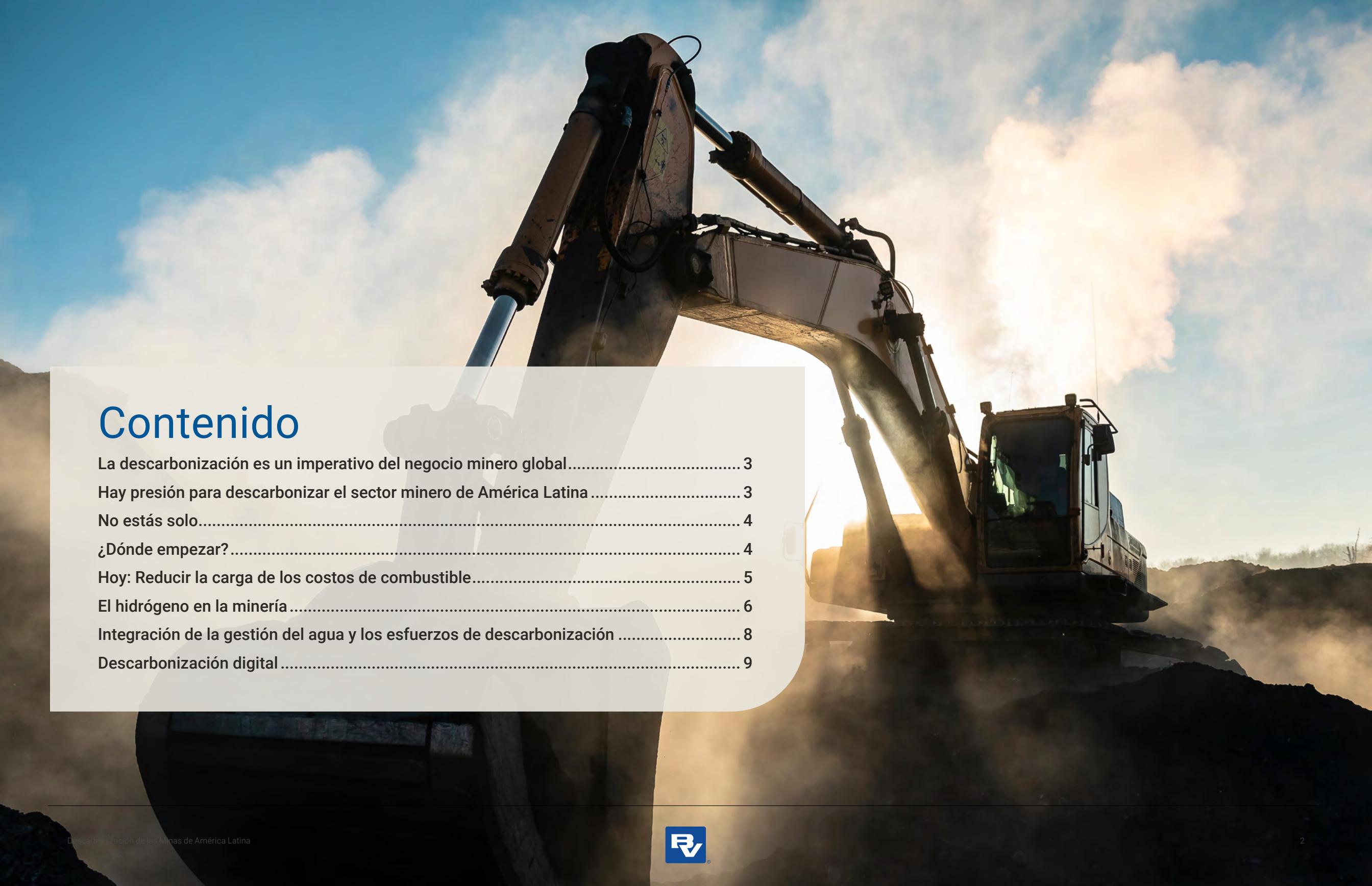




# Más allá de lo renovable:

**Descarbonización de las  
Minas de América Latina**



# Contenido

La descarbonización es un imperativo del negocio minero global.....	3
Hay presión para descarbonizar el sector minero de América Latina .....	3
No estás solo.....	4
¿Dónde empezar?.....	4
Hoy: Reducir la carga de los costos de combustible.....	5
El hidrógeno en la minería .....	6
Integración de la gestión del agua y los esfuerzos de descarbonización .....	8
Descarbonización digital .....	9

## La descarbonización es un imperativo del negocio minero global

El cambio de las industrias intensivas en energía hacia la neutralidad neta de carbono es imparable. El cambio es parte del impulso global para la descarbonización, respaldado por el Acuerdo Climático de París de las Naciones Unidas en el que 189 países se comprometieron a limitar el calentamiento global de 1,5 a 2 grados centígrados desde los niveles preindustriales a través de la adaptación económica y social.

La minería es un proceso que consume mucha energía y sirve como un engranaje crítico en la cadena de suministro global de energía limpia. Se requieren cantidades significativas de metales y minerales para permitir un futuro sustentable, desde el cobre y el litio esenciales para los motores y las baterías de los vehículos eléctricos hasta el aluminio y el acero para las turbinas eólicas y los bastidores solares, y mucho más.

La International Energy Agency (IEA) estima que un automóvil eléctrico común requiere seis veces más insumos minerales que un automóvil convencional, mientras que una planta eólica terrestre requiere nueve veces más recursos minerales que una planta de energía a gas de tamaño similar.

## Minerales utilizados en los automóviles eléctricos en comparación con los automóviles convencionales

Para respaldar los esfuerzos globales de descarbonización, la producción intensiva de energía de minerales críticos, los llamados “commodities orientados al futuro” como el cobre, el litio, el níquel, el cobalto y los elementos poco comunes de la tierra, deberá aumentar significativamente. La IEA señala que, para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París, la necesidad de minerales para las tecnologías de energía limpia debería cuadruplicarse para 2040.

La producción responsable y sustentable de materias primas minerales es fundamental para minimizar los impactos sobre el medio ambiente, el clima y la sociedad en toda la cadena de valor. Las partes interesadas, los inversionistas y las comunidades ya exigen que la minería responsable vaya más allá de las operaciones seguras, contenga los costos y despliegue energía renovable en el sitio.

Para capturar oportunidades económicas y abordar las preocupaciones de las partes interesadas, la industria minera ha comenzado su viaje de transformación, adoptando compromisos de sustentabilidad y desempeñando un papel fundamental en el cambio del mundo hacia un futuro neutral en carbono.

En el futuro, la industria debe ir más allá del enfoque en su compromiso social para operar e impulsar acuerdos de sustentabilidad más profundos que puedan abordarse a través de soluciones integradas de infraestructura, energía y agua.

## Hay presión para descarbonizar el sector minero de América Latina

América Latina es fundamental para la transición energética global, donde se pueden encontrar gran parte de los commodities orientados al futuro del mundo. Solo Chile, Perú y México representan aproximadamente el cuarenta por ciento de las reservas mundiales de cobre. Se pueden encontrar grandes depósitos de litio en Argentina, Bolivia y Chile y la región en su conjunto representa aproximadamente dos tercios de las reservas mundiales. También se pueden encontrar abundantes reservas de níquel en Brasil con otras en Colombia y Cuba. Pequeñas cantidades de cobalto también se encuentran por la región.

Esto significa que la minería responsable en América Latina adquiere una capa adicional de complejidad y urgencia. La primacía del contrato social permanece, donde el progreso puede descarrilarse por proyectos mal diseñados que no abordan adecuadamente los impactos sociales; la industria debe continuar desarrollando proyectos que involucren y consulten a todas las comunidades afectadas, a la vez que promuevan y entreguen una distribución más equitativa de los beneficios socioeconómicos. También deben abordarse los impactos ambientales locales sobre el suministro de agua y la biodiversidad.

Además, con América Latina a punto de ser un importante proveedor de materias primas para ayudar a descarbonizar el planeta, las operaciones mineras estarán bajo una presión cada vez mayor para descarbonizar sus propias operaciones tanto por parte de los inversores como de los clientes. A medida que la tecnología mejore y aumenten las demandas de las partes interesadas internacionales, las cadenas de suministro se volverán cada vez más transparentes y las operaciones mineras significativas que pueden demostrar calificaciones ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) sólidas estarán en mejor posición para atraer más inversiones y más clientes.

Estas expectativas externas se están acelerando, con advertencias constantes de las Naciones Unidas, como la publicación de los informes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) en agosto de 2021 y abril de 2022, pasando de un “código rojo para la humanidad” a más recientemente un “ahora o nunca”. El último informe advirtió que las emisiones de gases de efecto invernadero deben alcanzar su punto máximo para 2025.

En conjunto, esto significa que la presión y la expectativa se están trasladando a la industria minera de América Latina. En un entorno ferozmente competitivo, ¿cómo pueden las empresas mineras aumentar de manera significativa y rentable los esfuerzos de descarbonización? ¿Y cómo planifican y van más allá de los esfuerzos iniciales que implementaron energía renovable en el sitio y producen materias primas neutras en carbono que satisfacen las nuevas demandas de los clientes de productos con cero emisiones?

Fuente: IEA



## No estás solo

Posicionarse para una economía baja en carbono, adaptarse al cambio climático y mitigar los impactos en el recurso hídrico de la comunidad es esencial para que las mineras reduzcan el riesgo y mantengan una licencia para operar.

Las presiones sociales que enfrenta la industria obligarán a los mineros a ir más allá de su adopción inicial de energías renovables y compensaciones de carbono y evaluar e implementar una variedad de fuentes de energía bajas en carbono o sin carbono. Las estrategias de energía renovable incluirán la combinación de energía solar y eólica a gran escala con vehículos eléctricos, combustibles bajos en carbono e hidrógeno, además de tecnologías asociadas, como el almacenamiento de baterías y la tecnología de celdas de combustible.

La planificación en toda la huella de sus activos de recursos minerales ofrece oportunidades reales para que las empresas mineras no solo logren sus objetivos de sustentabilidad y la licencia comunitaria para operar, sino que también logren avances significativos para mejorar la eficiencia y reducir los costos de producción. Estas mejoras son críticas cuando la industria continúa luchando contra la incertidumbre económica, los desafíos cíclicos de los precios de las materias primas y la volatilidad del precio del combustible.

Los mineros no están solos. Según el Informe 2021 Corporate Sustainability, Goal Setting and Measurement Report de Black & Veatch, más del 80% de las empresas encuestadas con ingresos superiores a los 250 millones de dólares estadounidenses han establecido objetivos de descarbonización, pero el 25% ha establecido objetivos a tal nivel que no están seguros de cómo lograrlos.

Sin embargo, priorizar tales inversiones en innovación que reducen la huella de carbono es complejo. Las tecnologías emergentes, como la energía del hidrógeno, la captura directa de aire, la electrificación y la energía nuclear avanzada, deben tenerse en cuenta al planificar estrategias energéticas y de recursos para varias décadas. Las empresas mineras deberán evaluar la comercialización de estas tecnologías para garantizar que se logre un camino rentable y confiable hacia el cero neto.

## ¿Dónde empezar?

Si bien las compañías mineras han logrado un progreso sustancial en los últimos años, muchas con programas de sustentabilidad establecidos desde hace mucho tiempo, se necesita más inversión para acelerar el impacto de sus esfuerzos de descarbonización.

Para comenzar este viaje factible hacia cero emisiones de carbono, las compañías mineras deben desarrollar hojas de ruta sólidas de descarbonización que ayuden a administrar y comprender presupuestos limitados, cronogramas tecnológicos y regulaciones complejas en un horizonte de tiempo potencialmente de 30 años, el tipo de marco de tiempo requerido cuando se realizan grandes inversiones en infraestructura.

Las hojas de ruta de descarbonización evalúan tecnologías competitivas, comercialmente listas y emergentes, y presentan un camino sin riesgos hacia cero emisiones. Esas hojas de ruta demuestran a los inversionistas y las comunidades que los operadores mineros comprenden las oportunidades de descarbonización y están analizando sistemáticamente la viabilidad económica y operativa de cada inversión en infraestructura a lo largo de la línea de tiempo.

La integración de soluciones de infraestructura minera cada vez más asequibles y resilientes, disponibles en energía, agua y muchas otras tecnologías críticas, brindará a la industria minera oportunidades para abordar los desafíos de sustentabilidad de manera estratégica en cada etapa del proceso minero.

Por ejemplo, cuando se trata de energía renovable, existe una clara oportunidad de dejar atrás la dependencia de los Acuerdos de Compra de Energía Verde para las minas conectadas a la red, mientras que las minas remotas podrían ampliar los despliegues solares y eólicos en el sitio. Las hojas de ruta estratégicas, que cubren horizontes de tiempo más largos, permitirían a los operadores mineros considerar el potencial de la energía renovable para la producción de hidrógeno verde, el almacenamiento de energía a largo plazo y la futura producción de electricidad después del cierre de la mina. La potencia de los vehículos de la flota y los equipos principales se puede evaluar a través de opciones de combustibles alternativos y eléctricos, mientras que otras tecnologías, como la captura directa de aire, el reciclaje de agua cero neto. Los explosivos libres de

emisiones, la energía nuclear de reactores modulares pequeños y el almacenamiento de energía hidroeléctrica, también pueden ser consideradas.

Lo que es primordial es que las compañías mineras necesitan una caja de herramientas y un marco de evaluación para evaluar sistemáticamente la comercialización de estas tecnologías para garantizar que se logre un camino rentable y confiable hacia el cero neto.

### Compromisos de la industria minera

En octubre de 2021, los miembros del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) se comprometieron colectivamente con un objetivo de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) de alcance 1 y 2 para 2050 o antes, en línea con las ambiciones del Acuerdo de París. Esto se suma a los compromisos anteriores de empresas como BHP y Vale, que desde 2020 han estado apuntando a una reducción del 30 por ciento en las emisiones de alcance 1 y 2 para 2030; Rio Tinto apunta al 15 por ciento.

ICMM es una organización internacional dedicada a una industria minera y metalúrgica segura, justa y sustentable. Reúne a 28 empresas mineras y metalúrgicas y más de 35 asociaciones regionales y de commodities para fortalecer el desempeño ambiental y social, y servir como catalizador para el cambio, mejorando la contribución de la minería a la sociedad.

Dada la velocidad a la que la información se distribuye a nivel mundial, la publicación de compromisos con plazos que reflejen el progreso en los esfuerzos de descarbonización ayudará a mejorar la transparencia necesaria para generar confianza con la comunidad mundial, así como fomentar la confianza entre las partes interesadas y los clientes.

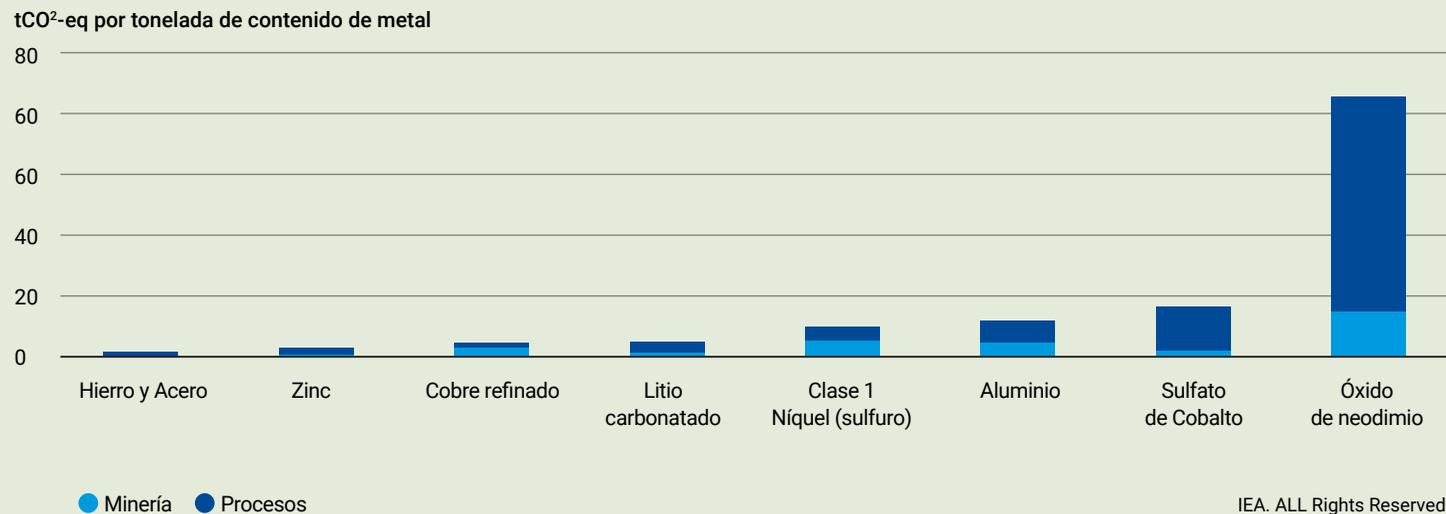
## Intensidad media de las emisiones de GEI para la producción de commodities seleccionados

La carga creada por los costos de energía se siente más agudamente en áreas remotas donde las minas dependen de la energía diesel generada en el sitio. La entrega de combustible diesel a estos lugares remotos puede ser cara y se puede demorar debido a las condiciones del tiempo, exponiendo a las minas al riesgo de quedarse sin combustible y posiblemente enfrentar una paralización (mientras que la entrega en sí también se suma al libro mayor de huella de carbono de la organización).

Generar energía en el sitio o cerca de él es una propuesta atractiva para reducir el riesgo energético y los costos operacionales. Esa opción puede ayudar a reducir los costos operacionales a largo plazo y, al mismo tiempo, tomar el control directo de la reducción de emisiones y otros impactos ambientales.

La integración de la energía renovable (a través de microrredes, por ejemplo) en un suministro de energía tradicional a base de carbón o diesel es una oportunidad de contención de costos que se puede aprovechar hoy en día, ya que puede reducir el consumo de carbón o diesel al generar electricidad cuando la energía renovable está disponible. Los ahorros directos en costos de combustible y la menor cantidad de entregas de combustible requeridas ayudarán a la operación minera a lograr un menor riesgo y un pronóstico de costos de energía más seguro, compensando el costo de capital inicial.

Fuente: IEA



## Hoy: Reducir la carga de los costos de combustible

La reducción de los costos de energía y las emisiones de carbono está en marcha en toda la industria minera de América Latina y se puede implementar y lograr rápidamente.

La energía es uno de los mayores costos operativos en la industria minera. Tradicionalmente, la demanda de energía se satisface utilizando combustibles fósiles como materia prima principal de una mina.

*Debido a sus características geográficas y la abundancia de recursos naturales, América Latina tiene un gran potencial de energía renovable y mucha de la capacidad adicional desplegada en todo el continente es renovable. Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), al 2022, el 81 por ciento de la nueva capacidad de generación instalada en América Latina y el Caribe proviene de fuentes limpias, ya sea eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica o plantas térmicas renovables (biogás y biomasa).*

*La planificación e integración de energías renovables para impulsar las operaciones mineras en América Latina es un objetivo razonable y alcanzable para el sector y representa buenos primeros pasos hacia una transformación operativa más profunda.*

# El hidrógeno en la minería

La industria minera depende de cantidades increíbles de energía para encontrar, extraer y procesar minerales en bruto de la tierra. Tradicionalmente, ha recurrido al fuel oil, la electricidad (comprada y producida en el sitio), el carbón y el gas natural para alimentar sus procesos intensivos en energía, pero el entusiasmo está aumentando en torno al hidrógeno como una nueva fuente de combustible que podría redefinir los enfoques globales para los sectores difíciles de abatir.

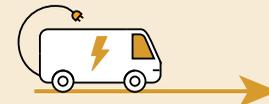
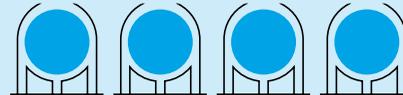
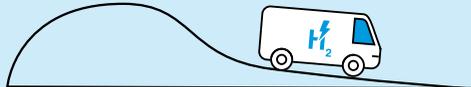
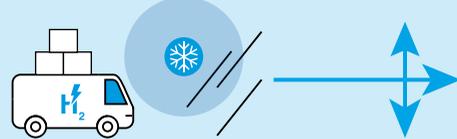
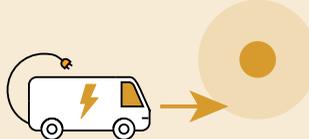
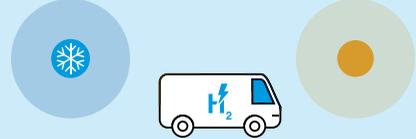
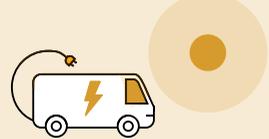
El hidrógeno es una alternativa de rápido surgimiento con un gran potencial como combustible de combustión limpia y denso en energía.

## Aplicaciones mineras convincentes para el hidrógeno

- Reemplazo de combustible fósil para vehículos y equipos del sitio
- Almacenamiento de energía a largo plazo in situ
- Generación de calor a alta temperatura
- Explosivos

## 1. Hidrógeno para vehículos y equipos de trabajo pesado

Los vehículos eléctricos con celdas de combustible de hidrógeno (FCEV), por ejemplo, están ganando terreno para uso comercial. Los FCEV tienen el mismo tren de baterías que un vehículo eléctrico, pero usan hidrógeno para producir electricidad además de la batería. Los beneficios como el rápido tiempo de reabastecimiento de combustible, el rendimiento de largo alcance y el peso más ligero hacen de los FCEV una opción atractiva de cero emisiones.

	Vehículos eléctricos de celda de combustible de hidrógeno	Vehículos Eléctricos
<b>Rango</b>	 <p>Destaca en rutas de larga distancia o rutas con paradas frecuentes y carga útil pesada.</p>	 <p>Destaca en rutas más cortas con menos paradas.</p>
<b>Potencia</b>	 <p>Requieren menos energía eléctrica que los EV a menos que se planee la producción de hidrógeno en el sitio.</p>	 <p>Requieren infraestructura eléctrica e interconexión de servicios públicos con capacidad adecuada.</p>
<b>Terreno</b>	 <p>Puede escalar terreno montañoso, pendientes pronunciadas y atravesar terrenos variables según el perfil de la flota, las condiciones de la carretera y la longitud de la ruta.</p>	 <p>Rinde mejor en caminos llanos. Puede atravesar terrenos variables según el perfil de la flota, las condiciones de la carretera y la longitud de la ruta.</p>
<b>Predictabilidad</b>	 <p>Rinde mejor con rutas variables, carga útil, clima severo.</p>	 <p>Rendimiento óptimo con ciclos de trabajo predecibles.</p>
<b>Clima</b>	 <p>Puede soportar todo tipo de clima, caluroso o frío.</p>	 <p>Las temperaturas cálidas a moderadas son ideales porque las baterías se agotan más rápidamente en climas fríos.</p>
<b>Eficiencia Operacional</b>	 <p>Tiempos de recarga rápidos, que aumentan el tiempo de actividad de la operación.</p>	 <p>La rentabilidad aumenta cuando los tiempos de carga y los ciclos de trabajo son repetitivos y predecibles.</p>

Black & Veatch está ayudando a los operadores globales a crear una infraestructura híbrida de exportación e importación de GNL y amoníaco.



De manera importante para el sector minero, otras aplicaciones comerciales incluyen maquinaria y equipos de manejo de materiales, como equipos de construcción y excavación de alto torque para minería. El transporte impulsado por hidrógeno es otra posibilidad.

Los patrones de reabastecimiento de combustible en el sitio son una consideración clave con los vehículos que regresan simultáneamente para reabastecerse al final de los turnos. Las flotas de transporte de minas requieren velocidades de reabastecimiento de combustible rápidas, que son más difíciles de lograr con las alternativas de baterías eléctricas.

Dada la lejanía de los sitios mineros, la producción de hidrógeno en el sitio presenta una cadena de suministro más predecible para el operador y sería competitiva frente a los suministros de diésel, donde la entrega remota aumenta los costos.

## 2. Hidrógeno como almacenamiento de energía in situ

Como solución de almacenamiento de energía, el hidrógeno se puede utilizar junto con los sistemas de almacenamiento de energía en baterías (BESS) para maximizar el valor de los electrones de la energía verde.

Las baterías de iones de litio son ideales en escenarios de ciclos diarios donde las tasas de carga y descarga brindan de cuatro a ocho horas de respaldo.

El hidrógeno, por otro lado, puede proporcionar almacenamiento de duración esencialmente infinita y energía de respaldo limitada solo por la capacidad de almacenamiento. Junto con las baterías, el hidrógeno puede estar allí cuando se necesita, al igual que la acumulación de reserva de gas natural o diésel que se usan hoy en día.

El hidrógeno verde puede servir como una alternativa confiable y de bajo costo a las baterías, particularmente cuando se consideran los costos previstos, ya que los precios del hidrógeno se vuelven más competitivos en el largo plazo. Los sitios mineros, a menudo,

se encuentran en regiones con un alto potencial de energía renovable; esto significa que muchos operadores pueden lograr una producción excedente y ofrece la oportunidad adicional de ingresos a largo plazo mediante la cual el sitio podría transformarse en un centro de generación de electricidad o producción de hidrógeno una vez que se hayan agotado los recursos de la mina.

Durante el ciclo de vida de la mina, producir hidrógeno a partir de electricidad renovable que de otro modo se desperdiciaría, permitiría a la industria minera cambiar el suministro durante semanas o incluso meses. Por ejemplo, en el verano, el exceso de energía solar puede estar más disponible que en el invierno. Esa energía se puede almacenar para cuando más se necesita. Las baterías no ofrecen la misma opción: para que sean realmente económicas, deben cargarse y descargarse en un ciclo diario.

## 3. Otras aplicaciones

El hidrógeno verde presenta un camino convincente para sectores difíciles de reducir, como la producción de acero. Para actividades como la fundición, donde se requieren altas temperaturas, el hidrógeno verde puede servir como materia prima para reemplazar el carbón y el gas natural. Cuando se quema en el aire, el hidrógeno puede alcanzar 2000-2100 °C, similar al gas natural a unos 1950 °C. Cuando se mezcla con oxígeno para crear oxihidrógeno, las temperaturas máximas pueden alcanzar los 2800 °C. Este amplio rango de temperatura de operación hace que el hidrógeno verde sea una opción de combustible atractiva para muchos procesos de alta temperatura.

El amoníaco (NH<sub>3</sub>), un compuesto de nitrógeno e hidrógeno, se considera cada vez más como una forma más estable de transportar hidrógeno, especialmente en largas distancias. A medida que los exportadores de GNL existentes evalúan la viabilidad de convertir las instalaciones de GNL en instalaciones de amoníaco, la industria minera tiene la oportunidad de convertirse en un comprador adicional de amoníaco verde. Dado el uso de amoníaco (como nitrato de amoníaco) en explosivos para la minería, la conversión a fuentes de amoníaco verde también reducirá la huella de carbono de las faenas mineras.

# Integración de la gestión del agua y los esfuerzos de descarbonización

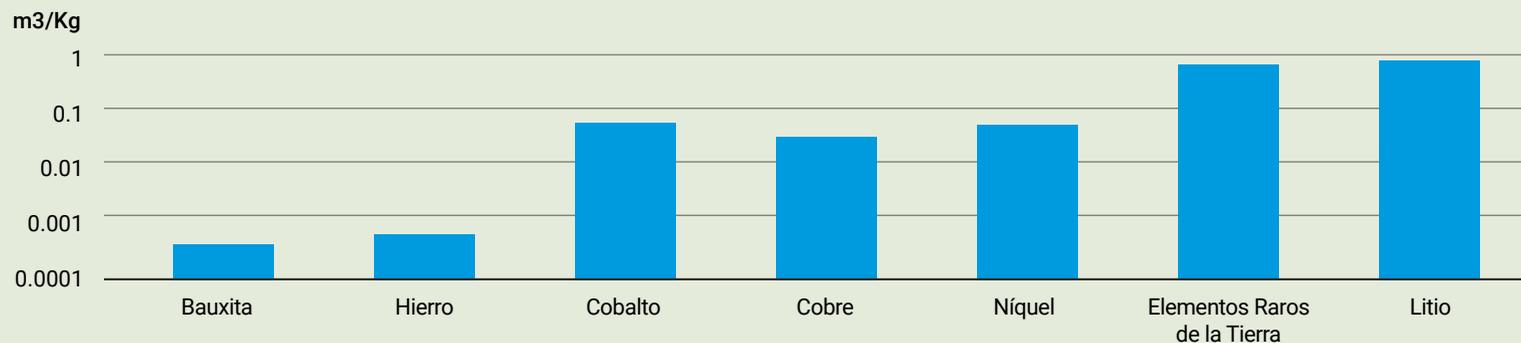
La naturaleza de consumo intensivo de agua de la minería es un desafío en América Latina. La explotación de muchos commodities que se prevén en el futuro, como el litio y el cobre, están asociados a altas demandas de agua e, históricamente, los desafíos que enfrentan los desarrollos mineros en la región han tenido problemas con el agua, ya sea contaminación o acceso/impacto a los suministros comunitarios. Gran parte de la región enfrenta al menos condiciones de estrés hídrico medio.

## Indicadores de uso de agua para minerales seleccionados

Dado que se espera que aumente la frecuencia e intensidad de las tormentas y sequías debido al cambio climático, es imperativo que el sector minero planifique los efectos a largo plazo que tales eventos tendrán en sus operaciones y activos.

Hay una gran oportunidad para que las operaciones mineras en América Latina integren la planificación del agua a largo plazo con la planificación de la descarbonización en cada etapa del ciclo de vida de la mina. Esto es particularmente relevante a medida que las operaciones envejecen porque, a medida que la calidad del mineral disminuye, se requieren mayores cantidades de agua y energía para producir cantidades equivalentes de metal.

Fuente: IEA



IEA. ALL Rights Reserved.

El tratamiento del agua y aguas residuales combinado con el transporte puede consumir mucha energía. La reducción de la evaporación, las fugas y los desechos puede reducir las demandas de energía y, en consecuencia, las emisiones de GEI.

Asociarse para crear soluciones holísticas y resilientes que limpien, muevan, controlen y protejan los recursos hídricos de manera sustentable significa que los gobiernos, las comunidades y las empresas mineras pueden preservar los suministros de agua y continuar creando valor económico compartido.

La integración de la planificación del agua con la planificación de la descarbonización también creará nuevos caminos sustentables para los operadores mineros y cumplirá objetivos ambientales cada vez más ambiciosos.

En muchas ubicaciones mineras áridas con escasez de agua, se pueden implementar medios alternativos de suministro, como agua de mar o desalinización salobre, reciclaje o reutilización de agua, junto con soluciones energéticas integradas que reducen los costos operativos a largo plazo y reducen las emisiones al mismo tiempo. Por ejemplo, los sitios podrían integrar energía renovable, energía hidroeléctrica de almacenamiento por bombeo y desalinización a escala de red. La combinación de estas tecnologías probadas ayudaría a suministrar agua dulce al tiempo que proporcionaría generación de energía renovable y almacenamiento de energía a bajo costo.

Otros enfoques para optimizar el uso del agua en las instalaciones mineras incluyen la implementación de sistemas de reciclaje de circuito cerrado, el uso de la separación en seco para eliminar el uso de agua en la trituración del mineral extraído, la minimización del agua enviada a la eliminación de relaves y la reducción de las pérdidas por evaporación.

La oportunidad para el sector minero de América Latina es asegurarse de que sus expertos en agua y aguas residuales, que entienden completamente las complejidades de las operaciones de grandes sitios y sus necesidades especiales de agua y medio ambiente, hablen y planifiquen con sus expertos en energía y descarbonización.

Proyecto Escondida Water Supply, ubicado en el Desierto de Atacama en la Región de Antofagasta de Chile. Black & Veatch entregó la planta desalinizadora más grande de América que da servicio a la mina de cobre más grande del mundo.



## Descarbonización digital

Este aspecto de digitalización de la descarbonización a menudo se pasa por alto, se subestima o no se planifica junto con otras inversiones en infraestructura de descarbonización. La integración de una infraestructura inteligente para recopilar y monitorear datos que brinden información sobre la situación y las operaciones es fundamental para optimizar el rendimiento de los activos mineros.

La infraestructura inteligente de "descarbonización" es una combinación de automatización, tecnología de sensores y dispositivos de control combinados con análisis de datos y, cada vez más, inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (machine learning). La adopción de estas innovaciones ayuda a las compañías mineras a optimizar los recursos energéticos e hídricos. Al permitir que los operadores mineros monitoreen y administren activamente los sistemas en tiempo real, estos sistemas permiten a los operadores tomar decisiones operativas más inteligentes, evitando interrupciones, eliminando desperdicios innecesarios y ahorrando tiempo y dinero.

Por ejemplo, las aplicaciones digitales pueden optimizar el impacto de tecnologías individuales para mejorar el rendimiento de los sistemas de energía de una mina. Desde el punto de vista operativo, la adopción del mantenimiento predictivo de activos supervisa el rendimiento de los equipos en tiempo real, pronosticando y optimizando los programas de mantenimiento. Dichos avances ayudarán a mitigar las costosas interrupciones y otras fallas del equipo y extenderán el ciclo de vida del equipo. Además, el análisis prescriptivo permitirá una gestión autónoma, donde las máquinas actúan sobre la información extraída por la IA, ofreciendo aún más ahorros operativos a largo plazo.

La digitalización de los sistemas de energía y agua en la minería permitirá operaciones más eficientes y flexibles, reducirá la demanda de energía y las emisiones, y guiará los planes de gastos de capital a largo plazo que se centran en acelerar los esfuerzos de descarbonización.

## ¡Hablemos!

Para convertir los desafíos de energía, agua y medio ambiente que enfrenta el sector minero en oportunidades, las empresas mineras necesitan socios que se especialicen en integrar los muchos componentes de infraestructura necesarios para proyectos complejos. Desde energía convencional y renovable, suministro y reutilización de agua, soluciones de descarbonización y tecnología operativa, las soluciones de ingeniería, adquisición y construcción de Black & Veatch ayudan a los clientes a avanzar más y más rápido hacia el logro de sus objetivos de crecimiento, resiliencia y sustentabilidad.

**Busquemos formas  
en que Black & Veatch  
también lo ayude.**

**Contáctenos**