

El hecho de imaginarse un gran camión en un rajo minero no es suficiente para dar cuenta del impacto que tiene este tipo de maquinaria al interior de una compañía minera. el profesor Manuel Reyes-Jara, ingeniero civil matemático, PhD(c) en Inge-

2013/2014 elaborado por Grupo Editorial Editec, en el país existe un universo de 1.592 camiones identificados, contando las faenas mineras de mayor tamaño. La participación de mercado de los camiones grandes fuera de carretera (sobre 50 ton de capacidad) es la siguiente:

Camiones mineros

Gigantes en tamaño y relevancia

nería de Minas de la Universidad de Chile, comenta que para tener un primer acercamiento a la importancia de estos equipos es necesario saber que “un camión grande en minería cuesta actualmente en torno a US\$4 millones, demora al menos dos años en estar operativo en mina después de haber puesto su orden de compra (también es factible arrendarlos, acota) y tiene una vida útil en torno a 15 años”. Y para enfatizar su punto, agrega que en una típica mina grande chilena operan entre 60 y 100 de estos vehículos.

Según datos del Catastro de Equipamiento Minero

Caterpillar 52%, Komatsu 44% y Liebherr con el 4%. Reyes-Jara destaca que, dada la importancia de estos equipos, las decisiones de compra de un camión son críticas, deben realizarse con mucha anticipación, e influirán durante muchos años en su operación y mantenimiento. Es más, advierte que la relevancia de los camiones tras-

Perfeccionar la tecnología de sistemas autónomos, **así como el desarrollo de camiones más livianos son**, según los expertos, algunas de las tendencias en las que se requiere avanzar.





Fotografía: Juan Carlos Recobal - MINERIA CHILENA

ciende y llega a incidir en el diseño de un rajo, y “esto es un factor muy importante”, remarca el especialista.

Al respecto, explica que el proceso de cálculo de un rajo es posterior a la definición de los recursos

geológicos y consta de dos etapas principales: primero, la optimización matemática de las fases, y segundo, el diseño operativo de rampas, bancos y taludes. “La diferencia en el valor económico del proyecto entre estas

dos etapas puede llegar a un 40%. Esto se debe a que, para sustentar los caminos eventualmente se requiere dejar mineral que estaba planificado extraer o viceversa, extraer estéril adicional, pese a que el algoritmo matemático aconsejaba lo contrario. En la práctica, es el diseño de caminos lo que define la forma del rajo, más que la optimización matemática”, asevera Reyes-Jara.

Llevándolo al tema de los camiones, dependiendo de las dimensiones y características de seguridad y maniobrabilidad que tengan estas unidades, se requerirá rampas más o menos anchas y *switchbacks* más o menos pronunciados. “Esto afecta notablemente el ángulo global del rajo y, por tanto, la razón estéril - mineral. Al ser los camiones más grandes (dada la tendencia al gigantismo por parte de la industria), tienen una menor capacidad de acomodarse a formas más ajustadas al óptimo matemático del diseño de las rampas”, destaca el académico.

Contradicciones de las tendencias

Es un hecho conocido que así como la industria de los camiones ha tendido al gigantismo, también ha buscado una mayor autonomía de estos vehículos. Sin embargo, Reyes-Jara comenta que así como el mayor tamaño “implica menores velocidades, requerimiento

de mayor espacio en las rampas y *switchbacks* más amplios, además de una compra o arriendo más difícil y larga de gestionar, entre otros aspectos”, la otra tendencia también presenta algunos contrapuntos.

Según el especialista, la automatización de los camiones, entendida como autonomía (es decir, sin conductor humano, ni siquiera remoto), implica un apego al plan de extracción, el que, sin embargo, puede no cumplir con el plan de producción de corto plazo, asociado a indicadores mensuales o trimestrales. “Allí nace la necesidad de ‘apagar’ el camión autónomo y manejarlo en forma manual, a fin de clavarse sobre aquellos puntos cuyas leyes o minerales permiten cumplir las cuotas. Esto impacta en el plan de largo plazo, pues se estarían trayendo al presente minerales que estaban programados para el futuro, cambiando el valor de las reservas”, asegura Reyes-Jara.

Adicionalmente, los camiones autónomos requieren de rampas con mayor mantención y una construcción de bancos (en particular taludes), que minimicen la caída de material; ello, porque al menos con la tecnología actual, los camiones tienen problemas para evitar colpas en su camino, a diferencia de lo que ocurre con un conductor humano. Desde el punto de vista de las cifras existen conclusio-

nes en direcciones opuestas. Según un estudio del profesor John Meech, de la Universidad de Columbia, citado por Reyes-Jara, los camiones autónomos impactan en un aumento de la producción entre un 15% a un 20%; en disminución del consumo de combustible entre un 5% y un 15%; cifras similares para el desgaste de neumáticos; aumento de la utilización cercana al 10%; y un costo de mantenimiento inferior al 8%.

En contrapartida, agrega que según una reciente investigación desarrollada en una memoria de ingeniero civil de minas de la Universidad de Chile, la producción es mayor en torno a un 15% para el caso de la conducción manual de los camiones, lo que se explica principalmente por menos detenciones y mayores velocidades, también mayores utilidades y disponibilidades.

Sin embargo, el profesor advierte que una mayor producción y cumplimiento de indicadores de corto plazo no equivale a un mayor valor del negocio. “Por tanto, desde el punto de vista cuantitativo, no hay certeza de cuál sistema es mejor”, señala el especialista.

Manuel Reyes-Jara advierte que la relevancia de los camiones trasciende **y llega a incidir en el diseño de un rajo**, y “esto es un factor muy importante”, remarca el especialista.

Mejoras

Fernando Machuca, académico del Departamento de Ingeniería en Minas de la Universidad de Santiago de Chile, detalla a MINERÍA CHILENA otras tendencias que se pueden contar dentro del reciente desarrollo de los grandes camiones:

Uno de los retos para la industria de grandes camiones es disminuir el peso del camión vacío.



Fotografía gratuita de iStock - Caterpillar