



Tendencias de bombas en la minería:

Hacia una mayor eficiencia y confiabilidad

Equipos más confiables y eficientes, que garanticen una operación con el mayor grado de continuidad posible, constituyen algunas de las preocupaciones respecto al uso de bombas en la industria minera.

En minería el uso de bombas es fundamental para la continuidad de las operaciones, a tal punto que bien se las podría considerar como verdaderos corazones encargados de la circulación de todos los componentes líquidos en las instalaciones de las faenas.

Por lo mismo, su incidencia en los costos operacionales, por concepto de repuestos, consumo energético o pérdidas de producción, entre otros factores, es significativa.

Desde los inicios de la actividad minera, se privilegió el diseño y transporte de fluidos en forma gravitacional. Con el transcurso de los años, se tuvo la necesidad de hacer frente a todo tipo de dificultades impuestas por la topografía y la reología de los fluidos, lo que impulsó la investigación y el desarrollo de nuevos y sofisticados tipos de bombas y materiales.

La evolución de estos equipos se ha visto acelerada desde la Revolución Industrial, donde las bombas centrífugas han sido consideradas las "reinas" por excelencia, gracias a la irrupción de la máquina de vapor como principal medio de accionamiento.

Inicialmente, los equipos utilizados en la minería fueron bombas centrífugas horizontales, sumergidas y luego verticales. Dada las exigencias del medio, aparecieron nuevos tipos de motobombas y para un variado tipo de fluidos, entre las que destacan las bombas multi-etapas, de diafragma, las de desplazamiento positivo y las bombas dosificadoras de productos químicos.

A juicio del académico del Departamento de Ingeniería en Minas de la Universidad de Santiago de Chile, Juan Pablo Hurtado, la electricidad y los motores de combustión permitieron un avance sin precedentes en sus usos y aplicaciones, desde el drenaje de minas hasta el transporte de pulpas. A partir de allí han ido evolucionando los materiales desde el hierro fundido y bronce hasta materiales actuales de alta resistencia como el HDEP, materiales compuestos como la fibra de carbono, entre otros.

"El estado del arte respecto de este tipo de equipamiento está en conducir cada vez mayores caudales a mayores alturas de elevación, producir materiales cada

Uno de los desafíos que actualmente deben enfrentar las compañías mineras es la necesidad de incrementar las capacidades de procesamiento de minerales, por lo que las bombas se vuelven aliados esenciales en tal labor.

vez más resistentes a la presión, abrasión, a la corrosión química y electroquímica, a la corrosión por tensión y a altas temperaturas; como también hacer frente al tema de la eficiencia energética a través de la producción de equipos de alto rendimiento electromecánico", sostiene el ingeniero Civil Hidráulico de la Universidad de Chile y Gerente Técnico de Hidrocorr Ltda., Héctor Buzeta.

Gracias a esta evolución, el conocimiento de los operadores y la ingeniería han llevado a una mejora sustancial de estos equipos que se ofrecen en el mercado.

"Hoy el cliente sabe mucho más que ayer. Por otra parte, es sabido que un buen punto de equilibrio se produce al solicitar no sólo una compra-venta de un equipo, sino una compra + venta + servicio de puesta en marcha + operación, para el caso de bombas de nivel crítico en una operación", dice Jaime Zavala, ingeniero Civil Metalúrgico de la Universidad Arturo Prat.

Innovaciones tecnológicas

Las innovaciones tecnológicas en este tipo de equipos no han estado ausentes.



En minería el uso de bombas es fundamental para la continuidad de las operaciones.

De acuerdo a Buzeta, éstas pueden resumirse en aplicaciones para un gran espectro de fluidos, variadas reologías, para un amplio rango de caudales de operación y alturas de elevación.

"Ello se refleja en un mejoramiento continuo de los rendimientos electromecánicos (eficiencia energética), cuyo diseño de componentes se realiza hoy día por modelamiento matemático (elementos finitos) para casos especiales, y donde la ciencia de los materiales es la clave fundamental para producir nuevas aleaciones resistentes al contacto directo de fluidos altamente agresivos y/o abrasivos", asevera el especialista.

Otro aspecto son los avances alcanzados en los conceptos mecánicos, hidráulicos y constructivos para obtener la máxima eficiencia operacional de estos equipos.

"Un aporte significativo corresponde a los materiales de construcción. Dependiendo del tipo de aplicación de la bomba, nos concentramos en aspectos de dureza o de resistencia a la corrosión, donde existe una gran gama de materiales en la metalurgia de las bombas", señala Zavala.

Pese a estos progresos, uno de los desafíos que actualmente deben enfrentar las compañías mineras es la necesidad de incrementar las capacidades de procesamiento de minerales, por lo que estos equipos se vuelven aliados esenciales en tal labor.

Al respecto, para Zavala, dicho reto lleva consigo otro más importante referente a la cantidad de automatización que se requiere.

"Podemos tener bombas de muy alta calidad y eficiencia, pero muchas veces estas unidades de bombeo en las plantas están por debajo de su disponibilidad por no haber seleccionado un buen tipo de control y automatización. En variadas ocasiones, la automatización es incrementada por tratar de lograr la máxima eficiencia, pero no es menos cierto que esta automatización en algunos casos dificulta la operación de los equipos, y para ello es recomendable tender al equilibrio entre protección-automatización y operación", indica.

En ese sentido, según Buzeta, primeramente la optimización de los procesos



*Héctor Buzeta,
gerente Técnico
de Hidroper Ltda.*

juega un rol crucial ya que requiere de adecuados diseños, seguido de adecuados programas de operación y mantenimiento, que garanticen o acoten las variables de control a las condiciones nominales actuales y futuras, dentro de la vida útil del proyecto. Cumplido lo anterior, el paso siguiente es hacer más eficiente el proceso.

Gestión eficiente

Un óptimo funcionamiento de las bombas hoy se entiende sólo con una



La actual tendencia del uso de agua de mar en las operaciones mineras ha llevado al uso de bombas de alta potencia y capaces de desplazar grandes cantidades de líquido desde el mar hasta las faenas.

gestión eficiente de energía en el uso de estos equipos en las operaciones mineras.

“La industria está apostando por el ahorro en bombeo, considerando los sistemas de ahorro de energía tales como, la implementación de sistemas variadores de velocidad, tipos de transmisiones, ajustes mecánicos, tipos de sellos, rodamientos y otros aspectos tan sutiles como formas de impulsores y calidad superficial de los materiales internos de la bomba, ya que todos estos suman o restan al ahorro de energía como concepto interno y externo de la bomba”, menciona Zavala.

Una opinión distinta tiene Buzeta, para quien no basta con los esfuerzos de las empresas proveedoras de equipos de bombeo, en cuanto a maximizar los rendimientos de operación de sus componentes en el corto y largo plazo con programas de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo. “Tampoco bastan las normativas que gestionan la eficiencia energética a través de distintos procedimientos, como lo son la UNE 16001:2009 ó la ISO 50001:2011”, expresa.

Lo que realmente hace falta, a juicio de Buzeta, es un cambio de conciencia, y “no sólo de quienes tienen la responsabilidad del diseño de las obras y de la operación y mantención de los sistemas de bombeo de fluidos, sino de las grandes compañías, que en muchas ocasiones han privilegiado

otros aspectos por sobre la sustentabilidad ambiental”, manifiesta.

El desafío del agua de mar

Asimismo, los desafíos han estado marcados por la actual tendencia del uso de agua de mar en las operaciones mineras, lo que ha llevado al uso de bombas de alta potencia y capaces de desplazar grandes cantidades de líquido desde el mar hasta las faenas.

Frente a esta realidad, Buzeta señala que en Chile y el mundo existe menos de 20 años de experiencia en la conducción directa de agua de mar para la gran variedad de minerales e hidrometalurgias asociadas a distintas calidades de agua. La experiencia probada son los sistemas que utilizan agua fresca de lagunas, ríos superficiales o subterráneos, o aquellos que primeramente realizan una osmosis inversa, y luego bombean el agua tratada.

No obstante, en el reciente “Workshop de Corrosión para la Minería Corrosiva”, Minera Esperanza expuso su experiencia, menor a cinco años, respecto de este tema, y no sólo en el ámbito de los equipos de bombeo, sino en el sistema completo de conducción (144 km en 36” y 38”, con 2.500 m³/h bombeados; y con tan sólo tratamiento de filtrado, electrocloración para el control microbiológico y aplicación de inhibidor de corrosión).

“Hasta el momento, la respuesta de los equipos y de la conducción ha sido adecuada y acotada a las tasas de corrosión de diseño. Para ello, se han implementado estrictos controles de la corrosión interior y exterior de los ductos y de las estaciones, así como también estrictos controles de mantenimiento y gestión del mismo”, argumenta Buzeta.

Sin embargo, el especialista cree que a través de la ciencia de los materiales, la electroquímica y el análisis avanzado de fallas se debieran lograr diseños de equipos de bombeo operando en condiciones muy adversas y severas. Esto, para hacer frente a los dañinos y peligrosos efectos de la corrosión por cavitación, de la corrosión bajo tensión, por cloruros, de la biocorrosión y de muchos otros aspectos asociados a la conducción directa de aguas altamente agresivas, como lo es la conducción de agua de mar no tratada. ■

*Un óptimo
funcionamiento
de las bombas
hoy se entiende
sólo con una gestión
eficiente de la
energía en el uso
de estos equipos
en las operaciones
mineras.*



Jaime Zavala, experto en el tema, considera que el conocimiento de los operadores y la ingeniería son sustanciales en la operación de las bombas mineras.