



El uso de inteligencia artificial para optimizar rutas ha mejorado la eficiencia y seguridad, puntos cruciales cuando se trata de transportar cargas que requieren especial cuidado.

TRINIDAD VALENZUELA V.

Gestionar la logística de cargas peligrosas o delicadas implica desafíos significativos: desde cumplir con regulaciones estrictas que varían según el país y el medio de transporte, hasta garantizar la integridad de la carga y la seguridad. Para mitigar estos riesgos, han surgido tecnologías avanzadas y equipos especializados que, aunque costosos, se centran en prevenir incidentes y garantizar un transporte seguro.

Las cargas peligrosas son aquellas que durante su manipulación y transporte representan riesgos significativos para la salud, la seguridad y el medio ambiente. Según Romina Morales, directora de Tecnología y Procesos de Conecta Logística, incluyen productos químicos tóxicos, materiales inflamables y explosivos. Ejemplos específicos son el ácido sulfúrico y el nitrato de amonio.

Para garantizar un transporte seguro, estas cargas están sujetas a normativas internacionales. En el ámbito marítimo, las normas las establece la International Maritime Organization (IMO), y en el transporte aéreo, la International Air Transport Association (IATA).

También está el Acuerdo sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), que, pese a que Chile aún no lo suscribe, muchas de sus regulaciones locales se basan en postulados de este, especialmente en cuanto a operaciones de exportación e importación con países europeos que requieren cumplimiento, explica Héctor González, jefe de Estrategia de Gestión del Riesgo en Achs Seguro Laboral.

Además, el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG) regula el transporte marítimo en puertos comerciales chilenos.

#### CARGAS DELICADAS

Aquellos dispositivos electrónicos y objetos de vidrio, vulnerables a daños por golpes y cambios de temperatura durante el transporte, son considerados carga delicada, afirma Morales. Equipos con cámaras de precisión, dispositivos de medición y circuitos integrados requieren embalaje especializado, como espuma, burbujas, cojines de aire y materiales antiestáticos para absorber impactos y prevenir daños.

González agrega que productos electrónicos y equipos médicos necesitan amortiguación avanzada para mayor protección.

Por su parte, Morales agrega que algunas cargas requieren control de temperatura y humedad, gestionado mediante sensores, y sistemas de suspensión en vehículos para reducir vibraciones y garantizar su integridad.

#### SOLUCIONES INTELIGENTES SEGÚN EL TIPO DE RIESGO

La gestión de riesgos en el transporte de mercancías ha sido transformada por avances tecnológicos que mejoran la seguridad y la eficiencia. Los sensores inteligentes, los sistemas de monitoreo en tiempo real, la tecnología RFID y el *blockchain* son ejemplos de innovaciones que han optimizado la gestión de cargas peligrosas y delicadas.

Uno de los desarrollos más importantes es la optimización de rutas mediante algoritmos de inteligencia artificial (IA), que "permiten planificar rutas que no solo minimizan el tiempo de entrega y los

CONTENEDORES CON CONTROL DE TEMPERATURA Y EMBALAJE AVANZADO ESTÁN ENTRE LAS INNOVACIONES:

# La industria avanza en la integración de tecnologías para la gestión de mercancías peligrosas y delicadas

costos, sino que también evitan obstáculos y congestiones. La IA también analiza datos de equipos y vehículos para predecir fallos y realizar mantenimientos preventivos, reduciendo el riesgo de problemas durante el transporte", dice Morales.

Los camiones conectados a sistemas de mapeo de rutas ahora pueden sugerir la mejor forma de conducir, optimizando el tiempo de entrega y garantizando la seguridad. "El análisis predictivo de carreteras ajusta automáticamente la velocidad del camión en función de la ruta, reduciendo errores humanos y aumentando la seguridad", afirma Luciano Quintanilla, gerente comercial de Transportes Artisa.

Además, los sistemas GPS y telemática avanzados supervisan las condiciones de las cargas, como la temperatura y vibraciones, y permiten tomar medidas preventivas si se detectan irregularidades, asegura Morales.

Erik Molina, administrador de Truck Center Chile, menciona que las tecnologías satelitales y GPS han mejorado significativamente el control de flotas, "proporcionando una visibilidad clara de ubicaciones, control preciso de velocidades y una mayor seguridad contra pérdidas y robos".

También, los sistemas *blockchain* garantizan la transparencia

**Algunos sistemas envían alertas en tiempo real ante anomalías, permitiendo una intervención rápida para prevenir daños.**

y trazabilidad en tiempo real de las cargas, desde el origen hasta el destino. "Esto reduce los riesgos y mejora la eficiencia logística", dice González.

Además, González señala que se ha desarrollado tecnología para monitorear en tiempo real la estabilidad del vehículo, las condiciones de la carretera y el estado del conductor, incluyendo somnolencia y frecuencia cardíaca.

Asimismo, hay sensores inteligentes que monitorean continuamente la temperatura, la presión y otras condiciones críticas de las cargas, y los sistemas RFID y códigos QR son esenciales para el seguimiento en tiempo real de la ubicación y el estado de estas, facilitando una respuesta rápida ante cualquier irregularidad, agrega Morales.

#### TECNOLOGÍAS PARA CARGAS ESPECÍFICAS

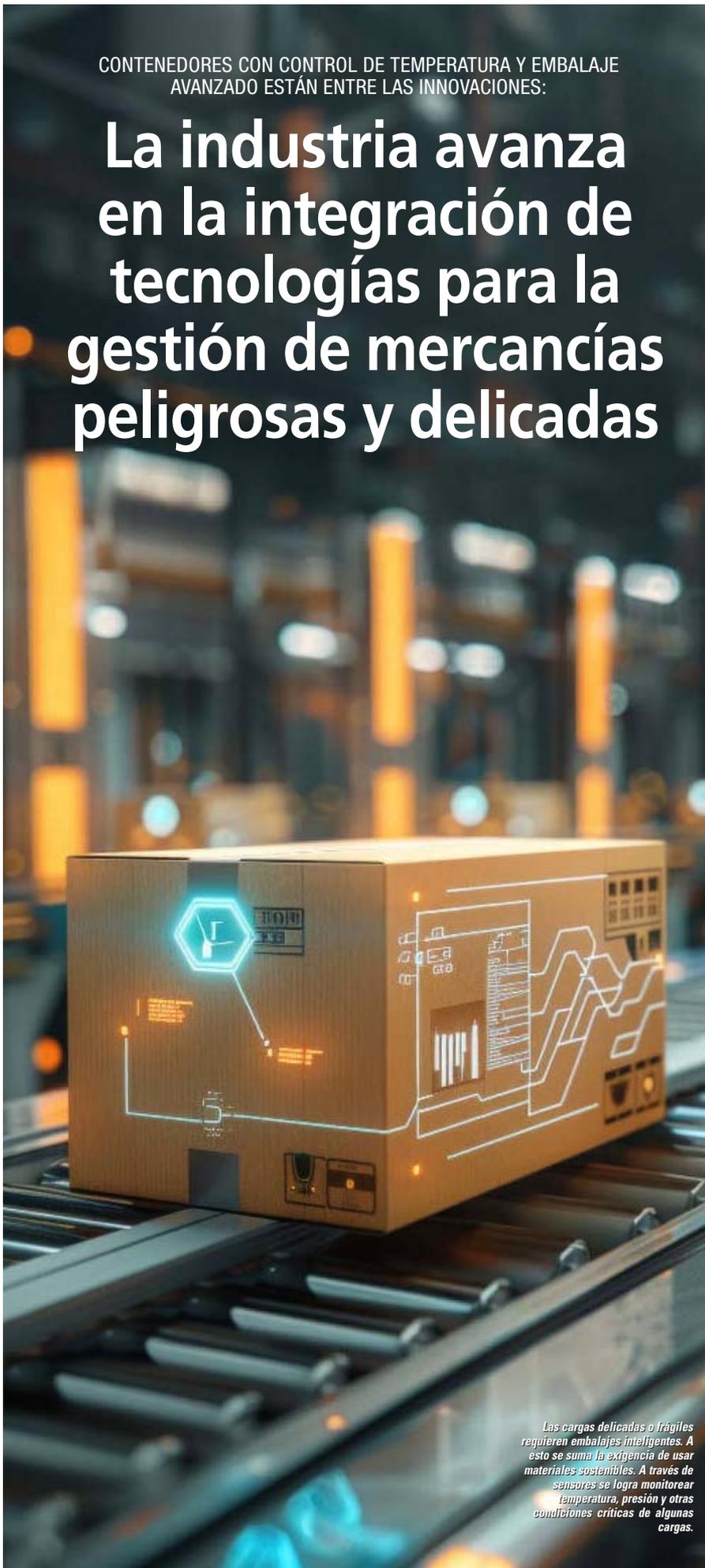
El objetivo en las cargas peligrosas es evitar fugas y explosiones, por lo que se emplean contenedores avanzados que regulan la temperatura y contienen incendios, afirma González.

Por su parte, Alberto Escobar, director de Movilidad del Automóvil Club de Chile, destaca el uso de tecnologías avanzadas como sistemas de aislamiento y protección contra explosiones, válvulas de seguridad, detectores de gases tóxicos y sistemas automáticos de extinción de incendios.

En tanto, las cargas delicadas, susceptibles a golpes y cambios de temperatura, requieren protección especial. Se utilizan tecnologías avanzadas de amortiguación, control de vibraciones y camiones con suspensiones mejoradas para reducir el impacto y garantizar su seguridad durante el transporte.

"Los sensores y sistemas IoT supervisan la temperatura y las vibraciones durante el transporte, mientras que los embalajes inteligentes y materiales avanzados se adaptan a las condiciones cambiantes", dice Morales.

Asimismo, Escobar asegura que los sistemas de embalaje inteligente han evolucionado significativamente en la protección de cargas: "Los embalajes antiimpacto y los materiales adaptativos defienden contra impactos y cambios bruscos". Además, algunos sistemas envían alertas en tiempo real ante anomalías, permitiendo una intervención rápida para prevenir daños.



*Las cargas delicadas o frágiles requieren embalajes inteligentes. A esto se suma la exigencia de usar materiales sostenibles. A través de sensores se logra monitorear temperatura, presión y otras condiciones críticas de algunas cargas.*