



Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Estudios y Políticas Públicas



Monitoreo de Planes de Reúso y Reciclaje en Minería

Agosto 2025

DEEP 11/2025

RPI N° 2025-A-8004

Tabla de Contenidos



Foto: Adobe Stock 2024

- 01 | Introducción
- 02 | Alcance del Análisis
- 03 | Metodología
- 04 | Revisión del Estudio Base: *"Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena"* (Cochilco, 2023)
- 05 | Revisión de Estándares Internacionales
- 06 | Revisión del Marco Normativo Nacional
- 07 | Análisis de Información Disponible
- 08 | Propuesta para el Monitoreo de Planes de Reúso y Reciclaje
- 09 | Comentarios Finales
- 10 | Anexos

Introducción



La gran minería del cobre es una industria de alta complejidad técnica, que requiere el uso intensivo de recursos materiales, energéticos y humanos para llevar a cabo sus procesos productivos. Esta actividad, clave para la economía chilena, opera a gran escala en condiciones extremas y con altos niveles de exigencia operacional. Como resultado, el sector consume una gran variedad de insumos, desde materiales auxiliares hasta equipos pesados, los cuales permiten ejecutar cada una de las etapas del proceso minero. A su vez, esta diversidad de insumos da origen a una amplia gama de residuos, tanto mineros como no mineros, que deben ser gestionados adecuadamente para minimizar sus impactos y promover su valorización cuando sea posible.

En agosto de 2023, Cochilco elaboró el estudio *"Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena"*, el cual constituyó un primer esfuerzo sistemático por identificar lineamientos conceptuales y técnicos para el desarrollo de indicadores en materia de economía circular. El presente estudio busca dar continuidad y mayor profundidad a ese trabajo, avanzando desde una revisión exploratoria hacia la construcción de un sistema de monitoreo operativo enfocado en el seguimiento de planes de reúso y reciclaje de residuos no mineros implementados por la gran minería del cobre. El énfasis está puesto en el diseño metodológico y la trazabilidad de datos, con el fin de generar insumos técnicos que permitan apoyar la toma de decisiones.

Asimismo, se espera que esta actualización contribuya directamente al cumplimiento de las metas del Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático para el sector minero, en línea con lo mandatado por la Ley Marco de Cambio Climático.

Objetivo

Elaborar una propuesta metodológica para el monitoreo de los planes de reúso y reciclaje de residuos no mineros implementados por las empresas de la gran minería del cobre, que sirva como insumo técnico para la toma de decisiones.

Objetivos Específicos

1. Realizar un levantamiento de criterios y formatos para la recopilación sistemática de datos sobre planes de reúso y reciclaje en empresas de la gran minería.
2. Generar indicadores que permitan medir los avances de las empresas mineras en materia de reúso y reciclaje.
3. Proponer un mecanismo que facilite el monitoreo continuo y comparativo de los planes de reúso y reciclaje implementados por la gran minería del cobre.



Foto: Cochilco.

Alcance del Análisis



El estudio se enfoca en las operaciones **de la gran minería del cobre** en Chile, excluyendo la mediana y pequeña minería, así como las etapas de fundición y refinación, y está orientado específicamente a los planes de reúso y reciclaje de residuos no mineros implementados, con el objetivo de proponer una metodología de monitoreo que aporte insumos técnicos para la toma de decisiones.

Desde una perspectiva centrada en los residuos, **se delimita al análisis de los residuos no mineros generados al interior de las faenas**, excluyendo aquellos clasificados como residuos mineros, como lo son los relaves, ripios, escorias y estériles. Aunque los relaves representan el principal residuo en términos de volumen, su gestión está sujeta a normativas específicas que garantizan su estabilidad física y química, y actualmente no existen tecnologías ampliamente disponibles para su reprocesamiento a escala industrial.

De acuerdo con la “Guía de Operación para el Manejo de Residuos Industriales y Domésticos” (Sernageomin, 2015), documento el cual cumple con lo señalado en el Artículo 603 y 631 letra (g) del Reglamento de Seguridad Minera, se reconocen dos categorías principales en la clasificación general de residuos no mineros:

Residuos no peligrosos, por su composición no presentan riesgo significativo para la salud o el medio ambiente. Estos se dividen en:

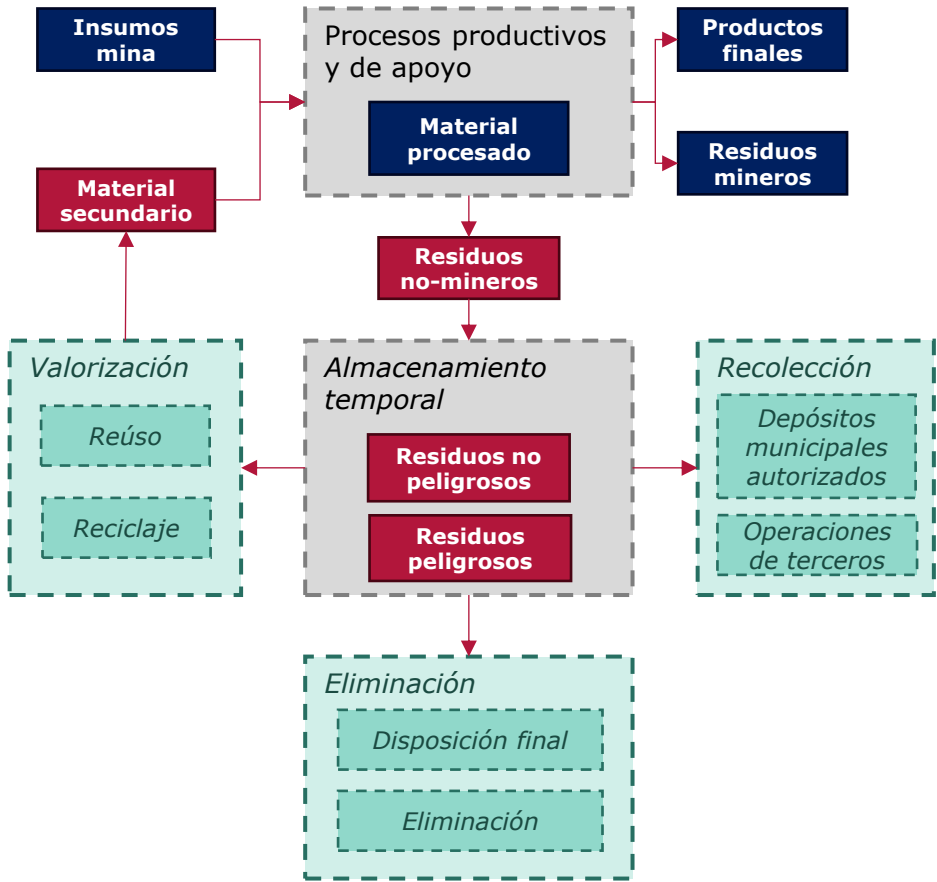
- Residuos industriales no peligrosos: generados por actividades operativas y de apoyo, tales como cartones, plásticos, maderas, neumáticos, chatarra metálica, escombros, tambores no contaminados, entre otros.
- Residuos domésticos: provenientes de oficinas, comedores y campamentos, como restos de alimentos, envases, papel y botellas plásticas.

Residuos peligrosos, caracterizados por propiedades como toxicidad, inflamabilidad, corrosividad o reactividad. Incluyen aceites y lubricantes usados, baterías con electrolito, filtros contaminados, contenedores con residuos peligrosos, pilas, fluorescentes, entre otros.

La gestión adecuada de estos residuos debe contemplar su recolección segregada, almacenamiento temporal en zonas designadas, transporte seguro y disposición final conforme a las regulaciones.

Finalmente, el estudio se desarrolla considerando el marco normativo nacional vigente, incluyendo la Ley Marco de Cambio Climático, el Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático para el sector minero, la Ley REP y otras disposiciones legales asociadas a la gestión de residuos, sostenibilidad y economía circular.

Diagrama 1:
Ciclo Representativo de Residuos No-Mineros en la Gran Minería del Cobre



Nota: En el “Anexo A: Glosario” se encuentran las definiciones de los conceptos mencionados en el Diagrama 1 “Ciclo Representativo de Residuos No-Mineros en la Gran Minería del Cobre”

Metodología



La metodología del estudio se basa en un análisis progresivo que parte de la revisión de antecedentes previos sobre economía circular en minería, identificando brechas técnicas y operativas. A esto se suma la incorporación de referentes internacionales y marcos normativos nacionales, junto con un levantamiento de información pública y reportes del sector, con el fin de construir un conjunto de indicadores aplicables y escalables en el tiempo, ajustados a la realidad de la gran minería del cobre.

Pasos metodológicos para proponer sistema de monitoreo.

01 Análisis del estudio base: "Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena" (Cochilco, 2023)

- Revisión crítica del informe previo sobre economía circular en minería.
- Identificación de brechas en cobertura, profundidad técnica y operatividad de los indicadores propuestos.

02 Revisión de estándares internacionales

- Evaluación de marcos metodológicos relevantes: ISO, ICMM, GRI y SASB, entre otros
- Análisis de aplicabilidad considerando diferencias institucionales, normativas y disponibilidad de datos.

03 Revisión del marco normativo nacional

- Incorporación de avances recientes: Plan Sectorial de Cambio Climático, PNM 2050, Ley Marco de Cambio Climático, Ley REP.

04 Análisis de información disponible

- Levantamiento de fuentes nacionales útiles para construir indicadores: RETC, SINADER, reportes ESG, etc.
- Evaluación de calidad, frecuencia, nivel de trazabilidad y cobertura de la información.

05 Propuesta de indicadores priorizados

- Selección de flujos de residuos prioritarios (ej. neumáticos, aceites, bolas de molienda, etc.).
- Definición de indicadores con unidad, fuente, y nivel de cobertura estimada.
- Evaluación del grado de obligatoriedad normativa actual.

06 Propuesta de implementación

- Validar los indicadores propuestos con el Ministerio de Minería y el Ministerio del Medio Ambiente, asegurando que sean pertinentes, viables y alineados con las fuentes oficiales de información.
- Construir set inicial de indicadores aplicables (Piloto)



Foto: Cochilco.

Revisión del Estudio Base

“Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena” (Cochilco, 2023)

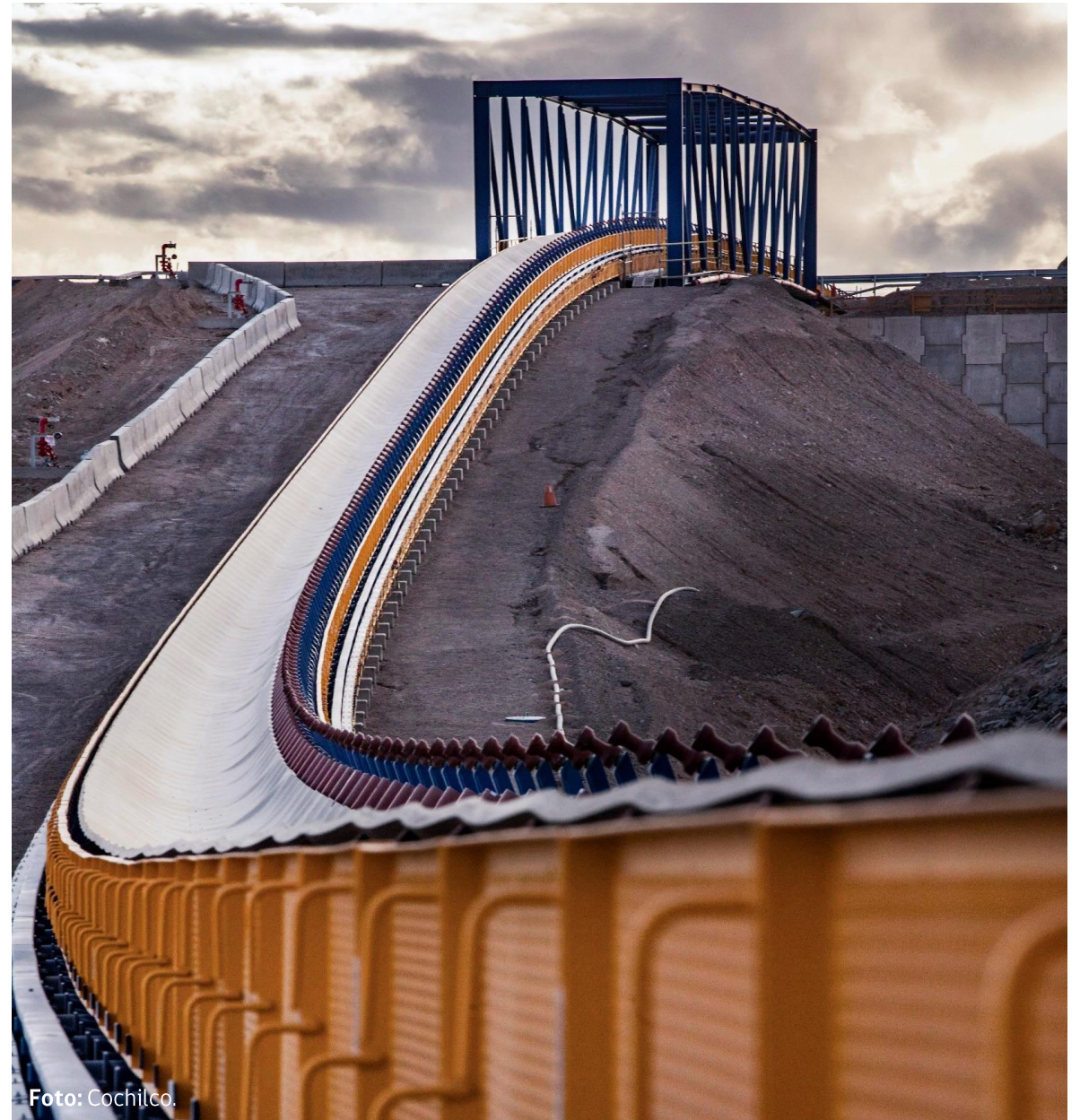


Foto: Cochilco.

Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena



Revisión del estudio base

El presente estudio utiliza como antecedente el informe "*Indicadores de Economía Circular en la Minería Chilena*", elaborado por Cochilco en 2023, el cuál tenía como objetivo formular un conjunto de indicadores orientados a medir la circularidad de distintos procesos de la minería local. Dichos indicadores ofrecen una base para la elaboración de una propuesta de monitoreo de los planes de reúso y reciclaje de residuos no mineros.

El estudio base entrega un marco conceptual sobre Economía Circular (EC) aplicado al sector minero. Se señala que la EC busca desacoplar el crecimiento económico del uso de recursos naturales, mediante estrategias como la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales. En minería, esto implica transformar procesos y modelos de negocio para minimizar residuos, maximizar el valor de los recursos extraídos y reducir los impactos ambientales. Asimismo, se destaca que existen distintos niveles de aplicación de la EC: desde el diseño de productos y procesos, hasta cambios sistémicos que involucran cadenas de valor completas.

En Chile, el sector minero se está sumando a la implementación de iniciativas de EC, como lo son la **Hoja de Ruta**, la **Política Nacional de Minería 2050**, la **Ley REP** y acciones concretas de algunas empresas del sector.

En 2021 se lanzó la "Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040", un instrumento estratégico que busca orientar la transición del país hacia un modelo EC. Esta hoja de ruta establece metas intermedias al 2030 y de largo plazo al 2040, las cuales están asociadas a 7 indicadores clave, entre ellos: generación de empleos verdes, generación de residuos por habitante y por PIB, productividad material, tasa de reciclaje y recuperación de sitios afectados por disposición ilegal de residuos. A su vez, las metas que se plantean están vinculadas a 28 iniciativas concretas, compuestas por diversas acciones, y se agrupan en torno a 4 grandes ejes de acción: innovación circular, cultura circular, regulación circular y territorios circulares.

En el año 2023 fue publicada la "Política Nacional Minera 2050", cuyos lineamientos abordan la temática de la EC, estableciendo que se trata de un desafío del ámbito ambiental y cuyo alcance es la potencial valorización y uso, en las mismas operaciones u otras industrias, de los residuos y desechos de los procesos mineros. Esta política cuenta con 78 metas, las cuales abordan los ejes: Económico, Social, Ambiental e Institucional.

En el informe, se presentan los resultados de una revisión de los Reportes de Sustentabilidad de 8 empresas mineras que llevan a cabo iniciativas circulares en Chile. Estas iniciativas son agrupadas en 7 temas: reciclaje, recirculación y reutilización, uso de fuentes de energía renovables, avances en gestión de relaves, reducción de emisiones GEI y huella de carbono, reducción del consumo de recursos y generación de desechos, trabajo con proveedores y otros avances hacia una Economía Circular.

Para efectos del presente estudio, se destacan las siguientes iniciativas:

Reciclaje, recirculación y reutilización

- Retiro y reciclaje de camiones y equipos mineros en desuso.
- Implementación de programas para ordenar los sectores y reciclar chatarra, bolsas de molinos y aceite.
- Reciclaje y valorización de neumáticos.
- Avances en la gestión de residuos peligrosos y no peligrosos: se registran altos niveles de reciclaje.
- Tratamiento y reutilización de escorias.
- Implementación de la Ley REP (neumáticos).
- Proyectos de conversión de residuos en nuevos recursos, como la transformación de madera, neumáticos y cañerías.

Reducción del consumo de recursos y generación de desechos

- Minimización y reciclaje de desechos no minerales.

Propuesta de Indicadores y Brechas Detectadas



Revisión del estudio base

El informe plantea que la Economía Circular es una estrategia alineada con los principios de sustentabilidad, especialmente en su dimensión ambiental, al promover el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos. No obstante, también aporta beneficios económicos y sociales, como la generación de empleo en sectores circulares y la disminución de la dependencia de recursos finitos. En este contexto, se reconoce que muchos indicadores de sustentabilidad actualmente utilizados en minería también son aplicables al enfoque circular.

La propuesta de indicadores considera tres niveles de análisis: **macro** (país o región), **meso** (sector productivo) y **micro** (empresa o proceso). El enfoque del estudio base se sitúa a nivel micro, con énfasis en la administración de procesos dentro de la cadena minera, desde la exploración hasta la fundición y refinación.

Los indicadores de desempeño (Tabla 1) y de transición (Tabla 2) propuestos tienen como objetivo medir la adopción de prácticas circulares en el sector. Destacan indicadores como la **Tasa de recirculación de residuos**, la **Tasa de uso de material reciclado/reusado**, el **Índice de Longevidad Circular** y los **Contratos de "servitización"**, los cuales aportan un marco útil para abordar el reuso y reciclaje de residuos no mineros. No obstante, se requiere ajustar su alcance para reflejar mejor las condiciones operativas y los objetivos específicos del monitoreo en faena.

Aunque estos indicadores ofrecen un punto de partida valioso para evaluar el avance hacia una economía circular, aún presentan limitaciones que restringen su aplicabilidad en el contexto actual.

Brechas Detectadas en la Propuesta del Estudio Base

- Falta de validación operativa:** Los indicadores no han sido probados en contextos reales de operación minera, lo que impide evaluar su aplicabilidad práctica y solidez metodológica.
- Ausencia de participación sectorial:** Su diseño no incorporó procesos participativos ni el involucramiento de actores clave del sector, como empresas, gremios u organismos técnicos, lo que limita su legitimidad y viabilidad de implementación.
- Carencia de evidencia empírica:** El informe no presenta datos que respalden la factibilidad de medición de los indicadores, lo que refuerza la necesidad de avanzar en etapas de pilotaje y ajuste en terreno.

Tabla 1:
Indicadores de Desempeño Propuestos en Estudio Base

Nº	Nombre Indicadores	Unidad
1	Tasa de recirculación de residuos (industriales, orgánicos y domiciliarios)	%
2	Tasa de uso de material reciclado/reusado	%
3	Recirculación, reciclaje y reutilización de agua operacional	m³/seg
4	Emisiones Alcance 1, 2 y 3	t CO2e
5	Energía renovable consumida	%
6	Empleos verdes	%
7	Inversión en capacitación (temas relacionados con EC)	US\$
8	Índice de Longevidad Circular	%
9	Contratos de "servitización"	US\$ o Cantidad
10	Reciclaje de Desechos Mineros Intersectorial	%

Tabla 2:
Indicadores de Transición Propuestos en Estudio Base

Nº	Nombre Indicadores	Alcance
1	Definición de aspectos regulatorios de EC	Macro
2	Estrategia para implementar la EC	Micro
3	Educación & Conciencia de la EC en el sector minero	Macro, meso y micro
4	Fomento de la Economía Circular	Meso y micro
5	Diseño Circular incorporado en las ingenierías de nuevos proyectos	Micro

Revisión de Estándares Internacionales



Estándares Internacionales



Su evolución hacia la Economía Circular

Los estándares de sostenibilidad surgieron como marcos voluntarios orientados a fortalecer la transparencia y la rendición de cuentas de las empresas. Iniciativas pioneras, como el Global Reporting Initiative (GRI), introdujeron el concepto de doble materialidad, el cual busca medir tanto el impacto de la empresa en la sociedad como el de los factores externos sobre la organización.

Con el tiempo, este enfoque se amplió y diversificó. Una de las principales transiciones ha sido hacia una visión centrada en la materialidad financiera, en la que los reportes de sostenibilidad priorizan la información relevante para la toma de decisiones de los inversionistas. Esta evolución respondió a la necesidad de contar con un estándar global que facilitara la comparabilidad entre compañías. En ese contexto, se creó el International Sustainability Standards Board (ISSB), bajo el alero de la Fundación de Estándares Internacionales de Reportes Financieros (IFRS), con el objetivo de integrar y consolidar marcos líderes como los del TCFD y el SASB.

Paralelamente, ha emergido un nuevo enfoque que posiciona a la economía circular como un marco conceptual central para avanzar en sostenibilidad. En este paradigma, los indicadores de sostenibilidad no se limitan únicamente a cuantificar los residuos generados, sino que buscan también evaluar la eficiencia en la gestión de recursos. Esto implica medir, por ejemplo, la capacidad de las empresas para reducir el uso de insumos vírgenes, reutilizar materiales, reciclar subproductos o extender la vida útil de los activos. Así, los indicadores de reciclaje, reutilización y uso de materiales secundarios adquieren un rol clave para evaluar la implementación de este enfoque circular, al evidenciar la capacidad de las empresas para generar valor, mitigar riesgos y fortalecer su resiliencia en un contexto de creciente escasez de recursos.

En sus inicios, normas como la ISO 14001 se enfocaban en una gestión ambiental más tradicional, centrada en el cumplimiento normativo y la mejora continua. Posteriormente, estándares como la ISO 14044 (Análisis de Ciclo de Vida) y la ISO 14051 (Contabilidad de flujos de materiales) incorporaron herramientas orientadas a comprender de manera más integral el uso y los impactos de los recursos a lo largo de todo el ciclo productivo.

Más recientemente, la familia de normas ISO 59000, y en particular la ISO 59020, ha introducido indicadores específicos para medir la circularidad, tales como las tasas de reutilización, reciclaje y uso de materiales secundarios. A estos avances se suman a las iniciativas como The Copper Mark, SASB y las Normas GRI, que refuerzan la trazabilidad y transparencia en la gestión de residuos y recursos dentro de sectores productivos como la minería.

Tabla 3:
Estándares o Iniciativas con Indicadores en Reúso y Reciclaje

Estándar/Iniciativa	Descripción	Tipo
 International Organization for Standardization	Normas internacionales que establecen criterios técnicos, de gestión y buenas prácticas en diversas áreas.	ONG
 Global Reporting Initiative	Marco de informes de sostenibilidad que permite a las organizaciones comunicar sus impactos ESG.	ONG
 Sustainability Accounting Standards Board	Estándares de divulgación financiera de sostenibilidad específicos para cada industria.	IFRS
 The Copper Mark	Sistema de aseguramiento específico para la industria del cobre, que evalúa la producción responsable.	Iniciativa de múltiples partes interesadas
 International Council on Mining and Metals	Principios de sostenibilidad para la industria minera y de metales.	Industria minera
 Objetivos de Desarrollo Sostenible	Conjunto de 17 objetivos globales establecidos por la ONU para abordar los desafíos de sostenibilidad.	ONU

Implementación de Estándares e Iniciativas en la Industria Minera

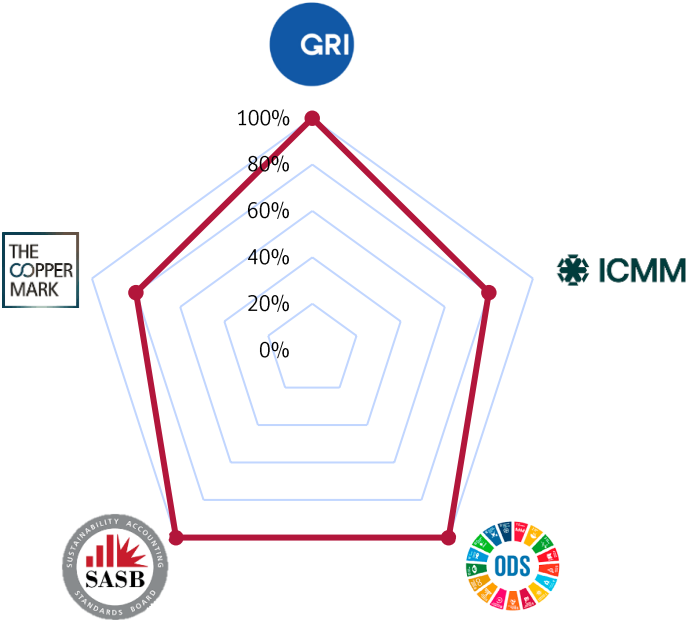
Durante la última década, la minería chilena ha mostrado avances significativos en la adopción de estándares internacionales, particularmente en materias de sostenibilidad, gestión ambiental y economía circular. Diversas compañías de la gran minería han incorporado marcos de reporte y certificación como GRI, SASB, ICMM y The Copper Mark, lo que refleja un compromiso creciente con prácticas más responsables, trazables y transparentes.

El informe “Levantamiento de Iniciativas ESG en la Minería” (Cochilco, 2024) da cuenta de esta tendencia y considera a las siguientes compañías que operan en Chile, entre ellas: Antofagasta Minerals, Anglo American, BHP, Lundin Mining, KGHM, Glencore, Freeport McMoRan, Codelco, Collahuasi y Teck. Estas que ya reportan bajo uno o más de estos marcos. El porcentaje de implementación de cada estándar puede observarse en el Gráfico 1. Además, se observa una creciente incorporación de indicadores específicos asociados al reciclaje, la reutilización, la eficiencia en el uso de recursos y la valorización de residuos. Esta adopción temprana de prácticas circulares representa una base sólida para avanzar hacia una integración más profunda de indicadores de economía circular en los sistemas de gestión, planificación estratégica y reportes del sector.

Esta convergencia normativa ha contribuido a establecer lineamientos comunes para la gestión de insumos, materiales y residuos, facilitando la implementación de sistemas de monitoreo y verificación comparables a nivel internacional. Esto no solo fortalece la transparencia del sector, sino que también mejora su capacidad de rendir cuentas frente a los distintos grupos de interés.

En paralelo, algunas empresas han comenzado a explorar la adopción de normas ISO específicas, como la familia ISO 59000, orientada a apoyar la medición estandarizada de elementos clave en economía circular, como las tasas de reutilización, reciclaje y uso de materiales secundarios. No obstante, estas iniciativas aún se encuentran en etapas iniciales, y actualmente no existe un levantamiento sistemático que permita determinar cuántas empresas del sector las están aplicando formalmente.

Gráfico 1:
Porcentaje de Implementación de Estándares e Iniciativas según Informe “Levantamiento de Iniciativas ESG en la Minería”



Si bien la adopción voluntaria de estándares constituye un avance relevante, también se requiere de un mecanismo institucional que centralice, consolide y analice esta información. La existencia de una entidad que integre estos datos permitiría mejorar la trazabilidad sectorial, facilitar comparaciones entre empresas y sectores, y ofrecer una lectura más integral de los esfuerzos en sostenibilidad que actualmente se desarrollan en la industria minera chilena.

Revisión del Marco Normativo Nacional



Foto: Cochilco.

Revisión del Marco Normativo Nacional



Tabla 4:
Normativa y Estrategias Nacionales Relevantes para el Reúso y Reciclaje en Sector Minero

Instrumento / Estándar	Enfoque Principal	Aplicación al Reúso/Reciclaje	Grado de Obligación
Política Nacional Minera 2050	(Meta 56)	Propone generación de indicadores de economía circular en minería	No vinculante / Estratégico
Ley REP (N°20.920)	Responsabilidad Extendida del Productor	Aplica a neumáticos fuera de uso, baterías, envases; impulsa reciclaje en minería	Vinculante
Hoja de Ruta Chile Circular 2040	Estrategia nacional de economía circular	Establece visión, metas y acciones para sector productivo; fomenta valorización de residuos	No vinculante / Referencial
Plan Sectorial de Cambio Climático – Ministerio de Minería ^(*)	Adaptación y mitigación sectorial	Promueve uso eficiente de recursos, reducción de impactos y circularidad	Vinculante (por Ley Marco)
Norma de Carácter General (NCG) N°461 –CMF	Divulgación de aspectos de sostenibilidad y gobierno corporativo en sus memorias anuales	Esta norma busca integrar información ESG en la memoria anual, alineándose con estándares internacionales como TCFD, GRI y SASB	Vinculante para entidades fiscalizadas

^(*)En el Anexo F aparece el detalle de Acción 1 de la Medida de Adaptación 6 del PSSC a la cuál responde la realización de este estudio.

Existen diversos instrumentos normativos, estratégicos y técnicos, tanto a nivel nacional como internacional, que pueden facilitar el desarrollo e implementación de indicadores orientados a establecer una línea base y monitorear los niveles de reúso y reciclaje en la minería chilena. Para que estos indicadores sean útiles, aplicables y sostenibles en el tiempo, es fundamental que su formulación considere el marco normativo vigente, la institucionalidad sectorial y las buenas prácticas ya adoptadas en el país.

En este contexto, resulta especialmente relevante incorporar el grado de obligatoriedad de cada uno de estos instrumentos, ya que ello permite priorizar su integración y definir estrategias realistas y coherentes para su implementación progresiva en las operaciones mineras.

En particular, el Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector minero adquiere un rol central, dado que constituye el eje rector para dar cumplimiento a los mandatos establecidos en la **Ley Marco de Cambio Climático**, sirviendo como marco orientador para la acción climática sectorial.

La Tabla 4 resume los principales instrumentos normativos y estratégicos que inciden en la economía circular aplicada a la minería del cobre en Chile, destacando su enfoque principal, su aplicación específica al reúso y reciclaje de materiales, así como su grado de obligatoriedad, lo que permite visualizar de forma comparada cuáles marcos ofrecen lineamientos generales y cuáles establecen obligaciones concretas para las operaciones.

Análisis de Información Disponible



Marco de Información: Monitoreo de Reúso y Reciclaje en Minería

Para avanzar hacia un sistema de monitoreo robusto en materia de economía circular en la minería, es fundamental identificar las principales fuentes de información actualmente disponibles en el país que puedan sustentar la construcción de indicadores de reúso y reciclaje. Estas fuentes deben permitir evaluar el desempeño operativo de las faenas en el uso eficiente de insumos y la gestión de residuos, considerando tanto los marcos normativos obligatorios como las buenas prácticas adoptadas por el sector.

En este sentido, se proponen tres pilares informativos principales que configuran el marco de datos disponibles:

- Pilar 1**

Normativa ambiental nacional (RETC, SINADER, Ley REP):
Entrega información estructurada y obligatoria sobre generación y destino de residuos, con trazabilidad normativa para ciertos flujos relevantes como neumáticos y aceites
- Pilar 2**

Reportes de sustentabilidad exigidos por la CMF (NCG 461):
Obligatorios para empresas supervisadas, incluyen indicadores ambientales relacionados con reúso y reciclaje bajo estándares como SASB o ISSB.
- Pilar 3**

Reportabilidad voluntaria bajo estándares internacionales (GRI, ICMM, ISO 59020, IRMA, Copper Mark):
Adoptados crecientemente por empresas mineras en Chile, aportan datos cualitativos y cuantitativos sobre circularidad, aunque con menor estandarización.

Este marco tripartito permite identificar oportunidades concretas para fortalecer la trazabilidad y comparabilidad de los planes de economía circular en el sector minero, así como visualizar las principales brechas y desafíos de cobertura que deberán abordarse en el diseño de un sistema de monitoreo progresivo.



Datos Disponibles: Ley REP y Normativa Ambiental (Pilar 1)



Generalidades

Chile ha desarrollado un marco normativo que busca transitar hacia una economía más sustentable, en línea con los compromisos del Acuerdo de París. La Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), junto con otras regulaciones ambientales, impulsa la reducción en la generación de residuos y promueve su reutilización, reciclaje y valorización.

La implementación de estas normas ha dado origen al Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), que opera como plataforma central y Ventanilla Única para múltiples sistemas de reporte ambiental. Entre ellos destacan el Sistema REP, el Sistema de Declaración Jurada Anual RETC, y el SINADER, cada uno aportando datos clave sobre residuos industriales y peligrosos.

Esta arquitectura institucional permite acceder a información pública que, constituye una base concreta para diseñar un sistema de monitoreo progresivo en materia de reúso y reciclaje, aplicable también al sector minero.



Elementos Clave

Chile cuenta con instrumentos normativos y plataformas de reporte que permiten acceder a datos útiles para la construcción de indicadores sobre reúso y reciclaje. A continuación, se destacan aquellos con mayor potencial de aplicación al sector minero:

- **Ley N°20.920 y DS N°8/2019 (REP - Neumáticos):** Establecen metas obligatorias de recolección y valorización de neumáticos fuera de uso (NFU) para grandes generadores, como la minería. Los sistemas de gestión reportan cumplimiento y flujos valorizados.
- **Decreto Supremo N°1/2013 (RETC):** Obliga a declarar anualmente los residuos generados, valorizados y transferidos por cada establecimiento. La información es pública, estandarizada y permite trazar destinos.
- **Sistema RETC (SINADER):** Requiere declaración mensual de residuos no peligrosos, incluyendo tipo, cantidad y ubicación del destinatario. Facilita la clasificación de residuos reciclables y su trazabilidad.
- **Sistema RETC (SICERA):** Recoge reportes de productores y gestores sobre productos prioritarios. Entrega datos de cumplimiento de metas de valorización, por tipo de producto y sector.



Ejemplos de Indicadores

Los siguientes son indicadores ilustrativos que podrían desarrollarse a partir de los sistemas y fuentes de información actualmente disponibles. Se enfocan en residuos no mineros —es decir, aquellos relacionados con insumos y materiales utilizados en el proceso productivo, como neumáticos, plásticos, metales, maderas y aceites—, excluyendo relaves, ripios y estériles.

Indicadores posibles:

- **Cantidad de neumáticos fuera de uso (NFU) categoría B generados por la minería vs. cantidad tratados** (año base vs. año reciente) Fuente: Ley REP - DS N°8/2019 - Plataforma SICERA
- **Volumen de residuos no peligrosos valorizados por tipo (plásticos, madera, metales)** Fuente: SINADER - Declaración mensual por tipo de residuo y destino
- **Relación entre residuos industriales generados y producción de cobre** (kg residuos/ton Cu fino) Fuente: RETC + Estadísticas sectoriales de producción
- **Porcentaje de residuos con destino valorizable reportado respecto del total declarado** Fuente: SINADER - Registro de destinatarios y operación final

Datos Disponibles: Reporte Sustentabilidad CMF (Pilar 2)



Generalidades

- La CMF considera el cambio climático como una fuente de **riesgo financiero** y una amenaza para la estabilidad del mercado integrándolo en su mandato legal desde 2020.
- En 2021 la CMF establece la NCG 461, que exige a entidades supervisadas reportar información ESG a través de las "Memorias Integradas". El reporte descansa sobre el concepto de "materialidad financiera", es decir, información que pueda afectar las decisiones de los inversionistas.
- La normativa busca la homologación con estándares internacionales (TCFD, GRI y SASB), y en 2024 se actualiza para incorporar NIIF S1 y S2 a partir del 2027.



Elementos Clave

Implementación y Objetivos de la NCG 461:

- El objetivo es elevar las exigencias de divulgación para responder a las necesidades de información del mercado.
- Se reestructura la Memoria Anual para integrar completamente temáticas Ambientales, Sociales y de Gobernanza (ASG o ESG).
- Se busca la comparabilidad, estandarización y accesibilidad de la información para mejorar las decisiones de inversión.

Cronograma de Adopción:

- **2021:** Emisión de la NCG 461.
- **2022-2024:** Implementación gradual por tipo de entidad.
- **2027 (ejercicio 2026):** Adopción de los estándares ISSB (NIIF S1 y NIIF S2).



Ejemplos de Indicadores

Indicadores SASB:

- **EM-MM-150a.4:** Peso total de los residuos no minerales generados. Tonelada métrica [t].
- **EM-MM-150a.7:** Peso total de los residuos peligrosos generados. Tonelada métrica [t]
- **EM-MM-150a.8:** Peso total de los residuos peligrosos reciclados. Tonelada métrica [t]

NIIF S1:

- Norma Internacional de Información Financiera sobre Sostenibilidad S1, publicada por el International Sustainability Standards Board (ISSB) en 2023. En esta se establecen los requisitos generales para la divulgación de información financiera relacionada con sostenibilidad, aplicable a todas las industrias.
- La NIIF S1 no impone indicadores temáticos específicos como tasas de reciclaje o reúso, pero sí establece que si estos aspectos son materiales para la situación financiera o el modelo de negocio, deben ser informados.

Datos Disponibles: Estándares en Minería (Pilar 3)



Generalidades

- **Marcos de reporte y gestión:** Los estándares son herramientas para medir, gestionar y divulgar el desempeño de sostenibilidad. Proporcionan un lenguaje común y estandarizan la información.
- **Enfoque de materialidad:** Han evolucionado para centrarse en los temas más relevantes para el negocio y sus inversionistas ("materialidad financiera") o en el impacto más amplio en la sociedad ("doble materialidad").
- **Transición a la economía circular:** Las normativas más recientes han integrado el concepto de economía circular, impulsando indicadores que van más allá de la simple gestión de residuos.

Elementos Clave

- **Enfoque en el ciclo de vida:** Exigen que las empresas consideren el impacto ambiental desde la extracción hasta la disposición final, promoviendo la reducción, el reúso y el reciclaje.
- **Gestión de recursos:** Los estándares resaltan la importancia de la gestión eficiente de recursos críticos como el agua, la energía y los materiales. El reporte de la eficiencia en estos aspectos es clave.
- **Transparencia y comparabilidad:** Su objetivo es facilitar que los inversionistas y otros stakeholders comparen el desempeño de las empresas en sostenibilidad, lo que incentiva las mejores prácticas.

Ejemplos de Indicadores

- GRI:**
- **Norma GRI 306-1:** Generación de residuos e impactos significativos relacionados con los residuos.
 - **Norma GRI 306-2:** Gestión de impactos significativos relacionados con los residuos.
 - **Norma GRI 306-3:** Residuos generados [t].
 - **Norma GRI 306-4:** Residuos no destinados a eliminación [t].
 - **Norma GRI 306-5:** Residuos destinados a eliminación [t].

- SASB:**
- **EM-MM-150a.4:** Peso total de los residuos no minerales generados [t].
 - **EM-MM-150a.7:** Peso total de los residuos peligrosos generados [t].
 - **EM-MM-150a.8:** Peso total de los residuos peligrosos reciclados [t].
 - **EM-MM-150a.9:** Número de incidentes significativos asociados con la gestión de materiales y residuos peligrosos. [Nº]
 - **EM-MM-150a.10:** Descripción de las políticas y procedimientos de gestión de residuos y materiales peligrosos para operaciones activas e inactivas.

Propuesta para el Monitoreo de Planes de Reúso y Reciclaje



Foto: Cochilco.

Crerios para la Definición de Indicadores



Con el fin de avanzar hacia un monitoreo efectivo de los planes de reúso y reciclaje en la gran minería del cobre, se propone un conjunto de criterios que orienten la evaluación de prácticas circulares en faenas mineras. Estos criterios buscan seleccionar indicadores relevantes, viables y alineados con el marco normativo vigente, integrando principios técnicos, regulatorios y consideraciones prácticas como la reportabilidad actual, el grado de obligatoriedad normativa y la disponibilidad de información pública. Asimismo, contemplan la normativa vigente, la disponibilidad de datos públicos, los productos priorizados por la Ley REP y los estándares de reportabilidad voluntaria, con el objetivo de construir un sistema de seguimiento robusto, trazable y alineado con las capacidades actuales del sector, facilitando así su implementación progresiva.



Foto: Cochilco.

Propuesta de Criterios para la Definición de Indicadores

- 01 Clasificación técnica y normativa:** Se adopta el Listado Europeo de Residuos (LER) para clasificar los residuos, en el marco del sistema normativo ambiental chileno, que incluye la Ley REP, el RETC y sus respectivos reglamentos, los cuales definen los tipos de residuos, su peligrosidad y las obligaciones de gestión y reporte.
- 02 Enfoque sectorial acotado:** Se levanta el universo de residuos peligrosos y no peligrosos reportados por las empresas de la gran minería del cobre, utilizando como fuente principal de información la plataforma RETC y sus sistemas asociados (SINADER, Declaración Jurada Anual, etc.).
- 03 Priorización de productos bajo Ley REP:** Se pone especial énfasis en residuos categorizados como productos prioritarios, definidos por la Ley REP: neumáticos, aceites lubricantes, envases y embalajes, aparatos eléctricos y electrónicos, y pilas. Estos productos están sujetos a metas obligatorias de recolección, valorización y gestión post-consumo, y algunas empresas mineras ya reportan información relacionada a través de los sistemas del RETC.
- 04 Levantamiento de reportabilidad (GRI y SASB):** Se recopila información específica sobre reúso y reciclaje a partir de los estándares GRI (gestión de residuos) y SASB (gestión de insumos), utilizando datos públicos incluidos en informes de sustentabilidad, databooks y reportes integrados publicados por las empresas mineras.
- 05 Viabilidad práctica y adopción sectorial:** Se excluyen marcos como ISO, Copper Mark o ICMM por centrarse en enfoques de gestión cualitativa más que en indicadores de trazabilidad cuantitativa.
- 06 Nivel de adopción y universalidad:** Evalúa el nivel de adopción de un estándar o normativa entre las empresas del sector (tasa de utilización) y la amplitud del universo al que aplica (cobertura o universalidad). Este criterio permite medir la representatividad y relevancia de la fuente de información para el seguimiento de indicadores.

Aplicación de Criterios para la Definición de Indicadores



Este análisis aplica los seis criterios de selección definidos previamente sobre los tres pilares de información del informe, usando los datos públicos reportados por diez empresas de la gran minería del cobre.

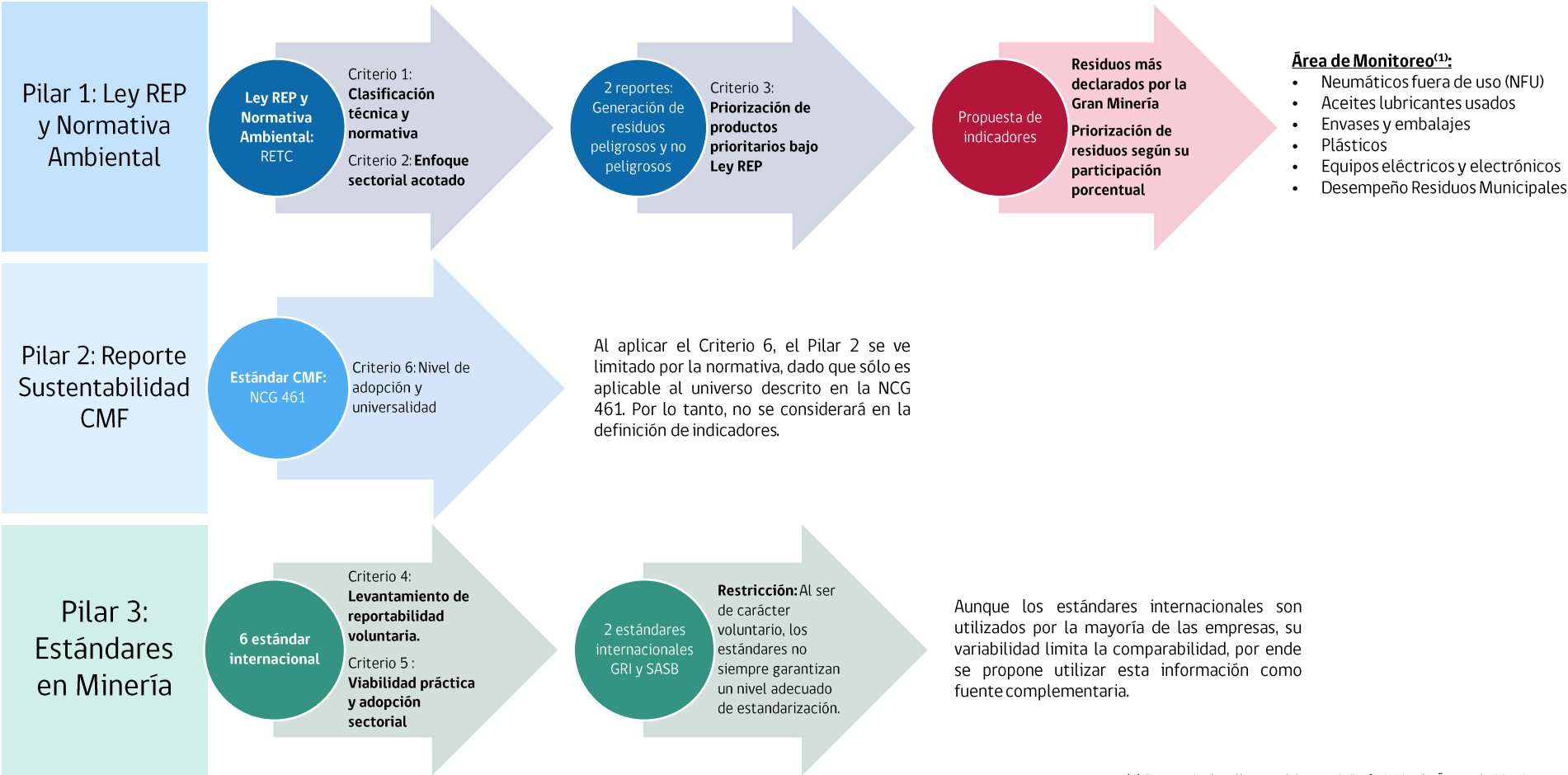
En el Pilar 1, el cruce permitió identificar las fuentes base de reportabilidad desde las cuales se aislaron los flujos prioritarios efectivamente declarados por la industria. Sobre esa base se definen indicadores trazables y calculables de forma sistemática.

En el Pilar 2 (reportes CMF/ NCG-461), lamentablemente la cobertura efectiva para nuestra muestra es acotada a Codelco, por lo que se desechó su aplicabilidad.

En el Pilar 3 (estándares internacionales), solo dos marcos muestran adopción significativa a nivel sectorial; y parte de sus métricas resultan redundantes con la información ambiental que se puede obtener por el RETC. Sin embargo, estos aportan comparabilidad y contexto para validar tendencias.

Diagrama 2:
Aplicación de Criterios de Selección para la Definición de Indicadores

Pilares de Información **Aplicación de Criterios** **Definición de Indicadores**



(1) Para más detalle ver el Anexo G: Definición de Áreas de Monitoreo

Propuesta de Indicadores de Reúso y Reciclaje



Tabla 5:
Indicadores Propuestos en base a Información Pública y Estandarizada de la Gran Minería del Cobre

Área de monitoreo	Indicador propuesto	Fórmula de Cálculo	Fuente de Información ⁽¹⁾	Objetivo del indicador
Neumáticos fuera de uso (NFU)	Tasa de valorización de NFU (%)	NFU Valorizados (ton)/NFU TOTAL (ton)	Neumáticos fuera de uso Capítulo 16 LER	Medir el cumplimiento de las metas de valorización de neumáticos categoría B establecidas por la Ley REP
Aceites lubricantes usados	Uso de aceites utilizados según producción de Cu	Aceites de Residuos (ton)/ Total de Producción Cu Gran Minería (kton)	Total de Aceites en Residuos Industriales Peligrosos – Producción Cu de Cochilco	Evaluar la intensidad de aceites utilizados en la producción de cobre a nivel nacional
Envases y embalajes	% de reciclaje de envases utilizados	Envases Valorizados (ton)/(Envases Totales (ton)	Incluye la totalidad del Capítulo 15 LER – REP	Determinar el porcentaje de envases reutilizados o reciclados en procesos mineros
Plásticos	% de plástico valorizados	Plásticos Valorizados (ton)/Plásticos Totales (ton)	Incluye Capítulos 15 – 17 – 20 LER – REP	Determinar el porcentaje de envases reutilizados o reciclados en procesos mineros
Equipos eléctricos y electrónicos	% de equipos valorizados	Equipos Valorizados (ton)/Equipos Totales (ton)	Corresponde al Capítulo 20 LER – REP	Determinar el porcentaje de Equipos eléctricos y electrónicos reciclados en procesos mineros
Desempeño Residuos Municipales	Residuos municipales sobre la dotación total empresas Gran Minería	Total Residuos Municipales (ton)/ Dotación Empresas Mineras (N personal propio + contratista)	Los Residuos corresponden al Capítulo 20 LER. La dotación total corresponde Sernageomin o INE	Monitorear la intensidad residuos municipales generados por las operaciones mineras en el tiempo
Residuos No Mineros (Indicador redundante ⁽²⁾)	1. Peso total de los residuos no minerales generados 2. Peso Residuos generados	1. Residuos no minerales (ton). 2. Residuos generados (ton)	1. EM-MM-150a.4 – SASB 2. Norma 306-3 – GRI	Monitorear la cantidad de residuos generados por la industria de la Gran Minería usando datos fuentes alternativos a los reportados en RETC
Reciclaje Residuos Peligrosos y no peligrosos (Indicador redundante ⁽²⁾)	1. Residuos peligrosos reciclados 2. Residuos no destinados a eliminación	1. Peso total de los residuos peligrosos reciclados (ton). 2. Residuos no destinados a eliminación (ton).	1. EM-MM-150a.8 – SASB 2. Norma 306-4 – GRI	Monitorear la cantidad de residuos peligrosos reciclados y aquellos no peligrosos valorizados generados por la industria de la Gran Minería usando datos fuentes alternativos a los reportados en RETC

(1) Reportes de Generación industrial de residuos peligrosos y no peligrosos del RETC.
(2) Un indicador redundante es aquel que, dentro de un sistema de monitoreo o evaluación, no aporta información nueva, ya que mide esencialmente lo mismo que otro indicador existente. En el contexto de este informe, el indicador redundante se empleará de manera complementaria, en caso de no disponer de los datos de la fuente principal o simplemente para hacer seguimiento.

Monitoreo de Indicadores de Reúso y Reciclaje



Etapas Propuestas para su Implementación

Para implementar un sistema de monitoreo de reúso y reciclaje en la gran minería del cobre, este debe ser sistemático, factible y sustentado en fuentes de información oficiales y disponibles, tales como el RETC, el SINADER y la reportabilidad de sostenibilidad (CMF, GRI, SASB). Es clave establecer una gobernanza institucional clara, donde el Ministerio de Minería lidere la coordinación, en estrecha colaboración con el Ministerio del Medio Ambiente y Cochilco. Un paso fundamental es la validación de los indicadores propuestos con ambas carteras, garantizando que sean pertinentes, viables y alineados con la normativa vigente. Esta validación servirá como insumo directo para elaborar los Términos de Referencia de los “Estudios técnicos para la reutilización y/o reciclaje de residuos de la minería” contemplados en el segundo año del cronograma sectorial.

Año 2025

Fase 1: Validación institucional y diseño conceptual del sistema

Actividades clave:

- Realizar mesas técnicas con el Ministerio de Minería, MMA y Cochilco para:
- Validar criterios de trazabilidad y disponibilidad de datos.
 - Definir universo de residuos priorizados.
 - Acordar tipología de indicadores a levantar (cuantitativos y cualitativos).
 - Establecer marco de gobernanza y roles institucionales para actualizar indicadores.

Año 2026

Fase 2: Construcción metodológica y desarrollo de indicadores

Actividades clave:

- Desarrollar un set inicial de indicadores aplicables (ej.: % neumáticos valorizados / año).
- Probar metodología con datos históricos y actuales.
- Preparar insumos técnicos para licitación de estudios específicos por tipo de residuo.
- Implementar un protocolo anual de reporte institucional y revisión de indicadores.

Año 2027-2028

Fase 3: Implementación gradual del sistema y estudios aplicados

Actividades clave:

- Crear dashboard o visualizador público con indicadores validados.
- Ejecutar estudios técnicos sobre valorización/reutilización de residuos mineros específicos.
- Evaluar integración del sistema al PSCC y otros instrumentos sectoriales.

Comentarios Finales



Foto: Cochilco.

Comentarios Finales



Foto: Cochilco

El desarrollo de esta propuesta representa un avance concreto hacia la implementación de un sistema de monitoreo de planes de reúso y reciclaje en la gran minería del cobre, proporcionando al sector una herramienta sistemática, trazable y alineada con la normativa vigente, sustentada en información oficial, criterios normativos y prácticas reconocidas a nivel internacional. La integración de datos provenientes de fuentes oficiales —como el RETC, el SINADER y la reportabilidad exigida por la CMF— junto con la incorporación de estándares internacionales voluntarios (GRI, SASB), permitirá contar con indicadores consistentes, comparables y respaldados en datos verificables, lo que facilitará la gestión y la toma de decisiones.

La propuesta metodológica articula la gestión de residuos no mineros con instrumentos de política pública como la Ley REP, la Ley Marco de Cambio Climático y el Plan Sectorial de Cambio Climático para la minería. Esta alineación con el marco normativo vigente favorece su implementación y asegura que el sistema esté en concordancia con las obligaciones regulatorias.

El enfoque progresivo, que considera en una primera etapa los productos regulados por la Ley REP, permite iniciar con flujos de residuos que cuentan con mayor disponibilidad y calidad de datos, y ampliar gradualmente el alcance a otros residuos relevantes. La **validación institucional de los indicadores** con los ministerios competentes y Cochilco **es esencial** para que el sistema sea pertinente, aplicable y coherente con los objetivos sectoriales.

En el plano operativo, el sistema podrá apoyar la identificación de oportunidades para la valorización de materiales, la optimización de procesos y la reducción de costos de disposición final. En el plano sectorial, facilitará la rendición de cuentas ante comunidades, organismos reguladores e inversionistas, y mejorará la trazabilidad de la información relacionada con la gestión circular de recursos.

En conjunto, la propuesta constituye una base para el desarrollo de un sistema de monitoreo de planes de reúso y reciclaje que pueda adaptarse a cambios en la normativa, en la disponibilidad de datos y en las condiciones tecnológicas del sector.



Copyright by Cochilco, todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este Informe, siempre que la fuente “Comisión Chilena del Cobre” y/o “Cochilco” sea citada, salvo que se indique lo contrario.

Documento elaborado por los Analistas:

Sergio Verdugo M.

sverdugo@cochilco.cl

Claudia Arancibia C.

carancibia@cochilco.cl

Carla Rebolledo L.

crebolledo@cochilco.cl

Patricia Gamboa L.

Directora de Estudios y Políticas Públicas
Comisión Chilena del Cobre

Agosto 2025



Comisión Chilena del Cobre
Dirección de Estudios y Políticas Públicas



Monitoreo de Planes de Reúso y Reciclaje en Minería

Agosto 2025

DEEP 11/2025

RPI N° 2025-A-8004

Anexo A: Glosario del Ciclo Representativo de Residuos No-Mineros



- **Eliminación:** Conjunto de operaciones destinadas a disponer residuos sin fines de aprovechamiento o valorización. Comprende diversas opciones, entre ellas el pretratamiento (como la separación de residuos voluminosos o municipales asimilables), la eliminación propiamente tal (como la incineración sin recuperación de energía), y la disposición final, que incluye destinos como rellenos sanitarios, vertederos, depósitos de seguridad, basurales o sitios de escombros.
- **Productos finales:** Productos del procesamiento de minerales, los cuales pueden ser concentrado y/o cátodos de cobre.
- **Recolección:** Conjunto de actividades destinadas al acopio y traslado de residuos desde el lugar donde se generan hasta un punto de recolección o pretratamiento en una Instalación de Recepción y Almacenamiento de Residuos (I.R.A.R).
- **Residuos domésticos:** Residuos provenientes de oficinas, comedores y campamentos, como restos de alimentos, envases, papel y botellas plásticas.
- **Residuos industriales no peligrosos:** Residuos generados por actividades operativas y de apoyo, tales como cartones, plásticos, maderas, neumáticos, chatarra metálica, escombros, tambores no contaminados, entre otros.
- **Residuos mineros:** Residuos como relaves, rípios y estériles.
- **Residuos no peligrosos:** Residuo no minero que por su composición no presentan riesgo significativo para la salud o el medio ambiente.
- **Residuos no-mineros:** Residuos generados en una faena minera que no provienen directamente del proceso extractivo o de beneficio del mineral.
- **Residuos peligrosos:** caracterizados por propiedades como toxicidad, inflamabilidad, corrosividad o reactividad. Incluyen aceites y lubricantes usados, baterías con electrolito, filtros contaminados, contenedores con residuos peligrosos, pilas, fluorescentes, entre otros.
- **Valorización:** Conjunto de operaciones cuyo objetivo es dar un nuevo uso a los residuos, ya sea recuperando materiales, energía o prolongando su vida útil a través de la reutilización o reciclaje. La valorización permite reincorporar parte de los residuos a los procesos productivos, reduciendo la cantidad de residuos eliminados.

Anexo B: Criterios para Categorizar los Indicadores



Revisión del Estudio Base

Principios generales de la EC

- 1. **Eliminar residuos de contaminación desde el diseño:** La basura es un error de diseño. El manejo de residuos debe priorizarse según una jerarquía de valor: 1. Reducir, 2. Reutilizar, 3. Reciclar, 4. Desechar.
- 2. **Mantener productos y materiales en uso:** Se debe hacer todo lo posible por evitar que los recursos disminuyan o pierdan totalmente su valor, una vez ingresados a la economía.
- 3. **Regenerar los sistemas naturales:** Se busca regular, evitar, controlar, mitigar y reparar los efectos adversos de la minería

Principios de la EC aplicables a la minería

Tienen como objetivo resolver las causas de la generación de desechos e impactos ambientales

- 1. Optimización de las existencias, extendiendo el valor de los materiales.
- 2. Eco efectividad- transitando más allá de la ecoeficiencia
- 3. Eliminar el concepto de desecho a través de la extensión del valor del recurso.
- 4. Responsabilidad extendida del productor.
- 5. Diseño circular de los procesos y productos.
- 6. Crear valor social.

Dimensiones de desarrollo sostenible

- **Económica:** considera el impacto de las empresas en sistemas económicos y partes interesadas.
- **Social:** busca cohesión social y bienestar colectivo.
- **Ambiental:** impulsa la gestión responsable de los recursos naturales y protección de ecosistemas.

Estrategias de Circularidad en la cadena de producción

Se priorizan según su nivel de circularidad: se prefieren acciones como el uso compartido o más eficiente de productos, seguidas por la extensión de su vida útil, el reciclaje de materiales y, en último lugar, la incineración, ya que implica la pérdida del material original.

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| R0. Rechazar | R6. Remanufacturar |
| R1. Replantear | R7. Reutilizar |
| R2. Reducir | R8. Reciclar |
| R3. Reutilizar; R4 Reparar | R9. Recuperar |
| R5. Renovar /refaccionar | |

Validez de métricas EC

Se plantean ocho requisitos de validez que constituyen una propuesta de ejes o ámbitos de acción a considerar:

- | | |
|--|---|
| V1. Reducción del consumo de recursos, especialmente los escasos. | V5. Maximización de la utilidad y durabilidad de los productos. |
| V2. Reducción de los niveles de emisión (contaminantes y emisiones de gases de efecto invernadero). | V6. Creación de empleos locales en todos los niveles de habilidad. |
| V3. Reducción de pérdidas y residuos de materiales. | V7. Creación y distribución de valor agregado. |
| V4. Aumento del uso de recursos renovables y reciclados. | V8. Mejora del bienestar social. |

Niveles según grado de detalle

- **Macro:** medición a nivel país o macro región.
- **Meso:** medición de un sector productivo específico (como el minero).
- **Micro:** medición por empresa.

Anexo C: Indicadores de Desempeño Propuestos



Revisión del Estudio Base

En la siguiente tabla se presentan diez indicadores de desempeño que miden distintas dimensiones de la EC y pensados para ser utilizados por las empresas. Estos indicadores consideran los procesos (no productos) que van desde la exploración hasta la fundición y refinación.

Nº	Indicadores de Desempeño	Existen experiencias de medición	Unidad de medida	Principios generales de EC	Principios EC en minería	Dimensiones Desarrollo Sostenible	Estrategia "R"	Validez
1	Tasa de recirculación de residuos (industriales, orgánicos y domiciliarios)	Sí	%	1,2	1,2,3,4,5	Ambiental	R3, R6, R7, R8, R9	V1, V2, V3, V4, V8
2	Tasa de uso de material reciclado/reusado	Sí	%	2	1,2,3,4,5	Ambiental	R3, R6, R7	V1, V3, V4, V8
3	Recirculación, reciclaje y reutilización de agua operacional	Sí	m3/seg	2	2,5	Ambiental	R3, R8	V1, V3, V4, V8
4	Emisiones Alcance 1, 2 y 3	Sí	t CO2e	3	5,6	Ambiental	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R9	V2, V8
5	Energía renovable consumida	Sí	%	3	5,6	Ambiental	R2, R4, R9	V2, V4, V8
6	Empleos verdes	No	%	1,2,3	5,6	Social	R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9	V6, V8
7	Inversión en capacitación (temas relacionados con EC)	No	US\$	1,2,3	1,2,3,4,5,6	Social	R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9	V6, V8
8	Índice de Longevidad Circular	No	%	1,2	1,5,6	Económica	R3, R4, R5	V5, V8
9	Contratos de "servitización"	No	US\$ o Cant	1,2,3	1,5,6	Económica	R1, R2	V1, V5, V7, V8
10	Reciclaje de Desechos Mineros Intersectorial	No	%	1,2,3	1,2,3,4,5,6	Económica	R1, R2, R7, R8	V3, V4, V5, V7, V8

Anexo D: Cálculo de Indicadores de Desempeño Propuestos



Revisión del Estudio Base

1. Tasa de recirculación de residuos:

$$\frac{Residuos\ Recirculados_{(industriales,orgánicos\ y\ domiciliarios)}}{Total\ Residuos\ Generados} * 100$$

2. Tasa de uso de material reciclado/reusado:

$$\frac{Cantidad\ de\ material\ reciclado/reutilizado\ ingresado\ al\ sistema}{Total\ Material\ Utilizado} * 100$$

3. Recirculación, reciclaje y reutilización de agua operacional:

$$Caudal\left(\frac{m^3}{seg}\right)$$

4. Emisiones Alcance 1, 2 y 3:

$$Total\ Emisiones\ \left(Toneladas\ CO_{2eq}\right)$$

5. Energía renovable consumida:

$$\frac{Energía\ Renovable}{Total\ Energía\ Consumida} * 100$$

6. Empleos verdes:

$$\frac{N^o\ Empleos\ Verdes}{N^o\ Total\ Empleos_{(propios\ y\ contratistas)}} * 100$$

7. Inversión en capacitación (temas relacionados con EC):

$$Inversión\ en\ Capacitación(US\$)$$

8. Índice de Longevidad Circular:

$$\frac{Vida\ Útil\ Extendida\ Activo_i}{Vida\ Útil\ Original\ Activo_i} * 100$$

9. Contratos de “servitización”:

$$N^o\ de\ Contratos \quad \bullet \quad Valor\ de\ los\ Contratos(US\$)$$

10. Reciclaje de Desechos Mineros Intersectorial:

$$\frac{Desechos\ mineros\ reciclados\ utilizados\ en\ otros\ sectores}{Total\ Desechos\ Mineros\ Reciclados} * 100$$

Anexo E: Indicadores de Transición Propuestos



Revisión del Estudio Base

Se trata de indicadores transversales en el sentido que abarcan todas las estrategias de EC, principios, dimensiones de sostenibilidad y validez.

Nº	Indicador	Detalle	Alcance
1	Definición de aspectos regulatorios de EC	Desarrollo y establecimiento de marcos regulatorios y normativos que promuevan y faciliten la adopción de prácticas circulares en la minería y en otros sectores que inciden directamente sobre el primero.	Macro
2	Estrategia para implementar la EC	Conjunto de acciones y enfoques planificados que una operación minera adopta para integrar los principios de la EC en su funcionamiento y procesos.	Micro
3	Educación & Conciencia de la EC en el sector minero	Conjunto de actividades y programas destinados a informar, capacitar y sensibilizar a los actores involucrados en la industria minera sobre los principios, beneficios y prácticas de la EC, así como promover su adopción y aplicación en todas las etapas del ciclo minero.	Macro, meso y micro
4	Fomento de la Economía Circular	Recursos (privados y públicos) que las empresas destinan para la implementación de estrategias, políticas y acciones orientadas a promover un enfoque sostenible en el sector minero. Medición: US\$ invertidos ó cantidad de iniciativas concretadas, categorizados según I+D e innovación.	Meso y micro
5	Diseño Circular incorporado en las ingenierías de nuevos proyectos	Identificar si los principios de EC se aplican en el proceso de diseño de las nuevas operaciones y quedan plasmadas en las ingenierías básicas y de detalle de proyectos mineros (brownfield y greenfield). Medición: Indicador cualitativo que mide aspectos de EC incorporados en la ingeniería, por ejemplo: diseño circular, uso de materiales reciclados, uso de energías limpias, minimización de residuos, etc.	Micro

Anexo F: Acción 1 de la Medida de Adaptación 6 del PSCC



La Medida de Adaptación 6 del Plan Sectorial de Cambio Climático (PSCC), titulada “Promoción e impulso de un modelo de economía circular dentro de las actividades mineras”, consta de tres acciones. La siguiente tabla presenta los elementos considerados en la Acción 1, de la cual Cochilco figura como entidad responsable.

Ficha de la Acción 1 de la Medida de Adaptación 6 (PSCC)

Elementos	Contenido
ID Acción	2025_MINERÍA-ECONOMÍACIRCULAR-ESTUDIOS
Nombre acción	Generación de conocimiento para la economía circular en minería, con énfasis en la reducción de la generación de residuos, la reutilización y reciclaje
Descripción y justificación	<p>Esta acción tiene como objetivo generar el conocimiento necesario para impulsar la economía circular en la industria minera, mediante la realización de estudios, diagnósticos y la identificación de oportunidades de mejora. Esto incluirá la creación de una línea base sobre el estado actual de la economía circular en la minería, con un enfoque en la reducción de residuos, la reutilización y el reciclaje. Asimismo, se profundizará en la implementación de indicadores de circularidad y se realizará un estudio para caracterizar el mercado de procesamiento de chatarra electrónica, considerando un diagnóstico nacional e internacional. También se identificará el potencial de los residuos no mineros para ser incorporados en la Ley REP y se elaborará una guía de casos de éxito que sirva como referencia para el sector.</p> <p>La generación de conocimiento es un paso fundamental para comprender las brechas existentes y las oportunidades que tiene la industria minera para transitar hacia un modelo de economía circular. Estos estudios proporcionarán información clave que servirá como base para futuras normativas, proyectos de I+D, y acciones de fomento.</p>
Equipo responsable	COCHILCO
Alcance territorial	Nacional
Período de implementación	2025-2029

Planificación	Avance Esperado
Año 1	Diseño de mecanismo de recopilación e inicio de levantamiento de información de reúso y reciclaje de residuos no mineros en la industria, tales como textiles, neumáticos, entre otros.
Año 2	Estudios técnicos para la reutilización y/o reciclaje de residuos de la minería.
Año 3	Elaborar y publicar una guía de indicadores de circularidad para la industria.
Año 4	Estudio de diagnóstico del mercado de procesamiento de chatarra en la industria de las fundiciones.
Año 5	Estudio que identifique mecanismos de incentivos para fomentar el mercado de procesamiento de chatarra

Anexo G: Definición de Áreas de Monitoreo



Para definir los indicadores de seguimiento, se analizó la información declarada por diez compañías de la gran minería del cobre en el **Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)**, utilizando como fuente principal el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER). Las empresas, en cumplimiento de la normativa ambiental chilena, deben declarar mensualmente el tonelaje de cada tipo de residuo, el cual clasifican siguiendo la Lista Europea de Residuos (LER), que organiza los residuos en capítulos y subcapítulos, según su origen (actividad o proceso que los genera) y naturaleza.

El análisis identificó las fracciones no peligrosas más representativas por volumen, como los residuos de construcción y demolición (residuos mezclados y metales mezclados), y los residuos municipales (mezclas y metales). Estos resultados se muestran en el **Gráfico 1**, donde se presenta la distribución porcentual de los residuos con mayor tonelaje.

Por otra parte, se evidenció alta frecuencia de reporte en residuos prioritarios definidos por la Ley REP, como neumáticos fuera de uso, envases y otros plásticos. Esta información se presenta en el archivo **"Reporte de Residuos y Estándares en la Gran Minería del Cobre"**, que acompaña este estudio, el cual indica para cada fracción de residuo si existe o no información declarada por cada empresa. En la **Imagen 1** se presenta un ejemplo acotado de lo que se puede encontrar en dicho archivo.

En paralelo, se revisaron los reportes de sostenibilidad de estas mismas diez compañías, con el fin de analizar tanto los datos comunicados en ellos como la implementación de estándares internacionales para su reportabilidad. Del análisis se observó que, bajo la **Norma GRI 306**, el 90% reporta los "Residuos generados" (GRI 306-3) y el 70% informa los "Residuos no destinados a eliminación" (GRI 306-4) y "Residuos destinados a eliminación" (GRI 306-5). Con respecto a los estándares **SASB**, el 70% de las compañías los reportan.

Si bien estos estándares son ampliamente aplicados, los formatos y niveles de detalle varían, dificultando su estandarización y comparabilidad. Por ello, la propuesta de indicadores se fundamenta principalmente en los datos del **RETC**, que son obligatorios, estandarizados y más detallados, utilizando la información de los estándares como complemento.

Gráfico 1:
Principales fracciones de residuos no peligrosos en la gran minería del cobre

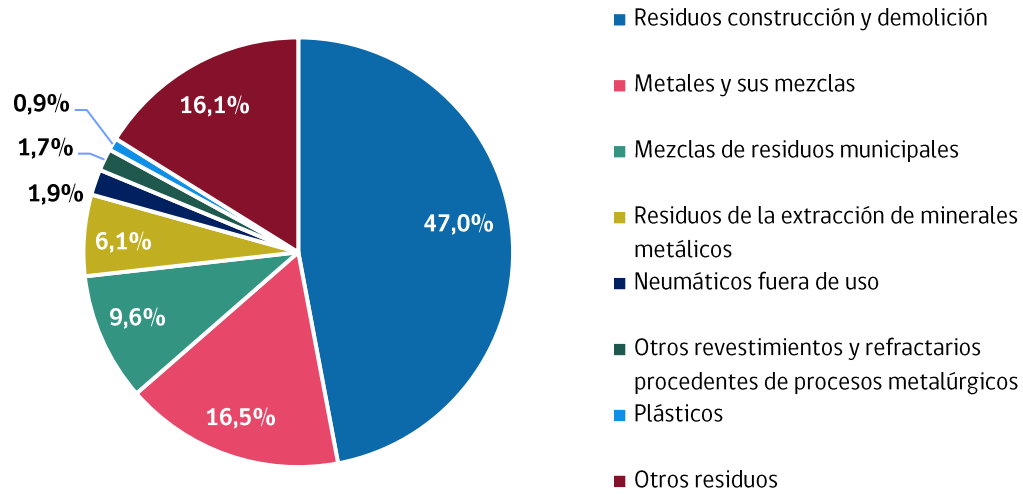


Imagen 1:
Ejemplo de tabla de declaración de residuos en el RETC por empresa (ver Excel adjunto al informe)

Residuo	Unidad	ANGLO	AMSA				
		ANGLO AMERICAN SUR S.A.	MINERA LOS PELAMBRES	COMPANIA MINERA ZALDIVAR SPA	MINERA CENTINELA	MINERA ANTUCOYA	ANTOFAGASTA MINERALS S.A.
20 03 01 Mezclas de residuos municipa	Toneladas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
16 01 03 Neumáticos fuera de uso	Toneladas	✓	✓	✓	✓	✓	✗
20 01 39 Plásticos	Toneladas	✗	✓	✗	✓	✓	✗
20 01 40 Metales	Toneladas	✗	✓	✓	✓	✗	✗