

## DESDE EL SIGLO XIX A LA FECHA:

# Evolución de los cascos en minería: Del cuero a la fibra de carbono y de la vela al LED

CRISTIÁN MÉNDEZ

**D**os elementos han acompañado por siglos a los mineros: el casco y la linterna. Ambos han vivido en una permanente transformación, que refleja el desarrollo tecnológico del rubro y la preocupación por la seguridad personal.

En sus inicios, el casco distaba mucho de ser un verdadero elemento de protección, era más bien un símbolo de identidad sociolaboral. Los primeros modelos del siglo XIX eran simples gorros de cuero endurecido, sin capacidad para absorber impactos mayores. "Se usaban sombreros de fieltro alquitranado o de tela gruesa. No tenían diseño ergonómico ni integración con otros elementos", detalla Patricia Rudolph, profesora del Área Minería en Inacap Antofagasta y experta en preventión de riesgos de Sernageomin.

### EL GRAN SALTO

A principios del siglo XX, con el aumento de accidentes en las faenas subterráneas, surgieron los primeros cascos de acero, que ofrecían mayor resistencia, pero eran más incómodos y pesados. El gran salto ocurrió a mediados de siglo, con el uso de materiales como el aluminio y la fibra de vidrio; más ligeros y moldeables, ofrecieron un mejor equilibrio entre protección y comodidad. Más adelante, el auge de los termoplásticos marcó un hito. El polietileno de alta densidad (HDPE), el ABS y el policarbonato dominaron el mercado "por su ligereza, resistencia al impacto, bajo costo y la posibilidad de ser moldeados ergonómicamente", explica Carlos Moraga, de la Escuela de Ingeniería Civil de Minas de la Universidad de Talca.

Hoy, los cascos integran materiales compuestos como kevlar o fibras de carbono, que ofrecen resistencia superior con menor peso. Además, han incorporado protecciones faciales, auditivas y térmicas, adaptándose a riesgos eléctricos, químicos y de temperatura. "Se han vuelto dispositivos multifuncionales con mayor durabilidad, ergonomía y compatibilidad con otros sistemas de seguridad", explica Rudolph.

El diseño también ha evolucionado. Hoy en día existen cascos con formas redondeadas, viseras protectoras y colores brillantes para aumentar la visibilidad, además

**El desarrollo de este implemento básico y su sistema de iluminación refleja los avances en materia de protección personal y el progreso tecnológico, al que ya se ha sumado el uso de la inteligencia artificial.**



**Sensores de gases,** geolocalización y monitoreo biométrico son parte de los cascos inteligentes modernos.

**Los primeros cascos** eran simples sombreros de cuero endurecido o fieltro alquitranado.

**En el siglo XX,** la necesidad de mayor protección llevó a introducir el uso del acero.

de poder adjuntar linternas para faenas subterráneas y "sensores, GPS, comunicación integrada e incluso cámaras", cuenta Moraga.

Y hace algunos años, llegó la digitalización: sensores de gases, sistemas de geolocalización, conexión a redes IoT (Internet de las cosas), comunicación bidireccional y monitoreo biométrico los convierten hoy en una plataforma de gestión de seguridad. "Podemos saber en tiempo real la ubicación del trabajador, su estado de salud y las condiciones del entorno", detalla la experta.

### HÁGASE LA LUZ

La oscuridad de la mina fue, por

siglos, uno de los enemigos más temibles del trabajador minero. Las primeras soluciones de iluminación eran primitivas y peligrosas. Se utilizaban velas sujetas en ganchos, lámparas de aceite o bencina, e incluso antorchas. "Eran fuentes de llama abierta, muy inestables y riesgosas en atmósferas con gases inflamables como el grisú", destaca Patricia Rudolph.

A comienzos del siglo XX se difundieron masivamente las lámparas de carburo, que reaccionaban al agua generando acetileno, un gas que alimentaba una llama más intensa. Aunque eficientes, requerían manejo cuidadoso. El diseño de las lámparas de seguridad con malla metálica mitigó estos peligros.

Con el arribo de la electricidad, a fines del siglo XIX, se comenzaron a utilizar lámparas eléctricas con baterías primarias, más seguras y duraderas, pero costosas. Luego, la aparición de baterías recargables (plomo-ácido, NiCd, NiMH) permitió su uso diario. Además, al integrar estas lámparas al casco, "se liberaron las manos del trabajador, permitiendo mayor eficiencia en la faena", comenta Moraga.

### NUEVO ESTÁNDAR

La llegada de la tecnología LED cambió el panorama. Más livianas, con mayor durabilidad, resistentes al calor y de mejor calidad lumínica, las linternas LED se volvieron el estándar. A esto se sumó el uso de baterías de ion-litio, con mayor autonomía y menor peso, además de sistemas inteligentes de carga y monitoreo. "Hoy las linternas pueden durar toda la jornada y emitir alertas en caso de fallos o bajo nivel de batería", indica Rudolph.

A ello se suman funciones como intermitencia automática ante movimientos bruscos, integración con sensores de gases o activación por voz.

Hacia el futuro, las linternas podrían incorporar visión aumentada, alertas predictivas mediante inteligencia artificial e, incluso, sistemas de reconocimiento del entorno en tiempo real. Así, "al igual que el casco, la iluminación minera transita hacia una dimensión digital, donde proteger al trabajador es una acción proactiva, automatizada y basada en datos", destaca la académica.