

# Mining Conflicts: Impacts on the Amazon Ecosystem. A systematic review between the years 2012-2022

Celydey Lizeth Cabanillas Briceño<sup>1</sup>, Jackelin Polo Sanchez<sup>1</sup>, Jessica Marleny Luján Rojas, Mg.<sup>2</sup>, Grant Ilich LLaque Fernández, Mg.<sup>3</sup>, Marlon Walter Valderrama Puscan, Mg.<sup>4</sup>, and Flor Alicia Calvanapon Alva, Dra.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental, Universidad Privada del Norte, Perú, N00169410@upn.pe, N00175067@upn.pe

<sup>2</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, jessica.lujan@upn.pe

<sup>3</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, grant.llaque@upn.pe

<sup>4</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, marlon.valderrama@upn.pe

<sup>5</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, flor.calvanapon@upn.pe

*Abstract— Currently, mining conflicts in the Amazonian ecosystems cause negative impacts on biodiversity and society. Therefore, the objective of this review was to know the impacts of mining conflicts in the Amazonian ecosystem, it was developed under the PRISMA methodology approach, which is based on the identification, selection and evaluation of studies related to the topic. We worked with databases such as Dialnet, EBSCOhost, IOPscience, ProQuest, SciELO, ScienceDirect, SCOPUS, SpringerLink, ResearchGate, Repository - TDX, Taylor and Francis Group and Wiley Online Library; the research was selected based on inclusion criteria such as period, language and relationship with the study variables and that it contains IMRD structure. It was determined that informal mining with 54% covers the largest territorial extension, occupied by native and indigenous populations, generating impacts on regulation, support and provision services, due to illegal logging, use of toxic inputs and drilling of extractive wells, since there is no adequate territorial planning or participatory dialogue. Soil, water and air are affected with 52%, 42% and 6%, respectively. The conclusion is that the environmental surroundings are affected by mining activities.*

**Keywords:** Mining conflicts, Ecosystem, Amazonia.

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.31>  
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

# Mining Conflicts: Impacts on the Amazon Ecosystem. A systematic review between the years 2012-2022

## Conflictos mineros: Impactos en el Ecosistema de la Amazonía. Una revisión sistemática entre los años 2012-2022

Celydey Lizeth Cabanillas Briceño<sup>1</sup>, Jackelin Polo Sanchez<sup>1</sup>, Jessica Marleny Luján Rojas, Mg.<sup>2</sup>, Grant Ilich LLaque Fernández, Mg.<sup>3</sup>, Marlon Walter Valderrama Puscan, Mg.<sup>4</sup>, and Flor Alicia Calvanapon Alva, Dra.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería Ambiental, Universidad Privada del Norte, Perú, N00169410@upn.pe, N00175067@upn.pe

<sup>2</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, jessica.lujan@upn.pe

<sup>3</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, grant.llaque@upn.pe

<sup>4</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, marlon.valderrama@upn.pe

<sup>5</sup>Departamento de Humanidades, Universidad Privada del Norte, Perú, flor.calvanapon@upn.pe

**Resumen–** Actualmente los conflictos mineros en los ecosistemas de la Amazonía originan impactos negativos en la biodiversidad y sociedad. Por lo que, la presente revisión tuvo como objetivo conocer los impactos de los conflictos mineros en el ecosistema de la Amazonía, se desarrolló bajo el enfoque de la metodología PRISMA que se basa en la identificación, selección y evaluación de estudios relacionados con el tema. Se trabajó con bases de datos como Dialnet, EBSCOhost, IOPscience, ProQuest, SciELO, ScienceDirect, SCOPUS, SpringerLink, ResearchGate, Repository – TDX, Taylor and Francis Group y Wiley Online Library; las investigaciones se seleccionaron en base a criterios de inclusión como el periodo, idioma y la relación con las variables de estudio y que contenga estructura IMRD. Se determinó que la minería informal con el 54% abarca mayor extensión territorial, ocupadas por poblaciones nativas e indígenas, generando impactos sobre los servicios de regulación, soporte y provisión, a causa de la tala ilegal, uso de insumos tóxicos y perforación de pozos extractivos, ya que no existe un ordenamiento territorial adecuado, ni diálogo participativo. En dónde el suelo, agua y aire se ven afectados con un 52%, 42% y 6%, respectivamente. Se concluye que, los entornos ambientales son afectados por las actividades mineras.

**Palabras clave--** Conflictos mineros, Ecosistema, Amazonía.

**Abstract–** Currently, mining conflicts in the Amazonian ecosystems cause negative impacts on biodiversity and society. Therefore, the objective of this review was to know the impacts of mining conflicts in the Amazonian ecosystem, it was developed under the PRISMA methodology approach, which is based on the identification, selection and evaluation of studies related to the topic. We worked with databases such as Dialnet, EBSCOhost, IOPscience, ProQuest, SciELO, ScienceDirect, SCOPUS, SpringerLink, ResearchGate, Repository - TDX, Taylor and Francis Group and Wiley Online Library; the research was selected based on inclusion

criteria such as period, language and relationship with the study variables and that it contains IMRD structure. It was determined that informal mining with 54% covers the largest territorial extension, occupied by native and indigenous populations, generating impacts on regulation, support and provision services, due to illegal logging, use of toxic inputs and drilling of extractive wells, since there is no adequate territorial planning or participatory dialogue. Soil, water and air are affected with 52%, 42% and 6%, respectively. The conclusion is that the environmental surroundings are affected by mining activities.

**Keywords:** Mining conflicts, Ecosystem, Amazonia.

### I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía es muy importante ya que abarca alrededor de la mitad de la selva tropical de nuestro planeta [1]. Posee diversas áreas naturales, que resultan ser el hábitat de especies de mamíferos, aves, anfibios e inclusive civilizaciones humanas indígenas [2].

Alberga grandes bosques tropicales, quienes estabilizan el terreno para que las precipitaciones sigan su curso, evitando inundaciones [3]. La biodiversidad de la región permite la conservación de los ecosistemas, proporcionando diversos bienes y servicios [4]. Desafortunadamente, el desarrollo de las actividades económicas extractivas genera la vulneración de los ecosistemas.

Cabe mencionar, que entre dichas actividades encontramos a la minería que viene ocasionando estragos en el entorno social y en la naturaleza, debido a su gran auge [5]. La demanda del oro, ha aumentado en los países desarrollados, durante los últimos años; ocasionando una sobreexplotación de recursos en zonas nativas económicamente pobres [6]. Al aumentar la minería, los conflictos socio ambientales resultan ser más notorios; al presentarse protestas y acciones violentas debido a

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.31>  
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

la vulneración de los derechos de los pobladores que habitan cerca de las zonas de extracción [7].

En efecto, las actividades extractivas ocasionan una grave contaminación en los ecosistemas amazónicos [8]. Siendo los bosques uno de los recursos principales en ser vulnerados para tal actividad económica [9]. A causa del arrojo de residuos provenientes de sus operaciones, los ecosistemas terrestres y acuáticos resultan ser alterados [10]. El medio hídrico en especial, debido a que la minería es una actividad muy intensiva en agua [11].

Los conflictos mineros no solo existen en la Amazonía, sino que se extienden en diferentes zonas a nivel mundial [12]. El desarrollo de la minería ilegal ocasionó efectos negativos en Las Islas Bangka Belitung; pero, los que corren con los costos de revitalización del ecosistema son los inversionistas externos, mientras que los pobladores de la zona están más interesados en los beneficios económicos que este trae en sus ventas [13].

Por ello, se requiere un trabajo en conjunto entre los gobiernos y agencias de desarrollo, respecto a la inversión para que las actividades mineras ilegales se formalicen y sean fiscalizadas según la normativa establecida en cada país [14]. Realizando diferentes análisis como físicoquímicos, toxicológicos y monitoreos rutinarios, para prevenir posibles impactos negativos en los ecosistemas [4]; teniendo en cuenta que para la formalización es importante conocer las limitaciones y fortalezas de la zona de estudio [15].

En fundamento al interés adoptado al presente tema de investigación, podemos informar que, en los últimos diez años, a partir del año 2020, los estudios se han incrementado significativamente, con respecto a los conflictos mineros en los ecosistemas de la Amazonía, en base a los artículos científicos revisados.



Figura 1. Cantidad de estudios según los años de publicación, durante los últimos diez años

La contaminación minera al tener una elevada demanda a nivel mundial, presenta una normativa correspondiente para cada país extractor; sin embargo, [6] las leyes establecidas no abordan toda la problemática, porque en la formulación de marco normativo no se respetan los derechos de los pobladores, siendo las empresas los principales beneficiados al apropiarse de áreas nativas o indígenas. Asimismo, [16] las organizaciones sociales están en contra de dichas actividades que generan malestar social y ecológico a causa del mal aprovechamiento de

recursos. Por ello, es importante que antes de aprobar una normativa, se establezcan criterios socio ambientalistas con el fin de garantizar la preservación de los ecosistemas y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Los conflictos mineros se dan entre empresas legales o informales contra los grupos defensores de la zona [17], estas disputas amenazan con acabar con los ecosistemas [18], debido a que las leyes son poco estrictas con respecto al ordenamiento territorial, en donde muchos aprovechan esto para realizar prácticas ilegales [7], poniendo en riesgo su seguridad y salud [19].

En relación con lo anterior, los conflictos mineros se consideran una amenaza significativa en la Amazonía [20], al dejar que este afecte los ecosistemas [21], ya que en sus operaciones emplean insumos tóxicos como el mercurio, alterando el paisaje, ocasionando pérdida de bosques e intoxicando lentamente a los seres vivos [22]. Esto se va desarrollando en forma de una cadena de contaminación [23].

La minería en la Amazonía transporta contaminantes como el mercurio a través de las corrientes de agua, afectando el ecosistema y con este, la vida acuática que a su vez contamina el ecosistema terrestre y a los seres vivos [24]. Para evitar los conflictos es necesario comunicación por parte de ambos interesados [25]. Finalmente, con el objetivo de conocer los impactos de los conflictos mineros en el ecosistema de la Amazonía, se realizó el análisis a partir de artículos de investigación científica.

## II. METODOLOGÍA

La presente investigación fue realizada mediante la aplicación de la Declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), debido a que está propuesta como guía de presentaciones de revisiones sistemáticas y metaanálisis, brindando seguridad a los lectores con respecto a la veracidad y exactitud de los métodos y resultados [26].

La revisión sistemática se basó en la indagación, selección e identificación de artículos y tesis con el objeto de responder a las interrogantes ¿Qué generan los conflictos mineros en el ecosistema? ¿Qué tipos de servicios ecosistémicos vienen siendo afectados? ¿Qué tipo de minería existe? ¿La minería es formal o informal? ¿Qué problemática se presenta en cada país de estudio? ¿Cuáles son los agentes perjudicados? ¿Qué medidas están tomando para contrarrestar los impactos? ¿Cuáles son los principales entornos ambientales contaminados? ¿Cuáles son las actividades contaminantes y sus efectos? que nos permitirán recopilar más información respecto a los conflictos mineros en los ecosistemas Amazónicos a partir del análisis de artículos de investigación científica.

Los criterios de selección que se han considerado en el desarrollo de la presente investigación son los artículos científicos, artículos sistemáticos y tesis doctorales, comprendidos en los últimos diez años, además de ello, se aceptaron bases de datos de idiomas en español, inglés y portugués, en donde todos los artículos contaron con la

estructura IMRD (introducción, metodología, resultados, y discusión), dichos estudios fueron obtenidos de revistas científicas e instituciones universitarias, que incluyan las variables de estudio, todos estos criterios se aplicaron en base el objetivo de estudio.

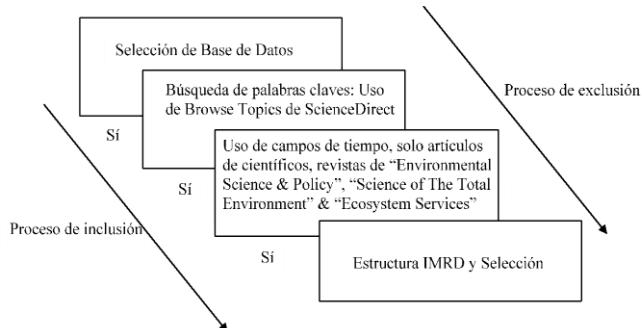


Figura 2. Diagrama de flujo de proceso de búsqueda e inclusión de artículos

Asimismo, se realizó la búsqueda de información en bases de datos como: Dialnet, EBSCOhost, IOPscience, ProQuest, SciELO, ScienceDirect, SCOPUS, SpringerLink, ResearchGate, Repositorio – TDX, Taylor and Francis Group y Wiley Online Library, para ello, se emplearon palabras clave en idioma inglés, mientras que para Dialnet, ResearchGate y SciELO se hizo uso de palabras clave en español. Se hizo uso de operadores booleanos para la inclusión o exclusión como AND/OR referente a una o dos variables, adicionalmente para la precisión de la búsqueda se incluyó el uso de comillas, en el periodo de tiempo establecido.

Además de ello, se empleó filtros para temas de investigación como “Research articles”, en revistas como, “Science of The Total Environment”, “Environmental Science & Policy” y “Ecosystem Services”, al igual que títulos que contengan la variable de estudio “conflictos mineros” que tengan consecuencia en los “ecosistemas” y en el ámbito de estudio en la “Amazonía”.

A la periodicidad se basó en una década (2012 – 2022) por lo que los artículos fuera del periodo seleccionado se excluyeron; del mismo modo, se tomó en cuenta el título con el fin que contengan la variable de estudio y el rubro, por lo que estudios de países fuera de la Amazonía quedaron excluidos en esta revisión. Por otro lado, otro criterio importante fue el resumen, donde se seleccionaron solo artículos de interés para nuestra investigación, corroborando su estructura IMRD, para después, finalmente, ser considerados.

En la primera búsqueda se obtuvo un resultado de 206 artículos científicos, luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 50 artículos de investigación, los cuales están orientados al objetivo de la revisión; tomando como base la relación de las variables de estudio, siendo necesario el análisis de los resultados y conclusiones para poder vindicar su inclusión.

Por último, para la obtención de los datos de las investigaciones se consultaron en las bases de datos ya mencionadas, en donde se registró un total de 72 investigaciones en una matriz en el software de Excel, en donde

se organizó la información mediante 15 campos de evaluación como, título, autor, año, tipo de estudio, palabras clave, resumen, variable 1 (conflictos mineros), variable 2 (ecosistemas), rubro, descarte/inclusión, enfoque metodológico, fuente de título, link, estructura IMRD y el nombre de la revista. Una vez que la matriz estuvo elaborada, se llenó toda la información requerida, y finalmente, se procedió a clasificar cada artículo, ya sea para su selección o exclusión de la presente revisión.

TABLA I  
CUADRO DE ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Base de Datos	Palabras clave	Conejor	Palabra clave
Dialnet	Conflictos		
ResearchGate	mineros en la		
SciELO	Amazonía		
EBSCOhost			
ProQuest			
Repositorio – TDX	Mining in the		
Taylor and Francis	Amazon and	AND/OR	ecosystems
Group	ecosystems		
IOPscience			
ScienceDirect			
SCOPUS	Mining		
SpringerLink	conflicts and		
Wiley Online Library	ecosystems or		
	Amazon		

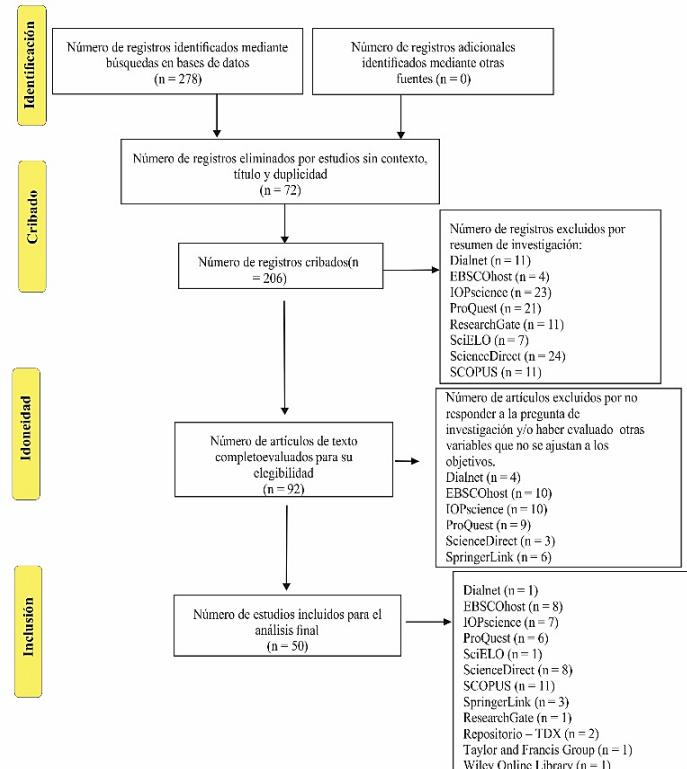


Figura 3. Diagrama de Flujo de selección de información

### III. RESULTADOS

Una vez aplicada la metodología PRISMA, en donde se empleó criterios de inclusión y exclusión, se obtuvieron un total de 50 artículos seleccionados, a continuación, se procede a presentar la información mediante tablas y figuras las cuales sustentarán las preguntas y el objetivo de la presente revisión.

En la figura 4 se puede observar el porcentaje de inclusión de los artículos de investigación por cada una de las bases de datos consultadas. Las bases de datos de IOPscience y SpringerLink tuvieron un mayor número de inclusión de artículos de la presente revisión.

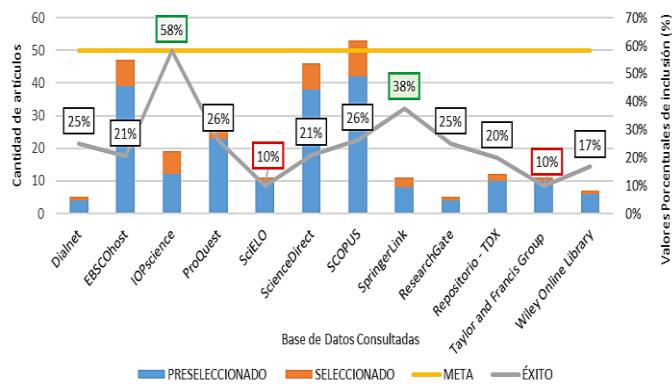


Figura 4. Porcentaje de éxito de inclusión en base al 50% del total de artículos preseleccionados

TABLA II  
NÚMERO DE PUBLICACIONES POR BASE DE DATOS Y POR IDIOMA

Bases de datos	Nº de estudios	%	Inglés	Español	Portugués
Dialnet	1	2		1	
EBSCOhost	8	16	8		
IOPscience	7	14	7		
ProQuest	6	12	6		
SciELO	1	2		1	
ScienceDirect	8	16	8		
SCOPUS	11	22	10		1
SpringerLink	3	6	3		
ResearchGate	1	2		1	
Repositorio - TDX	2	4	1	1	
Taylor and Francis Group	1	2	1		
Wiley Online Library	1	2	1		
Total	50	100	45	4	1
	%		90	8	2

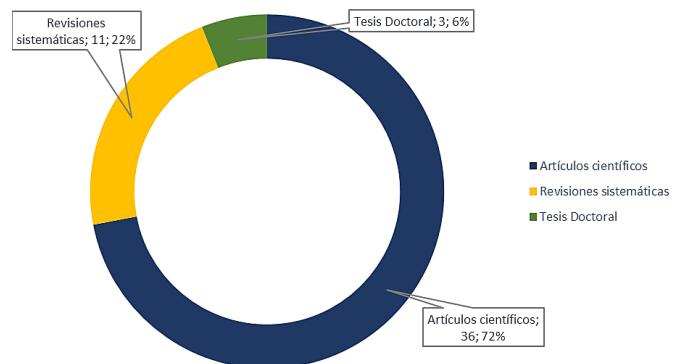


Figura 5. Cantidad y porcentaje de la relación del tipo de documento con la cantidad de artículos encontrados

La figura 6, representa la cantidad y los países en los que se encontró una mayor cantidad de estudios respecto a los conflictos mineros en el ecosistema, entre los cuales Brasil, es el país con más publicaciones realizadas, seguido de Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Guyana.



Figura 6. Cantidad de artículos incluidos por país de publicación

Por otra parte, se distribuyó la información en tablas para su mejor análisis e interpretación de los resultados en referencias a las preguntas de investigación y objeto de estudio de la revisión. Es así como, se detalla la información en cuanto al país, muestra, tipo de servicio ecosistémico afectado, tipo de minería, minería formal o informal, problemática, agentes perjudicados y medidas para contrarrestar dicha problemática (Tabla 3).

**TABLA III**  
**TIPO DE MUESTRA, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS, MINERÍA, DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA, AGENTES PERJUDICADOS Y MEDIDAS PARA CONTRARRESTARLA**

País	Muestra	Tipo de Servicio Ecosistémico afectado	Tipo de minería	Minería		Problemática	Agentes perjudicados	Medidas	Referencias
				Formal	Informal				
Brasil	Suelo	Regulación	Aurífera		X	Falta de educación ambiental y desinformación territorial	Poblaciones indígenas Áreas Protegidas	Formación de “Comunidad de práctica y aprendizaje”	[27]
Brasil	Agua	Regulación	Tajo abierto o de arenas	X		Mala disposición de las áreas para actividades	Población indígena	Mejoramiento del ordenamiento territorial	[28]
Brasil	Aqua	Regulación	Fondos marinos	X		Destrucción de un área ecológica y biológica	Pescadores	Estudio de planificación espacial marina	[29]
Brasil	Aqua	Regulación	Hierro	X		Conflictivo ecológico de distribución Transporte	Población local	Debates en torno a las alternativas al desarrollo	[30]
Brasil	Suelo	Soporte	Minería de áridos	X		La degradación del suelo y la vegetación	Población urbano - rural	Medidas de vigilancia y fiscalización	[31]
Brasil	Aqua	Regulación	Minería costera	X		Explotación de recursos oceánicos	Pescadores	La ordenación del territorio marina	[32]
Brasil	Suelo	Soporte	Minería de extracción	X		Dragado en los ríos Inadecuado uso de terrenos	Comunidades ribereñas	Gestión de áreas protegidas	[33]
Brasil	Suelo	Soporte	Aurífera		X	Inadecuado manejo de insumos tóxicos Sobrexplotación de recursos	Poblaciones aledañas	Aplicación de biotecnologías	[34]
Brasil	Aqua	Regulación	Aurífera		X	Arrojamiento descontrolado de desechos tóxicos	Poblaciones Nativas	Políticas de mitigación	[35]
Brasil	Aqua	Regulación	Aurífera		X	Mal ordenamiento territorial Manejo de residuos tóxicos	Población indígena	Desarrollo de modelos matemáticos	[36]
Brasil	Aqua	Regulación	Aurífera		X	Desinformación de riesgos por uso de sustancias tóxicas	Comunidades ribereñas	Programas de educación ambiental	[37]
Brasil	Suelo	Soporte	Aurífera		X	Invasión de terrenos Falta de acceso en las vías públicas	Población indígena	Identificación de poblaciones vulnerables	[38]
Brasil	Aqua	Regulación	Aurífera		X	Desinformación de riesgos por uso de sustancias tóxicas	Pescadores Población ribereña	Desarrollo de políticas para la conservación de la biodiversidad	[39]
Brasil	Suelo	Soporte	Minería de bauxita	X		Extracción de madera Incendios desde el siglo XX	Comunidades locales	Aplicar un enfoque de servicios ecosistémicos	[40]
Colombia	Suelo	Soporte	Aurífera		X	Invasión de terrenos Reducción de cobertura forestal	Poblaciones rurales	Identificación de variables influyentes en el cambio de la cubierta forestal	[41]
Colombia	Suelo	Soporte	Actividades extractivas		X	Destrucción de ecosistemas forestales	Comunidades	Métodos de detección de perturbaciones de imágenes satelitales y datos etnográficos	[42]
Colombia	Aire	Regulación Soporte	Minería de carbón a cielo abierto	X		Impactos negativos ambientales y sociales	Comunidad local	Identificación de pasivos socioambientales	[43]
Ecuador	Suelo	Soporte	Minería de oro y cobre		X	Amenaza a la biodiversidad y poblaciones Uso inadecuado de terrenos	Poblaciones indígenas	Medidas de conservación y acciones de conservación en el terreno	[44]
Guyana	Suelo	Soporte	Aurífera		X	Pérdida y degradación de los bosques Contaminación del agua	Comunidad indígena	Vinculación de la teledetección satelital con la riqueza de insectos	[45]
Perú	Aire	Regulación Soporte	Minería de pequeña escala (MAPE)	X		Mal aprovechamiento de recursos Mal ordenamiento	Comunidades rurales Poblaciones indígenas	Formalización de minerías	[46]
	Suelo								

Perú	Agua	Regulación Provisión	Minería de oro y cobre	X		Mala disposición de efluentes	Comunidades ribereñas	Realizar monitoreos ambientales en la salida de efluentes	[47]
Perú	Agua	Regulación	Aurífera	X	X	Falta de consulta hacia las poblaciones afectadas Caso omiso a demandas interpuestas	Poblaciones nativas	Incentivar el diálogo entre población y representantes de minería	[48]
Perú	Suelo	Provisión	Aurífera aluvial	X		Disputas con respecto al ordenamiento territorial	Comunidades nativas	Realizar correcciones anticipadas en el estudio EIA	[49]
Perú	Agua Suelo	Regulación Soporte	Aurífera		X	Invasiones mineras en zonas de amortiguamiento	Comunidades rurales e indígenas	Apoyo de instituciones locales y comunitarias	[50]
Perú	Suelo	Provisión	Aurífera		X	Uso excesivo de suelo para la minería	Comunidades indígenas	Realizar un estudio de zonificación	[51]

Por otra parte, la Tabla 4 corresponde a los entornos ambientales afectados, así como las actividades que causan dicha contaminación, los efectos y la referencia correspondiente a los artículos de investigación

TABLA IV.  
IDENTIFICACIÓN DE ENTORNOS AMBIENTALES IMPACTADOS Y SUS EFECTOS

Entorno Ambiental	Actividad contaminante	Efectos	Referencias
		- Mala calidad de agua - Baja productividad de la vida marina - Actividades agrícolas afectadas - Pérdida de recursos hídricos - Concentración de Hg en el ecosistema acuático - Peligro de la vida de la fauna acuática - Problemas a la salud humana	[28] [43] [46] [48] [36] [37] [39] [35]
	Descarga de efluentes de lixiviados		
Agua	Perforación de pozos exploratorios	Pérdida de la sostenibilidad pesquera	[39]
	Explotación de minerales	Afectación en especies de fauna acuática endémicas y en peligro de extinción	[32]
	Uso del agua para los procesos de las mineras		[47]
	Intensificación de la extracción de minerales	Disminución de recursos hídricos	[30]
	Empleo de maquinaria (chupaderas) para extraer oro de depósitos aluviales		[50]
Aire	Uso de explosivos Uso de insumos tóxicos (Hg)	Liberación de gases contaminantes a la atmósfera	[46]
	Extracción almacenamiento transporte	y Daño al Sistema respiratorio	[43]
	Tala indiscriminada forestal	Pérdida de biodiversidad Fragmentación de terrenos de Áreas Protegidas	[41] [42] [44] [45] [46] [40] [31] [38] [33] [30] [50] [27]
Suelo	Inadecuado vertimiento de efluentes mineros	Pérdida de tierras agrícolas y de pastoreo	[43]
	Producción de desechos de excavación y procesamiento	Erosión del suelo	[34]
	Uso desmedido de terrenos indígenas	Limitaciones para el aprovechamiento agrícola Reducción de área para la caza	[51] [49]

#### IV. DISCUSIÓN

Las investigaciones seleccionadas reflejan que en el periodo 2012-2018 no se realizaron muchos estudios referentes al tema de investigación, siendo un 30% del total de los estudios empleados para el desarrollo de la presente revisión; por otra parte, se observa un mayor interés por abordar el tema de conflictos mineros en los ecosistemas en el periodo 2019-2022, sumando así en estos años un 70% del total de investigaciones utilizadas (Figura 1). En la literatura se está estudiando los entornos ambientales que se ven afectados por los conflictos mineros, al igual que las medidas a tomar para afrontar tal problemática.

En relación con lo anterior, [52] menciona que las investigaciones respecto a los conflictos mineros en la Amazonía vienen aumentando, debido al interés que despierta la ecología y la biodiversidad, siendo un factor clave para la realización de proyectos mineros. Como se expresa en la (Tabla 1), la mayor cantidad de artículos fueron procedentes de bases de datos indexadas; asimismo, se observa en la (figura 6) que las revisiones sistemáticas estudiadas conforman un 22%, los artículos científicos un 72%, del total de las investigaciones empleadas, debido a la veracidad y disponibilidad de estudios a nivel mundial. Por último, en los repositorios se encontraron una menor cantidad de estudios realizados respecto al tema seleccionado, representando las tesis doctorales solo el 6%.

La búsqueda de información en base de datos confiables es un factor determinante en la veracidad de la presente revisión, por ello, se realizó la búsqueda en 12 bases de datos (Tabla 2) de las cuales se obtuvieron más estudios en SCOPUS, ScienceDirect y EBSCOhost, las tres representan el 54% de investigaciones seleccionadas. El idioma en la búsqueda de la literatura es fundamental para realizar una buena recopilación de datos, la presente revisión abarcó la búsqueda en tres idiomas, siendo el inglés el predominante con un valor de 45% del total de investigaciones.

Durante el periodo 2012 – 2022, se ha documentado, geográficamente, predominancia por el interés científico en referencia a los conflictos mineros en los ecosistemas. Los resultados de esta revisión indican un mayor porcentaje de publicaciones por países, correspondiente a Brasil (6%), Perú (24%), Colombia (17%), Ecuador (9%), Bolivia (2%) y Guayana (2 %) (Figura 6). [53], sostiene que es importante realizar estudios en la Amazonía, ya que son áreas importantes respecto a sostenibilidad ambiental ya que posee un elevado número de tipo de hábitats a nivel mundial y que estos se ven afectados por impactos negativos que ocasionan los proyectos mineros.

Existen diversos tipos de servicios ecosistémicos [40]. Según la literatura estudiada (Tabla 3), el 47% de estos corresponden al servicio de regulación, 43% al soporte; mientras que, el 10% al servicio de provisión. Cabe señalar que, los servicios de regulación muchas veces no son considerados un factor de vital importancia; sin embargo, este influye directamente en la calidad de los entornos ambientales, así como, en la economía y hábitats de las especies [28], [47] es por ello que, el agua y suelo deben ser mantenidas en buen

estado, debido a que brindan servicios de provisión de alimento y forraje, señala además que, lo antes mencionado es la base en la economía de las comunidades indígenas.

En las comunidades Amazónicas la minería formal e informal, desencadenan conflictos socioambientales (Tabla 3), en muchas ocasiones, la informalidad causa la tala de árboles a gran magnitud [30], debido a la insuficiente intervención de monitoreos, fiscalizaciones e imposición de sanciones correspondientes por parte de las autoridades competentes [46]. Se analizó el desarrollo de estas actividades en cinco países, en Brasil se desarrolla la minería formal e informal en un 50% cada una, mientras que en Colombia (67%), Ecuador (100%) y Guayana (100%) se da la minería informal a mayor escala; en Perú, el 57% de la minería es formal, esto es avalado con el informe proporcionado por El Ministerio de Energía y Minas, quien menciona que en el Perú se está impulsando la formalización de la minería a pequeña y gran escala [54].

Las actividades mineras, ocasionan problemáticas, entre las causas más significativas se encuentra el ineficaz Ordenamiento Territorial [36], al realizarse estas actividades en zonas con abundante biodiversidad ecológica, desencadena la pérdida y destrucción de dichas áreas [55], ya que emplean excesivamente sustancias tóxicas, las cuales son arrojadas a los entornos ambientales sin un adecuado tratamiento, debido a la desinformación de los efectos negativos que este genera, tal como lo menciona [37]. Todo ello, se da sobre poblaciones vulnerables, como comunidades rurales e indígenas [50], incluso poblaciones ribereñas se ven afectadas directamente por los efuentes que contienen lixiviados [39], dichas poblaciones se presentan ante las autoridades para exigir que se realice charlas y consultas de forma anticipada [48].

En relación a lo antes mencionado, las poblaciones vulneradas en conjunto con las autoridades correspondientes analizan medidas para mitigar los conflictos mineros. [38] se deben identificar todas las pequeñas y grandes comunidades expuestas a la problemática; después de ello, [32] se debe realizar un estudio de Ordenamiento Territorial para un correcto aprovechamiento de los terrenos con respecto a su ocupación. Cabe mencionar que, es esencial que se realice una consulta pública, mediante charlas informativas, programas educativos e incluso la aplicación de encuestas [27] (Mere et al., 2021).

Además de ello, para la obtención de resultados precisos se debe hacer uso de la teledetección satelital [45], [42], así como el uso de imágenes satelitales y datos etnográficos para observar los terrenos que abarca la minería y que tan significativos son los impactos generados. Para posteriormente, poder realizar una zonificación sostenible [51]. Asimismo, [31] se deben aplicar medidas de vigilancia y fiscalización, además de [46] incentivar el proceso de formalización a pequeña y grande escala, [35] debido a que las empresas mineras formales operan bajo la aplicación de políticas legales.

En vista que, los conflictos mineros afectan significativamente los ecosistemas, cuestionamos la ineficiencia de los gobiernos de países que tienen dentro de su jurisdicción una abundante Amazonía. Si bien es cierto, el elevado número de mineras formales e informales, no tienen un control adecuado, ocasionando una cadena de impactos

negativos sobre los entornos ambientales. En la presente literatura, los estudios respecto al recurso hídrico representan un 42%, aire tan solo el 6% y el suelo 52%, siendo así dicho entorno el más mencionado en las investigaciones empleadas.

El entorno ambiental del agua, es indispensable para la subsistencia del planeta, este se ve afectado por la extracción de minerales, ya que es una actividad intensiva en agua [47], además de su crecimiento acelerado [32], trae como consecuencia una disminución en el caudal de los cuerpos hídricos [30]. [55] Una de sus principales operaciones consiste en la perforación de pozos para explorar la presencia de metales preciosos; para ello, hacen uso de maquinaria pesada como chupaderas que operan en terrenos sobrecargados. Además, se emplea el mercurio para la obtención del metal [43]. En muchas ocasiones este elemento tóxico se acumula en el agua [37]; por lo que, afecta a las especies acuáticas de flora y fauna [39], lo cual mediante una cadena llega a generar problemas sobre la salud de las poblaciones [35].

Las poblaciones indígenas se ven afectadas por la contaminación del entorno ambiental del aire; [46] indica que el empleo de insumos tóxicos tales como el mercurio son perjudiciales para dicho entorno. [43] indica que la minería ocasiona que se liberen diversos gases y contaminantes a la atmósfera. Mediante la extracción, el almacenamiento y transporte del mineral, el polvo es liberado. Además, el arsénico, mercurio, selenio, cadmio y plomo son elementos que también se presentan en la minería a cielo abierto [43]. Finalmente, la salud de la población, también se ve afectada a causa de las Partículas Totales Suspendidas, ya que son más accesibles de entrar a los alvéolos pulmonares, generando diversas enfermedades respiratorias e inclusive irritación de las membranas mucosas [43].

El suelo es otro de los entornos ambientales que se ve afectado por la minería, ya que para que tal actividad económica se desarrolle sin ningún problema, se requiere de la tala de bosques a gran magnitud, causando un impacto significativo en la flora y la fauna [30]. Asimismo, a causa de la tala forestal indiscriminada ocurre la fragmentación de terrenos de Áreas Protegidas [27]. Por lo que, [41] el cambio de la cubierta forestal afecta el ecosistema, generando así, la pérdida de la biodiversidad.

El uso desmedido de las tierras Amazónicas provoca una reducción del área destinada para la caza de animales y recolección de plantas que sirven para la subsistencia de las poblaciones indígenas [49]. La minería genera desechos de excavación y procesamiento causando susceptibilidad de erosión del suelo [34]. El inadecuado vertimiento de efluentes mineros ocasiona la pérdida de tierras agrícolas y de pastoreo [43].

## V. CONCLUSIONES

Hay que mencionar, la importancia de la realización de estudios que abarquen problemáticas mineras para que exista mayor información, así contribuir con el alcance de este. La Amazonía se extiende por muchos países Sudamericanos, quienes deben analizar y evaluar los beneficios que este trae, así como los impactos que soporta a causa de las actividades que mantienen a flote la economía de sus países. Por otro lado, durante la búsqueda y selección de la literatura, se presentaron limitaciones con respecto a la poca realización de estudios de monitoreo y caracterización del agua, así como también la deficiencia en la aplicación de leyes en base a normativas enfocadas en la preservación del recurso hídrico influenciadas por la minería.

De los hallazgos revisados es esencial determinar el origen del conflicto socioambiental, ya que estos afectan directamente a los ecosistemas Amazónicos. De todo lo antes mencionado, se concluye que el suelo y el agua son los entornos ambientales con mayor frecuencia en impactos significativos, afectando a la gran biodiversidad conformada por flora y fauna, lo cual mediante la cadena trófica llega a generar implicancias en la salud de las poblaciones, debido a las actividades y operaciones mineras que se realizan sin ninguna fiscalización, lo cual en su mayoría es informal.

Por ello, es necesario realizar estudios de impacto ambiental antes y después de que una actividad extractiva se sitúa en un lugar. Además, se debe incentivar a la formalización de la minería, para que sean fiscalizadas adecuadamente bajo las leyes de determinado estado, es decir, tener como aliados estratégicos a los organismos encargados de la fiscalización ambiental en la Amazonía. Por otra parte, para mejorar los servicios ecosistémicos se debe de emplear un método de valoración económica; asimismo, los efectos causados por los conflictos se pueden tratar mediante un diálogo participativo entre los interesados, en donde se busque un consenso en beneficio social y ambiental.

## REFERENCIAS

- [1] O. Bautista, L. Willemen, A. Castro y T. Groen, "The effects of armed conflict on forest cover changes across temporal and spatial scales in the Colombian Amazon," *Regional Environmental Change*, vol. 21, n° 3, pp. 1-16, 2021.
- [2] V. Butsic, M. Baumann, A. Shortlan., S. Walker, y T. Kuemmerle, "Conservation and conflict in the Democratic Republic of Congo: The impacts of warfare, mining, and protected areas on deforestation," *Biological conservation*, vol. 191, pp. 266-273, 2015.
- [3] C. Alho, R. Reis, y P. Aquino, "Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries," *Ambio*, vol. 44, n° 5, p. 412-425, 2015.
- [4] M. Capparelli, M. Cabrera, A. Rico, O. Lucas, S. Alvear, S. Vasco, ... y G. Moulatlet, "An Integrative Approach to Assess the Environmental Impacts of Gold Mining Contamination in the Amazon," *Toxics*, vol. 9, n° 7, pp. 149, 2021.
- [5] J. Ospina, J. Osorio, Á. Henao, D. Palacio y J. Giraldo, «Retos y oportunidades para la industria minera como potencial impulsor del desarrollo en Colombia,» *TecnolÓgicas*, vol. 24, n° 50, pp. 239-256, 2021.
- [6] L. Ventura "Minería y derechos de los pueblos indígenas en América Latina: la disputa por el territorio en Raposa Serra do Sol," 2017. [En línea].

- [7] A. Rorato, G. Camara, M. Escada, M. Picoli, T. Moreira y J. Verstegen, "Brazilian amazon indigenous peoples threatened by mining bill," *Environmental Research Letters*, vol. 15, n° 10, pp. 1040a3, 2020.
- [8] N. Alvarez y T. Aide, "Global demand for gold is another threat for tropical forests," *Environmental Research Letters*, vol. 10, n° 1, pp. 014006, 2015.
- [9] A. González, N. Clerici, y B. Quesada, "Growing mining contribution to Colombian deforestation," *Environmental Research Letters*, vol. 16, n° 6, pp. 064046, 2021.
- [10] J. Corredor, E. Pérez, R. Figueroa y A. Casas, "Water quality of streams associated with artisanal gold mining; Suárez, Department of Cauca, Colombia," *Heliyon*, vol. 7, n° 6, pp. e07047, 2021.
- [11] A. Moura, S. Lutter, C. Siefert, N. Netto, J. Nascimento y F. Castro, "Estimating water input in the mining industry in Brazil: A methodological proposal in a data-scarce context," *The Extractive Industries and Society*, vol. 9, pp. 101015, 2022.
- [12] J. Caballero, M. Messinger, F. Román, C. Ascorra, L. Fernandez y M. Silman, Deforestation and forest degradation due to gold mining in the Peruvian Amazon: A 34-year perspective," *Remote Sensing*, vol. 10, n° 12, p. 1903, 2018.
- [13] B. Province, "Net Social Impact of Illegal Unconventional Onshore Tin Mining in South Bangka, Bangka Island," *Earth Environ*, vol 353, n°6 353 (6), pp. 3-4, 2019.
- [14] N. Alvarez, J. L'Roe y L. Naughton, "Does formalizing artisanal gold mining mitigate environmental impacts? Deforestation evidence from the Peruvian Amazon," *Environmental Research Letters*, vol. 16, no 6, p. 064052, 2021.
- [15] L. Robinson, H. Blincow, F. Culhane y T. O'Higgins. "Identifying barriers, conflict and opportunity in managing aquatic ecosystems," *Science of the Total Environment*, vol. 651, p. 1992-2002, 2019
- [16] L. Sánchez, M. Espinosa y M. Eguiguren, "Perception of socio-environmental conflicts in mining areas: the case of the mirador project in Ecuador," *Ambiente & Sociedade*, vol. 19, p. 23-44, 2016.
- [17] N. Carrasco, "El conflicto amazónico Bagua 2008-2009. La confrontación entre las cosmovisiones del pueblo Awajún-Wampis y el poder político y económico del Perú," 2018. [En línea].
- [18] M. Duran. y J. Olivero, "Vulnerability assessment of Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: World's most irreplaceable nature reserve," *Global Ecology and Conservation*, vol. 28, p. e01592, 2021.
- [19] J. Schilling, A. Schilling, R. Flemmer y R. Froese, "A political ecology perspective on resource extraction and human security in Kenya, Bolivia and Peru," *The Extractive Industries and Society*, vol. 8, n° 4, pp. 100826, 2021.
- [20] R. Achatz, A. de Vasconcellos, L. Pereira, P. Viana y P. Basta, "Impacts of the Goldmining and Chronic Methylmercury Exposure on the Good-Living and Mental Health of Munduruku Native Communities in the Amazon Basin," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, n° 17, pp. 8994, 2021.
- [21] S. Luckeneder, S. Giljum, A. Schaffartzik, V. Maus y M. Tost, "Surge in global metal mining threatens vulnerable ecosystems," *Global Environmental Change*, vol. 69, pp. 102303, 2021.
- [22] P. Basta, P. Viana, A. Vasconcellos, A. Périsse, C. Hofer, N. Paiva, ... y S. Hacon, "Mercury exposure in Munduruku indigenous communities from Brazilian Amazon: Methodological background and an overview of the principal results," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18, n° 17, pp. 9222, 2021.
- [23] A. Nicolau, K. Herndon, A. Flores y R. Griffin, "A spatial pattern analysis of forest loss in the Madre de Dios region, Peru," *Environmental Research Letters*, vol. 14, n° 12, pp. 124045, 2019.
- [24] J. Guayasamin, R. Vandegrift, T. Policha, A. Encalada, N. Greene, B. Ríos, ... y B. Roy, "Biodiversity conservation: local and global consequences of the application of "rights of nature" by Ecuador," *Neotropical Biodiversity*, vol. 7, no 1, p. 541-545, 2021.
- [25] A. Cuya, J. Glikman, J. Groenendijk, D. Macdonald, R. Swaisgood y A. Barocas, "Socio-environmental perceptions and barriers to conservation engagement among artisanal small-scale gold mining communities in Southeastern Peru," *Global Ecology and Conservation*, vol. 31, p. e01816, 2021.
- [26] M. Page, J. McKenzie., P. Bossuyt, I. Boutron., T. Hoffmann, C. Mulrow, ... y D. Moher, "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews," *Revista Española de Cardiología*, vol. 10, n° 1, pp. 1-11, 2021.
- [27] C. Mere, G. Cardoso, A. Chavez, A. Almeyda, B. Loiselle, F. Veluk, ... y E. Broadbent, "Participatory Mapping for Strengthening Environmental Governance on Socio-Ecological Impacts of Infrastructure in the Amazon: Lessons to Improve Tools and Strategies," *Sustainability*, vol. 13, no 24, pp. 14048, 2021.
- [28] D. Herbst, L. Gerhardinger, D. Vila, F. de Carvalho y N. Hanasaki, "Integrated and deliberative multidimensional assessment of a subtropical coastal-marine ecosystem (Babitonga bay, Brazil)," *Ocean & Coastal Management*, vol. 196, pp. 105279, 2020.
- [29] L. Araujo, U. Magdalena, T. Louzada, P. Salomon, F. Moraes, B. Ferreira, ... y R. Moura. "Growing industrialization and poor conservation planning challenge natural resources' management in the Amazon Shelf off Brazil," *Marine Policy*, vol. 128, p. 104465, 2021.
- [30] B. Saes y A. Bisht. "Iron ore peripheries in the extractive boom: A comparison between mining conflicts in India and Brazil," *The Extractive Industries and Society*, vol. 7, pp. 1567-1578, 2020.
- [31] Y. de Macêdo, F. Lucas y P. de Medeiros. "Percepção ambiental e mineração de agregados: o olhar da população urbano-rural de Ourém, Pará, Brasil," *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, vol. 53, 2020.
- [32] P. Mattos, C. Tagliani, R. Pinotti, J. Nicolodi, L. Calliari, T. Gandia y W. Ferreira. "Geodiversity and biodiversity: an integrated analysis as a basis for the sustainable exploitation of the mineral resources of the Albardão Continental Shelf, Pelotas Sedimentary Basin, RS, Brazil," *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, vol. 13, pp. 176-187, 2018.
- [33] A. Rudke, V. de Souza, A. Dos Santos, A. Xavier O. Rotunno y J. Martins. "Impact of mining activities on areas of environmental protection in the southwest of the Amazon: A GIS-and remote sensing-based assessment," *Journal of environmental management*, vol. 263, pp. 110392, 2020.
- [34] E. de Souza, Y. Dias, H. da Costa, D. Pinto, D. de Oliveira, N. de Souza ... y A. Fernandes. "Organic residues and biochar to immobilize potentially toxic elements in soil from a gold mine in the Amazon," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 169, pp. 425-434, 2019.
- [35] R. Teixeira, W. da Silveira, E. de Souza, S. Ramos, Y. Dias, M. de Lima ... y A. Fernandes. "Artisanal gold mining in the eastern Amazon: Environmental and human health risks of mercury from different mining methods," *Chemosphere*, vol. 284, pp. 131220, 2021
- [36] D. Bonotto, B. Wijesiri, M. Vergotti, E. da Silveira y A. Goonetilleke. "Assessing mercury pollution in Amazon River tributaries using a Bayesian Network approach," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 166, pp. 354-358, 2018.
- [37] A. Lino, D. Kasper, Y. Guida, J. Thomaz y O. Malm. "Total and methyl mercury distribution in water, sediment, plankton and fish along the Tapajós River basin in the Brazilian Amazon," *Chemosphere*, vol. 235, pp. 690-700, 2019.
- [38] A. Rorato, M. Escada, G. Camara, M. Picoli y J. Verstegen. "Environmental vulnerability assessment of Brazilian Amazon Indigenous Lands," *Environmental Science and Policy*, vol. 129, pp. 19-36, 2022.
- [39] S. da Silva, D. Oliveira, J. Pereira, S. Castro, B. Costa y M. de Oliveira. "Seasonal variation of mercury in commercial fishes of the Amazon Triple Frontier, Western Amazon Basin," *Ecological Indicators*, vol. 106, pp. 105549, 2019.
- [40] R. Rosa, L. Sánchez y A. Morrison. "Getting to 'agreed' post-mining land use – an ecosystem services approach," *Impact assessment and project evaluation*, vol. 36, pp. 220-229, 2018
- [41] A. Sánchez y T. Aide. "Consequences of the Armed Conflict, Forced Human Displacement, and Land Abandonment on Forest Cover Change in Colombia: A Multi- scaled Analysis," *Ecosystems*, vol. 16, pp. 1052-1070, 2013.
- [42] P. Murillo, K. Van, J. Van, D. Wrathall y R. Kennedy. "The end of gunpoint conservation: forest disturbance after the Colombian peace agreement," *Environmental Research Letters*, vol. 15, pp. 034033, 2020.
- [43] A. Cardoso. "Behind the life cycle of coal: Socio-environmental liabilities of coal mining in Cesar, Colombia," *Ecological Economics*, vol. 120, pp. 71-82, 2015.
- [44] J. Lessmann, J. Fajardo, J. Muñoz y E. Bonacorso. "Large expansion of oil industry in the Ecuadorian Amazon: biodiversity vulnerability and conservation alternatives," *Ecology and evolution*, vol. 6, pp. 4997-5012, 2016.
- [45] E. Stoll, A. Roopsind, G. Maharaj, S. Velazco y T. Caughlin. "Detecting gold mining impacts on insect biodiversity in a tropical mining frontier with

- SmallSat imagery,” *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, vol. 8, pp. 379-390, 2022.
- [46] J. Espin y S. Perz. “Environmental crimes in extractive activities: Explanations for low enforcement effectiveness in the case of illegal gold mining in Madre de Dios, Peru,” *The Extractive Industries and Society*, vol. 8, pp. 331-339, 2021.
- [47] J. Silva y K. Farrell. “The flow/fund model of Conga: exploring the anatomy of environmental conflicts at the Andes–Amazon commodity frontier,” *Environment, development and sustainability*, vol. 16, pp. 747-768, 2014.
- [48] J. Prino, “An analysis of factors leading to the establishment of a social licence to operate in the mining industry” *Resources Policy*, vol. 38, pp. 577-590, 2013.
- [49] J. Silva. “Studies of social metabolism at the commodity frontiers of Peru,” 2016. [En Línea].
- [50] M. Weisse y L. Naughton. “Conservation beyond park boundaries: the impact of buffer zones on deforestation and mining concessions in the Peruvian Amazon,” *Environmental management*, vol. 58, pp. 297-311, 2016.
- [51] G. Veloz, “Modelo de asociatividad para el desarrollo sostenible de territorios indígenas de la Amazonía Ecuatoriana. El caso del Pueblo Kichwa Rukullakt,” 2020. [En Línea].
- [52] E. Chaparro y L. Güiza, “Mitos y realidades de la minería aurífera en Colombia. Bogotá,” 2020. [En Línea].
- [53] A. Vargas. “Parques y Páramos naturales de Colombia como zonas de importancia para el desarrollo minero energético del país,” *Revista del CESLA*, vol. 19, pp. 33-56, 2016.
- [54] Plataforma Digital Única del Estado, “Puno, La Libertad y Ayacucho lideran la formalización de los pequeños mineros y mineros artesanales en el país,” 2016.
- [55] L. Araujo, U. Magdalena, T. Louzada, P. Salomon, F. Moraes, B. Ferreira... y R. Moura. “Growing industrialization and poor conservation planning challenge natural resources' management in the Amazon Shelf off Brazil,” *Marine Policy*, vol. 128, pp. 104465, 2021.