

05

UV Universidad
Verdad 83

APROXIMACIÓN AL ESTADO DEL ARTE DE LA SOSTENIBILIDAD DE LA MINERÍA METÁLICA EN EL ECUADOR, ENTRE LOS AÑOS 2002 Y 2023


Approach to the state of the art of the sustainability of metal mining in Ecuador, between the years 2002 and 2023

 **Jaime Toledo Rivadeneira**, Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

(jaime.toledo01@epn.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0001-9766-1611>)

 **Edison Roberto Lozano Ruiz**, Escuela Politécnica Nacional (Ecuador)

(edison.lozano01@epn.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0003-0806-8424>)

 **Pablo Santiago Moncayo Moncayo**, Universidad de las Américas (Ecuador)

(pablo.moncayo@udla.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-0686-3187>)

Resumen

La actividad minera en el Ecuador tiene una presencia milenaria, con un amplio potencial de desarrollo. Debido a ello, se convierte en una permanente necesidad el estudio de la sostenibilidad de la industria. Mediante la presente investigación se pretende identificar una aproximación al estado del arte de la actividad en el país. Para ello se utilizaron metodologías cualitativas enmarcadas en el análisis documental. Bajo esta premisa se emplearon, tanto codificación, como revisión de literatura y análisis de contenido. Dentro de los primeros resultados, a partir de la búsqueda realizada en la base de datos Scopus, se identificaron artículos relacionados con: agricultura, agua, big data, minería, salud y turismo. Al revisar a profundidad los artículos relacionados con la sostenibilidad de la minería metálica en el Ecuador, se pudo evidenciar que existe producción científica relacionada con el tema. Las posiciones varían de acuerdo con la visión de cada uno de los investigadores. Las posiciones pasan desde favorables, hasta contrarias. Se proponen alternativas de sustitución, así como también de integración. Inclusive concluyen como traiciones a proyectos políticos. Pero, en realidad se evidencia que la sostenibilidad es inherente al sector económico.

Abstract

Mining activity in Ecuador has a millenary presence, showcasing significant development potential. Consequently, the exploration of the industry's sustainability has become an ongoing necessity. The aim of this research is to delineate the current state of the mining activity in the country. To achieve this, qualitative methodologies within the framework of documentary analysis theory were employed. Under this premise, codification, literature review, and content analysis were utilized.

Among the initial findings from the Scopus database search, articles related to agriculture, water, big data, mining, health, and tourism were identified. A comprehensive review of articles pertaining to the sustainability of metallic mining in Ecuador revealed a notable body of scientific production on the subject. The perspectives on sustainability varied based on the stance of individual researchers, ranging from favorable to contrary. Various alternatives, including substitutions and integrations, were proposed, with some even characterizing certain approaches as betrayals to political projects. Nevertheless, it is evident that sustainability is an inherent aspect of the economic sector.

Palabras clave

Minería, Ecuador, Economía, Patrimonio, Sostenibilidad.

Keywords

Mining, Ecuador, Economics, Heritage, Sustainability.

Las expectativas de que las exportaciones mineras metálicas se conviertan en un rubro importante son promisorias (Estupiñán et al., 2021). De acuerdo con las previsiones del Banco Central las exportaciones mineras, en un mediano plazo, se pueden convertir en el segundo rubro de exportación de productos no tradicionales (Banco Central del Ecuador, 2019).

Por la información existente se puede manifestar que “La minería en el Ecuador inicia aproximadamente 3500 A.C. con la cultura Valdivia, considerada como la primera civilización alfarera de América” (Estupiñán et al., 2021). Existe evidencia del trabajo con cerámica y metales en muchas culturas, entre las que se puede mencionar Chorrera, Jama Coaque, La Tolita, entre otras.

La extracción de minerales en la época colonial se vio limitada por las distancias y por la necesidad de utilizar una tecnología no asequible en esa época (Lane, 2004). Es así como muchos de los recursos naturales existentes debieron quedarse en el subsuelo, mientras que el oro aluvial era explotado. Con el avance de la tecnología se empieza a utilizar, entre otros materiales, el mercurio (Estupiñán et al., 2021).

La minería es una actividad económica muy relevante. Los recursos económicos que se generan alrededor de esta actividad son importantes, un recaudo de alrededor de 120 millones de dólares en 2017 (Estupiñán et al., 2021). Para regular la actividad de una manera adecuada, se han creado cuatro regímenes de minería: artesanal, pequeña, mediana e industrial. La clasificación está realizada en función de la capacidad diaria de procesamiento de material (Crespo, 2017). Lo importante de tener estos regímenes establecidos, es que facilitan el control por parte del Estado, de esta forma se determina los montos que se deberán pagar de impuestos y regalías (Crespo, 2017).

1.

Introducción

La actividad minera en el Ecuador tiene una presencia milenaria. Se han encontrado vestigios arqueológicos de orfebrería en todo el territorio nacional (Mestanza R., 2022). Esta evidencia importante de manejo de metales hace comprensible la existencia de diferentes labores mineras en casi todo el país. El potencial minero del país es importante (Estupiñán et al., 2021), para poder inferir esto, es suficiente ver la actividad minera de los países vecinos. A diferencia de esos países, en el Ecuador se puede ver una discontinuidad en el proceso minero, por lo que existen yacimientos importantes en nuestro territorio sin ser identificados ni explotados aún (Estupiñán et al., 2021).

Con este ordenamiento, la inversión en el sector se vuelve atractiva. El potencial minero del país es importante. El hecho de que nuestros vecinos tengan industrias mineras valiosas hace prever que los yacimientos en nuestro territorio son interesantes (Estupiñán et al, 2021). Por las características de los yacimientos, éstos no fueron explotados en la época colonial de una manera intensiva. A finales del siglo XIX y en la primera mitad del siglo XX se inicia una actividad importante en algunos distritos mineros, especialmente en Zaruma-Portovelo (Rodríguez Calderón, 2016).

Al venir compañías extranjeras, aparte de traer capitales para realizar una inversión en el desarrollo minero, también traían tecnología de punta. Pese a las dificultades de la topografía, se importaron herramientas y máquinas para desarrollar la actividad (GAD Municipal Portovelo, 2020; Lovell Kellogg, 2019a). Existen imágenes muy llamativas del transporte de los elementos, especialmente del cable. El desarrollo que trajo en la región fue importante. Así se puede ver el crecimiento de las dos ciudades mineras por excelencia, Zaruma y Portovelo, en la actual provincia de El Oro (GAD Municipal Portovelo, 2020; Rodríguez Calderón, 2016). En Portovelo se construyó la mina, que contenía un castillo con un malacate y el cable para acceder a los diferentes niveles subterráneos (Lovell Kellogg, 2019b). Ahí se construyeron también los campamentos, la planta de proceso, entre otros. Siendo la mina y la planta altamente tecnificadas para la época. “La compañía construyó una planta que se compara favorablemente en vista y eficiencia con cualesquiera de su tamaño en el mundo” (Portovelo GAD Municipal, 2023). En Zaruma se construyeron las viviendas de los ingenieros y gerentes de la SADCO. Al encontrarse Portovelo en el valle, el clima es más caluroso, mientras que Zaruma, al estar en las faldas de la montaña, presenta un clima más agradable, asimismo la vista que se tiene desde ahí es privilegiada. El gran problema es que también las vetas de los minerales corren por debajo de la ciudad, lo que ha ocasionado problemas en los años recientes, al presentarse hundimientos en el casco urbano de la ciudad (Gaudry et al., 2022).

La presencia de la compañía South American Development Company (SADCO), a inicios del siglo XX, propicia el desarrollo tecnológico de esta actividad. Mientras SADCO permaneció en el área, la

producción se mantuvo a la vanguardia de los avances tecnológicos del mundo, tanto desde el punto de vista de los profesionales como de los equipos, con lo que se convirtió. toda esta actividad en una escuela para el resto de las labores mineras que se desarrollarán en el futuro, en todo el territorio nacional (Estupiñán et al, 2021; GAD Municipal Portovelo, 2020; Rodríguez Calderón, 2016). Se puede decir que se produjo una transferencia de tecnología, tanto desde el punto de vista del conocimiento como de los equipos. Durante este periodo se produce un aprendizaje importante.

Al salir la compañía, SADCO permaneció en el país desde 1886 hasta 1950 (Carrión-Mero et al., 2020), se crea una empresa local, la cual opera hasta el año 1978. Esta empresa se llamó Compañía Industrial Minera Asociada (CIMA), la cual era de capitales ecuatorianos y el 40% de los trabajadores. La operación se mantiene, pero ya no existe una actualización en cuanto a tecnología. Se sigue operando con los equipos dejados por SADCO, realizando en algunos casos reparaciones mayores, y ya cuando son complejas, los equipos dejan de operar (Estupiñán et al, 2021).

Al desaparecer la actividad de la compañía todas las labores se fraccionan, es en este momento cuando aparece la informalidad en una mayor escala. Esto es un gran problema, ya que trae consigo muchas desviaciones: falta de una tecnología adecuada para la explotación, precarización del trabajo, ilegalidad, contaminación ambiental, entre otras.

Al desaparecer la actividad organizada en el distrito minero Zaruma-Portovelo, los trabajadores mineros buscan otros lugares para realizar la actividad que aprendieron, y es así como se originan, inicialmente, asentamientos en la provincia de Zamora Chinchipe. En esta época se consolidan los distritos mineros de Nambija, Chinapintza y Guayzimi, como los más importantes, por su ubicación y su presión de ocupación humana.

Desde la época precolombina ya existían las minas de oro en Nambija y sus alrededores, es debido a eso, entre otros motivos, que se funda la ciudad de Zamora, en el siglo XVI (GAD Municipal Zamora, 2023), también se lo hace obviamente porque es la puerta al oriente por el sur. Por este motivo los habitantes de la ciudad, zamoranos, se autodefinen como mineros por nacimiento, de hecho, en el

ingreso a la ciudad constaba la frase “Zamora, ciudad minera.” La fundación de la ciudad de Zaruma también fue en el siglo XVI (GAD Municipal Zaruma, 2023).

Al empezar una actividad sin mayores recursos y con una ocupación intensiva surgen básicamente, entre otros, problemas como poca o nula tecnología, hacinamiento, inseguridad, ningún cuidado del ambiente, precarización del trabajo, etc. Las labores mineras en estos distritos se desarrollan básicamente en la década de los 80's del siglo pasado, los tres distritos son coetáneos, pero el que mayor desarrollo tuvo fue Nambija (Estupiñán et al, 2021). En el apogeo del distrito minero, existía una oficina del Banco Central del Ecuador, la cual compraba el oro, y lo sacaba con helicóptero (Realpe, 2019). Realmente la importancia que el Estado dio desde el punto de vista económico fue prioritaria. Existen muchas historias de lo que sucedía allí en esa época, el comercio y las fiestas eran abundantes, así como los asesinatos y robos. Las historias van desde lo verosímil a lo inverosímil, y desde lo real a lo fantástico (Realpe, 2019).

Por todo el movimiento se produjo una dinamización de la economía de la región. Namírez y San Carlos de las Minas, dos poblaciones por las que se ingresa a Nambija eran los centros de acopio y abastecimiento del distrito. En el pico de habitabilidad Nambija tuvo 20.000 habitantes (Realpe, 2016), por lo que el movimiento en estos dos pueblos, y hacia Nambija era intenso. Pero por este dinamismo tampoco se desarrolla tecnología importante, sino que la actividad se basa en el empirismo, y en el proceso de amalgamamiento mediante el uso de mercurio. Es muy llamativo como se realizaban procesos de recuperación secundaria, terciaria y así sucesivamente. Inclusive en las partes bajas de la montaña y a través de las aguas de escorrentía, aún existían residuos de oro que eran recuperados (Estupiñán et al, 2021).

Actualmente los habitantes del distrito bordean las 500 personas. Realmente la recuperación de oro que se tiene actualmente es marginal, por lo que es necesario el empleo de otra tecnología que permita recuperar el material de zonas más profundas.

Como una iniciativa importante, en la población de San Carlos de las Minas se creó un colegio técnico, la

misión del colegio era formar técnicos para realizar un aprovechamiento adecuado de los yacimientos (La Hora, 2003), pero por falta de políticas claras por parte del Estado, el colegio cambió su giro de enseñanza pasó al de una institución tradicional.

Como se mencionó, en la misma época del distrito Nambija, surge el distrito minero Chinapintza, el cual queda al noreste de Nambija. En este distrito la actividad fue también intensa, no al nivel de Nambija, pero si era también importante. Es necesario destacar el desarrollo de los pueblos por los que se pasa para ingresar hasta Chinapintza, así tenemos en el camino a Zumbi y Paquisha, que crecieron a raíz de esta actividad. Las labores que existen en la actualidad son más complejas y extensas que en Nambija, pero tampoco se observa un desarrollo tecnológico importante. Todo el desarrollo del conocimiento y la tecnología vienen de la experiencia adquirida en Zaruma-Portovelo, por lo que no se aprecian procesos de innovación.

Es importante mencionar que este distrito se encuentra en la frontera con el Perú, ya que en el lado peruano se encuentra una mina llamada “Afrodita” (Andina, agencia peruana de noticias, 2023), la cual fue invadida por los indígenas de la etnia Awajún. Los miembros de esta etnia, al no saber realizar las labores de minería, establecen nexos con mineros ecuatorianos, para ejecutar la explotación, pero obviamente de una manera ilegal. Adicionalmente, todo el material extraído es internado ilegalmente al Ecuador, para su posterior procesamiento y comercialización.

La región oriental de nuestro país está llena de ríos, y en la mayoría de estos se tiene placeres aluviales, por lo que la explotación en las riberas de los ríos es una práctica común, y que tiene sus orígenes en épocas ancestrales. Éste es el caso del distrito minero Guayzimi, la actividad en las orillas de los ríos es intensa. Uno de los problemas es el bajo nivel de tecnología empleado, lo que ocasiona que no sean procesos eficientes, ya que la pérdida es importante, y adicionalmente no son procesos ambientalmente amigables. De la misma forma esta explotación empieza en los años 80 del siglo anterior. Inicialmente como una actividad prácticamente individual, por la falta de recursos económicos y técnicos, la misma que fue creciendo en función del incremento de ingresos.

Al oeste de Zaruma-Portovelo está ubicado el distrito minero Ponce Enríquez. Los primeros estudios de la zona fueron realizados en la década de los 70's del siglo XX, y se obtuvieron valores interesantes para pensar en realizar actividades en el distrito. A raíz del Fenómeno del Niño de 1982 a 1983, la actividad agrícola y pecuaria se vio afectada (Cooperativa Minera Bella Rica, 2023). Luego de terminado el Fenómeno, los agricultores encontraron presencia de oro en los ríos y se hicieron visibles las vetas de oro en ciertas zonas. Debido a estos hallazgos empiezan las labores mineras en este distrito. De igual manera, la explotación y procesamiento se lo hacía de una manera empírica, y de igual manera eran los mineros de Zaruma-Portovelo, quienes estaban liderando los procesos para la explotación y procesamiento.

Lo interesante es que estos distritos mineros tienen un factor común básico, todos los distritos mineros están ubicados, desde el punto de vista geológico, en el mismo tren mineralógico. Es así como se tiene, si se menciona desde el oriente hacia el occidente, a los distritos mineros: Chinapintza, Nambija, Portovelo-Zaruma y Ponce Enríquez. Como se puede observar existe una discontinuidad importante en la provincia de Loja, por lo que se puede prever la existencia de yacimientos interesantes en esta zona (Estupiñán et al, 2021).

A raíz del aprendizaje de la actividad extractiva y de procesamiento de minerales en las labores de Zaruma-Portovelo, se iniciaron actividades de explotación ilegal a lo largo y ancho de todo el territorio nacional, es así como, actualmente, se tiene presencia de actividad ilegal en casi todas las provincias del territorio continental ecuatoriano. Lo cual genera grandes problemas, ya que al ser una actividad ilegal es una actividad criminal.

Para el desenvolvimiento de la actividad de la pequeña minería, y al no tener un desarrollo tecnológico en el país, se ha visto la necesidad de importar tecnología y también técnicos, básicamente desde Perú. Quiénes a su vez recibieron la transferencia de tecnología principalmente de Canadá. Se espera que se realice la transferencia de conocimiento y tecnología a nuestras empresas y técnicos para poder realizar una actividad más efectiva.

El desarrollo tecnológico minero

De igual manera, se ha realizado un desarrollo tecnológico a través de la academia para mejorar el tratamiento de los minerales para optimizar su recuperación y no contaminar al ambiente (Guevara & De la Torre, 2007). Asimismo, en lo relacionado con el tratamiento de las colas o relaves, para estabilizarlos y evitar contaminación (Guevara et al., 2007).

La transferencia de tecnología y conocimiento va a ser más notoria con la operación de las minas industriales, al momento ya están operando Mirador y Fruta del Norte, a la espera de que, entren Loma Larga, Río Blanco y San Carlos Panantza, proyectos de primera generación, y los seis proyectos de segunda generación: Cascabel, Cangrejos, Curipamba, La Plata, Llurimagua y Ruta del Cobre (Banco Central del Ecuador, 2019).

En base a los antecedentes descritos, existen perspectivas muy prometedoras para el sector. Es por este motivo que surgió la interrogante de identificar el estado del arte de la sostenibilidad de la minería en el Ecuador.

2.

Metodos

Para este estudio, dentro de las metodologías de investigación, se consideró inicialmente la teoría fundamentada mediante la codificación como apoyo a la revisión de la literatura. Posteriormente se continuó mediante el análisis de contenido. En este sentido, la metodología de la teoría fundamentada, desarrollada por Glaser y Strauss admite el estudio de la realidad social. Esto apoya el apalancamiento en la codificación que permite modificar datos cualitativos a información significativa y estructurada (Monge Acuña, 2015). En cuanto a la revisión de la literatura, acorde con (Hart, 1998), esta técnica permite obtener

una visión general de los avances y conocimientos previos en el campo de estudio, así como identificar tendencias, enfoques teóricos y lagunas de conocimiento. Por otro lado, el análisis de contenido según (B. Berelson, 1952) es un procedimiento de análisis sistemático y cualitativo que permite describir mensajes en forma objetiva.

En términos generales, para identificar los estudios publicados sobre la temática propuesta se trabajó en relación con la revisión de literatura. Inicialmente la búsqueda se realizó en la base de datos *Scopus* utilizando los términos “sustainability” + “mining” + “Ecuador”. En segundo lugar, sistemáticamente se agruparon en seis categorías, conforme su contenido. En tercer lugar, en algunas categorías se asignaron subcategorías. En cuarto lugar, se asignaron códigos a cada artículo. Finalmente, con los artículos seleccionados que cumplen con el objetivo de investigación, se procedió a aplicar la metodología de análisis de contenido.

Los términos de búsqueda utilizados, el número de resultados por búsqueda y el número de publicaciones seleccionadas recuperadas se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1.

Criterios de inclusión, búsqueda y procesamiento de la literatura

Base de datos	Rango de análisis	Resultados	Operador boleano
Scopus	2002 - 2023	29*	TITLE+ABS+KEY (sustainability) AND TITLE+ABS+KEY (mining) AND TITLE+ABS+KEY (Ecuador)

* la búsqueda arrojó 29 artículos, pero 1 se repetía.

3.

Resultados

A partir del análisis de la información de la revisión bibliográfica, se agruparon los 28 artículos en 6 categorías: i) Agricultura (tabla 2), ii) Agua (tabla 3), iii) Big Data (tabla 4), iv) Minería (tabla 5), v) Salud (tabla 6), y vi) Turismo (tabla 7).

Tabla 2.

Clasificación de los artículos en categoría Agricultura

Categoría	Subcategoría	Título	Cita	Código
Agricultura		Bottom-up model for the sustainability assessment of rooftop-farming technologies potential in schools in Quito, Ecuador	(Ledesma et al., 2020)	Agr1

Tabla 3.

Clasificación de los artículos en categoría Agua

Categoría	Subcategoría	Título	Cita	Código
Agua		Challenges to water management in Ecuador: Legal authorization, quality parameters, and socio-political responses	(Wingfield et al., 2021)	A1
Agua		International watershed technology: Improving water quality and quantity at the local, basin, and regional scales	(Tollner & Douglas-Mankin, 2017)	A2

Tabla 4.

Clasificación de los artículos en categoría Big Data

Categoría	Subcategoría	Título	Cita	Código
Big Data	Educación	Experiential Learning of Local Relational Tasks for Global Sustainable Development by Using a Behavioral Simulation	(Craps & Brugnach, 2021)	B1
Big Data	Turismo	Ecological hotels' customer satisfaction through text mining of online reviews: a case of Ecuador hotels	(Moreno Brito et al., 2023)	B2
Big Data	Comunicaciones	Advantages and Benefits of Big Data in Business Communication	(Rivera & González, 2022)	B3

Tabla 5.

Clasificación de los artículos en categoría Minería

Categoría	Subcategoría	Título	Cita	Código
Minería	Agricultura	Reflections on sustainability from the trenches	(Zorrilla, 2002)	M1
Minería	Agricultura	Sustainability of Cocoa (<i>Theobroma cacao</i>) Cultivation in the Mining District of Ponce Enríquez: A Trace Metal Approach	(Ramos et al., 2022)	M2
Minería	Conflictos sociales	Trends in social metabolism and environmental conflicts in four Andean countries from 1970 to 2013	(Pérez-Rincón et al., 2018)	M3
Minería	Construcción	Life cycle assessment of geopolymer concrete	(Salas et al., 2018)	M4
Minería	Construcción	Best Practice for Responsible Small Scale Aggregates Mining in Developing Countries	(Schneider et al., 2020)	M5
Minería	Construcción	Aplicação do índice global de sustentabilidade na exploração de coquina na península de Santa Elena	(Granda & Lima, 2006)	M6
Minería	Educación	Sites of Geological Interest Assessment for Geoeducation Strategies, ESPOL University Campus, Guayaquil, Ecuador	(Morante-Carballo et al., 2022)	M7
Minería	Energía	Green energy transitions and the temptation of natural resource rents: Experiences from Ecuador	(Ickler, 2023)	M8
Minería	Ilegal	Artisanal and Small-Scale Gold Mining (ASGM): Management and Socioenvironmental Impacts in the Northern Amazon of Ecuador	(Mestanza-Ramón et al., 2022)	M9
Minería	Metálica	A practical approach for the management of resources and reserves in Small-Scale Mining	(Seccatore et al., 2014)	M10
Minería	Metálica	Neo-extractivism and the resource curse hypothesis: Evidence from Ecuador	(Cori & Monni, 2015)	M11
Minería	Metálica	Getting mining policy right: The challenges of managing national mineral endowments and the mining industry in Bolivia, Ecuador, Finland, Mongolia, Namibia and Peru	(Noras, 2016)	M12
Minería	Metálica	Strategies to Improve the Tourist Interest of a Geosite Respecting Its Natural Heritage. A Case Study	(Carrión-Mero, Merchán-Sanmartín, et al., 2022)	M13
Minería	Metálica	Interdependencies between spatial planning and the mining laissez-passer in cities: Policy analysis of the case of Ecuador	(Gaudry et al., 2022)	M14
Minería	Salud	Technical Closure of the Humberto Molina Astudillo Hospital and Its Implications for Sustainability, Zaruma-Ecuador	(Carrión-Mero, Solórzano, et al., 2022)	M15

Minería	Turismo	Perception of the Geological-Mining Heritage to Promote Geotourism in Guayaquil, Ecuador	(Herrera-Franco et al., 2022)	M16
Minería	Turismo	Tourism Management Perceptions in two Ecuadorian Biosphere Reserves: Galapagos and Sumaco	(Muñoz Barriga, 2017)	M17
Minería	Turismo	Application of Geomechanical Classification Systems in a Tourist Mine for Establishing Strategies within 3G's Model	(Aguilar-Aguilar et al., 2023)	M18
Minería	Turismo	Comparative analysis of methodologies for the evaluation of geosites in the context of the Santa Elena-Ancón geopark project	(Herrera-Franco et al., 2020)	M19
Minería	Turismo	Geotouristic Route Proposal for Touristic Development in a Mining Area—Case Study	(Carrión-Mero, Turner-Carrión, et al., 2022)	M20

Tabla 6.

Clasificación de los artículos en categoría Salud

Categoría	Subcategoría	Título	Cita	Código
Salud		Towards a malaria-free world: Utopia or reality	(Sánchez Garrido, 2021)	S1

Tabla 7.

Clasificación de los artículos en categoría Turismo

Categoría	Subcategoría	Título	Cita	Código
Turismo		Forest transformation in the wake of colonization: The quijos andean amazonian flank, past and present	(Sarmiento et al., 2021)	T1

A continuación, se presenta el análisis de contenido de los artículos asignados como categoría “minería” y subcategoría “metálica”, sujeto principal de estudio.

En el documento M10 (Seccatore et al., 2014), se propone una metodología para convertir una concesión de minería artesanal en una concesión de pequeña minería sustentable y rentable. Proponen que esto se conseguiría a través de la identificación de reservas minerales que provean de un rápido retorno económico. Además, de un adecuado manejo de gastos de capital (CAPEX) y gastos de operación (OPEX). Cabe recalcar que mencionan que la propuesta es realizada de acuerdo con la realidad del Ecuador.

En el artículo M11 (Cori & Monni, 2015) se realiza un análisis del cambio de lineamientos por parte del gobierno del Ecuador, en lo relacionado con el sector extractivo, específicamente con el sector minero. Señalan que se presenta en el marco del gobierno de la revolución ciudadana, pasando de una tendencia no extractivista a un neo-extractivismo. Es así como los productos no petroleros tienden a disminuir su importancia en la balanza comercial y los minerales incrementan su atractivo económico. No obstante, manifiestan que esta

decisión contradice los principios del buen vivir, e iría en contra de la sustentabilidad económica.

Desde la perspectiva de la situación del sector minero, en M12 (Noras, 2016) se presenta un estudio comparativo entre seis países (Bolivia, Ecuador, Finlandia, Mongolia, Namibia, y Perú). En este sentido, los parámetros considerados para la evaluación consideran diversos aspectos como la geografía, historia, infraestructura, economía, geología, producción de minerales, políticas y legislación minera. En términos generales, con el propósito de potenciar los posibles beneficios de la actividad minera a nivel nacional y aumentar la sostenibilidad del sector extractivo. Además, agrupan a Bolivia, Ecuador y Mongolia, y analizan individualmente a Namibia, Perú y Finlandia. Por lo que se refiere a los tres primeros, son los que mayores problemas presentan. Se menciona que Finlandia, a pesar de que no necesita el desarrollo extractivo interno, mantiene operaciones de clase mundial.

La estrategia que se plantea en M13 (Carrión-Mero, Merchán-Sanmartín, et al., 2022) para el caso de estudio del Distrito Minero Zaruma-Portovelo, pretende generar la sustentabilidad para declararlo como un geositio, tomando siempre en cuenta el respeto al patrimonio natural. La estrategia comprende cuatro pasos que deben ser analizados y estudiados. Inicia con la recopilación histórica de información, seguido de un desarrollo de propuestas implementadas. Posteriormente, se lleva a cabo un estudio de impacto ambiental y social. Por último, se analiza las propuestas para identificar fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades.

Finalmente, en M14 (Gaudry et al., 2022), identifican que desde la conferencia ONU-Hábitat III, el Ecuador acoge con entusiasmo la posibilidad de fomentar la sustentabilidad urbana como un pilar fundamental en su desarrollo. Es así que, el país abraza la visión de crear ciudades más sostenibles y resilientes, reconociendo la importancia de equilibrar el crecimiento urbano con la protección del ambiente y el bienestar de sus ciudadanos. De este modo, estudia el ordenamiento territorial y su convivencia con la actividad minera. Específicamente, es analizado el caso empírico de Zaruma. Enfatizan que se establece la dificultad de la convivencia de las empresas mineras y el GAD municipal del cantón Zaruma.

4.

Discusión y conclusiones

La actividad minera en el Ecuador tiene una presencia milenaria. Por las características de la explotación se la puede realizar a diferentes escalas. Las zonas, en el área de influencia directa e indirecta, han tenido crecimiento económico importante y apreciable. Por su naturaleza e implicaciones en la vida de las personas, es imposible vivir sin actividad minera. La dinámica social en estas zonas ha asimilado la actividad, y ha permitido tener un desarrollo sostenible, que, en caso de desaparecer la actividad, no permanecería este efecto.

Las metodologías utilizadas en esta investigación permitieron realizar la clasificación de una manera ágil y sistemática de la información. También se puede manifestar que la codificación es una herramienta poderosa para poder tomar decisiones. Asimismo, facilita la generación de categorías. La revisión de la literatura es un mecanismo interesante para poder identificar los trabajos que se han realizado en relación con un determinado tema, obviamente utilizando las palabras clave. Por último, el análisis de contenido facilita el entendimiento del estado del arte de la investigación relacionada con la sustentabilidad de la minería en el Ecuador.

Al revisar los artículos relacionados con la sustentabilidad de la minería metálica en el Ecuador, se puede evidenciar que existe producción científica relacionada con el tema. Las posiciones varían de acuerdo con la visión de cada uno de los investigadores. Las posiciones pasan desde favorables, hasta contrarias. Se proponen alternativas de sustitución, así como también de integración. Inclusive concluyen como traiciones a proyectos políticos. Pero en realidad se evidencia que la sustentabilidad es inherente al sector económico.

Es evidente la falta de información a nivel nacional, por lo que se recomienda realizar un mayor número de investigaciones en el sector. También es necesario ejecutar más estudios comparativos de las actividades de la región, para de esta manera tener información más actualizada. Así se puede obtener una perspectiva de la situación del potencial y las acciones que se realizan. Es importante revisar otras bases de datos, para obtener datos de otras fuentes.

Referencias

- Aguilar-Aguilar, M., Jaya-Montalvo, M., Loo-Oporto, O., Andrade-Ríos, H., Morante-Carballo, F., & Carrión-Mero, P. (2023). Application of Geomechanical Classification Systems in a Tourist Mine for Establishing Strategies within 3G's Model. *Heritage*, 6(6), 4618–4639. <https://doi.org/10.3390/heritage6060245>
- B. Berelson. (1952). *Content analysis in communications re-search*. 869–873.
- Banco Central del Ecuador. (2019). *Reporte de minería*.
- Carrión-Mero, P., Merchán-Sanmartín, B., Aguilar-Aguilar, M., Morante-Carballo, F., Suárez-Zamora, S., Bárcenas-Campoverde, R., & Berrezueta, E. (2022). Strategies to Improve the Tourist Interest of a Geosite Respecting Its Natural Heritage. A Case Study. *Geoheritage*, 14(4), 110. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00746-0>
- Carrión-Mero, P., Solórzano, J., Morante-Carballo, F., Chávez, M. Á., Montalván-Burbano, N., & Briones-Bitar, J. (2022). Technical Closure of the Humberto Molina Astudillo Hospital and Its Implications for Sustainability, Zaruma-Ecuador. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17(2), 363–373. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170202>
- Carrión-Mero, P., Turner-Carrión, M., Herrera-Franco, G., Bravo-Murillo, G., Aguilar-Aguilar, M., Paz-Salas, N., & Berrezueta, E. (2022). Geotouristic Route Proposal for Touristic Development in a Mining Area—Case Study. *Resources*, 11(3), 25. <https://doi.org/10.3390/resources11030025>
- Cooperativa Minera Bella Rica. (2023). *Impulsando una Minería Social y Ambientalmente Responsable*. <https://www.bellarica.org/index.php/quienes-somos/historia>
- Cori, A., & Monni, S. (2015). Neo-extractivism and the Resource Curse Hypothesis: Evidence from Ecuador. *Development*, 58(4), 594–607. <https://doi.org/10.1057/s41301-016-0053-x>
- Craps, M., & Brugnach, M. (2021). Experiential Learning of Local Relational Tasks for Global Sustainable Development by Using a Behavioral Simulation. *Frontiers in Sustainability*, 2. <https://doi.org/10.3389/frsus.2021.694313>
- Crespo, M. del C. (2017). *Problemática fiscal de la regalía minera en el Ecuador* (Corporación de Estudios y Publicaciones, Ed.).
- Estupiñán, R. (2021). La minería en Ecuador. Pasado, presente y futuro. *Boletín Geológico y Minero*, 533–549. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.132.4.010>
- Estupiñán, R., Romero, P., García, M., Garcés, D., & Valverde, P. (2021). Mining in Ecuador. Past, present and future. *Boletín Geológico y Minero*, 132(4), 533–549. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.132.4.010>
- GAD Municipal Portovelo. (2020). *Pequeña relación histórica de Portovelo*. <https://www.portovelo.gob.ec/historia/>
- GAD Municipal Zamora. (2023). *Historia de nuestro Cantón*. <https://www.zamora.gob.ec/zamora/historia/>
- GAD Municipal Zaruma. (2023). *La Villa de San Antonio*. <https://www.zaruma.gob.ec/biblioteca-digital/libro/La+Villa+de+San+Antonio/3>
- Gaudry, K., Ibarra, D., Carabajo, C., & Marin, K. (2022). Interdependencies between spatial planning and the mining laissez-passer in cities: Policy analysis of the case of Ecuador. *Regional Science Policy & Practice*, 14(2), 258–278. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12462>
- Granda, W.J.V., & Lima, H.M. de. (2006). Aplicação do Índice Global de Sustentabilidade na exploração de coquina na Península de Santa Elena. Rem: *Revista Escola de Minas*, 59(3), 323–327. <https://doi.org/10.1590/S0370-44672006000300012>
- Guevara, A., & De la Torre, E. (2007). Recirculación de efluentes del proceso de cianuración - cementación, purificados previamente con carbón activado. *Revista Politécnica*, 27(2), 63–73.

- Guevara, A., Olivo, S., & De la Torre, E. (2007). Estabilización de residuos mineros de la zona de Ponce Enríquez-Ecuador. *Revista Politécnica*, 27(2), 89–98.
- Hart, C. (1998). *Doing A Literature Review: Releasing the Social Science Research Imagination* (SAGE, Ed.).
- Herrera-Franco, G., Apolo-Masache, B., Escandón-Panchana, P., Jácome-Francis, K., Morante-Carballo, F., Mata-Perelló, J., & Carrión-Mero, P. (2022). Perception of the Geological-Mining Heritage to Promote Geotourism in Guayaquil, Ecuador. *Geosciences*, 12(9), 322. <https://doi.org/10.3390/geosciences12090322>
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Mora-Frank, C., & Caicedo-Potosí, J. (2020). Comparative Analysis of Methodologies for the Evaluation of Geosites in the Context of the Santa Elena-Ancón Geopark Project. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 15(2), 183–188. <https://doi.org/10.18280/ijdne.150207>
- Ickler, J. (2023). Green energy transitions and the temptation of natural resource rents: Experiences from Ecuador. *South African Journal of International Affairs*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/10220461.2023.2221219>
- La Hora. (2003). *Colegio de San Carlos de las Minas ejecutará proyectos*. <https://www.lahora.com.ec/noticias/colegio-de-san-carlos-de-las-minas-ejecutar-proyectos/>
- Lane, K. (2004). Unlucky strike: Gold and labor in Zaruma, Ecuador, 1699-1820. *Colonial Latin American Review*, 13(1), 65–84. <https://doi.org/10.1080/1060916042000210828>
- Ledesma, G., Nikolic, J., & Pons-Valladares, O. (2020). Bottom-up model for the sustainability assessment of rooftop-farming technologies potential in schools in Quito, Ecuador. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122993. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122993>
- Lovell Kellogg, A. (2019a). *Alice Lovell Kellogg Viajera. Memorias de una neoyorquina en el Ecuador de principios del siglo XX Portovelo 1916-1928*.
- Lovell Kellogg, A. (2019b). *Alice Lovell Kellogg, viajera. Memorias de una neoyorquina en el Ecuador de principios del Siglo XX. Portovelo 1916/1928* (Roy Sigüenza, Ed.).
- Mestanza-Ramón, C., Mora-Silva, D., D’Orío, G., Tapia-Segarra, E., Gaibor, I. D., Esparza Parra, J. F., Chávez Velásquez, C. R., & Straface, S. (2022). Artisanal and Small-Scale Gold Mining (ASGM): Management and Socioenvironmental Impacts in the Northern Amazon of Ecuador. *Sustainability*, 14(11), 6854. <https://doi.org/10.3390/su14116854>
- Monge Acuña, V. (2015). La codificación en el método de investigación de la Grounded Theory o Teoría Fundamentada. *Innovaciones Educativas*, 17(22), 77–84. <https://doi.org/10.22458/ie.v17i22.1100>
- Morante-Carballo, F., Merchán-Sanmartín, B., Cárdenas-Cruz, A., Jaya-Montalvo, M., Mata-Perelló, J., Herrera-Franco, G., & Carrión-Mero, P. (2022). Sites of Geological Interest Assessment for Geoeducation Strategies, ESPOL University Campus, Guayaquil, Ecuador. *Land*, 11(6), 771. <https://doi.org/10.3390/land11060771>
- Moreno Brito, Y. L., Ban, H.-J., & Kim, H.-S. (2023). Ecological hotels’ customer satisfaction through text mining of online reviews: a case of Ecuador hotels. *Journal of Hospitality and Tourism Insights*. <https://doi.org/10.1108/JHTI-09-2022-0467>
- Muñoz Barriga, A. (2017). Percepciones de la gestión del turismo en dos reservas de biosfera ecuatorianas: Galápagos y Sumaco. *Investigaciones Geográficas*. <https://doi.org/10.14350/rig.47805>
- Noras, P. (2016). Getting mining policy right: The challenges of managing national mineral endowments and the mining industry in Bolivia, Ecuador, Finland, Mongolia, Namibia and Peru. In *Tutkimusraportti - Geologian Tutkimuskeskus* (Vol. 2016, Issue 224).

- Pérez-Rincón, M., Vargas-Morales, J., & Crespo-Marín, Z. (2018). Trends in social metabolism and environmental conflicts in four Andean countries from 1970 to 2013. *Sustainability Science*, 13(3), 635–648. <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0510-9>
- Portovelo GAD Municipal. (2023). *Historia*. <https://www.portovelo.gob.ec/historia/>
- Ramos, C., Ruales, J., Rivera-Parra, J. L., Sakakibara, M., & Díaz, X. (2022). Sustainability of Cocoa (*Theobroma cacao*) Cultivation in the Mining District of Ponce Enríquez: A Trace Metal Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14369. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114369>
- Realpe, P. (2016). *Nambija, un pueblo abandonado lleno de oro*. <https://www.chakananews.com/nambija-pueblo-abandonado-estado-oro/>
- Realpe, P. (2019). *Nambija, un pueblo abandonado lleno de oro*.
- Rivera, M. R., & González, K. V. (2022). Advantages and Benefits of Big Data in Business Communication. In *Smart Innovation, Systems and Technologies* (pp. 279–292). https://doi.org/10.1007/978-981-16-9268-0_23
- Rodríguez Calderón, G. (2016). *La Villa de San Antonio. Zaruma: Su rica historia*.
- Salas, D. A., Ramirez, A. D., Ulloa, N., Baykara, H., & Boero, A. J. (2018). Life cycle assessment of geopolymer concrete. *Construction and Building Materials*, 190, 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.123>
- Sánchez Garrido, A. (2021). Hacia un mundo libre de malaria: Utopía o realidad. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 61(3), 373–382. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e5.613.001>
- Sarmiento, F. O., Rodríguez, J., & Yopez-Noboa, A. (2021). Forest Transformation in the Wake of Colonization: The Quijos Andean Amazonian Flank, Past and Present. *Forests*, 13(1), 11. <https://doi.org/10.3390/f13010011>
- Schneider, P., Oswald, K.-D., Riedel, W., Le Hung, A., Meyer, A., Nolivos, I., & Dominguez-Granda, L. (2020). *Best Practice for Responsible Small Scale Aggregates Mining in Developing Countries* (pp. 529–553). https://doi.org/10.1007/978-3-030-26759-9_31
- Seccatore, J., Marin, T., De Tomi, G., & Veiga, M. (2014). A practical approach for the management of resources and reserves in Small-Scale Mining. *Journal of Cleaner Production*, 84, 803–808. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.031>
- Tollner, E. W., & Douglas-Mankin, K. R. (2017). International Watershed Technology: Improving Water Quality and Quantity at the Local, Basin, and Regional Scales. *Transactions of the ASABE*, 60(6), 1915–1916. <https://doi.org/10.13031/trans.12687>
- Wingfield, S., Martínez-Moscoso, A., Quiroga, D., & Ochoa-Herrera, V. (2021). Challenges to Water Management in Ecuador: Legal Authorization, Quality Parameters, and Socio-Political Responses. *Water*, 13(8), 1017. <https://doi.org/10.3390/w13081017>
- Zorrilla, C. (2002). Reflections on Sustainability from the Trenches. *Development*, 45(3), 54–58. <https://doi.org/10.1057/palgrave.development.1110379>

