



Objetivos de Desarrollo Sostenible en las empresas mineras que operan en América del Sur

Joiner Joan Ramírez Van stralhen

Universidad Ean

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Maestría en Administración de Empresas - MBA

Bogotá, Colombia

2024

**Objetivos de Desarrollo Sostenible en las empresas mineras que operan en
América del Sur**

Joiner Joan Ramírez Van stralhen

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Magíster en Administración de Empresas - MBA

Director y codirector:

Miguel Ángel González Curbelo y Felipe Andrés Romero Perdomo

Modalidad:

Artículo Científico

Universidad Ean

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas

Maestría en Administración de Empresas - MBA

Bogotá, Colombia

2024

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá, 2024

Resumen

La minería representa el 6,9 % del producto interno bruto (PIB) mundial, atendiendo diversas demandas energéticas y manufactureras. Sin embargo, acarrea consecuencias adversas para el medio ambiente y las comunidades. En 2020, la industria extractiva generó aproximadamente el 15 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. Además, contamina con elementos como arsénico, selenio, plomo y mercurio, junto con un consumo excesivo de agua y deterioro de su calidad, así como degradación de los ecosistemas.

La Agenda 2030 de las Naciones Unidas, basada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), es una iniciativa global que busca erradicar la pobreza, proteger el planeta, garantizar la paz y promover la prosperidad. En el contexto minero, es esencial evaluar los impactos desde la extracción hasta el fin del ciclo de vida de los recursos, donde los ODS pueden ser usados como marco de referencia. Esta tesis de maestría tiene como objetivo principal estudiar las estrategias corporativas relacionadas con los ODS que son implementadas por las empresas más relevantes del sector de la minería en América del Sur. El desarrollo metodológico se fundamentó en el estudio de 41 sitios mineros ubicados en América del Sur para analizar su impacto bajo el contexto de los ODS, la implementación de estrategias alineadas con los ODS y la contribución sostenible de las empresas dentro del marco de los ODS.

En primer lugar, se evidenció que la minería tiene un impacto significativo en la economía de la región, contribuyendo de manera importante al PIB de países como Brasil, Chile, Colombia y Perú, así como al empleo y las exportaciones. Sin embargo, también se observaron desafíos en la dimensión social, como problemas de salud, corrupción, desigualdad económica, inequidad de género y conflictos comunitarios. En el ámbito ambiental, la minería en América del Sur enfrenta retos significativos relacionados con el

agua, la contaminación y los impactos ecológicos, que deben abordarse para cumplir con los ODS y promover una minería sostenible en la región.

En segundo lugar, se encontró que la industria minera en América del Sur adopta estrategias para promover y aplicar los ODS. Aunque existe un compromiso significativo por parte de las empresas mineras para integrar los ODS en sus operaciones y prácticas comerciales, también se identificaron áreas que requieren mejoras. Si bien se han implementado estrategias relacionadas con ODS económicos y sociales, como el ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (industria, innovación e infraestructura) y ODS 1 (fin de la pobreza), se observan fluctuaciones y áreas de menor atención en otros ODS, como el ODS 5 (igualdad de género) y el ODS 13 (acción por el clima). Estas áreas representan desafíos que las empresas mineras deben abordar para avanzar hacia una minería más sostenible y contribuir de manera más efectiva al cumplimiento de los ODS.

En tercer lugar, se observó que la contribución sostenible de la industria minera varía notablemente entre los ODS. Algunos ODS, como el 6, 7, 8 y 13, contaban con indicadores relevantes de medición, mencionados en los informes de sostenibilidad, mientras que otros, como el ODS 2 y el ODS 9, carecían de ellos. Aunque se observaron tendencias positivas en algunos ODS a lo largo del tiempo, como el 8, 1, y 13, se identificaron áreas de mejora en aspectos como la salud y el bienestar (ODS 3), la igualdad de género (ODS 5), la eficiencia energética (ODS 7) y la gestión de residuos (ODS 12). Estos resultados subrayan la necesidad de implementar y evaluar acciones más efectivas para abordar los desafíos y promover un desarrollo sostenible en la industria minera.

Palabras claves: Minería, ODS, desarrollo sostenible, sostenibilidad, Suramérica, responsabilidad social.

Abstract

Mining accounts for 6.9% of the global gross domestic product (GDP), catering to various energy and manufacturing demands. However, it carries adverse consequences for the environment and communities. In 2020, the extractive industry generated approximately 15% of total greenhouse gas emissions. Additionally, it contaminates with elements such as arsenic, selenium, lead, and mercury, along with excessive water consumption and degradation of water quality, as well as ecosystem degradation.

The United Nations' 2030 Agenda, based on the Sustainable Development Goals (SDGs), is a global initiative aimed at eradicating poverty, protecting the planet, ensuring peace, and promoting prosperity. In the mining context, it is essential to assess impacts from extraction to the end of the resource life cycle, where the SDGs can be used as a framework. This master's thesis aims to study corporate strategies related to the SDGs implemented by the most relevant mining companies in South America. The methodological development was based on the study of 41 mining sites located in South America to analyze their impact under the context of the SDGs, the implementation of SDG-aligned strategies, and the sustainable contribution of companies within the SDGs framework.

First, it was evidenced that mining has a significant impact on the economy of the region, contributing significantly to the GDP of countries such as Brazil, Chile, Colombia, and Peru, as well as to employment and exports. However, challenges in the social dimension were also observed, such as health issues, corruption, economic inequality, gender inequity, and community conflicts. In the environmental sphere, mining in South America faces significant challenges related to water, pollution, and ecological impacts, which must be addressed to meet the SDGs and promote sustainable mining in the region.

Second, it was found that the mining industry in South America adopts strategies to promote and implement the SDGs. Although there is significant commitment from mining companies to integrate the SDGs into their operations and business practices, areas requiring improvement were also identified. While strategies related to economic and social SDGs, such as SDG 8 (decent work and economic growth), SDG 9 (industry, innovation, and infrastructure), and SDG 1 (no poverty), have been implemented, fluctuations and areas of lesser attention were observed in other SDGs, such as SDG 5 (gender equality) and SDG 13 (climate action). These areas represent challenges that mining companies must address to advance towards more sustainable mining and contribute more effectively to SDG achievement.

Third, it was observed that the sustainable contribution of the mining industry varies significantly among the SDGs. Some SDGs, such as 6, 7, 8, and 13, had relevant measurement indicators mentioned in sustainability reports, while others, such as SDG 2 and SDG 9, lacked them. Although positive trends were observed in some SDGs over time, such as 8, 1, and 13, areas for improvement were identified in aspects such as health and well-being (SDG 3), gender equality (SDG 5), energy efficiency (SDG 7), and waste management (SDG 12). These results underscore the need to implement and evaluate more effective actions to address challenges and promote sustainable development in the mining industry.

Keywords: Mining, SDGs, sustainable development, sustainability, Southern America, social responsibility.

1. Introducción

La extracción minera es una práctica ancestral que ha evolucionado hasta convertirse en una fuente económica relevante para numerosos países a nivel mundial (Candeias et al., 2019). La minería a gran escala está representada por 6.000 empresas aproximadamente y genera empleo para alrededor de 2,5 millones de personas (International Council on Mining and Metals [ICMM], 2014). Además, la minería contribuye con un 6,9 % al Producto Interno Bruto (PIB) a nivel mundial (Araujo et al., 2022), contexto en el que los minerales satisfacen múltiples demandas comerciales que incluyen la generación de energía y la producción de materiales manufacturados (Conde, 2017; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2016).

El sector de la minería también presenta connotaciones negativas sobre el medio ambiente y las comunidades de las zonas de explotación. Concretamente, en 2020, la industria extractiva a nivel global emitió alrededor de 7,700 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente, lo que representa aproximadamente el 15 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de origen humano en el mundo, excluyendo aquellas relacionadas con el uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y actividades forestales (Zheng et al., 2023). Adicionalmente, se presenta en el sector una marcada contaminación con elementos traza (arsénico, selenio, plomo y mercurio), consumo excesivo de agua y disminución de su calidad, degradación de los ecosistemas, promoción de la corrupción y desigualdad económica, e impulso de la inequidad de género y problemas sanitarios (Masood et al., 2020; Guan et al., 2017; PNUD, 2016). Por otro lado, en la industria minera, se registra alrededor del 8 % de las fatalidades ocasionadas por accidentes laborales (International Labour Organization [ILO], 2015).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en conjunto, forman parte de una iniciativa global liderada por las Naciones Unidas en el 2015 para poner fin a la pobreza, proteger el planeta, garantizar la paz y promover la prosperidad para todas las personas (Monteiro et al., 2019). Esta agenda contiene 17 ODS y 169 metas que deben ser integrados en políticas y gestión tanto gubernamental como de empresas privadas de cualquier actividad económica (Terama et al., 2015; Rashed & Shah, 2021; Romero-Perdomo et al., 2023). Dentro del contexto minero, se ha reportado que es necesario tener una visión global de los impactos que genera, desde la fase de extracción hasta el proceso de vida de los metales obtenidos, priorizando la recuperación, reutilización y adquisición responsable de los recursos para preservar el medio ambiente e impulsar el bienestar social, sin menoscabar la capacidad de las próximas generaciones para atender a sus propias necesidades (Gorman & Dzombak, 2018). Además, la industria minera ha comenzado a trabajar activamente en fortalecer la reputación del sector mediante la implementación de políticas de responsabilidad social. Estas políticas están diseñadas para mejorar la percepción de las comunidades hacia los proyectos mineros, destacando su impacto positivo en la calidad de vida y el desarrollo de esas comunidades (Ríos, 2018).

Los países de América del Sur se destacan por tener grandes reservas de minerales y altas exportaciones de materias primas, presentando una participación, en 2016, del 28 % de la inversión en exploración minera a nivel mundial; dicha participación está focalizada principalmente en los países de Chile, Perú, Brasil, Argentina y Colombia, y en 2021 representó en sus PIBs el 14,6 %, 14,3 %, 4,5 %, 0,6 % y 4,2 %, respectivamente (MAEUEC, 2021; Banco Mundial, 2021). Aunque los esfuerzos en materia de sostenibilidad pueden variar de un país a otro y de una empresa a otra, se han orientado en adoptar prácticas de extracción ambientalmente amigables, integrar fuentes de energía renovable, generar

inclusión social y desarrollo comunitario, aumentar la transparencia y rendición de cuentas y fortalecer el cumplimiento normativo; por ejemplo, en Chile, durante el año 2022, 16 sitios mineros firmaron contratos para el suministro de energía limpia, y cuatro más ya cuentan con proyectos propios de energías renovables no convencionales (Herrera, 2022). Por su parte, en Brasil, se ha invertido en un modelo de mina sin camiones para reducir las emisiones de dióxido de carbono (Torres et al., 2022). Consecuentemente, es pertinente explorar y analizar las prácticas corporativas implementadas por las empresas más destacadas del sector minero de países de América del Sur a favor de los ODS para identificar y difundir factores claves de éxito para el resto de las empresas.

Esta tesis de maestría tiene como objetivo principal estudiar las estrategias corporativas relacionadas con los ODS que son implementadas por las empresas más relevantes del sector de la minería en América del Sur. Los objetivos específicos son: (i) describir el impacto del sector de la minería en América del Sur bajo el contexto de los ODS; (ii) investigar la adopción de estrategias a favor de los ODS en las empresas seleccionadas; y (iii) analizar la contribución sostenible de las empresas dentro del marco de los ODS.

2. Metodología

2.1. Revisión de literatura

Se realizó un proceso de revisión de la literatura para abordar el impacto del sector de la minería en América del Sur desde la perspectiva de los ODS. El proceso se basó en literatura académica y literatura gris. En la literatura académica, se utilizó Scopus como base de datos. Para identificar las publicaciones más pertinentes, se usó la siguiente ecuación de búsqueda: (mining) AND ("sustainable development" OR sustainabilit* OR "sustainable development goal*" OR sdg*) AND ("South America" OR Colombia OR Venezuela OR Guyana OR Suriname OR Brazil OR Ecuador OR Peru OR Bolivia OR Paraguay OR Uruguay OR Argentina OR Chile) AND NOT ("data mining"). La ecuación de búsqueda se aplicó a las secciones de título, resumen y palabras claves de las publicaciones el 19 de septiembre del 2023. De esta manera, se obtuvieron 606 publicaciones.

Posteriormente, se aplicaron tres filtros: publicaciones en formato de revisión y artículos, publicaciones en revistas como tipo de fuente y publicaciones en inglés o español. Los filtros recopilaron 420 publicaciones, las cuales se revisaron en su contenido para seleccionar las que presentaban conexión directa con el primer objetivo específico. Se tuvo en cuenta las publicaciones que llevaban a cabo estudios de caso a nivel ciudad y que a su vez mencionaban datos relevantes en un contexto nacional. No se incluyeron las publicaciones que no se lograron descargar ni las que no presentaron idoneidad completa. Mediante la lectura detallada de las publicaciones, se evidenció que la mayoría no muestran los efectos y las implicaciones del sector o de actividades mineras en aspectos ambientales, económicos y sociales que puedan ser relacionados con los ODS. De esta manera, se obtuvo un conjunto final de 32 publicaciones de literatura académica.

Respecto a la literatura gris, se seleccionaron los reportes en idioma inglés o español que se encontraban en las páginas de las instituciones con autoridad en el tema del sector de la minería y el desarrollo sostenible como Responsible Mining Foundation (RMF), el Foro Económico Mundial (FEM), PNUD, Columbia Center on Sustainable Investment, entre otros. Tras la revisión del contenido de las publicaciones encontradas, se seleccionaron únicamente las que mencionan datos e información relevante relacionada con la sostenibilidad aplicada a la minería en los países de América del Sur. Se obtuvo un conjunto final de 14 publicaciones de literatura gris.

La descripción del impacto del sector de la minería en América del Sur desde los ODS se sintetizó y estructuró en las tres dimensiones de la sostenibilidad, es decir, en la dimensión económica, la dimensión social y la dimensión ambiental. En particular, cada dimensión se caracterizó en términos de los ODS que esta agrupa. Según Vinuesa et al. (2020), la dimensión económica contiene los ODS 8, 9, 10, 12 y 17; la dimensión social a los ODS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 16; y la dimensión ambiental a los ODS 13, 14 y 15, sin embargo, teniendo en cuenta el contexto de esta investigación, que se centrará en prácticas corporativas a nivel industrial dentro del sector minero, los ODS 6 y 7 serán abordados desde la dimensión ambiental.

2.2. Investigación de la adopción de estrategias a favor de los ODS

Se utilizó el enfoque de casos múltiples de estudio que, en este caso, se basó en el análisis de contenido de los informes de sostenibilidad de empresas mineras que operan en América del Sur. El enfoque de estudio de caso es una metodología de investigación que simplifica la exploración de tendencias dentro de un contexto específico, utilizando diversas fuentes de datos para comprender diversos aspectos de un fenómeno. Esto incluye la

identificación de conexiones y diferencias entre varios casos de estudio (Yin et al., 2009). La metodología de casos múltiples, a través del análisis de contenido de los informes de sostenibilidad, se ha aplicado en diversos estudios previos (Ivic et al., 2021; Borges et al., 2022; Calabrese et al., 2021).

2.2.1. Selección de empresas y recopilación de reportes

Para la definición de la población objetivo, se usó el informe más reciente del Responsible Mining Index (RMI, 2022), que es publicado por la RMF. La RMF es una entidad de investigación autónoma que promueve la mejora constante de la minería responsable en toda la industria mediante el desarrollo de herramientas y marcos, compartiendo datos de interés público y facilitando un diálogo constructivo entre empresas mineras y otras partes interesadas (RMF, 2022a).

El informe RMI es emitido de manera bianual y en 2022 evaluó a 40 de las empresas mineras más grandes del mundo, las cuales representan el 30 % del valor de la producción mundial (RMF, 2022b). Gran parte de estas empresas cotizan en bolsa de valores y son empresas de propiedad estatal o empresas privadas. Además, el informe incluye una evaluación separada de 250 sitios mineros con alcance en 53 países (RMI, 2022). La relevancia del informe radica en que representa una evaluación independiente que aborda aspectos como el progreso económico, el comportamiento empresarial, la gestión de los ciclos de vida, el bienestar comunitario, las condiciones laborales y el compromiso ambiental. Asimismo, integra temas de género, derechos humanos y prevención de daños de manera transversal en todo el informe (RMF, 2022a).

Se revisó la ubicación geográfica de los 250 sitios mineros evaluados a nivel mundial en el informe RMI, y se estableció que un total de 41 operan en América del Sur, segregados en 17 empresas. La composición de la población objetivo se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.

Población objetivo: compañías mineras con presencia en América del Sur.

Compañía	Sitio minero	País
Anglo American	Barro Alto	Brasil
	Los Bronces	Chile
AngloGold Ashanti	Cerro Vanguardia	Argentina
	Cuiabá Complex	Brasil
	Serra Grande	
Antofagasta	Antucoya	Chile
	Centinela	
	Los Pelambres	
	Zaldívar	
ArcelorMittal	Andrade	Brasil
Barrick Gold Corp	Veladero	Argentina
BHP Billiton	Antamina	Perú
	Cerro Colorado	Chile
	Spence	
Buenaventura	Cerro Verde	Perú
	Yanacocha	
	Colquijirca	
	Julcani	
	Orcopampa	
	Tambomayo	
Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)	Uchucchacua	Chile
	Andina	
	El Teniente	
	Chuquicamata	
	Gabriela Mistral	
	Radomiro Tomic	
Salvador		

Freeport-McMoRan	El Abra	Chile
Glencore	Cerrejón	Colombia
Gold Fields	Cerro Corona	Perú
Grupo México	Cuajone	Perú
	Toquepala	
Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM)	Sierra Gorda	Chile
Minerals and Metals Group (MMG)	Las Bambas	Perú
Rio Tinto	Escondida	Chile
Teck	Carmen de Andacollo	Chile
	Quebrada Blanca	
Vale	Mariana	Brasil
	Onça Puma	
	Serra Sul	
	Urucum	

Nota. Esta tabla presenta las empresas y sus sitios mineros evaluados en el informe RMI, publicado en 2022, y que operan en América del Sur. Elaboración propia con base en lo reportado por RMI 2022.

Posteriormente, se revisaron los informes de sostenibilidad de todas las empresas y sitios mineros entre el 2018 y el 2022 (Tabla 2). Los informes deben estar disponibles al público en los sitios web de cada empresa, sitio minero o en el de las organizaciones o asociaciones del sector minero que consoliden dichos informes.

Tabla 2.

Reportes anuales de sostenibilidad entre 2018 y 2022 de las empresas y sitios mineros con presencia en América del Sur.

Empresa	Sitio minero	País	Título informe 2018	Título informe 2019	Título informe 2020	Título informe 2021	Título informe 2022
Anglo American	Los Bronces	Chile	Desplegando todo nuestro potencial: crecimiento para un futuro sostenible: reporte de sustentabilidad 2018	Construyendo sobre bases sólidas entregando un futuro sostenible: reporte de sustentabilidad 2019	Reporte de sustentabilidad 2020	Reporte de sustentabilidad 2021	Re-imaginamos la minería para mejorar la vida de las personas: reporte de sustentabilidad 2022
	Barro Alto	Brasil	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
AngloGold Ashanti	Cerro Vanguardia	Argentina	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Cuiabá Complex	Brasil	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Serra Grande						
Antofagasta	Antucoya						
	Centinela	Chile	Desarrollamos minería para un futuro mejor: reporte de sustentabilidad 2018	Desarrollamos minería para un futuro mejor: reporte de sustentabilidad 2019	Desarrollamos minería para un futuro mejor: reporte de sustentabilidad 2020	Desarrollamos minería para un futuro mejor: reporte de sustentabilidad 2021	Desarrollamos minería para un futuro mejor: reporte de sustentabilidad 2022
	Los Pelambres						
	Zaldívar						
ArcelorMittal	Andrade	Brasil	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Barrick Gold Corp	Veladero	Argentina	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
BHP Billiton	Antamina	Perú	Cobre peruano de clase mundial: Reporte de sostenibilidad 2018	Reporte de sostenibilidad 2019	Reporte de sostenibilidad 2020	Reporte de sostenibilidad 2021	Reporte de sostenibilidad 2022
	Cerro Colorado	Chile	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Spence						
Buenaventura	Cerro Verde	Perú	Activos probados, valor fundamental: REPORTE DE SOSTENIBILIDAD 2018	Construyendo sobre nuestras fortalezas: Reporte de Sostenibilidad 2019	Tomando la delantera: con responsabilidad. Con confianza. Sin tregua: reporte de sostenibilidad 2020	Reporte de Sostenibilidad 2021	Reporte de sostenibilidad 2022
	Yanacocha		Reporte de Sostenibilidad 2018	Reporte de Sostenibilidad 2019	Reporte de Sostenibilidad 2020	Generamos valor, mejoramos vidas:	No disponible

			Reporte de sostenibilidad 2021				
	Colquijirca						
	Julcani						
	Orcopampa		Reporte de sostenibilidad 2018	Reporte de sostenibilidad 2019	Reporte de sostenibilidad 2020	Reporte de sostenibilidad 2021	No disponible
	Tambomayo						
	Uchucchacua						
Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)	Andina						
	El Teniente						
	Chuquicamata	Chile	Reporte de sustentabilidad 2018	Transformando la minería para el futuro del país: reporte de sustentabilidad 2019	Transformando la minería para el futuro del país: reporte de sustentabilidad 2020	Ya son 50 años por Chile, ¡vamos por 50 años más!: reporte de sustentabilidad 2021	Memoria integrada 2022 – capítulo sustentabilidad
	Gabriela Mistral						
	Radomiro Tomic						
	Salvador						
Freeport-McMoRan	El Abra	Chile	Informe de gestión social y ambiental 2018	Informe de gestión social y ambiental 2019	Informe de gestión social y ambiental 2020	Informe de gestión social y ambiental 2021	Informe de gestión social y ambiental 2022
Glencore	Correjón	Colombia	Informe de sostenibilidad correjón 2018	Informe de sostenibilidad correjón 2019	Informe de sostenibilidad correjón 2020	Informe de sostenibilidad correjón 2021	Informe de sostenibilidad correjón 2022
Gold Fields	Cerro Corona	Perú	Reporte integrado 2018	Reporte integrado 2019	Reporte integrado 2020	Creemos valor que perdure más allá de la minería: reporte integrado 2021	Creemos valor que perdure más allá de la minería: reporte integrado 2022
Grupo México	Cuajone	Perú	Un nuevo enfoque: Informe de desarrollo sustentable 2018	Comprometidos con un futuro sustentable: informe desarrollo sustentable 2019	Informe de desarrollo sustentable 2020	Invertimos en un futuro sustentable: informe desarrollo sustentable 2021	Informe de desarrollo sustentable 2022
	Toquepala						
Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM)	Sierra Gorda	Chile	Reporte de sustentabilidad 2018	Reporte de sustentabilidad 2019-2020	Reporte de sustentabilidad 2019-2020	Reporte de sustentabilidad 2021	Reporte de sustentabilidad 2022
Minerals and Metals Group (MMG)	Las Bambas	Perú	Informe de sostenibilidad 2018	Sustainability report 2019	Sustainability report 2020	Informe de sostenibilidad 2021 - versión web	Informe de sostenibilidad 2022 - versión web
Rio Tinto	Escondida	Chile	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Teck	Carmen de Andacollo	Chile	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
	Quebrada Blanca						

Vale	Mariana	Brasil	Vale sustainability report 2018	Sustainability report 2019	Relato integrado 2020	Relato integrado 2021	Relato integrado 2022
	Onça Puma						
	Serra Sul						
	Urucum						

Nota. Esta tabla muestra los títulos de los informes de sostenibilidad publicados entre 2018 y 2022 por las empresas y sitios mineros con presencia en América del Sur, los cuales fueron evaluados en el informe RMI publicado en 2022. Elaboración propia.

2.2.2. Análisis de contenido de los ODS

Se llevó a cabo un análisis de contenido de los informes de sostenibilidad recopilados. Este se realizó manualmente desde un abordaje cualitativo y consistió en analizar si los informes por año contemplaron directamente los ODS, es decir, si se mencionan explícitamente en el contenido del informe. De esta manera, se determinó si los ODS formaron parte de los informes, entre 2018 a 2022, lo cual va ligado a qué tanto la empresa adopta la Agenda 2030. Los resultados se interpretaron en términos de presencia (+) o ausencia (-) del ODS en el informe. Además, se listaron las prácticas o estrategias implementadas por las empresas en cada ODS. Se hace la aclaración que algunas empresas mineras tienen informes de sostenibilidad accesibles al público, pero que son abordados desde un panorama general, muchas veces global, sin especificar las dinámicas de los sitios mineros de América del Sur. En este caso y en el caso que los informes no estuvieran disponibles para consulta se registró “NA” en los resultados que denota que no se logró acceder a la información. Los resultados se representaron en una gráfica basada en el número total de veces que un ODS se presentó en el conjunto de informes de los sitios mineros.

2.3. Estudio de la contribución sostenible de las empresas

Considerando las mismas empresas e informes usados en el paso previo, se llevó a cabo el estudio de la contribución sostenible de las empresas del sector minero a través de un abordaje semicuantitativo. En primer lugar, se identificaron los indicadores y sus mediciones reportados en los informes. En segundo lugar, se estableció la cantidad de periodos en que los indicadores se consideraron en cada una de las empresas. En tercer lugar, se identificaron los indicadores relacionados explícitamente con los ODS en los informes. En el caso de los indicadores que no lo presentaron, se estableció el ODS correspondiente; para ello, se hizo

una asignación manual con base al enfoque del indicador, el ODS implicado y cada una de sus metas, esto teniendo en cuenta que un indicador puede apuntar directa o indirectamente a varios ODS. En cuarto lugar, se seleccionó un indicador para cada ODS, basándose en el que presentara el mayor número de consideraciones en los períodos y empresas analizadas. En quinto lugar, se analizó la tendencia de las mediciones de los indicadores entre 2018 a 2022 por empresa. El análisis de la tendencia se realizó en términos de “tendencia negativa” (-), “tendencia positiva” (+), “tendencia neutral o tendencia sin cambio” (/), e “indicador no reportado” (n/r). Una tendencia positiva significa que hay mejora o reducción de los impactos negativos de un año a otro en la empresa.

3. Resultados y Discusión

3.1. El sector de la minería y los ODS en América del Sur

La Tabla 3 recopila las 46 publicaciones que se seleccionaron para describir el estado actual del sector de la minería en América del Sur desde la perspectiva de los ODS.

Tabla 3.

Descripción de la literatura seleccionada y analizada en el presente estudio.

Tipo de literatura	Título de la publicación	Relevancia	Referencia
Literatura académica	Experiences of Underground Mine Backfilling Using Mine Tailings Developed in the Andean Region of Peru: A Green Mining Solution to Reduce Socio-Environmental Impacts	Se estudia la reducción de los impactos socioambientales en Perú por medio del relleno de minas utilizando relaves mineros	(Cacciuttolo y Pulido, 2023)
	‘As we exploit the river, we should give something back’: A moral ecology of sand extraction	Se estudia la extracción de arena en Colombia y su papel en la comunidad local respetando los ciclos ecológicos	(Hougaard, 2023)
	Chile: On the road to global sustainable mining	Se aborda en un contexto global la minería sustentable en Chile	(Guzmán et al., 2023)
	Socio-Environmental Risks Linked with Mine Tailings Chemical Composition: Promoting Responsible and Safe Mine Tailings Management Considering Copper and Gold Mining Experiences from Chile and Peru	Se describe la gestión responsable de los relaves mineros en Chile y Perú	(Cacciuttolo et al., 2023)
	Water-Energy Nexus in the Antofagasta Mining District: Options for Municipal Wastewater Reuse from a Nearly Energy-Neutral WWTP	Se estudia la reutilización del agua en distrito minero en Chile	(Campo et al., 2023)

Sustainability of coal mining. is Germany a post-mining model for Colombia?	Se analiza la sostenibilidad de la minería de carbón en Colombia	(Aristizabal-H et al., 2023)
Green energy transitions and the temptation of natural resource rents: Experiences from Ecuador	Se estudia la minería verde en el sector energético en Ecuador	(Ickler, 2023)
Balancing economic development and environmental responsibility: Perceptions from communities of garimpeiros in the Brazilian Amazon	Se expone la percepción de la sostenibilidad de los propios mineros en la Amazonía brasileña	(Massaro et al., 2022)
Location of the Intermediate Echelon to Add Purchase Value and Sustainability Criteria in a Mining Supply Network	Se estudia la sostenibilidad en los proveedores de suministros mineros en Chile	(Barraza et al., 2022)
Towards a climate change consensus: How mining and agriculture legitimize green extractivism in Argentina	Se analiza el extractivismo verde en Argentina	(Dorn et al., 2022)
A Mine-to-Crusher Model to Minimize Costs at a Truckless Open-Pit Iron Mine in Brazil	Se analiza el modelo de mina sin camiones en Brasil	(Torres et al., 2022)
Territory and mining: The need to specify a focus for their approach Territorio y minería: la necesidad de precisar un enfoque para su abordaje	Se aborda la minera para conducir al desarrollo sostenible en un estudio de caso en Colombia	(Arrubla et al., 2022)
Chilean mining industry: an approach to the paradoxes of sustainability Industria minera chilena: una aproximación a las paradojas de la sustentabilidad	Se estudia la sustentabilidad en la minería en Chile	(Medina et al., 2022)

Geoparks: Pathways to Internalize Sustainable Development in the State of Bahia, Brazil	Se exponen los geoparques como camino para el desarrollo sostenible en Brasil	(De Araújo Pereira, 2022)
Environmental and Socioeconomic Impact on Health generated by Artisanal Gold Mining in Colombia Impacto medioambiental y socioeconómico en la salud generado por la minería artesanal del oro en Colombia	Se analiza la producción más limpia en la minería de oro en Colombia	(Jiménez et al., 2022)
Sustainable suppliers in copper mining: analysis with multi-criteria decision methods Proveedores sostenibles en la minería del cobre: análisis con métodos de decisión multicriterio	Se describen los proveedores sostenibles en la minería de cobre en Antofagasta, Chile	(Gahona-Flores y Juárez-Rubio, 2022)
Geotouristic Route Proposal for Touristic Development in a Mining Area - Case Study	Se aborda el turismo como desarrollo socioeconómico sostenible de la comunidad en área minera en Ecuador	(Carrión-Mero et al., 2022)
The contribution of the Chilean mining industry to the achievement of the 17 sustainable development goals	Se analiza el aporte de la minería chilena al desarrollo sostenible	(Herrera, 2022)
Economic valuation of environmental and health impacts from mining: the case of Peru	Se estudian los efectos de la minería en Perú y posibles soluciones	(Mundaca, 2022)
Challenges and pathways for Brazilian mining sustainability	Se analizan los caminos para la sostenibilidad de la minería brasileña	(Alves et al., 2021)

Mining companies and communities: Collaborative approaches to reduce social risk and advance sustainable development	Se estudia cómo reducir el riesgo social y promover el desarrollo sostenible en la minería en Arequipa, Perú	(Fraser, 2021)
Sustainability of the artisanal and small-scale gold mining in northeast antioquia-colombia	Se analiza la minería de oro sostenible en Antioquia, Colombia	(Baena y Mendoza, 2021)
Assessment and promotion of geotouristic and geomining routes as a basis for local development: A case study	Se aborda el geoturismo como base para el desarrollo social en sitio minero en Ecuador	(Carrión-Mero et al., 2021)
Evaluating the impact of small-scale mining on the achievement of the sustainable development goals in Guyana	Se estudia el desarrollo sostenible en la minería de pequeña escala en Guyana	(Laing y Moonsammy, 2021)
Interdependencies of lithium mining and communities sustainability in Salar de Atacama, Chile	Se analiza la sostenibilidad de la minería de litio en Atacama, Chile	(Liu y Agusdinata, 2020)
Platinum and gold mining in chocó: Poverty, natural wealth and informality Mineração de platina e ouro em Chocó: pobreza, riqueza natural e informalidade	Se abordan aspectos del desarrollo sostenible en la minería del Choco, Colombia	(Lara-Rodríguez et al., 2019)

Socioeconomic and environmental conflicts caused by ecological distribution in the Sinifaná Coalfield, Colombia Conflictos socioeconómicos y ambientales derivados de la distribución ecológica en la Cuenca Carbonífera de la Sinifaná en Colombia	Se analiza la relación de conflictos socioeconómicos y ambientales y los ODS en la minería en la Cuenca Minera de Sinifaná, Colombia	(Álvarez, 2019)
Gold mining as a potential driver of development in Colombia: Challenges and opportunities	Se abordan aspectos de la minería de oro sostenible en Colombia	(Betancur-Corredor et al., 2018)
Water quality and sustainable development Calidad del agua y desarrollo sostenible	Se estudia la calidad del agua y la sostenibilidad en la minería en Perú	(Chávez y Alberto, 2018)
A review of sustainable development in the Chilean mining sector: past, present and future	Se expone el pasado, presente y futuro del desarrollo sostenible en la minería de Chile	(Ghorbani y Kuan, 2016)
Environmental management, sustainability and competitiveness in mining. Contextualization of situation, and challenges of the approach through the life-cycle assessment Gestión ambiental, sostenibilidad y competitividad minera. Contextualización de la situación y retos de un enfoque a través del análisis del ciclo de vida	Se analiza la gestión ambiental, la sostenibilidad y la competitividad en la minería en Colombia	(Carmona-García et al., 2017)

	Toward a theory of local legitimacy by MNEs in developing nations: Newmont mining and health sustainable development in Peru	Se estudia el desarrollo sostenible de la minería y la salud de Newmont en el Perú	(Gifford y Kestler, 2008)
Literatura gris	Mining & Metals in a Sustainable World 2050	Se expone el panorama de la minería y metales a 2050	(Foro Económico Mundial [FEM], 2015).
	World Mining Data 2023	Se exponen datos relevantes acerca de la minería como producción anual, ingreso per cápita, estabilidad política de los países productores, etc.	(Datos Mineros Mundiales [WMD], 2023)
	Minería para un futuro bajo en carbono: oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible	Se exponen las prioridades y la formulación de recomendaciones en términos de minería y medio ambiente para América Latina y el Caribe	(Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018)
	Diagnóstico del Sector Minero - Perú	Se abordan aspectos importantes sobre la minería en Perú, como la importancia y el desempeño del sector e impacto a la economía.	(Banco Mundial, 2020)
	Estado de situación de la minería en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades para un desarrollo más sostenible	Se expone la situación y perspectivas de la minería en América Latina y el Caribe y sus desafíos respecto a la sostenibilidad ambiental	(Bárcena, 2018)

¿Minería responsable en América Latina y el Caribe?	Se abordan aspectos importantes de la minería responsable como aporte al PIB, derechos humanos, impacto en el agua, etc., en algunos países de América del Sur como Chile, Perú y Bolivia.	(RMF, 2020a)
Objetivos de desarrollo sostenible, igualdad de género e industrias extractivas en Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú	Se describe el panorama de los ODS en algunos países de América del Sur como Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú.	(Cooperación Regional para la Gestión Sustentable de los Recursos Mineros en los Países Andinos [MinSus], 2018a)
La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8, 9, 12 y 17	Se analiza cómo la minería contribuye al cumplimiento de los ODS 8, 9, 12 y 17 en Perú	(MinSus, 2018b)
La minería peruana y los objetivos de desarrollo sostenible: Oportunidades y retos que plantean los ODS al sector minero y subsectores comprometidos	Se analiza en un contexto general la correlación entre la minería y la sostenibilidad en Perú	(MinSus, 2018c)
Efectos de la minería en el desarrollo económico, social y ambiental del Estado Plurinacional de Bolivia	Se estudian los impactos de la minería en la sostenibilidad en Bolivia	(CEPAL, 2020)
Análisis de género en el empleo y competencias en el sector minero a gran escala en Argentina.	Se analizan asuntos de género en la minería a gran escala en Argentina	(MinSus, 2023)

La economía circular en la minería peruana	Se abarcan aspectos significativos de la economía circular en Perú tales como beneficios, rol en la minería y políticas para la EC.	(CEPAL, 2022)
Minería en números	Se exponen aspectos importantes sobre la minería en Brasil, como el aporte a los impuestos, número de empleos en el sector y total de exportaciones.	(Instituto Brasileño de Minería [IBRAM], 2022)
Informe mineral 04tri2022	Se exponen aspectos importantes sobre la minería en Brasil, como datos de exportación e información sobre mano de obra del sector.	(Agencia Nacional de Minería [ANM], 2023)

Nota. Esta tabla presenta la descripción de la literatura seleccionada y analizada en el presente estudio, incluyendo tanto la literatura académica como la literatura gris. Se proporciona información sobre el título, la relevancia y la referencia de cada fuente. Elaboración propia.

3.1.1. Dimensión económica

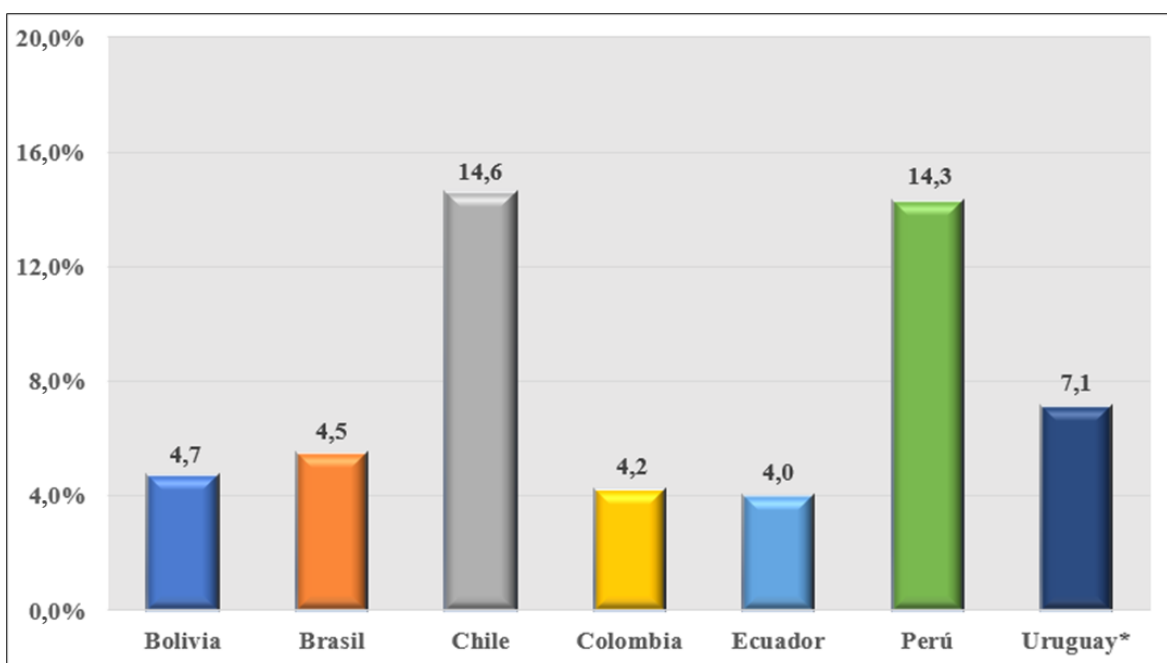
La minería ha desempeñado un papel importante en el desarrollo económico de varios países de América del Sur, especialmente en las naciones andinas como Perú, Chile, Ecuador, Colombia y Bolivia (CEPAL, 2022). Un ejemplo de ello es el caso de Chile, que ocupa una posición importante en la minería a nivel mundial gracias a sus abundantes recursos naturales, un acceso privilegiado al agua de mar y una normativa minera atractiva para la inversión extranjera (Guzmán et al., 2023). De hecho, el sector minero es la industria más grande de Chile y aportó en 2021 un 14,6 % del PIB del país, convirtiéndose en el mayor contribuyente desde el 2012 (Herrera, 2022). Del mismo modo, la industria minera chilena ha contribuido a mitigar las desigualdades regionales, al impulsar oportunidades en la zona norte y evitar su rezago. Gracias a su aporte significativo al PIB, ha fomentado la generación de empleo en regiones específicas como Tarapacá, Antofagasta y Atacama (Herrera, 2022).

Este fenómeno se repite en otros países de la región, como Perú, en donde la minería ha sido una de sus actividades económicas primordiales, tanto que, en el año 2018, el sector minero contribuyó con el 14 % de los ingresos fiscales del gobierno federal a través de regalías e impuestos corporativos. En ese mismo año, estas transferencias experimentaron un aumento del 47 % en comparación con el año anterior, alcanzando los USD 1.400 millones (Mundaca, 2022). Asimismo, el sector minero ha impulsado aproximadamente el 10 % del PIB nacional en la última década (CEPAL, 2022). Otro ejemplo relevante es Brasil, que goza de reconocimiento a nivel mundial debido a su riqueza en yacimientos mineros; gracias a esto, se convierte en uno de los principales productores y exportadores de minerales de alta calidad (Alves et al., 2021). El sector de la minería en Brasil representó en 2021 un 5,5 % del PIB del país (Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación [MAEUEC],

2023a), siendo un pilar fundamental de la economía brasileña. En la Figura 1, se muestra la contribución del sector de la minería en el PIB de la mayoría de los países de América del Sur en el año 2021.

Figura 1.

Aporte del sector de la minería al PIB de 7 países de América del Sur en 2021.



Nota. Elaboración propia con base en Fichas Países en MAEUEC (2021); Banco Mundial (2021). *El PIB reportado en Uruguay incluye el sector minero junto al sector agropecuario y pesca.

La minería en América del Sur no solo contribuye al PIB de la región, sino que también desempeña un papel crucial en la generación de empleo. Por ejemplo, en el año 2022, Brasil registró la presencia de 7.300 empresas dedicadas a la minería, que abarcaban desde grandes corporaciones hasta microempresarios individuales (IBRAM, 2022). Esto se

trajeron a la generación de más de 205.000 empleos directos y más de 2,25 millones a lo largo de toda la cadena de producción (ANM, 2023). Por otra parte, en el año 2018, la generación de empleo del sector minero constituía el 1 % de la población económicamente activa de Perú, sumando aproximadamente 196.123 personas. De este total, 63.217 eran empleados directos, mientras que el resto correspondía a contratistas y proveedores que ofrecen bienes y servicios (MinSus, 2018b). Por su parte, la configuración productiva minera en Bolivia se distingue por la presencia de tres actores principales: el sector estatal, el privado y el cooperativo. En el año 2017, esta estructura empleó 140.000 trabajadores aproximadamente (CEPAL, 2020).

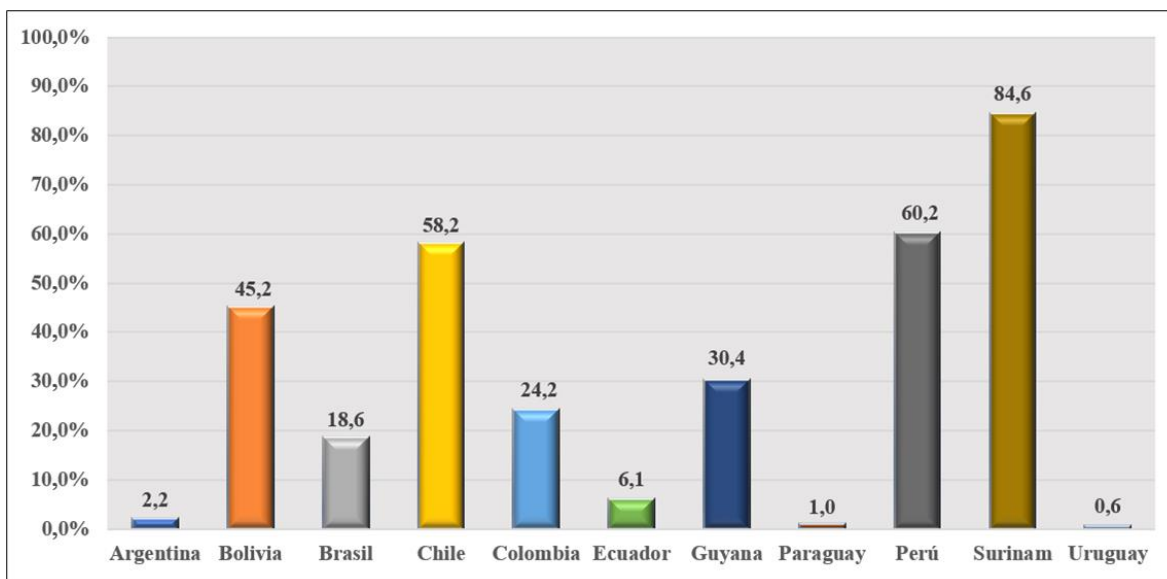
En Colombia, el 98,5 % del sector minero está compuesto mayormente por proyectos de pequeña y mediana minería. Este sector genera alrededor de 350.000 empleos directos y más de un millón de empleos indirectos a través de sus conexiones en la cadena productiva (ANM, 2022). En Chile, las compañías mineras generan empleo de calidad mediante la implementación de programas que fomentan el crecimiento económico a través de adquisiciones locales, la diversificación de las economías y la capacitación de proveedores locales (Herrera, 2022). Según Statista Research Department (2023), en 2021, el sector de minería chilena contó con 221.000 empleados directos y 563.000 indirectos.

En el ámbito de las exportaciones, por ejemplo, la economía de Perú ha dependido históricamente de la exportación de sus recursos minerales, convirtiendo a la minería en una actividad fundamental con significativas inversiones tanto extranjeras como nacionales (MAEUEC, 2023b). En 2020, el sector de la minería representó el 60,2 % del total de las exportaciones a nivel nacional (ICMM, 2022). Chile también se destaca por su significativa dependencia del sector minero, alcanzando el 58,2 % del total de sus exportaciones en 2020

ICMM (2022). En la Figura 2, se registra la contribución de los países de América del Sur a las exportaciones de minerales metálicos, metales y carbón en cada nación en 2020.

Figura 2.

Aporte del sector de la minería a las exportaciones de 11 países de América del Sur en 2020.



Nota. Elaboración propia con base en ICMM (2022).

Respecto a alianzas, el sector minero fomenta en Chile colaboraciones entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil, con el objetivo de establecer una agenda sostenible efectiva. Entre las iniciativas más recientes, se encuentran la Alianza Valor Minero, Energía 2050, la Comisión Asesora Presidencial para la Revisión del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Programa Nacional de Alta Ley Minera y el proyecto ELEVA (Herrera, 2022).

En el contexto peruano, se plantea la creación de una entidad liderada por representantes de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), la

Dirección General de Minería (DGM) del Ministerio de Energía y Minas (Minem) y el Ministerio del Ambiente (Minam). Su función sería abordar las necesidades de estudios, recomendaciones de política y fuentes de recursos para empresas mineras, proveedores y grupos de la sociedad civil (MinSus, 2018b). Asimismo, se propone aprovechar las convenciones mineras anuales, como Perumin, como una oportunidad para fortalecer la colaboración entre diversos actores involucrados en la actividad minera en el país (MinSus, 2018c).

Considerando lo descrito, la dimensión económica de la minería en América del Sur impacta el cumplimiento de los ODS, donde los más relevantes son los ODS 8, 10 y 17.

3.1.2. Dimensión social

Desde el ámbito del transporte hasta la infraestructura y desde la energía hasta la tecnología de la información, la minería desempeña un papel crucial en la contribución a la sociedad. Los partidarios de esta industria suelen argumentar que, si un producto no se cultiva, debe extraerse. No obstante, es importante destacar que el valor generado por la minería no siempre equilibra el impacto que esta industria puede tener en la calidad de vida de millones de personas que residen en las áreas de influencia directa de sus operaciones (Fraser, 2021).

En Guyana, por ejemplo, la actividad minera ha contribuido en el avance de los ODS relacionados con la reducción de la pobreza, generando empleos y proveyendo salarios que proporcionan calidad de vida (Laing y Moonsammy, 2021). Contrariamente, se observa una serie de problemas sociales y de salud asociados a la minería, como enfermedades infecciosas y de transmisión sexual, trata de personas, prostitución en comunidades indígenas y delitos

violentos en campamentos mineros (Fraser, 2021). Esto incluye problemas de salud como abuso de drogas y alcoholismo. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en 2017, las áreas mineras registraron el 94 % de los 13.936 casos de malaria en el país. Además, se destaca la alta prevalencia del virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) y otras enfermedades de transmisión sexual entre los mineros, contribuyendo a una propagación sistemática de estas enfermedades, con consecuencias sociales negativas asociadas a las normas culturales en las comunidades mineras del país (Fraser, 2021).

En cuanto a la equidad de género, se observa una marcada disparidad, con aproximadamente 13 trabajadores varones por cada trabajadora en el sector minero de Guyana. A pesar de esta brecha, la participación de las mujeres en la minería está experimentando un aumento gracias a las iniciativas de la Organización de Mujeres Mineras de Guyana (GWMO), que cuenta con alrededor de 700 miembros en 2020. Esta organización aboga activamente por la igualdad de derechos en el sector minero, promoviendo la participación y el reconocimiento equitativos de las mujeres en esta industria (Fraser, 2021).

La industria minera en Chile ha desempeñado un papel esencial en la disminución de la pobreza, especialmente en las regiones, donde las empresas mineras han establecido colaboraciones significativas con las comunidades locales, generando mejoras sustanciales a lo largo de las últimas dos décadas (Herrera, 2022). Proyectos notables como AcuyMinAgro, liderado por la Universidad de Antofagasta, ilustran una gestión sostenible del agua que es usada en las operaciones mineras al ser utilizadas en cultivos de especies marinas comerciales y posteriormente en sistemas agrícolas hidropónicos. Este enfoque no solo contribuye al desarrollo económico, sino que también aborda aspectos sociales al fortalecer la seguridad alimentaria y fomentar prácticas agrícolas más responsables con el entorno, a su vez que crea

lazos entre las universidades, las empresas mineras y las comunidades (Herrera, 2022). Por otra parte, se ha realizado un esfuerzo significativo para cerrar las brechas educativas y mejorar las habilidades locales en Chile, implementando programas universitarios, becas y programas de formación continua en diversos niveles (Herrera, 2022).

Chile ha implementado una política nacional de gestión de los desechos de procesos mineros de recuperación de los metales y los minerales, conocidos como relaves, centrada en la seguridad de la población, el medio ambiente, la economía circular y la innovación, para impulsar comunidades sostenibles, lo cual está alineado con el ODS 11. Para garantizar la seguridad, se ha creado un observatorio de depósitos de relaves que ofrece información accesible y actualizada. Este enfoque pretende que haya una participación de empresas mineras, entidades públicas y comunidades locales a la hora de tomar decisiones responsables (Herrera, 2022). En el marco del ODS 16, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) cobra importancia, comprometiendo a las empresas mineras chilenas a respetar los derechos de las comunidades indígenas. Esto implica permitirles decidir sus prioridades, preservar sus costumbres y conservar recursos naturales, destacando el rol activo de la industria minera en construir un desarrollo sostenible y equitativo en diversas dimensiones sociales y ambientales (Herrera, 2022).

Perú, por su parte, ha experimentado un crecimiento notable en su economía gracias a la demanda de minerales, que le ha permitido disminuir los índices de pobreza multidimensional. Entre el 2014 y el 2018, estos indicadores pasaron de un 48,5 % a un 20,5 %, mientras que la pobreza extrema experimentó una reducción significativa del 17,4 % al 2,8 % durante el mismo periodo (Banco Mundial, 2020). Aún hay mucho por hacer en el ámbito de género, especialmente en lo que respecta a la participación de las mujeres en la

industria minera. En 2018, la tasa de participación femenina representó el 6,9 % de la fuerza laboral total del sector minero (Banco Mundial, 2020). Actualmente, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) ha implementado diversas iniciativas para fomentar la igualdad de género en la industria, como la creación del Comité para la Igualdad de Género, encargado de implementar la Política Nacional de Igualdad de Género. También se destaca el Programa de Mujeres Líderes Emergentes del sector minero y energético en Perú, una iniciativa comprometida con el Banco Interamericano de Desarrollo y la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía para aumentar la presencia de mujeres en roles de liderazgo en la minería. Además, se ha puesto en marcha el proyecto piloto "Mujeres Mágicas", dirigido a respaldar el empoderamiento de mujeres en comunidades cercanas a proyectos mineros (Banco Mundial, 2020).

En Argentina, la minería también ha sido históricamente un sector mayoritariamente masculino, con las mujeres representando el 10,5 % de la fuerza laboral total en la minería a gran escala (MinSus, 2023). En Chile, actualmente, las mujeres tienen una participación del 12,2 % en las empresas mineras. En Colombia, en 2021, las mujeres ocuparon el 16 % de los empleos en el sector minero (ANM, 2021). Por otro lado, en Bolivia, las cooperativas presentan una cultura masculina que limita el acceso de las mujeres a roles laborales con salarios más altos (MinSus, 2018a).

Con base en lo expuesto en la dimensión social, se destacan aspectos positivos y desafíos existentes del sector minero en el cumplimiento de los ODS 1, 2, 3, 4 y 5.

3.1.3. Dimensión ambiental

El sector minero, un impulsor principal del estrés hídrico, enfrenta la proyección de un aumento significativo en la demanda de agua en los próximos años (Henríquez et al., 2021). En este contexto, la reutilización de aguas residuales en actividades mineras se destaca como una solución ambientalmente beneficiosa y necesaria, considerando esta creciente demanda (Campo et al., 2023).

En América del Sur, la minería, particularmente en Perú y Chile, se realiza comúnmente en áreas con escasez de agua, donde la contaminación de esta genera conflictos entre las empresas mineras y las comunidades locales, en ocasiones resultando en enfrentamientos fatales y la suspensión de operaciones. La gestión eficiente del agua se vuelve crucial, y las empresas mineras tienen la responsabilidad de monitorear y reportar sus niveles de consumo de agua, así como de comprometerse genuinamente con las comunidades para demostrar la implementación de medidas encaminadas a reducir su impacto en el recurso hídrico (RMF, 2020a). En Chile, la prolongada sequía ha llevado a adoptar medidas sostenibles, incluyendo proyectos de desalinización proyectados para suministrar el 53 % de agua dulce y el 47 % de agua de mar para la minería en 2031 (Herrera, 2022).

La minería chilena responde a las demandas de sostenibilidad mediante la adopción acelerada de energías renovables, proyectando alcanzar el 49,2 % en 2023, marcando un cambio significativo desde el 3,6 % en 2019 (Herrera, 2022). A pesar de estos avances, en 2019, la minería del cobre en Chile emitió 16.366 toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), con un 38,2 % de emisiones directas y un 61,8 % de emisiones indirectas. A pesar de la reducción del 20 % desde 2017, algunas empresas mineras implementaron medidas adicionales, como las mejoras en la eficiencia energética y la captura de CO₂ a través de la protección de áreas silvestres, alineando estas acciones con los ODS y

mostrando un compromiso hacia la sostenibilidad ambiental en la minería chilena (Herrera, 2022).

El impacto devastador del desastre de Brumadinho en Brasil en 2019, que sigue afectando a miles de familias, evidencia que las fallas y fugas en las instalaciones de almacenamiento de relaves cada vez son más comunes en la región. Seis de los doce incidentes globales registrados por el World Mine Tailings Failures entre 2018 y 2019 ocurrieron en países sudamericanos, incluyendo Chile, Perú y Brasil (RMF, 2020a). La industria minera incipientemente mide la huella hídrica y utiliza la evaluación del ciclo de vida para evaluar los impactos ambientales, incluido el uso del agua, en todo el ciclo de vida de productos y servicios (Herrera, 2022). En Perú, la concientización de que los impactos ambientales se intensifican cuando los relaves mineros están expuestos al clima y generan drenaje ácido de roca, ha hecho que varias operaciones mineras en el país opten por almacenar una porción de sus relaves mineros dentro de sus minas subterráneas (Cacciuttolo y Pulido, 2023).

En la minería argentina, especialmente en la minería de litio, se han identificado altos índices de deforestación, concentración de tierras, desplazamiento de comunidades campesinas, contaminación por pesticidas, uso del agua, mercantilización de la naturaleza y violación de los derechos indígenas. Actualmente, numerosos salares en importantes provincias del país están bajo concesiones mineras de litio. Además, el uso de glifosato ha experimentado un aumento significativo, pasando de 39 millones de kilogramos en 1990 a 360 millones de kilogramos en 2015. La tasa de deforestación en el Chaco argentino es una de las más altas en comparación con otros países de América del Sur (Dorn et al., 2022). En Perú, los impactos ambientales de la minería están vinculados a las operaciones mineras y al

procesamiento de minerales, manifestándose a través de la erosión del paisaje y afectando la calidad del suelo, agua y aire. A lo largo de las últimas décadas, la industria minera ha avanzado en la mitigación y gestión de estos impactos, mejorando la actuación de las empresas en la gestión de consecuencias ambientales y sociales. Esto incluye medidas para proteger la salud de los trabajadores, garantizar la eficiencia energética, divulgar información sobre flujos financieros, y respetar y respaldar los derechos humanos (MinSus, 2018c). Además, la minería, al remover grandes cantidades de tierra y extraer minerales, genera millones de partículas que se dispersan en el aire y en el agua en todo el país. Estas partículas afectan el entorno y se mueven a través de las cuencas atmosféricas e hidrográficas en Perú, incluso llegando a la cadena alimentaria que sustenta a la población (Chávez y Alberto, 2018).

Por consiguiente, la minería tiene un panorama de avances y connotaciones negativas por resolver en el ámbito ambiental del cumplimiento de los ODS, principalmente en los ODS 6, 13, 14 y 15.

3.2. Adopción de estrategias a favor de los ODS

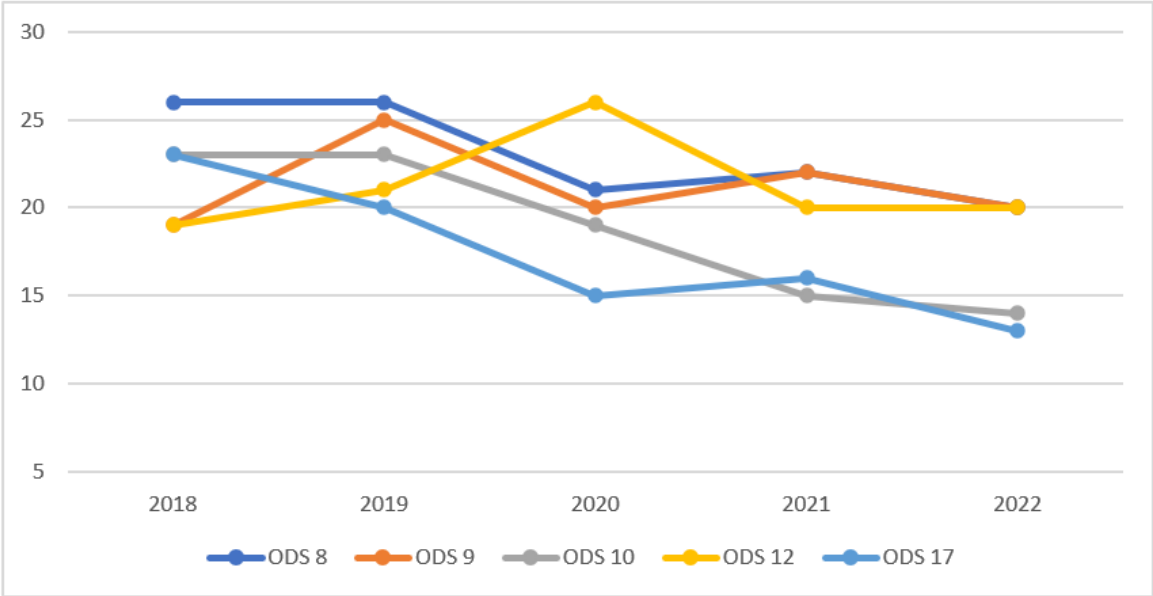
La industria minera desempeña un papel crucial en la promoción y adopción de los ODS en la actualidad (RMF, 2020b). Es imperativo que estas empresas muestren cómo están incorporando estos objetivos en sus operaciones y prácticas comerciales, lo cual refleja su compromiso y responsabilidad hacia el desarrollo sostenible. Aunque las operaciones mineras conllevan riesgos para el logro de los ODS, las empresas tienen la oportunidad de demostrar un compromiso cívico al emprender acciones e iniciativas para evitar y mitigar los impactos negativos en las personas, economías y el medio ambiente (RMF, 2020b). Al

enfrentar los desafíos globales de los ODS, las empresas pueden ganar la confianza de la sociedad al mostrar un respeto genuino y convertirse en agentes activos a nivel local y global, asumiendo la responsabilidad de los ODS en términos de personas, planeta y prosperidad. Este enfoque requiere una visión que abarque tanto el presente como el futuro, garantizando un escenario donde las economías sean prósperas, las personas disfruten de una buena calidad de vida y el medio ambiente esté protegido (RMF, 2020b).

Luego de la revisión de cada uno de los informes de sostenibilidad, los resultados indicaron que los ODS de la dimensión económica más implementados fueron el ODS 8, que habla del trabajo decente y el crecimiento económico, el ODS 9 que se refiere a la industria, innovación e infraestructura, y el ODS 12 que se enfoca en la producción y consumo responsable, con una tendencia generalmente estable en promedio a lo largo de los años con aumentos y descensos continuos, como se muestra en la Figura 3. En otras palabras, se observó que estos objetivos fueron abordados de manera consistente en los informes de 2018 a 2022. Por otro lado, se evidenció que el ODS 10, referente a la reducción de las desigualdades, presentó una tendencia a la baja en la cantidad de menciones a lo largo de los años, mientras que el ODS 17, que habla de las alianzas para lograr los objetivos, registró una tendencia generalmente a la baja en la cantidad de menciones a lo largo de los años, con una disminución constante desde 2018.

Figura 3.

Tendencia de la consideración explícita de los ODS de la dimensión económica en los informes de sostenibilidad durante el período comprendido entre 2018 y 2022.



Nota. Elaboración propia con base en las Tablas S1 a S5.

Las empresas han implementado una variedad de estrategias y prácticas en línea con los ODS pertenecientes a la dimensión económica. Como se observa en los informes de sostenibilidad estudiados entre los años 2018 a 2022 (Tabla S6), las empresas han adoptado nuevas modalidades de trabajo para el ODS 8. Esta ha sido una práctica recurrente a nivel global, promoviendo espacios seguros y flexibles. Asimismo, se ha invertido en el desarrollo económico de las comunidades mediante programas de emprendimiento y capacitación, generación de puestos de trabajo y apoyo a los proveedores locales. En cuanto al ODS 9, las estrategias se han centrado en la digitalización de operaciones, la promoción de la innovación y el uso de tecnologías limpias para mejorar la eficiencia y seguridad en los procesos mineros.

Por otro lado, el ODS 10 se ha abordado mediante iniciativas que buscan financiar proyectos locales, generar empleo y fortalecer la diversidad e inclusión en el lugar de trabajo. Respecto al ODS 12, las empresas han adoptado prácticas de economía circular, gestionando de manera responsable la disposición final de los residuos producto de los procesos mineros. Finalmente, el ODS 17 se ha reforzado a través de alianzas estratégicas con actores públicos y privados, así como mediante la participación en iniciativas colaborativas para promover el desarrollo sostenible en las comunidades donde operan.

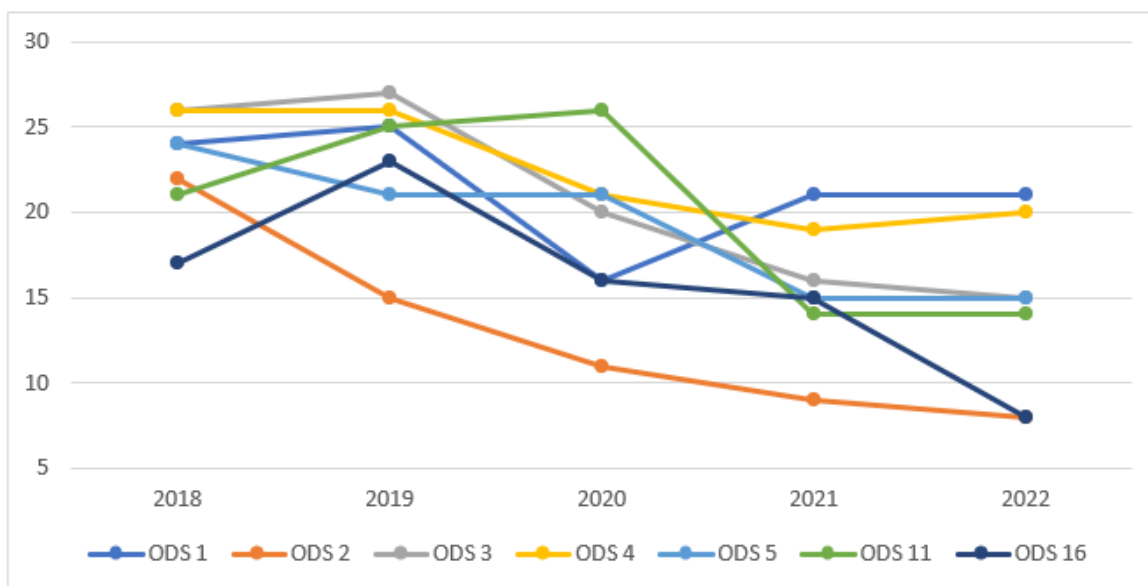
Al comparar los resultados obtenidos con otros estudios, es posible identificar tanto diferencias como similitudes. Por ejemplo, un estudio llevado a cabo entre compañías de la industria del petróleo y gas en América Latina reveló, al examinar sus informes de sostenibilidad, que el ODS 9 es uno de los que recibe menos atención en términos de esfuerzos (Borges et al., 2022). Este objetivo destaca la falta de prácticas relacionadas con el acceso a servicios financieros para las pequeñas empresas, especialmente en países en desarrollo. En contraste, los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que este ODS mantiene un comportamiento consistente a lo largo de los años estudiados. En particular, el ODS 9 es el segundo más mencionado en la dimensión económica en los informes de sostenibilidad de las empresas mineras analizadas. Estrategias como la oferta de créditos blandos a pequeñas empresas reflejan el compromiso de estas empresas con el cumplimiento de las metas establecidas para América del Sur. Por otro lado, un estudio centrado en la selección y priorización de los ODS más relevantes para la industria minera en Suecia indica que el ODS 12 tiene una prioridad alta o muy alta debido a su importancia a lo largo de las tres fases de la minería: pre-minería, minería y post-minería (Omotehinse & De Tomi, 2023). Estos hallazgos coinciden con los resultados de esta investigación, donde

se observa un aumento progresivo en la relevancia del ODS 12 durante los primeros años estudiados, alcanzando su punto máximo en 2020. En ese mismo año, este objetivo fue el más mencionado en los informes de sostenibilidad en términos de la dimensión económica. Adicionalmente, el auge de la economía circular, la cual tiene un notable impacto sobre el ODS 12, ha trascendido en muchos sectores económicos, donde la minería se ha favorecido con prácticas como reciclaje de residuos, reutilización de agua, valorización de subproductos y diseño para el reciclaje (Singh et al., 2020; Carvajalino Umaña et al., 2022; Lèbre et al., 2019)

Los resultados muestran que los ODS de la dimensión social más implementados en los informes de sostenibilidad entre 2018 y 2022 son el ODS 1 (fin de la pobreza), ODS 3 (salud y bienestar) y ODS 4 (educación de calidad), con una tendencia generalmente a la baja, pero en menos proporción que los demás ODS de la dimensión a lo largo de los años (Figura 4). Se observa un crecimiento ligeramente continuo en la mención de estos objetivos de forma explícita en los dos primeros años de estudio, destacando la atención en temas de salud (ODS 3) y educación (ODS 4), así como en la erradicación de la pobreza (ODS 1). Por otro lado, se evidencia una disminución más notable en las menciones de los ODS 2 (hambre cero) y ODS 5 (igualdad de género) a lo largo del período analizado, lo que podría sugerir un área de mejora en la atención a la seguridad alimentaria y la igualdad de género. Además, se registra una variabilidad en los ODS 16 y ODS 11 que hablan de paz, justicia e instituciones sólidas y de ciudades y comunidades sostenibles, respectivamente; este último con un pico en 2020 seguido de una disminución considerable en 2021 y 2022, indicando posibles fluctuaciones en la atención a estos objetivos.

Figura 4.

Tendencia de la consideración explícita de los ODS de la dimensión social en los informes de sostenibilidad durante el período comprendido entre 2018 y 2022.



Nota. Elaboración propia con base en las Tablas S1 a S5.

Las empresas han implementado una variedad de estrategias y prácticas en línea con los ODS en el ámbito social durante el período de 2018 a 2022 (Tabla S7). En el ODS 1, se destaca la generación de oportunidades de empleo para comunidades locales, la distribución equitativa del valor económico generado y la protección de empleos, especialmente durante la pandemia de COVID-19. En el ODS 2, las empresas han contribuido a reducir la prevalencia de la anemia y la desnutrición crónica infantil a través de programas de alimentación, asesoría técnica y apoyo a la producción agrícola local. Por otro lado, en el ODS 3, se han creado programas de asistencia al empleado para promover la salud mental y física de los trabajadores, así como la implementación de medidas para monitorear y mejorar la calidad del aire en las operaciones mineras. En el ODS 4, las empresas han otorgado becas

y apoyo educativo para mejorar el acceso a una educación de calidad, incluyendo capacitaciones técnicas y financiamiento de infraestructura educativa. Asimismo, en el ODS 5, se han promovido prácticas de igualdad de género, como la promoción de mujeres en cargos de liderazgo, la eliminación de la brecha salarial y la implementación de políticas de cero tolerancias al acoso sexual. Por último, en el ODS 11, se han llevado a cabo proyectos de mejora de infraestructura y espacios públicos, así como la reactivación económica rural y el fortalecimiento de la integración con las comunidades locales.

Al comparar los resultados obtenidos para el ODS 1 en este estudio y lo mencionado en Mvile y Bishoge (2024), se destaca la importancia de la generación de empleo y el desarrollo económico como medios para combatir la pobreza y promover el crecimiento sostenible. Mientras que los resultados aquí descritos se centran en estrategias específicas implementadas por organizaciones locales para fomentar el empleo y la inversión en las comunidades, dicho estudio resalta el papel de la minería en la generación de ingresos y oportunidades económicas (Mvile y Bishoge, 2024). Ambos enfoques defienden la relevancia de promover actividades económicas sostenibles para mejorar las condiciones de vida de las personas y reducir la pobreza. Asimismo, para el ODS 3, ambos estudios reconocen la importancia de invertir en salud y bienestar para el desarrollo sostenible. Al evaluar las estrategias implementadas por las empresas mineras estudiadas en América del Sur, se notó un enfoque en acciones específicas dirigidas a los empleados y sus familias, así como a las comunidades locales.

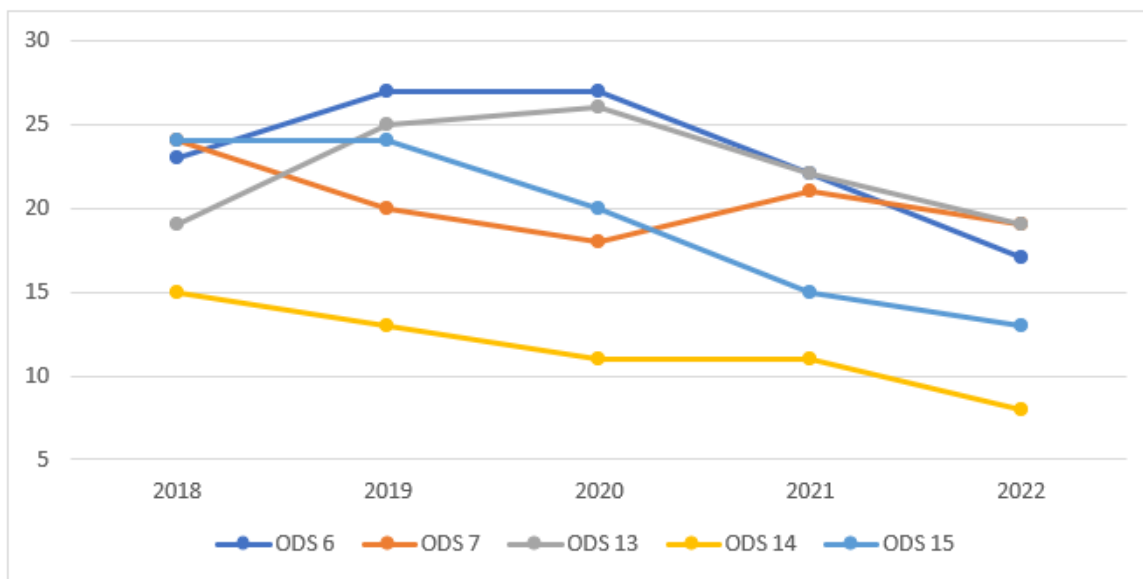
Por otro lado, Mvile y Bishoge (2024) resaltan el papel de las corporaciones mineras en el apoyo al sistema de salud a través de inversiones en infraestructura y materiales hospitalarios, demostrando la necesidad de colaboración entre el sector privado y las

comunidades para mejorar el acceso a servicios de salud y promover el bienestar general. En cuanto al ODS 4, que en la dimensión social es el más comentado especialmente en los informes de sostenibilidad, ambos estudios enfatizan la importancia de invertir en educación para el desarrollo sostenible. Las empresas mineras en América del Sur han llevado a cabo prácticas centradas en mejorar la calidad y accesibilidad de la educación en las comunidades, mientras que Mvile y Bishoge (2024) destacan el papel de las corporaciones mineras en la promoción de la educación a través de programas de capacitación y becas.

Los resultados de la Figura 5 muestran una tendencia variada en la implementación de los ODS específicos de la dimensión ambiental en los informes de sostenibilidad revisados entre los años 2018 y 2022. Se observó un comportamiento fluctuante en la adopción del ODS 7, referente a energía asequible y no contaminante, alcanzando su punto máximo en 2018 con 24 referencias y manteniendo niveles relativamente estables en los años siguientes. De manera similar, el ODS 13 sobre acción por el clima también mostró un aumento progresivo hasta 2020, seguido de una ligera disminución en los años posteriores. Por otro lado, el ODS 6 (agua limpia y saneamiento) y el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) registraron fluctuaciones a lo largo del período, con un ligero descenso en las menciones hacia el final de este. En contraste, el ODS 14 (vida submarina) mostró una tendencia a la baja en su consideración a lo largo de los años analizados.

Figura 5.

Tendencia de la consideración explícita de los ODS de la dimensión ambiental en los informes de sostenibilidad durante el período comprendido entre 2018 y 2022.



Nota. Elaboración propia con base en las Tablas S1 a S5

Las estrategias y prácticas implementadas por las empresas en relación con los ODS muestran un compromiso significativo con la gestión ambiental (Tabla S8). En el contexto del ODS 6, se observa una amplia gama de acciones, que van desde la reducción de la extracción de agua fresca y el uso eficiente del recurso hasta la promoción del acceso al agua potable en comunidades locales. Estas estrategias reflejan un enfoque integral hacia la gestión del agua, abordando tanto la eficiencia operativa como las necesidades de las comunidades circundantes.

En el ámbito del ODS 7, las empresas están adoptando medidas para reducir su huella de carbono y aumentar la utilización de energías renovables. Esto incluye la transición hacia vehículos eléctricos, la implementación de plantas fotovoltaicas y eólicas, y la promoción de

la electromovilidad. Estas acciones demuestran un compromiso con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la búsqueda de una matriz energética más sostenible. Asimismo, en relación con el ODS 13, las empresas están adoptando medidas para mitigar su impacto ambiental, estableciendo metas de reducción de emisiones y desarrollando estrategias de descarbonización a largo plazo. Estas acciones reflejan un reconocimiento de los riesgos asociados al cambio climático y un compromiso con la transición hacia una economía baja en carbono.

En cuanto a los ODS 14 y ODS 15, las empresas están implementando programas para proteger la biodiversidad y conservar los ecosistemas naturales. Esto incluye la creación de santuarios de la naturaleza, la implementación de programas de monitoreo de flora y fauna, y la promoción de la forestación y reforestación en áreas degradadas (Omotehinse & De Tomi, 2023). Estas acciones, que impulsan la bioeconomía de un país, se traducen en un compromiso con la conservación de la biodiversidad y la preservación de los ecosistemas para las generaciones futuras (Calicioglu & Bogdanski et al., 2021; Vargas Carpintero et al., 2023).

El ODS 6 se destaca como el de más alusiones en los informes de sostenibilidad estudiados, resaltando su relevancia como requisito humano básico para la salud y el bienestar. Este objetivo requiere el acceso universal al agua potable, el saneamiento y la higiene (ICMM, 2024). Entre las estrategias relevantes aplicadas en las empresas mineras, se destaca el monitoreo sistemático de las cuencas que suministran agua a las operaciones y las regiones del área de influencia directa. Este enfoque es respaldado por estudios como el de Mvile y Bishoge (2024), que subraya la importancia del monitoreo de las aguas circundantes en los sitios mineros para garantizar la calidad del suministro de agua. Además, Monteiro et

al. (2019) sostienen que este monitoreo y el apoyo al saneamiento también son responsabilidades clave de las empresas mineras y contribuyen al logro del ODS 6. Además, Omotehinse y De Tomi (2023) destacan que una empresa minera puede contribuir al logro del ODS 6 al proporcionar agua potable a las comunidades como parte de sus planes de responsabilidad social corporativa. Este hallazgo está alineado con este estudio, donde una de las estrategias de las empresas mineras en América del Sur es trabajar con las comunidades para asegurar el acceso al agua para el consumo humano y el riego.

Las tendencias observadas en el ODS 7 reflejan fluctuaciones tanto positivas como negativas, lo que sugiere un equilibrio constante en su progreso. Este objetivo, crucial en la dimensión ambiental según diversos informes de sostenibilidad, destaca la incorporación de energías renovables y la transición de vehículos diésel a eléctricos en operaciones mineras, medidas que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover un suministro energético más sostenible. Estos avances en América del Sur demuestran la voluntad y los esfuerzos de la región por mejorar su impacto ambiental y avanzar hacia la sostenibilidad en el sector por medio del logro del ODS, en comparación con otros estudios que revelan desafíos similares en otras partes del mundo.

3.3. Contribución sostenible de las empresas

Durante el análisis de los datos recopilados sobre los indicadores, se observó una variedad de resultados en relación con los ODS (Tabla S9). Se identificaron indicadores asociados con la mayoría de los ODS, mientras que otros no contaban con indicadores relevantes mencionados en los informes de sostenibilidad. Los ODS que no contaron con

indicadores fueron el ODS 2, dirigido a acabar con el hambre, y el ODS 9, centrado en promover la industria, la innovación y la infraestructura (Tabla S10).

Con relación a los resultados específicos de los ODS, se observó que aquellos que presentaron mayor cantidad de indicadores en los informes de sostenibilidad fueron el ODS 6, ODS 7, ODS 8 y el ODS 13 (Tablas 4-7). Además, se destacó que algunos de estos mostraron una tendencia positiva más marcada que otros a lo largo del tiempo.

Entre los que sobresalieron se encuentra el ODS 8, cuyo indicador abarca la Tasa LTIFR (Tasa de Frecuencia de Lesiones con Tiempo Perdido) y la Tasa TRIFR (Tasa de Frecuencia de Lesiones Registrables Totales). Asimismo, el ODS 13 indicó una disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), mientras que el ODS 1 reflejó la tendencia en la inversión social realizada por las empresas durante los periodos estudiados. Estos tres indicadores mostraron entre 19 y 20 escenarios de mejora entre los periodos analizados, según lo reflejado en los informes de sostenibilidad de las 14 empresas estudiadas. Por otro lado, también se observaron ODS con tendencias negativas más marcadas. En particular, el ODS 7, cuyo indicador registra las variaciones en la Energía Consumida por la empresa a lo largo de los periodos estudiados, mostró la tendencia a desmejorar más alta, con 23 periodos a la baja en comparación con las 12 positivas (Tabla 5).

Además, otros ODS mostraron resultados más equilibrados, con una cantidad similar de periodos con tendencia a mejorar o desmejorar el indicador. Por ejemplo, el ODS 12, con el indicador Generación de Residuos (Tabla 6), y el ODS 16, con el indicador Denuncias y/o Quejas Recibidas (Tabla 7), presentaron la misma cantidad de tendencias positivas y negativas: 12 y 7, respectivamente.

Tabla 4.

Análisis de la tendencia de las mediciones de los indicadores en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022, para los ODS 1, 3, 4 y 5.

Empresa y Sitio Minero			ODS 1				ODS 3				ODS 4				ODS 5			
			Inversión Social				Calidad del Aire				Horas de Capacitación				Mujeres en la Fuerza Laboral			
			2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Anglo American	Los Bronces	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Antucoya																	
Antofagasta	Centinela																	
	Los Pelambres	Chile	+	+	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	+	n/r	+	+	+	+
	Zaldívar																	
BHP Billiton	Antamina	Perú	-	-	n/r	n/r	-	+	+	n/r	-	-	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Cerro Verde	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Yanacocha	Perú	n/r	n/r	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	n/r	n/r	n/r	/	n/r	n/r	n/r
	Colquijirca																	
Buenaventura	Julcani																	
	Oropampa	Perú	n/r	n/r	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Tambomayo																	
	Uchucchacua																	
Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)	Andina																	
	El Teniente																	
	Chuquicamata	Chile	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	n/r	+	-	+	n/r
	Gabriela Mistral																	

		Radomiro Tomic																			
		Salvador																			
Freeport-McMoRan	El Abra	Chile	+	-	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r		
Glencore	Cerrejón	Colombia	-	+	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r		
Gold Fields	Cerro Corona	Perú	-	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	n/r	n/r	+	+	+	+			
Grupo México	Cuajone	Perú	-	-	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	+	-	+	+	-	+	+	+			
	Toquepala																				
Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM)	Sierra Gorda	Chile	-	-	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	+	-	-	+	+			
Minerals and Metals Group (MMG)	Las Bambas	Perú	+	+	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r		
Vale	Mariana	Brasil	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	+
	Onça Puma																				
	Serra Sul																				
	Urucum																				

Nota. Esta tabla muestra si el indicador seleccionado para los ODS 1, 3, 4 y 5 experimentó una tendencia positiva, negativa, neutra/sin cambio o si no fue reportado en los informes de sostenibilidad analizados. Se compara su desempeño en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022. Elaboración propia. Con base en los informes de sostenibilidad estudiados. + se refiere a “tendencias positivas”; – se refiere a “tendencias negativas”; / se refiere a “tendencia neutra o tendencia sin cambio”; n/r a “no reportado”.

Tabla 5.

Análisis de la tendencia de las mediciones de los indicadores en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022, para los ODS 6, 7, 8 y 10.

			ODS 6				ODS 7				ODS 8				ODS 10				
Empresa y Sitio Minero			Extracción / Consumo de Agua				Energía Consumida				Tasa LTIFR (Tasa de Frecuencia de Lesiones con Tiempo Perdido) y Tasa TRIFR (Tasa de Frecuencia de Lesiones Registrables Totales)				% Empleados con Discapacidad				
			2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018	2019	2020	2021
			2019	2020	2021	2022	2019	2020	2021	2022					2019	2020	2021	2022	
Anglo American	Los Bronces	Chile	+	-	+	/	+	+	-	-	-	-	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Antucoya																		
Antofagasta	Centinela																		
	Los Pelambres	Chile	+	-	-	-	-	-	-	n/r	+	+	-	+	+	+	/	+	
	Zaldívar																		
BHP Billiton	Antamina	Perú	n/r	n/r	-	-	-	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Cerro Verde	Perú	n/r	+	-	-	n/r	+	-	-	-	n/r	n/r	-	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Yanacocha	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	+	n/r	n/r	n/r	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Colquijirca																		
Buenaventura	Julcani																		
	Orcopampa	Perú	+	+	-	n/r	-	+	-	n/r	-	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Tambomayo																		
	Uchucchacua																		

Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)	Andina																		
	El Teniente																		
	Chuquibambilla	Chile	n/r	n/r	-	+	+	-	-	+	+	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Gabriela Mistral																		
Freepport-McMoRan	Radomiro Tomic																		
	Salvador																		
Glencore	El Abra	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Gold Fields	Cerro Corona	Colombia	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	-	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r
Grupo México	Perú	Perú	-	+	-	+	-	+	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Cuajone Toquepala																		
Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM)	Sierra Gorda	Chile	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Minerals and Metals Group (MMG)	Las Bambas	Perú	-	+	-	+	-	-	-	n/r	-	+	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Vale	Mariana																		
	Onça Puma	Brasil	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r
	Serra Sul																		
	Urucum																		

Nota. Esta tabla muestra si el indicador seleccionado para los ODS 6, 7, 8 y 10 experimentó una tendencia positiva, negativa, neutra/sin cambio o si no fue reportado en los informes de sostenibilidad analizados. Se compara su desempeño en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022. Elaboración propia. Con base en los informes de sostenibilidad estudiados. + se refiere a “tendencias positivas”; - se refiere a “tendencias negativas”; / se refiere a “tendencia neutra o tendencia sin cambio”; n/r a “no reportado”.

Tabla 6.

Análisis de la tendencia de las mediciones de los indicadores en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022, para los ODS 11, 12, 13 y 14.

Empresa y Sitio Minero			ODS 11				ODS 12				ODS 13				ODS 14					
			Entrega de Viviendas				Generación de Residuos				Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)				Inversión Económica Ambiental					
			2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022		
Anglo American	Los Bronces	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Antucoya																			
Antofagasta	Centinela	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	+	n/r	+	+	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Los Pelambres																			
	Zaldívar																			
BHP Billiton	Antamina	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Cerro Verde	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Yanacocha	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	n/r	+	-	n/r	n/r	n/r
Buenaventura	Colquijirca	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Julcani																			
	Orcopampa																			
	Tambomayo																			
Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)	Uchucchacua	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Andina																			
	El Teniente																			
	Chuquicamata																			
	Gabriela Mistral																			
Radomiro Tomic																				

Salvador																			
Freeport-McMoRan	El Abra	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Glencore	Cerrejón	Colombia	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	+	+
Gold Fields	Cerro Corona	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	n/r	n/r	
Grupo México	Cuajone Toquepala	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	-	-	n/r	+	-	-	+	/	-	-	
Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM)	Sierra Gorda	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	+	-	+	n/r	n/r	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
Minerals and Metals Group (MMG)	Las Bambas	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	-	+	-	-	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	
Vale	Mariana Onça Puma Serra Sul Urucum	Brasil	n/r	n/r	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	n/r	n/r	n/r	n/r	

Nota. Esta tabla muestra si el indicador seleccionado para los ODS 11, 12, 13 y 14 experimentó una tendencia positiva, negativa, neutra/sin cambio o si no fue reportado en los informes de sostenibilidad analizados. Se compara su desempeño en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022. Elaboración propia. Con base en los informes de sostenibilidad estudiados. + se refiere a “tendencias positivas”; - se refiere a “tendencias negativas”; / se refiere a “tendencia neutra o tendencia sin cambio”; n/r a “no reportado”.

Tabla 7.

Análisis de la tendencia de las mediciones de los indicadores en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022, para los ODS 15, 16 y 17.

Empresa y Sitio Minero			ODS 15				ODS 16				ODS 17			
			Árboles y/o Plantas Sembrados				Denuncias y/o Quejas Recibidas				Pago de Impuestos y/o Regalías			
			2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022
Anglo American	Los Bronces	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	+	+	-	
	Antucoya													
Antofagasta	Centinela	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	+	n/r	
	Los Pelambres													
	Zaldívar													
BHP Billiton	Antamina	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	+	-	
	Cerro Verde	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	
	Yanacocha	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	+	n/r	+	+	-	n/r
Buenaventura	Colquijirca													
	Julcani													
	Orcopampa	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
	Tambomayo													
	Uchucchacua													
Corporación Nacional del Cobre de Chile (CODELCO)	Andina													
	El Teniente													
	Chuquicamata	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	+	n/r	n/r
	Gabriela Mistral													
	Radomiro Tomic													
	Salvador													

Freeport-McMoRan	El Abra	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Glencore	Correjón	Colombia	+	-	+	+	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	+	+
Gold Fields	Cerro Corona	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	-	+	+	+
Grupo México	Cuajone Toquepala	Perú	n/r	n/r	+	+	n/r	+	-	-	+	-	+	-
Kombinat Górniczo-Hutniczy Miedzi (KGHM)	Sierra Gorda	Chile	n/r	n/r	n/r	n/r	-	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Minerals and Metals Group (MMG)	Las Bambas	Perú	n/r	n/r	n/r	n/r	+	+	-	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r
Vale	Mariana Onça Puma Serra Sul Urucum	Brasil	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r	n/r

Nota. Esta tabla muestra si el indicador seleccionado para los ODS 15, 16 y 17 experimentó una tendencia positiva, negativa, neutra/sin cambio o si no fue reportado en los informes de sostenibilidad analizados. Se compara su desempeño en los periodos 2018-2019, 2019-2020, 2020-2021 y 2021-2022. Elaboración propia. Con base en los informes de sostenibilidad estudiados. + se refiere a “tendencias positivas”; - se refiere a “tendencias negativas”; / se refiere a “tendencia neutra o tendencia sin cambio”; n/r a “no reportado”.

Cuando se analizan las tendencias a nivel global, resulta evidente que la mayoría de los países de América del Sur presentan un estancamiento en el avance del cumplimiento de la mayoría de los ODS (Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe [CODS], 2022). Es importante resaltar que 10 países de América del Sur enfrentan al menos un ODS que está retrocediendo en su avance. Esta situación sugiere a los países y las entidades redoblar los esfuerzos y adoptar medidas más efectivas para abordar los desafíos actuales y lograr un desarrollo sostenible (CODS, 2022). Los resultados obtenidos de la revisión de los indicadores reportados en los informes de sostenibilidad de las empresas estudiadas revelan algunas similitudes y diferencias al compararlos con otros estudios. En primer lugar, al analizar el ODS 3, centrado en la salud y el bienestar, se observa la preocupación por los impactos en la salud y la sociedad de las comunidades circundantes a las zonas mineras (Monteiro et al., 2019), donde el indicador analizado de dicho ODS referente a la Calidad del Aire tiene una tendencia positiva baja en relación con la cantidad de empresas e informes revisados (Tabla 4). Ambos conjuntos de datos resaltan la importancia de abordar los efectos negativos en la salud y el medio ambiente, como la contaminación del aire.

Por otro lado, al explorar el ODS 5, relacionado con la igualdad de género, se evidencia una brecha significativa entre los resultados esperados y la realidad actual. Mientras que los estudios mencionan la necesidad de promover la inclusión de las mujeres en la industria minera, tanto en actividades laborales como en roles de liderazgo (Monteiro et al., 2019), los datos del indicador que señala la fuerza laboral femenina en las empresas muestran en la Tabla 4 una tendencia positiva en sus reducidas menciones; sin embargo, este

indicador es usado aun en pocas empresas, lo que significa que aún persisten desafíos importantes en este sentido.

Se evidencia una urgente necesidad de mejorar la eficiencia energética y de adoptar fuentes de energía renovable en la actividad minera, en relación con el ODS 7, que trata sobre la energía asequible y no contaminante. Tanto los datos de los indicadores, donde la tendencia negativa casi duplica la positiva (Tabla 5), como estudios reportados (Monteiro et al., 2019; Endl et al., 2021, subrayan la importancia de reducir el consumo de energía y promover la adopción de tecnologías más limpias para minimizar los impactos ambientales y mejorar la sostenibilidad de la operación minera.

Al considerar el ODS 12, centrado en el consumo y la producción responsable, se observa que, aunque el indicador utilizado por las empresas objeto de estudio presenta un equilibrio entre la tendencia positiva y negativa en lo referente a la gestión de residuos mineros, Monteiro et al., (2019) destaca la importancia de implementar prácticas de gestión de residuos más sostenibles en la industria minera. Por consiguiente, hay una necesidad de mejorar la gestión de residuos mediante técnicas de reciclaje y reutilización para reducir el impacto ambiental de la actividad minera.

Por último, se destacan tres recomendaciones para mejorar la sostenibilidad en la industria minera. La primera radica en mejorar el rol de los gobiernos, los cuales pueden desempeñar un papel más activo en la orientación del sector minero para determinar en qué aspectos se deben centrar su gestión de sostenibilidad y presentación de informes a nivel de sitio minero, teniendo esto notable relevancia en la aprobación de proyectos mineros (United Nations Environment Programme [UNEP], 2020). La segunda consiste en que las empresas mineras desarrollen un estándar de evaluación de sostenibilidad holístico alineado a los ODS

con indicadores clave de desempeño que faciliten, entre otras cosas, el reporte de sus informes (Ivic et al., 2021). La tercera recomendación comprende la adopción de herramientas y metodologías que faciliten la evaluación, seguimiento y cuantificación de la sostenibilidad empresarial. Algunas de estas herramientas, que son usadas en el campo de la investigación, incluyen la evaluación del ciclo de vida, análisis de flujo de materiales y análisis multicriterio para la toma de decisiones (Yao et al., 2024; Romero Perdomo y González Curbelo, 2023).

5. Conclusiones

El sector minero ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo económico de América del Sur, destacándose en naciones como Chile, Perú y Brasil. Su contribución al PIB y los ingresos fiscales ha sido significativa, siendo un motor clave para el crecimiento económico y la generación de empleo en la región. Sin embargo, estos beneficios vienen acompañados de desafíos ambientales y sociales, como la contaminación, la degradación del medio ambiente y la falta de inclusión social. Es fundamental abordar estos desafíos de manera urgente para garantizar un desarrollo sostenible en la industria minera y en las comunidades donde opera.

Se evidencia que hay compromiso de las empresas mineras en América del Sur con la adopción de estrategias alineadas con los ODS. Específicamente, se destaca un enfoque integral hacia la gestión ambiental, como se observa en las acciones implementadas en relación con el ODS 6, que van desde la reducción del uso de agua fresca hasta la promoción del acceso al agua potable en comunidades locales. Se observa un progreso significativo en la adopción de medidas para reducir la huella de carbono y aumentar la utilización de energías renovables, en línea con el ODS 7. Asimismo, las empresas están protegiendo la biodiversidad y conservando los ecosistemas naturales, contribuyendo así al cumplimiento de los ODS 14 y 15. Además, las empresas están implementando programas que impulsan ODS económicos y sociales, como el ODS 1, ODS 8 y ODS 9. No obstante, existen áreas con menor atención en otros ODS, como el ODS 5 y el ODS 13. En este sentido, se recomienda fortalecer y lanzar estrategias que abarquen todo el marco de los ODS y promuevan de manera más integral el desarrollo del sector minero en la región.

El análisis de la contribución sostenible de las empresas mineras revela un panorama variado. Se destaca un compromiso significativo en áreas como la gestión ambiental y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, persisten desafíos importantes en aspectos como la igualdad de género, la eficiencia energética y la gestión de residuos. Se recomienda fortalecer la cooperación entre países y adoptar tecnologías más limpias para minimizar los impactos ambientales y garantizar un futuro más próspero y equitativo.

Por último, es importante señalar que el enfoque metodológico aplicado en esta investigación, basado en análisis empíricos de los informes de sostenibilidad empresarial, puede estar sujeto a sesgos debido a la tendencia de las empresas a mostrar cierto contenido en sus informes. No obstante, los hallazgos representan un alcance exploratorio de valor para los investigadores interesados en el tema y para los debates sobre cómo el sector minero en América del Sur puede evolucionar en relación con los ODS.

Referencias

- Agencia Nacional de Minería. (2023). Informe Mineral - 2022 4º Semestre. Agencia Nacional de Minería. <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/economia-mineral/informe-mineral-04tri2022.pdf/view>
- Agencia Nacional de Minería. (2021). *Boletín Estadístico Minero 2020 -2021*. Agencia Nacional de Minería. https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Bolet%C3%ADn%20Estad%C3%ADstico%20Minero%202020%20-2021%20VD%20%281%29_compressed.pdf
- Agencia Nacional de Minería. (2022). cartilla minería en Colombia. Agencia Nacional de Minería. https://www.anm.gov.co/sites/default/files/Cartilla_mineria_para_la_vida-diciembre_2022.pdf
- Álvarez, L. L. (2019). Conflictos socioeconómicos y ambientales derivados de la distribución ecológica en la cuenca carbonífera de la Sinifaná en Colombia. *Problemas del Desarrollo*. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.198.65857>
- Alves, W., Ferreira, P. V., & De Araújo, M. M. T. (2021). Challenges and pathways for Brazilian mining sustainability. *Resources Policy*, 74, 101648. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101648>
- Araujo, F. S. M., Llano, I. T., Nunes, E. B., & Santos, R. M. (2022). Recycling and Reuse of Mine Tailings: A Review of Advancements and their Implications. *Geosciences*, 12(9), 319. <https://doi.org/10.3390/geosciences12090319>

- Aristizabal-H, G., Goerke-Mallet, P., Kretschmann, J., & Baena, O. J. R. (2023). Sustainability of coal mining. Is Germany a post-mining model for Colombia? *Resources Policy*, 81, 103358. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103358>
- Arrubla, A. P., Flórez-Portilla, D., Torres-Camacho, L. D., & Viana-Ríos, R. (2022). Territorio y minería: la necesidad de precisar un enfoque para su abordaje. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 25(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.2305>
- Baena, O. J. R., & Mendoza, L. E. M. (2021). Sustainability of the Artisanal and Small-Scale gold mining in Northeast Antioquia-Colombia. *Sustainability*, 13(16), 9345. <https://doi.org/10.3390/su13169345>
- Banco Mundial. (2021). Rentas mineras (% del PIB). Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MINR.RT.ZS>
- Bárcena, A. (2018, 20 de noviembre). Estado de situación de la minería en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades para un desarrollo más sostenible [Conferencia]. IX Conferencia de Ministerios de Minería de las Américas, Lima, Perú. https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/181116_extendidafinalconferencia_a_los_ministros_mineria_lima.pdf
- Barraza, R., Sepúlveda, J. M., & Derpich, I. (2022). Location of the intermediate echelon to add purchase value and sustainability criteria in a mining supply network. *Sustainability*, 14(19), 12920. <https://doi.org/10.3390/su141912920>
- Betancur-Corredor, B., Loaiza-Usuga, J. C., Denich, M., & Borgemeister, C. (2018). Gold mining as a potential driver of development in Colombia: challenges and

opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 199, 538-553.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.142>

Borges, F. M., Rampasso, I. S., Quelhas, O. L., Leal Filho, W., & Anholon, R. (2022).

Addressing the UN SDGs in sustainability reports: An analysis of Latin American oil and gas companies. *Environmental Challenges*, 7, 100515.

<https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100515>

Cacciuttolo, C., Cano, D., & Custodio, M. (2023). Socio-Environmental risks linked with mine tailings chemical composition: Promoting responsible and safe mine tailings management considering copper and gold mining experiences from Chile and Peru. *Toxics*, 11(5), 462. <https://doi.org/10.3390/toxics11050462>

Cacciuttolo, C., & Marinovic, A. (2023). Experiences of underground mine backfilling using mine tailings developed in the Andean region of Peru: a green mining solution to reduce Socio-Environmental Impacts. *Sustainability*, 15(17), 12912.

<https://doi.org/10.3390/su151712912>

Calabrese, A., Costa, R., Gastaldi, M., Ghiron, N. L., & Montalvan, R. A. V. (2021).

Implications for Sustainable Development Goals: A framework to assess company disclosure in sustainability reporting. *Journal of Cleaner Production*, 319, 128624.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128624>

Campo, G. M., Ruffino, B., Reyes, A., & Zanetti, M. (2023). Water-Energy Nexus in the Antofagasta Mining District: Options for municipal wastewater reuse from a nearly Energy-Neutral WWTP. *Water*, 15(6), 1221. <https://doi.org/10.3390/w15061221>

Candeias, C., Ávila, P., Coelho, P., & Teixeira, J. P. (2019). Mining activities: Health impacts. En *Encyclopedia of Environmental Health* (2.a ed., Vol. 6, 415-435).

Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124095489110565?via%3Dihub>

Calicioglu, Ö., & Bogdanski, A. (2021). Linking the bioeconomy to the 2030 sustainable development agenda: Can SDG indicators be used to monitor progress towards a sustainable bioeconomy?. *New Biotechnology*, 61, 40-49.

<https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.10.010>

Carmona-García, U. F., Trujillo, H. C., & Restrepo-Tarquino, I. (2017). Gestión ambiental, sostenibilidad y competitividad minera. Contextualización de la situación y retos de un enfoque a través del análisis del ciclo de vida. *Dyna-colombia*, 84(201), 50.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.60326>

Carrión-Mero, P., Herrera-Narváez, G., Herrera-Franco, G., Sánchez-Zambrano, E., Mata-Perelló, J. M., & Berrezueta, E. (2021). Assessment and promotion of geotouristic and geomining routes as a basis for local development: a case study. *Minerals*, 11(4), 351. <https://doi.org/10.3390/min11040351>

Carrión-Mero, P., Turner-Carrión, M., Herrera-Franco, G., Bravo-Murillo, G., 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>

Carvajalino Umaña, J. D., Romero Perdomo, F. A., López González, M., Ardila, N., & González Curbelo, M. Á. (2022). Economía circular en Colombia: panorama y estrategias para acelerar su implementación. En Edgar Serna M. (Ed.) *Ingeniería y Desarrollo En La Nueva Era* (pp. 187- 200). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8732161&info=resumen&idioma=SPA>

Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. (2022).

ÍNDICE 2022 AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe.

<https://cods.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/2023/11/Indice-ODS-2022-para-America-Latina-y-el-Caribe-3.pdf>

Chávez, V., & Alberto, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304.

<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2019). Minería para un futuro bajo en carbono: oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/55fb4820-5533-4362-8c86-35dc3a42662c/content>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). Efectos de la minería en el desarrollo económico, social y ambiental del Estado Plurinacional de Bolivia.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6d06d95e-3fee-4f9c-afef-846848a41889/content>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). La economía circular en la minería peruana. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/544917c6-5fc8-460d-ad60-2b783a64bae1/content>

Conde, M. (2017). Resistance to mining. A Review. *Ecological Economics*, 132, 80-90.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.08.025>

Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos. (2018a). Objetivos de desarrollo sostenible, igualdad de género e industrias extractivas en Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador y Perú. Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos.

<https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2020/11/PDF-Objetivos-de-desarrollo-sostenible-igualdad-de-genero.pdf>

Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos. (2018b). La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8, 9, 12 y 17. Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos.

https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2017/03/agenda_2030_la_mineria_como_motor_de_desarrollo_economico_para_el_cumplimiento_de_los_ods_8_9_12_y_17.pdf

Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos. (2018c). La minería peruana y los objetivos de desarrollo sostenible: Oportunidades y retos que plantean los ODS al sector minero y subsectores comprometidos. Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos. <https://minsus.net/mineria-sustentable/wp->

content/uploads/2019/02/La-mineria-peruana-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf

Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos. (2023). Análisis de género en el empleo y competencias en el sector minero a gran escala en Argentina. Cooperación Regional para la gestión sustentable de los recursos mineros en los países andinos.

<https://minsus.net/mineria-sustentable/wp-content/uploads/2023/02/analisis-de-genero-en-el-empleo-y-competencias-en-el-sector-minero-a-gran-escala-en-argentina.pdf>

De Araújo Pereira, R. G. F. (2022). Geoparks: Pathways to internalize sustainable development in the state of Bahia, Brazil. *Geoheritage*, 14(2).

<https://doi.org/10.1007/s12371-022-00684-x>

Dorn, F. M., Hafner, R., & Plank, C. (2022). Towards a climate change Consensus: How Mining and agriculture Legitimize green Extractivism in Argentina. *The Extractive Industries and Society*, 11, 101130. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101130>

Endl, A., Tost, M., Hitch, M., Moser, P., & Feiel, S. (2021). Europe's mining innovation trends and their contribution to the sustainable development goals: Blind spots and strong points. *Resources Policy*, 74, 101440.

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101440>

Flores, O. F. G., & Juárez-Rubio, F. (2022). Proveedores sostenibles en la minería del cobre: análisis con métodos de decisión multicriterio. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(28), 479-497. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.98.7>

- Fraser, J. (2021). Mining Companies and Communities: Collaborative approaches to reduce social risk and advance sustainable development. *Resources Policy*, 74, 101144.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.02.003>
- Ghorbani, Y., & Kuan, S. H. (2016). A review of sustainable development in the Chilean mining sector: past, present and future. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 31(2), 137-165.
<https://doi.org/10.1080/17480930.2015.1128799>
- Gifford, B. D., & Kestler, A. (2008). Toward a theory of local legitimacy by MNEs in developing nations: Newmont Mining and Health Sustainable Development in Peru. *Journal of International Management*, 14(4), 340-352.
<https://doi.org/10.1016/j.intman.2007.09.005>
- Gorman, M. R., & Dzombak, D. A. (2018). A review of sustainable mining and resource management: Transitioning from the life cycle of the mine to the life cycle of the mineral. *Resources, Conservation and Recycling*, 137, 281-291.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.001>
- Guan, Y., Chu, C., Shao, C., Ju, M., & Dai, E. (2017). Study of integrated risk regionalisation method for soil contamination in industrial and mining area. *Ecological Indicators*, 83, 260-270. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.003>
- Guzmán, J. I., Karpunina, A., Araya, C., Faúndez, P., Bocchetto, M., Camacho, R., Desormeaux, D., Galaz, J., Garcés, I., Kracht, W., Lagos, G., Marshall, I., Pérez, V., Silva, J., Toro, I., Vial, A., & Wood, A. (2023). Chile: on the road to global sustainable mining. *Resources Policy*, 83, 103686.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103686>

- Henríquez, B. J., Garcés, I., & Salinas, R. T. (2021). Lithium extractivism and water injustices in the Salar de Atacama, Chile: the colonial shadow of green electromobility. *Political Geography*, 87, 102382.
<https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102382>
- Herrera, M. (2022). The contribution of the Chilean mining industry to the achievement of the 17 sustainable development goals. *Geosystem Engineering*, 1-18.
<https://doi.org/10.1080/12269328.2022.2147588>
- Hougaard, I. (2023). ‘As we exploit the river, we should give something back’: a moral ecology of sand extraction. *The Extractive Industries and Society*, 15, 101301.
<https://doi.org/10.1016/j.exis.2023.101301>
- 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>
- International Council on Mining and Metals. (2014). Role of mining in national economies: Mining's contribution to sustainable development (2nd Edition). International Council on Mining and Metals.
https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/social-performance/2014/research_romine-2.pdf
- International Council on Mining and Metals. (2022). Role of Mining in National Economies: Mining Contribution Index (6th Edition). International Council on Mining and Metals. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/social-performance/2022/research_mci-6-ed.pdf?cb=16134

International Council on Mining and Metals, 2024. Supporting the Sustainable

Development Goals. International Council on Mining and Metals.

<https://www.icmm.com/en-gb/our-work/supporting-the-sustainable-development-goals>.

Instituto Brasileño de Minería. (2022). Minería en Números. Instituto Brasileño de Minería.

<https://ibram.org.br/es/publicaciones/?txtSearch=&checkbox-section%5B%5D=1266#publication>

International Labour Organization (2015). Mining: a hazardous work. International Labour

Organization. https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/hazardous-work/WCMS_356567/lang--en/index.htm

Ivic, A., Saviolidis, N. M., & Johannsdottir, L. (2021). Drivers of sustainability practices and contributions to sustainable development evident in sustainability reports of European mining companies. *Discover Sustainability*, 2, 17.

<https://doi.org/10.1007/s43621-021-00025-y>

Jiménez, C. L. L., Bonilla, N., Restrepo, J. C. M., & Giraldo, C. F. M. (2022). Impacto medioambiental y socioeconómico en la salud generado por la minería artesanal del oro en Colombia. *Salud*, 38(02), 608-627. <https://doi.org/10.14482/sun.38.2.331.76>

Laing, T., & Moonsammy, S. (2021). Evaluating the impact of small-scale mining on the achievement of the sustainable development goals in Guyana. *Environmental Science & Policy*, 116, 147-159. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.010>

Lèbre, É., Corder, G., & Golev, A. (2017). The role of the mining industry in a circular economy: a framework for resource management at the mine site level. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 662-672. <https://doi.org/10.1111/jiec.12596>

- Liu, W., & Agusdinata, D. B. (2020). Interdependencies of lithium mining and communities sustainability in Salar de Atacama, Chile. *Journal of Cleaner Production*, 260, 120838. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120838>
- Masood, N., Hudson-Edwards, K. A., & Farooqi, A. (2020). True cost of coal: coal mining industry and its associated environmental impacts on water resource development. *Journal of Sustainable Mining*, 19(3), 1. <https://doi.org/10.46873/2300-3960.1012>
- Massaro, L., Calvimontes, J., Da Costa Ferreira, L., & De Theije, M. (2022). Balancing economic development and environmental Responsibility: Perceptions from communities of garimpeiros in the Brazilian Amazon. *Resources Policy*, 79, 103063. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103063>
- Medina, F. C., Fuentes-Guarda, V., & Fonseca, F. (2022). Industria minera chilena: una aproximación a las paradojas de la sustentabilidad. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(99), 1078-1094. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.99.14>
- Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (2023a). FICHA PAÍS República Federativa de Brasil. Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. https://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/BRASIL_FICHA%20PAIS.pdf
- Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (2023b). FICHA PAÍS República del Perú. Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación. https://www.exteriores.gob.es/Documents/FichasPais/PERU_FICHA%20PAIS.pdf

Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación (2021). Ficha país o territorio. Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación.

<https://www.exteriores.gob.es/es/Comunicacion/Paginas/Ficha.aspx>

Monteiro, N. B. R., Da Silva, E., & Neto, J. D. (2019). Sustainable development goals in mining. *Journal of Cleaner Production*, 228, 509-520.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.332>

Mundaca, G. (2022). Economic valuation of environmental and health impacts from mining: the case of Peru. *Environment, Development and Sustainability*.

<https://doi.org/10.1007/s10668-022-02826-1>

Mvile, B. N., & Bishoge, O. K. (2024). Mining and sustainable development goals in Africa. *Resources Policy*, 90, 104710.

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104710>

Omotehinse, A. O., & De Tomi, G. (2023). Mining and the sustainable development goals:

Prioritizing SDG targets for proper environmental governance. *AMBIO: A Journal*

Of The Human Environment, 52(1), 229-241. [https://doi.org/10.1007/s13280-022-](https://doi.org/10.1007/s13280-022-01775-3)

[01775-3](https://doi.org/10.1007/s13280-022-01775-3)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2016). *Cartografía de la minería en relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible: un atlas*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Mapping_Mining_S

[DGs_An_Atlas_SP.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Mapping_Mining_S)

Rashed, A. H., & Shah, A. (2021). The role of private sector in the implementation of sustainable development goals. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 2931-2948. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00718-w>

Responsible Mining Foundation. (2020a). ¿Minería responsable en América Latina y el Caribe?. Responsible Mining Foundation. https://www.responsibleminingfoundation.org/app/uploads/RMI-Report_Regional-Study-2020_LAC-SP.pdf

Responsible Mining Foundation. (2020b). La minería y los ODS: Actualización de la situación en 2020. Responsible Mining Foundation. https://www.responsibleminingfoundation.org/app/uploads/RMF_CCSI_Mining_and_SDGs_SP_Sept2020.pdf

Responsible Mining Foundation (2022a). RMI Report 2022. Responsible Mining Foundation. https://www-responsibleminingfoundation-org.translate.goog/rmi-report-2022/? x_tr_sl=en& x_tr_tl=es& x_tr_hl=es& x_tr_pto=wapp

Responsible Mining Foundation. (2022b, 22 de febrero). *RMI Report 2022 launch / Responsible mining: where is the industry at today?* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=TwpfKyOSIpk>

Responsible Mining Index (2022). RMI Report 2022. Responsible Mining Index https://2022.responsibleminingindex.org/resources/RMI_Report_2022-Summary_EN.pdf

- Ríos, R. V. (2018). Minería en América Latina y el Caribe, un enfoque socioambiental. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 617–631.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1066>
- Rodríguez, J. S. L., Furtado, A. T., & Altimiras-Martin, A. (2019). Minería del platino y el oro en chocó: pobreza, riqueza natural e informalidad. *Revista de economía institucional*, 22(42), 241-268. <https://doi.org/10.18601/01245996.v22n42.10>
- Romero-Perdomo, F., Carvajalino-Umaña, J. D., López-González, M., Ardila, N., & González-Curbelo, M. Á. (2023). The private sector's role in Colombia to achieving the circular economy and the Sustainable Development Goals. *Dyna*, 90(228), 9-16.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v90n228.107721>
- Romero Perdomo, F., & González Curbelo, M. Á. (2023). Integrating Multi-Criteria Techniques in Life-Cycle Tools for the Circular Bioeconomy Transition of Agri-Food Waste Biomass: A Systematic Review. *Sustainability*, 15(6), 5026.
<https://doi.org/10.3390/su15065026>
- Singh, R. K., Kumar, A., Garza-Reyes, J. A., & de Sá, M. M. (2020). Managing operations for circular economy in the mining sector: An analysis of barriers intensity. *Resources Policy*, 69, 101752. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101752>
- Statista Research Department (2023), *Número de empleados en el sector minero en Chile de 2011 a 2021, por tipo de empleo*. Statista Research Department.
<https://es.statista.com/estadisticas/1225927/numero-empleados-sector-minero-tipo-empleo-chile/#statisticContainer>
- Terama, E., Milligan, B., Jiménez-Aybar, R., Mace, G. M., & Ekins, P. (2015). Accounting for the environment as an economic asset: global progress and realizing the 2030

agenda for sustainable development. *Sustainability Science*, 11(6), 945-950.

<https://doi.org/10.1007/s11625-015-0350-4>

Torres, V., Figueiredo, J. R., De La Hoz, R. C., Botaro, M., & Chaves, L. S. (2022). A Mine-to-Crusher model to minimize costs at a truckless Open-Pit iron mine in Brazil. *Minerals*, 12(8), 1037. <https://doi.org/10.3390/min12081037>

United Nations Environment Programme. (2020). Sustainability Reporting in the Mining Sector.

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34051/MIN.pdf?sequence=1>

Vargas Carpintero, R., Romero-Perdomo, F., Martínez, J. F., & Lewandowski, I. (2023). A review of the knowledge base for the development of natural ingredients value chains for a sustainable biobased economy in Colombia. *Discover Sustainability*, 4(1), 33. <https://doi.org/10.1007/s43621-023-00150-w>

Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., Felländer, A., Langhans, S. D., Tegmark, M., & Nerini, F. F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the sustainable development goals. *Nature Communications*, 11(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>

World Bank. (2020). Diagnóstico del Sector Minero – Perú. World Bank.

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/463211632474174919/pdf/Peru-Mining-Sector-Diagnostic.pdf>

World Economic Forum. (2015). Mining & Metals in a Sustainable World 2050. World Economic Forum.

[https://www3.weforum.org/docs/WEF MM Sustainable World 2050 report 2015.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_MM_Sustainable_World_2050_report_2015.pdf)

World Mining Data. (2023). World Mining Data 2023. World Mining Data.

<https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2023.pdf>

Yao, Y., Lan, K., Graedel, T. E., & Rao, N. D. (2024). Models for Decarbonization in the Chemical Industry. *Annual Review of Chemical and Biomolecular Engineering*, 15.

<https://doi.org/10.1146/annurev-chembioeng-100522-114115>

Yin, R.K. (2009). *Case study research: design and methods*. 5th ed. Thousand, Oaks: SAGE Publications, Inc.

Zheng, X., Lü, Y., Ma, C., Yuan, J., Stenseth, N. C., Hessen, D. O., Tian, H., Chen, D.,

Chen, Y., & Zhang, S. (2023). Greenhouse gas emissions from extractive industries in a globalized era. *Journal of Environmental Management*, 343, 118172.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118172>