

INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES

PARA AVANZAR HACIA LA

SEGURIDAD VIAL ACTIVA

PlugSmart® Pro es un dispositivo pionero que convierte las barreras de seguridad en infraestructuras inteligentes, capaces de proteger a conductores y operarios de carreteras gracias a la detección temprana, la señalización activa y la gestión avanzada de datos.

RICARDO CIFRES

Ingeniero Informático. PLUG&META®
Product Manager de Metalesa Seguridad Vial

CÉSAR VALERO

Ingeniero Industrial. Director de
Innovación Digital y Tecnológica de
Metalesa Seguridad Vial

JOSÉ CARLOS CUCARELLA

ICCP. Director General de Metalesa
Seguridad Vial

El nuevo dispositivo actúa como un 'operario digital': señala automáticamente el riesgo y reduce la exposición de los equipos de conservación en carretera.

1. Introducción: un reto pendiente en la seguridad vial

La siniestralidad vial sigue siendo una de las principales preocupaciones de las administraciones públicas, las entidades gestoras de infraestructuras y la sociedad en su conjunto. En España, cuatro de cada diez fallecidos en carretera se producen como consecuencia de una salida de vía, un tipo de siniestro con un índice de letalidad muy superior al resto.

Este tipo de siniestro implica, además, un enorme reto para la conservación y la gestión de las infraestructuras, pues obliga a constantes intervenciones, aumenta los costes de mantenimiento y multiplica los riesgos para los operarios que trabajan a pie de carretera.

Abordar las salidas de vía desde la infraestructura —anticipando, detectando y señalizando— permite salvar vidas y, al mismo tiempo, elevar de forma sustancial la seguridad de quienes mantienen nuestras carreteras.

2. De la contención pasiva a los C-ITS y la Plataforma DGT 3.0

Tradicionalmente, los sistemas de contención —popularmente conocidos como “quitamiedos”— han tenido una función reactiva: contener al vehículo y reducir la gravedad de las consecuencias tras un impacto. Sin embargo, la investigación desarrollada por el INTRAS-Universitat de València junto a Metalesa demuestra que la digitalización de estos equipamientos puede prevenir hasta el 60 % de los siniestros por salida de vía con víctimas graves o mortales.

En este contexto cobra relevancia el concepto europeo de C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems). Se trata de sistemas que permiten la comunicación en tiempo real entre vehículos, infraestructuras y centros de control, de manera que la carretera deja de ser un elemento pasivo para convertirse en un agente activo de la seguridad vial.

En España, esta visión se materializa a través de la Plataforma DGT 3.0 según la directiva europea *ITS Directive 2010/40/EU*, que actúa

como punto de acceso nacional para la gestión de datos de tráfico en tiempo real. Gracias a ella, cualquier infraestructura equipada con dispositivos inteligentes, como PlugSmart® Pro, puede enviar alertas inmediatas al NAP, el cual las pondrá a disposición de los usuarios, a través de las aplicaciones de navegación., y compartir de este modo información crítica con los gestores de la vía.

El concepto de Seguridad Vial Activa para la infraestructura, impulsado por Metalesa, se apoya precisamente en esta integración: infraestructuras equipadas con sensores, conectividad y señalización dinámica, capaces de detectar riesgos, alertar al conductor y comunicar la incidencia tanto localmente (mediante luces en la propia barrera) como globalmente (a través de la DGT 3.0).

Premiado por ACEX en la presente edición, esta innovación supone un salto tecnológico que protege a los trabajadores de conservación, mejora la seguridad de todos los usuarios de la vía y consolida la prevención como eje de la seguridad vial activa.

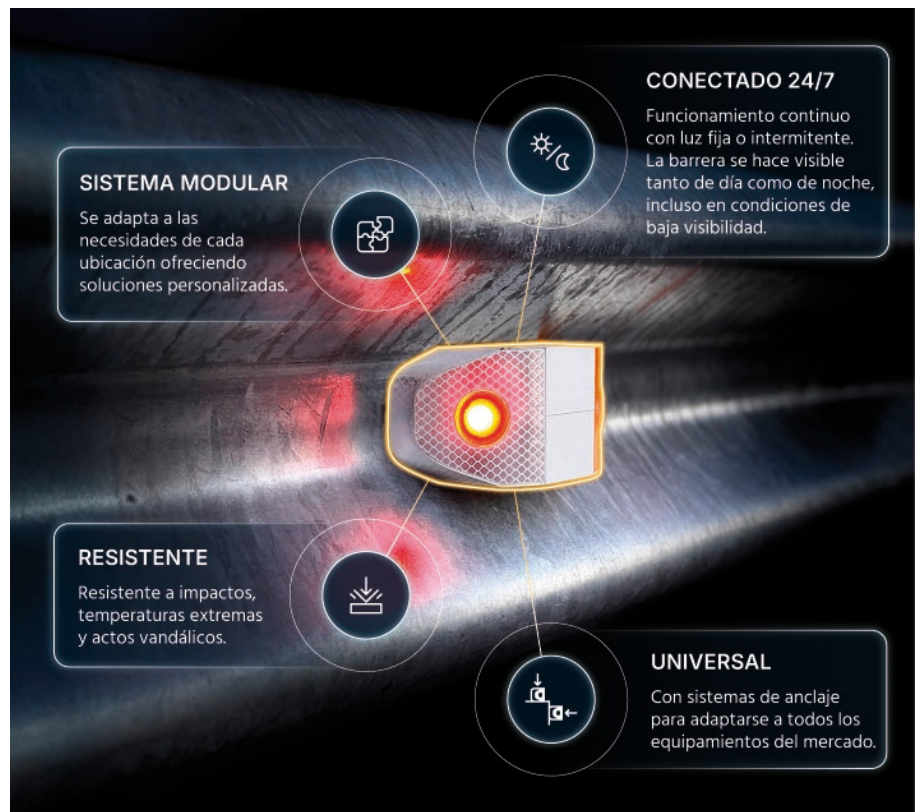


Ilustración 1 Detalle del dispositivo PlugSmart® Pro instalado en barrera de seguridad. La alimentación puede ser fotovoltaica con almacenamiento, optimizando costes en

3. PlugSmart® Pro: arquitectura, funcionalidades y flujo de información

El dispositivo PlugSmart® Pro, desarrollado y patentado por Metalesa, representa un hito mundial en este campo. Se trata de un sistema que convierte las barreras de seguridad convencionales en equipamientos inteligentes y conectados. El núcleo del sistema es la tecnología PLUG&META®, que integra sensores, comunicaciones y señalización LED. El sistema detecta eventos (impactos, presencia de obstáculos, velocidades anómalas, condiciones climatológicas adversas) y actúa en tres planos coordinados: a) señala el riesgo en la propia vía con patrones luminosos de alta visibilidad; b) envía datos en tiempo real a la plataforma TRACE para su

registro y gestión; y c) comparte información con el Punto de Acceso Nacional a través de DGT 3.0 para alertar a los usuarios. Además, para reforzar la analítica, el sistema está preparado para compartir estos datos mediante API de integración, lo que permite que administraciones y operadores los incorporen directamente en sus sistemas de gestión de tráfico o conservación.

La solución es modular y escalable, compatible con barreras existentes y con distintos medios de comunicación (/3G/4G/5G). Incluye gestión remota, diagnósticos, actualización de firmware y perfiles de ciberseguridad orientados a la operación 24/7. Su diseño facilita la

+3la reposición rápida mediante conectores específicos, minimizando tiempos de corte de carril.

Funcionalidades destacadas:

— Detección y notificación inmediata de impactos y eventos de riesgo.

— Señalización activa en la propia barrera mediante luces LED con patrones configurables (fijo, parpadeo, ráfagas).

— Integración con TRACE y otras plataformas de gestión para monitorización, analítica y gestión de incidencias.

— Comunicación en tiempo real con el Punto de Acceso Nacional (NAP) a través de DGT 3.0 para difusión de alertas a navegadores y aplicaciones.

— Gestión remota, con reducción de desplazamientos y tiempos de exposición del personal.

— Reducción de tiempos de respuesta de emergencias y optimización de costes de conservación.

— Compatibilidad con alimentación fotovoltaica y modos de bajo consumo.

Este desarrollo le ha valido a Metalesa el Premio Nacional ACEX a la Seguridad en Conservación 2025.



Ilustración 2 Esquema funcional de PlugSmart® Pro integrado con TRACE y la plataforma de las Autoridades de Control de tráfico MOTT/API.

Tres pilotos oficiales validan su capacidad preventiva en curvas con impactos recurrentes, circulación en sentido contrario y presencia de animales en la calzada.

4. Tres pilotos oficiales: objetivos, métricas y resultados esperados

La validación en campo se apoya en tres pilotos con diferentes administraciones. Cada piloto está concebido para medir eficacia técnica, impacto operativo y beneficios en la seguridad de conservación.

Piloto	Objetivo	Escenario	Métricas	Operación	Beneficio para operarios
Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible	Mitigar siniestros por impactos repetitivos en tramos de curva cerrada.	Monitorización de barreras en puntos negros con historial de incidencias.	Tiempo de detección y señalización, número de alertas válidas, reducción de impactos secundarios, disponibilidad del sistema.	Activación automática de patrones LED y envío de evento a DGT 3.0; coordinación con protocolos de conservación.	Menos intervenciones de urgencia y llegada con información previa, reduciendo exposición y tiempo en calzada.
Dirección General de Tráfico (DGT)	Alertar de inmediato la presencia de vehículos en sentido contrario (“kamikazes”).	Detección local mediante analítica de velocidad/dirección.	Tasa de detección, falsos positivos, tiempo hasta alerta remota, trazabilidad del evento.	Doble canal de aviso (luz en barrera + alerta en navegador), registro del evento y envío a DGT 3.0.	Menor necesidad de señalización manual inicial y priorización de recursos con datos en tiempo real.
Diputación de Valencia	Prevenir siniestros y choques frontales por presencia de fauna.	Tramos con alta probabilidad de cruce de animales.	Número de alertas, falsos positivos, tiempo de respuesta.	Activación de señalización, aviso al centro de control, integración con señales dinámicas; análisis de datos.	Menor necesidad de patrullajes preventivos nocturnos y actuaciones de emergencia en condiciones adversas.

Tabla 1. Pilotos oficiales de validación de PlugSmart® Pro en colaboración con distintas administraciones públicas.



5. Seguridad en conservación: análisis de riesgos y mitigación

El trabajo en calzada con tráfico abierto implica riesgos críticos: atropellos, colisiones por alcance, baja visibilidad, climatología adversa y distracciones del conductor. La campaña de vigilancia de la DGT en tramos de obras mostró que solo un 10% de conductores respeta la velocidad señalizada. Con el dispositivo PlugSmart® Pro, el propio equipamiento actúa como un 'operario digital' que amplifica la visibilidad y acorta el ciclo detección-aviso-intervención. Los principales vectores de reducción del riesgo son: menor tiempo de exposición, señalización inmediata, y planificación informada antes de llegar al punto de incidencia.

6. Operación, mantenimiento y ciberseguridad

La solución está pensada para disponibilidad 24/7. Las unidades realizan autodiagnóstico, salud de batería/alimentación, latencia de comunicaciones y registro de eventos. La plataforma TRACE gestiona usuarios, permisos y auditoría de acciones. El mantenimiento preventivo se apoya en heurísticas de uso y entorno (temperatura, vibración, humedad), reduciendo desplazamientos no planificados.

Riesgo	Cómo se manifiesta	Mitigación con PlugSmart® Pro
Exposición prolongada en obra	Montaje de balizamiento y señalización manual	Señalización automática desde la barrera; activación remota; menos tiempo en calzada
Baja visibilidad	Noche, lluvia, niebla	Patrones LED de alta intensidad y alerta remota a usuarios vía DGT 3.0
Respuesta tardía	Retraso en detectar el accidente	Detección inmediata, registro en TRACE y despliegue de recursos
Riesgo en acceso	Llegada sin información	Briefing previo con datos del evento y posicionamiento exacto

Tabla 2 Riesgos principales para los operarios de conservación en calzada y mitigación mediante PlugSmart® Pro.

7. Roadmap tecnológico y estandarización

PlugSmart® Pro no se limita a su implantación en España. La tecnología ya está despertando interés en mercados europeos y latinoamericanos, donde se valora especialmente la homologación europea, la modularidad de la solución y la posibilidad de integrarla con sistemas ITS ya existentes.

La visión de Metalesa es clara: avanzar hacia la 'carretera inteligente', en la que túneles, puentes, tramos de obras, carreteras y entornos urbanos cuenten con equipamientos capaces de prevenir riesgos, comunicar incidencias y garantizar la movilidad de manera segura y sostenible.

El despliegue progresivo prioriza tramos de alto riesgo e integración con equipamientos existentes (paneles de mensaje variable, estaciones meteorológicas,

cámaras). La hoja de ruta incorpora nuevas detecciones (retenciones súbitas, objetos en calzada, obra móvil) y el alineamiento con estándares europeos. El objetivo final es consolidar una infraestructura que no solo contiene, sino que previene, comunica y aprende.

El compromiso de Metalesa con la difusión de la innovación se reflejó también en su participación en espacios de referencia. El pasado 6 de noviembre de 2025 se inauguró en el museo Mobility City de Zaragoza una exposición permanente del dispositivo PlugSmart® Pro, que permitió a profesionales y ciudadanos conocer de primera mano cómo la Seguridad Vial Activa y la prevención forman parte del futuro de nuestras carreteras. Esta presencia en el primer museo tecnológico dedicado a la movilidad refuerza la proyección del sistema como referente nacional e internacional.

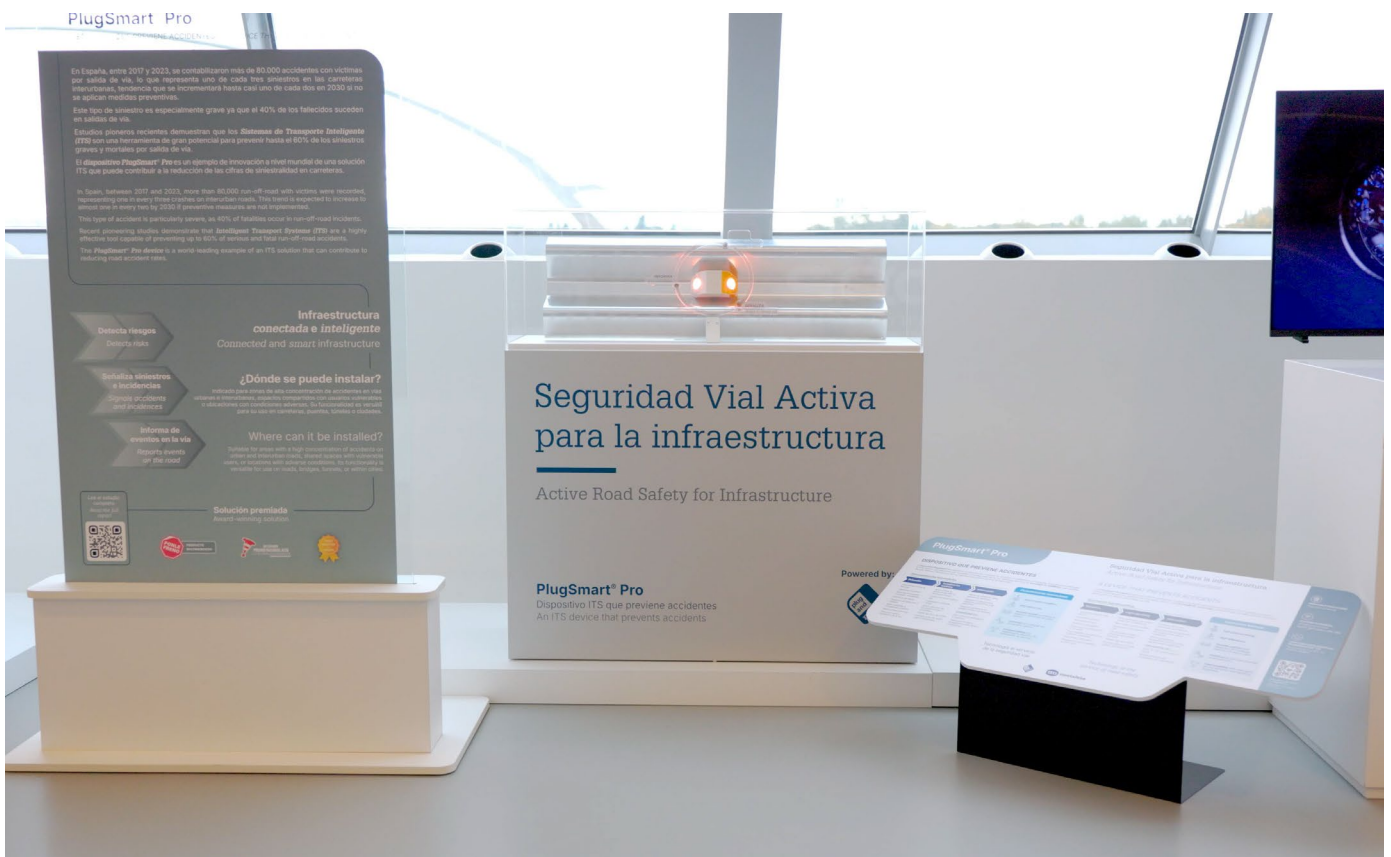


Ilustración 3 Exposición permanente de PlugSmart® Pro en el museo Mobility City de Zaragoza.

8. Conclusiones: infraestructuras que protegen a quienes las mantienen

- Los accidentes por salida de vía muestran una tendencia creciente tanto en su frecuencia como en la cantidad de víctimas, constituyendo uno de los tipos de siniestro más graves, al concentrar el 40,2% de los fallecimientos.
- Los desarrollos tecnológicos y los sistemas ITS aplicados a la infraestructura podrían intervenir en el 60% de la siniestralidad, evitando que ocurriera o reduciendo sus consecuencias.
- Los operarios de carretera son un colectivo especialmente vulnerable: trabajan en entornos de tráfico abierto, con vehículos circulando a escasos metros, a menudo en condiciones de baja visibilidad.
- PlugSmart® Pro materializa el paso de la contención pasiva a la Seguridad Vial Activa para la infraestructura con un foco claro: proteger a los equipos de conservación y a los usuarios.
- Al acortar los tiempos de detección y aviso, y al permitir señalización inmediata sin presencia física inicial, se reduce la exposición al tráfico y se gana eficiencia operativa.
- Los tres pilotos en marcha validan el enfoque en escenarios de alto impacto: impactos en curva, circulación en sentido contrario y presencia de animales.
- Desde Metalesa continuamos innovando y trabajando en soluciones que intentan dar respuesta a cada vez mas problemas de inseguridad vial y tenemos el compromiso de mostrar nuevas soluciones y aplicaciones en breve, validadas y pilotadas
- El reconocimiento del Premio ACEX subraya su contribución específica a la seguridad en conservación.