Hacia una minería de cobre responsable en Colombia

Oportunidades y retos socioambientales en un contexto de transición

Reporte SEI
Septiembre 2026

Elisa Arond[1]
Aminta Estrada[1]
Ivonne Lobos[1]
Irma González[2]
Yésica Rodríguez[1]
Camila García[1]
Camilo Betancur[1]
Daniela Alzate[1]
Maria Paula Gil[1]
Yudi Yepes[1]

[1] Stockholm Environment Institute
[2] International Council of Swedish Industry (NIR)



Publicado por

Stockholm Environment Institute
Dirección de visita: Textilgatan 43
Correo y entregas: Virkesvägen 1A
120 30 Stockholm, Sweden
Tel: +46 8 30 80 44
www.sei.org

Contacto del autor

Elisa Arond
elisa.arond@sei.org

Edición

Natalia Ortíz Díaz

Layout

Richard Clay

Gráficos

Alejandra Urrutia

Contacto de prensa

Natalia Ortiz Díaz
natalia.ortiz@sei.org

Foto de portada

© Camilo Betancur / SEI

Derechos de autor

Copyright © 2026 Stockholm Environment Institute. Este trabajo está licenciado bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Para ver una copia de la licencia, visite creativecommons.org/licenses/by/4.0

DOI: https://doi.org/10.51414/sei2026.049

Acknowledgements

Este informe se elaboró en el marco del programa MARS (Minería Americana más Responsable y Sostenible), financiado por la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI) e implementado por el Consejo Internacional de la Industria Sueca (NIR), en colaboración con el Stockholm Environment Institute (SEI) y otros socios del programa. Agradecemos a todas las personas que ofrecieron con generosidad su tiempo para participar en entrevistas, además de las valiosas contribuciones de revisión del documento, especialmente a Dr. Milton Montoya y a Andrés Hernández.

MARS
MINERÍA AMERICANA MÁS RESPONSABLE Y SOSTENIBLE

NIR International Council of Swedish Industry
NÄRINGSLIVETS INTERNATIONELLA RÅD

SEI Stockholm Environment Institute

Stockholm Environment Institute es un instituto internacional de investigación sin ánimo de lucro que aborda los desafíos relacionados con el clima, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

We empower partners to meet these challenges through cutting-edge research, knowledge, tools and capacity building. Through SEI's HQ and seven centres around the world, we engage with policy, practice and development action for a sustainable, prosperous future for all.

Contenidos

Lista de Abreviaturas 4

Resumen Ejecutivo 5

1 Introducción 10
- 1.1 El contexto de la transición energética, los minerales críticos y el cobre en Colombia 10
- 1.2 Referencias y marcos internacionales de minería responsable 11
- 1.3 Compromisos de Colombia en materia de minería responsable 12

2 Contexto: Balance actual del cobre en Colombia 14
- 2.1 Exportaciones e importaciones 14
- 2.2 Zonas con potencial y áreas estratégicas 14
- 2.3 Política pública minera y marco regulatorio en Colombia 18
- 2.4 Principales actores 22

3 La exploración como punto de partida: contexto, oportunidad y referentes internacionales 24
- 3.1 Exploración vs. explotación: distinción conceptual 24
- 3.2 La ventana de oportunidad: actuar antes de la explotación 26
- 3.3 Referentes internacionales: lecciones de la transición exploración-explotación 28

4 Oportunidades y retos de la minería de cobre en el contexto de la transición energética global en Colombia 31
- 4.1 Oportunidades alrededor de la minería de cobre relevantes para Colombia 31
- 4.2 Condiciones habilitantes 39
- 4.3 Retos de la minería de cobre relevantes para Colombia 44

5 Recomendaciones para orientar una eventual expansión de la producción de cobre en Colombia 54
- 5.1 Mecanismos de prevención, mitigación y gestión de impactos socioambientales 54
- 5.2 Recomendaciones diferenciadas por actor 56
- 5.3 Recomendaciones diferenciadas por horizonte temporal y etapa del ciclo minero 59

6 Conclusiones 63

Referencias 68

Lista de Abreviaturas

Sigla	Significado
ACM	Asociación Colombiana de Minería
AEM	Áreas Estratégicas Mineras
AFNOR	Association Française de Normalisation (Asociación Francesa de Normalización)
AMD	Acid Mine Drainage (Drenaje Ácido de Mina)
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANM	Agencia Nacional de Minería
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales
CBD	Convention on Biological Diversity (Convenio sobre la Diversidad Biológica)
CCM	Cámara Colombiana de Minería
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPES	Centro Peruano de Estudios Sociales
CMSI	Consolidated Mining Standard Initiative (Iniciativa para un Estándar Minero Consolidado)
CODELCO	Corporación Nacional del Cobre de Chile
CONFAMA	Caja de Compensación Familiar de Antioquia
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EITI	Extractive Industries Transparency Initiative (Iniciativa para la Transparencia en las Industrias Extractivas)
ERM	Environmental Resources Management
FOSBAM	Asociación Civil Fondo Social Las Bambas (Perú)
GDIAM	Grupo de Diálogo sobre Minería en Colombia (hoy Grupo ECOS, Instituto de Diálogo Entre Opuestos)
GEIH	Gran Encuesta Integrada de Hogares (DANE)
ICMM	International Council on Mining and Metals (Consejo Internacional de Minería y Metales)
IEA	International Energy Agency (Agencia Internacional de Energía)
IED	Inversión Extranjera Directa
IRMA	Initiative for Responsible Mining Assurance (Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable)
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
ITS	Informes Técnicos Sustentatorios (Perú)
JAC	Juntas de Acción Comunal
LKAB	Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag (empresa minera estatal de Suecia)
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAP	Mining Affected Populations (Poblaciones Afectadas por la Minería)
MARS	Minería Americana más Responsable y Sostenible
MINAM	Ministerio del Ambiente (Perú)
MME	Ministerio de Minas y Energía
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)
NIR	Näringslivets Internationella Råd (Consejo Internacional de la Industria Sueca)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (Perú)
OHCHR	Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights (Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos)
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
OMS	Organización Mundial de la Salud
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PTO	Programa de Trabajos y Obras
RSC	Responsabilidad Social Corporativa
SEI	Stockholm Environment Institute (Instituto de Ambiente de Estocolmo)
SENACE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (Perú)
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SGU	Sveriges Geologiska Undersökning (Servicio Geológico de Suecia)
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo)
UPME	Unidad de Planeación Minero-Energética
USGS	United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos)
VBG	Violencia Basada en Género
ZMERIP	Zambia Mining and Environmental Remediation and Improvement Project (Proyecto de Remediación y Mejoramiento Ambiental Minero de Zambia)

Resumen Ejecutivo

Oportunidades y retos socioambientales en un contexto de transición energética

~70%
Aumento proyectado demanda global de cobre al 2050
Fuente: BHP, 2024

359
Títulos mineros vigentes con cobre en Colombia
154 en fase de exploración

4
Proyectos efectivamente en producción a 2025

Este reporte responde dos preguntas centrales: ¿Qué oportunidades y retos tiene el desarrollo de la minería de cobre en Colombia? ¿Qué prácticas y recomendaciones pueden potenciar las primeras y mitigar los segundos?

Colombia se encuentra en una coyuntura particular. Mientras la demanda global de cobre continúa creciendo, impulsada por la transición energética, el país aún se encuentra en una etapa temprana del desarrollo de su sector cuprífero: el país exporta cobre principalmente como concentrado polimetálico y la producción se encuentra altamente concentrada en un número reducido de operaciones. Esta combinación ofrece una oportunidad para fortalecer capacidades institucionales, establecer condiciones de gobernanza y construir mecanismos de diálogo ante una eventual expansión de la actividad minera.

En este contexto, el propósito de este estudio no es determinar si Colombia debe expandir su producción de cobre, sino aportar evidencia para fortalecer las capacidades públicas, privadas y territoriales necesarias para gestionar de manera responsable los riesgos y oportunidades que podrían surgir en distintos escenarios futuros.

La demanda mundial de cobre, mineral indispensable para vehículos eléctricos, redes eléctricas, energías renovables y digitalización, podría aumentar cerca del 70% hacia 2050, llegando a 50 millones de toneladas anuales.[1] Para responder a esa demanda se requieren inversiones estimadas en 250.000 millones de dólares y la apertura de 80 nuevas minas antes de 2030.[2]

Con cuatro proyectos en producción efectiva, más de 150 títulos en exploración y 359 títulos vigentes que incluyen cobre,[3] Colombia ocupa una posición estratégica que aún no se ha consolidado. A diferencia de países como Chile y Perú, donde la expansión del sector cuprífero estuvo acompañada por procesos graduales de fortalecimiento institucional y ajustes regulatorios, **Colombia tiene la oportunidad poco frecuente de incorporar los aprendizajes internacionales antes de una expansión significativa del sector.** Esta condición representa una oportunidad poco frecuente para diseñar las reglas del juego antes de que la expansión minera se consolide.

1 BHP, BHP Insights.
2 UNCTAD, Focus on Critical Minerals: Copper in the New Green and Digital Economy.
3 ANM, Sistema Integral de Gestión Minera – Anna Minería.

1. El momento es ahora: una ventana estratégica para prepararse

Colombia está en una fase temprana y decisiva del desarrollo cuprífero. La ronda minera abierta por la ANM en diciembre de 2025 (cobre, oro y polimetálicos), la revisión en curso de la Política Minera Nacional y la creciente atención institucional al cobre como mineral estratégico configuran una coyuntura en la que las decisiones tomadas hoy influirán en décadas de actividad minera.

Colombia no parte de cero. La ANM y el Gobierno nacional ya han dado pasos institucionales concretos, la apertura de la ronda de cobre y polimetálicos, la revisión en curso de la Política Minera Nacional y el reconocimiento formal del cobre como mineral estratégico en 2012 y 2023, que constituyen una base real sobre la cual construir. Este estudio busca precisamente apoyar ese proceso, aportando evidencia para preparar las capacidades institucionales y sociales que permitan aprovechar la ventana de oportunidad.

La evidencia internacional revisada apunta de manera consistente en la misma dirección: **los marcos de gobernanza construidos después de que la explotación ya está en marcha son más costosos, menos efectivos y generan mayores conflictos** que los diseñados anticipadamente. Perú expandió significativamente su superficie concesionada durante la década de 1990[4], mientras que muchos de los mecanismos actuales de participación, gestión social y gobernanza minera se desarrollaron posteriormente. Los conflictos recurrentes alrededor de operaciones como Las Bambas ilustran los costos económicos (pérdida estimada de -1,9 puntos porcentuales del PIB sectorial[5]) y sociales que pueden surgir cuando los procesos de construcción de confianza y diálogo enfrentan dificultades. Para Colombia, estas experiencias ofrecen una oportunidad valiosa de aprendizaje en una etapa más temprana del desarrollo del sector.

RELEVANCIA TERRITORIAL: CESAR Y LA GUAJIRA

Esta discusión adquiere una relevancia particular en territorios como Cesar y La Guajira, donde el creciente interés por el cobre coincide con procesos más amplios de transformación económica asociados a la transición energética y a la necesidad de diversificar oportunidades de desarrollo territorial. Sin embargo, también convive con posiciones y perspectivas diversas frente a una eventual expansión de la minería de cobre, profundamente influenciadas por la experiencia histórica de la minería del carbón en la región. Las entrevistas realizadas durante la visita de campo evidenciaron que dicha experiencia constituye uno de los principales referentes desde el cual distintos actores interpretan las oportunidades y riesgos asociados al cobre, especialmente en aspectos como la generación de empleo, el uso de las regalías, la transformación local del mineral, la diversificación económica, la consulta previa y la construcción de confianza entre comunidades, empresas e instituciones.

4 De Echave, «Hacia una estimación de los efectos de la actividad minera en los índices de pobreza en el Perú».
5 COMEXPERU, «Conflictos sociales relacionados con la actividad minera generan un grave perjuicio a la economía nacional.»

2. Las oportunidades son reales, pero no automáticas

El sector minero ya aporta el 1,6% del PIB nacional y genera cerca de 244.000 empleos directos. En departamentos con alta actividad minera, su peso en la economía regional es aún mayor, alcanzando, por ejemplo, el 44% del PIB departamental en el Cesar y el 57% en La Guajira.[6] La expansión del sector cuprífero podría atraer inversión extranjera directa y generar encadenamientos productivos en transporte, industria, servicios, construcción y energía.

Sin embargo, la evidencia muestra que estos beneficios dependen críticamente de la calidad institucional, la gobernanza territorial y la capacidad del Estado de fiscalizar y sancionar incumplimientos.

3. Los principales retos no son geológicos

La evidencia analizada, complementada con los hallazgos del trabajo de campo realizado para este estudio, muestra que los principales desafíos para una eventual expansión de la minería de cobre no se limitan a los posibles impactos ambientales. Los actores consultados también resaltan la importancia de fortalecer la confianza, la participación temprana, el acceso a información clara y la capacidad institucional para gestionar los procesos desde las etapas iniciales.

Los potenciales impactos más críticos de la minería de cobre se resumen en ocho ámbitos interconectados: agua (calidad y disponibilidad), suelo, biodiversidad, aire, agricultura, desigualdades (género y migración), conflicto social y salud.

Varios de estos riesgos ya tienen expresión concreta en Colombia, como documenta el análisis de casos del capítulo 4 de este reporte: afectaciones a cuerpos de agua en proyectos del Chocó, impactos sobre ecosistemas estratégicos en el Putumayo, y tensiones en Antioquia asociadas a preocupaciones sobre disponibilidad y gestión del recurso hídrico. Los retos más determinantes para la viabilidad de un proyecto no son los geológicos, sino los institucionales, sociales y territoriales.

4. Las lecciones internacionales apuntan en la misma dirección

La experiencia internacional demuestra que las decisiones adoptadas durante las etapas tempranas de exploración condicionan en gran medida la sostenibilidad futura del sector. Tanto los avances como las dificultades observadas en países productores ofrecen aprendizajes valiosos para Colombia sobre planificación, participación, fortalecimiento institucional y prevención de conflictos. Chile y Perú – primer y tercer productores globales de cobre, con más de un tercio de la producción mundial – ofrecen lecciones contradictorias pero complementarias. Chile muestra el valor de la institucionalidad especializada y la visión estratégica de largo plazo. Perú ilustra los costos de la expansión rápida sin participación efectiva ni marcos preventivos. En ambos casos, muchas de las reformas más relevantes surgieron como respuesta

6 ACM, «Minería en Cifras».

a desafíos acumulados durante la expansión del sector, más que como medidas preventivas adoptadas desde sus etapas iniciales.

Asimismo, experiencias internacionales recientes resaltan la importancia de fortalecer mecanismos de monitoreo y control desde etapas tempranas para prevenir la extracción y el procesamiento ilícito de cobre, riesgos que pueden comprometer tanto la sostenibilidad ambiental como la gobernanza del sector.

5. Colombia puede beneficiarse de una coyuntura internacional favorable

La creciente atención internacional sobre minerales críticos está movilizando recursos financieros, asistencia técnica y nuevas alianzas de cooperación orientadas a consolidar cadenas de suministro responsables. IDB LAC Minerals, lanzada por el Grupo BID en marzo de 2026, busca precisamente apoyar a los países de la región no solo en la exploración y la inversión, sino también en el desarrollo de capacidades institucionales, la creación de cadenas de valor y el avance hacia la refinación y el procesamiento. La iniciativa Global Gateway de la Unión Europea apunta en la misma dirección. En paralelo, la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI, por sus siglas en inglés), ofrece un marco internacional de rendición de cuentas sobre pagos, impactos ambientales y procesos de participación. Colombia ya se vinculó al proceso EITI desde el 2013,[7] pero podría profundizar su compromiso a la iniciativa para fortalecer la confianza entre inversionistas, comunidades y mercados internacionales.

Colombia también puede alinear sus marcos regulatorios con estándares internacionales de minería responsable (por ejemplo, IRMA, ICMM, Copper Mark) desde la exploración. Hacerlo en esta etapa (antes de que la explotación se consolide) puede contribuir a construir reputación, atraer inversión alineada con altos estándares ambientales y sociales y posicionarse como proveedor confiable en mercados que valoran la responsabilidad, en lugar de volverse parte de una carrera hacia el fondo y tener que ajustar marcos regulatorios de manera reactiva bajo presión.

PREGUNTA ESTRATÉGICA CENTRAL

¿Bajo qué condiciones institucionales y económicas puede Colombia gestionar de manera responsable una eventual expansión de la minería de cobre, que contribuya al desarrollo territorial y mitigue potenciales impactos sociales y ambientales? Esta pregunta – y no solo ¿cuánto cobre tenemos? – es la que debe guiar la agenda pública, empresarial y de la sociedad civil en los próximos años.

7 https://eiticolombia.gov.co/eiti-colombia/

Recomendaciones estratégicas prioritarias

El reporte desarrolla recomendaciones diferenciadas por actor (sector público, empresarial, sociedad civil y comunidades) y por etapa del ciclo minero. Las seis prioridades transversales son:

1. Fortalecer capacidades institucionales de regulación, monitoreo y sanción antes de que llegue la expansión del sector.
2. Consolidar un marco normativo ambicioso y estable con estándares sociales y ambientales desde la fase de exploración.
3. Garantizar espacios de diálogo multi-actor permanentes y vinculantes, con protección efectiva del espacio cívico.
4. Diseñar una política industrial que articule minería, industrialización, innovación y desarrollo territorial.
5. Aprovechar mecanismos internacionales (Global Gateway, BID LAC Minerals, Copper Mark, IRMA) para atraer inversión alineada con altos estándares ambientales y sociales y fortalecer capacidades institucionales y territoriales.
6. Fortalecer el rol de academia y sociedad civil en la generación de evidencia independiente, el monitoreo y la incidencia en política pública.

La principal conclusión del estudio es que Colombia aún tiene una ventana de oportunidad para prepararse ante una posible expansión de la minería de cobre. Aprovechar esta etapa temprana permitiría fortalecer las capacidades institucionales, incorporar aprendizajes internacionales y construir mecanismos de diálogo y gobernanza antes de que los desafíos se hagan más complejos. Así, si el sector llega a desarrollarse a mayor escala, el país estará mejor preparado para gestionar sus riesgos y aprovechar sus oportunidades de manera responsable.

1 Introducción

1.1 El contexto de la transición energética, los minerales críticos y el cobre en Colombia

América Latina se ha consolidado como un territorio clave frente a la transición energética global debido a la alta presencia de minerales críticos, especialmente de cobre, en regiones como la cordillera de los Andes, incluyendo Colombia. Actualmente, cuatro de las cinco minas de cobre más grandes del mundo se ubican en América Latina (IEA, 2024, 2025). Esta presencia cuprífera ha incrementado el interés tanto de gobiernos como de empresas e inversionistas en la región (European Union, 2024), en un contexto marcado por una larga historia extractiva y por el considerable potencial de ampliar su participación en el suministro global de minerales clave (IEA, 2023, 2025). Sin embargo, la posible expansión del sector minero en la región también reaviva preocupaciones sobre los impactos sociales y ambientales de la minería, así como sobre la distribución de sus beneficios.

El cobre destaca por una demanda sólida, impulsada, por un lado por sectores tradicionales, como la construcción y la manufactura, y, por otro lado, por su papel central en tecnologías de la transición energética como vehículos eléctricos, energías renovables, redes eléctricas y digitalización (UNCTAD, 2025). En este contexto, se proyecta que la demanda mundial de cobre aumente cerca de 70% hacia 2050, alcanzando alrededor de 50 millones de toneladas anuales (BHP, 2024). Responder a esta demanda plantea retos estructurales para Colombia, donde la política nacional de los últimos años ha identificado el desarrollo del cobre como un eje relevante y ha reconocido al cobre como mineral estratégico en 2012 y 2023 debido a su papel en la transición energética y la industrialización (Resolución ANM No. 1006 de 2023).

En países como Colombia, el desafío no es sólo responder a una demanda creciente, sino también capturar mayor valor agregado mediante procesos de refinación y manufactura, actualmente concentrados en países como China, que refina más del 40% del cobre global y concentra más de la mitad de su demanda (UNCTAD, 2025). Aunque el sector ha implementado mecanismos de transparencia, con un 85% de las principales empresas reportando indicadores ambientales y sociales frente al 60% en 2020, persisten brechas, especialmente en lo social, y continúan las tensiones regulatorias a nivel internacional (IEA, 2025). Algunas áreas críticas que ya inciden en el suministro de cobre son impactos en el agua, emisiones de gases de efecto invernadero, biodiversidad, derechos humanos y de comunidades locales y casos de corrupción (IEA, 2025).

Globalmente, se estima que, para responder a esta demanda, será necesario abrir 80 nuevas minas hacia 2030, y movilizar inversiones estimadas en 250 mil millones de dólares, lo que intensificará los desafíos de gestión ambiental y social (UNCTAD, 2025). En este contexto, la economía circular se ha propuesto como un complemento clave: actualmente, cerca del 23% del suministro global de cobre proviene de fuentes secundarias, y mayores tasas de reciclaje podrían reducir la necesidad de nuevas explotaciones entre 35% y hasta 50% hacia 2050 (Born & Ciftci, 2024; IEA, 2025). No obstante, esto requiere fortalecer regulaciones, innovación tecnológica e infraestructura de reciclaje (IEA, 2025).

Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio es proporcionar un diagnóstico, basado en evidencia, para apoyar procesos de diálogo multi-actor y pedagogía hacia el desarrollo responsable de la minería de cobre en Colombia. En particular, partimos de dos preguntas principales:

1. *Considerando el contexto de transición energética internacional, ¿Qué oportunidades y retos tiene el desarrollo de la minería de Cobre en Colombia?*

2. *¿Qué prácticas y recomendaciones, basadas en evidencia, pueden aportar a potenciar las oportunidades y mitigar los riesgos?*

Este reporte ha sido producido en el marco del programa MARS: Minería Americana más Responsable y Sostenible, que tiene presencia en varios países de la región, incluyendo a Argentina, Chile, Bolivia, Perú, y Colombia. El programa aplica una perspectiva regional sobre los retos de sostenibilidad que presenta la creciente demanda de minerales en el contexto de la transición energética global. En Colombia, en una colaboración entre el Instituto de Ambiente de Estocolmo (SEI) y el Consejo Internacional de la Industria Sueca (NIR), el programa busca fomentar el diálogo entre empresas, gobierno y sociedad civil para generar una hoja de ruta para el desarrollo responsable de la minería de cobre en el país, alineada con estándares internacionales y los objetivos de una transición energética justa.

1.2 Referencias y marcos internacionales de minería responsable

A nivel global, la minería responsable se estructura sobre una combinación de marcos vinculantes y no vinculantes que orientan tanto a los Estados como a las empresas en la gestión de riesgos e impactos sociales, ambientales y de gobernanza, la mayoría de los cuales Colombia es país firmante. Entre los instrumentos vinculantes, el Acuerdo de París establece compromisos para la reducción de emisiones relevantes para sectores intensivos en carbono; el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) define obligaciones para la protección de la biodiversidad; y el Convenio de Minamata sobre el Mercurio regula el uso y las emisiones de mercurio en actividades extractivas. En el ámbito social, el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) consagra derechos fundamentales de Pueblos Indígenas, incluyendo la consulta previa, mientras que el Acuerdo de Escazú refuerza el acceso a la información, la participación y la justicia en asuntos ambientales. A pesar de su carácter vinculante, a muchos países les ha dificultado todavía cumplir con la implementación de estos compromisos, lo cual genera desfaces entre las expectativas y los resultados observados, incluyendo el caso colombiano (Fernández et al., 2026; Ortuño López, 2026).

Estos marcos también se complementan con estándares no vinculantes que han ganado creciente relevancia en la gobernanza del sector. Las guías de debida diligencia de la OCDE orientan la gestión de riesgos en cadenas de suministro; la Iniciativa para la Transparencia en las Industrias Extractivas (EITI), un estándar voluntario, busca generar mayor rendimiento de cuentas tanto a las empresas como a los estados, la Iniciativa para el Aseguramiento de la Minería Responsable (IRMA, por sus siglas en inglés), e iniciativas del mismo sector empresarial, como el Consejo Internacional de

Minería y Metales (ICMM por sus siglas en inglés, International Council on Mining and Metals) que promueve estándares y mejores prácticas entre grandes empresas mineras; y esquemas como The Copper Mark que buscan certificar el desempeño responsable en la producción de cobre.

Más recientemente, la Iniciativa para un Estándar Minero Consolidado (CMSI, por sus siglas en inglés, Consolidated Mining Standard Initiative, y que es una iniciativa conjunta entre ICMM, The Copper Mark, la Asociación Minera de Canadá y el Consejo Mundial del Oro) apuntan a armonizar estos estándares y reducir la fragmentación normativa. Sin embargo, algunas de estas iniciativas, como la CMSI, ha recibido recomendaciones de mejora desde su publicación en borrador. Entre otras, se ha señalado la necesidad de aumentar el nivel de ambición de los estándares exigidos y generar mayores incentivos para la mejora continua de las empresas, superar las restricciones o limitaciones que ciertos marcos legales locales imponen al cumplimiento del estándar, mejorar la alineación con leyes y principios internacionales de protección de los derechos de los Pueblos Indígenas, y fortalecer el modelo de gobernanza propuesto para consolidar una verdadera gobernanza de múltiples partes interesadas (Pitman et al., 2024; Public Citizen, 2024). A pesar de algunas mejoras incorporadas en una ronda posterior al estándar, persisten algunas observaciones, particularmente en relación con la gobernanza y la necesidad de fortalecer los requisitos de colaboración con comunidades Indígenas en el diseño de procesos de consulta y toma de decisiones (Chakma, 2025; ERM, 2026; Pitman, 2025).

1.3 Compromisos de Colombia en materia de minería responsable

En los últimos años Colombia ha mostrado interés en fortalecer su participación en agendas internacionales sobre la transición energética justa. Esto ha incluido la vinculación del país a iniciativas internacionales como el Beyond Oil and Gas Alliance y el Powering Past Coal Alliance, orientadas a responder a los retos asociados a la reducción progresiva de la dependencia a los combustibles fósiles. Además, el país ha impulsado iniciativas nacionales como la Hoja de Ruta para la Transición Energética Justa, que incorpora consideraciones sobre una posible disminución en la extracción y uso de combustibles fósiles, junto con el fortalecimiento de las energías renovables (Ministerio de Minas y Energía, 2025).

Al mismo tiempo que ha impulsado la industrialización alrededor de la minería, Colombia ha desarrollado un marco de compromisos orientado a que el desarrollo minero se realice bajo estándares de sostenibilidad y respeto por los derechos humanos. En el ámbito de la gobernanza y la transparencia, Colombia es miembro de la Iniciativa para la Transparencia en las Industrias Extractivas, compromiso que se refleja en las obligaciones de divulgación de información incorporadas en los contratos especiales de exploración y explotación de las Áreas Estratégicas Mineras.

En materia de derechos humanos, el Ministerio de Minas y Energía publicó la Política sobre Derechos Humanos del Sector Minero-Energético, acompañada de una guía de debida diligencia empresarial en derechos humanos para las empresas del sector (Ministerio de Minas y Energía, 2021). Este instrumento se enmarca en el Plan Nacional

de Acción de Empresas y Derechos Humanos de Colombia, en el cual el sector minero-energético fue priorizado, y se encuentra alineado con los Principios Rectores de las Naciones Unidas sobre Empresas y Derechos Humanos (2011), que establecen el marco internacional de "proteger, respetar y remediar" como estándar de conducta empresarial responsable (Naciones Unidas, 2011).

Desde la perspectiva de género, el Ministerio de Minas y Energía adoptó en 2020 los Lineamientos de Política Pública con Enfoque de Género del Sector Minero-Energético, que buscan promover la participación femenina y evaluar los impactos diferenciados de las actividades extractivas sobre hombres y mujeres, tanto en la fuerza laboral como en las comunidades de influencia (Ministerio de Minas y Energía, 2020). Estos lineamientos responden a una brecha significativa en el sector: la participación femenina en la minería industrial en Colombia se encuentra por debajo del promedio nacional.

En conjunto, estos instrumentos configuran un marco de política pública que va más allá de la regulación técnica y ambiental, incorporando dimensiones de transparencia, derechos humanos y equidad de género al desarrollo del sector minero. Para el caso específico del cobre, cuya exploración se encuentra en una etapa temprana, este marco representa una oportunidad para integrar dichos estándares desde el inicio del ciclo minero, antes de que se consoliden prácticas y dinámicas territoriales difíciles de revertir.

2 Contexto: Balance actual del cobre en Colombia

2.1 Exportaciones e importaciones

Colombia es actualmente un productor menor de cobre, aunque con un potencial relevante asociado a su localización geológica y condiciones del subsuelo. En 2022, el país produjo 7.800 toneladas, ubicándose en la posición 42 a nivel mundial (ACM, 2026). Estas cifras reflejan una participación aún limitada en el mercado global, donde Colombia no figura como un exportador significativo del mineral.

En 2025 Colombia exportó 46.017 toneladas de concentrados polimetálicos, de las cuales 7.286 toneladas correspondieron a cobre. La producción se concentra altamente en una sola operación en Carmen de Atrato (Chocó), que representó el 85,2% del total exportado, mientras que el 15% restante provino de Antioquia, Cesar y Santander como subproducto de la extracción de oro (Franco, 2025). La totalidad del cobre producido en el país tiene como destino China, evidenciando también una alta dependencia de un solo mercado (ANM, 2025f).

En contraste, la demanda de cobre en Colombia depende de manera significativa de las importaciones de cobre refinado y productos manufacturados. En 2022, el país importó 37.820 toneladas por un valor de USD 379,32 millones, principalmente en forma de cables (71,41%), seguidos por tubos (7,03%) y otros productos como láminas y accesorios (22%). Estas importaciones provienen principalmente de Perú (44,68%), Chile (17,63%), Alemania (11,96%), China (7,87%) y México (5,24%) (ANM, 2025f; Franco, 2025).

En conjunto, este patrón refleja una estructura en la que Colombia exporta principalmente materias primas en etapas tempranas de procesamiento, mientras importa productos de mayor valor agregado. Esto no solo evidencia un déficit en la balanza comercial del cobre, sino también un reto estructural en términos de encadenamientos productivos y captura de valor dentro del país.

2.2 Zonas con potencial y áreas estratégicas

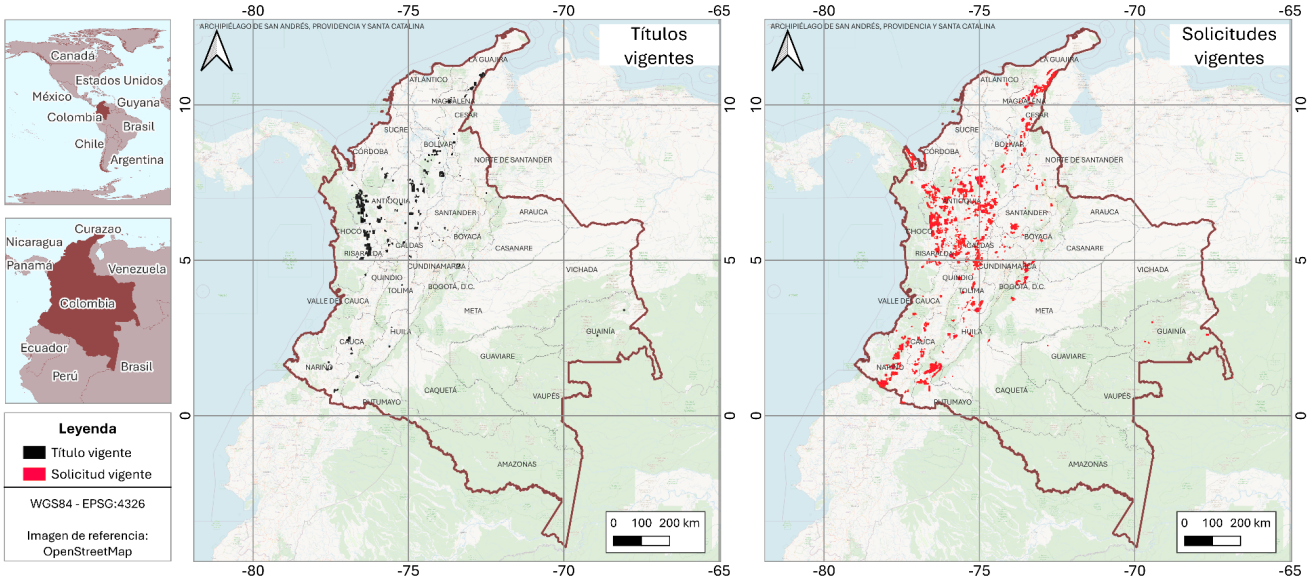
El potencial cuprífero de Colombia no es un descubrimiento reciente. Según un análisis de la Agencia Nacional de Minería, el origen de la exploración de cobre en el país se remonta a los años 1973-1976, con el Proyecto de Metales Básicos en las Cordilleras Central y Occidental, ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (Ingeominas), que cubrió un área de aproximadamente 90.000 km² en los departamentos de Tolima, Cauca, Valle del Cauca, Nariño, Quindío, Huila y Putumayo. Ese proyecto identificó 91 drenajes con valores anómalos en metales, de los cuales se confirmaron indicios de mineralización tipo pórfido cuprífero en Mocoa (Putumayo) e Infierno-Chilí (Tolima). Estudios posteriores, como el de Sillitoe y otros (1982), definieron por primera vez la existencia de tres subcinturones metalogénicos de pórfidos cupríferos en los Andes colombianos: occidental, central y oriental,

estableciendo la continuidad estructural del país con el cinturón cuprífero andino que se extiende hacia Ecuador y Panamá. Más recientemente, el Servicio Geológico Colombiano ha publicado sucesivas versiones del Mapa Metalogénico de Colombia (2016, 2018, 2020, 2022), identificando distritos como Serranía de Perijá y Camperucho en Cesar, Acandí y El Roble en Chocó, San Matías en Córdoba, y Rovira en Tolima, entre otros (ANM, por publicar).

Este medio siglo de acumulación de conocimiento geológico contrasta con la escasa traducción en proyectos productivos, lo que refuerza la caracterización de Colombia como un país en fase temprana de desarrollo cuprífero, con un potencial identificado, pero aún no materializado.

En relación con la titulación minera, a junio de 2025, según el Sistema Integral de Gestión Minera – Anna Minería (ANM, 2025d), se registraban 359 títulos mineros vigentes que incluyen cobre dentro de los minerales autorizados, muchos de ellos asociados a explotaciones polimetálicas. De estos, 154 se encuentran en fase de exploración, 26 en construcción y montaje, y únicamente 13 en explotación, lo que evidencia una marcada concentración en etapas tempranas del ciclo minero. A febrero de 2025, la Unidad de Planeación Minero-Energética de Colombia (UPME) reportaba que solo cuatro proyectos estaban efectivamente produciendo cobre, ubicados en Carmen de Atrato (Chocó), El Peñón (Santander), Buriticá (Antioquia) y Valledupar (Cesar) (UPME, 2025).

Figura 1. Distribución de títulos y propuestas de contrato de concesión vigentes para explorar o explotar cobre en Colombia a fecha del 31 de octubre del 2025.



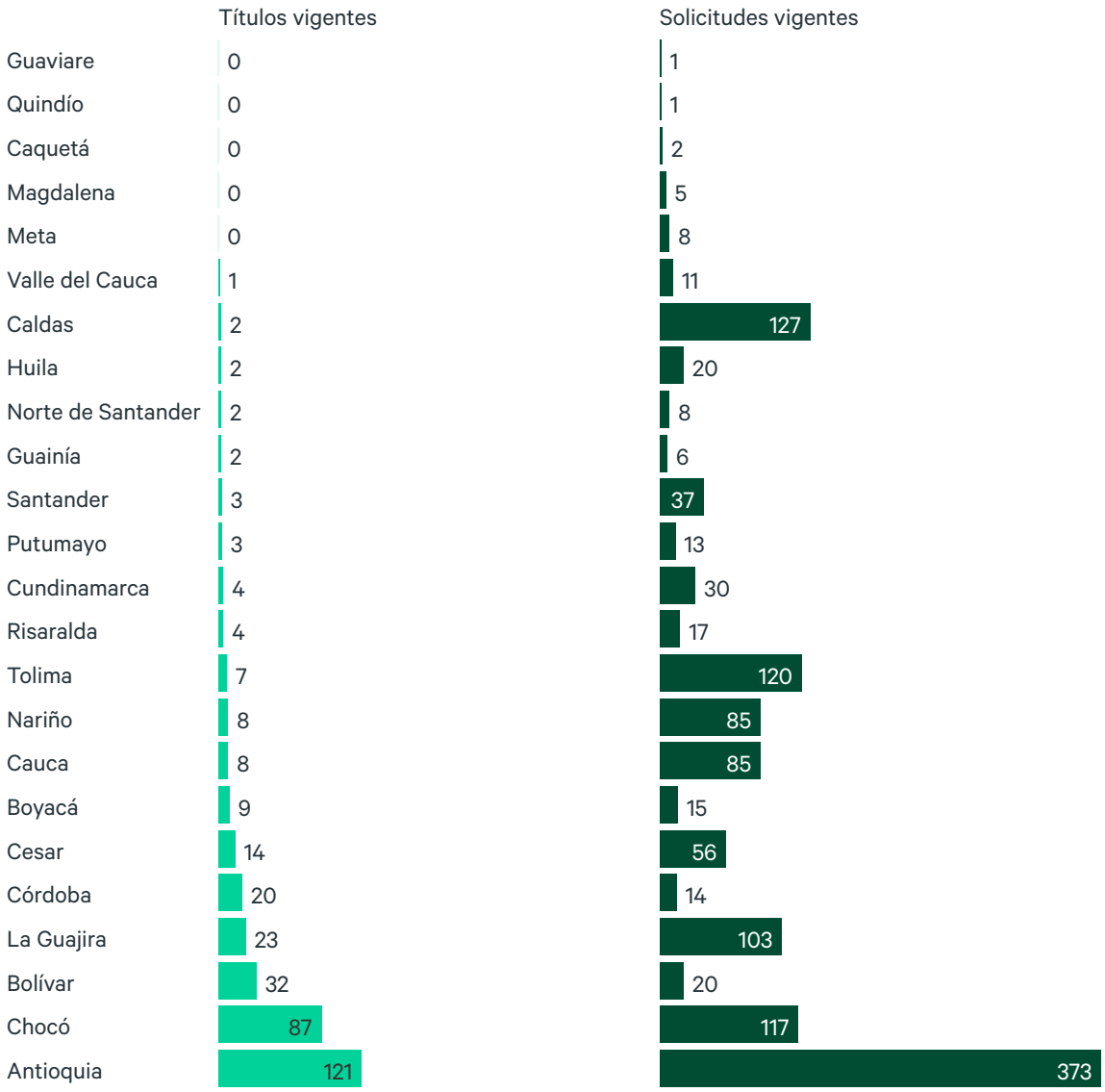
Fuente: elaboración propia a partir del geoportal de la Agencia Nacional de Minería (ANM, 2025a).

La distribución geográfica de los títulos vigentes muestra una alta concentración regional. Antioquia lidera con 121 títulos, seguido por Chocó (87), Bolívar (32), La Guajira (23), Córdoba (20) y Cauca (8). En contraste, la mayoría de los departamentos cuenta con menos de diez títulos, lo que sugiere una baja madurez de proyectos o

un desarrollo aún incipiente. En términos generales, la actividad minera formal se concentra en regiones con tradición extractiva e infraestructura más desarrollada, particularmente en el norte y occidente del país.

Este panorama contrasta con el número de solicitudes vigentes, propuestas de contrato de concesión minera, que superan ampliamente los títulos otorgados en casi todos los departamentos. Esto refleja un alto interés exploratorio y una expectativa de expansión del sector cuprífero. Antioquia nuevamente destaca con 373 solicitudes, seguido por Caldas (127), Tolima (120), Chocó (117) y La Guajira (103). También se observan niveles importantes en Cauca y Nariño (85 cada uno) y Santander (37), lo que indica una diversificación del interés hacia el suroccidente y el oriente del país. En conjunto, estos datos sugieren un potencial de crecimiento significativo si una parte de estas solicitudes se materializa en títulos otorgados.

Figura 2. Cantidad de títulos y solicitudes (propuestas de contrato de concesión) vigentes para explorar o explotar cobre por departamento al 31 de octubre del 2025.



Fuente: Elaboración propia a partir del geoportal de la Agencia Nacional de Minería (ANM, 2025a).

A nivel más estructural, otros análisis identifican nueve distritos metalogénicos que cubren el 10,58% del territorio nacional, concentrados principalmente en Antioquia, Córdoba, Chocó, La Guajira y Cesar. En este contexto, el cobre ha sido clasificado por la Agencia Nacional de Minería como un mineral de interés estratégico, lo que ha permitido mapear múltiples ocurrencias, prospectos y posibles depósitos a nivel nacional. Este potencial geológico aún no se traduce en un número significativo de proyectos en fase de explotación (UPME, 2025).

En respuesta, se ha buscado fomentar la inversión en exploración y atraer nuevos actores al sector. En este esfuerzo, resulta clave el marco regulatorio de titulación minera, incluyendo instrumentos como el proceso de selección objetiva para la asignación de áreas estratégicas mineras, que busca orientar el desarrollo del sector hacia zonas con mayor potencial y mejores condiciones para su aprovechamiento con menor conflicto por temas sociales y ambientales.

PERSPECTIVAS TERRITORIALES: LA NECESIDAD DE INFORMACIÓN TEMPRANA Y DIFERENCIADA

Las visitas a los departamentos del Cesar y la Guajira evidenciaron que uno de los principalesdesafíos para una eventual expansión de la minería de cobre no es únicamente la disponibilidad de información, sino la calidad, claridad y oportunidad con la que esta llega a los distintos actores del territorio. Persisten vacíos importantes sobre el potencial geológico, la presencia de acuíferos, los impactos específicos del cobre y las diferencias entre exploración, explotación, procesamiento y transformación del mineral. En ausencia de información técnica accesible, las percepciones tienden a construirse a partir de experiencias previas con otras actividades extractivas, particularmente la minería de carbón.

Este hallazgo sugiere que los procesos de información y pedagogía no deberían iniciar cuando los proyectos ya se encuentran avanzados, sino desde las etapas tempranas de exploración. Fortalecer el acceso a información objetiva, diferenciada y adaptada a distintos públicos puede contribuir a mejorar la calidad del diálogo territorial y permitir que las discusiones se desarrollen sobre una comprensión más compartida de los riesgos, oportunidades e implicaciones de cada etapa del ciclo minero.

2.3 Política pública minera y marco regulatorio en Colombia

2.3.1 Política pública minera

Política Minera Nacional (Resolución 40391 de 2016)

La Política Minera vigente en Colombia fue adoptada mediante la Resolución 40391 de 2016 del Ministerio de Minas y Energía, bajo el título "Bases para la minería del futuro". Su visión, planteada con horizonte a 2025, propuso un sector minero organizado, legítimo, incluyente y competitivo, orientado al desarrollo regional y al apalancamiento del posconflicto.

La política se estructura sobre seis pilares estratégicos: seguridad jurídica, condiciones competitivas, confianza legítima entre gobierno, comunidades y sector productivo, mejoramiento de infraestructura de transporte, ampliación del conocimiento geológico-minero del territorio, y fortalecimiento de la institucionalidad minera. Adicionalmente, define líneas estratégicas diferenciadas según la escala de la actividad (gran, mediana y pequeña minería y minería de subsistencia), con énfasis en la viabilización de nuevos proyectos para la gran minería, la consolidación operativa de la mediana, y la formalización o reconversión de la pequeña minería. Esta política se encuentra actualmente en proceso de actualización.

Hacia una nueva política minera: propuesta de 2023

En 2023, el Ministerio de Minas y Energía propuso una nueva política minera bajo el título "Una nueva visión de la minería en Colombia", que reorienta el sector a partir de seis enfoques: derechos humanos, género, enfoque diferencial, gestión integral del cambio climático, enfoque sistémico, y gestión ambiental y producción responsable. La propuesta identifica diez problemáticas prioritarias, entre ellas la planificación del ordenamiento minero-ambiental, la participación social y el relacionamiento con el territorio, la formalización minera y el cierre de minas.

Un cambio significativo entre ambas políticas es el tratamiento del cobre. La política de 2016 apenas lo menciona, limitándose a señalar la existencia de proyectos de mediana escala en Chocó y la necesidad de diversificar la canasta minera. La propuesta de 2023, en cambio, reconoce al cobre como mineral esencial para la transición energética, destaca el potencial geológico de Colombia y plantea acciones concretas como el análisis de viabilidad de una planta de fundición y refinación de cobre en el país, y la revisión de los criterios de asignación de áreas estratégicas mineras con consideraciones de cadenas de valor agregado.

Esta diferencia refleja la evolución del contexto minero colombiano en la última década: la designación del cobre como mineral estratégico (2012, ratificada en 2023), la apertura de rondas de Áreas de Reserva Estratégica Minera (AEM) para cobre y polimetálicos, y el crecimiento de la demanda global vinculada a tecnologías de energía limpia han reposicionado este mineral en la agenda de política pública. No obstante, la nueva política no ha sido formalmente adoptada, por lo que la Resolución 40391 de 2016 continúa siendo el instrumento vigente.

Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024–2035

La Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) publicó el Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024–2035, un instrumento indicativo que orienta el desarrollo del sector en consonancia con el Plan Nacional de Desarrollo. En materia de cobre, el Plan destaca la importancia de identificar el potencial geológico de Colombia para este mineral, considerando su rol creciente en la producción de energías limpias, que demandan más minerales y metales que la generación basada en combustibles fósiles (UPME, 2025).

El Plan identifica ocurrencias, prospectos y depósitos de cobre a lo largo del territorio, lo que sugiere un potencial geológico significativo. Sin embargo, la brecha entre ese potencial y la realidad productiva es amplia: según la UPME, a 2025 únicamente cuatro proyectos se encuentran en etapa efectiva de explotación: El Roble y el Proyecto de Interés Nacional Estratégico Buriticá como principales, y La Lucha y Pit Los Mangos como operaciones de pequeña escala con un aporte mínimo a la producción nacional. Los demás proyectos no cuentan con Programa de Trabajos y Obras (PTO) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobados (UPME, 2025).

2.3.2 Marco Regulatorio en Colombia

Formas de titulación minera en Colombia

El ordenamiento jurídico colombiano prevé dos mecanismos para otorgar el derecho a explorar y explotar minerales de propiedad estatal: (1) el régimen ordinario establecido en la Ley 685 de 2001 (Código de Minas), y (2) los procesos de selección objetiva en AEM. Ambos se enmarcan en los principios de legalidad, planeación, transparencia y selección objetiva que rigen la gestión de los recursos naturales no renovables.

El Código de Minas colombiano (Ley 685 de 2001), en su artículo 14 determina que el contrato de concesión minera es el instrumento jurídico mediante el cual se constituye, prueba y declara el derecho a explorar y explotar minerales de propiedad estatal.

Posteriormente, el artículo 45 de la misma ley, señala que dicho contrato es el que se «*se celebra entre el Estado y un particular para efectuar, por cuenta y riesgo de este, los estudios, trabajos y obras de exploración de minerales de propiedad estatal*». El procedimiento para acceder a este contrato se inicia con la propuesta de contrato de concesión minera, definida en el artículo 16 del Código de Minas. Aunque la propuesta no otorga, por sí sola, derecho a la concesión, sí genera un derecho de prelación, en aplicación del principio “primero en el tiempo, primero en el derecho”, siempre que el proponente cumpla los requisitos técnicos, jurídicos y financieros exigidos. La Agencia Nacional de Minería (ANM) es la autoridad competente para adelantar la evaluación integral de la propuesta y desarrollar las etapas de participación ciudadana previstas (concertación con autoridades y audiencias públicas mineras).

Conforme al artículo 279 del Código de Minas, surtido el procedimiento administrativo y encontrándose cumplidos los requisitos, se procede a la celebración del contrato y a su inscripción en el Registro Minero Nacional, momento a partir del cual este surte efectos jurídicos.

El contrato de concesión minera tiene una duración máxima de treinta (30) años, contados desde su inscripción en el Registro Minero Nacional, prorrogables por un término igual. Durante su vigencia, el contrato se divide en tres etapas: exploración (3 años, prorrogables hasta 11), construcción y montaje (3 años, prorrogables por 1) y explotación (el tiempo restante, entre 15 y 24 años). El área máxima de una concesión puede alcanzar las 10.000 hectáreas.

Estas etapas contractuales corresponden a las tres fases operativas diferenciadas en el marco normativo colombiano: la exploración técnica, que busca determinar la existencia y ubicación del mineral en cantidad y calidad económicamente explotables; la explotación, que comprende las operaciones de extracción, acopio, beneficio; y el cierre, que implica la finalización progresiva de las actividades mineras y el desmantelamiento de infraestructura operativa. El contrato puede terminarse por renuncia del titular, mutuo acuerdo, vencimiento del término o caducidad declarada por el Estado ante incumplimientos graves.

Selección objetiva en Áreas Estratégicas Mineras (AEM)

Las AEM fueron incorporadas al ordenamiento por el artículo 108 de la Ley 1450 de 2011 (Congreso de Colombia, 2011) y ratificadas por el artículo 20 de la Ley 1753 de 2015. Estas disposiciones facultan a la Autoridad Minera Nacional (ANM) para delimitar áreas con potencial geológico alto de minerales de interés estratégico, dentro de las cuales no se reciben propuestas ordinarias de concesión minera. Una vez delimitadas, estas áreas se adjudican exclusivamente mediante procesos de selección objetiva, conocidos institucionalmente como rondas mineras, a través de contratos especiales de exploración y explotación, que pueden incluir obligaciones técnicas, económicas, sociales y ambientales adicionales o diferenciadas frente al régimen ordinario (Congreso de la República de Colombia, 2015).

Este mecanismo constituye una excepción expresa al principio de prelación aplicable en las propuestas de concesión minera, y busca optimizar las condiciones para el Estado y los territorios donde se localizan los minerales estratégicos. Según la definición de la ANM, las AEM corresponden a polígonos con estudios de prospección que indican potencial elevado, y su adjudicación solo procede mediante procedimientos competitivos regidos por los criterios de selección objetiva (ANM, 2025c).

La ANM inició en marzo de 2021 el proceso de selección objetiva para adjudicar seis Áreas Estratégicas Mineras de cobre y polimetálicos, con el fin de seleccionar la oferta más favorable para el otorgamiento de contratos especiales para la exploración y explotación de minerales estratégicos. Los seis bloques (áreas de cobre) fueron adjudicados durante el 2021, 2022 y 2023.

2.3.3 Ronda minera de cobre, oro y polimetálicos (2025)

El 15 de diciembre de 2025, la ANM abrió un nuevo proceso de selección objetiva para la adjudicación de contratos especiales de exploración y explotación en Áreas Estratégicas Mineras de cobre, oro y minerales asociados, derivados o concentrados, mediante la Resolución 3356 del 11 de diciembre de 2025.

El proceso se rige por un esquema competitivo en el que los participantes habilitados presentan ofertas que incluyen, entre otros requisitos, un programa mínimo exploratorio, un plan de evaluación técnica anticipada y una contraprestación social. La ANM evalúa las ofertas y abre un período para contraofertas, adjudicando el área a la propuesta más favorable según criterios de contraprestación económica y social.

Los contratos resultantes de esta ronda contemplan una etapa inicial de evaluación técnica anticipada, cuyo propósito es que el contratista determine si el área tiene potencial mineral suficiente para continuar con las etapas posteriores. En esta fase, las actividades permitidas están expresamente acotadas: perforaciones prospectivas que no superen los 2.600 metros en conjunto, sin mallas de perforación orientadas a definir recursos y reservas. No se permiten túneles exploratorios ni infraestructura que genere impactos ambientales significativos. Si el contratista concluye que el área no tiene potencial suficiente, puede dar por terminado el contrato sin penalidad, con la obligación de restaurar las zonas intervenidas.

Esta estructura contractual refuerza el carácter preliminar y la expectativa de menor impacto de la fase actual: la ronda abre la puerta a la exploración, y las condiciones del contrato limitan deliberadamente la escala de intervención territorial mientras se evalúa el potencial geológico.

2.3.4 Componente social en los contratos de las Áreas Estratégicas Mineras

Los contratos especiales de exploración y explotación derivados de la ronda minera incorporan un componente social que acompaña al proyecto desde la evaluación técnica anticipada y la exploración, aunque esto no refiere a un proceso de consulta previa como tal. Por ejemplo, se establece que el contratista debe realizar una audiencia de participación ciudadana durante los primeros seis meses de la etapa de evaluación técnica, así como espacios de socialización y la inversión en proyectos sociales que se ejecutarán a través de la Contraprestación Social correspondiente al 1% de las inversiones totales durante la etapa de exploración (ANM, 2025e). En contraste, en el régimen ordinario de concesión, las obligaciones sociales se activan únicamente en la fase de explotación.

Desde la etapa de evaluación técnica anticipada, el contratista debe llevar a cabo espacios de socialización con las comunidades del territorio, incluyendo una audiencia de participación ciudadana. Debe además informar y socializar el proyecto conforme a la Estrategia de Relacionamiento Social para las Áreas Estratégicas Mineras definida por la ANM.

En la etapa de exploración, las obligaciones se amplían. El contratista debe presentar un Plan de Gestión Social, ejecutar anualmente programas y proyectos de inversión social, y socializar con las comunidades los hallazgos relevantes sobre ecotoxicidad y riesgo ambiental. Adicionalmente, dentro del primer año de exploración debe elaborar un Informe de Proveedurías Locales que sirva como insumo para un plan de vinculación de proveedores del territorio, el cual debe ser socializado con las autoridades locales, la ANM y las comunidades del área de influencia.

El contrato también establece una contraprestación social obligatoria, que para la etapa de explotación debe ser igual o superior al 1% y cuyos proyectos deben orientarse a la disminución de la pobreza y el mejoramiento de la calidad de vida de la población del corregimiento beneficiario. En materia de transparencia, el contrato hace referencia al estándar EITI como marco para la divulgación de información y la comunicación con las comunidades impactadas por el proyecto.

Estas disposiciones se enmarcan en lo establecido por la Resolución 468 de 2021, que define los lineamientos para el relacionamiento social y el Plan de Gestión Social en los contratos especiales de las Áreas de Reserva Estratégica Minera. Algo notorio es un esfuerzo de buscar mayor coherencia entre la ronda y el marco normativo.

2.4 Principales actores

La gobernanza del sector cuprífero en Colombia se configura a partir de la interacción de actores del sector público, empresarial, sociedad civil y academia, y comunidades y Poblaciones Afectadas por la Minería (MAP, por sus siglas en inglés, Minning Affected Populations); cada uno con roles diferenciados pero complementarios que reflejan un ecosistema complejo donde la coordinación, la regulación y la incidencia son determinantes (tabla 1).

Tabla 1. Actores clave en la gobernanza del sector minero en Colombia: roles y funciones.

Tipo	Actor	Facultades clave	Tipo de función
Sector público	Entidades rectoras (MME, MADS)	Definir políticas públicas mineras y ambientales; establecer lineamientos regulatorios.	Rectoría / Regulación
	Entidades técnicas (UPME, SGC)	Generar información, realizar planeación sectorial y producir conocimiento técnico-científico.	Planeación / Soporte técnico
	Autoridades mineras y ambientales (ANM, ANLA, CAR)	Administrar recursos, otorgar licencias, fiscalizar y hacer seguimiento a proyectos.	Administración / Control
	Ministerio del Interior	Coordinar procesos de consulta previa con comunidades étnicas.	Garantía de derechos / Coordinación
Sector Empresarial	Empresas mineras	Ejecutar proyectos (exploración, construcción, explotación) y están obligados a cumplir normativa aplicable.	Operación / Implementación
	Gremios (ACM)	Representar al sector; buscan incidir en política pública; promover competitividad del sector.	Representación / Incidencia
Sociedad civil y academia	ONG, academia, think tanks	Generar evidencia, monitorear impactos, promover transparencia y el cumplimiento del sector a estándares y normas; buscan incidir en políticas.	Incidencia / Control social
	Espacios de diálogo multiactor (mesas, ECOS (antes GDIAM), EITI)	Facilitar acuerdos, generar recomendaciones e incidir en gobernanza sectorial.	Articulación / Incidencia
	Veedurías y plataformas de seguimiento	Supervisar proyectos y articular actores para monitoreo socioambiental.	Vigilancia / Monitoreo
Comunidades MAP	Comunidades étnicas	Ejercer derechos colectivos; participar en consulta previa; defender territorio y cultura.	Participación / Derechos colectivos
	Autoridades y organizaciones étnicas	Gestionar territorios, representar intereses de las comunidades étnicas.	Gobernanza territorial
	Comunidades campesinas y rurales	Participar en dinámicas territoriales; liderar acciones colectivas y de defensa del territorio.	Participación / Movilización
	Organizaciones comunitarias (JAC, colectivos)	Implementar gestión local, monitoreo participativo y veeduría ciudadana.	Gestión local / Control social

PERSPECTIVAS TERRITORIALES: UNIVERSIDADES COMO ACTORES ESTRATÉGICOS PARA EL DIÁLOGO TERRITORIAL

La visita al Cesar y la Guajira permitió identificar a las instituciones de educación superior como actores con potencial particularmente relevante para varios temas asociadas a la minería. Además de aportar capacidades técnicas y conocimiento sobre el territorio, varias universidades ya aportan un rol clave en facilitar espacios para el desarrollo de procesos participativos y de diálogo, y de fortalecer la circulación de información entre distintos sectores, que se podría fortalecer y ampliar con enfoque preciso en el tema de cobre.

La experiencia también evidenció oportunidades de colaboración entre universidades y sector privado para generar y traducir información técnica y acercarla a las comunidades, así como el interés de la academia por contribuir a procesos de formación, investigación y diálogo con el sector público y sociedad civil. Estos hallazgos sugieren que las universidades pueden contribuir al intercambio de conocimiento y la construcción de confianza.

Entre las principales empresas cupríferas que ejecutan actividades en distintas fases del ciclo minero en Colombia, se encuentran (elaboración propia, adaptada con actualizaciones a 2025 de Poveda Forero et al., 2023):

Empresa	Proyecto	Depto.	Etapa del ciclo minero
Minera de Cobre Quebradona S.A.S.	Quebradona	Antioquia	Exploración
Minera El Roble S.A.	El Roble	Chocó	Explotación
Cobre Minerals S.A.S.	San Matías	Córdoba	Construcción y montaje
Bellhaven Exploraciones Inc.	La Mina	Antioquia	Exploración
Sunward Resources	Titiribí	Antioquia	Explotación
Gold Mining Exploraciones S.A.S.	Yarumalito	Antioquia	Explotación
Libero Cobre Ltd	Mocoa	Putumayo	Exploración
Sociedad Minera de Santander S.A.S.	Soto Norte	Santander	Exploración
Continental Gold Limited Sucursal Colombia	Buriticá	Antioquia	Explotación
Maria Patricia Vega Daza	La Lucha	Cesar	Explotación
Global Copper Mining S.A.S.	Pit Los Mangos	Cesar	Explotación

3 La exploración como punto de partida: contexto, oportunidad y referentes internacionales

3.1 Exploración vs. explotación: distinción conceptual

En el debate público sobre minería, los términos exploración y explotación muchas veces suelen utilizarse de manera indistinta, generando confusión sobre lo que ocurre, o podría ocurrir, en un territorio. Sin embargo, se trata de fases fundamentalmente diferentes en escala, duración, tipo de intervención e impacto territorial, en la minería formal. Estándares internacionales como el el IRMA Standard V2.0 (Initiative for Responsible Mining Assurance, 2nd Draft, 2025)[8] y el Community Development Toolkit del ICMM reconocen esta diferencia al establecer requisitos y orientaciones diferenciados para cada etapa del ciclo de vida minero, desde la exploración hasta el cierre y post-cierre (ICMM, 2012; IRMA, 2025). Comprender esta distinción es esencial para que las comunidades, las autoridades locales y los demás actores del territorio puedan formarse expectativas realistas y participar de manera informada en las decisiones que les conciernen.

La exploración es una fase de investigación en la minería formal. Su propósito es determinar si en un área determinada existen minerales en cantidad y calidad suficientes para justificar una eventual explotación. En la práctica, esto se traduce en actividades como levantamientos geológicos, toma de muestras de suelo y roca, análisis de laboratorio y, en algunos casos, perforaciones prospectivas de alcance limitado. En el caso colombiano, los contratos especiales derivados de las rondas de AEM limitan expresamente las actividades de la etapa de evaluación técnica anticipada: perforaciones prospectivas que en conjunto no superen los 2.600 metros, sin mallas de perforación orientadas a definir recursos y reservas, y sin túneles exploratorios ni infraestructura que genere impactos ambientales significativos (ANM, 2025b).

Lo que se espera que una comunidad observe durante la exploración es la presencia temporal de equipos técnicos, maquinaria menor y puntos de perforación acotados. No debe haber mayor transformación del paisaje, no se debe construir infraestructura permanente, no se deben generar flujos migratorios significativos ni se debe alterar la base económica local. La intervención debe ser puntual: si los resultados no son favorables, el área debe ser restaurada. Sin embargo, hay estudios que sugieren que incluso en la etapa de exploración la expectativa de potencial impacta el desarrollo futuro de la minería, y por otro lado pueden haber conflictos con minería informal e ilegal desde la fase de exploración (Haikola & Anshelm, 2018; Holley et al., 2025; Mackenzie et al., 2025; Merlin et al., 2021). Legislaciones como la peruana exigen un plan de cierre incluso para la etapa de exploración, integrado de manera conceptual dentro de la certificación ambiental del proyecto exploratorio (Ley N° 28090, Perú; Rodríguez y Julca, CEPAL, 2021). Este principio, que toda intervención en el territorio, por menor que sea, requiere una estrategia de restauración, fue posteriormente reforzado por la Ley N° 31347 de 2021, que amplió las garantías financieras exigibles, extendió la responsabilidad solidaria a directores

8 El estándar IRMA V2.0, actualmente en proceso de adopción, integra por primera vez en un solo instrumento los requisitos para exploración, extracción y procesamiento de minerales, reflejando el reconocimiento de que las decisiones tomadas en las fases tempranas condicionan todo el desarrollo posterior del proyecto.

y accionistas mayoritarios, y tipificó penalmente el abandono de unidades mineras sin cumplir el plan de cierre.

Es importante señalar que la mayoría de los proyectos de exploración no llegan a la fase de explotación. La exploración es, por definición, una actividad de alto riesgo e incertidumbre para el inversionista: según estimaciones del sector, solo uno de cada 300 a 500 yacimientos atractivos se convierte en una operación minera (Lowell, 2014). En Colombia, los contratos de las rondas de AEM permiten al contratista dar por terminado el contrato sin penalidad si concluye que el área no tiene potencial suficiente, con la obligación de restaurar las zonas intervenidas (ANM, 2025c).

La explotación, en cambio, implica la extracción del mineral a escala industrial. Esto requiere la construcción de infraestructura significativa: plantas de procesamiento, depósitos de relaves, vías de acceso, campamentos, sistemas de gestión de agua y energía. La transformación del paisaje es sustancial y de largo plazo, aunque esto también puede variar según el tipo de minería y las técnicas aplicadas (ej. subterránea versus a cielo abierto). El territorio experimenta cambios profundos: llegada de trabajadores y proveedores, presión sobre servicios públicos, modificación de dinámicas económicas locales, impactos sobre el agua, el suelo y la biodiversidad, y una reconfiguración de las relaciones sociales y de poder en la zona. El ICMM señala que desarrollar una mina desde la exploración hasta la producción toma típicamente más de una década (ICMM, 2026), lo que subraya que entre ambas fases media un proceso largo de evaluación, diseño y licenciamiento, lo cual también implica un relacionamiento importante con la comunidad alrededor. Estos impactos pueden gestionarse y mitigarse, pero no eliminarse.

Entre ambas fases existe una etapa intermedia, la construcción y montaje, que marca la transición entre la decisión de explotar y el inicio de la producción. Es en esta fase donde el territorio experimenta por primera vez cambios a gran escala: movimiento significativo de maquinaria pesada, apertura o ampliación de vías de acceso, instalación de campamentos, llegada masiva de contratistas y empresas de servicios, y el inicio de la construcción de plantas de procesamiento, sistemas de gestión de agua y depósitos de relaves. Para las comunidades del entorno, esta etapa suele representar el punto de inflexión más visible: el proyecto deja de ser una actividad técnica discreta y se convierte en una transformación tangible del paisaje y de las dinámicas locales. El IRMA Standard V2.0 reconoce la construcción como una fase diferenciada con requisitos específicos, incluyendo la planificación del cierre minero desde esta etapa y el cumplimiento de compromisos de relacionamiento comunitario antes de que las operaciones comiencen (IRMA, 2025). Por ello, la calidad del relacionamiento construido durante la exploración resulta determinante: es la base sobre la cual se gestionarán los impactos más significativos de las fases siguientes.

Precisamente por eso, la confusión entre exploración y explotación tiene consecuencias concretas. Si una comunidad percibe que la exploración equivale a explotación, puede generar resistencia prematura ante actividades de bajo impacto, o bien crear expectativas de empleo e inversión que no corresponden a esa fase. A la inversa, si no se distingue claramente la transición de una fase a otra, las comunidades pueden verse ante cambios territoriales significativos sin haber tenido la oportunidad de prepararse, participar o negociar condiciones.

3.2 La ventana de oportunidad: actuar antes de la explotación

Los datos presentados en la sección *2.2 – Zonas con potencial y áreas estratégicas* dibujan un panorama claro: Colombia se encuentra en una fase temprana del desarrollo cuprífero. Las solicitudes vigentes superan ampliamente los títulos otorgados en casi todos los departamentos, lo que refleja un interés creciente que aún no se ha materializado en actividad extractiva. La ronda de cobre, oro y polimetálicos abierta por la ANM en diciembre de 2025 busca precisamente canalizar ese interés hacia las AEM bajo condiciones contractuales diferenciadas, pero sus contratos aún no han sido adjudicados.

Este desfase entre potencial geológico y la realidad extractiva abre una ventana de oportunidad para Colombia que pocos países han tenido: definir reglas y estándares claras y ambiciosos antes de una eventual expansión significativa del sector. La evidencia alrededor de experiencias internacionales muestra que una vez el desarrollo extractivo se consolida, suele ser más difícil introducir nuevas exigencias regulatorias, ambientales y sociales.

En este contexto, tres factores convergentes hacen que el momento actual resulte estratégico para Colombia. En primer lugar, los marcos normativos e institucionales que regirán el desarrollo del cobre están en construcción o actualización. La Política Minera Nacional se encuentra en proceso de revisión. La Resolución 468 de 2021, que establece los lineamientos de relacionamiento social en las AEM, es un instrumento relativamente reciente cuya implementación y eventual actualización acompañará el desarrollo de los nuevos contratos. Los términos de referencia y las minutas contractuales de la ronda 2025 incorporan obligaciones sociales y ambientales desde la fase de evaluación técnica anticipada. Incidir en la definición de estos procesos es clave, ya que los ajustes que se realicen ahora en estos marcos probablemente condicionarán las prácticas y dinámicas de los contratos mineros durante las próximas décadas.

En segundo lugar, varios de los departamentos con potencial cuprífero identificados en la ronda minera, como el Cesar y La Guajira, cuentan con largas trayectorias ligadas a la actividad extractiva. La explotación de carbón a gran escala durante décadas generó ingresos significativos para ambos departamentos, pero estos no se tradujeron proporcionalmente en desarrollo territorial. Antes de la llegada del carbón, tanto Cesar como La Guajira tenían estructuras económicas más diversificadas basadas en la agricultura, la agroindustria y el comercio, que perdieron importancia progresivamente frente a la creciente dependencia del sector extractivo. Al mismo tiempo, la minería de carbón dejó impactos ambientales y sociales significativos sobre las comunidades y los territorios, incluyendo afectaciones a pueblos indígenas y afrocolombianos (Yanguas Parra et al., 2021). Aunque el carbón y el cobre responden a dinámicas productivas y de mercado diferentes, la experiencia del carbón ofrece valiosos aprendizajes para orientar el desarrollo del cobre desde una perspectiva preventiva, fortaleciendo desde la fase de exploración mecanismos de gobernanza, diálogo y planificación territorial que permitan mejor aprovechar los beneficios económicos de la minería y atender la protección del territorio a través de un relacionamiento transparente y respetuoso con las comunidades, generando también otras oportunidades económicas y productivas.

En tercer lugar, como se señaló en la sección anterior, los estándares internacionales de minería responsable están evolucionando hacia la incorporación de requisitos de gobernanza desde la fase de exploración. Colombia tiene la oportunidad de alinearse con estas tendencias desde el inicio, en lugar de adoptar marcos preventivos de manera reactiva tras enfrentar conflictos socioambientales.

La experiencia internacional muestra que los marcos de gobernanza minera, establecidos después de que la explotación ya está en marcha, enfrentan mayores dificultades para equilibrar los intereses de los distintos actores. La sección siguiente examina algunos de estos casos y las lecciones que ofrecen para Colombia.

VISIONES TERRITORIALES DEL COBRE

La visita exploratoria realizada en Cesar y La Guajira mostró que la experiencia de la minería del carbón constituye el principal referente desde el cual los actores territoriales interpretan una eventual expansión de la minería de cobre. Independientemente del sector representado, las entrevistas hicieron referencia a las lecciones del carbón para valorar tanto las oportunidades como los riesgos asociados al cobre.

Entre las principales lecciones mencionadas se encuentran la necesidad de asegurar una mayor captura local de valor agregado mediante la transformación del mineral en el territorio; mejorar la gestión y destinación de las regalías; promover la diversificación económica para reducir la dependencia de una sola actividad extractiva; fortalecer los procesos de consulta previa y relacionamiento con comunidades; y reconstruir la confianza entre instituciones, empresas y población local. Estos hallazgos sugieren que las expectativas y preocupaciones frente al cobre estarán fuertemente condicionadas por la forma en que el nuevo sector responda a las deudas y aprendizajes que dejó la experiencia del carbón.

3.3 Referentes internacionales: lecciones de la transición exploración-explotación

Chile y Perú se encuentran entre los tres mayores productores de cobre del mundo, Chile como líder global con cerca del 23% de la producción, y Perú como tercer productor con aproximadamente el 12% (USGS, 2026). En conjunto, ambos países concentran más de un tercio de la producción mundial. Su experiencia ofrece lecciones relevantes para países que, como Colombia, se encuentran en fases tempranas del desarrollo cuprífero. Sin embargo, las lecciones más pertinentes no provienen únicamente de sus logros productivos, sino también de los costos sociales e institucionales que enfrentaron cuando la explotación avanzó sin marcos de gobernanza suficientes para gestionarla.

Un estudio comparativo de la CEPAL sobre la gobernanza de los conflictos asociados a la minería del cobre en Chile, Ecuador y Perú documenta que los conflictos sociales vinculados a la minería han aumentado sostenidamente en las últimas dos décadas en los tres países y constituyen hoy uno de los principales retos de la política minera en la región andina (Poveda Bonilla, 2021).

3.3.1 La expansión sin marcos preventivos suficientes

El caso peruano es particularmente ilustrativo. En la década de 1990, un programa de reformas liberalizadoras impulsó una expansión acelerada del sector minero: la superficie asignada a la exploración pasó de 4 millones a aproximadamente 24 millones de hectáreas entre 1993 y 1997 (De Echave, 2005). Esta expansión se produjo sin que existieran marcos robustos de participación ciudadana, evaluación de impactos sociales ni mecanismos de relacionamiento territorial. A inicios de la década de 2000, se estimaba que unas 3.200 comunidades campesinas se encontraban en zonas con actividad de exploración minera, sobre un total de 5.260 comunidades en el país (CEPES, 2001). Hacia finales de la década de 1990, más de un millón de hectáreas dentro de territorio comunal ya habían sido denunciadas para actividad minera (Burneo de la Rocha & Ilizarbe Pizarro, 1999).

Las consecuencias se manifestaron en las décadas siguientes. La Defensoría del Pueblo del Perú documentó un incremento sostenido de los conflictos socioambientales, que llegaron a representar la mayoría de los conflictos sociales del país. Según datos del Banco Central de Reserva del Perú, durante 2021 los bloqueos contra operaciones como Las Bambas, Antamina y Constancia se tradujeron en una reducción en la extracción de aproximadamente 68.000 toneladas métricas de contenido fino de cobre, con un impacto económico estimado de -1,9 puntos porcentuales en el PIB del sector minería metálica (COMEXPERU, 2022). Estos conflictos no surgieron exclusivamente en la fase de explotación: en muchos casos se originaron o escalaron por decisiones tomadas, o no tomadas, durante etapas previas, cuando las comunidades no fueron adecuadamente informadas ni involucradas en los procesos de exploración y desarrollo de los proyectos.

Chile, con una trayectoria minera más larga y una institucionalidad más consolidada, enfrentó desafíos similares, aunque en un contexto diferente. A pesar de contar con

una institucionalidad ambiental más temprana y con la presencia de la Coorporación Nacional del Cobre (CODELCO) como actor estatal en el sector, los conflictos socioambientales también se incrementaron durante el período analizado por la CEPAL. El estudio de Poveda Bonilla sugiere que las reformas normativas e institucionales chilenas, incluyendo la creación de nueva institucionalidad ambiental y la revisión de los mecanismos de participación ciudadana, respondieron en buena medida a conflictos ya existentes, más que a una agenda preventiva diseñada con anticipación (Poveda Bonilla, 2021).

3.3.2 Lo que se hizo bien: institucionalidad y cierre desde la exploración

Ambos países desarrollaron, con el tiempo, instrumentos que hoy se consideran avances significativos. En Perú, la Ley N° 28090 que regula el cierre de minas, posteriormente fortalecida por la Ley N° 31347 de 2021, estableció la obligación de contar con un plan de cierre desde la fase de exploración, integrado de manera conceptual dentro de la certificación ambiental del proyecto (Rodríguez & Julca, 2021). Lo que hace de este modelo un referente relevante es que vincula la autorización para explorar con la obligación de planificar la restauración desde el inicio, de modo que el cierre no sea una consideración posterior a la explotación sino una condición de entrada al territorio. La evolución normativa posterior, responsabilidad solidaria de accionistas, garantías financieras ampliadas y tipificación penal del abandono (Ley N° 31347, 2021), refleja además la importancia de que estos marcos cuenten con mecanismos efectivos de cumplimiento.

Este reconocimiento de que toda intervención en el territorio, por menor que sea, requiere una estrategia de restauración, es un principio que Colombia ha incorporado en el marco de los contratos especiales de exploración y explotación en Áreas Estratégicas Mineras (rondas de cobre, oro y polimetálicos 2025), donde se exigen planes de cierre y actividades de restauración desde las fases más tempranas del contrato.

Perú también ha creado progresivamente una institucionalidad ambiental especializada: el Ministerio del Ambiente (MINAM), el Servicio Nacional de Certificación Ambiental (SENACE) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). No obstante, diversos análisis indican que estas reformas fueron impulsadas en gran medida por la presión de conflictos sociales y por exigencias internacionales vinculadas a tratados de libre comercio, más que por una planificación anticipada del Estado (M. Paredes, 2017; Poveda Bonilla, 2021). En Chile, la existencia de CODELCO, una empresa estatal dedicada específicamente al cobre, surgió de la consolidación de una agenda de largo plazo que trasciende la gestión inmediata de conflictos, incluyendo debates sobre la distribución de la renta minera y la contribución del sector al desarrollo territorial, permitiéndole al Estado participar directamente en la cadena de valor del cobre, generando capacidades técnicas e institucionales. Sin embargo, la experiencia chilena también evidencia que la participación estatal no elimina por sí misma los conflictos socioambientales ni las tensiones territoriales, lo que resalta la importancia para el estado de fortalecer mecanismos de participación e incorporación

de preocupaciones de comunidades locales en la toma de decisiones sobre proyectos extractivos (Odell & Bebbington, 2023).

Más allá de la región andina, la experiencia de otros países productores refuerza estas lecciones. En Zambia, décadas de explotación de cobre en la Provincia del Copperbelt sin marcos preventivos adecuados dejaron un legado de contaminación severa en comunidades adyacentes a los sitios mineros y niveles altos de plomo en ciudades como Kabwe, que hoy requieren intervenciones de remediación financiadas por la cooperación internacional por un valor superior a los 65 millones de dólares (Banco Mundial, 2020). Es un recordatorio de que los costos de no actuar a tiempo no desaparecen: se transfieren a las comunidades y, eventualmente, al Estado.

3.3.3 Lecciones para Colombia

Lo que la experiencia de Chile y Perú sugiere es que los marcos de gobernanza construidos de manera reactiva, después de que los conflictos ya se han escalado y las dinámicas territoriales ya se han consolidado, tienden a ser más costosos y menos efectivos que aquellos diseñados anticipadamente. En ambos países, varias de las reformas más significativas fueron respuestas a situaciones de crisis.

Colombia se encuentra hoy en una posición diferente: la posibilidad de diseñar marcos de gobernanza para el cobre antes de que la explotación se materialice con fuerza. Con solo cuatro proyectos en producción efectiva, la mayoría de los títulos vigentes en fase de exploración, y una ronda de AEM recién abierta, el país tiene el tiempo y el espacio institucional para integrar las lecciones de estas experiencias en estándares de relacionamiento territorial, participación ciudadana y gestión de impactos desde la fase actual.

4 Oportunidades y retos de la minería de cobre en el contexto de la transición energética global en Colombia

4.1 Oportunidades alrededor de la minería de cobre relevantes para Colombia

La política nacional colombiana de los últimos años ha destacado la oportunidad del desarrollo de la minería de cobre. Una lectura de planes y propuestas de las principales entidades públicas relacionadas con el sector minero – entre otras el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Planeación Minero-Energético y la Agencia Nacional de Minería, además del Departamento Nacional de Planeación – indica altas expectativas alrededor de la minería de cobre como oportunidad, no solamente en generar rentas importantes para el país, sino en oportunidades para el sector laboral, para la industrialización, la diversificación económica y desarrollo de cadenas de valor, entre otros. La UPME, por ejemplo, posiciona a la minería de cobre en Colombia como uno de los pilares de la estrategia minera nacional de las próximas décadas, ya que se espera que la demanda mundial de cobre crezca un 52% en los próximos 10 años (UPME, 2025). Esta sección analiza las principales oportunidades y expectativas asociadas al desarrollo del cobre en el país en el contexto de la transición energética global, a partir de los planes institucionales y la evidencia y experiencias previas de minería en Colombia. Se destaca la relevancia de la etapa de exploración como un momento clave para generar las bases y condiciones correspondientes que permitan las oportunidades presentadas a continuación. Sin embargo, es importante distinguir entre las oportunidades que se generan en la fase de exploración, las cuales suelen manifestarse principalmente como expectativas, y aquellas que empiezan a materializarse en las etapas de construcción y montaje, o hasta la fase de operación/explotación.

Por ejemplo, el empleo generado durante una etapa de exploración suele ser limitado, mientras que en la etapa de construcción y montaje puede haber una importante oportunidad laboral temporal a nivel local. Una vez iniciada la fase de operación, las oportunidades laborales vuelven a cambiar, dependiendo la oferta de mano de obra calificada y de los niveles de especialización exigidos por el diseño y las tecnologías implementadas en la mina. Por otro lado, dependiendo el acuerdo de distribución de rentas, los ingresos para la nación o la región – como las regalías – están asociados al volumen de mineral explotado, por lo que estos beneficios generalmente no se materializan hasta que existe una extracción activa en fase de operación.

Sin embargo, varias empresas comienzan a generar inversiones sociales antes de empezar operaciones, con el fin de construir relaciones y generar buena fe con las comunidades locales y socializar la presencia de la empresa y el proyecto. Si bien es importante reconocer que las oportunidades pueden aumentar o disminuir dependiendo de la etapa del ciclo minero, las mismas expectativas que se generan sobre el futuro son importantes para la toma de decisiones y perspectivas sobre el proyecto minero. Por esta razón, en esta sección del reporte se presentan oportunidades que aparecen en todo el ciclo minero. Estas oportunidades son también parte de los argumentos mediante los cuales las empresas buscan obtener

legitimidad y licencia social para avanzar con el proyecto, y sobre cuya base las comunidades locales, y las autoridades locales y nacionales pueden decidir apoyar o cuestionar el desarrollo de un proyecto.

4.1.1 PIB

Economías regionales con una trayectoria consolidada en torno a la minería de cobre muestran contribuciones significativas al desempeño económico nacional. En Perú, la actividad minera representa alrededor del 8,5% del (Producto Interno Bruto) PIB, mientras que las exportaciones mineras constituyen aproximadamente el 63,9% de las exportaciones totales del país, siendo el cobre el principal mineral de exportación (EY & Peruvian Ministry of Foreign Affairs, 2025). De manera similar, en Chile la minería representó alrededor del 14% del PIB nacional en 2024, y más del 73% de dicho aporte provino de la minería del cobre (Statista, 2025).

En Colombia, la contribución del sector minero a la economía nacional ha sido relevante aunque menos consolidada en la economía nacional. Según la ANM, la minería representó el 1,6% del PIB nacional en 2025. No obstante, su importancia es considerablemente mayor en regiones con alta actividad extractiva, donde puede llegar a representar hasta el 80% de la economía local. A nivel departamental, en 2023 el sector aportó el 44% del PIB del Cesar y el 57% del de La Guajira (ACM, 2026). Además, junto con el petróleo y la generación eléctrica, la minería se posiciona como uno de los sectores con mayor contribución en impuesto de renta en relación con su participación en el PIB: por cada punto porcentual del PIB, aporta aproximadamente $4,3 billones en renta (ACM, 2026).

En este contexto, un avance en el aumento en la extracción de cobre en Colombia podría aportar a la diversificación y fortalecimiento de la contribución del sector minero al PIB nacional, como se observa en otros países de la región. No obstante, este potencial debe analizarse a la luz de la evolución reciente del sector: en el segundo trimestre del 2025, la actividad de explotación de minas y canteras registró una contracción aproximada del 10,2% frente al mismo periodo del año anterior (La República, 2026), lo que refleja la sensibilidad del sector a factores de mercado, regulatorios, operativos y políticos.

La contribución al PIB constituye un indicador clave para dimensionar la importancia económica de la minería de cobre, ya que refleja el valor agregado generado por el sector y su aporte al crecimiento económico nacional. Sin embargo, constituye solo una de las múltiples dimensiones que deben considerarse para evaluar la contribución del sector al desarrollo.

4.1.2 Impuestos y regalías

La contribución de la minería, al igual que la de otras actividades productivas, a través de impuestos, regalías y otros instrumentos fiscales, constituye un mecanismo importante para la generación de recursos públicos que pueden destinarse al financiamiento de infraestructura, educación, salud y otras inversiones

orientadas al desarrollo económico y social, particularmente en los territorios donde se desarrolla la actividad extractiva.

La experiencia internacional muestra que la minería de cobre puede constituir una fuente importante de ingresos fiscales para los gobiernos nacionales y subnacionales. En Perú, por ejemplo, el sector está sujeto a regalías mineras de entre 1% y 12% de los ingresos operativos y a un Impuesto Especial a la Minería de entre 2% y 8,4%, bajo un régimen fiscal progresivo que incrementa la contribución estatal a medida que aumenta la rentabilidad de los proyectos. Como resultado, en 2024 el sector generó más de 8.024 millones de soles peruanos en transferencias por concepto de canon minero, regalías y derechos de vigencia (EY & Peruvian Ministry of Foreign Affairs, 2025). Asimismo, se estima que la Ley de Royalty Minero, vigente desde 2024 en Chile, permitirá recaudar aproximadamente US$1.350 millones anuales a partir de 2025, de los cuales cerca de US$450 millones se destinarán al desarrollo regional. La ley también contempla mecanismos de transferencia anticipada de recursos a los municipios y requisitos de transparencia sobre su utilización (Gobierno de Chile, 2025)

En Colombia, según datos de la ACM, en 2022 el sector minero triplicó su aporte fiscal frente al promedio de años anteriores, acumulando cerca de $50 billones en los últimos cuatro años (2021–2024). En términos de regalías, el sector minero-energético ha transferido más de $80 billones a departamentos y municipios entre 2012 y 2024 (La República, 2026). En este contexto, una expansión del sector cuprífero podría representar una oportunidad para fortalecer las finanzas públicas, particularmente en regiones productoras.

4.1.3 Empleo

La experiencia internacional en países con minería de cobre consolidada muestra que el sector puede constituir una fuente importante de empleo directo e indirecto. Un ejemplo puntual es Chile, donde el sector minero empleó cerca de 286.000 personas a nivel nacional en 2024 y proyecta una demanda adicional de más de 34.000 trabajadores hacia 2032 (CCM & ELEVA, 2023). A escala de proyectos específicos, en Australia una de las minas con mayores operaciones de cobre del mundo empleó aproximadamente a 4.425 personas durante el periodo 2024-2025 (BHP, 2025).

El mercado laboral colombiano se caracteriza por altos niveles de informalidad, que alcanzan el 55,4% a nivel nacional y hasta el 83,4% en centros poblados y zonas rurales dispersas (DANE, 2026). En este contexto, la minería formal podría representar una oportunidad relevante para la generación de empleo formal, si se brinda empleo con esquemas de afiliación a seguridad social, estabilidad contractual y niveles salariales que, en promedio, superan los del sector rural tradicional.

Se estima que, actualmente, el sector minero genera alrededor de 244.709 empleos directos en Colombia y más de un millón de empleos indirectos a través de encadenamientos productivos, con una participación significativa de mano de obra local (61% de la contratación directa) y una creciente, aunque aún limitada, inclusión de mujeres (17%) (ACM, 2026). Además, el Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024-2035 establece que el fortalecimiento de la actividad minera puede contribuir al desarrollo

económico y a la generación de empleo, lo que sugiere que una expansión del sector cuprífero podría traducirse en mayores oportunidades laborales directas e indirectas (UPME, 2025)

Considerando el contexto actual en Colombia, distintas campañas de exploración activas en Antioquia, Chocó y Córdoba indican dónde podría concentrarse la demanda de mano de obra en el futuro. La viabilidad de estos empleos está condicionada a un análisis riguroso de la protección ambiental y los derechos de las comunidades étnicas (Minenergía, 2025). Una de las grandes apuestas es integrar a la minería informal y popular a los circuitos formales (referidas como condiciones de trabajo digno y decente) (UPME, 2025). Un acuerdo firmado recientemente entre una empresa minera con el gobierno colombiano para fomentar la formalización laboral con mineros artesanales de oro e integrarlos en cadenas de suministro formales que buscan contribuir a fortalecer las condiciones laborales en territorios con tradición minera, nos da un ejemplo de este tipo de iniciativas (MME, 2025). Este tipo de iniciativas también buscan incrementar la inclusión laboral, aumentando la participación de grupos étnicos y mejorando la equidad de género (tomando como referencia estándares internacionales de hasta un 30% de participación femenina en la fuerza laboral minera para 2030) (UPME, 2025). En Colombia, diversos mecanismos regulatorios como la Ordenanza 575 de 2023 constituyen instrumentos clave para promover, fortalecer y priorizar la contratación laboral de mano de obra calificada y no calificada por parte de cualquier proyecto o empresa que operan en el departamento de La Guajira, contribuyendo a que los beneficios económicos derivados de estas actividades se reflejen en las comunidades locales (Asamblea Departamental de la Guajira, 2019).

4.1.4 Cadenas de valor y economías locales

La minería de cobre puede representar una oportunidad para fortalecer las economías locales al generar encadenamientos productivos y dinamizar múltiples sectores más allá de la actividad extractiva. Un ejemplo internacional de ello se observa en Australia, donde una de las principales empresas cupríferas reportó cerca de 700 millones de dólares australianos en compras a proveedores pertenecientes a pueblos indígenas y comunidades tradicionales, como parte de una estrategia orientada a alcanzar 1.500 millones de dólares australianos en contrataciones con estos proveedores para el 2027 (Prestipino, 2024).

La evidencia internacional también sugiere que las inversiones en minería de cobre en Australia generan efectos multiplicadores significativos sobre la economía mediante la demanda de bienes y servicios, la contratación de proveedores, el gasto de los trabajadores y otras actividades inducidas. Se estima que por cada dólar invertido en proyectos cupríferos de gran escala pueden generar entre 2.3 y 3.1 dólares en actividad económica total a lo largo del ciclo de vida del proyecto (Hidayat, 2026).

En Colombia, aunque no existen estimaciones específicas para la minería de cobre debido al carácter aún emergente de esta industria, la evidencia disponible para el sector minero en general indica que por cada peso invertido se generan 2,44 pesos adicionales en otros sectores. Este impacto se distribuye principalmente en transporte (33%), seguido por industria (19%), servicios (16%), construcción (12%), energía (10%) y

comercio (7%) (ACM, 2026). En este contexto, una eventual expansión de la minería de cobre podría traducirse en una mayor demanda de bienes, servicios e infraestructura en las regiones donde se desarrollen proyectos. Sin embargo, los alcances y la distribución de estos beneficios dependen, por ejemplo, de la capacidad de articulación con economías locales preexistentes y los mecanismos de gobernanza propios de cada territorio.

4.1.5 Industrialización y diversificación productiva

La experiencia internacional muestra que la minería de cobre puede contribuir a procesos más amplios de industrialización y diversificación productiva cuando se articula con políticas de desarrollo industrial y de creación de valor. Por ejemplo, en Chile la actividad cuprífera impulsó el surgimiento de más de 8 mil empresas proveedoras de bienes y servicios para la minería, lo cual se traduce en un mercado de más de 20 mil millones de dólares anuales (Ministerio de Minería de Chile, 2026).

En Colombia, se estima que un avance en la extracción de cobre podría contribuir a una transformación gradual de la economía, superando un modelo basado principalmente en la comercialización de materias primas sin procesar y promoviendo actividades con mayor valor agregado. Además, podría fortalecer la capacidad del país para atraer industrias electrointensivas interesadas en producir con una huella de carbono más baja, generando un "efecto amplificador de inversión en energía verde" dado el amplio uso del cobre en diversas tecnologías y aplicaciones (Minenergía, 2025).

De acuerdo con la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) de Colombia, la producción nacional de cobre podría apoyar el desarrollo industrial requerido para la transición hacia energías limpias, fortaleciendo cadenas de suministro nacionales y reduciendo la dependencia de fuentes externas mediante procesos de sustitución de importaciones. Asimismo, se plantea que la minería de cobre impulse el surgimiento de nuevos sectores económicos locales, creando entornos más resilientes mediante la creación de Distritos Mineros Especiales, una figura propuesta específicamente para el desarrollo de la cadena de valor del cobre[9] (UPME, 2025). En su *Visión a 2040*, la UPME contempla que, bajo condiciones de alta demanda global y alta disponibilidad nacional, se materialicen grandes proyectos mineros y la instalación de refinerías y procesos de transformación en el país a partir del 2030, aumentando la captura de valor agregado a nivel nacional. Además, se busca consolidar una gobernanza sólida donde el Estado, posiblemente a través de una Empresa Nacional Minera, participe activamente para garantizar que los beneficios del cobre permanezcan en la jurisdicción nacional y contribuyan a satisfacer la demanda interna de sectores estratégicos como la tecnología y la agricultura. No obstante, dicha propuesta (Proyecto de Ley 344 de 2023) fue finalmente archivado por vencimiento de términos legislativos (tránsito de legislatura), en medio de un debate significativo entre los actores del sector (Congreso Visible, 2025).

9 El 3 de septiembre de 2026, el Ministerio de Minas y Energía de Colombia publicó un proyecto de resolución para derogar las resoluciones mediante las cuales se delimitaron los Distritos Mineros Especiales para la Diversificación Productiva. A la fecha de edición de este reporte, el proyecto se encontraba en etapa de participación ciudadana para la recepción de observaciones, comentarios y propuestas.

La industrialización y la diversificación productiva constituyen dimensiones clave para evaluar las oportunidades alrededor de la minería de cobre, ya que permiten analizar en qué medida los beneficios económicos trascienden la extracción de materias primas y contribuyen al desarrollo de capacidades, cadenas de valor, innovación, empleo especializado y mayor resiliencia económica a nivel local y nacional.

4.1.6 Inversión extranjera directa

El sector minero ha sido tradicionalmente un receptor importante de inversión extranjera directa (IED), financiando proyectos de gran escala e, idealmente, transfiriendo capacidades técnicas. En Perú, el Ministerio de Energía y Minas reportó una inversión conjunta estimada en US$ 64,071 millones en el 2025 en 67 proyectos, entre los cuales predomina el cobre (Ministerio de Energía y Minas de Perú, 2025). En Colombia, se estima una IED de 159 millones de USD para el 2025, equivalente al 7,9% del promedio de la IED total de los últimos cinco años (ACM, 2026). Sin embargo, esta dinámica ha mostrado una tendencia decreciente reciente, con una caída estimada del 86% en 2025 frente al 2024, principalmente como consecuencia de alta incertidumbre en el contexto local como restricciones territoriales; la prohibición de exportaciones de carbón a ciertos países, o inseguridad en los territorios; entre otros (ACM, 2026).

La IED constituye una dimensión relevante para evaluar las oportunidades de la minería de cobre debido a que los proyectos de cobre suelen requerir inversiones, períodos y altos niveles de especialización técnica que frecuentemente superan la capacidad de inversión disponible a nivel nacional.

Adicionalmente, la creciente atención internacional sobre los minerales críticos está movilizando recursos financieros, asistencia técnica y nuevas alianzas de cooperación orientadas a fortalecer cadenas de suministro responsables. Un ejemplo es la iniciativa IDB LAC Minerals, lanzada por el Grupo BID en 2026, que busca apoyar a los países de América Latina y el Caribe no solo en la atracción de inversión y el desarrollo de proyectos, sino también en el fortalecimiento institucional, la generación de capacidades, el desarrollo de cadenas de valor y el avance hacia actividades de refinación y procesamiento. De manera similar, la iniciativa Global Gateway de la Unión Europea promueve esquemas de cooperación internacional vinculados al desarrollo de cadenas de suministro sostenibles, incorporando criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) en el apoyo al sector de minerales críticos.

4.1.7 Inversión social y ambiental

La inversión ambiental y social del sector minero ha cobrado mayor relevancia en los últimos años, reflejando un énfasis y presión creciente sobre la responsabilidad corporativa y el relacionamiento territorial de las empresas mineras. Entre los ejemplos internacionales se encuentra Perú, donde a través del Fondo Social Las Bambas (FOSBAM), se ejecutó el 92.3% de los recursos para inversión social y ambiental en servicios básicos (sanidad, educación, electrificación, salud) y en infraestructura productiva y de transporte (caminos, agricultura, telecomunicaciones). No obstante, evaluaciones del mecanismo señalan la necesidad de fortalecer la planificación de

largo plazo para garantizar la durabilidad de las inversiones y sostenibilidad de sus beneficios (Sullani Ccahuana, 2021). En materia ambiental, en la República Democrática del Congo, una mina de cobre reportó la incorporación temprana de criterios ambientales, mediante la implementación de un Plan de Manejo de la Biodiversidad y un Plan de Acción para la Biodiversidad desde las etapas de construcción y montaje del proyecto (Kamoa Copper S.A., 2024). Aunque los resultados de dichos planes no son aún socializados, es un ejemplo de inclusión de parámetros ambientales desde etapas tempranas del ciclo minero.

En Colombia, las empresas mineras reportaron inversiones ambientales cercanas a los $780.000 millones en 2024, de los cuales, según la Agencia Nacional de Minería, el 74% se destinó a programas relacionados con el cuidado del aire, el agua y reforestación (ACM, 2026). A su vez, el sector reporta inversiones sociales por $362,000 millones de pesos en áreas como emprendimiento, salud, vivienda y educación (ACM, 2026).

Estas inversiones pueden representar una oportunidad para fortalecer el desarrollo local y mejorar las condiciones de vida en las regiones donde opera la minería, particularmente en un escenario de expansión de la producción de cobre. La inversión social y ambiental son dimensiones relevantes, ya que permiten analizar en qué medida los beneficios de la minería de cobre trascienden los aportes económicos directos y cómo las empresas gestionan y compensan sus potenciales impactos sociales y ambientales. Esta dimensión también permite valorar la capacidad del sector para generar beneficios de largo plazo y fortalecer la legitimidad social de los proyectos.

4.1.8 Innovación

El avance incipiente de la minería de cobre en Colombia viene acompañado de la oportunidad de traer innovación y la aplicación de nuevas tecnologías en el diseño y desarrollo de la exploración, así como en su eventual operación minera con menores impactos y más responsable. Por ejemplo, es clave la innovación que permita mayor eficiencia en el uso de recursos como el agua y la energía, que generen una menor huella en el paisaje, o innovaciones que permitan acceder a minerales ubicados en zonas más complejas y que disminuya la probabilidad de riesgos laborales. Sin embargo, existen otros tipos de innovación que se pueden aplicarse al momento de alcanzar acuerdos y suscribir contratos, por ejemplo, en los modelos de distribución de rentas, en la financiación de infraestructura y de rehabilitación o restauración ecológica. Incluso antes, podrían considerarse innovaciones regulatorias y de ordenamiento y planeación territorial, por ejemplo, mediante la aplicación de un enfoque de cuenca hidrográfica que reconozca que los impactos transcienden límites administrativos (Sexton E.K. et al., 2020) y evalúe impactos ecológicos y sociales acumulativos, en lugar de un enfoque limitado al área titulada. En esta sección se describen algunas de estas innovaciones con potencial para Colombia.

a) Innovaciones tecnológicas, monitoreo y gestión ambiental

Las innovaciones tecnológicas abarcan mejoras en la operación, el monitoreo y la gestión ambiental de los proyectos mineros. Entre ellas se encuentran los sistemas ya en uso de perforación remota en Suecia, cargadores y camiones autónomos, la digitalización de operaciones y procesos de electrificación y descarbonización que

buscan aumentar la seguridad, reducir emisiones y mejorar la eficiencia operacional (International Copper Association, 2023; LKAB, 2021; Rio Tinto, 2022). Por ejemplo, en Chile, algunas minas ya funcionan con energía 100 por ciento renovable desde 2021, ahorrando 3 millones de toneladas de CO_2 al año, mientras que otras funcionan con un 100 por ciento de energía renovable, ahorrando 350.000 toneladas de CO_2 al año (International Copper Association, 2023).

También destacan tecnologías para mejorar la recuperación de minerales y reducir la generación de residuos, como la biolixiviación, cuyo uso de microorganismos ha demostrado capacidades de remoción de cobre superiores al 60% y potencial para revalorizar metales presentes en residuos mineros en Ecuador (Salinas García et al., 2023). En materia ambiental, se observa una creciente incorporación de sistemas de monitoreo en tiempo real mediante satélites, drones, monitoreo geoquímico, sistemas de alerta temprana y gemelos digitales. Un ejemplo reciente es el desarrollo de bases de datos globales apoyadas en aprendizaje automático e imágenes de observación terrestre para analizar la intensidad del uso del suelo y los impactos asociados a la minería de cobre, facilitando comparaciones entre operaciones y fortaleciendo las estrategias de gestión ambiental (Li et al., 2025).

b) Innovaciones en distribución de beneficios y financiación

Las innovaciones asociadas a la minería de cobre no se limitan a los aspectos tecnológicos de la extracción, sino que también abarcan mecanismos de distribución de beneficios y modelos de financiación orientados a fortalecer el desarrollo territorial y la sostenibilidad de largo plazo. Entre ellas se encuentran las fórmulas de distribución de ingresos, como el Canon Minero de Perú, mediante el cual el 50% del impuesto a la renta pagado por las empresas mineras se distribuye entre gobiernos regionales y locales de acuerdo con criterios de población y necesidades básicas insatisfechas (Ministerio de Economía y Finanzas de Perú, 2026). También destacan enfoques de planificación basados en cuencas hidrográficas, que incorporan etapas de definición de escenarios, análisis de riesgos, desarrollo de modelos y construcción de bases de datos para evaluar impactos acumulativos y distribuir beneficios a escala territorial (McIntyre et al., 2019).

En materia de financiación, existen mecanismos para apoyar infraestructura energética y de transporte estratégica, como el Critical Minerals Infrastructure Fund de Canadá, el cual incluye una línea específica para fortalecer la participación y los beneficios de comunidades indígenas (Government of Canada, 2026). Asimismo, destacan mecanismos financieros para la restauración ambiental y las transiciones post-mineras, como las garantías financieras exigidas en Suecia para asegurar la rehabilitación y remediación de minas una vez finalizadas las operaciones, incluyendo planes de restauración actualizados periódicamente (SGU, 2022). Otras experiencias incluyen el reprocesamiento de relaves como parte de estrategias de recuperación ambiental y uso productivo del suelo, como ocurre en una mina en Sudáfrica (PanAfrican Resources, 2020), así como instrumentos orientados a la reconversión económica de territorios mineros, como la línea de crédito de Bancóldex para promover la transición hacia actividades productivas sostenibles (Bancoldex, 2025).

Figura 3. Competencias de las autoridades nacionales y subnacionales en las fases de un proyecto minero. Fuente: Adaptado de Peña & Velásquez (2018) y Vega-Araújo et al. (2024).



Nota: El PTO (Programa de Trabajos y Obras) se presenta al final de la exploración como requisito para la fase de construcción y montaje. La consulta previa aplica cuando el proyecto afecta comunidades étnicas.

4.2 Condiciones habilitantes

Para poder materializar las oportunidades mencionadas previamente, es necesario contar con condiciones y capacidades institucionales que permitan prevenir la profundización de conflictos sociales, impactos socioambientales y posibles paralización de proyectos. En particular, se destacan como condiciones habilitantes clave el fortalecimiento de las capacidades institucionales de gestión, monitoreo, gobernanza y sanción, la consolidación de marcos regulatorios adecuados, la protección y ampliación del espacio cívico, y el desarrollo de una política industrial que articule minería, industria, innovación y formación de capacidades.

4.2.1 Capacidades institucionales y marcos regulatorios

Debilidades institucionales y limitadas capacidades de fiscalización pueden aumentar riesgos de conflictividad, daños ambientales y captura inequitativa de rentas de la extracción (Arias-Loyola et al., 2022; Mangani et al., 2025; Molla et al., 2026). Una condición habilitante importante entonces es, por un lado, tener marcos regulatorios claros y coherentes que definan estándares ambientales, sociales y laborales alineados con derechos humanos y mejores prácticas internacionales. Por otro lado, es importante contar con las capacidades técnicas, financieras y territoriales de las autoridades ambientales, mineras y laborales para evaluar, monitorear y supervisar proyectos de manera efectiva y asegurar su cumplimiento o aplicar la sanción correspondiente a incidencias de violaciones ambientales, corrupción, evasión fiscal o vulneraciones de derechos. A la vez, existe una distribución de responsabilidades o competencias entre diferentes niveles y autoridades relacionadas con la minería, que

también varia en cada etapa del ciclo minero. Es importante distinguir, reconocer, y fortalecer las capacidades de las entidades nacionales (y de sus dependencias a nivel local), así como de las autoridades regionales y locales en el contexto colombiano como alcaldías, gobernaciones, corporaciones autónomas regionales, y autoridades Indígenas o afrocolombianos (ej. Consejos Comunitarios) (ver Figura 3). En este contexto, es notable que en las fases de planeación y exploración, las competencias principales caen en las autoridades nacionales, mientras que las funciones de seguimiento, control y fiscalización son ejercidas por distintas entidades según su ámbito de competencia, incluyendo autoridades nacionales con presencia territorial y autoridades ambientales regionales.

Previo al inicio de proyectos nuevos, es importante también integrar la planeación y aprobación de proyectos con procesos de ordenamiento territorial y evaluación estratégica para definir dónde, cómo y en qué condiciones puede desarrollarse la minería de cobre, considerando poblaciones asentadas y sus derechos, biodiversidad, agua y usos del suelo. En Colombia, como en el caso de Perú, la informalidad es algo que puede volverse un reto cada vez más grande en el sector de minería. Aquí esfuerzos hacía un marco legal más claro, además de la financiación y la construcción de capacidades para la formalización son clave, incluyendo en la etapa de exploración (Holley et al., 2025; Jamasmie, 2026; Mackenzie et al., 2025).

En este punto, es preciso enfatizar que la experiencia internacional reciente confirma que el riesgo de explotación ilícita de cobre no es hipotético. En Perú, un proyecto minero reporta aproximadamente 90.000 toneladas de mineral extraído ilegalmente dentro de su concesión durante los últimos quince años, con un valor cercano a USD 950 millones, y un tercio de esa extracción concentrado en los últimos dos años, impulsado por el alza de precios internacionales. Paralelamente, en regiones como Apurímac se ha registrado una expansión acelerada de plantas informales de procesamiento de cobre que superan las 20.000 toneladas procesadas por día sin permisos, con una capacidad instalada que se multiplicó 18 veces desde 1997. Estos concentrados sin trazabilidad pueden ingresar a circuitos comerciales internacionales, generando evasión de regalías e impuestos y agravando los impactos ambientales y reputacionales del sector. En la República Democrática del Congo, la coexistencia entre minería industrial y artesanal ha generado dinámicas aún más complejas, con redes de extracción ilícita vinculadas a conflicto armado, trabajo infantil y degradación ambiental severa (ANM, por publicar).

En Colombia, si bien la minería de cobre no ha alcanzado aún la escala que genera estas dinámicas, existen precedentes de incautaciones de minerales estratégicos y una extendida experiencia de minería informal de oro en departamentos que coinciden con el potencial cuprífero. La ANM ha señalado la necesidad de vigilancia anticipada en zonas con potencial de cobre, lo que refuerza la importancia de fortalecer las capacidades de control y fiscalización desde la fase de exploración, antes de que se consoliden cadenas de extracción no regulada (ANM, por publicar).

PERSPECTIVAS TERRITORIALES: LA MINERÍA INFORMAL COMO CONTEXTO DE LA EXPANSIÓN DEL COBRE

Aunque la minería informal no fue un tema abordado explícitamente en las entrevistas en campo, surgió en conversaciones con autoridades, academia y otros actores como una de las principales preocupaciones ambientales actuales en el territorio. Varios actores entrevistados señalaron que las dificultades para formalizar actividades mineras, la reducción reciente en el otorgamiento de licencias y las limitaciones institucionales para ejercer control han favorecido el crecimiento de actividades no reguladas, incluso dentro de áreas protegidas. También se mencionó que la ausencia de recursos limita la capacidad de las autoridades para realizar seguimiento y control, ilustrándolo con ejemplos de contaminación por mercurio asociados a otras áreas bajo protección ambiental del país.

Este hallazgo sugiere que, para muchos actores territoriales, las discusiones sobre una eventual expansión de la minería de cobre no ocurren en un vacío, sino en un contexto donde la minería informal ya condiciona las percepciones sobre el sector, la confianza en las instituciones y las expectativas frente a la capacidad del Estado para prevenir impactos ambientales.

La transparencia y el acceso a información son también elementos esenciales para una minería responsable (Haufler, 2010; Papyrakis et al., 2018). La iniciativa EITI, a la cual Colombia se adhiere, nace justamente para apoyar la transparencia y acceso a la información del sector. Desde su inicio los informes de EITI han tenido enfoque nacional, pero en los últimos años se ha buscado aterrizar la información en lo subnacional, mostrando retos nuevos y oportunidades ante la ampliación del interés en la minería por la atención a los minerales críticos.

Es clave establecer sistemas robustos de monitoreo, trazabilidad y acceso público a información, así como canales claros y efectivos para la presentación de quejas y denuncias cuando sea necesario, y para la participación y deliberación en general (Bleischwitz, 2014; Rathinam et al., 2019). Esto debe incluir información financiera sobre pagos y beneficios económicos (por ejemplo, regalías e impuestos), pero también impactos ambientales, uso del agua, emisiones, gestión de relaves, procesos de diálogo y consulta, y generación de empleo desagregado por género, entre otros aspectos. Siempre la discusión de la cobertura de información en procesos como el EITI es una negociación entre el sector empresarial, el gobierno y la sociedad civil que se genera en su contexto político propio (Arond et al., 2019; Bebbington et al., 2017).

4.2.2 Espacio cívico

El espacio cívico es “el contexto que propicia que la sociedad civil desempeñe una función en la vida política, económica y social de nuestras sociedades” (OHCHR, s. f.). Para asegurar un espacio cívico saludable, se requiere proteger el derecho al acceso a la información, el derecho a la participación e incidencia, y el derecho a manifestar desacuerdo, el derecho a la protección y la libertad de reunión (Launay Gama et al., 2026; OHCHR, s. f.). Garantizar estos derechos requiere promover el desarrollo de capacidades locales para una participación informada y acceso a asesoría jurídica, y la creación de espacios permanentes de diálogo multiactor para construir confianza entre sectores, prevenir y gestionar conflictos y generar acuerdos.

La libre participación de sociedad civil – comunidades, grupos étnicos, ONGs, academia y sindicatos – debe ser protegida en un contexto democrático. Es clave la garantía de condiciones de seguridad de actores sociales como defensores de derechos humanos ambientales para generar las condiciones de confianza y diálogo para el desarrollo responsable de la minería. Pero la restricción del espacio cívico también puede incluir aspectos más sutiles de restricción a través de la cooptación (Reisch, 2023).

Además de mecanismos de participación formales vinculantes (no solamente informativos o consultivos), la protesta es también una forma de participación legítima y que debe ser protegida para un espacio cívico saludable. Esto también se relaciona con la necesidad, mencionada anteriormente, de fortalecer la transparencia y el acceso público a información asociada a los proyectos mineros, incluyendo información técnica y ambiental, y de pagos fiscales.

4.2.3 Política industrial e innovación

La política industrial, pensada desde una perspectiva de diversificación económica y sostenibilidad territorial, es clave para pensar una minería que no repite patrones extractivos y economías de enclave, y que genere mayor valor agregado en términos tanto económicos como sociales y ambientales (Bonilla, 2021; Cuba & Hermida, 2024). Los encadenamientos hacia arriba y hacia abajo (*forward* y *backward*) que articulan la minería con procesos de transición productiva, innovación y desarrollo territorial, así como con procesos industriales de procesamiento, refinación, reciclaje y manufactura, constituyen un objetivo estratégico para muchos países y regiones (Bonilla, 2021). Sin embargo, su consolidación requiere de capacidades y planificación de largo plazo que no suelen materializarse de manera inmediata (Atienza et al., 2021).

Por otro lado, mientras que la innovación y la aplicación de nuevas tecnologías pueden traer múltiples beneficios y contribuir a una minería más responsable, también es importante considerar las implicaciones y condiciones necesarias para que dichos beneficios se materialicen efectivamente. Por ejemplo, innovaciones en el uso del agua, como la desalinización de aguas marinas para disminuir conflictos sobre el recurso, no necesariamente resulta en una menor demanda hídrica, sino que puede desplazar los costos ambientales y energéticos asociados a esta demanda (Odell, 2021). De manera similar, la automatización y robotización de la minería puede ayudar a disminuir

PERSPECTIVAS TERRITORIALES: CAPTURA LOCAL DE VALOR COMO UNA DE LAS PRINCIPALES LECCIONES DEL CARBÓN

Uno de los mensajes más consistentes durante la visita a territorio fue la necesidad de que una eventual expansión del cobre genere mayor valor agregado en el territorio. Diversos actores señalaron que la exportación de materias primas sin procesamiento limitó los beneficios económicos derivados del carbón y coincidieron en la importancia de promover la transformación local del mineral, fortalecer cadenas de valor e invertir las regalías de manera más efectiva. En conjunto, estas percepciones reflejan la expectativa de que el cobre contribuya no solo al crecimiento económico, sino también al desarrollo de capacidades productivas y a la diversificación de las economías regionales.

riesgos laborales asociados a accidentes y facilitar el acceso a minerales ubicados en zonas más complejas. Sin embargo, también pueden resultar en menor empleo en la transformación de la demanda laboral hacia perfiles más especializados y en empleos con ingresos más bajos en el sector, con implicaciones importantes para las economías en las regiones mineras (D. Paredes & Fleming-Muñoz, 2021).

4.2.4 Coordinación/coherencia

Todas estas condiciones requieren una coordinación entre entidades públicas y distintas escalas de administración, desde lo local hasta lo internacional, orientada por estándares robustos y una visión y coherencia de largo plazo que trascienda periodos políticos. Esto implica la inclusión de inversiones sostenidas en formación de empleo o recualificación laboral para nuevas cadenas productivas, fortalecimiento de capacidades de investigación, desarrollo e innovación, infraestructura adecuada, e incentivos e instrumentos financieros que mejoren las condiciones para el desarrollo de empresas bajo modelos sostenibles y en línea con una visión de desarrollo territorial.

En conjunto, estas condiciones habilitantes son fundamentales para promover un desarrollo responsable y equitativo de la minería de cobre. La ausencia o debilidad de cualquiera de ellas puede limitar la capacidad del sector para generar beneficios adecuadamente distribuidos. En este sentido, resulta necesario fortalecer los marcos regulatorios, garantizar la protección del espacio cívico, promover una mayor coherencia de las políticas públicas y avanzar en una política industrial que articule minería con innovación, generación de valor agregado y desarrollo de capacidades.

4.3 Retos de la minería de cobre relevantes para Colombia

La actividad minera genera impactos que varían a lo largo de sus diferentes etapas (prospección, exploración, construcción y montaje, explotación, procesamiento y transformación del mineral, cierre y post-cierre), como se mencionó en la sección 3.1, así como según las características específicas de cada proyecto, las tecnologías empleadas, las condiciones geológicas y ecológicas, el cumplimiento de estándares y el relacionamiento y confianza que se construye con las comunidades. Para anticipar, prevenir o mitigar estos potenciales impactos negativos que pueden ser causados o agravados por la minería de cobre en Colombia, resulta clave identificar factores de vulnerabilidad y riesgo a partir de lecciones de experiencias internacionales comparables y de la propia trayectoria minera en Colombia.

Esta sección analiza los principales impactos ambientales y sociales asociados a la minería de cobre, con base en una revisión estructurada de literatura. La evidencia se concentra principalmente en las etapas de producción, cierre y post-cierre, con menor presencia en procesamiento y refinación, y escasa información específica sobre exploración. Sin embargo, los impactos identificados en fases avanzadas deben considerarse desde el momento de la exploración y la posibilidad del desarrollo de una fase de producción, precisamente con el fin de anticipar, prevenir o mitigarlos, y desde el reconocimiento que aún impactos anticipados (tanto positivos como negativos) pueden generar expectativas y conflictos que habiliten o deshabiliten un proyecto minero.

Así mismo, se reconoce que los impactos denominados “ambientales” tienen implicaciones sociales e incluso económicas y políticas importantes (por ejemplo, en ser un punto de conflicto para comunidades locales), por lo que se abordan como fenómenos socioambientales interconectados. En este marco, la sección se estructura en torno a ocho variables identificadas de forma inductiva a partir de la revisión de literatura: agua, suelo, biodiversidad, aire, agricultura, desigualdades, conflicto social e impactos a la salud. Estas categorías incluyen tanto impactos directos de la actividad minera sobre los sistemas biofísicos como impactos indirectos derivados de dichos cambios o de su gestión. Asimismo, el análisis reconoce el carácter socioambiental de estas dimensiones (por ejemplo, la contaminación de agua, suelo o aire puede tener impactos en la salud y actividades productivas) y sus efectos diferenciados sobre poblaciones según edad, género, etnia o condición socio-económica, particularmente en contextos con limitaciones en la capacidad de incidencia a través de canales formales de participación.

4.3.1 Agua

El agua es uno de los factores que generan mayor conflicto alrededor de la minería de cobre, especialmente en dos dimensiones: la calidad del agua y la disponibilidad del agua. En cuanto a la calidad del agua, se han observado impactos significativos y persistentes caracterizados principalmente por la presencia de metales pesados (como Cu, Cd, Pb, Zn y As) (Banze Wa Mutombo et al., 2022), procesos de drenaje ácido de mina (AMD) (Coayla et al., 2024; Nascimento et al., 2023) y la capacidad de los contaminantes de transportarse a largas distancias a través de ríos, sedimentos,

aire e incluso nieve (Alfonso et al., 2019; Marasinghe Wadige et al., 2016; Vicente-Beckett et al., 2016). Estos procesos afectan no sólo ecosistemas acuáticos, reduciendo biodiversidad y alterando su funcionamiento, sino también la salud humana y actividades productivas como la agricultura, la pesca y el abastecimiento de agua. Además, los impactos pueden persistir por décadas, incluso después del cierre de las minas, evidenciando debilidades en la gestión de relaves, monitoreo y regulación. En Colombia, algunas operaciones de cobre activas han sido sujeto de controversias debido a afectaciones a cuerpos de agua asociadas a vertimientos, fallas en infraestructura y limitaciones en el monitoreo y control institucional (Contraloría General de la República, 2019), lo que pone de relieve la necesidad de fortalecer la gobernanza, la gestión ambiental y la incorporación de tecnologías de remediación para mitigar estos riesgos, así como planes de cierre y post-cierre claramente definidos (González Moreno et al., 2024).

Respecto a la disponibilidad de agua, se han identificado conflictos alrededor de la asignación de derechos de uso, además de casos donde la asignación intensiva de derechos de uso por la alta demanda operativa del sector, han derivado en sobreasignación hídrica con afectaciones directas en la pérdida de ecosistemas sensibles, como los bofedales en Chile (Chávez et al., 2023). Consumos dentro de las operaciones mineras incluyen usos como la supresión de polvo (Coayla et al., 2024; Gonzalez et al., 2019). A esto se suma la creciente competencia por el recurso entre minería, comunidades y otros sectores productivos, especialmente en escenarios de escasez y cambio climático, donde muchas operaciones dependen de una única fuente de agua y se ubican en zonas de alto estrés hídrico, como en el caso chileno en la región del Atacama (ver cuadro de texto) (Andújar-Palao et al., 2021; García et al., 2024). Alternativas como la desalinización pueden reducir la presión sobre fuentes continentales, pero implican otros retos energéticos, económicos y sociales (Goodboy & Missimer, 2020).

CUADRO DE TEXTO: CALIDAD DEL AGUA, DRENAJE ÁCIDO DE MINA Y PRESIÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

Calidad del agua: en el sistema Sistema Queen–King, Australia (Mount Lyell), se reporta la presencia de drenaje ácido de mina persistente con pH ácido y alta carga de metales incluso décadas después del cierre (Nascimento et al., 2023).

Disponibilidad del agua: en la Región de Atacama, Chile, se ha reportado un aumento del 465% en derechos de agua para minería, con desaparición de bofedales en zonas de alta extracción (Chávez et al., 2023).

En Colombia, estos riesgos comienzan a evidenciarse en algunos proyectos de cobre, donde se han estimado reducciones sustanciales de caudales superficiales y subterráneas (CONFAMA, 2020; Gallego Castro, 2023), lo que sugiere impactos

estructurales sobre sistemas hídricos en territorios con alta dependencia del agua. En conjunto, estos hallazgos muestran que la gestión del agua constituye uno de los principales desafíos de gobernanza para una eventual expansión de la minería de cobre en Colombia. Más allá de la disponibilidad física del recurso, será necesario fortalecer los mecanismos de planificación territorial, asignación, monitoreo y resolución de conflictos para garantizar una gestión sostenible del agua. Además, la necesidad de que las decisiones sobre fuentes alternativas de agua incorporen criterios ambientales y sociales, más allá de los costos económicos directos (Goodboy & Missimer, 2020).

4.3.3 Suelo

El suelo es un componente crítico afectado por la minería de cobre, principalmente por procesos de contaminación química asociados a la acumulación de metales pesados como As, Cu, Pb y Zn, que pueden superar límites de referencia para la salud humana (Bech et al., 2025). Estas afectaciones provienen de múltiples fuentes, incluyendo la lixiviación de residuos mineros y escorias, que puede alcanzar hasta un 60% de liberación de elementos tóxicos (Kaniki & Tumba, 2019), y fallas en infraestructura como presas de relaves, particularmente en contextos montañosos y sísmicos (Nungesser & Pauliuk, 2022). Aunque en algunos casos la dispersión en suelos puede ser localizada (hasta 20 metros desde relaves) (Espinoza et al., 2022), la evidencia también muestra transporte de contaminantes por vía aérea hacia zonas urbanas, como en Tocopilla, Chile (García et al., 2024).

CUADRO DE TEXTO: CONTAMINACIÓN Y DISPERSIÓN DE METALES PESADOS EN SUELOS

Contaminación: En la cuenca de Aconcagua, Chile, se han registrado concentraciones de As, Cu, Pb y Zn en suelos naturalmente ricos en Cu y Zn, que superan los estándares internacionales de salud infantil y se extienden más allá de la cuenca donde se desarrolla la actividad extractiva (Bech et al., 2025).

Dispersión: En Tocopilla (Chile), se identificaron altas concentraciones de Cu en suelos urbanos por transporte atmosférico desde zonas mineras (García et al., 2024).

En Colombia, estos riesgos se han reportado alrededor de operaciones mineras de cobre en el Chocó, donde derrames de residuos han generado pérdida de vegetación, sedimentación y degradación del suelo, en un contexto de debilidades institucionales en el control ambiental (SIEMBRA, 2024). La persistencia de metales pesados en el suelo, con potencial de incorporarse a la cadena alimentaria, plantea riesgos de largo plazo para la salud y la seguridad alimentaria (Bech et al., 2025), especialmente en casos con superposición de áreas mineras con zonas urbanas y ecosistemas estratégicos.

En conjunto, estos hallazgos resaltan la necesidad de fortalecer estándares de calidad de suelo adaptados al contexto (Bech et al., 2025), establecer zonas de exclusión para evitar "zonas de sacrificio" (García et al., 2024), y promover medidas como buffers de seguridad alrededor de relaves (Espinoza et al., 2022), recuperación de metales desde residuos (Zepeda et al., 2017) y fondos para mejorar la gestión de relaves (Nungesser & Pauliuk, 2022).

4.3.3 Biodiversidad

La biodiversidad es una de las dimensiones más sensibles frente a la minería de cobre, tanto por los potenciales efectos directos de la contaminación como por impactos indirectos asociados a la alteración de hábitats y recursos clave. La evidencia muestra que, en casos donde se ha encontrado la presencia de metales pesados provenientes de relaves mineros, dicha contaminación constituye un factor determinante de toxicidad que modifica la composición biótica en zonas afectadas (Kavehei et al., 2021; Olivares & Gaete, 2015). En fauna, se han documentado procesos de bioacumulación y afectaciones fisiológicas en especies sensibles, incluyendo cambios en microbiomas, reducción de la diversidad bacteriana y aumento de patógenos, como en el caso del coral *Acropora muricata* expuesto a altas concentraciones de cobre (Gissi et al., 2019), así como acumulación de metales en aves y reptiles en zonas mineras (López-Berenguer et al., 2021; Marambio-Alfaro et al., 2021). En flora, se ha reportado que la contaminación del suelo por metales pesados altera la calidad del sustrato, afecta la fotosíntesis, limita la germinación y puede generar efectos genotóxicos, modificando la estructura y funcionalidad de los ecosistemas (Cacciuttolo et al., 2023; Olivares & Gaete, 2015). A estos impactos se suman efectos indirectos, como la sobreexplotación hídrica que ha llevado a la degradación o desaparición de bofedales en Perú (Coayla et al., 2024), evidenciando la interdependencia entre agua y biodiversidad.

CUADRO DE TEXTO: EJEMPLOS DE IMPACTOS EN LA BIODIVERSIDAD

Toxicidad y bioacumulación: En *Acropora muricata*, la exposición a cobre (32–65 µg/L) genera blanqueamiento, alteraciones en el microbioma y estrés fisiológico (Gissi et al., 2019).

Impactos en ecosistemas: En los Andes peruanos, la contaminación por cobre en suelos y derrames de lixiviados ha afectado vegetación (eucaliptos y pinos) y ecosistemas circundantes (Cacciuttolo et al., 2023; Coayla et al., 2024).

En Colombia, se han reportado este tipo de impactos sobre ecosistemas altamente biodiversos, incluyendo afectaciones a bosques primarios (Bernal Gómez, 2025; OCA, 2024). En algunos casos de proyectos activos, las debilidades de las entidades de monitoreo y su capacidad de aplicar sanciones junto con el incumplimiento de ciertas obligaciones de manejo ambiental han limitado la recuperación ecológica y la conectividad de hábitats circundantes (SIEMBRA, 2024). En conjunto, estos

hallazgos evidencian riesgos de alteración de redes tróficas, pérdida de biodiversidad, bioacumulación de contaminantes y afectaciones a especies vulnerables, especialmente en contextos donde existe superposición entre títulos mineros y áreas de alta importancia ecológica. Esto resalta la necesidad de fortalecer el monitoreo, la restauración ecológica y los instrumentos regulatorios para evitar impactos irreversibles sobre la biodiversidad en Colombia.

4.3.4 Aire

La calidad del aire es otra dimensión crítica de la minería de cobre, asociada tanto a emisiones de gases de efecto invernadero como a contaminantes particulados con efectos directos sobre la salud y el ambiente. A nivel global, la producción de cobre genera en promedio 6,58 toneladas de CO2 por tonelada producida (Imasiku & Thomas, 2020), con mayor intensidad en etapas de extracción y molienda y con variaciones según la fuente energética y la ley del mineral, ya que menores concentraciones de mineral en la roca implican mayor consumo energético y emisiones. En términos operativos, la extracción y molienda concentran cerca del 57% de las emisiones totales, mientras que la fundición aporta alrededor del 27% (Imasiku & Thomas, 2020), siendo la minería subterránea más intensiva en energía y emisiones que la de tajo abierto.

CUADRO DE TEXTO: EJEMPLOS DE IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE

Material particulado: En Antofagasta (Chile), el polvo contiene metales pesados (As, Cd, Cu, Pb, Zn) con alta bioaccesibilidad generando riesgos para la salud (Tapia et al., 2018).

Distancia: En zonas circundantes a minas de cobre en Chile y Perú, se reportó que material particulado puede transportarse a través del aire a distancias que en algunos casos pueden alcanzar varios kilómetros, trasladando metales pesados que pueden ingresar al tracto respiratorio y bioacumularse en los pulmones debido a su granulometría fina (diámetros del orden de 5.0, 2.5 y 1.0 µm) (Cacciuttolo et al., 2023)

Adicionalmente, el polvo generado por relaves y vías de acarreo constituye una fuente relevante de contaminación atmosférica, transportando metales pesados como As, Cd, Cu, Pb y Zn, con riesgos significativos para la salud humana, especialmente por su alta bioaccesibilidad y capacidad de ingresar al sistema respiratorio (Tapia et al., 2018). Estos contaminantes pueden dispersarse a varios kilómetros de distancia (Cacciuttolo et al., 2023), acumularse en suelos urbanos y rurales, y generar efectos crónicos derivados de exposiciones históricas. A lo largo de la cadena de valor, se estiman aumentos de emisiones asociadas, como el mercurio, que podrían incrementarse hasta en un 50% hacia 2050 si no se adoptan medidas tecnológicas y de reciclaje (Yamamoto et al., 2023). En Colombia, ilustra los riesgos potenciales de

nuevas minas, su transporte, procesamiento y almacenaje sobre la calidad del aire y la salud de las comunidades, y resalta la necesidad de fortalecer el monitoreo, promover tecnologías limpias y considerar la gestión del aire como un componente central en la planificación minera.

4.3.5 Agricultura

La agricultura es una de las actividades más vulnerables frente a la minería de cobre, tanto por la contaminación de suelos y agua como por transformaciones socioeconómicas en los territorios. La evidencia muestra casos en donde zonas cercanas a distritos mineros registraron altas concentraciones de metales pesados en suelos agrícolas, agua de riego y cultivos, superando umbrales internacionales de seguridad y representando riesgos para la salud humana y la seguridad alimentaria (Bedoya-Perales et al., 2023; Mununga Katebe et al., 2023). Estos contaminantes (Cu, Cd, Pb, Fe, Co, As) pueden bioacumularse en alimentos como hortalizas representando un riesgo toxicológico (Pizarro et al., 2022). La biodisponibilidad de estos metales, influenciada por prácticas agrícolas como fertilización e irrigación, puede intensificar su absorción por las plantas y su incorporación en la cadena alimentaria (Ginocchio et al., 2024). A esto se suman impactos indirectos, como la competencia por el agua y cambios en el uso del suelo, que han contribuido a procesos de desagrarización y pérdida de productividad agrícola en contextos de expansión minera, como en el oasis de Calama en Chile (Calderón-Seguel et al., 2021).

CUADRO DE TEXTO: EJEMPLOS DE CONTAMINACIÓN DE CULTIVOS Y RIESGOS PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Contaminación de cultivos: En Lubumbashi (RDC) y zonas de Perú, suelos, agua de riego y hortalizas presentan metales pesados por encima de estándares de seguridad (OMS, AFNOR), afectando la seguridad alimentaria (Bedoya-Perales et al., 2023; Mununga Katebe et al., 2023). Así mismo, en Chiu Chiu, Chile, se encontraron concentraciones de arsénico en zanahorias y quinua con riesgo toxicológico para consumo humano (Pizarro et al., 2022)

En Colombia, en territorios del Chocó se han observado cambios de vocación productiva, el abandono del campo y el debilitamiento de la producción agrícola local (SIEMBRA, 2024). En conjunto, estos hallazgos evidencian riesgos de contaminación de cultivos, pérdida de seguridad alimentaria y erosión de economías rurales, especialmente en territorios donde existe superposición entre áreas agrícolas y proyectos mineros, lo que resalta la necesidad de fortalecer estándares de calidad de suelo, monitoreo y estrategias de remediación.

4.3.6 Desigualdades

La minería de cobre interactúa con desigualdades estructurales preexistentes en los territorios. Con base en la evidencia revisada, los retos principales alrededor de la minería de cobre y las desigualdades se manifiestan alrededor de tres áreas: la reproducción o intensificación de desigualdades de género, las dinámicas de trabajo sexual y violencia basada en género (VBG), y los patrones de movilidad y migración, que configuran de manera diferenciada los impactos sociales del sector en los territorios.

En términos de equidad de género, la minería ha sido históricamente analizada sin incorporar de manera sistemática esta dimensión (Ulloa, 2016). La evidencia muestra que la expansión minera transforma las dinámicas territoriales mediante procesos de masculinización, asociados a la priorización de lo productivo sobre el cuidado y a la llegada de trabajadores mayoritariamente hombres, y la intensificación de roles tradicionales de género (Moulton, 2024; Ulloa, 2016). Aunque pueden generarse nuevas oportunidades económicas, estas coexisten con barreras estructurales para la participación de mujeres y personas LGBTIQ+, incluyendo segregación laboral, exclusión de espacios de decisión y sobrecarga de trabajo de cuidados (Mohr, 2021; OECD, 2024; Vargas Guevara et al., 2022). En contextos como el colombiano, estas dinámicas se superponen con desigualdades territoriales y conflictos existentes, lo que puede limitar la participación efectiva y profundizar brechas existentes.

CUADRO DE TEXTO: EJEMPLOS DE DESIGUALDADES EN CONTEXTOS MINEROS

Equidad de género: En La Granja (Perú), la expansión minera incrementó la movilidad femenina, pero mantuvo limitaciones estructurales asociadas a la carga de cuidados y la división de género del trabajo (Castillo & Brereton, 2018).

Trabajo sexual y VBG: En Antofagasta (Chile), las “schoperías” reflejan economías sexuales asociadas a trabajadores mineros, en contextos de cosificación y vulnerabilidad (Araya et al., 2019).

Migración: En Antofagasta (Chile), la coexistencia de migración interna, circular e internacional ha generado una estructura laboral segmentada con diferencias salariales y de acceso a oportunidades (Stefoni et al., 2022)

En relación con el trabajo sexual y la VBG, la literatura evidencia que los enclaves mineros y la alta concentración de trabajadores masculinos pueden incrementar la demanda de servicios sexuales y reconfigurar economías locales (Araya et al., 2019; Lahiri-Dutt, 2022). En Colombia, se ha identificado una correlación entre actividad minera y aumento de esta demanda, acompañada de estigmatización y condiciones de vulnerabilidad (Bermúdez Rico et al., 2012). Estas dinámicas se inscriben en contextos

más amplios de violencia, donde la minería puede exacerbar riesgos como trata de personas, violencia sexual y feminicidios, especialmente en territorios con presencia de actores armados (Ulloa, 2016; Vargas Guevara et al., 2022). Además, se asocian a riesgos de salud pública, incluyendo infecciones de transmisión sexual, particularmente en contextos con acceso limitado a servicios de salud (Wilches-Gutierrez & Documet, 2018). En este sentido, la VBG debe entenderse como un riesgo estructural del ciclo minero, más que como un efecto colateral.

Finalmente, los patrones de migración y movilidad asociados a la minería reflejan y refuerzan desigualdades socioeconómicas y territoriales. En contextos como Antofagasta (Chile), la expansión minera ha generado múltiples formas de movilidad, como migración interna, movilidad circular y migración internacional, que configuran una estructura social segmentada (Stefoni et al., 2022). Los trabajadores que circulan o migran desde otras regiones suelen acceder a mejores salarios, mientras que los migrantes internacionales enfrentan condiciones más precarias, incluyendo informalidad y barreras de integración. En La Granja (Perú), la minería ha generado procesos de desplazamiento y movilidad forzada asociados a la pérdida de tierras y a la reconfiguración del territorio, dando lugar a estrategias como retorno, doble residencia y movilidad reversible (Castillo & Brereton, 2018). Estas dinámicas evidencian una distribución asimétrica de beneficios y costos, donde ciertos grupos asumen mayores riesgos sociales y económicos. Para Colombia, donde existen superposiciones entre áreas mineras, territorios rurales y zonas con dinámicas de conflicto, estos patrones sugieren riesgos de fragmentación social, presión sobre servicios locales y profundización de desigualdades territoriales.

4.3.7 Conflicto social

La minería a gran escala genera transformaciones profundas en el acceso, control y uso de la tierra, así como en las dinámicas de poder y gobernanza territorial. Respecto al acceso, control y uso de la tierra, la evidencia muestra que, en casos en Perú y Chile, estos procesos han propiciado dinámicas de despojo, directo e indirecto, que erosionaron la base productiva, debilitaron la seguridad territorial y reconfiguraron las relaciones entre comunidades, estado y empresas, consolidando escenarios de alta vulnerabilidad y conflicto.

En el caso de Perú, el marco regulatorio existente separa la concesión minera de los derechos sobre el terreno superficial, lo que permite otorgar derechos sobre el subsuelo sin considerar la propiedad comunal o la vocación agrícola, generando tensiones estructurales entre actores (Coayla Coayla et al., 2024). Esta situación se agrava por la superposición de concesiones sobre territorios comunales y áreas protegidas, así como por mecanismos regulatorios como los Informes Técnicos Sustentatorios (ITS), que permiten modificaciones sin evaluación integral ni participación efectiva, debilitando las salvaguardas territoriales. Por otro lado, en Chile, la expansión minera en el oasis de Calama ha impulsado procesos de desagrarización, privatización y conversión del suelo rural hacia usos urbanos y extractivos, modificando la estructura de propiedad y restringiendo el acceso efectivo a la tierra debido a la presión sobre recursos hídricos (Calderón-Seguel et al., 2021).

CUADRO DE TEXTO: EJEMPLOS DE CONFLICTOS SOCIALES ASOCIADOS AL ACCESO A LA TIERRA Y LA GOBERNANZA TERRITORIAL

Acceso y derechos a la tierra: En Perú, la superposición de concesiones mineras sobre territorios comunales, sin reconocimiento efectivo de los derechos de uso del suelo, ha generado conflictos prolongados entre comunidades y empresas, al limitar la capacidad de decisión local sobre el territorio (Coayla Coayla et al., 2024).

Justicia territorial en la gobernanza: En Las Bambas (Perú), la falta de participación efectiva y el incumplimiento de acuerdos han generado conflictos persistentes, evidenciando una distribución desigual de costos y beneficios y decisiones centralizadas que limitan la incidencia de las comunidades (Neyra, 2025)

En paralelo, los retos alrededor de las dinámicas de poder y gobernanza territorial y la minería de cobre evidencian profundas tensiones en la gobernanza territorial, especialmente en contextos donde los beneficios económicos coexisten con altos niveles de pobreza. En Perú, regiones como Cajamarca y Apurímac concentran gran parte de los conflictos socioambientales, vinculados a disputas distributivas, baja presencia estatal y factores culturales (Andújar-Palao et al., 2021). De manera similar, en Chile, la minería concentra una proporción significativa de denuncias por daño ambiental, con casos asociados a corrupción y captura institucional (Akchurin, 2023; González, 2022). Estas dinámicas reflejan patrones de exclusión, y que la falta de participación y asimetrías de poder pueden limitan de forma importante la legitimidad de los proyectos.

La evidencia también muestra que los conflictos no sólo emergen entre comunidades y empresas, sino que pueden involucrar al estado y a actores armados, reproduciendo estructuras de violencia y control. Casos como Las Bambas o Tía María en Perú ilustran cómo la falta de diálogo, el uso de mecanismos clientelares y la represión de la protesta pueden escalar en violencia, con impactos severos sobre las comunidades (Dunlap, 2023; Neyra, 2025). En Colombia, estudios sobre proyectos de minería de cobre evidencian que estas tensiones aparecen desde etapas tempranas, y pueden ser asociadas a la exclusión de actores locales, la falta de un marco legal adecuado, la superposición de intereses territoriales y la toma de decisiones fuera del ámbito local, configurando escenarios de injusticia territorial donde los costos sociales y ambientales recaen desproporcionadamente sobre las comunidades (Bernal Gómez, 2025; González Moreno et al., 2024; OCA, 2024).

4.3.8 Impactos a la salud

La evidencia muestra que la minería de cobre está asociada a múltiples reportes de afectaciones en la salud física, derivadas principalmente de la exposición a metales pesados liberados en distintas etapas del proceso minero. Estos contaminantes, caracterizados por su persistencia, toxicidad y capacidad de bioacumulación, pueden ingresar al organismo por inhalación, ingestión o contacto dérmico, afectando tanto a trabajadores como a comunidades cercanas (Cacciuttolo et al., 2023; Herrera et al., 2016). La evidencia muestra que estos impactos no son homogéneos, sino que dependen de factores como la proximidad a las operaciones, las condiciones socioeconómicas y las características del entorno.

La literatura documenta efectos que van desde enfermedades respiratorias hasta alteraciones neurológicas, cardiovasculares y reproductivas. En Chañaral (Chile), se han registrado concentraciones elevadas de arsénico y cobre en polvo urbano, con mayores niveles en zonas cercanas a relaves y mayor exposición en poblaciones vulnerables (Moya et al., 2019). Así mismo, estudios en comunidades cercanas a minas de cobre muestran un aumento significativo en enfermedades respiratorias infantiles, como asma y rinoconjuntivitis, asociado a la cercanía a las operaciones (Herrera et al., 2016, 2018). A nivel ocupacional, la exposición prolongada a metales pesados se ha vinculado con alteraciones hormonales, problemas cardiovasculares y deterioro de la salud general de los trabajadores (Musa Obadia et al., 2023).

CUADRO DE TEXTO: EJEMPLO DE IMPACTO EN SALUD FÍSICA

En Chañaral (Chile), la proximidad de zonas residenciales a depósitos de relaves ha generado altas concentraciones de arsénico y cobre en el polvo urbano, incrementando la exposición de la población, especialmente en sectores de bajos ingresos, y evidenciando la relación entre cercanía a la actividad minera y riesgos para la salud (Moya et al., 2019).

Además, los impactos pueden extenderse a las familias y a futuras generaciones. Se han identificado asociaciones entre la exposición a metales y la aparición de malformaciones congénitas en neonatos, posiblemente relacionadas con alteraciones epigenéticas derivadas de la exposición parental (Kayembe-Kitenge et al., 2019; Van Brusselen et al., 2020). Estos hallazgos muestran que los efectos potenciales asociados a la actividad minera pueden trascender el ámbito laboral, configurando riesgos amplios y de largo plazo que requieren respuestas integrales en términos de prevención, monitoreo y regulación.

5 Recomendaciones para orientar una eventual expansión de la producción de cobre en Colombia

Esta sección presenta recomendaciones para orientar una eventual expansión de la minería de cobre en Colombia hacia prácticas más responsables, buscando prevenir y mitigar impactos socioambientales y maximizar las oportunidades económicas asociadas. Las recomendaciones están divididas en tres secciones. La primera destaca mecanismos para la prevención, mitigación y gestión de impactos socioambientales, siguiendo los distintos aspectos resaltados en estudios internacionales sobre la minería de cobre. La segunda propone recomendaciones diferenciadas por tipo de actor, especialmente destacando responsabilidades diferenciadas entre sectores públicos, empresariales, sociedad civil y comunidades. La tercera sección provee recomendaciones diferenciadas por horizonte temporal y etapa del ciclo minero, respondiendo a la lección que los riesgos y oportunidades varían según la etapa del ciclo minero y el horizonte temporal, y que las decisiones tomadas desde las fases tempranas pueden influir tanto impactos positivos como negativos a mediano y largo plazo.

5.1 Mecanismos de prevención, mitigación y gestión de impactos socioambientales

La revisión de experiencias internacionales evidencia que los impactos socioambientales asociados a la minería de cobre no son inevitables, pero sí requieren mecanismos robustos de prevención, mitigación y gestión que actúen de manera anticipada, integral y con coherencia territorial. En este sentido, una eventual expansión de la extracción de cobre en Colombia debería sustentarse en enfoques preventivos que prioricen la protección ecosistémica, la participación efectiva de las comunidades, la vigilancia ambiental y sanitaria, así como mecanismos de justicia territorial y equidad social. La tabla 2 sintetiza algunos de los principales mecanismos identificados en la literatura para orientar la prevención, mitigación y gestión de impactos socioambientales en contextos mineros.

Tabla 2. Mecanismos identificados en la literatura para orientar la prevención, mitigación y gestión de impactos socioambientales en contextos mineros.

Componente	Mecanismos de prevención, mitigación y gestión
Agua	Monitoreo continuo y comunitario de aguas superficiales y subterráneas, sistemas de alerta temprana e integración de escenarios de cambio climático para el establecimiento de límites de extracción por cuenca, identificación de zonas incompatibles con minería y regulación estricta de relaves y vertimientos (Andújar-Palao et al., 2021; Leiva González & Onederra, 2022). Tecnologías de tratamiento y remediación como membranas de intercambio aniónico, microalgas y recuperación de metales desde relaves y drenajes ácidos (Medina Tripodi et al., 2019; Nascimento et al., 2023; Spiridonov et al., 2024; Urrutia et al., 2019).
Suelo	Normas y parámetros de calidad de suelo ajustados a condiciones edáficas locales; mecanismos de remediación y recuperación de metales desde residuos mineros (Bech et al., 2025; Zepeda et al., 2017). Estrategias de control de drenaje ácido, coberturas y fitoestabilización; restricción de asentamientos humanos en zonas altamente contaminadas (“zonas de sacrificio”) (García et al., 2024).
Biodiversidad	Detección de cambios en biodiversidad asociados a contaminación minera a través de metabarcoding (Kavehei et al., 2021). Sanciones económicas y obligaciones de restauración ambiental para la prevención de daños y la rendición de cuentas (e.g. a través de la ley 2387 del 2024) (ANLA, 2024; Coayla et al., 2024).
Aire	Tecnologías de supresión de polvo, control de emisiones y sistemas de recirculación hídrica para reducir dispersión de partículas y contaminantes atmosféricos (Gonzalez et al., 2019; Leiva González & Onederra, 2022). Reciclaje de cobre y tecnologías de eliminación de mercurio para disminuir emisiones acumuladas (Yamamoto et al., 2023).
Agricultura	Estándares locales de calidad ambiental y umbrales de toxicidad para suelos agrícolas en contextos mineros (Bedoya-Perales et al., 2023; Ginocchio et al., 2024). Estrategias avanzadas de remediación y conservación de suelos para reducir transferencia de metales a cultivos y proteger medios de vida rurales (Mununga Katebe et al., 2023).
Desigualdades	Desigualdades de Género: Análisis de género vinculantes en el ciclo minero, con mecanismos de participación para mujeres y personas LGBTIQ+, protocolos contra discriminación y violencia, políticas laborales corresponsables en cuidados y estrategias de redistribución equitativa de beneficios (Bermúdez Rico et al., 2012; Mohr, 2021; Ulloa, 2016). Trabajo sexual y VBG: Integrar las VBG como un riesgo estructural mediante protocolos de prevención y atención, educación sexual y de género, enfoques interseccionales y estrategias para prevenir explotación, trata y dependencia económica de economías sexuales asociadas a enclaves mineros (Lahiri-Dutt, 2022; Vargas Guevara et al., 2022). Migración: Análisis de desigualdades asociadas a migración interna, movilidad circular y desplazamiento, y sus efectos sobre servicios públicos, cohesión territorial y gobernanza comunitaria (Castillo & Brereton, 2018; Stefoni et al., 2022)
Conflicto social	Acceso y derechos a la tierra: Ordenamiento vinculante, participación comunitaria y regulación de la superposición de concesiones sobre territorios comunales y ecosistemas estratégicos (Coayla Coayla et al., 2024). Consolidar el EIA como herramienta obligatoria para modificaciones relevantes y fortalecer la gestión integrada del agua y el suelo (Calderón-Seguel et al., 2021). Justicia territorial: Garantizar mecanismos efectivos de participación, consulta previa y diálogo temprano con comunidades (El Congreso de Colombia, 1991; Minenergía, 2025). Fortalecer garantías para la protesta social, transparencia institucional y control estatal independiente frente a las empresas mineras.
Impactos a la salud	Incorporar distancias de seguridad entre minas y zonas residenciales, fortalecer la vigilancia ambiental y ocupacional; monitorear exposición a metales pesados y mejorar condiciones laborales mediante equipos de protección y sistemas adecuados de ventilación (Herrera et al., 2016; Moya et al., 2019).

5.2 Recomendaciones diferenciadas por actor

La orientación de una eventual expansión de la minería de cobre en Colombia requiere responsabilidades diferenciadas entre actores públicos, privados, comunitarios y de la sociedad civil.

La evidencia presentada en este estudio sugiere que Colombia se encuentra en una etapa temprana del desarrollo de la minería de cobre. Esto representa una oportunidad para construir un modelo de desarrollo minero más responsable, incorporando salvaguardas antes de la expansión productiva.

En consecuencia, las recomendaciones se orientan alrededor de cuatro prioridades estratégicas:

- fortalecer la gobernanza pública;
- construir confianza entre actores;
- maximizar los beneficios territoriales;
- prevenir tempranamente los impactos socioambientales

En este contexto, se proponen las siguientes recomendaciones diferenciadas por actor.

Sector público

- **ANM, ANLA y MinAmbiente deberían desarrollar un sistema único de información sobre proyectos de cobre**, que integre información geológica, ambiental y social, permita el seguimiento del cumplimiento de obligaciones y facilite el acceso público a información desde las etapas de exploración.

- **El próximo Plan Nacional de Desarrollo debería incorporar una visión de largo plazo para los minerales estratégicos,** definiendo lineamientos para fortalecer la gobernanza, la coordinación interinstitucional, el desarrollo territorial y la generación de valor agregado, aprovechando la etapa temprana en la que se encuentra el desarrollo del cobre en Colombia.

- **DNP y el Ministerio de Minas deberían liderar un mecanismo permanente de coordinación entre ANM, ANLA, MinAmbiente, UPME, gobernaciones y municipios**, para planificar el desarrollo del cobre desde las etapas tempranas de exploración y evitar conflictos entre ordenamiento territorial, gestión ambiental y planificación minera.

- **Fortalecer las capacidades técnicas de los gobiernos territoriales antes de una eventual expansión del sector**, mediante programas de formación, asistencia técnica y acceso a información para alcaldías, gobernaciones, CAR y personerías ubicadas en zonas con potencial cuprífero.

- **Institucionalizar mecanismos permanentes de diálogo y participación desde las etapas tempranas de exploración.** El Gobierno Nacional, en coordinación con las autoridades territoriales, debería promover espacios de intercambio que permitan compartir información, identificar preocupaciones tempranas y construir confianza entre comunidades, empresas e instituciones antes del desarrollo de proyectos mineros.

- **ANM y Cancillería deberían negociar con socios de cooperación (Global Gateway, BID LAC Minerals) el acceso escalonado a asistencia técnica y financiamiento condicionado al cumplimiento verificable de hitos de gobernanza durante la fase de exploración** – por ejemplo, existencia del sistema único de información o de mecanismos de diálogo institucionalizados, en lugar de tratar la cooperación internacional como un flujo desvinculado del desempeño en gobernanza.

Sector empresarial

- **Transparencia desde exploración**. No esperar al licenciamiento. Compartir de manera proactiva información sobre actividades de exploración, cronogramas, riesgos, resultados ambientales y mecanismos de participación.

- **Construcción de confianza.** Diseñar estrategias permanentes de relacionamiento con comunidades desde la exploración, privilegiando procesos de escucha, pedagogía y construcción de confianza antes que actividades puntuales de socialización.

- **Desarrollo territorial**. Incorporar objetivos explícitos de desarrollo territorial mediante programas de fortalecimiento de proveedores locales, formación de talento humano y alianzas con universidades, SENA y centros de investigación.

- **Innovación**. Adoptar tecnologías que reduzcan el consumo de agua, energía y materiales, y fortalecer sistemas de monitoreo ambiental y social basados en innovación tecnológica.

- **Estándares internacionales**. Adoptar voluntariamente estándares internacionales de desempeño ambiental, social y de gobernanza desde las etapas de exploración, incluso cuando no sean exigidos por la regulación nacional.

- **Explorar, junto con comunidades y autoridades locales, esquemas de distribución de beneficios o financiamiento territorial desde la etapa de exploración** (ej. fondos de desarrollo local), en lugar de introducir estos mecanismos únicamente al iniciar la explotación, cuando las expectativas y tensiones territoriales ya están consolidadas.

Sector sociedad civil y academia

- **Universidades y centros de investigación regionales (ej. en Cesar y La Guajira)** deberían establecer líneas de monitoreo independiente de indicadores socioambientales de línea base, antes de que avance la fase de exploración, para contar con datos comparables una vez el sector se expanda.

- **Organizaciones de sociedad civil y observatorios territoriales** deberían consolidar un mecanismo conjunto de seguimiento a compromisos ambientales y sociales, con reportes periódicos públicos que faciliten la rendición de cuentas de empresas y autoridades.

- **Academia y ONGs deberían co-diseñar con las autoridades locales programas de formación** en gobernanza minera y derechos dirigidos a líderes comunitarios y funcionarios municipales, priorizando los municipios con mayor actividad exploratoria.

- **Facilitar espacios de diálogo multiactor entre comunidades, sector público y sector privado desde las etapas tempranas** de exploración, con reglas claras de convocatoria y participación que permitan identificar preocupaciones antes de que escalen a conflicto

Comunidades

- **Organizarse en mesas o comités de seguimiento territorial** con representación reconocida, que sirvan como interlocutor estable frente a empresas y autoridades desde la fase de exploración, evitando la dispersión de espacios de diálogo paralelos.

- **Solicitar y sistematizar información pública sobre licencias, cronogramas y resultados ambientales** de los proyectos en su territorio, apoyándose en organizaciones de sociedad civil y academia para su interpretación técnica.

- **Participar en el diseño de líneas base socioambientales comunitarias,** aportando conocimiento territorial que complemente los estudios técnicos y sirva como referencia para el monitoreo posterior.

- **Vincular su participación en los procesos de exploración a una agenda propia de desarrollo territorial de largo plazo,** de modo que las decisiones sobre una eventual expansión respondan a prioridades ya definidas por la comunidad y no solo a la agenda del proyecto minero.

5.3 Recomendaciones diferenciadas por horizonte temporal y etapa del ciclo minero

Las decisiones asociadas al desarrollo de la minería de cobre no evolucionan al mismo ritmo. Mientras factores externos, como la demanda global de minerales críticos impulsada por la transición energética o el crecimiento de tecnologías intensivas en cobre, pueden cambiar rápidamente, el fortalecimiento institucional, la construcción de confianza entre actores, la formación de capacidades territoriales y las reformas regulatorias requieren horizontes considerablemente más largos. Esta diferencia de velocidades hace indispensable anticipar las decisiones de gobernanza durante las etapas tempranas del ciclo minero, antes de que aumenten las presiones sobre los territorios.

La orientación de una eventual expansión de la minería de cobre en Colombia requiere reconocer que los riesgos, oportunidades y capacidades institucionales varían según la etapa del ciclo minero y el horizonte temporal. La evidencia muestra que impactos positivos como negativos asociados a la minería se originan en decisiones tomadas desde las fases tempranas de exploración y planificación. En este contexto, se proponen recomendaciones diferenciadas para los horizontes de corto, mediano y largo plazo.

En el corto plazo, las principales decisiones se relacionan con la exploración minera, el ordenamiento territorial y la definición de las condiciones institucionales bajo las cuales podrían desarrollarse futuros proyectos mineros. Esta etapa es crítica porque, aunque los impactos físicos aún son limitados, comienzan a configurarse expectativas económicas, transformaciones territoriales y tensiones sociales.

- **Exploración: Prioridad:** fortalecer la gobernanza antes del desarrollo de proyectos. Aunque sus impactos físicos suelen ser más limitados, esta etapa puede generar transformaciones sociales, expectativas económicas y tensiones territoriales desde fases tempranas, por lo que requiere transparencia, diálogo temprano y planificación adecuada. Durante la exploración, el énfasis debe centrarse en construir confianza, garantizar transparencia sobre las actividades exploratorias, fortalecer las capacidades de autoridades territoriales y establecer mecanismos permanentes de diálogo. Las decisiones tomadas en esta etapa condicionarán buena parte de la legitimidad y gobernanza de los proyectos futuros.

- **Construcción y montaje: Prioridad**: gestionar el cambio territorial. Es la etapa en la que se desarrolla la infraestructura necesaria para la operación minera, incluyendo vías, campamentos, plantas y servicios asociados. En esta fase los impactos territoriales y sociales comienzan a hacerse visibles a gran escala, por lo que requiere licenciamiento sólido, acuerdos comunitarios y capacidades institucionales claras.

En el mediano plazo, los principales retos se relacionan con la gestión de impactos ambientales y sociales durante la operación minera. Esta etapa requiere monitoreo continuo, fiscalización efectiva, distribución de beneficios y fortalecimiento de capacidades territoriales.

- **Explotación:** Corresponde a la fase de extracción continua del mineral y constituye el periodo de mayor intensidad operativa del proyecto. Esta etapa concentra gran parte de los impactos ambientales y sociales, por lo que requiere monitoreo permanente, fiscalización efectiva y mecanismos de distribución de beneficios.

- **Procesamiento y transformación del mineral: Prioridad:** maximizar el valor agregado nacional. Incluye las actividades de tratamiento mecánico o químico del mineral extraído para obtener productos con mayor valor agregado. Esta etapa puede fortalecer capacidades industriales y encadenamientos productivos, aunque también implica mayores exigencias ambientales (emisiones, gestión de residuos industriales), energéticas, infraestructura (energía, transporte, conectividad), y capital humano (formación técnica especializada).

En el largo plazo, los retos se concentran en evitar la dependencia económica de la minería y gestionar adecuadamente los pasivos sociales y ambientales posteriores al cierre de las operaciones.

- **Cierre:** Corresponde a la finalización progresiva de las actividades mineras y al desmantelamiento de infraestructura operativa. La planificación del cierre no debería limitarse a aspectos ambientales, sino incorporar desde etapas tempranas estrategias de transición territorial, diversificación económica y fortalecimiento de capacidades locales, aprovechando los aprendizajes derivados de otras regiones mineras del país.

- **Post-cierre:** Es la etapa posterior al cierre de la mina, cuando el territorio enfrenta la transición hacia escenarios no dependientes de la actividad extractiva. En esta fase son fundamentales, por un lado, las estrategias de diversificación productiva, reconversión laboral y fortalecimiento de economías locales para evitar dependencia económica y deterioro social, y por otro lado, las estrategias para la rehabilitación de las dinámicas ecológicas del paisaje intervenido, incluyendo la recuperación de las funciones biogeoquímicas de las cuales dependen las comunidades ecológicas y comunidades locales.

  Las recomendaciones anteriores no deben interpretarse como una secuencia estrictamente lineal. Muchas de las capacidades necesarias para las etapas futuras -como la coordinación institucional, la formación de talento humano, la transparencia, la planificación territorial y los mecanismos de diálogo- deben comenzar a desarrollarse desde las primeras fases de exploración, ya que su consolidación requiere horizontes significativamente más largos que la evolución de los mercados o de la demanda global de cobre.

PERSPECTIVAS TERRITORIALES: RIESGOS SOCIALES E INSTITUCIONALES, INCERTIDUMBRE Y LAS LECCIONES DEL CARBÓN

Las entrevistas durante la visita al Cesar y la Guajira evidenciaron que persiste un conocimiento limitado entre actores locales sobre los impactos ambientales y sociales específicos de la minería de cobre. En varios casos, las percepciones sobre sus riesgos se construyen por analogía con la experiencia histórica de la minería de carbón, lo que lleva a que distintas etapas del ciclo minero sean frecuentemente percibidas como una misma actividad con impactos similares. Al mismo tiempo, algunos actores señalaron preocupaciones específicas asociadas al cobre, particularmente en relación con el uso del agua y los procesos de lixiviación, aunque reconocieron la necesidad de contar con mayor información técnica para comprender mejor estos riesgos.

Este escenario pone de manifiesto que uno de los principales desafíos no radica únicamente en gestionar los impactos que eventualmente pueda generar la minería de cobre, sino también en reducir la incertidumbre existente sobre ellos. La visita de campo mostró una demanda consistente por comprender qué impactos pueden esperarse en cada etapa del ciclo minero, cuáles difieren de otras actividades extractivas y qué mecanismos de prevención, monitoreo y mitigación existen. Fortalecer estas capacidades desde las fases tempranas puede contribuir a que las discusiones territoriales se desarrollen sobre una base común de información y no exclusivamente a partir de experiencias previas con otros minerales.

Tabla 3. Desarrollo de la minería de cobre responsable en Colombia: roles de los principales actores en las distintas etapas del ciclo minero

Horizonte temporal	Corto			Mediano		Largo	
Etapa	**Prospección**	**Exploración**	**Construcción y Montaje**	**Explotación**	**Procesamiento y transformación del mineral**	**Cierre**	**Post-cierre: transformación económica y restauración ecológica**
Sector público	Desarrollo del marco legal/ Normativo Planificación Relacionamiento con empresas, sociedad civil y comunidades	Planificación Monitoreo Transparencia	Monitoreo Transparencia	Fiscalización Diversificación Monitoreo Transparencia	Diversificación Monitoreo Transparencia	Diversificación Monitoreo Transparencia Diversificación y reconversión laboral	Diversificación Monitoreo Transparencia
Sector empresarial	Relacionamiento con autoridades y comunidades Consulta Transparencia	Relacionamiento con comunidades Transparencia Cumplimiento Innovación	Relacionamiento con comunidades Transparencia Cumplimiento Desarrollo de infraestructura	Relacionamiento con comunidades Transparencia Cumplimiento Innovación	Relacionamiento con comunidades Transparencia Cumplimiento Creación de valor agregado Restauración o rehabilitación ecológica	Transparencia Cumplimiento Diversificación y reconversión laboral Restauración o rehabilitación ecológica	Transparencia Cumplimiento Innovación
Sociedad civil y academia	Relacionamiento con comunidades Mediación	Vigilancia	Vigilancia	Vigilancia	Vigilancia	Vigilancia	Memoria Territorial
Comunidades (MAP)	Organización y fortalecimiento de mecanismos de gobernanza	Vigilancia	Vigilancia Innovación	Vigilancia	Vigilancia Innovación	Vigilancia	Memoria Territorial
	← **Participación multi-actor** →						

La Tabla 3 muestra que las responsabilidades de los distintos actores se extienden a lo largo de todo el ciclo minero y que las decisiones adoptadas en las fases tempranas pueden condicionar significativamente los resultados sociales, ambientales y económicos de las etapas posteriores. En este sentido, las condiciones habilitantes identificadas en la Sección 4.2, incluyendo capacidades institucionales, coordinación interinstitucional, protección del espacio cívico y una visión de desarrollo productivo de largo plazo, requieren fortalecerse antes de una eventual expansión de la explotación minera. La etapa de exploración representa, por tanto, una ventana estratégica para definir estas condiciones y orientar el desarrollo futuro del sector.

6 Conclusiones

Este reporte partió de una pregunta práctica pero profunda: ¿qué puede aprender Colombia de la experiencia internacional para gestionar responsablemente una eventual expansión de su sector cuprífero en un contexto de transición energética global? La respuesta no es simple, pero sí es clara en sus implicaciones.

1. La oportunidad es real y el tiempo es ahora

Colombia reúne hoy una combinación poco frecuente de factores: potencial geológico identificado en nueve distritos metalogénicos que cubren el 10,58% del territorio, interés exploratorio creciente (más de 370 solicitudes solo en Antioquia), una ronda de cobre y polimetálicos de 2025 recién abierta y una agenda pública cada vez más activa. Con solo cuatro proyectos en producción efectiva y la mayoría de los títulos en exploración, el país tiene tiempo y espacio institucional para construir una gobernanza sólida antes de que la explotación se consolide. Esta condición es poco frecuente: pocas economías emergentes con potencial cuprífero relevante han tenido la oportunidad de diseñar sus reglas, basadas en evidencia y lecciones internacionales, antes de la expansión.

Colombia no parte de cero: ya existen avances institucionales relevantes, marcos normativos en revisión, capacidades técnicas en construcción y espacios de diálogo sectorial, sobre los cuales este momento permite seguir construyendo. En última instancia, la pregunta que debe guiar la agenda pública, empresarial y de la sociedad civil no es si Colombia debe o no desarrollar su minería de cobre, sino cómo fortalecer, desde ya, las condiciones institucionales, sociales y territoriales necesarias para que una eventual expansión del sector se gestione con buena gobernanza.

2. Los beneficios dependen de condiciones que hoy no están garantizadas

Las oportunidades económicas del cobre – contribución al PIB, empleo formal, regalías, encadenamientos productivos – son documentadas, pero la evidencia internacional muestra que su materialización depende de condiciones habilitantes que Colombia aún debe consolidar: marcos regulatorios claros y consistentes, capacidades institucionales de monitoreo y sanción, protección efectiva del espacio cívico y una política industrial de largo plazo. Actualmente Colombia exporta cobre principalmente como concentrado y sus mercados de destino se encuentran altamente concentrados, lo que limita la captura de valor agregado y aumenta la exposición a cambios en la demanda internacional.

La evidencia revisada en este estudio sugiere que el relacionamiento temprano, la transparencia y la participación efectiva fortalecen las condiciones para la construcción de confianza y pueden contribuir a reducir riesgos y conflictividades durante el desarrollo de los proyectos.

3. Los riesgos son concretos y los costos de ignorarlos son altos

La evidencia revisada en el capítulo 4.3 de este reporte documenta impactos significativos sobre el agua, el suelo, la biodiversidad, el aire, la agricultura y la salud de las comunidades, con efectos que persisten décadas (o incluso en perpetuidad) después del cierre. En Colombia, las experiencias muestran que estos riesgos no son hipotéticos: ya se expresan en conflictos sociales, afectaciones ambientales y debilidades institucionales en el control. El costo de no actuar a tiempo no desaparece: se transfiere a las comunidades, los ecosistemas y, eventualmente, al Estado.

La experiencia internacional también sugiere que una gobernanza sólida desde las etapas iniciales es clave para prevenir fenómenos como la extracción y el procesamiento ilícito de cobre, cuyos costos económicos, ambientales e institucionales pueden ser significativos.

4. La gobernanza debe construirse antes de la expansión, no después

La lección transversal de Chile, Perú y Zambia es que los marcos regulatorios e institucionales establecidos de manera reactiva – como respuesta a conflictos ya escalados – son más costosos y menos efectivos que los diseñados anticipadamente. Muchas de las reformas institucionales más relevantes en Perú surgieron en respuesta a desafíos y conflictos asociados al desarrollo del sector. Colombia tiene hoy la posibilidad de hacer las cosas de manera diferente: las rondas de cobre y polimetálicos de 2025, la revisión de la Política Minera Nacional y los marcos de relacionamiento social son instrumentos en construcción que deben incorporar ya las lecciones acumuladas en la región.

5. La exploración es una etapa estratégica, no solo técnica

La distinción entre exploración y explotación no es solo conceptual: tiene implicaciones territoriales, sociales e institucionales profundas. Aunque los impactos físicos de la exploración suelen ser menores, las expectativas, tensiones y dinámicas de confianza que se configuran en esta etapa condicionan todo el desarrollo posterior del proyecto. Además, la limitada información disponible sobre muchos prospectos y la frecuente confusión entre las actividades de exploración y explotación pueden contribuir a percepciones erróneas y desinformación en los territorios, reforzando la necesidad de procesos tempranos de comunicación, transparencia y diálogo. La versión 2.0 del estándar IRMA y otros marcos internacionales proponen requisitos de gobernanza desde la fase exploratoria. Colombia tiene la oportunidad de alinearse con esta tendencia desde el inicio.

6. El espacio cívico y la participación no son obstáculos: son condiciones de viabilidad

La evidencia revisada muestra sistemáticamente que los proyectos con mayor legitimidad social – aquellos que involucraron tempranamente a las comunidades, garantizaron acceso a información y protegieron el derecho a disentir – son los que generan menores conflictos, costos y retrasos a largo plazo. Garantizar el espacio cívico, proteger a los defensores ambientales y construir mecanismos de participación efectivos no son obligaciones que compiten con la competitividad: son condiciones necesarias para que la inversión minera sea viable y sostenible.

7. Colombia puede beneficiarse de una coyuntura internacional favorable

El interés creciente por minerales críticos, la búsqueda de cadenas de suministro más resilientes y la disponibilidad de mecanismos de cooperación y financiamiento crean condiciones favorables para que Colombia fortalezca sus capacidades institucionales y atraiga inversión alineada con estándares ambientales y sociales. Sin embargo, aprovechar esta oportunidad requerirá avanzar simultáneamente en competitividad, sostenibilidad y construcción de confianza. Posicionarse como proveedor confiable en el mercado global exige una inversión previa en institucionalidad, transparencia y relaciones con los territorios.

8. El cobre abre una oportunidad para fortalecer instituciones y la innovación

Una de las principales lecciones de este estudio es que la preparación institucional no debe entenderse como una condición previa al desarrollo del sector, sino como uno de sus objetivos centrales. Si Colombia logra utilizar la actual etapa de exploración para fortalecer capacidades estatales, mejorar mecanismos de participación y consolidar espacios de diálogo multi-actor, los beneficios del cobre podrían manifestarse de forma más clara y amplia. En ese escenario ideal, el cobre no sería solo un recurso exportable, sino un catalizador de gobernanza, institucionalidad y desarrollo territorial.

Una dimensión adicional de esta oportunidad es la tecnológica. Colombia no necesita replicar las trayectorias de Chile, Perú o Zambia: puede aprender de sus experiencias y dar un salto hacia modelos de minería más avanzados desde el inicio. Diferentes países han desarrollado un ecosistema de innovación minera, en automatización, monitoreo ambiental, procesamiento limpio y cadenas de valor, que puede transferirse a territorios en etapa temprana de desarrollo. De igual manera, existe espacio para innovar en mecanismos de distribución de beneficios, financiamiento para el desarrollo territorial y esquemas de participación que fortalezcan la legitimidad y sostenibilidad del sector. Incorporar esta dimensión desde la exploración permitiría no solo reducir impactos, sino construir capacidades locales de investigación, tecnología e industria que generen valor más allá de las rentas de la extracción.

9. Cada etapa del ciclo minero requiere decisiones diferenciadas y oportunas

Las decisiones que se tomen en abrir nuevas rondas, dónde y bajo qué términos, además de las decisiones que se tomen en la fase de **exploración**, condicionarán el desarrollo de todas las etapas posteriores. Esto no significa que todo deba resolverse ahora, sino que cada fase tiene sus propias decisiones críticas, y que tomarlas a destiempo tiene costos que no se pueden revertir fácilmente.

En la **construcción y montaje**, la experiencia internacional muestra que esta es la fase donde los compromisos asumidos durante la exploración se ponen a prueba. La calidad del relacionamiento con las comunidades, la solidez de los planes de gestión social y la claridad del licenciamiento ambiental determinan si la transición hacia la operación genera confianza o conflicto. Colombia tiene la oportunidad de exigir, desde los contratos de exploración, que los planes para esta fase estén articulados con los instrumentos de ordenamiento territorial y con las capacidades institucionales locales.

En la **explotación**, los retos documentados en este estudio – agua, suelo, biodiversidad, desigualdades, conflicto social – son los que definen la viabilidad social y ambiental de largo plazo de cualquier proyecto. Las condiciones habilitantes identificadas (capacidades institucionales, espacio cívico, política industrial, coordinación) no son requisitos que puedan construirse una vez la explotación haya comenzado: deben estar consolidados antes.

En cuanto al **procesamiento y transformación**, Colombia enfrenta una decisión estratégica que no puede aplazarse: continuar como exportador de materias primas en etapas tempranas de procesamiento, o desarrollar capacidades de fundición, refinación y manufactura que capturen mayor valor dentro del país. Esta definición debería informar la política minera y los criterios de las rondas de cobre y polimetálicos desde ahora, incluyendo la formación de capital humano especializado.

En el **cierre y post-cierre**, la experiencia de Zambia ilustra los costos de no planificar con anticipación, y el modelo peruano de cierre desde la exploración ofrece un referente relevante. Las rondas de cobre y polimetálicos de 2025 ya incorporan obligaciones de restauración y planes de cierre desde fases tempranas, lo que representa un avance. Sin embargo, su efectividad dependerá de la capacidad de fiscalización de la ANM y de que los esquemas de garantías financieras sean robustos y exigibles. La transición socioeconómica del territorio (diversificación productiva, reconversión laboral, restauración ecológica) requiere una planificación que trascienda el horizonte del contrato minero.

SÍNTESIS: LA PREGUNTA DE FONDO

La pregunta central para Colombia no es cuánto cobre posee ni cuántos proyectos pueden desarrollarse. La cuestión es si el país será capaz de construir las capacidades institucionales, sociales y territoriales que sean necesarias para que las decisiones que se tomen alrededor de una eventual expansión del sector contribuyan efectivamente al desarrollo territorial, a una transición energética justa y al bienestar duradero de las comunidades y los territorios.

Referencias

ACM. (2026). *Mineria en Cifras*. Asociación Colombiana de Minería. https://acmineria.com.co/blog/mineria-cifras/

Akchurin, M. (2023). Environmental justice at the environmental courts? Mining, socioenvironmental conflicts, and environmental litigation in northern Chile. *The Extractive Industries and Society*, *15*, 101279. https://doi.org/10.1016/j.exis.2023.101279

Alfonso, J. A., Cordero, R. R., Rowe, P. M., Neshyba, S., Casassa, G., Carrasco, J., MacDonell, S., Lambert, F., Pizarro, J., Fernandoy, F., Feron, S., Damiani, A., Llanillo, P., Sepulveda, E., Jorquera, J., Garcia, B., Carrera, J. M., Oyola, P., & Kang, C.-M. (2019). Elemental and Mineralogical Composition of the Western Andean Snow (18°S–41°S). *Scientific Reports*, *9*(1), 8130. https://doi.org/10.1038/s41598-019-44516-5

Andújar-Palao, J. M., Ormachea-Hermoza, R., Ruiz-Ruiz, M. F., & Chirinos-Cuadros, C. R. (2021). Minería del cobre en Perú: Análisis de las variables exógenas y endógenas para gestionar su desarrollo. *Revista Venezolana de Gerencia*, *26*(94), 784-801. https://doi.org/10.52080/rvgluzv26n94.18

ANLA. (2024). *Ley 2387 de 2024*. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=246696

ANM. (2025a). *Geoportal ANM* [Software]. https://geoportal.anm.gov.co/

ANM. (2025b). *Minuta del Contrato Especial de Exploración y Explotación Minera – Ronda de Cobre, Oro y Polimetálicos*. Agencia Nacional de Minería.

ANM. (2025c). *Rondas mineras ANM - cobre*. Agencia Nacional de Minería. https://anm.gov.co/rondas-mineras-anm-cobre

ANM. (2025d). *Sistema Integral de Gestión Minera – Anna Minería*. [Software].

ANM. (2025e). *Términos de Referencia. Ronda Minera*. Agencia Nacional de Minería.

ANM. (2025f, abril 1). *Sector minero colombiano*. Agencia Nacional de Minería. https://www.anm.gov.co/sector-minero-colombiano

ANM. (por publicar). *Retos y oportunidades del cobre como mineral estratégico* [Versión 1]. Agencia Nacional de Minería, Vicepresidencia de Promoción y Fomento.

Araya, J., Azócar, C., Azócar, C., & Mayol, A. (2019). Exploring the daily life of mining communities: The case of Antofagasta, Chile. *Rural Society*, *28*(3), 226-239. https://doi.org/10.1080/10371656.2019.1678801

Arias-Loyola, M., Loginova, J., Miao, J., Phelps, N. A., Sigler, T., & Zulu, I. (2022). Beyond the resource curse: The redistributive challenge of sustainable resource-led development in Australia, Chile and Zambia. *The Extractive Industries and Society*, *11*, 101084. https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101084

Arond, E., Bebbington, A., & Dammert, J. L. (2019). NGOs as innovators in extractive industry governance. Insights from the EITI process in Colombia and Peru. *The Extractive Industries and Society*, *6*(3), 665-674. https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.01.004

Asamblea Departamental de la Guajira. (2019). *ORDENANZA No. 575 DE 2023* [Versión 1 ISO 9001-2015]. https://asamblealaguajira.micolombiadigital.gov.co/sites/asamblealaguajira/content/files/000271/13519_ordenanza-no-575-de-2023.pdf

Atienza, M., Lufin, M., & Soto, J. (2021). Mining linkages in the Chilean copper supply network and regional economic development. *Resources Policy*, *70*, 101154. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.02.013

Banco Mundial. (2020). *Zambia Mining and Environmental Remediation and Improvement Project (ZMERIP). Ficha informativa, 17 de diciembre de 2020*. https://www.worldbank.org/en/news/factsheet/2020/12/17/zambia-mining-and-environmental-remediation-and-improvement-project

Bancoldex. (2025). *Línea de crédito minería sostenible que transforma 2025*. https://www.bancoldex.com/credito-traves-de-aliados/linea-de-credito-mineria-sostenible-que-transforma-2025

Banze Wa Mutombo, A., Atibu, E. K., Mbuya Wa Mutombo, J., Kalonda, E. M., Bakatula, E. N., Kanda, V. N., Koy, R. K., Mulaji, C. K., Carvalho, F. P., & Poté, J. (2022). Contamination by heavy metals from mining activities: An ecological impact assessment of Mura and Kimpulande Rivers, Democratic Republic of the Congo. *Watershed Ecology and the Environment*, *4*, 148-157. https://doi.org/10.1016/j.wsee.2022.10.004

Bebbington, A., Arond, E., & Dammert, J. L. (2017). Explaining diverse national responses to the Extractive Industries Transparency Initiative in the Andes: What sort of politics matters? *The Extractive Industries and Society*, *4*(4), 833-841. https://doi.org/10.1016/j.exis.2016.11.005

Bech, J., Pradenas, D., Tume, P., Cornejo, Ó., Pedreros, J., Toledo, S., Correa, C., Sepúlveda, B., & Roca, N. (2025). Human Health Risk Associated with As, Cu, Pb, and Zn in Soils of the Aconcagua and Casablanca River Basins, Valparaíso Region, Chile. *Applied Sciences*, *15*(5), 2581. https://doi.org/10.3390/app15052581

Bedoya-Perales, N. S., Neimaier, A., Maus, D., Escobedo-Pacheco, E., Eduardo, K., & Pumi, G. (2023). Patterns of accumulation and baseline values for metals in agricultural soils from a copper mining region in southern Peru. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, *20*, 100896. https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100896

Bermúdez Rico, R. E., Rodríguez Maldonado, T., & Roa Avendaño, T. (2012). *Mujer y minería: Ámbitos de análisis e impactos de la minería en la vida de las mujeres—Enfoque de derechos y perspectiva de género*. https://censat.org/mujer-y-mineria-ambitos-de-analisis-e-impactos-de-la-mineria-en-la-vida-de-las-mujeres-enfoque-de-derechos-y-perspectiva-de-genero/

Bernal Gómez, M. del P. (2025). *Incertidumbres sobre el cobre en Colombia: Análisis del Proyecto Mocoa en Putumayo*. NAtural Resource Governance Institute.

BHP. (2024). *BHP Insights: How copper will shape our future*. https://www.bhp.com/es/-/media/project/bhp1ip/bhp-com-en/documents/news/2024/240930_bhpinsights_howcopperwillshapeourfuture.pdf. https://www.bhp.com/es/news/bhp-insights/2024/09/how-copper-will-shape-our-future

BHP. (2025). *2024-2025 Public Report Employee Datatables OD*. https://www.bhp.com/-/media/project/bhp1ip/bhp-com-en/documents/sustainability/communities/wgea/2025/250624_publicreportemployeedatatablesod.pdf

Bleischwitz, R. (2014). Transparency in the Extractive Industries: Time to Ask for More. *Global Environmental Politics*, *14*(4), 1-9. https://doi.org/10.1162/GLEP_e_00254

Bonilla, R. P. (2021). Estudio comparativo de las políticas públicas de encadenamientos productivos del cobre en Chile, el Ecuador y el Perú. *LC/TS.2021/90, Documentos de proyectos y de investigación*.

Born, K., & Ciftci, M. M. (2024). The limitations of end-of-life copper recycling and its implications for the circular economy of metals. *Resources, Conservation and Recycling*, *200*, 107318. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107318

Burneo de la Rocha, M. L., & Ilizarbe Pizarro, S. (1999). *Tierras comunales y conflicto con el estado: El caso de Olmos, reporte final del trabajo de campo realizado en la comunidad campesina de "Santo Domingo de Olmos"*.

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

Calderón-Seguel, M., Prieto, M., Meseguer-Ruiz, O., Viñales, F., Hidalgo, P., & Esper, E. (2021). Mining, Urban Growth, and Agrarian Changes in the Atacama Desert: The Case of the Calama Oasis in Northern Chile. *Land*, *10*(11), 1262. https://doi.org/10.3390/land10111262

Castillo, G., & Brereton, D. (2018). The country and the city: Mobility dynamics in mining regions. *The Extractive Industries and Society*, *5*(2), 307-316. https://doi.org/10.1016/j.exis.2018.02.009

CCM, & ELEVA. (2023). *2023-2032 Workforce Study in the Chilean Largescale Mining Industry. Diagnosis and Recommendations* [Consejo de Competencias Mineras]. https://ccm-eleva.cl/wp-content/uploads/2024/01/Workforce-Study-of-Large-scale-Mining-in-Chile-2023-2032-english-version-v2.pdf

CEPES. (2001). *Congreso Nacional de Comunidades Campesinas, Caseríos y Poblaciones Afectadas por la Actividad Minera, Allpa*. Comunidades y Desarrollo. http://www.cepes.org.pe/allpa/GRUPO/Concreso.htm, Abril 5, 2001.

Chakma, N. (2025). *CMSI Consultation Response*. https://miningstandardinitiative.org/wp-content/uploads/2026/03/20022_Nalori-Chakma_Not-Specified_All.pdf

Chávez, R. O., Meseguer-Ruiz, O., Olea, M., Calderón-Seguel, M., Yager, K., Isela Meneses, R., Lastra, J. A., Núñez-Hidalgo, I., Sarricolea, P., Serrano-Notivoli, R., & Prieto, M. (2023). Andean peatlands at risk? Spatiotemporal patterns of extreme NDVI anomalies, water extraction and drought severity in a large-scale mining area of Atacama, northern Chile. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *116*, 103138. https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.103138

Coayla Coayla, E., Romero Carrion, V. L., & Bedón Soria, Y. T. (2024). Regulación económica e impacto ambiental de la gran minería cuprífera en el desarrollo de Perú. *Economía Sociedad y Territorio*, *24*(74), 1-24. https://doi.org/10.22136/est20242032

Coayla, E., Romero Carrion, V. L., Bedón Soria, Y. T., Coayla, E., Romero Carrion, V. L., & Bedón Soria, Y. T. (2024). Regulación económica e impacto ambiental de la gran minería cuprífera en el desarrollo de Perú. *Economía, sociedad y territorio*, *24*(74). https://doi.org/10.22136/est20242032

COMEXPERU. (2022). *Conflictos sociales relacionados con la actividad minera generan un grave perjuicio a la economía nacional*. https://www.comexperu.org.pe/articulo/conflictos-sociales-relacionados-con-la-actividad-minera-generan-un-grave-perjuicio-a-la-economia-nacional

CONFAMA. (2020). *Resumen ejecutivo: Análisis de efectos del proyecto minero Quebradona* (p. 26). Caja de Compensación Familiar de Antioquia. https://serviciosenlinea.comfama.com/contenidos/servicios/proyecto-suroeste/Resumen-ejecutivo-Analisis-de-efecto-del-proyecto-minero-Quebradona.pdf

Congreso de Colombia. (2011, junio 16). *Ley 1450 de 2011*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101

Congreso de la República de Colombia. (2015, junio 9). *Ley 1753 de 2015—Gestor Normativo*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933

Congreso Visible. (2025). *Proyecto de Ley No. 344 de 2023 Cámara, «Por la cual se crea la Empresa Colombiana de Minerales – ECOMINERALES.»* Universidad de los Andes. https://congresovisible.uniandes.edu.co/proyectos-de-ley/ppor-la-cual-se-crea-la-empresa-colombiana-de-minerales--ecominerales-se-determina-su-objeto-su-naturaleza-su-estructura-organica-y-se-dictan-otras-disposiciones-crea-la-empresa-colombiana-de-miner

Contraloría General de la República. (2019). *Informe de Auditoría de Cumplimiento de las Sentencias T-622 de 2016 y T-445 de 2016 en relación con los aspectos ambientales de la actividad minera en el Río Atrato*. Contraloría General de la República. Expediente Ambiental seguimiento y control ambiental al proyecto minero El Roble. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2020/12/auditoria-rio-atrato-2019.pdf

Cuba, G. D. R., & Hermida, W. B. C. (2024). Exportación de cobre, diversificación económica y crecimiento económico: Una revisión: Copper exports, economic diversification and economic growth: A review. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *5*(5), 560-581. https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2628

DANE. (2026). *Ocupación informal. Trimestre móvil septiembre—Noviembre 2025*. [Boletín Técnico]. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. https://www.dane.gov.co/files/operaciones/GEIH/bol-GEIHEISS-sep-nov2025.pdf

De Echave, J. (2005). *Hacia una estimación de los efectos de la actividad minera en los índices de pobreza en el Perú*. Lima: CooperAcción. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/debatesensociologia/article/download/21185/20898/

Dunlap, A. (2023). Weaponizing people in environmental conflicts: Capturing 'hearts', 'minds', and manufacturing 'volunteers' for extractive development. *Current Sociology*, *71*(2), 275-298. https://doi.org/10.1177/00113921221086828

El Congreso de Colombia. (1991, marzo 4). *Ley 21 de 1991*. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37032

ERM. (2026). *Final Consultation Summary Report Consolidated Mining Standard Initiative*. Environmental Resources Management. https://miningstandardinitiative.org/wp-content/uploads/2026/03/CMSI-Final-Consultation-Report-2026-03-12.pdf

Espinoza, S. E., Quiroz, I. A., Magni, C. R., Yáñez, M. A., & Martínez, E. E. (2022). Long-Term Effects of Copper Mine Tailings on Surrounding Soils and Sclerophyllous Vegetation in Central Chile. *Water, Air, & Soil Pollution*, *233*(8), 288. https://doi.org/10.1007/s11270-022-05782-8

European Union. (2024). *Critical Minerals: The Latent Treasure of Latin America – OLADE*. https://capacity4dev.europa.eu/library/critical-minerals-latent-treasure-latin-america-olade_en

EY, & Peruvian Ministry of Foreign Affairs. (2025). *Peru's mining & metals investment guide 2025/2026*. https://www.gob.pe/institucion/rree/ colecciones/146-guias-de-negocios-e-inversionμ

Fernández, C., Dougnac, C., & Torres, V. (2026). Comienza la conferencia del Acuerdo de Escazú: América Latina y el Caribe deben fortalecer su democracia ambiental. *El País*. https://elpais.com/america-futura/2026-04-21/comienza-la-conferencia-del-acuerdo-de-escazu-america-latina-y-el-caribe-deben-fortalecer-su-democracia-ambiental.htmlhttps:/elpais.com/america-futura/2026-04-21/comienza-la-conferencia-del-acuerdo-de-escazu-america-latina-y-el-caribe-deben-fortalecer-su-democracia-ambiental.htmlhttps:/elpais.com/america-futura/2026-04-21/comienza-la-conferencia-del-acuerdo-de-escazu-america-latina-y-el-caribe-deben-fortalecer-su-democracia-ambiental.html

Franco, L. (2025). *La Minería de Cobre en la transición energética y la reindustrialización del país*. Congreso Cobre Colombia 2025, Medellín. https://cobrecolombia.com.co/wp-content/uploads/2025/07/8.-Lina-Franco-ANM.pdf

Gallego Castro, J. C. (2023, enero). Las críticas a la Secretaría de Minas de Antioquia en la vigilancia de cuatro proyectos mineros. *Agencia de Prensa - Instituto Popular de Capacitación*. https://www.ipc.org.co/agenciadeprensa/las-criticas-a-la-secretaria-de-minas-de-antioquia-en-la-vigilancia-de-cuatro-proyectos-mineros/?utm_source=chatgpt.com

García, D., Tapia, J., Aguilera, J., Vega, C., Zúñiga, P., Lavin, P., Rojas, L., & Valdés, J. (2024). Contamination of urban soils in a historical mining town of northern Chile. *Environmental Earth Sciences*, *83*(6), 182. https://doi.org/10.1007/s12665-024-11445-0

Ginocchio, R., Aponte, H., Neaman, A., De La Fuente, L. M., & Schoffer, J. T. (2024). Copper bioavailability and phytotoxicitwy in Chilean agricultural soils: Implications for sustainable fruit production. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, *51*(3). https://doi.org/10.7764/ijanr.v51i3.2627

Gissi, F., Reichelt-Brushett, A. J., Chariton, A. A., Stauber, J. L., Greenfield, P., Humphrey, C., Salmon, M., Stephenson, S. A., Cresswell, T., & Jolley, D. F. (2019). *The effect of dissolved nickel and copper on the adult coral Acropora muricata and its microbiome*.

Gobierno de Chile. (2025). Everything you need to know about the mining royalty in Chile. *News*. https://www.gob.cl/en/news/everything-you-need-to-know-about-the-mining-royalty-in-chile/

Gonzalez, A., Aitken, D., Heitzer, C., Lopez, C., & Gonzalez, M. (2019). *Reducing mine water use in arid areas through the use of a byproduct road dust suppressant*. *230*, 46-54.

González, A. B. P. (2022). Quem paga o preço? Controvérsias socioecológicas associadas à transição energética na América do Sul. *Sustainability in Debate*, *13*(3), 72-120. https://doi.org/10.18472/SustDeb.v13n3.2022.44799

González Moreno, V., Castro Acevedo, M., Melo, D. A., & Miranda, C. (2024). *Las deudas del cobre en el Carmen de Atrato. Un examen al proyecto minero El Roble* (Primera edición). Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial (SIEMBRA). https://www.centrosiembra.org/wp-content/uploads/2025/10/SIEMBRA-Cartilla-EL-ROBLE-Digital_Final2025_compressed.pdf

Goodboy, K. P., & Missimer, T. M. (2020). Evaluation of desalinated seawater vs. Filtered raw seawater for heap leach copper extraction on mountaintop mines in arid regions. *Desalination and Water Treatment*, *194*, 1-18.

Government of Canada. (2026). Critical Minerals Infrastructure Fund – Indigenous Grants. *Programs and funding for critial minerals projects*. https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/federal-support-for-critical-mineral-projects-and-value-chains/critical-minerals-infrastructure-fund1/crit-minerals-infrastructure-fund-indigenousgrantsprogram.html

Haikola, S., & Anshelm, J. (2018). The making of mining expectations: Mining romanticism and historical memory in a neoliberal political landscape. *Social & Cultural Geography*, *19*(5), 576-605. https://doi.org/10.1080/14649365.2017.1291987

Haufler, V. (2010). Disclosure as Governance: The Extractive Industries Transparency Initiative and Resource Management in the Developing World. *Global Environmental Politics*, *10*(3), 53-73. https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00014

Herrera, R., Berger, U., Von Ehrenstein, O. S., Díaz, I., Huber, S., Muñoz, D. M., & Radon, K. (2018). Estimating the causal impact of proximity to gold and copper mines on respiratory diseases in Chilean children: An application of targeted maximum likelihood estimation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85039786287&doi=10.3390%2fijerph15010039&partnerID=40&md5=ffb26db7175ef18c6904b6c7a5ce1731

Herrera, R., Radon, K., Von Ehrenstein, O. S., Cifuentes, S., Muñoz, D. M., & Berger, U. (2016). Proximity to mining industry and respiratory diseases in children in a community in Northern Chile: A cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84974696002&doi=10.1186%2fs12940-016-0149-5&partnerID=40&md5=b28a2e281b1b3bd4f44e02ee6d03981a

Hidayat, M. (2026). Billion-Dollar Copper Projects Transforming Australia's Mining Landscape. *Discovery Alert*. https://discoveryalert.com.au/copper-project-investment-dynamics-2026/

Holley, E. A., Rodriguez, O. F., Redwood, S. D., & Smith, N. M. (2025). Coexistence of Large-Scale Mining with Artisanal and Small-Scale Mining—A Guide for Geologists. En D. Wood AO & J. Hedenquist (Eds.), *Geology and Mining: Evolution of Best Practice* (p. 0). Society of Economic Geologists. https://doi.org/10.5382/COM.16.4

ICMM. (2012). *Community Development Toolkit*. International Council on Mining and Metals.

ICMM. (2026). Responsible Mining [Mining, Metals, and Minerals]. *International Council on Mining and Metals*. https://www.icmm.com/en-gb/mining-metals/responsible-mining

IEA. (2023, abril 7). *Latin America's opportunity in critical minerals for the clean energy transition – Analysis*. International Energy Agency. https://www.iea.org/commentaries/latin-americas-opportunity-in-critical-minerals-for-the-clean-energy-transition

IEA. (2024). *Global Methane Tracker 2024 – Analysis*. International Energy Agency. https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024

IEA. (2025). *Global Critical Minerals Outlook 2025 – Analysis*. International Energy Agency. https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025

Imasiku, K., & Thomas, V. M. (2020). The Mining and Technology Industries as Catalysts for Sustainable Energy Development. *Sustainability*, *12*(24), 10410. https://doi.org/10.3390/su122410410

International Copper Association. (2023). *Cobre—El camino hacia net zero*. Copper Alliance; Power of Zero. https://internationalcopper.org/wp-content/uploads/2023/04/ICA-GlobalDecarbonization-202303-Final-Spanish-SinglePgs.pdf

IRMA. (2025). *IRMA Standard for Responsible Exploration, Extraction, and Processing of Minerals. 2nd Draft for public consultation*. Initiative for Responsible Mining Assurance. https://responsiblemining.net/wp-content/uploads/2025/07/IRMAStandardV2.0_2nd-DRAFT-for-Public-Consultation_EN.pdf

Jamasmie, C. (2026). *Colombia mining reforms test copper ambitions*. https://www.mining.com/colombia-mining-reforms-test-copper-ambitions/

Kamoa Copper S.A. (2024). *Environment*. https://www.kamoacopper.com/en/environment-unpacked/

Kaniki, A. T., & Tumba, K. (2019). Management of mineral processing tailings and metallurgical slags of the Congolese copperbelt: Environmental stakes and perspectives. *Journal of Cleaner Production*, *210*, 1406-1413. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.131

Kavehei, A., Hose, G. C., Chariton, A. A., & Gore, D. B. (2021). Application of environmental DNA for assessment of contamination downstream of a legacy base metal mine. *Journal of Hazardous Materials*, *416*, 125794. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125794

Kayembe-Kitenge, T., Kasole Lubala, T., Musa Obadia, P., Katoto Chimusa, P., Katshiez Nawej, C., Banza Lubaba Nkulu, C., Devriendt, K., & Nemery, B. (2019). Holoprosencephaly: A case series from an area with high mining-related pollution. *Birth Defects Research*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070744590&doi=10.1002%2fbdr2.1583&partnerID=40&md5=5f39927f46614e022b46885fc4a9d3ac

La República. (2026). *Este es el impacto que tiene la minería en el desarrollo económico y social de Colombia*. https://www.larepublica.co/especiales/cobre-impacto-social-y-transicion-energetica/este-es-el-impacto-que-tiene-la-mineria-en-el-desarrollo-economico-y-social-de-colombia-4319708

Lahiri-Dutt, K. (2022). *Just Transition for All: A Feminist Approach for the Coal Sector*. https://documents1.worldbank.org/curated/en/099405206192237419/pdf/P1711940b3d5590820b3480a4662ace12ea.pdf

Launay Gama, C., Prieto del Castillo, A., & Casas Pérez, K. (2026). *Guía de recomendaciones a organizaciones sociales para salvaguardar el espacio cívico en el sector extractivo*. https://mesatransparenciaextractivas.org/wp-content/uploads/2026/01/Guia-de-recomendaciones-a-organizaciones-sociales-para-salvaguardar-el-espacio-civico-en-el-sector-extractivo.pdf

Leiva González, J., & Onederra, I. (2022). Environmental Management Strategies in the Copper Mining Industry in Chile to Address Water and Energy Challenges—Review. *Mining*, *2*(2), 197-232. https://doi.org/10.3390/mining2020012

Li, H., Wang, P., Werner, T. T., Chen, B., & Chen, W.-Q. (2025). Machine learning-enhanced monitoring of global copper mining areas. *Scientific Data*, *12*(1), 1120. https://doi.org/10.1038/s41597-025-05296-y

LKAB. (2021). The robotic dog Spot in the mine. *News*. https://lkab.com/en/news/spot-on-in-the-mine/

López-Berenguer, G., Pérez-García, J. M., García-Fernández, A. J., & Martínez-López, E. (2021). High Levels of Heavy Metals detected in Feathers of an Avian Scavenger Warn of a High Pollution Risk in the Atacama Desert (Chile). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, *81*(2), 227-235. https://doi.org/10.1007/s00244-021-00862-y

Lowell, J. D. (2014). *Intrepid Explorer: The Autobiography of the World's Best Mine Finder*. Tucson, The University of Arizona Press. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/512df32b-0653-4cc7-a5db-4cb49bc459af/content

Mackenzie, S., Everingham, J.-A., & Bourke, P. (2025). The Social Dimensions of Mineral Exploration. En D. Wood AO & J. Hedenquist (Eds.), *Geology and Mining: Evolution of Best Practice* (p. 0). Society of Economic Geologists. https://doi.org/10.5382/COM.16.3

Mangani, P., Khan, G. D., & Ahmad, N. (2025). Sustainable governance, conflict and environmental justice in critical mineral extraction in Latin America and Africa. *Peace and Sustainability*, *1*(3), 100017. https://doi.org/10.1016/j.nerpsj.2025.100017

Marambio-Alfaro, Y., Saavedra, J. V., Enciso, L. Ñ., Marras, A. L., Serrano, A. E., Peláez, R. M., Bruna, A. C., Ávalos, G. Á., & Maldonado, M. V. (2021). Microlophus atacamensis as a biomonitor of coastal contamination in the Atacama Desert, Chile: An evaluation through a non-lethal technique. *Environmental Pollution*, *269*, 115739. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115739

Marasinghe Wadige, C. P. M., Taylor, A. M., Krikowa, F., & Maher, W. A. (2016). Sediment Metal Concentration Survey Along the Mine-Affected Molonglo River, NSW, Australia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, *70*(3), 572-582. https://doi.org/10.1007/s00244-015-0259-z

McIntyre, N., Angarita, M., Fernandez, N., Camacho, L. A., Pearse, J., Huguet, C., Restrepo Baena, O. J., & Ossa-Moreno, J. (2019). *A Framework for Assessing the Impacts of Mining Development on Regional Water Resources in Colombia*. *10*(3), 268.

Medina Tripodi, E. E., Gamboa Rueda, J. A., Aguirre Céspedes, C., Delgado Vega, J., & Collao Gómez, C. (2019). Characterization and geostatistical modelling of contaminants and added value metals from an abandoned Cu–Au tailing dam in Taltal (Chile). *Journal of South American Earth Sciences*, *93*, 183-202. https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.05.001

Merlin, J., Laurent, B., & Gunzburger, Y. (2021). Promise engineering: Investment and its conflicting anticipations in the French mining revival. *Economy and Society*, *50*(4), 590-617. https://doi.org/10.1080/03085147.2021.1903772

Minenergía. (2025, octubre 1). *Gobierno radica ante el Congreso la nueva Ley Minera para la transición energética y la reindustrialización del país*. Ministerio de Minas y Energía. https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/gobierno-radica-ante-congreso-nueva-ley-minera-para-transicion-energetica-y-reindustrializacion-del-pais/

Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. (2026, junio 9). *Canon*. https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100959&lang=es-ES&view=article&id=454

Ministerio de Energía y Minas de Perú. (2025). Cartera de Proyectos de Inversión Minera 2025. *Informes y publicaciones*. https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/6722917-cartera-de-proyectos-de-inversion-minera-2025

Ministerio de Minas y Energía. (2025). *Hoja de Ruta de la Transición Energética Justa*. https://www.minenergia.gov.co/es/micrositios/transicion-energetica-justa/

Ministerio de Minas y Energía (2026) Derogar las resoluciones mediante las cuales se delimitaron los Distritos Mineros Especiales para la Diversificación Productiva. Servicio al Ciudadano.

Ministerio de Minería de Chile. (2026, junio 1). *Estrategia para el Desarrollo de Proveedores de la Minería Chilena. Diversificando la matriz productiva de Chile al 2050*. https://www.minmineria.gob.cl/estrategiaproveedores/

MME. (2025). Colombia y Aris Mining alcanzan acuerdo que evita condena internacional y establece compromisos de formalización minera. *Ministerio de Minas y Energía*. https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/colombia-y-aris-mining-alcanzan-acuerdo-que-evita-condena-internacional-y-establece-compromisos-de-formalizacion-minera/

Mohr, K. (2021). *Breaking the Dichotomies: Climate, Coal, and Gender. Paving the Way to a Just Transition. The Example of Colombia*. *14*(17). https://doi.org/10.3390/en14175457

Molla, N., Levin, S. A., & Weber, E. U. (2026). Institutional dynamics produce resource curse traps. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *123*(17), e2520474123. https://doi.org/10.1073/pnas.2520474123

Moulton, H. (2024). Indigenous women are the "guardians of Pachamama": Territorial sovereignty is indispensable for just climate change adaptations in Peru. *Global Environmental Change*, *89*, 102934. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102934

Moya, P. M., Arce, G. J., Leiva, C., Vega, A. S., Gutiérrez, S., Adaros, H., Muñoz, L., Pastén, P. A., & Cortés, S. (2019). *An integrated study of health, environmental and socioeconomic indicators in a mining-impacted community exposed to metal enrichment*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065398727&doi=10.1007%2fs10653-019-00308-4&partnerID=40&md5=a25c906dba8235613cd1445418e7f5cd

Mununga Katebe, F., Raulier, P., Colinet, G., Ngoy Shutcha, M., Mpundu Mubemba, M., & Jijakli, M. H. (2023). Assessment of Heavy Metal Pollution of Agricultural Soil, Irrigation Water, and Vegetables in and Nearby the Cupriferous City of Lubumbashi, (Democratic Republic of the Congo). *Agronomy*, *13*(2), 357. https://doi.org/10.3390/agronomy13020357

Musa Obadia, P., Pyana Kitenge, J., Carsi Kuhangana, T., Ilunga, G. K., Billen, J., Kayembe-Kitenge, T., Haufroid, V., Mukalay Wa Mukalay, A., Ris, L., Banza Lubaba Nkulu, C., Nemery, B., & Enzlin, P. (2023). *Erectile dysfunction in copper and cobalt miners: A cross-sectional study in the former Katanga province, Democratic Republic of the Congo*. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85188260638&doi=10.1093%2fsexmed%2fqfad052&partnerID=40&md5=d22d5420cb6738692652a1da13184bf3

Nascimento, S. C., Cooke, D. R., Townsend, A. T., Davidson, G., Parbhakar-Fox, A., Cracknell, M. J., & Miller, C. B. (2023). Long-Term Impact of Historical Mining on Water Quality at Mount Lyell, Western Tasmania, Australia. *Mine Water and the Environment*, *42*(3). https://doi.org/10.1007/s10230-023-00943-5

Neyra, R. (2025). Colonial Governance in the Mining Sector: Las Bambas' RSC and the Conflicts with the Communities. *Capitalism Nature Socialism*, *36*(1), 64-83. https://doi.org/10.1080/10455752.2024.2404601

Nungesser, S. L., & Pauliuk, S. (2022). Modelling Hazard for Tailings Dam Failures at Copper Mines in Global Supply Chains. *Resources*, *11*(10), 95. https://doi.org/10.3390/resources11100095

OCA. (2024). *Minería de cobre en Quebradona, Antioquia. Documento de análisis* (Observatorio de Conflictos Ambientales). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales – IDEA. https://conflictosambientales.unal.edu.co/oca/assets/doc/Analisis_CA_Quebradona_v26Oct.pdf

Odell, S. D. (2021). Hydrosocial displacements: Sources and impacts of collaboration as a response to water conflict near three Chilean mines. *Resources Policy*, *74*, 102305. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102305

Odell, S. D., & Bebbington, A. (2023). Mine ownership and community relations: Comparing hydrosocial dynamics of public and private companies in Chile. *Resources Policy*, *81*.

OECD. (2024). *Harnessing the green and digital transitions for gender equality: Policy insights from the 2024 OECD Forum on Gender Equality*. *61*. https://doi.org/10.1787/860d0901-en

OHCHR. (s. f.). *Proteger y ampliar el espacio cívico de la Sociedad Civil*. OHCHR. Recuperado 15 de mayo de 2026, de https://www.ohchr.org/es/civic-space

Olivares, Y., & Gaete, H. (2015). *Evaluación De La Fitotoxicidad Y La Genotoxicidad De Suelos Agrícolas De Zonas Con Actividades Mineras De Cobre De La Cuenca Del Río Aconcagua (Chile Central)*. *31*(3), 237-243.

Ortuño López, G. (2026). Los pendientes con el Acuerdo de Escazú en Colombia: Protección a defensores, impunidad y acceso a la información | Informe. *Mongabay*. https://es.mongabay.com/2026/04/acuerdo-escazu-colombia-implementacion-informe/

PanAfrican Resources. (2020). *Sustainable Development Report for the year ended 30 June 2020*.

Papyrakis, E., Rieger, M., & Gilberthorpe, E. (2018). Corruption and the Extractive Industries Transparency Initiative. En *Why Does Development Fail in Resource Rich Economies*. Routledge.

Paredes, D., & Fleming-Muñoz, D. (2021). Automation and robotics in mining: Jobs, income and inequality implications. *The Extractive Industries and Society*, *8*(1), 189-193. https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.01.004

Paredes, M. (2017). *Conflictos mineros en el Perú: Entre la protesta y la negociación*. (45), 5-32.

Peña, J., & Velásquez, F. (2018). *PARTICIPACIÓN DE LOS GOBIERNOS SUBNACIONALES EN LA GOBERNANZA DEL SECTOR MINERO EN COLOMBIA*. https://redextractivas.org/wp-content/uploads/2019/04/ Foro_Gobernanza_Ford-2019.pdf

Pitman, R. (2025). *CMSI Consultation Response*. https://miningstandardinitiative.org/wp-content/uploads/2026/03/20115_Robert-Pitman_NRGI_All.pdf

Pitman, R., Dammert, J. L., & Fitzgerald, S. (2024). *La iniciativa del Estándar Minero Consolidado debe ir más lejos*. https://resourcegovernance.org/es/articles/la-iniciativa-del-estandar-minero-consolidado-debe-ir-mas-lejos

Pizarro, I., Gómez-Gómez, M., Román, D., & Palacios, M. A. (2022). Bioaccessibility and arsenic speciation in carrots, beets and quinoa from a contaminated area of Chile. *Environmental Arsenic in a Changing World*.

Poveda Bonilla, R. (2021). *Estudio comparativo de la gobernanza de los conflictos asociados a la minería del cobre en Chile, el Ecuador y el Perú*. CEPAL. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/180). https://www.cepal.org/es/publicaciones/47569-estudio-comparativo-la-gobernanza-conflictos-asociados-la-mineria-cobre-chile

Poveda Forero, G. A., Carrasco Rincón, E., Herrera Ospina, F. A., Sánchez Delgado, S. F., & Cuadrado Castañeda, S. (2023). *Análisis social, ambiental y económico de los principales proyectos de minería de cobre en Colombia*. Unidad de Planeación Minero Energética.

Prestipino, D. (2024). BHP almost doubles Indigenous spend in 2023-24. *The Indigenous Business Review*. https://theibr.com.au/11-09-2024/13640/bhp-almost-doubles-indigenous-spend-in-2023-24

Public Citizen. (2024). *The Risks Posed by the Consolidated Mining Standard Initiative: A Civil Society Briefing for Automakers and other Downstream Purchasers"*. https://www.citizen.org/wp-content/uploads/The-Risks-Posed-by-the-Consolidated-Mining-Standard_CSO-Briefing-for-Automakers-and-other-Downstream-Purchasers-1.pdf

Rathinam, F., Cardoz, P., Siddiqui, Z., & Gaarder, M. (2019). *Transparency and Accountability in the Extractives Sector: A Synthesis of What Works and What Does Not* (SSRN Scholarly Paper No. 3387292). Social Science Research Network. https://papers.ssrn.com/abstract=3387292

Reisch, V. (2023). Civic space restrictions beyond open repression: Mining and environmental defenders in Northern Chile. *The Extractive Industries and Society*, *13*, 101101. https://doi.org/10.1016/j.exis.2022.101101

Rio Tinto. (2022). *Annual Report 2022*. https://www.riotinto.com/-/media/content/documents/invest/reports/annual-reports/2022/rt-annual-report-2022.pdf

Rodríguez, C., & Julca, D. (2021). *Gestión del cierre de minas en el Perú: Estudio técnico-legal sobre el alcance de la legislación peruana en el cierre de operaciones mineras*. CEPAL. https://www.cepal.org/es/publicaciones/46076-gestion-cierre-minas-peru-estudio-tecnico-legal-alcance-la-legislacion-peruana

Salinas García, S. M., Rosero Mosquera, J. D., Andueza Leal, F. D., Burbano Morillo, D. S., Fabara Salazar, D. K., Chamorro Armas, S. E., & Lozada Fiallos, D. D. (2023). Biolixiviación de metales pesados en residuos minero-metalúrgicos. *Siembra*, *10*(2), 5538.

Sexton E.K., Sergeant C. J., Moore J.W., Westwood A.R., Chambers D.M., McPhee M.V., Nagorski S.A., O'Neal S. L., Weitz J., Berchtoki A., Capito M., Frissel C.A., Hamblen J., Hauer F.R., Jones L.A., Knox G., Macnair R., Malison R.L., Marlatt V., ... Whited D.C. (2020). *Canada's mines pose transboundary risks*. *368*(6489), 376-377.

SGU. (2022). Remediation of mines [Mines and Environmental impact]. *Geological Survey of Sweden*. https://www.sgu.se/en/mineral-resources/mines-and-environmental-impact/remediation-of-mines/

SIEMBRA. (2024). *Las deudas del cobre en el Carmen de Atrato. Un examen al rpoyecto minero El Roble*. Centro Sociojurídico para la Defensa Territorial.

Spiridonov, P., Chirovov, M., & Statsenko, L. (2024). An integrated approach to sustainable mine wastewater treatment: Magnesium recovery with anion exchange membranes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *12*(6), 114442. https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.114442

Statista. (2025). *Mining sector contribution to the gross domestic product in Chile from 2011 to 2023, by mineral (in million U.S. dollars)* (Mining, Metals, Minerals) [Dataset]. https://www.statista.com/statistics/1618186/chile-mining-sector-contribution-gdp-by-mineral/

Stefoni, C., Stang, F., & Rojas, P. (2022). Extractive Economy and Mobilities. The Case of Large Copper Mining in the Antofagasta Region. En G. Herrera & C. Gómez (Eds.), *Migration in South America* (pp. 27-50). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11061-0_2

Sullani Ccahuana, R. (2021). *Análisis de la ejecución del fondo social las bambas (fosbam) y su repercusión en las condiciones de vida de la población de la zona de influencia de minera las bambas periodo 2009 -2016*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Tapia, J. S., Valdés, J., Orrego, R., Tchernitchin, A., Dorador, C., Bolados, A., & Harrod, C. (2018). Geologic and anthropogenic sources of contamination in settled dust of a historic mining port city in northern Chile: Health risk implications. *PeerJ*, *6*, e4699. https://doi.org/10.7717/peerj.4699

Ulloa, A. (2016). Feminismos territoriales en América Latina: Defensas de la vida frente a los extractivismos. *Nómadas (Col)*, (45), 123-139.

UNCTAD. (2025). *Focus on critical minerals: Copper in the new green and digital economy*. United Nations Conference on Trade and Development. https://unctad.org/system/files/official-document/ditcinf2025d2.pdf

UPME. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo Minero 2024–2035 Fase III*. https://acmineria.com.co/wp-content/uploads/2025/04/UPME-plan-nacional-desarrollo-minero.pdf

Urrutia, C., Yañez-Mansilla, E., & Jeison, D. (2019). Bioremoval of heavy metals from metal mine tailings water using microalgae biomass. *Algal Research*, *43*, 101659. https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101659

USGS. (2026). *U.S. Geological Survey*. Mineral Commodity Summaries 2026 — Copper. https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026-copper.pdf

Van Brusselen, D., Kayembe-Kitenge, T., Mbuyi-Musanzayi, S., Lubala Kasole, T., Kabamba Ngombe, L., Musa Obadia, P., Kyanika Wa Mukoma, D., Van Herck, K., Avonts, D., Devriendt, K., Smolders, E., Nkulu, C. B. L., & Nemery, B. (2020). Metal mining and birth defects: A case-control study in Lubumbashi, Democratic Republic of the Congo. *The Lancet Planetary Health*, *4*(4), e158-e167. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30059-0

Vargas Guevara, Ó. S., Corral Montoya, F. A., Cardoso Díaz, A., Ruiz Arrollave, J. O., Bonilla Camargo, Ó. G., Gómez Camargo, M. Á., López Orellano, L. M., Brito Bouriyu, L. I., Guzmán Angulo, N., Padilla Guzmán, N., Soto Sierra, M. E., Ortiz Bouriyu, Y. P., & Malz, N. (2022). *Impulsos desde abajo para las transiciones energéticas justas: Género, territorio y soberanía*. https://doi.org/10.21676/9789587464689

Vega-Araújo, J., Arond, E., Peña Niño, J., Patzy, F., & Másmela, D. (2024). Capacidades institucionales para una transición justa en regiones carboníferas: El caso de La Jagua de Ibirico, Colombia. *Stockholm Environment Institute*. https://doi.org/10.51414/sei2024.041

Vicente-Beckett, V. A., Taylor McCauley, G. J., & Duivenvoorden, L. J. (2016). Metal speciation in sediments and soils associated with acid-mine drainage in Mount Morgan (Queensland, Australia). *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, *51*(2), 121-134. https://doi.org/10.1080/10934529.2015.1087738

Wilches-Gutierrez, J., & Documet, P. (2018). What is known about sexual and reproductive health in Latin American and Caribbean mining contexts? A systematic scoping review. *Public Health Reviews*, *39*(1), 1. https://doi.org/10.1186/s40985-017-0078-z

Yamamoto, R., Dente, S., & Hashimoto, S. (2023). Scenarios for reducing copper smelting-related atmospheric mercury emissions through copper recycling and mercury removal technologies in major countries. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, *25*(5), 2612-2618. https://doi.org/10.1007/s10163-023-01656-1

Yanguas Parra, P., Arond, E., Strambo, C., & Vega-Araújo, J. (2021). *El ocaso del carbón y la necesidad de una transición justa en Colombia* [Reporte del SEI]. Stockholm Environment Institute. https://www.sei.org/publications/el-ocaso-del-carbon-y-la-necesidad-de-una-transicion-justa-en-colombia/

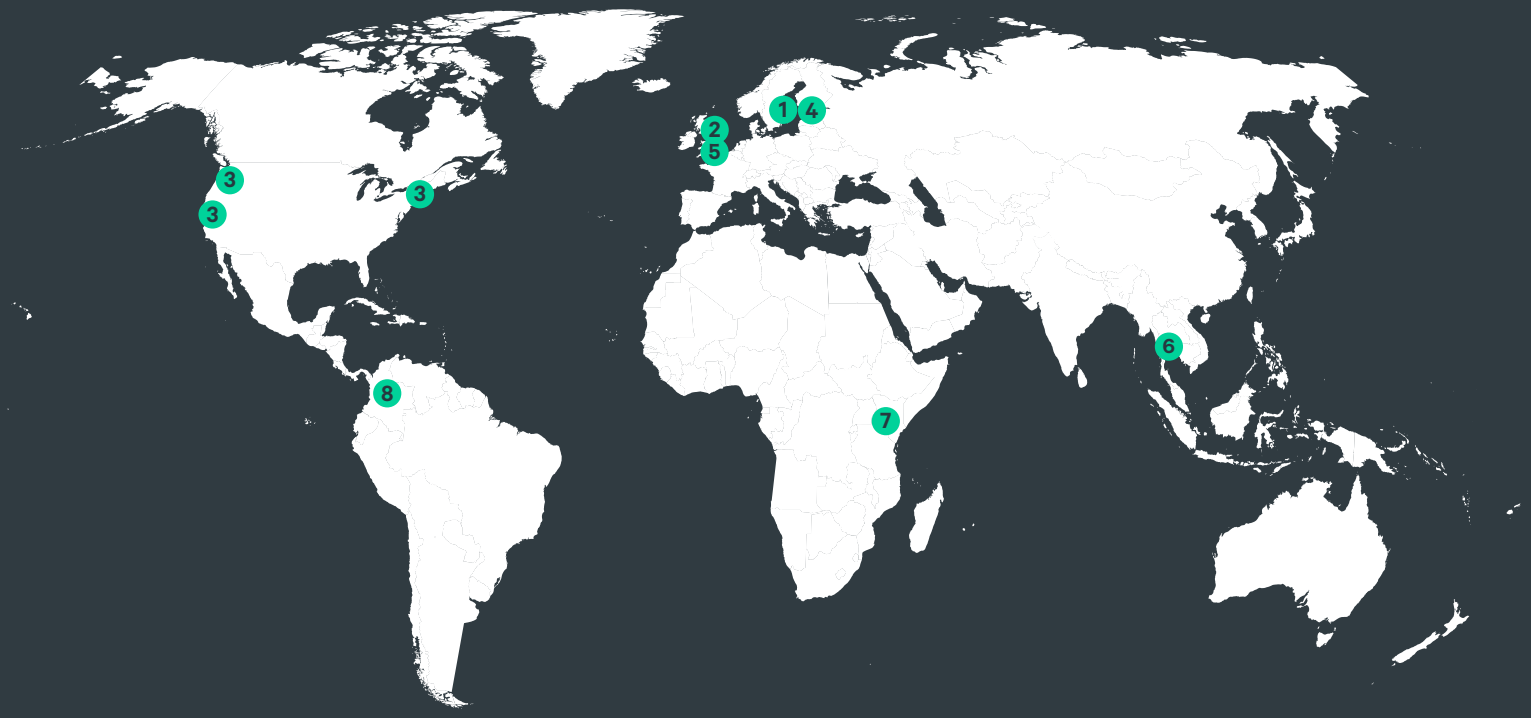
Zepeda, V. J., Nancucheo, I., Guillen, M., Becerra, E., Escuti, C., Cautivo, D., González, D., Colipai, C., Demergasso, C., & Galleguillos, P. A. (2017). Biological Production of Copper Sulfide Concentrate from Flotation Tailings and Low Grade Ore. *Solid State Phenomena*, *262*, 202-206. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/SSP.262.202

El Instituto de Ambiente de Estocolmo (SEI) es una organización internacional sin fines de lucro que aborda los desafíos relacionados con el clima, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Empoderamos a nuestros socios para enfrentar estos retos mediante investigación de vanguardia, generación de conocimiento, herramientas y fortalecimiento de capacidades. A través de nuestra sede principal y siete centros alrededor del mundo, trabajamos conactores de política pública, práctica y desarrollo para avanzar hacia un futuro sostenible y próspero para todas las personas.

Visit us at

1 SEI Headquarters 2 SEI York 3 SEI US 4 SEI Tallinn 5 SEI Oxford 6 SEI Asia 7 SEI Africa 8 SEI Latin America



SEI Stockholm Environment Institute

sei.org/contact