

Adaptación de la Calculadora de Impactos Sociales y Ambientales de la Minería de Oro de Pequeña Escala en la Amazonía

APLICACIÓN EN REGIONES FRONTERIZAS ENTRE BRASIL, COLOMBIA Y PERÚ

JUNIO 2023



FCDS
Fundación para la Conservación
y el Desarrollo Sostenible



ASL
Programa
Paisajes
Sostenibles
de la Amazonia

APOYADO POR



LIDERADO POR



GRUPO BANCO MUNDIAL

El presente documento recoge los resultados de la Consultoría elaborada por Conservation Strategy Fund (CSF) por encargo del Programa Paisajes Sostenibles de la Amazonía (ASL), liderado por el Banco Mundial y financiado con recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF). En el período comprendido entre 2022 y 2023, esta consultoría se llevó a cabo con la colaboración de la Fundación para la Conservación y el Desarrollo (FCDS).



Tabla de Contenido

Introducción	4
Calculadora de Impactos de la Minería Ilegal de Oro y de Pequeña Escala	5
Inicio de la Calculadora en Brasil	6
Adaptación de la Calculadora a Colombia y Perú - Aplicación piloto	7
Caso 1 - Río Puré (frontera Brasil – Colombia)	9
Caso 2 - Triple Frontera, Colombia, Perú y Brasil	11
Resultados Período de 2021	13
Resultados Período de 2022	15
Resultados generales de la aplicación de la Calculadora en los casos piloto	16
Conclusiones y Recomendaciones	17
Bibliografía	21

Siglas

ASL	<i>Amazon Sustainable Landscapes Program</i> (Programa Paisajes Sostenibles de la Amazonía)
ARAIMO	Alianza Regional Estratégica para la reducción de los impactos por la minería de oro
CI	Coeficiente intelectual
CSF	<i>Conservation Strategy Fund</i> (Conservación Estratégica)
FCDS	Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible
GEF	<i>Global Environment Facility</i> (Fondo Mundial para el Medio Ambiente)
MAPE	Minería de oro artesanal y en pequeña escala
MFP	Ministério Público Federal (Ministerio Público de Brasil)
PNN	Parques Nacionales Naturales
RAISG	Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada

1 Introducción

Crédito: FCDS

La extracción ilegal de oro ha crecido en la última década en la Amazonía, en parte debido a los altos precios internacionales de este mineral, la actuación menos estricta de algunos países respecto al medio ambiente y la búsqueda de oportunidades económicas inmediatas. A esto se suman las actividades ilícitas conexas, como el narcotráfico, la trata de personas y de especies, entre otras. Esto no solo afecta la riqueza natural de la región, sino la integridad física de quienes defienden sus territorios, y la salud de las poblaciones cercanas a los sitios de extracción, debido a la contaminación de sus ríos y, por ende, de sus fuentes de alimentación primaria, como los peces. A pesar del esfuerzo internacional en reconocer las repercusiones sociales y medioambientales de esta actividad, aún existen vacíos en lo que respecta a este tema, principalmente por los daños económicos que esta actividad representa.

En consideración con lo anterior, Conservation Strategy Fund (CSF)¹, en asociación con el Ministerio Público Federal (MPF) de Brasil ha desarrollado la primera metodología de valoración económica de los impactos de la minería artesanal de oro en la deforestación, sedimentación y contaminación por mercurio (Gasparinetti et al., 2021; Bakker et al., 2021). Con base en esta metodología, se creó la “Calculadora de impactos de la minería ilegal de oro”.² Más adelante, considerando la experiencia de la calculadora en Brasil, entendiendo la relevancia del proceso y buscando escalar su alcance, el programa Paisajes Sostenibles para la Amazonía (ASL, por sus siglas en inglés), financiado con recursos del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) y bajo el liderazgo del Banco Mundial, encargó a CSF

la adaptación de la metodología para Colombia y Perú usando información específica de cada país, la puesta en marcha de forma piloto y el intercambio de conocimientos entre Brasil, Colombia y Perú para el uso de la calculadora.

La calculadora sirve para conocer y crear conciencia sobre los valores sociales y ambientales del impacto de la minería ilegal de pequeña escala. Al conocerse estos valores, se puede generar conciencia de los impactos y su escala, definir pagos por indemnización y resarcimiento, estimar los niveles de inversión eficientes para la planificación y prevención de impactos, y considerar la inversión en tecnologías libres de mercurio. El presente documento resume el proceso apoyado y con el gran potencial de escalamiento.

El video aquí presentado refleja también los resultados:



¹ Conservation Strategy Fund (CSF) es una organización privada dedicada al avance de soluciones de conservación impulsadas por la economía. Su misión es usar la economía en beneficio de las personas y la naturaleza. Han trabajado con gobiernos, proveedores de fondos, conservacionistas, agricultores y pescadores, entre otros, para aumentar la educación sobre economía en todo el mundo y crear una mejor comprensión de cómo esta puede mejorar la toma de decisiones. Cuenta con oficinas en Estados Unidos, Bolivia, Brasil, Perú, Colombia, Indonesia y África (<https://www.conservation-strategy.org/>).

² <https://miningcalculator.conservation-strategy.org>.

2 Calculadora de Impactos de la Minería Ilegal de Oro y de Pequeña Escala

La calculadora, elaborada inicialmente para Brasil, es una herramienta analítica y pedagógica en línea que valora económicamente los daños sociales y ambientales de la minería ilegal y de pequeña escala de oro considerando tres efectos específicos: deforestación, sedimentación y contaminación con mercurio. La herramienta presenta, de forma ilustrada, accesible y resumida, el paso a paso de la valoración económica y sus resultados para diferentes contextos y públicos. Toda la información puede ser generada en portugués, español o inglés.

Acceder a la Calculadora:
www.calculadora.conservation-strategy.org

La calculadora está basada en metodologías de valoración económica, las cuales son útiles para estimar la variación de bienestar de las personas como resultado de cambios en la calidad o cantidad de bienes y servicios ambientales (Da Motta, 1997). La herramienta calcula resultados a partir de la síntesis de relaciones entre daños biofísicos y sus impactos sobre la economía, sociedad y ambiente con base en la literatura académica y especializada en el tema, y en datos de campo. Todos los datos usados para las fórmulas fueron validados por actores relevantes (agencias de gobierno, sociedad civil, academia).



La calculadora es aplicable para distintos tipos de minería: aluvial,³ balsa⁴ o socavón/pozo.⁵ Según los datos incluidos, la calculadora, por ejemplo, permite estimar cuántas hectáreas serán deforestadas para producir determinada cantidad de oro en la minería de socavón, cuántos m³ de suelo serán sedimentados en esta extracción y cuántas personas serán expuestas al riesgo adicional de presentar problemas neuropsicológicos, cognitivos y cardíacos por su exposición al mercurio. La presentación de estas relaciones, desde la comprensión de los procesos técnicos mineros hasta la valoración económica en sus diversos impactos, es inédita en la literatura y representa un avance importante para la promoción de acciones concertadas e informadas que atiendan la problemática de la minería ilegal de oro. La magnitud de estos impactos se ajusta por factores contextuales que influyen en los valores económicos, como la densidad y tamaño de la población afectada, el consumo promedio de pescado contaminado y los costos logísticos para la recuperación de áreas.

3 Extracción de mineral mediante la excavación de zanjas abiertas (cavidades), generalmente en las orillas de los ríos. También conocido como "garimpo de barranco", es el tipo de extracción minera ilegal más común en la Amazonia.

4 Extracción de mineral por dragado de cauces de ríos. Realizado en balsas o botes flotantes, no genera deforestación, pero tiene un mayor impacto debido a la contaminación por mercurio de los ríos.

5 Extracción de mineral a través de túneles. Tiene menores impactos en términos de deforestación y erosión, pero también utiliza mercurio en el procesamiento del mineral.

El uso de esta metodología favorece la concientización de la población para aumentar el consenso sobre la magnitud de los daños ambientales, influenciando comportamientos y políticas públicas. De igual manera, la posibilidad de tener valores monetarios y no monetarios y resultados comparables ayuda y amplía la discusión regional sobre los efectos de la actividad de la minería ilegal en una zona estratégica como la Amazonía para el desarrollo económico de los países. La herramienta contribuye con la estandarización de procesos para cuantificar los daños, con el objetivo de reducir la arbitrariedad en el cálculo de los valores de las penas y las indemnizaciones (Gasparinetti et al., 2021; Bakker et al., 2021). También hace posible obtener una cifra que dimensiona el costo total de estos daños que afectan los presupuestos públicos.

2.1 Inicio de la Calculadora en Brasil



La experiencia de Brasil, centrada en su adopción por parte de los órganos de control y justicia del país, ha generado resultados positivos que, al ser compartidos, incrementaron el interés de otros países amazónicos por acoger la calculadora. El MPF adoptó la metodología en 2021, y la viene utilizando en varios reclamos de indemnización que, a la fecha, suman más de USD 1 000 millones. Además, la Policía Federal también emplea la herramienta para realizar decenas de cálculos de daños ambientales y sociales.

El uso de valores relacionados con la contaminación por mercurio es pionera y provocó que las multas emitidas por el Gobierno brasileño aumentaran casi diez veces en comparación con los montos estimados anteriormente sin la metodología. Dado el largo periodo que han tomado los procesos judiciales de estas acciones por parte de las entidades correspondientes y el relativamente reciente lanzamiento de la herramienta, aún no se tiene constancia de procesos concluidos que hayan utilizado la metodología como base para la fijación de sentencias.

3 Adaptación de la calculadora a Colombia y Perú - Aplicación piloto



Crédito: Shutterstock

La adaptación de la calculadora a otros países fue motivada por el interés de contar con la misma herramienta y metodología económica, buscando que su aplicación mejore los procedimientos y el enfoque para abordar los problemas transfronterizos relacionados con la minería ilegal y la contaminación por mercurio en la cuenca amazónica. De esta forma, la calculadora se convierte en una herramienta técnica que facilita la cooperación regional.⁶

La adaptación, comisionada por el ASL, involucró a CSF que, en cooperación con la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible⁷(FCDS), iniciaron una serie de eventos de coordinación y diálogo interinstitucionales para dar a conocer la herramienta ante potenciales usuarios en Perú y Colombia. Este proceso se dio en paralelo a la recolección de data económica para la adaptación de la calculadora, y fue un proceso fundamental para (i) generar interés de los potenciales usuarios, (ii) involucrar a entidades de gobierno en el proceso de socialización, (iii) promover, en diferentes instancias, la necesidad de contar con métodos de valoración económica que permitan, en tiempo real, cuantificar el daño social y ambiental generado por la minería ilegal de oro, y (iv) construir y fortalecer el respaldo institucional para la futura adopción formal de la herramienta como metodología oficial. Una vez terminada la primera versión de la calculadora para cada país, la herramienta fue presentada para validar los datos usados para las fórmulas y recibir retroalimentación de los actores relevantes de cada país.

Para el proceso de adaptación de la calculadora, entre septiembre 2022 y marzo 2023, se realizaron talleres de capacitación con múltiples actores en Perú y Colombia, así como un encuentro regional para el intercambio, realizado en Lima. Los talleres permitieron compartir información sobre las afectaciones de la minería ilegal de oro y la contaminación por mercurio en los países involucrados y proporcionar mayores insumos sobre los impactos ambientales, sociales, culturales y económicos de la minería ilegal en la Amazonía.

⁶ A la fecha de esta publicación Guyana y Surinam avanza también en la adaptación, con recursos de otras fuentes de financiación, y Ecuador avanza en la adopción e implementación de la herramienta.

⁷ La [FCDS](#) es una organización no gubernamental que tiene como objetivo contribuir al desarrollo sostenible y equitativo de las poblaciones humanas, principalmente las rurales, en armonía con la conservación de la base natural y las características sociales de los territorios.

Así mismo, se identificaron oportunidades de cooperación sobre las acciones necesarias para gestionar los impactos de esta actividad ilegal, y se establecieron los mecanismos para la gestión de la información e insumos para la operatividad de la calculadora en Colombia y Perú. Funcionarios del Gobierno de Brasil participaron de los talleres y compartieron su experiencia y aplicación concreta de la calculadora. También contribuyeron en la discusión de las recomendaciones para su futura aplicación y potencial escalamiento.

Los talleres contaron con la participación de representantes del sector ambiental y del sector salud de Brasil, Colombia y Perú, representantes de los estados, departamentos o provincias, organizaciones no gubernamentales, medios de comunicación, así como de representantes de la sociedad civil, de organizaciones de pueblos indígenas y de la academia. Fue un proceso colaborativo entre las partes en el que se discutieron los aspectos positivos de la herramienta, sus dificultades, algunas posibles modificaciones y las maneras como se puede difundir sus beneficios en la sociedad.

Además de los talleres, para promover las acciones colaborativas entre los tres países y para ejemplificar la aplicabilidad de esta herramienta y mostrar los resultados que se pueden obtener de su ejecución, se prepararon dos estudios de caso en la región amazónica: el primero en la zona fronteriza entre Brasil y Colombia, comprendida por el río Puré, y el segundo en la triple frontera entre Colombia, Perú y Brasil. Estos sitios fueron priorizados por la Alianza Regional Amazónica para la reducción de los impactos por minería de oro (ARAIMO)⁸ por ser transfronterizos, tener presencia de comunidades indígenas, incluir áreas protegidas y por la actividad MAPE ilegal que se ha registrado en los últimos años. El trabajo de recolección y análisis de información se centró en estos sitios priorizados en los que se aplicó la metodología de la calculadora de impactos para cuantificar el daño socio ambiental generado por la minería ilegal de oro en zonas de frontera. Dichos sitios fueron identificados como pilotos dado su carácter transfronterizo, su alto valor en términos de biodiversidad y el potencial para proponer acciones conjuntas.



Crédito: Shutterstock

⁸ La Alianza Amazónica para Reducción de los Impactos de Minería de Oro (ARAIMO) está compuesta por organizaciones que a partir del trabajo comunitario busca reducir, prevenir y restaurar los impactos de la extracción de oro ilegal en la Amazonía. Específicamente, la ARAIMO está integrada por organizaciones de la sociedad civil e instituciones de Colombia, Perú y Brasil (Sociedad Zoológica de Frankfurt – FZS Colombia y Perú, Fundación GAIA Colombia, WWF Colombia, Parques Nacionales Naturales de Colombia, Instituto Oswaldo Cruz - FIOCRUZ de Brasil, Centro de Innovación Científica Amazónica - CINCIA de Perú, Amazon Conservation Team - ACT Colombia, Universidad de Cartagena Colombia y FCDS Perú y Colombia.

Dentro del trabajo con el ASL, CSF elaboró un manual que explica, a partir de instrucciones sencillas y paso a paso, el uso de la calculadora y sus funcionalidades. El manual se encuentra en [este enlace](#). Adicionalmente, se encuentra disponible [un video](#). El trabajo también permitió hacer ajustes a la calculadora y su plataforma virtual buscando responder a las recomendaciones y necesidades de los usuarios de todos los países. El resumen de los resultados de estos casos se presenta a continuación. El desarrollo metodológico (relatorio técnico) detallado se encuentra en los siguientes enlaces e incluyen información específica para [Colombia](#) y [Perú](#). El informe detallado del uso de la calculadora para los estudios de caso se puede encontrar en [este enlace](#).

3.1 Caso 1 - Río Puré (frontera Brasil – Colombia)



Mapa 1. Área de estudio (2020). Fuente: IBGE, MMA, Maxar, Esri y DANE.

Históricamente, en Colombia, la explotación ilícita de yacimientos de oro se ha concentrado en los departamentos de Bolívar, Antioquia y Chocó; pero recientemente se destaca la región de la Amazonía (departamentos de Amazonas, Guainía, Caquetá, Putumayo, Vaupés, Guaviare) como nueva área de explotación ilícita. Por ejemplo, de acuerdo con la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG), en 2020 se encontraron cerca de 100 sitios de minería ilegal de oro a lo largo de los ríos Caquetá, Putumayo y Cotuhé.

El área de estudio para las pruebas piloto de la adaptación de la calculadora es un polígono que tiene 45 860 km² y está situado entre la frontera de Brasil y Colombia (ver Mapa 1). En el lado colombiano, la zona se encuentra dentro de los límites del departamento del Amazonas; mientras que, en el lado brasileño, se encuentra dentro del municipio de Japurá. La región presenta bajos niveles de deforestación y está delimitada por el río Puré, Juami, Japurá y sus afluentes.

Dentro de la región, del lado brasileño, está la estación ecológica Juami-Japurá donde desemboca el río Puré. Es el hogar de varios pueblos indígenas en situación de aislamiento voluntario, y que están en peligro con el aumento de la actividad minera en la zona. En la región habitan especies amenazadas tales como el mono panzón (*Lagothrix lagotricha*), el rascón (*Accipiter poliogaster*), el halcón real (*Harpia harpyja*) y el mono araña (*Ateles paniscus chamek*), entre otras. Del lado colombiano del sitio piloto se encuentra el Parque Nacional Natural (PNN) Río Puré.

El estudio de caso, basó su análisis en la minería ilegal de balsa ya que este tipo de extracción es predominante en esta región, amenazando su carácter protector y exuberancia natural. Esta es un área remota, de difícil acceso, con poca deforestación, pero que presenta indicios de impacto a lo largo de los ríos. La minería fluvial por medio de balsas permite su desplazamiento inmediato de un punto de extracción hacia otro, de igual manera la facilidad de ocultarse en los afluentes menores o quebradas, donde la cobertura vegetal dificulta su ubicación por medio de las imágenes satelitales. En el lado brasileño, la actividad minera ilegal se ha intensificado desde 2019, cuando se identificaron cuatro (4) balsas. En el lado colombiano, la explotación por medio de balsas comenzó en 2016.

A través de una investigación realizada por el equipo de FCDS, se identificaron diversos puntos de actividad de balsas para extracción de oro en el área de estudio. Se eligió el escenario de 2020 para efectuar los cálculos por ser el año con mayor número de actividad minera ilegal por medio de balsas en los años recientes.

Adicionalmente, a través de una iniciativa de colaboración entre Maxar⁹ y el Sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN) de Colombia, se realizó un monitoreo con imágenes satelitales de alta resolución a lo largo de 200 000 km² del río Puré, entre el 5 de junio al 20 de agosto de 2020 (Hettler, 2022). A partir de las imágenes, se identificaron 26 balsas que operan en la región del PNN Río Puré, y 4 en el lado brasileño, cerca de la frontera con Colombia, totalizando 30 balsas. Para calcular los impactos, se supuso que 30 balsas operarían durante un año. El número de meses de funcionamiento (360 meses) es uno de los valores de entrada para el cálculo. Así, los impactos se estimaron utilizando la calculadora adaptada para el territorio colombiano para las 26 balsas y aplicando la calculadora para el territorio brasileño para las 4 restantes.

Para evaluar el impacto que las 30 balsas causaron en el área de estudio, primero fue necesario considerar los impactos no monetarios de la actividad. Para esto se estimó la producción de oro, la cantidad de sedimento removido y que genera los sólidos suspendidos producto del dragado (pluma), así como la cantidad de mercurio que utiliza la operación y la que se vierte a los ríos. Los impactos monetarios calculados incluyen: impactos de sedimentación, daños neuropsicológicos en los mineros, pérdida de coeficiente intelectual en los fetos y aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares en la población humana. De acuerdo con los estudios y los cálculos elaborados, en total podrían verse afectadas 30,643 personas, considerando un radio de 100 km desde la zona de estudio (Diringer et al., 2014).

La aplicación de la metodología de la calculadora en este sitio piloto proporcionó, evidenció y cuantificó los daños no monetarios y monetarios causados por la minería ilegal de oro con balsas en la zona de estudio que se pueden encontrar en las siguientes tablas (Tabla 1 y Tabla 2). Las tablas muestran resultados del impacto de la sedimentación y la salud. Para este caso, no hay resultados relacionados con la deforestación debido a que la minería es por medio de balsas y se asume que no causa deforestación.



Crédito: FCDS

⁹ Maxar es una compañía que utiliza inteligencia artificial y un modelo matemático completo para aumentar la resolución de imágenes satelitales para contribuir con seguridad nacional, exploración espacial, investigación y soluciones que mejoren prácticas sostenibles respecto al planeta.

Tabla 1. Impactos no monetarios de la minería ilegal con balsas en el río Puré (2020)

Tipo de Impacto	Colombia	Brasil	Total
Número de balsas	26	4	30
Total de extracción de oro (30 balsas operando por 1 año)	312	48	360
Producción de oro (kg)	131	21	152
Sedimentos retirados (t)	5.086.972	844.102	5.931.074
Sedimentos que generan pluma (impacto) (t)	38.067	2.988	41.055
Mercurio utilizado (kg) - 2,33 kg por kg de oro	305,32	50,66	355,99
Mercurio vertido en ríos (kg) - 20%	61,06	10,13	71,20

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del [estudio de caso.](#)

Tabla 2. Impactos monetarios de la minería ilegal con balsas en el río Puré (2020)

Tipo de Impacto	Colombia (USD)	Brasil (USD)	Total (USD)
Sedimentación de ríos	492.643	169.992	662.635
Síntomas neuropsicológicos en mineros ilegales	3.932.013	266.002	4.198.015
Pérdida de CI en los fetos	209.857	30.896	240.753
Riesgo de enfermedades cardiovasculares	79.609.482	1.738.479	81.347.961
Costo total	84.243.995	2.205.369	86.449.364

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del [estudio de caso.](#)

Los principales impactos de la sedimentación de los ríos pasan por la contaminación de sus recursos hídricos, la liberación de metales pesados y el aumento de la turbidez del agua (Lobo et al., 2016; Swenson et al., 2011). Los resultados de este proceso pueden detectarse a cientos de kilómetros del lugar del impacto, en ecosistemas acuáticos y terrestres (Sánchez-Cuervo et al., 2020). De acuerdo al estudio de caso, el costo de sedimentación para Colombia es 0,6% de los costos totales para el país, mientras para Brasil, estos costos representan el 7,7% de los costos totales para este país.

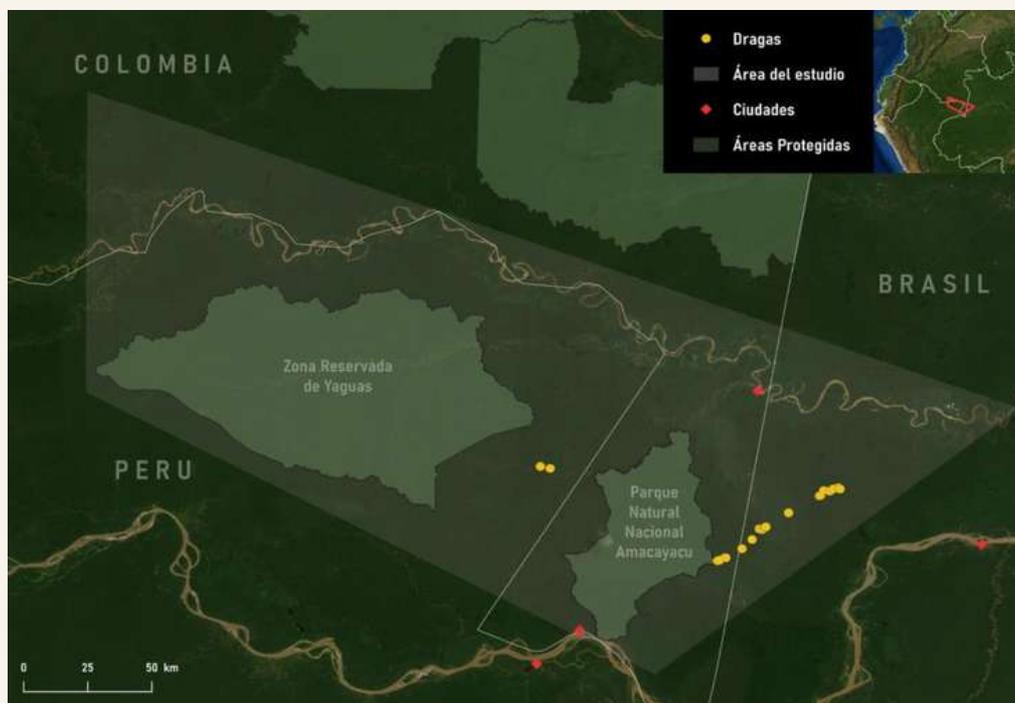
En relación con los impactos a la salud humana, existen evidencias que relacionan el desarrollo de infartos de miocardio con la presencia de metilmercurio en peces que son consumidos por la población humana y que es oriundo de las actividades de minería ilegal (Román et al., 2011). La mayor parte de los costos están relacionados con la salud por la recuperación de personas con síntomas neuropsicológicos y enfermedades cardiovasculares. También se tiene en cuenta la diferencia de costos de hospitalización y recuperación entre los dos países, que es mayor en Colombia.

Los resultados muestran que la gran mayoría de los costos vienen de esta categoría (aproximadamente 99,5% para Colombia y 93% para Brasil). De los impactos a la salud, los riesgos de enfermedades cardiovasculares son los más altos.

El avance de las actividades mineras en tierras indígenas y áreas naturales protegidas ha sido destacado en la literatura y ha promovido conflictos entre las comunidades tradicionales y estos agentes externos (Rorato et al., 2020). En el caso de la región estudiada, el futuro de los pueblos indígenas en situación de aislamiento voluntario depende de la continuación de ese aislamiento y del reconocimiento de su derecho a vivir siguiendo sus costumbres. A pesar de los avances legales derivados del Decreto 1232 en las leyes colombianas, que establece medidas especiales para la protección de los derechos de los Pueblos Indígenas en Estado Natural o de Aislamiento, se requieren acciones concretas para garantizar la protección de estos pueblos frente al impacto promovido por la minería ilegal. La protección es aún más necesaria dada la invasión en el PNN por parte de los trabajadores mineros ilegales, que destruyen sus recursos, contaminan sus aguas y amenazan su estatus de aislamiento.

En Brasil, un estudio realizado por Fiocruz (2020) mostró los niveles de contaminación de una población indígena ubicada cerca de puntos de minería aluvial y por balsas. Según este estudio, la contaminación por mercurio en el 57,9% de la comunidad estaba en niveles superiores a $6 \mu\text{g-g}^{-1}$, el nivel máximo de seguridad establecido por los organismos sanitarios. El estudio también reveló que la comunidad más cercana a la zona minera presentaba los niveles más altos de concentración de mercurio. Igualmente, los niños presentaban mayores niveles de contaminación, y el 15% de ellos presentó problemas de formación neurológica.

3.2 Caso 2: Triple Frontera, Colombia, Perú y Brasil



En el caso de Perú, la minería de oro es de larga tradición histórica y ha estado presente por siglos en forma artesanal, pero ha estallado en las últimas décadas debido, entre otros, al incremento de la demanda de oro y otros minerales a nivel internacional. En este contexto, el Perú se ha convertido en el sexto productor de oro a nivel mundial (Tamayo et al., 2017).

Este estudio de caso se enfoca en un área de 42,964 km² que está situada entre la frontera de Perú, Brasil y Colombia (ver Mapa 2 y 3). En el lado colombiano, la zona se encuentra dentro de los límites del departamento del Amazonas; en el lado peruano en el departamento de Loreto, y en el brasileño, se ubica dentro del estado de Amazonas.

Dentro del área de estudio se ubica el Parque Nacional Yaguas situado en las provincias de Mariscal Castilla y Putumayo en Perú, y cerca de la frontera con Colombia y Brasil. De acuerdo con un informe del Centro Amazónico de Antropología y Aplicación Práctica (CAAAP) (2017), en la región existe una presión entre los mineros ilegales y los madereros para desarrollar estas actividades con el apoyo de las comunidades tradicionales. La tala ilegal se debe principalmente a la presión de la extracción del cedro (*Cedrela odorata*), una especie amazónica de alto valor agregado y que se da en grandes concentraciones en el Parque. Respecto a la minería, el estudio de Maldonado Rodríguez (2010) registra que la región norte del parque está marcada por la actividad de balsas mineras para la extracción de oro. El informe también señala que la zona tiene una elevada relevancia ecológica, ya que es un área de reproducción de algunas especies en riesgo de extinción como el delfín rosado de río (*Inia geoffrensis*), el manatí sudamericano (*Trichechus inunguis*) y el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*). Asimismo, cuenta con el mayor número de especies hidrobiológicas de todo Perú, así como una exuberante fauna y flora. Además, registra más de 330 especies de peces de agua dulce, lo que supone un potencial de investigación y bioprospección en la región. La actividad minera al interior de la zona se ha intensificado desde 2016 amenazando las riquezas naturales (Finer & Manani, 2018). Además de la minería, la zona también está plagada de cultivos de coca para la producción de drogas y deforestación ilegal (SZF, 2022).

Otra zona de importancia ecológica y social dentro del área de estudio es el PNN Amacayacu, situado en el departamento de Amazonas (Colombia) y creado en 1975. Con acceso al río Amazonas, la zona se creó con la intención de controlar el comercio ilícito de recursos naturales con Perú (Maldonado Rodríguez, 2010). Según el portal de Sula, la región alberga más de 5 000 especies de plantas y tiene la mayor diversidad de primates del planeta, incluida la especie *Callithrix pygmaea*, el primate más pequeño del mundo. Es una de las zonas con mayor biodiversidad de toda la selva amazónica y según Ungar y Strand (2012) es una de las más utilizadas en el país por los investigadores para elaborar artículos y realizar investigaciones sobre el medio ambiente.

Cabe mencionar que dentro del parque reside el pueblo indígena Tikuna, que también está presente en Brasil, dada la proximidad del parque a la frontera, así como indígenas de la etnia Yagua, Cocamas y Huitotos, pero en menor número.

Para el estudio y aplicación de la calculadora, FCDS hizo un levantamiento de diversos puntos de actividad minera ilegal en la región. Para este análisis se utilizaron dos años: 2021, por ser el año en el que se detectó la mayor concentración de balsas, y 2022 por tener una distribución más homogénea de los puntos de minería ilegal en los tres territorios. Para contemplar las dos características observadas, se decidió realizar dos análisis separados.



Crédito: Ministerio del Ambiente de Perú

En 2021 se identificaron 2 puntos de operación de balsas en el área de estudio de Perú, 4 en Colombia y 15 en Brasil. En 2022 fueron identificadas 51 balsas en el lado brasileño y 10 en Colombia. Aunque no se identificó la presencia en el lado peruano para el 2022, estudios indican que los impactos de la minería ilegal se extienden a más de 100 km del punto de extracción (Gasparinetti et al., 2021).

Al igual que con el estudio de Caso 1, los resultados de la aplicación de la metodología de la calculadora en el estudio de Caso 2 -la triple frontera- muestran los daños no monetarios (Tabla 3) y monetarios (Tabla 4) causados por la actividad de minería ilegal de oro con balsas durante los dos períodos: 2021 y 2022. Los impactos de la deforestación no aplican para la extracción por balsa como se mencionó anteriormente.

3.2.1 Resultados para el Caso 2. Período de 2021

Tabla 3. Impactos no monetarios de la minería ilegal con balsas en la triple frontera (2021)

Tipo de Impactos	Perú	Colombia	Brasil	Total
Número de balsas detectadas	2	4	15	21
Total de extracción de oro (balsas operando por 1 año)	24	48	180	240
Producción de oro (kg)	5,506	40,896	81,54	127,9
Sedimentos retirados (t)	1.765.944	863.350	3.165.382	5.794.677
Sedimentos que generan pluma (impacto) (t)	2.490	5.856	11.205	19.551
Mercurio utilizado (kg) - 2,33 kg por kg de oro	12,82	95	189,98	298
Mercurio vertido en ríos (kg) - 20%	2,56	19,05	37,99	59,62

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del [estudio de caso](#).



Crédito: Shutterstock

Tabla 4. Impactos monetarios de la minería ilegal con balsas en la triple frontera (2021)

Tipo de Impactos	Perú (USD)	Colombia (USD)	Brasil (USD)	Total (USD)
Sedimentación de ríos	63.159	75.791	849.964	988.914
Síntomas neuropsicológicos en mineros ilegales	66.773	604.925	997.509	1.699.207
Pérdida de CI en los fetos	6.996	35.883	113.082	155.961
Riesgo de enfermedades cardiovasculares	440.549	10.144.737	7.206.071	17.791.357
Costo total	577.477	10.861.336	9.166.626	20.605.439

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del [estudio de caso](#).

La mayoría de los costos (aproximadamente 90% para Perú y Brasil, y 99% para Colombia) están relacionados con la salud, y más específicamente con la recuperación de personas con síntomas neuropsicológicos y enfermedades cardiovasculares. Los impactos y por ende, costos se ven influidos por la potencia de los motores de las balsas que extraen el mineral de los lechos fluviales; es decir, balsas con mayor potencia y capacidad de producción, removerán mayores sedimentos y utilizarán mayores cantidades de mercurio. Como en el primer caso, la diferencia de costos por país también es significativa, siendo Colombia, el país con mayores costos de recuperación de problemas de salud (tanto para consumidores de pescado como los mineros) como consecuencia de la actividad ilegal minera. La exposición para los mineros al mercurio es, por supuesto, más intensa y representa un costo de USD 1.669.207.

3.2.2 Resultados para el Caso 2. Período de 2022

En las Tablas 5 y 6 se puede observar en este escenario el incremento en los costos monetarios y no monetarios de los impactos mineros con el aumento del número de balsas. En comparación con 2021, este escenario cuenta con 40 balsas más consideradas entre Colombia y Brasil (Perú no se incluyó en este año de análisis).

Tabla 5. Impactos no monetarios de la minería ilegal con balsas en la triple frontera (2022)

Tipo de Impactos	Colombia	Brasil	Total
Número de balsas	10	51	61
Total de extracción de oro (Balsas operando por 1 año)	120	612	732
Producción de oro (kg)	50,4	277,2	327,6
Sedimentos retirados (t)	1.956.528	10.762.301	12.718.829
Sedimentos que generan pluma (impacto) (t)	14.641	38.097	52.738
Mercurio utilizado (kg) - 2,33 kg por kg de oro	117,43	645,96	763,39
Mercurio vertido en ríos (kg) - 20%	23,49	129,19	152,69

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del [estudio de caso](#).

Tabla 6. Impactos monetarios de la minería ilegal con balsas en la triple frontera (2022)

Tipo de Impactos	Colombia	Brasil	Total
Sedimentación de ríos	189.478	2.167.409	2.356.888
Síntomas neuropsicológicos en mineros ilegales	1.512.314	3.391.533	4.903.847
Pérdida de CI en los fetos	89.708	384.481	474.189
Riesgo de enfermedades cardiovasculares	27.699.195	27.234.511	54.933.706
Costo Total	29.490.695	33.177.935	62.688.631

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del [estudio de caso](#).

Durante el período de 2022 la mayoría de los costos (más del 95% para los dos países) también están relacionados con la salud, principalmente en relación con la recuperación de personas con síntomas neuropsicológicos y enfermedades cardiovasculares por la exposición al mercurio empleado en la minería. Además de la contaminación de la población, los mineros se ven afectados por problemas más graves debido a la exposición directa al metal. Esta exposición representa un costo relacionado con la recuperación y el tratamiento de los síntomas neuropsicológicos del mercurio.

4 Resultados generales de la aplicación de la Calculadora en los casos piloto



Crédito: FCDS

La calculadora ha permitido monetizar la pérdida de bienestar de la sociedad por el impacto de la actividad minera ilegal en estas dos regiones seleccionadas. Estas cifras no solo permiten elevar alertas en cuanto a la severidad del problema, sino estimular la adopción formal de la calculadora para utilizar las cifras, que están respaldadas por literatura científica, en juicios y sentencias futuras.

En términos generales, los daños económicos totales para cada estudio de caso oscilaron entre 20 y 86 millones de dólares. A través del análisis de los resultados, se observa que los daños a la salud presentan las cifras más elevadas. Esta cifra se deriva de los costos de hospitalización de cada país que pueden variar sustancialmente.

El proceso apoyado por el ASL, logró además fortalecer las capacidades de las instituciones de Brasil, Colombia y Perú para evaluar económicamente los impactos socioambientales de la minería ilegal aurífera. El uso de herramientas económicas, como la calculadora de impactos de la minería ilegal de oro, les proporcionó información económica de fácil acceso e interpretación basada en evidencia confiable para presentar casos ante los tribunales, fortalecer su proceso de toma de decisiones, y crear conciencia sobre los impactos. Además, los órganos de control podrán beneficiarse de la herramienta en los procesos de planificación de inversiones en fiscalización, vigilancia y prevención, ya que se mostró el nivel de costos sociales que se pueden evitar si se invierte en este tipo de acciones.

5 Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Con el crecimiento de la minería ilegal en la región amazónica, ha surgido la necesidad de construir herramientas que sean capaces de facilitar el abordaje, sea de prevención, combate, mitigación o remediación. La calculadora de impactos de la minería ilegal de oro nació de la necesidad de estimar los daños causados por esta actividad, y su implementación en Brasil, así como los estudios de caso y pruebas piloto en áreas sensibles de Perú y Colombia ha dado cuenta de la utilidad y alcances de esta herramienta.

La calculadora tiene gran potencial legal si se integra de forma automatizada a un sistema de detección de balsas, como el que utilizan la empresa Maxar y la Policía Federal brasileña. De este modo, sería posible evaluar los impactos de las actividades con celeridad, ayudando al trabajo de las autoridades de inspección y produciendo resultados en tiempo real, y así tener la posibilidad de juzgar los casos y dar sentencias respaldadas por la literatura científica.

Pero los alcances de la calculadora de impactos van mucho más allá del tema legal al estimar impactos en el bienestar de la sociedad. Tiene el potencial de reflejar la magnitud del problema, contribuir a una mayor formalización de las operaciones de la pequeña minería artesanal, pues al dar cuenta de los efectos negativos del mercurio en la salud humana, especialmente en los trabajadores mineros que realizan amalgamaciones, puede promover un cambio de comportamiento con el uso de tecnologías que impidan la liberación de mercurio, como la retorta, o incluso la adopción de prácticas sin el uso de mercurio. De igual forma, puede visibilizar el impacto en la salud que tienen las poblaciones que consumen el pescado proveniente de las aguas contaminadas con mercurio a través de campañas educativas para evitar este consumo. Finalmente, la calculadora puede facilitar el llamado de alerta hacia las amenazas que enfrentan los territorios indígenas, las áreas naturales protegidas y sus habitantes.

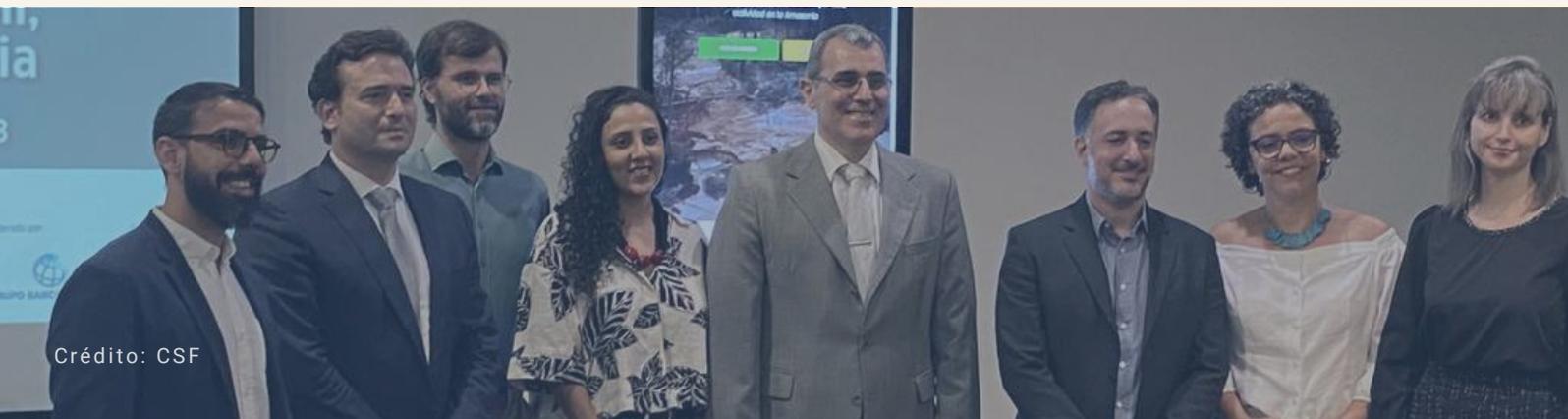


Crédito: Banco Mundial

5.2 Recomendaciones

La implementación de la Calculadora en Brasil, el proceso para la adaptación de la Calculadora en Perú y Colombia, así como la puesta en funcionamiento de la herramienta en zonas prioritarias de los países involucrados, dejó numerosos aprendizajes y recomendaciones entre las que cabe destacar:

Expansión del alcance de la Calculadora



- Fomentar la aplicación práctica de la herramienta en la formulación de nuevos casos de estudio a gran escala en toda la Amazonía e incorporar como parte de la calculadora a otras regiones amazónicas transfronterizas que están siendo amenazadas por el rebrote de la minería ilegal de oro.
- Incluir el uso de la calculadora en la evaluación y valoración de técnicas libres de mercurio para demostrar sus beneficios socioeconómicos.
- Homologar la terminología técnica aplicable al sector MAPE entre países incluidos en la calculadora (e.g. tipo de minería, materiales usados en la actividad minera, técnicas utilizadas en campo, entre otros).
- Promover nuevos estudios que evalúen la relación entre la ingesta de mercurio y el aumento del riesgo de daños a la salud, que brinden mayor evidencia cuantitativa en términos de variaciones en los riesgos relativos y fracciones atribuibles al mercurio, además del monitoreo continuo de los niveles de contaminación en la población.
- Realizar estudios de monitoreo a largo plazo que recolecten concentraciones de mercurio en agua, sedimentos y peces, particularmente en el bioma amazónico. Estos esfuerzos pueden generar registros de datos a largo plazo que se pueden comparar con los pronósticos. Sin estos estudios, es difícil cuantificar las respuestas ambientales a un cambio en la extracción de oro y evaluar el tiempo requerido para que tales respuestas se manifiesten.
- Promover mayores espacios de intercambio entre las agencias para manejo de emergencias a nivel nacional y entre fiscalías a nivel internacional, principalmente entre países vecinos como Perú, Ecuador, Colombia, Brasil, sobre todo para articular acciones en las zonas transfronterizas.
- Seguir impulsando el intercambio de experiencias entre Brasil y los otros países beneficiarios de la calculadora. De la organización de los talleres se constató que a pesar de los retos logísticos -en términos de distancia y tiempo de traslado- a lo largo del proyecto hubo una amplia disponibilidad y disposición de los representantes del MPF de Brasil (procuradores y peritos) para difundir la aplicación práctica de la calculadora en los diversos eventos realizados. Los intercambios fueron piezas fundamentales para los esfuerzos de generar interés institucional, voluntad para actuar colaborativamente y compartir conocimiento de las mejores prácticas.

- Fortalecer las capacitaciones sobre economía y conceptos de valoración económica, sobre todo dirigida a operadores de justicia, en torno al impacto ocasionado por la minería ilegal de oro en la Amazonía. Es recomendable que la capacitación sea continua, dado el alto nivel de rotación de autoridades. Por ello, es importante asegurar que los conocimientos adquiridos por las autoridades capacitadas puedan alojarse a nivel institucional y sean transferidos al personal competente. Para asegurar esto será necesario realizar un constante monitoreo de cómo se viene aplicando los conocimientos adquiridos, y cómo se viene realizando la adaptación de la calculadora en ambos países. Las comunidades locales e indígenas directamente afectadas por la minería ilegal de oro también deberían ser un público objetivo importante de este fortalecimiento de capacidades, pues les ayudaría a obtener argumentos económicos para sostener sus demandas.
- Descentralizar las capacitaciones a autoridades competentes (Ministerio Público, fiscalías ambientales, gobiernos regionales, Policía Nacional, Cancillería, entre otros) en las regiones/departamentos más afectados por la minería ilegal de oro. Para la convocatoria en regiones es recomendable realizar visitas previas presenciales para tener un primer contacto con las autoridades para asegurar buena convocatoria.
- Desarrollar campañas de comunicación para difundir los resultados de la calculadora a diferentes audiencias, desde comunidades locales y autoridades gubernamentales hasta el público en general, para sensibilizarlos e involucrarlos. Tales campañas deben adaptarse a los contextos socioculturales apropiados y sus lenguajes.
- Establecer alianzas con medios de prensa especializados en temas ambientales, y especialmente en minería ilegal, para promover la capacitación, la difusión y para realizar informes periodísticos de investigación donde se apoye:
 - El asesoramiento en la interpretación de los resultados de la calculadora en los territorios donde se ha aplicado.
 - El asesoramiento y/o análisis en nuevas áreas amenazadas por la minería ilegal y que aún no han sido incorporadas en la herramienta.
- Adaptar la calculadora para: (i) incluir otros ecosistemas en los que también se desarrolle actividad minera de oro (y no únicamente a la región amazónica), (ii) considerar otras sustancias tóxicas utilizadas en la actividad MAPE, como por ejemplo el cianuro, (iii) evaluar el impacto ocasionado por la minería legal de oro, (IV) expandir el uso de la calculadora para fines preventivos de la actividad ilícita, y no únicamente sancionadores y de reparación del daño, y (V) ampliar a otros delitos ambientales.



Crédito: Shutterstock



Crédito: FCDS

Colaboración interinstitucional, amazónica y de mayor escala

Articular acciones y agendas con diversos actores trabajando en la misma temática en los países involucrados. Esto ayudará a potenciar el alcance, trabajar en una agenda coordinada y evitar la duplicidad de esfuerzos. En ese sentido, vale la pena mencionar que la coordinación estrecha entre CSF y FCDS, y a su vez con los miembros de la ARAIMO contribuyó a que se articularán agendas dada la afinidad temática y la coincidencia de actores interesados.

Incorporar la calculadora dentro de los esfuerzos más amplios de monitorear de manera detallada y articulada por parte de países vecinos la presencia e intensidad de la actividad minera en los ríos amazónicos. Dicho monitoreo se beneficiaría al contar con protocolos de libre acceso para el registro de la información.

Promover la gestión dirigida a que se incorporen en políticas y leyes correspondientes, la necesidad de usar metodologías robustas y validadas para calcular los valores sociales y ambientales de la minería.

Dentro de cada país y entre países, fortalecer el trabajo interinstitucional entre las entidades ambientales pertinentes con información de valoración económica de la extracción ilícita de oro, ya sea en áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento.

Formalizar un mecanismo de cooperación entre instituciones gubernamentales relevantes sobre temas relacionados con el impacto de la minería y que ayuden a mejorar la toma de decisiones informadas. Involucrar a la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) en estos esfuerzos que pueden requerir arreglos y encuentros entre cancillerías, y que podrían derivar en la adaptación regional de la calculadora.

Las implicaciones concretas que las experiencias del uso de la calculadora en Brasil, Colombia y Perú han señalado no sólo han sido relevantes para la presente situación de la lucha contra la minería ilegal en cada país, sino que permite pensar en los alcances de la metodología para el futuro. La calculadora facilita la homologación de procedimientos y, por tanto, el desarrollo de acciones conjuntas para enfrentar un problema regional. Es parte de un proceso multisectorial que permite la acción regional y conjunta para investigar los impactos de la minería aurífera, pero también desarrollar planes de acción para promover beneficios socioambientales y económicos para los pueblos que viven en la Amazonía. Esta coordinación multi-país atrae financiamiento internacional interesado en promover el desarrollo económico sostenible en América Latina, algo que sin duda repercutirá positivamente en el desarrollo de la región en todos los niveles.

La calculadora de impactos es un paso importante en un esfuerzo integral para enfrentar la actividad ilegal. La comprensión de los costos de sus impactos será información clave para los tomadores de decisión tanto en escenarios nacionales como transfronterizos.

6. Bibliografía

de Bakker, L. B., Gasparinetti, P., de Queiroz, J. M., & de Vasconcellos, A. C. S. (2021). Economic impacts on human health resulting from the use of mercury in the illegal gold mining in the Brazilian Amazon: A methodological assessment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11869. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211869>

Centro Amazónico de Antropología y Aplicación Práctica - CAAAP (2017). "Comunidades de Yaguas alertan que mineros ilegales buscan desinformar a población." Agencia Andina. Disponible en: <https://n9.cl/neysn>

Seroa Da, Motta. (1997). Manual para valoración econômica de recursos ambientais. En Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

Diringer, S. E., Feingold, B. J., Ortiz, E. J., Gallis, J. A., Araújo-Flores, J. M., Berky, A., Pan, W. K. Y., & Hsu-Kim, H. (2015). River transport of mercury from artisanal and small-scale gold mining and risks for dietary mercury exposure in Madre de Dios, Peru. *Environmental Science. Processes & Impacts*, 17(2), 478–487. <https://doi.org/10.1039/c4em00567h>

Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz (2020). Avaliação da exposição ambiental ao mercúrio proveniente de atividade garimpeira de ouro na Terra indígena Yanomami - Roraima, Amazônia, Brasil. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. ENSP.

Gasparinetti, P., Brandão, D.O., Araújo, V., & Araújo, N. (2019) "Estudo de viabilidade econômica para projetos financiáveis de restauração florestal: Casos no sul do Amazonas." *Conservação Estratégica*, Documento de Trabalho.

Gasparinetti, P., Bakker, L., Queiroz, J., Vilela, T., Lobo, F., & Nagel, G. (2021) "Metodologia de valoración de impactos do garimpo ilegal de ouro na Amazônia." *Conservação Estratégica*, Série Técnica 53.

Lobo, F., Costa, M., Novo, E., & Telmer, K. (2016). Distribution of artisanal and small-scale gold mining in the Tapajós river basin (Brazilian Amazon) over the past 40 years and relationship with water siltation. *Remote Sensing*, 8(7), 579. <https://doi.org/10.3390/rs8070579>

Finer M, Mamani N (2018) Minería Aurífera alcanza Máximo Histórico de Deforestación en la Amazonía Sur Peruana. MAAP:96.

Mahaffey, K. R. (2004). Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the ω -3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits. *Environmental Research*, 95(3), 414–428. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2004.02.006>

Rodriguez, A. M. M. (2010). The impact of subsistence hunting by tikunas on game species in amacayacu National Park, Colombian Amazon. Amazonaws.com. http://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project_reports/PhD.pdf

Roman, H. A., Walsh, T. L., Coull, B. A., Dewailly, É., Guallar, E., Hattis, D., Mariën, K., Schwartz, J., Stern, A. H., Virtanen, J. K., & Rice, G. (2011). Evaluation of the cardiovascular effects of methylmercury exposures: Current evidence supports development of a dose–response function for regulatory benefits analysis. *Environmental Health Perspectives*, 119(5), 607–614.

<https://doi.org/10.1289/ehp.1003012>

Rorato, A. C., Camara, G., Escada, M. I. S., Picoli, M. C. A., Moreira, T., & Verstegen, J. A. (2020). Brazilian amazon indigenous peoples threatened by mining bill. *Environmental research letters*, 15(10), 1040a3. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb428>

Sánchez-Cuervo, A. M., de Lima, L. S., Dallmeier, F., Garate, P., Bravo, A., & Vanthomme, H. (2020). Twenty years of land cover change in the southeastern Peruvian Amazon: implications for biodiversity conservation. *Regional Environmental Change*, 20(1). <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01603-y>

Swenson, J. J., Carter, C. E., Domec, J.-C., & Delgado, C. I. (2011). Gold mining in the Peruvian Amazon: global prices, deforestation, and mercury imports. *PloS One*, 6(4), e18875.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018875>

Sociedad Zoológica de Frankfurt (SZF) (2022). Colombia y Perú, unidos contra los impactos de la minería ilegal de oro. Monica Jaramillo. Disponible en: <<https://colombia.fzs.org/news/colombia-y-peru-unidos-contra-los-impactos-de-la-mineria-ilegal-de-oro/>>. Acceso el 27 de septiembre de 2022.

Tamayo, Jesús; Salvador, Julio; Vásquez, Arturo y Víctor Zurita (Editores) (2017). *La industria de la minería en el Perú: 20 años de contribución al crecimiento y desarrollo económico del país*. Osinergmin. Lima-Perú.

Ungar, P., & Strand, R. (2012). Inclusive protected area management in the Amazon: The importance of social networks over ecological knowledge. *Sustainability*, 4(12), 3260–3278.

<https://doi.org/10.3390/su4123260>

APOYADO POR



AGENCIAS IMPLEMENTADORAS

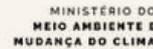


AGENCIAS EJECUTORAS

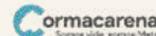
BOLIVIA



BRASIL



COLOMBIA



ECUADOR

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica



GUYANA



PERÚ



SURINAM



WORLD BANK.ORG/ASL-PROGRAM

PARA MAS INFORMACIÓN NOS PUEDE CONTACTAR EN: ASL-INFO@WORLD BANK.ORG