

Hub de Reciclaje y Procesamiento de Minerales

1 | Objetivo

Posicionar a Chile como el Hub Regional de Reciclaje de Minerales Críticos, mediante la creación de capacidades industriales, tecnológicas y normativas para recuperar, valorizar y reintegrar estratégicamente materiales, como el litio, cobalto y tierras raras desde residuos tecnológicos, industriales y mineros.

2 | Metas

- Para los años 2026, y 2027, se implementará la planta piloto y se diseñará el marco normativo. La plataforma digital entrará en fase de prueba, y comenzará el registro de flujos y actores clave en condiciones controladas.
- Para el año 2028, el sistema digital se volverá plenamente funcional. Iniciará el escalamiento regional con nuevas plantas. Se aplicarán incentivos fiscales y la trazabilidad alcanzará volúmenes significativos.
- Para los años 2029 y 2030, el Hub operará a nivel nacional, con centros regionales activos y trazabilidad sobre la mayoría de los residuos estratégicos. El Estado verificará la composición y valor, y el mercado secundario funciona con reglas estables y certificación.

3 | Métricas

- Lograr que el 80% de los residuos tecnológicos estratégicos sean trazados digitalmente a través de la plataforma nacional.
- Al menos 5 plantas regionales especializadas en operación, con cobertura territorial y por flujo de material crítico.
- Lograr que el 70% de las plantas operativas trabajen con tecnologías avanzadas de separación y análisis mineralógico.
- Al menos 1.500 toneladas exportadas de materiales reciclados certificados con trazabilidad completa.
- Al menos 70% de valorización efectiva de baterías de litio postconsumo recogidas formalmente.
- Más de 60 productos certificados en el mercado nacional con contenido de materiales reciclados críticos.
- Activación de subsidios e incentivos públicos por más de 40 millones de USD acumulados para recicladores y valorizadores.
- Al menos 10 acuerdos públicos o privados firmados para uso de materiales reciclados en cadenas productivas nacionales.

4 | Contexto

La transición energética global ha generado una demanda acelerada por minerales estratégicos como el litio, el cobalto, el níquel y las tierras raras, fundamentales para tecnologías limpias, baterías, electromovilidad y almacenamiento de energía. Según la Agencia Internacional de Energía, se espera que la demanda de estos minerales se multiplique varias veces hacia 2040, con el litio creciendo hasta seis veces su nivel actual

(IEA, 2023). Esta presión sobre los sistemas extractivos tradicionales ha evidenciado la necesidad urgente de diversificar las fuentes de abastecimiento, integrando soluciones sostenibles como el reciclaje.

Chile posee una ventaja estructural para liderar este proceso. Sin embargo, el país carece de una infraestructura industrial especializada y de un marco normativo específico que permita recuperar eficientemente minerales estratégicos desde residuos tecnológicos, subproductos mineros o baterías en desuso. Aunque cuenta con la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), ésta aún no regula adecuadamente flujos clave como baterías de litio o componentes electrónicos industriales (FCH, 2021).

La creación de un sistema nacional de reciclaje de minerales críticos permitiría disminuir la presión sobre la extracción primaria, al tiempo que abriría un nuevo eje de desarrollo productivo sustentado en innovación tecnológica, sostenibilidad ambiental y competitividad internacional (OCDE, 2024). Desarrollar capacidades industriales para el procesamiento de baterías de litio en desuso, componentes electrónicos, residuos mineros complejos y materiales estratégicos como el cobalto, el níquel o las tierras raras es fundamental para construir una minería moderna, circular y alineada con los compromisos climáticos de largo plazo. En este contexto, la propuesta de creación de un Hub de Reciclaje de Minerales y Materiales Críticos constituye una iniciativa estructurante, que permitiría a Chile ocupar un rol estratégico en la cadena de suministro global para la transición energética, al mismo tiempo que atiende un vacío industrial en América Latina y genera nuevas oportunidades para el desarrollo verde (OCDE, 2024).

5 | Intervención

A) Infraestructura para el reciclaje de materiales críticos

El primer componente del Hub Regional de Reciclaje consiste en establecer capacidades industriales permanentes para la recuperación y valorización de minerales estratégicos presentes en residuos tecnológicos, baterías en desuso y subproductos industriales. Esto se alinea con las recomendaciones de la OCDE, que enfatizan la necesidad de promover la economía circular y la sostenibilidad en la cadena de valor de los minerales críticos.

La implementación comenzará con plantas piloto escalables y modulares, incorporando tecnologías avanzadas como pirometalurgia selectiva, hidrometalurgia, separación físico-química y espectrometría de alta resolución. Estas tecnologías son coherentes con las mejores prácticas internacionales para el reciclaje de minerales críticos.

La ubicación inicial se priorizará en zonas estratégicas como Antofagasta, Valparaíso o la Región Metropolitana, considerando factores como el volumen de residuos generados, infraestructura logística y cercanía a centros de investigación. El diseño de estas plantas deberá cumplir con estándares internacionales en emisiones, tratamiento de residuos peligrosos y eficiencia energética, siguiendo las directrices de la OCDE para una minería responsable y sostenible.

Además, se establecerán criterios de replicabilidad territorial, fomentando la creación de Centros Regionales de Reciclaje especializados por tipo de flujo, por ejemplo, litio y níquel desde baterías en el norte; tierras raras desde tarjetas electrónicas industriales en el centro; y cobre, zinc u oro desde electrodomésticos en zonas urbanas densas. Este enfoque

descentralizado permitirá optimizar la eficiencia logística, generar empleos locales y articular capacidades regionales en torno a la economía circular de los minerales.

B) Trazabilidad y gobernanza digital de residuos estratégicos

El segundo componente del Hub consiste en la implementación de una plataforma nacional de trazabilidad y gobernanza digital, que permita registrar, monitorear, auditar y coordinar todo el ciclo de vida de los minerales críticos contenidos en residuos estratégicos, desde su generación hasta su procesamiento final o exportación. Esta plataforma debe operar como un sistema de información estatal interoperable, permitiendo integrar datos provenientes de puntos de recolección, municipios, aduanas, recicladores autorizados, operadores industriales, exportadores y servicios públicos ambientales, con accesos diferenciados según el tipo de actor y con mecanismos de autenticación y control robustos.

Para asegurar la transparencia y la integridad del sistema, se incorporarán tecnologías avanzadas como *blockchain* para el registro inalterable de eventos, identificación por radiofrecuencia (RFID), sensores inteligentes para logística en tiempo real, y pasaportes digitales de productos, que certifiquen la composición, origen y valorización de cada unidad tratada. Esto permitirá prevenir desvíos ilegales, detectar operaciones de subdeclaración, y otorgar certificaciones de cumplimiento ambiental y económico a los agentes involucrados. La plataforma será también una herramienta clave para producir estadísticas nacionales, proyectar flujos materiales y mejorar la planificación de políticas públicas en economía circular.

Adicionalmente, se establecerá un Protocolo Nacional de Logística Inversa para flujos críticos como baterías de litio, vehículos eléctricos, electrodomésticos, equipos industriales y dispositivos electrónicos. Este protocolo establecerá obligaciones explícitas para fabricantes, importadores y comercializadores, bajo el principio de responsabilidad extendida del productor (REP), y su cumplimiento será condición habilitante para el acceso a subsidios, incentivos fiscales o certificaciones estatales dentro del sistema. Esta trazabilidad digital no solo responde a los estándares de gobernanza que impulsa la OCDE, sino que constituye un mecanismo fundamental para insertar a Chile en los mercados internacionales que exigen verificación de origen, sostenibilidad y circularidad en la cadena de suministro.

C) Mercado secundario y regulación de valorización

El tercer componente del sistema se orienta al diseño e implementación de un marco normativo, tributario y comercial para el desarrollo de un mercado secundario formal, competitivo y trazable de minerales críticos reciclados. Este marco establecerá incentivos económicos, obligaciones regulatorias y mecanismos de estabilización que permitan integrar los materiales recuperados a los procesos productivos nacionales, garantizando su valorización y su trazabilidad como insumos estratégicos.

Entre las medidas propuestas se contemplan bonificaciones tributarias para empresas que incorporen materiales reciclados en sus cadenas productivas o que operen instalaciones de valorización certificadas, así como parámetros mínimos de valorización obligatoria por tipo de concentrado o residuo, definidos técnicamente en función de su composición, riesgo ambiental y potencial económico. Junto a ello, se establecerán restricciones normativas que prohíban la exportación de ciertos residuos tecnológicos sin tratamiento

previo, salvo casos debidamente justificados bajo criterios de reciprocidad, trazabilidad y control aduanero.

Este componente también incluirá la creación de una licencia ambiental diferenciada para instalaciones de reciclaje de materiales críticos, con exigencias específicas según el tipo de flujo tratado, y una certificación nacional de insumos valorizados, que permita identificar y rastrear los materiales secundarios dentro del mercado interno y en eventuales operaciones de comercio internacional. Para asegurar la sostenibilidad económica del sistema, se evaluará la implementación de mecanismos de estabilización de precios, fondos de garantía para recicladores pequeños, y programas de compra pública preferente para productos que incorporen materiales reciclados certificados. Estas herramientas buscarán generar una señal clara al sector productivo: que el reciclaje de minerales críticos no es solo una responsabilidad ambiental, sino también una actividad estratégica de alto valor económico, regulada, trazable y parte integral del desarrollo industrial del país.

6 | Resultados e impacto esperado

Entre 2026 y 2027, se pondrán en marcha los primeros elementos del Hub. Se instalará una planta piloto de reciclaje en una zona estratégica, con capacidades escalables y tecnologías básicas en funcionamiento. Paralelamente, se desarrollará el sistema digital de trazabilidad en versión *beta*, conectando puntos de recolección, operadores autorizados y servicios públicos. A nivel normativo, se iniciará la redacción del protocolo nacional de logística inversa, así como del marco regulatorio que defina valorización mínima, licencias ambientales diferenciadas y certificaciones de insumos. También se habilitarán pilotos de incentivos cens y mecanismos de registro para empresas interesadas.

Durante el año 2028, el Hub entra en su fase de consolidación. Se pone en marcha la plataforma digital en su versión completa, integrando datos en tiempo real con RFID y pasaportes digitales. Se inauguran dos nuevas plantas regionales, especializadas por tipo de flujo, por ejemplo, baterías y electrónicos. El protocolo REP para residuos tecnológicos entra en vigencia obligatoria, y los materiales valorizados comienzan a circular con certificación nacional. El sistema ya permite auditorías de origen y valorización, y se observa un primer impacto positivo en la recaudación por valorización de subproductos y control de exportaciones. El mercado secundario inicia operaciones con reglas estables y primeras compras públicas preferentes.

Entre 2029 y 2030, el Hub alcanza su madurez. La infraestructura física se expande a al menos cinco Centros Regionales especializados, cubriendo distintos tipos de residuos críticos. La red digital permite trazabilidad completa y verificación técnica en más del 70% de los flujos. Se consolida el mercado secundario nacional con materiales reciclados integrados en la cadena productiva, licencias y certificaciones en funcionamiento, y un sistema de estabilización de precios y garantías activas para recicladores pequeños. La articulación entre trazabilidad, infraestructura y regulación permite a Chile posicionarse como un actor regional con una cadena de reciclaje estratégica, controlada y económicamente competitiva.

7 | Desafíos

Aunque Chile es un líder mundial en la producción de cobre y litio, aún carece de una infraestructura industrial robusta y especializada para el reciclaje y la valorización de

minerales críticos presentes en residuos tecnológicos, baterías en desuso y subproductos industriales. Lo cual implica que el país exporta una proporción significativa de estos materiales sin tratamiento previo, perdiendo valor económico y oportunidades de industrialización local. No existe hoy un ecosistema articulado de plantas de procesamiento, normativas específicas para valorización de subproductos estratégicos, ni mecanismos regulatorios que obliguen o incentiven la recuperación efectiva de metales secundarios como cobalto, níquel o tierras raras. Esta ausencia de capacidades internas deja a Chile rezagado en la economía circular minera, con escasa resiliencia ante los riesgos de disrupción de cadenas de suministro globales.

A nivel normativo y de gobernanza, Chile tampoco cuenta con estándares de trazabilidad para flujos secundarios de minerales ni con incentivos fiscales diferenciados para empresas que integren materiales reciclados en sus procesos productivos. Además, la falta de infraestructura de validación técnica, como laboratorios públicos especializados, dificulta la certificación de la composición y origen de los minerales recuperados, debilitando la proyección internacional de Chile como proveedor verde y sostenible. En un escenario global de creciente presión por cadenas de valor bajas en carbono, trazables y circulares, no avanzar en el reciclaje de minerales críticos representa no solo una pérdida económica, sino también una amenaza estratégica para la posición del país en la transición energética mundial.

8 | Proyecciones

El Hub Regional de Reciclaje de Minerales y Materiales Críticos representa una iniciativa estratégica para que Chile deje de ser exclusivamente un país exportador de materias primas y comience a capturar valor desde la economía circular de los minerales. Su implementación permitirá recuperar materiales críticos como litio, cobalto y tierras raras desde residuos tecnológicos, industriales y mineros, reduciendo la presión sobre la minería primaria y avanzando hacia una matriz productiva más diversificada, sostenible y tecnológicamente sofisticada.

La propuesta articula tres dimensiones complementarias: (1) infraestructura industrial con tecnología avanzada, (2) trazabilidad digital para la gobernanza de residuos estratégicos, y (3) un mercado secundario regulado que dé viabilidad económica a la valorización de materiales reciclados. Esta arquitectura integral no solo responde a estándares ambientales y de transparencia exigidos por los mercados globales, sino que también permite al Estado ejercer soberanía sobre los flujos materiales, prevenir subvaloraciones y generar nuevas fuentes de empleo y conocimiento.

Con una hoja de ruta gradual hasta 2030, metas medibles y una red de actores públicos y privados involucrados, el Hub tiene el potencial de posicionar a Chile como líder regional en reciclaje de minerales estratégicos. No se trata solo de un proyecto técnico, sino de una transformación institucional que puede redefinir el papel del país en la transición energética global, a través de un modelo productivo más justo, trazable y circular.

9 | Bibliografía

Agencia Internacional de Energía (IEA). (2023). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. International Energy Agency. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

OCDE. (2024). Sustainable Mining for Development. Disponible en: <https://www.oecd.org/en/topics/sustainable-mining-for-development.html>

FCH. (2022). RESIDUOS-E. Disponible en: <https://fch.cl/iniciativa/residuos-e/>