

## Informe Técnico

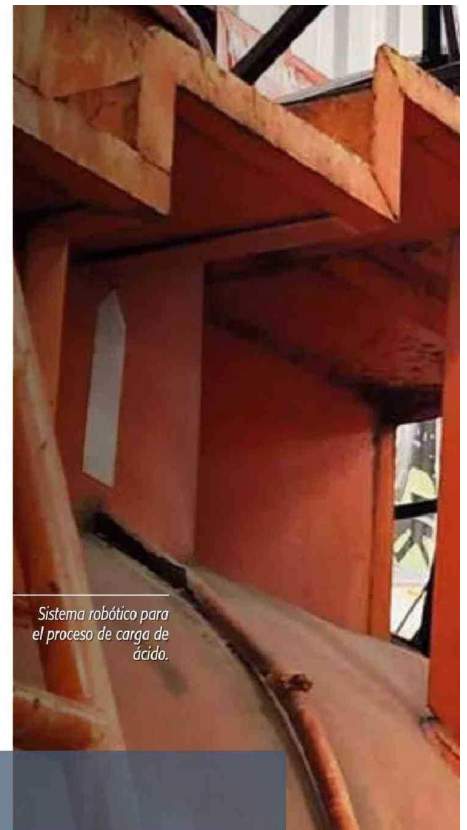
**E**l desarrollo de la robótica ha tenido un impacto significativo en la industria, especialmente en términos de eficiencia y productividad. La tecnología ha logrado avances notables en el desarrollo de vehículos autónomos, los cuales funcionan sin operador a bordo, y en la teleoperación de procesos; así también, la creación de equipos que puedan recorrer lugares de difícil acceso. Estos avances han permitido optimizar las operaciones, reduciendo los tiempos de inactividad y mejorando la seguridad al minimizar la exposición de los trabajadores a ambientes riesgosos.

Para Javier Ruiz del Solar, director ejecutivo del AMTC (Advanced Mining Technology Center), "los principales beneficios son tener una actividad más segura, alejando a los operadores de ambientes hostiles y actividades peligrosas". Asimismo, el profesional añade que "además, una mayor eficiencia se traduce en menores costos de mantenimiento, reducción de tiempos muertos por cambios de turno y la posibilidad de explotar sectores donde los riesgos inherentes de operar con presencia humana hacen que solo sea factible una operación automatizada".

A su vez, Daniel López, gerente de Desarrollo de Negocios de Godelius, resalta que "la robótica ha tenido un impacto extremadamente relevante. Comenzó su inserción en la industria minera con un en-

foque muy orientado hacia la seguridad de los procesos; luego, el ramp-up fue mejorando cada vez más". A lo anterior, el experto precisa que "actualmente es claro que el desarrollo de la robótica ha traído casos de negocios eficientes en costos y en productividad, sin dejar de lado la seguridad. Lo bueno es que este impacto cada vez va a ser más acelerado, por lo cual ver robots en minería, en ambientes estructurados y no estructurados, se va a transformar en algo común".

ese sentido, Ruiz del Solar comenta que "al incorporar maquinaria automatizada podemos alejar a los operarios humanos de ambientes hostiles, por ejemplo, con ruido y polvo en suspensión, o peligrosos, y relocalizarlos en lugares donde puedan realizar su trabajo de manera segura. Esto incluye labores de supervisión de vehículos autónomos o de teleoperación de distintos procesos mineros o metalúrgicos. Los Centros Integrados de Operación son un buen ejemplo de esto último".



Sistema robótico para el proceso de carga de ácido.

## Robótica:

# El camino hacia un futuro seguro y sostenible

Del mismo modo, López destaca que "la robótica hoy está impactando no solo las operaciones y faenas actuales para hacerlas más eficientes, sino que cada vez está tomando más importancia en el diseño".

### Ventajas

Como se ha mencionado, la seguridad es una de las principales ventajas que se visualiza en la industria con la inclusión de la robótica. En

En esa misma línea, Naldo Caro, Senior Business Manager de Maquintel, enfatiza que "el uso de robots en lugar de operarios humanos en tareas riesgosas de la minería ofrece una serie de ventajas significativas, especialmente cuando se trata de mejorar la seguridad, la eficiencia y la productividad en entornos de trabajo complejos y peligrosos". Entre las principales ventajas, Caro detalla que "uno de los

beneficios más importantes de utilizar robots en la minería es la mejora en la seguridad; también se considera la operación en ambientes extremos ya que los robots están diseñados para operar en condiciones donde los humanos no podrían trabajar; reducción de errores humanos; incremento en la productividad; minimización del impacto en la salud humana, entre otras". Así también, el ejecutivo

**Expertos afirman** que esta tecnología optimiza las operaciones mineras **al minimizar la intervención humana en ambientes complejos**, mejorando la eficiencia en cada proceso.



**Informe Técnico**

**ro más**

profundiza que “el uso de robots en lugar de operarios humanos para tareas riesgosas en la minería representa una evolución crucial para la industria. Gracias a su capacidad de operar en condiciones extremas, su alta precisión, y su potencial para mejorar la seguridad y reducir costos, los robots no solo optimizan la productividad, sino que también protegen a los trabajadores y el medio ambiente”. En tanto, la visión de Godelius es que “la robótica tiene el potencial de reducir la exposición de las personas a tareas riesgosas, ambientes hostiles, espacios confinados y condiciones extremas que

muchas veces se enfrentan en la actividad minera. Reducir la exposición de las personas a este tipo de tareas, condiciones y ambientes trae beneficios como mejorar los indicadores de accidentabilidad, reducir las enfermedades profesionales, permitirnos ser más productivos y, finalmente, como consecuencia, construir una mejor relación empresa-trabajador, lo que es apreciado por los sindicatos y contribu-

ye a generar un entorno más constructivo para la industria”.

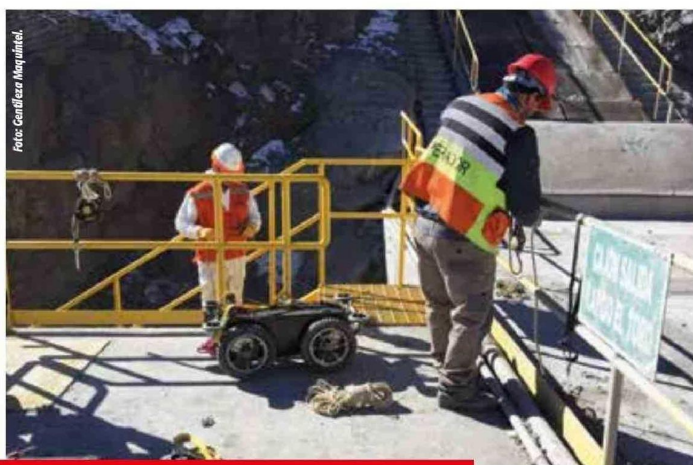
**Sostenibilidad**

En materia de sostenibilidad, los expertos coinciden en que los robots permiten generar ambientes de trabajo más seguros, eficientes y productivos. En ese sentido, López sostiene que “desde el punto de vista ambiental, la robótica nos permite generar un reporte mucho mejor de nuestras



De Izq. a Der.:  
 Javier Ruiz del Solar,  
 director ejecutivo del AMTC.  
 Daniel López Alfaro,  
 gerente de Desarrollo de Negocios  
 de Godelius.  
 Naldo Caro,  
 Senior Business Manager  
 de Maquintel.

## Informe Técnico



operaciones; podemos tomar datos donde antes no podíamos con personas, muestrear mejor, tener mucha más información, más confiable y oportuna, lo que influye de forma tangencial en mejores decisiones desde el punto de vista de la huella en la industria minera”.

Así lo deja ver también Javier Ruíz del Solar, quien asegura que “el mayor impacto no es del uso de robots, sino de tecnologías asociadas, como sensorización y aprendizaje de máquinas, las cuales permiten detectar y predecir distintos tipos de impactos ambientales, como derrames de líquidos, movimiento de gases y polvo, etc.”.

En cuanto a la eficiencia de los procesos, el representante de la AMTC dice que “la mayor incidencia de la tecnología robótica se encuentra en la automatización de tareas repetitivas, las cuales los robots pueden realizar de mejor forma que los seres humanos”.

### Futuro de la robótica

¿Qué avances se proyectan

en corto y largo plazo? Desde Godelius puntualizan que “desde el punto de vista de la robótica no estructurada, es decir la que convive con las personas y los procesos en una dinámica y ambiente cambiante, todavía hay mucho por hacer en la industria

rias, una mayor sensorización de las operaciones mineras lo cual permitirá el uso de modelos predictivos, para por ejemplo predecir derrumbes o inundaciones en minas subterráneas, y una mayor utilización de teleoperación y de telepresencia, lo cual per-

*De Izq. a Der.:  
 Brazo robótico en la operación Mantos Blancos.  
 Robots ingresando a túneles de difícil acceso.*

**Javier Ruíz del Solar:** “Los principales beneficios son tener una **actividad más segura, alejando a los operadores de ambientes hostiles y actividades peligrosas**”.

minera. En este sentido creemos que este tipo de robótica en el mediano plazo se va a transformar en una realidad, y veremos de forma cada vez más corriente, tareas que hoy llevan a cabo personas ejecutadas por robots”.

En ese contexto, desde la AMTC relevan que “los avances en robótica en minería que podemos proyectar en el mediano y largo plazo son: una mayor variedad de equipos autónomos lo cual aumentará la seguridad de distintas operaciones unita-

mitirá una mejora de la salud ocupacional, pues los operarios en un centro integrado de operaciones tienen una mejor calidad de sus puestos de trabajo”.

Finalmente, el profesional de la AMTC concluye que “estamos en un momento de cambio tecnológico y cultural, por lo que es crítico que las personas que operarán las maquinarias futuras sean formadas y capacitadas adecuadamente en todos los niveles, desde los técnicos hasta los gerentes”. **mch**