

REEMPLAZAR EL DIESEL

Esa es la apuesta de las grandes compañías para descarbonizar sus operaciones en el área mina rajo, que aportan un tercio de las emisiones totales de GEI de la minería del cobre. ¿Qué avances registran?



Sus números son impresionantes: hasta más de 20 metros de largo, 8 metros de alto y cerca de 10 metros de ancho, pudiendo cargar cerca de 300 toneladas en algunos casos y desplazarse a más de 60 km/h.

Son las características únicas de los enormes camiones de extracción minera (CAEX) que transportan el material desde los puntos de carguío de los yacimientos hacia diferentes destinos.

El gran pero es que la inmensa mayoría sigue operando en Chile, en las faenas mineras de cobre, en base a diésel, cuya combustión genera grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). A tal nivel, que el estudio "Emisiones de GEI en la minería del cobre al 2021 y análisis del contexto actual", desarrollado por Cochilco, reveló que el segundo proceso con mayor emisión total de GEI en el 2021 fue el de mina rajo, con 5.541 mil toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq), lo que representó un 33% de las emisiones totales de la minería del cobre. Un 91% de éstas provino justamente de las emisiones directas por el uso intensivo de diésel como combustible, principalmente por parte de los CAEX.

El informe detalla que el proceso que mayor combustible demanda es la mina rajo (78,5% del total usado en minería), donde el consumo se ha más que triplicado entre 2001 y 2021. *"Esto se explica, por un lado, por el incremento del 18,7% de la producción de cobre en ese lapso, lo que conllevó un mayor procesamiento de mineral, que creció un 119,4% en el periodo de análisis. También se debe a temas estructurales que enfrenta la minería como el decrecimiento en las leyes de las minas, de un 41,5% entre 2001 y 2021, lo que involucra una mayor cantidad de mineral a transportar para sostener un volumen de producción, y también al envejecimiento de los yacimientos. Esto último implica mayor profundidad de excavación y, por lo tanto, mayores distancias de acarreo del mineral desde su extracción hasta su procesamiento. Con la profundización de los rajos, la relación estéril-mineral aumentará más, lo que encarece el proceso también",* plantea el documento.

Y reafirma que el combustible más utilizado en los procesos de mina rajo es el diésel (99,99% en 2021), el principal insumo de los camiones extractores de mineral y que tiene un alto nivel de emisión de CO₂ eq.

Pese a este panorama, las empresas del sector, las asociaciones gremiales, las instituciones del Estado ligadas a la minería y expertos en general aseguran que esta realidad irá cambiando paulatinamente con el empleo de la electromovilidad y del hidrógeno verde (H₂v) como insumos de los equipos móviles del sector.

PRUEBAS CON HIDRÓGENO

En relación al uso de hidrógeno verde, el reporte de Cochilco resalta que la minería del cobre ha participado en las convocatorias de Corfo para *"implementar proyectos con el potencial de usar este nuevo combustible para el reemplazo del diésel en transporte en proceso mina (mina rajo/ mina subterránea)".* Destacan tres iniciativas: camiones duales (hidrógeno verde-diésel) usados para transporte de carga; adaptación de la operación de cargadores frontales de la minería subterránea de diésel a hidrógeno mediante celdas de combustibles sin emisiones; y proyecto de vehículos mineros (batería-hidrógeno verde) para desarrollar módulos de trenes de potencia híbridos que puedan emplearse también en camiones mineros.

En éstos y otros planes que van en la misma línea han participado grandes empresas mineras como Codelco, Sierra Gorda, Antofagasta Minerals, Collahuasi y Anglo American, entre otras.

"Al 2022 ya hay prototipos desarrollados, en tanto otros proyectos se están estudiando, evaluando y/o implementando. Con todo, de ser factibles técnica/económicamente y dar buen resultado, podrían permitir introducir estas nuevas tecnologías a nivel industrial minero", asegura el estudio de Cochilco.

Anglo American, en particular, presentó en mayo de 2022, en la mina de platino de Mogalakwena, en Sudáfrica, el primer camión minero propulsado por hidrógeno verde. Está diseñado para su plena operación gracias a un sistema de propulsión híbrido de una batería de Hidrógeno (H₂) de 2 MW, generando más energía que su predecesor a diésel.

A partir de este piloto, la empresa planea, en el corto a mediano plazo, convertir o reemplazar toda su flota actual de camiones a diésel, incluyendo los de sus operaciones en Chile, por sistemas de transporte de cero emisión propulsados con H₂v. En tal sentido, cabe recordar que en agosto de 2021 la compañía produjo en Chile la primera molécula de este combustible para vehículos cero carbono del país.

En otro hito, en septiembre de 2022, en Minera Centinela de Antofagasta Minerals, se inició la prueba del prototipo estacionario de un tren de potencia que funciona con hidrógeno. Su objetivo es desarrollar y validar la tecnología necesaria para reemplazar a futuro el uso de diésel en los camiones mineros de alto tonelaje por este combustible que no genera emisiones de gases de efecto invernadero. Este proyecto es impulsado por el Consorcio Hydra, que cuenta con la participación de entidades públicas y privadas.

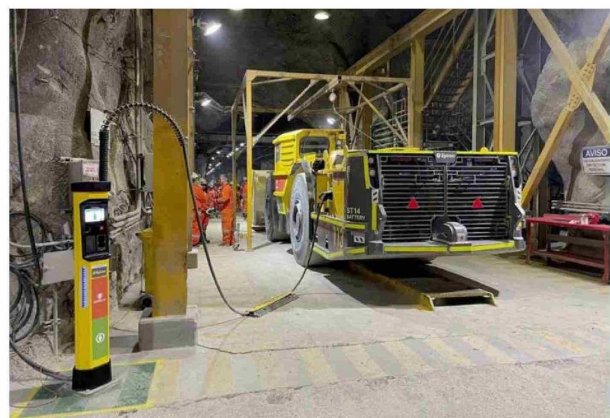
Al término de este piloto se espera tener la información suficiente para validar técnicamente el modelo. Y contar con el conocimiento de cómo sería el diseño, costo de construcción, operación y mantenimiento de un camión minero, reemplazando el motor diésel por un sistema híbrido en base a hidrógeno mediante una celda de combustible y baterías eléctricas.

LA OPCIÓN ELÉCTRICA

En Cochilco acotan que otras alternativas de desarrollo de nuevas tecnologías para transporte bajo en emisiones en mina, además del uso del hidrógeno verde, han sido discutidas y planteadas por empresas y expertos ➔

DATO

79,7 Por ciento de las emisiones directas de GEI de la minería del cobre en Chile en 2021, equivalentes a 5026,4 Kt CO₂, provinieron de las operaciones de extracción desde el área de mina rajo.



En Codelco El Teniente opera el primer cargador LHD 100% eléctrico de Sudamérica.

➔ mineros. Entre ellas figuran el “transporte de carga u otro exclusivamente con baterías o con el uso de catenarias, que podrían ser parte de la solución de transporte pesado para la minería, así como el futuro uso de combustibles sintéticos, que podrían ayudar a la transición de los motores diésel a motores o dispositivos de bajas emisiones”, especifica.

La electromovilidad, en particular, se visualiza como una opción más inmediata de implementar en la minería del cobre. En algunas operaciones, de hecho, ya se ocupan taxis y buses eléctricos para el traslado de trabajadores y de equipos en zonas de operación, utilizándose rutas que tienen ciertas complejidades como caminos con nieve durante el invierno. “Estos vehículos se enfrentan así a condiciones reales de una operación minera con el fin de validar variables tecnológicas, de negocios y de sustentabilidad. Lo anterior, contribuirá a entender la nueva tecnología e identificar los desafíos para extrapolarla, incorporarla y escalarla a otros procesos. También progresivamente se han ido introduciendo equipos como palas y sistemas de tracción de camiones eléctricos”, revela el informe de Cochilco.

CASOS CONCRETOS

Camiones eléctricos de alto tonelaje ya se están probando en la minería del cobre de nuestro país. Por ejemplo, en el proyecto de cátodos de cobre Óxidos Encuentro, de la faena Centinela de Antofagasta Minerals, lo hacen cinco equipos de este tipo desde 2022. Los vehículos, modelo Liebherr T 264, con una capacidad de carga útil nominal de 240 toneladas, permiten tiempos de ciclo más rápidos y una mayor capacidad de carga en el desarrollo de las actividades extractivas en la mina, la que produce 50.000 toneladas de cátodo de cobre al año.

A su vez, Enel X y SQM probarán la autonomía de desplazamiento, capacidad de trabajo y operatividad del “E-Truck”, camión eléctrico de 28 toneladas que operará en las faenas de SQM en la Región de Antofagasta,

DATO

1 Novedoso acondicionador para el diésel ya está disponible en Chile en sectores como la minería. Se trata de SulNOxEco Diesel Conditioner, producto biodegradable que trata este combustible para lograr una mejora significativa de la combustión y una disminución del material particulado. Lo ofrece Industry Efficiency Solutions (IES).



Enel X y SQM probarán la autonomía de desplazamiento, capacidad de trabajo y operatividad del camión eléctrico “E-Truck”.

para lo cual Enel X instalará junto a la compañía minera un cargador de alta potencia, único en Chile. La máquina realizará rutas de 86 kilómetros por tramo, desde la planta Coya Sur, ubicada en María Elena, hasta el puerto de Tocopilla, estimándose un recorrido mensual de más 7.500 kilómetros, evitando la emisión de aproximadamente 12 toneladas de CO₂ al año.

En etapa de estudio, en tanto, hay varias otras iniciativas. Una de ellas la impulsa la faena de cobre Antucoya (Antofagasta Minerals), que analiza, junto con diversos centros especializados, la factibilidad de convertir camiones CAEX a equipos 100% eléctricos a través de la incorporación de pack de baterías en reemplazo del motor diésel, además de validar el sistema de electrificación de estos modelos. El proyecto tiene un potencial de reducción de 55.767 toneladas de CO₂ para toda la flota de camiones de la mina.

Por su lado, Caserones (Lumina Copper) busca determinar la factibilidad para reemplazar la combustión de hidrocarburos de los camiones mineros por un tren 100% eléctrico, avanzando de esta forma hacia una operación más eficiente desde las perspectivas técnica y medioambiental. Para eso, firmó un convenio con la empresa suiza Retrofitting to Zero (RTZ), que en alianza con el Centro de Innovación Tecnológica Suiza de Biel y su “Centro de Tecnologías en Baterías” ejecutan un proyecto de desarrollo de ingeniería de perfil que concluiría en los próximos meses.

Los beneficios principales de la iniciativa son el cero consumo de diésel y, con ello, la nula emisión de gases efecto invernadero. A lo anterior se suma una mayor eficiencia energética y la posibilidad de lograr mayor potencia de motor y rapidez de conducción gracias a la utilización de componentes más eficientes.

ESCONDIDA Y CODELCO

Minera Escondida (BHP) no se ha quedado atrás y trabaja, desde septiembre de 2022, en un proyecto con Caterpillar y Finning para reemplazar toda la flota de camiones de acarreo, que suman más de 160, una de las más grandes del mundo. “Los nuevos camiones eléctricos Caterpillar 798 AC, que comenzarían a llegar en el segundo semestre de 2023, contarán con tecnología que ofrece mejoras significativas en la capacidad de movimiento de materiales, en eficiencia, confiabilidad y seguridad, y generarán un impacto positivo en iniciativas clave para el futuro, como la descarbonización, la diversidad y la inclusión, las tecnologías autónomas, y el desarrollo de capacidades locales”, señalan en la compañía.

Codelco, como la mayor empresa cuprífera del mundo, también exhibe avances en este ámbito. En su División El Teniente, avanza en la fase de pruebas el primer cargador LHD 100% eléctrico de Sudamérica, que tiene una capacidad de carga de hasta 14 toneladas y no genera emisiones directas de GEI. El equipo, en operaciones en la mina Diabolo Regimiento, estaba culminando su primera etapa de pruebas, tras lo cual se realizaría una evaluación preliminar de su desempeño para continuar con el segundo ciclo del piloto por otros seis meses.

La Corporación es también una de las empresas fundadora de la Alianza Komatsu GHG para el desarrollo de camiones mineros CAEX cero emisiones. En el marco de esta colaboración, la minera ha puesto a disposición su valiosa data, equipo humano y análisis conjunto para el desarrollo de estudios de prefactibilidad de distintas fuentes de energía limpia para su uso en el desarrollo de camiones libres de emisiones de Komatsu.

Estos equipos, bajo el concepto “power agnostic”, tendrán posibilidades de eliminar el diésel como combustible y optar por opciones como la electricidad e incluso hidrógeno.

Cabe agregar que Komatsu está apostando por el desarrollo de camiones Omni Drive de alto tonelaje con opción de HFC (Hydrogen Fuel Cell) hacia fines de esta década. 