



DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS POR HORA EN NEUMÁTICOS DE CAMIONES MINEROS

En Chile, el sector industrial de la minería del cobre es uno de los más grandes del mundo, es así como en sus faenas mineras, se concentra una enorme cantidad de flotas de camiones para la extracción de material (ver Tabla 1). Estos camiones son cargados generalmente por palas y transportan el material con valor económico al chancador para disminuir su tamaño y posteriormente de innumerables procesos, obtener cátodos o concentrado de cobre. El material sin valor económico es transportado a distintos sectores para su destino final denominados botadores. En la Figura 1, muestra en forma esquemática esta dinámica.

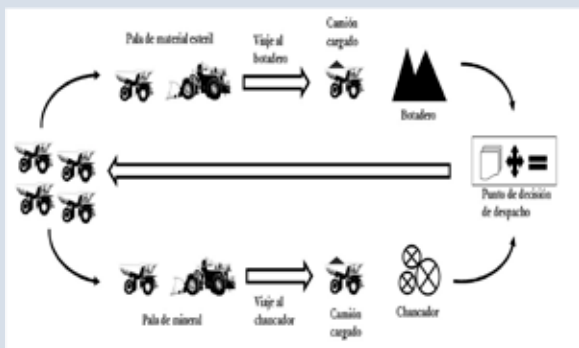


Figura 1: Esquema de funcionamiento de la extracción de material de una mina.

El mercado mundial de neumáticos para camiones mineros está dominado por los fabricantes, como Bridgestone y Michelin. Sus expertos asesoran a las distintas faenas mineras sobre el uso y rendimiento de sus productos. En general, los proveedores sugieren como regla que un neumático nuevo debe operar primero 1/3 de su tiempo de vida en posiciones delanteras y posteriormente 2/3 en posiciones traseras.

Lo anterior, se justifica por un mejor aprovechamiento del producto y por las condiciones de operación del equipo dado que el peso que soportan cada unidad de neumático en posiciones delanteras, duplica al de las posiciones traseras.



Por: **VÍCTOR BARRIENTOS BOCCARDO**

Jefe de Mantenimiento Mina en CAP Minería - Chile

Tabla 1: Cantidad de camiones en los mayores productores de concentrado de Cobre

(Corresponde a información pública disponible, no representando necesariamente la situación actual)

Ranking	País	Capacidad camión minero	Unidades
1ro	Chile	360 ton	114
		330 ton	26
		290 ton	8
		225 ton	20
2do	Perú	290 ton	6
		225 ton	82
3ro	Chile	360 ton	7
		290 ton	63
		225 ton	33
4to	Perú	290 ton	50
5to	Perú	290 ton	62
		225 ton	52
6to	Chile	330 ton	52
		360 ton	15
7mo	Chile	330 ton	68
		330 ton	13
		290 ton	51
8vo	Chile	290 ton	8
		225 ton	8
Total de 730 equipos equivalente a 4.380 de neumáticos rodando			

Innovar desde las operaciones

Después de diez años de liderar la gestión de neumáticos en distintas faenas mineras de forma tradicional, se quiso analizar el proceso de gestión a través de nuevas miradas para encontrar asociaciones entre variables nunca exploradas. En innovación, se dice que debemos describir los "insight" que podríamos decir que es "una forma novedosa e interesante de observar el problema que queremos resolver". Nuestra metodología consistió en la utilización de las técnicas de innovación para buscar nuevas miradas o "insight" en todos los procesos asociados a la gestión de los neumáticos mineros. Para reconocer que hemos descubierto un "insight", se debe cumplir al menos con dos de las siguientes características; a) revela conductas profundas no reveladas previamente, b) sugiere un potencial para disrupción c) desafía las convenciones actuales de la industria y/o el mercado d) inspira a unos y crea incomodidad en otros y e) crea un momento de sorpresa en el cual se piensa diferente.

Nuestra metodología toma como antecedente un concepto de Clayton Christensen, el académico estadounidense y referente



mundial en innovación disruptiva. Christensen subraya que, uno de los desafíos es definir el propósito mayor de las personas u organizaciones. Para determinar este propósito se deben responder interrogantes básicas como ¿Cuál es la necesidad real? Y al respondernos esta pregunta dado la actual contingencia de las operaciones minera en todo el mundo, la necesidad es la reducción de los costos por hora para todos sus gastos, incluyendo los neumáticos. Con los antecedentes anteriores, nos enfrentamos a una disociación entre la regla planteada por los fabricantes que es "maximizar el rendimiento" y la necesidad resultante por el nuevo escenario de "operar con los mínimos gastos". Esta incongruencia nos mostró una oportunidad para innovar.

Otro referente a nivel mundial en temas de innovación es Larry Keeley, el cual categoriza las innovaciones en diez tipos, para las cuales una de ellas la denomina de "innovación en los procesos". A su vez, estas innovaciones de procesos las dividen en doce formas, las cuales pueden adoptar las empresas para su proceso de agregación de valor (Tabla 2).

Tabla 2: Tipos de innovaciones en los procesos (Larry Keeley)

Innovaciones en los procesos claves del negocio	
Estandarización de procesos	Producción liviana
Localización	Diseño estratégico
Eficiencia en los procesos	Propiedad intelectual
Manufactura flexible	Generado por el usuario
Procesos automatizados	Análisis predictivo
Múltiples proveedores	Producción bajo demanda

Al realizar las consultas a los distintos fabricantes de neumáticos para camiones minero, descubrimos que la sugerencia técnica de operar en la razón 1/3 de la vida del neumático en posiciones delanteras, tiene más que ver con un tema de reutilización de los mismo para posiciones traseras, que por un tema técnico de acumulación de esfuerzos sobre ellos. Dado lo anterior nos preguntamos ¿Cómo podemos relacionar la frecuencia de rotación y los niveles de inventarios de neumáticos reutilizables para posiciones trasera, para minimizar su consumo? Esta nueva relación fue modelada y después de sucesivas iteraciones, se obtuvo la frecuencia de rotación que minimice los consumos de neumáticos nuevos. Esta frecuencia la denominamos "frecuencia óptima" y es para la cual se minimizan los consumos de neumáticos nuevos desde bodega y por ende, la que entrega los menores costos por hora. Analizando los resultados obtenidos de las simulaciones, nos dimos cuenta de que para trabajar en esta "frecuencia óptima", es requisito indispensable, que los procesos de reparaciones de neumáticos reutilizables para posiciones traseras, debe ser lo más rápido posibles, es decir seguir el concepto de "just in time", de no ser así, se produciría el efecto contrario de aumento en el consumo de unidades nuevas por faltas de stock.

En la Figura 2, se muestran las distintas fuerzas a las cuales está sometido un camión minero y sus neumáticos. Estos equipos poseen dos neumáticos en posiciones delanteras y cuatro en posiciones traseras.

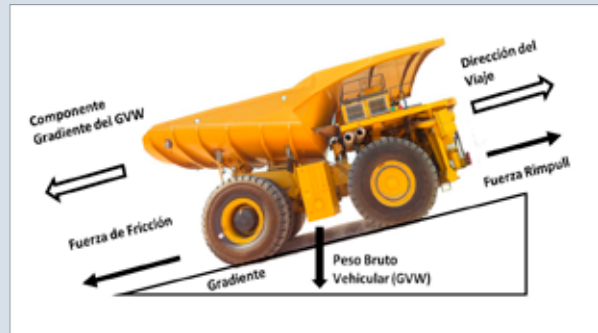


Figura 2 Diagrama de fuerzas sobre un camión minero

Aprovechando las ventajas competitivas

Para la validación de los resultados entregados por la simulación, se planteó la idea de comenzar a trabajar a la "frecuencia óptima", en una faena minera la cual denominaremos "A". Para la faena minera en estudio se realizó una detallada revisión de todas las etapas de gestión de los neumáticos, y pudimos encontrar a lo menos dos ventajas competitivas (elementos que la competencia no puede igual y que son permanentes en el tiempo), que corresponde a los siguientes aspectos a) predictibilidad del consumo de neumáticos nuevos y b) distancia a los centros de reparación de neumáticos.

Con respecto a la predictibilidad del consumo de neumáticos esto se debe a que, en la faena minera en estudio, existe un buen nivel de limpieza de las pistas lo que hace que ocurran un mínimo de cortes en neumáticos que generen como consecuencia retiros prematuros. Dado lo anterior, las proyecciones de consumo de neumáticos nuevos se cumplen con el mínimo de variaciones. Para los neumáticos reutilizables para posiciones traseras ocurre la misma situación. Conceptualmente, mientras menores variaciones tenga la demanda de un bien, menores son los niveles de inventarios que requiero para satisfacer esta demanda. En benchmarking realizado con otras ocho faenas mineras que utilizan la misma medida de neumáticos (Tabla 3), podemos observar que la faena minera "A" tiene los más altos porcentajes de neumáticos dados de bajos por desgaste, lo que confirma la cultura del cuidado de la pista.

Tabla 3: Benchmarking para ocho faenas mineras

Faena minera	Porcentaje de neumáticos dado de baja por desgaste
A	82 %
B	27 %
C	25 %
D	14 %
E	4 %
F	0 %
G	0 %
H	0 %

Resultados y conclusiones

En el transcurso del desarrollo de esta iniciativa aplicada a la faena minera "A" por el período de veinticuatro meses, se realizaron variadas



modificaciones a las formar de operar existentes hasta ese momento, con lo anterior se obtuvieron disminuciones en los costos por hora de más de una 30% y los tiempos de logística para los neumáticos reutilizables disminuyeron en un 70%. De igual forma, al comparar los resultados de los últimos dos años de operación con la faena minera "B" que es la que tiene los menores costos por hora del benchmarking realizado, se aprecia que en esta se mantuvieron constantes en el tiempo, mientras que en la faena minera "A" bajaron de forma sostenida. En la figura 3 se muestran gráficamente estas evoluciones en los costos por hora para un período de cuatro años.



CON RESPECTO A LA PREDICTIBILIDAD DEL CONSUMO DE NEUMÁTICOS, EL BUEN NIVEL DE LIMPIEZA DE LAS PISTAS HACE QUE OCURRAN UN MÍNIMO DE CORTES EN NEUMÁTICOS.

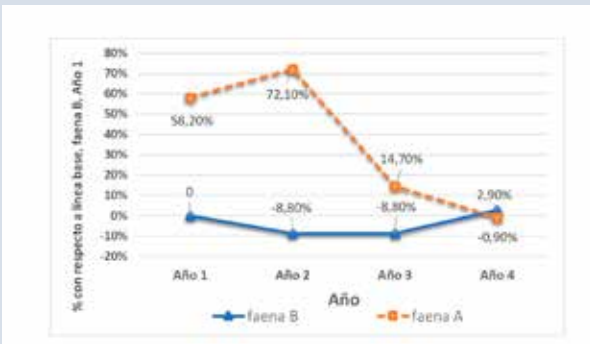


Figura 3: Evolución de los costos por hora entre dos faenas mineras.

Al mirar este trabajo desde la óptica de la innovación, se puede categorizar como "eficiencia en los procesos", aquí logramos producir lo mismo (*transportar el material del proceso minero*) con un menor uso de recursos (*menor consumo de unidades de neumáticos nuevos*). De igual forma, pudimos establecer una correlación entre las variables que antes no existía. Estas tres variables son; la frecuencia de rotación, los tiempos de logística por reparación y los niveles de inventario de neumáticos reutilizables, los cuales deben estar perfectamente sincronizadas para obtener los objetivos esperados. Mayores detalles de los trabajos realizados para obtener estos resultados se pueden encontrar en el libro *Mantenimiento de Equipos en Minas a Cielo Abierto*, de la editorial RIL.