura 14: Minería ilegal en Puno, distritos de San Gabán y Ayapata (2023) utilizando la del basemap del Arcgis.

Nota: Elaboración propia. World Imagery - Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

La presente imagen corresponde al mapa base que se encuentra disponible en los Sistema de Información Geográfica del Software Arcgis. Se escogió esta captura debido a que el mapa base del Arcgis cuenta con un mosaico de las mejores imágenes satelitales disponibles con una buena resolución espacial, dependiendo de la zona en la que se encuentre. La imagen corresponde a un acercamiento al límite de los distritos de San Gabán y Ayapata, ambos ubicados en la provincia de Carabaya.

Como se aprecia en la figura, existen dos ríos principales involucrados en la escena, el más largo y ancho es el río Inambari, mientras que el río que desemboca en él es el río San Juan. El río Inambari es el que marca el inicio de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Bahuaja-Sonene. Sin embargo, se puede observar que existen grandes áreas de minería ilegal que llegan a incluir casi en su totalidad todos los tramos del río Inambari, así como del río San Juan. En las flechas de color naranja se puede apreciar que inclusive este tipo de actividad minera llega a penetrar la zona de amortiguamiento. Como consecuencia de esto se puede apreciar en el paisaje “pequeños” parches que corresponden a los estragos de la minería, así como la colmatación de los ríos antes mencionados.

Puno cuenta con una reserva de 127 TM de oro, entre probables (70) y probadas (57), además cuenta con 867 TMF de Zinc, 11,037 TMF de plata y 1,409 TMF de plomo. Como se puede apreciar, el potencial minero de Puno es bastante elevado. De esta manera se estima que existen 1 093 533 mineros artesanales en esta región. Por este potencial minero y por la falta de administración y fiscalización es que la minería ha llegado a niveles muy elevados en la región (Minem, 2020).

2.2.3. Región de La Libertad

La Libertad está compuesta por 12 provincias y 83 distritos. Según el Censo de Población y Vivienda del INEI del 2017 cuenta con 1 778 080 habitantes, de los cuales 1 403 555 habitantes pertenecen a zonas urbanas y 374 525 a zonas rurales. Esta última se encuentra en decrecimiento con una tasa promedio anual de -1,4 % (INEI, 2018).

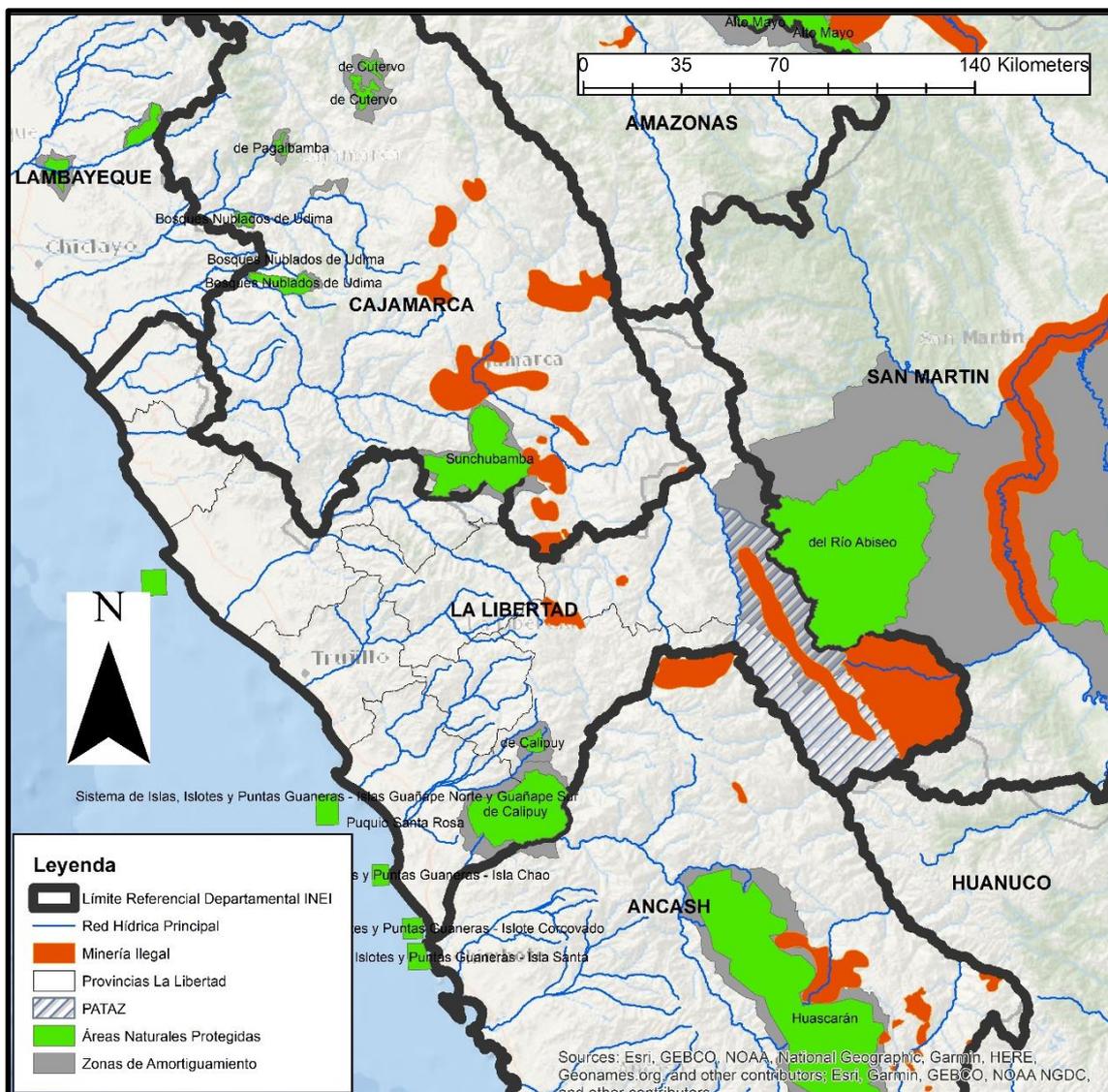


Figura 15: Mapa de minería ilegal en el departamento de La Libertad.

Nota: Elaboración propia. Elaborado con la base de datos del Ceplan y la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada.

En el presente mapa se pueden observar grandes zonas en color naranja que corresponden a aquellas áreas en las que existe una fuerte presencia de minería informal. La provincia que más

resalta por la cantidad de minería ilegal que se presenta es la provincia de Pataz, situada al este de la región. Se puede apreciar una superposición de la minería ilegal sobre la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Río Abiseo.

Este Parque Nacional es de gran importancia para la región ya que tiene como objetivo principal la protección de un ecosistema único como es el de bosques de neblina de ceja de selva y selva alta. Estos bosques son de alta diversidad biológica de flora y fauna, así como con un gran potencial turístico (Sernanp, 2023). Si bien este Parque Nacional se encuentra ubicado en el departamento de San Martín, la zona contigua (la zona de amortiguamiento) se encuentra ubicada en la provincia de Pataz. De esta manera se observa que los recursos biológicos y ecosistémicos van más allá de las divisiones políticas del Perú. Cuando se trata de proteger al medio ambiente y a las poblaciones en general, se debe de realizar teniendo en cuenta criterios que van más allá de las divisiones ya existentes. Al momento de analizar el territorio se debe prestar atención también a la continuidad de los elementos que conforman el territorio (ríos, bosques, montañas, entre otros).

La región de La Libertad cuenta con 2 441 mineros formalizados, hasta el año 2020. Además, según datos de ese año, posee una reserva metálica de cobre de 40 TMF, una reserva de 303 TIM de oro de los cuales 155 son probables y 148 TM son probadas, 702 TMF de plata. En el año 2020 fue la región que más oro (en gramos finos) produjo, alcanzado los 25 919,965 gramos finos. Con estos datos se puede destacar su potencial minero aurífero (Minem, 2020). Otro dato interesante a resaltar del mismo estudio de Ministerio de Energía y Minas es que cubre el 48,4 % de la producción de carbón de antracita del país; además, el canon minero de la región incluyendo las regalías fue de 242, 99 millones de soles.

La mayoría de las consecuencias de la minería ilegal en La Libertad están relacionadas a la extracción del oro ilegal. Una consecuencia de la minería es también el contrabando de explosivos, los cuales se usan para realizar la minería que ya no es considerada artesanal. En este sentido, la PNP ha intervenido en varias ocasiones a grupos de personas de las provincias Pataz, Sánchez Carrión y Otuzco con armas, debido a que formarían parte de una organización criminal que se dedicaba a brindar seguridad a mineros ilegales que practicaban la actividad en la zona (Mininter, 2023).



Figura 16: Minería ilegal en la provincia de Patatez utilizando la imagen Landsat 8.

Nota: Elaboración propia. Imagen descargada de la USGS Earth Explorer.

La imagen corresponde al distrito de Pias en la Provincia de Patatez. La imagen satelital tiene fecha del 02 de 07 del año 2022. Se descargó de la plataforma web de la USGS Earth Explorer y corresponde a una imagen Landsat 8. Esta imagen también pasó por el tratamiento de corrección atmosférica y pansharpening, así como el aumento del contraste y brillo para poder mejorar la calidad de la imagen a presentar.

En la parte noroeste de la imagen se puede apreciar a la laguna Pias, la cual se encuentra muy cerca de la zona en la que se practica la minería ilegal. El río afectado el cual desemboca en la laguna es el río Parcoy, el cual, muy probablemente, se encuentre contaminado. El cerro ubicado a la derecha, como el Cerro La Tolva, sin embargo, el principal afectado es el río Parcoy.

Entre las principales consecuencias actuales de la minería ilegal en La Libertad es también el contrabando de dinamita. En marzo de este año, según el diario “El Comercio” se han incautado 783 cartuchos artesanales de dinamita, 11 sacos de polietileno, 2.5 metros de mecha lenta, relleno con mineral metálico y, además, una unidad de fulminante (El Comercio, 2023).

En Huamachuco, según el informe emitido en el 2021 (Comisión Investigadora de Energía, Minas e Hidrocarburos), una de las consecuencias más graves que trae consigo la minería ilegal es la de la explotación laboral, principalmente a menores de edad. Se estima que son entre 150 niños y adolescentes que participan de este tipo de actividad en condiciones precarias recibiendo únicamente 20 soles diarios. En el año 2015 han fallecido aproximadamente 40 menores de edad. En la región de La Libertad se extraen principalmente oro, cobre, plomo y zinc (en su mayoría de manera legal), pero cuando se trata de la minería ilegal, por la falta de equipos adecuados las poblaciones se exponen a inhalar químicos que son dañinos para la salud (y el

medio ambiente). En aquella región hay gran cantidad de relaves mineros¹ que son trasladados por las lluvias hacia los campos de agricultura y de cultivo, contaminando así toda la zona (Somos Periodismo, 2023).

Otra consecuencia importante de este tipo de actividades en la región es que afecta directamente al turismo, al contaminar las áreas naturales, como la laguna Sausacocha, el paisaje cambia drásticamente y se perjudican a las personas que trabajan en torno a este tipo de actividad económica. Muchas veces las lagunas (ya contaminadas) servían también para el riego de campos de cultivo. Se estima que esta laguna ayuda a 500 familias a regar sus campos y poder sobrevivir. De esta manera se generan conflictos sociales entre estas familias que desean que la minería ilegal se frene y los mineros, así como también fuertes reclamos hacia el Estado para que puedan ayudar a frenar la contaminación y destrucción tanto del ecosistema como del equilibrio que existe al aprovechar los recursos que ofrecen aquellas tierras sosteniblemente. Inclusive los criaderos de trucha se ven afectados por la minería (lo cual a su vez también afecta al turismo) (Somos Periodismo, 2023).

2.2.4. Región de Loreto

La región de Loreto está compuesta por 8 provincias, las cuales son Maynas, Alto Amazonas, Loreto, Mariscal Ramón Castilla, Requena, Ucayali, Datem del Marañón y Putumayo. Además, está compuesto de 53 distritos. Colinda por el norte con las Repúblicas de Ecuador y Colombia, por el Oeste con las regiones de Huánuco, San Martín y Colombia, finalmente por el sur, con la región de San Martín y la región de Ucayali. Según el Censo de Población y Vivienda del 2017, la región de Arequipa posee una población total de 883 510 habitantes, de los cuales 606 743 habitantes son urbanos y 276 767 habitantes son rurales (INEI, 2018).

¹ Relaves mineros: “Los relaves son el subproducto común del proceso de recuperación de los metales y los minerales en la minería. Este consiste en un lodo principalmente líquido compuesto de partículas finas de metales y agua con minerales. Se origina cuando el mineral que se ha extraído se tritura y se muele durante en el proceso de molienda” (ICMM, 2000).

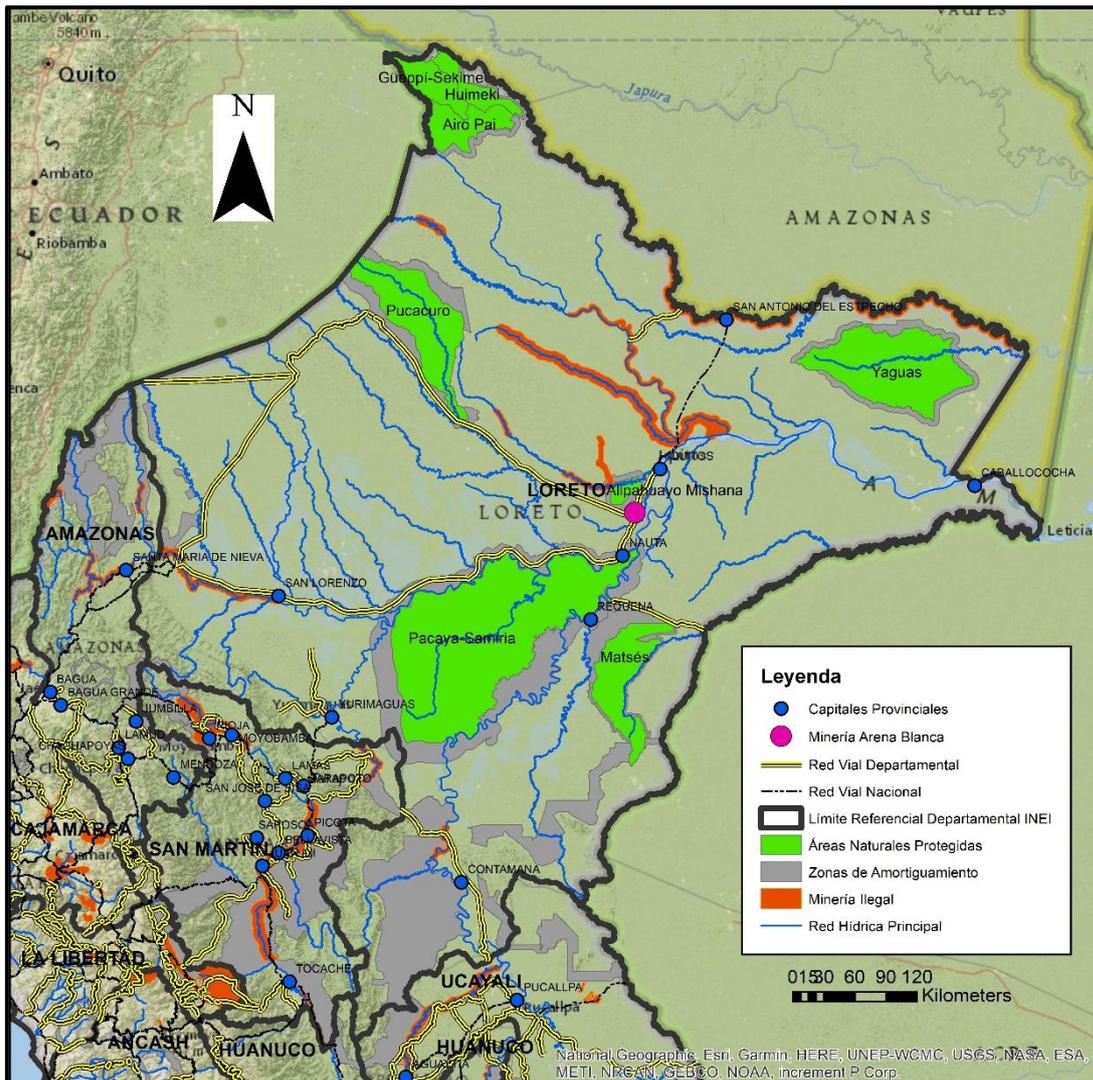


Figura 17: Minería ilegal en la región de Loreto.

Nota: Elaboración propia utilizando la base de datos del Ceplan.

El caso de la minería en la región de Loreto es distinto a las regiones mencionadas previamente. Si bien en la región de Loreto existe la minería aurífera ilegal que se encuentra representada en color naranja y que también corresponde, en su mayoría, a la extracción de minerales metálicos cuyos yacimientos se encuentran cercanos a los lechos de los ríos, también existe un tipo de minería ilegal mucho menos conocido e investigado, pero igual de importante y negativo para el ecosistema de la región.

En el Perú, no existe mucha información acerca de la minería ilegal que no sea aquella relacionada al oro (como se muestra en las zonas naranjas en la figura 44), y esto se debe principalmente, que el oro es el mineral metálico que mayor valor tiene en el mercado. Además, la manera en la que se extrae utilizando el mercurio se podría decir que es más simple que otros tipos de minería a mayor escala. La extracción de otro tipo de minerales como el cobre, supone una logística mucho más desarrollada. A modo de ejemplo, para poder extraer el cobre se necesita realizar grandes tajos al aire libre (tajo abierto, a cielo abierto), y esto se debe a que este mineral se encuentra en pequeñas concentraciones. En otras palabras, se necesita remover mucho terreno para obtener una menor cantidad de cobre. Este tipo de actividades hace que

sea más notorio en el espacio si es que se practica de manera ilícita, además de menos rentable (Copper Alliance, 2023).

Sin embargo, mediante búsqueda de bibliografía y principalmente de reportes, noticias y documentales, se obtuvo un hecho, que según relata el Gobierno del Perú en sus plataformas virtuales, marca un precedente en la historia. En el año 2016, en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, ubicada en la provincia de Maynas, se realizó un operativo en el que se detuvo a un grupo de personas que estaban extrayendo lo que se conoce como “arena blanca”. Este tipo de minería corresponde a la minería no metálica. El operativo tuvo lugar entre los km 17, 20 y 25 de la carretera denominada Iquitos-Nauta (IPDRS, 2023).

Este punto aproximado se encuentra marcado en la *figura 44* con un punto de color morado y se puede apreciar que estaría afectando directamente a la reserva. Según el IPDRS, tanto la arena blanca como los árboles, eran trasladados fuera de la Reserva, luego de haber dinamitado el suelo para poder extraer la arena, generando así una degradación bastante fuerte de los suelos y degradando el ecosistema. Otra de las consecuencias ambientales y de carácter científico, es que en aquella zona existen roedores que aún no han sido estudiados en su totalidad, y este tipo de actividades ilegales frenan y ponen el riesgo los diversos avances científicos (y de investigación) en la zona, así como pérdida de biodiversidad de flora y fauna en los bosques de varillal y chamizal (que se encuentran sobre arena blanca) y que son únicos para la humanidad (IPDRS, 2023).



Figura 18: Minería ilegal no metálica en Loreto.

Nota: Recuperado de Rumbo Minero de <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/mineria-ilegal-no-metalica-ha-devastado-30-hectareas-en-reserva-ubicada-en-loreto/>.

Ya en el año 2019, se logró sentenciar a los 2 principales culpables de la extracción de arena blanca en la región de Loreto. El motivo por el cual la extraían era para poder utilizarla en las mezclas de cemento. Es la primera sentencia de minería no metálica en el país, y esto es prueba, una vez más, de la poca información disponible acerca de este tipo de minería que también genera consecuencias sobre el ecosistema. La cantidad de hectáreas de arena blanca natural que han sido removidas en la zona rodea las 30 ha hasta el año 2019, degradando fuertemente y haciendo que las diferentes especies de animales (300 aprox.) ya no transiten por la Reserva Nacional Allpahuayo y su área de amortiguamiento.

Una grave consecuencia ambiental, pero que también es considerada social, está relacionada a la extracción de la arena y del hormigón lo que ha hecho que se modifique peligrosamente el thalweg (cauce) del río Huallaga generando fuertes desbordes. Esto ha afectado directamente a al centro poblado Andabamba, distrito de Pillco Marca, Huánuco (Rumbo Minero Internacional, 2023). Esto ha hecho que el cauce del río crezca (se ensanche) y que con eso las aguas de este se infiltren, cambiando radicalmente el ecosistema y convirtiéndolo en un paisaje en el que predominen los pantanos. Las personas detenidas que han sido cuestionadas comentan que antes practicaban la actividad de la agricultura y que ahora practican la minería (ilegal). Aquí se puede apreciar un cambio de actividad económica motivada principalmente para obtener mayores beneficios monetarios a costa de la conservación del medio ambiente.

En adición, debido a que en el km 19 aproximadamente del fundo La Tranquera se han realizado excavaciones de arena blanca, también se han vertido gran cantidad de aceites y disminuido la potencia de los caudales de los ríos. Este tipo de actividades corresponden a un delito tipificado de la siguiente manera, en su forma agravada como “delito que se encuentra previsto y sancionado en el artículo 307-B inciso 1 del Código Penal” (Diario El Comercio, 2023).

III. Prospectivas a futuro y recomendaciones

Si bien la minería ilegal es difícil de combatir, en el año 2013, el Ministerio de Transportes aprobó las rutas fiscales para tratar de controlar y supervisar el traslado de químicos para la elaboración de sustancias indebidas. Si bien esto no ha sido totalmente eficaz, mediante la fiscalización constante, con cronogramas de trabajo establecidos que se realicen todas las semanas, se puede supervisar y tratar de controlar este problema. Lo que se necesita en este tipo de casos es una buena organización y aplicarlo todas las semanas, no únicamente por períodos sin un plan de acción.

Por otro lado, al igual que la Operación Mercurio no detuvo la expansión de la minería en Madre de Dios, sino que fueron apareciendo nuevos focos de deforestación y de minería, se recomienda intensificar este tipo de operaciones con ayuda de los militares. También será necesario aumentar la cantidad de policías en las principales zonas afectas para proteger a las poblaciones y comunidades mineras de los crímenes que ocurren entorno a la minería.

Un estudio bastante interesante de Prevenir Amazonía elaboró ciertas recomendaciones para afrontar el tema de la minería ilegal, que como se puede ver en varios casos, está relacionada a múltiples problemas sociales y ambientales que generan inseguridad ciudadana y enfermedades. Sin embargo, Prevenir Amazonía comenta que las medidas actuales no son suficientes.

De esta manera, como recomendación, estaría poder tratar la problemática de maneras distintas. La primera sería realizar trabajos de descontaminación de los principales ríos y quebradas afectados en Madre de Dios. Y la segunda sería la fiscalización vía terrestre y aérea de las zonas que ya se conocen que cuentan con actividad minera ilícita. Así mismo, es necesario que se realice un estudio de potencialidades del suelo, para así poder identificar exactamente qué zonas son las que tienen potencial minero pero que está prohibida su práctica y adelantarse en colocar seguridad en aquellas áreas. También se debe en consideración que las vías de acceso (como ríos, trochas, pistas, entre otros) facilitarán el acceso de los mineros ilegales. Sumado a esto se recomienda organizar a las poblaciones para que tanto agricultores como personas que trabajan en la ciudad tengan un acceso directo para denunciar cualquier tipo de acto criminal o de minería ilegal.

La creación de nuevas Áreas Naturales Protegidas y nuevas zonas de amortiguamiento puede funcionar únicamente si es que la fiscalización de todas las instituciones del Estado competentes (Gobiernos Regionales, Oefa, Sernanp, Serfor, Ministerio de Energía y Minas, Autoridad Nacional del Agua, entre otros) cumplen un rol más presente y existe una verdadera comunicación entre estos para poder lograr un cruce de información que sea realmente útil y una distribución de esfuerzos adecuada.

Para el caso de la descontaminación de ríos y de los ecosistemas se recomienda la biorremediación de suelos contaminados por mercurio. Un interesante estudio demuestra que tres cepas de *Pseudomonas sp.* aisladas en los suelos donde hay contaminación por minería, las bacterias pudieron crecer aun así hubiese 100 ppm de mercurio en los suelos. Mediante este proceso de biorremediación, se logró eliminar el 100 %, el 92 % y el 90 % del mercurio en suelos que tenían 10, 50 y 100 ppm de mercurio respectivamente (Puicon & Hurtado, 2019). En adición a esto, se obtuvo que de los suelos con 50 ppm y 100 pm de contaminación inicial, pero biorremediados, se obtuvo la germinación del 75 % y 38 % respectivamente de *Lactuca sativa*.

Mientras que en los suelos sin biorremediar fue nulo, sin germinación. La germinación de especies vegetales puede ser un indicador de calidad de los suelos, lo cual se puede aplicar en diversas zonas de minería ilegal.

Según el informe titulado “Corrupción en la minería artesanal y pequeña escala en la Amazonía” del Proyecto Prevenir de USAID, se identificaron correlaciones de actividades/acciones entorno a la minería y se les asignó un valor de riesgo a estas. Los resultados fueron los siguientes, para el primer riesgo “Ineficiente regulación de la MAPE en la Amazonía” su calificación es de 14 por lo cual es un riesgo alto. Esto se debe a que el proceso de formalización demora mucho y existen vacíos legales que no ayudan a este proceso (Proyecto Prevenir de USAID, 2022).

Otro riesgo es el de que “No existe ordenamiento territorial que establezca claramente por ley los derechos de superficie y determine las áreas abiertas a la MAPE”. Lo cual es muy cierto, por eso una recomendación es elaborar mapas de uso de suelo, potencial minero y, a partir de ello, poder fiscalizar aquellas zonas que se encuentren en mayor peligro y realizar un verdadero ordenamiento del territorio. El riesgo para este ítem también es muy alto (12). En el informe se menciona que se debe implementar el ordenamiento territorial (OT) y promover un uso sostenible de este. Hay ciertos casos, como en el de la minería aurífera (cerca a los ríos) en los que el Estado no puede ceder y debe prohibir este tipo de actividades (Proyecto Prevenir de USAID, 2022).

Otros dos factores de riesgo que considero de suma importancia son la “Conexión entre la minería ilegal y el crimen organizado” con un valor muy alto (14) y la “Deficiente articulación para atender denuncias ambientales y para proteger a los defensores ambientales” con un riesgo alto (13). Estos dos factores son importantes y se relacionan entre sí, debido a que, si no existe un canal de denuncias adecuado, el crimen organizado puede seguir expandiéndose sin consecuencia alguna. En el peor de los casos, si los criminales descubren que los quieren denunciar, es cuando ocurren los casos de homicidio. Es necesario garantizar la protección de los denunciantes y combatir a la vez a las organizaciones criminales que muchas veces se encuentran en zonas alejadas y en las ciudades (Proyecto Prevenir de USAID, 2022).

IV. Conclusiones

- La minería ilegal consiste en un tipo de minería no formalizado que se realiza en lugares en los que se encuentra expresamente prohibidos, como en cuencas de ríos. Motivo por el cual la contaminación de estos y del ecosistema en general, ocasiona fuertes problemas de intoxicación y enfermedades del sistema nervioso producto de la sobre exposición a componentes nocivos.
- La minería ilegal en el Perú está estrechamente relacionada a otro tipo de actividades que afectan principalmente a las sociedades que habitan más cercanas a los lugares donde existe minería. El tipo de minería ilegal más común es aquel que se produce en los ríos y para el cual se hace uso del mercurio al momento de la extracción del oro. Entorno a la minería suelen cometerse crímenes como homicidios, prostitución, robos, extorsiones, narcotráfico, entre otros.
- Se debe priorizar la investigación, principalmente por parte del Estado peruano en todos sus niveles; y también el privado, para poder catalogar de manera más específica los tipos de minerales provenientes de la minería ilegal en el país, ya que, si bien la minería en la Amazonía, en torno al oro es la que predomina, no es la única. Es necesario realizar un mapeo nacional y evaluar qué otros minerales metálicos y no metálicos también se están dando en las distintas regiones para complementarlo con información geoespacial.
- Madre de Dios y Puno son algunas de las regiones en las que se siguen identificando grandes focos de minería ilegal que van apareciendo cada año, así se tomen ciertas medidas para evitarlo como sucedió con la “Operación Mercurio”. La minería ilegal, entonces, no solo conlleva a que se contamine el medio ambiente y se genere un clima de inseguridad ciudadana, sino también a que se deforesten grandes hectáreas de bosques de manera exponencial. Si esto se suma al hecho de que los mineros ilegales también están extorsionando y apropiándose de tierras para poder colocar su maquinaria, entonces la complejidad de este tipo de prácticas es responsabilidad entera del Estado y de las instituciones competentes.
- Es necesario agilizar los procesos de formalización de la minería en el Perú para aquellos casos en los que no esté prohibida expresamente su práctica. En otras regiones del Perú, en las que sí se puede practicar la minería, se debería de formalizar a los mineros para que, de esta manera, se pueda tener control sobre esta actividad y evitar la degradación del ecosistema y otro tipo de actividades que “derivan” de la minería ilegal. Procesos lentos conllevan a que se esquiven los pasos a seguir y existan cada vez menos mineros que deseen formalizar su situación.
- El apoyo visual, ya sea mediante fotografías, informes o el tratamiento de imágenes satelitales ayuda a poder identificar los focos y el avance de la minería ilegal en el país. Sin embargo, un aspecto importante es que también es necesario que la fiscalización y la protección de los ciudadanos sea en el lugar, en un trabajo en conjunto con la policía y las fuerzas armadas ya que, como se mencionó anteriormente, este tipo de actividades pueden ser muy peligrosas.
- Las maquinarias de mayor tamaño, que no corresponden a maquinarias propias de la minería artesanal y de pequeña escala, y mucho menos que estén presentes en las zonas en las que no se debería practicar minería, son un indicador clave de que se estaría realizando minería ilegal.

- La biorremediación como técnica de recuperación de suelos contaminados con mercurio corresponde a una excelente “solución” para poder recuperar la calidad del suelo afectado por la práctica de la minería. El Estado debe de buscar diversas soluciones para la recuperación de los suelos.
- En muchos casos, al existir focos de minería ilegal puntuales, estos no llegan a afectar negativamente a la integridad de las regiones, sino más bien a aquellas poblaciones que dependen casi directamente del recurso. Sin embargo, cuando se trata de recursos hídricos y cursos de agua, estos sí pueden transportar las sustancias contaminantes incluso en regiones lejanas y también a los peces y animales que dependen de ellos. Económicamente hablando, el impacto de la minería a pequeña escala no es fatal, pero si sigue en aumento tendrá consecuencias aún más negativas a nivel nacional.

V. Bibliografía

- Anglo American. (2 de Mayo de 2023). *Minería, una actividad que aporta significativamente a la economía peruana*. Obtenido de <https://peru.angloamerican.com/moquegua/impulso-minero/mineria-una-actividad-que-aporta-significativamente-a-la-economia-peruana.aspx#:~:text=Miner%C3%ADa%2C%20una%20actividad%20que%20aporta%20significativamente%20a%20la%20econom%C3%ADa%20peruana,-Compart>
- Banco Central de Reserva-Cusco. (sf). *Caracterización del Departamento de Madre de Dios*. Cusco: BCR.
- Bridge Computer Technologies LTD. (4 de Mayo de 2023). *Specialized Processes-Pan-Sharpening*. Obtenido de <https://bctl.com.bd/specialized-processes-pan-sharpening/>
- Chung Tong, B. (2011). La minería aurífera en el Perú y la contaminación del ambiente. *Revista Academia Perú Salud* 18.
- Copper Alliance. (22 de Mayo de 2023). *Ciclo de Vida del Cobre*. Obtenido de <https://copperalliance.org/es/sustainable-copper/about-copper/copper-life-cycle/#:~:text=Hay%20dos%20formas%20b%C3%A1sicas%20de,el%20cobre%20en%20el%20mundo>.
- Diario El Comercio. (20 de Mayo de 2023). *Loreto: ¿Por qué es histórica la reciente sentencia por minería ilegal en Iquitos?* Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/loreto/loreto-por-que-es-historica-la-primera-sentencia-por-mineria-ilegal-en-iquitos-noticia/?ref=ecr>
- El Buho.pe. (14 de Mayo de 2023). *Minería ilegal agrava problemas ambientales y sociales en Loreto, Arequipa, Puno y Ayacucho*. Obtenido de <https://elbuhope/2023/05/mineria-ilegal-agrava-problemas-ambientales-y-sociales-en-loreto-arequipa-puno-y-ayacucho-video/>
- El Comercio. (14 de Mayo de 2023). *La Libertad: PNP incauta más de 780 cartuchos de dinamita en Pataz*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/la-libertad-pnp-incauta-mas-de-780-cartuchos-de-dinamita-en-pataz-en-operativo-contra-mineria-ilegal-noticia/?ref=ecr>
- EOS Data Analytics. (11 de Mayo de 2023). *Bandas Landsat 8: Combinaciones Y Usos En Imágenes*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/bandas-landsat-8/#:~:text=La%20banda%208%20es%20la,n%C3%ADtidas%20que%20en%20cualquier%20otra>.
- Esri. (8 de Mayo de 2023). *Arcgis Pro: Tipos de ráster de sensor de satélite*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/data/imagery/satellite-sensor-raster-types.htm>
- Esri. (3 de Mayo de 2023). *Función de reflectancia aparente*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/apparent-reflectance-function.htm>
- Gobierno del Perú. (2012). *DECRETO LEGISLATIVO Nº 1105*. Lima.

- ICMM. (5 de Agosto de 2000). *Acerca de los relaves*. Obtenido de <https://www.icmm.com/es/gestion-ambiental/gestion-de-desechos/acerca-de-los-relaves>
- INEI. (2018). *La Libertad: Resultados Definitivos*. Lima: INEI.
- INEI. (2018). *Loreto: Resultados Definitivos*. Lima: INEI.
- INEI. (Octubre de 2018). *Puno: Resultados Definitivos*. Lima.
- Instituto Nacional de Salud. (2012). Contaminación con mercurio por la actividad minera. *Biomédica, vol 32*, 1-3.
- IPDRS. (19 de Mayo de 2023). *Perú - Reserva Nacional Allpahuayo en riesgo por minería ilegal*. Obtenido de <https://ipdrs.org/index.php/noticias/que-pasa/11-peru/4817-peru-reserva-nacional-allpahuayo-en-riesgo-por-mineria-ilegal>
- Mapping Gis. (11 de Mayo de 2023). *Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel*. Obtenido de <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- MEF. (17 de Mayo de 2023). *Portal de Transparencia Económica*. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100959&lang=es-ES&view=article&id=454
- Minam. (2013). *Diálogos Ambientales con la prensa: Minería Ilegal*. Lima.
- Mincetur. (2017). *Reporte Regional de Comercio Madre de Dios, 2017*. Madre de Dios.
- Minem. (2020). *Anuario Minero 2021. Primera edición*. Lima.
- Minem. (2022). *Boletín estadístico minero: Edición N° 06-2022*. Lima.
- Minem. (2023). *Reglamento de Procedimientos Mineros D.S. N° 020-2020-EM (edición: marzo de 2023)*. San Borja.
- Mininter. (14 de Mayo de 2023). *La Libertad: policías detienen a 21 personas con armas de guerra vinculadas a la minería ilegal*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mininter/noticias/677871-la-libertad-policias-detienen-a-21-personas-con-armas-de-guerra-vinculadas-a-la-mineria-ilegal>
- Mininter. (3 de Mayo de 2023). *Operación "Mercurio 2019" permitirá restituir el principio de autoridad en La Pampa*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mininter/noticias/25784-operacion-mercurio-2019-permitira-restituir-el-principio-de-autoridad-en-la-pampa>
- Mongabay. (20 de Mayo de 2023). *Madre de Dios: minería ilegal en la frontera de Perú y Bolivia acorrala a territorios indígenas y a la Reserva Nacional Tambopata*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2022/09/mineria-ilegal-en-la-frontera-de-peru-y-bolivia-amenaza-a-territorios-indigenas/>
- Mongabay. (12 de Mayo de 2023). *Minería ilegal acecha la zona sur del parque Bahuaja Sonene*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2018/05/mineria-ilegal-bahuaja-sonene-alto-inambari/>

- Mongabay. (4 de Mayo de 2023). *Perú: análisis satelital revela seis focos de minería ilegal tras Operación Mercurio en Madre de Dios*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2020/12/peru-imagenes-satelitales-operacion-mercurio/>
- Mongabay Latam. (2 de Mayo de 2023). *Informe revela que más de 40 mil mineros ilegales e informales extraen oro en Madre de Dios*. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2022/08/informe-revela-mas-de-40-mil-mineros-ilegales-e-informales-extraen-oro-en-madre-de-dios-peru/#:~:text=El%20informe%20se%3%B1ala%20que%20hay,mineros%20trabajan%20de%20manera%20formal.>
- OAS: Departamento contra la Delincuencia Organizada Transnacional. (Noviembre de 2021). *Tras el dinero ilícito del Oro, fortaleciendo la lucha contra las finanzas de la minería ilegal: el caso de Perú*. Organización de los Estados Americanos (OEA).
- Proyecto Prevenir de USAID. (2022). *Corrupción en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE) en la Amazonía peruana*. Lima.
- Puicon, Y., & Hurtado, J. (2019). *Biorremediación de suelos contaminados con mercurio utilizando Pseudomonas sp. aisladas de zonas de minería informal*. Lima.
- Rumbo Minero Internacional. (20 de Mayo de 2023). *Minería ilegal no metálica ha devastado 30 hectáreas en reserva ubicada en Loreto*. Obtenido de <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/mineria/mineria-ilegal-no-metalica-ha-devastado-30-hectareas-en-reserva-ubicada-en-loreto/>
- Sernanp. (12 de Mayo de 2023). *Parque Nacional del Río Abiseo*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1948366-parque-nacional-del-rio-abiseo>
- SIDETEVA. (2017). *Sistema de Detección Temprana y Vigilancia Ambiental para la pequeña minería y minería artesanal: Departamento de Puno*. Puno: MINAM.
- Somos Periodismo. (20 de Mayo de 2023). *Huamachuco: minería ilegal en el cerro El Toro explota a niños y adolescentes*. Obtenido de <https://somosperiodismo.com/huamachuco-mineria-ilegal-en-el-cerro-el-toro-explota-a-ninos-y-adolescentes/>
- Statista. (1 de Mayo de 2023). *Precio medio del oro de 1900 a 2023*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/600218/precio-medio-del-oro-por-onza-troy/#:~:text=Tanto%20es%20as%3%AD%2C%20que%20la,requeridos%20de%20media%20en%202000.>
- Velásquez Zapata, G. Y. (2020). La utilización de dragas en la minería ilegal aurífera, genera un cambio en el cauce Dios (Perú): Ediciones Complutense. *Observatorio Medioambiental*, 229-241.



T. (511) 211 7800
webmaster@ceplan.gob.pe
www.ceplan.gob.pe
Av. Canaval y Moreyra 480 - Piso 21,
San Isidro Lima - Perú



Ceplan



Ceplan2050



Canal Ceplan



Ceplan



CanalPerú



Ceplan