# DiGAV, inteligencia artificial para ver el alma de la vía

Texto y fotos: Ineco

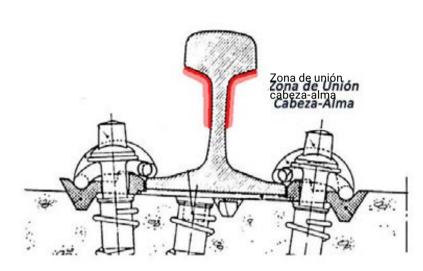


Ineco, la ingeniería y consultoría del Grupo Mitma, ha diseñado un innovador dispositivo móvil para inspeccionar de forma automatizada la superestructura de cualquier tipo de vía ferroviaria usando inteligencia artificial para el procesado y análisis de la información. Las cámaras del DiGAV (Dispositivo de Inspección Gráfica de Aparatos y Vía), ligero y portátil, son capaces de identificar los activos de la vía desde múltiples ángulos para detectar posibles fallos o defectos, algo vital para la seguridad ferroviaria. El dispositivo ha sido probado en entorno real en la LAV Madrid-Valencia-Alicante con el soporte de personal de Adif Alta Velocidad.

## A partir del mo-

mento en que un sistema ferroviario de cualquier tipo (una línea convencional, de alta velocidad o metropolitana) entra en servicio comienza la fase de mantenimiento, de la que depende que pueda operar con fiabilidad y por encima de todo, con seguridad. Para ello, entran en la ecuación todas las tareas de mantenimiento de los activos que están presentes en la explotación de las líneas férreas: conservación del material rodante. la infraestructura y vía y todos los sistemas y subsistemas de energía, telecomunicaciones, instalaciones de seguridad y protección civil. Todos ellos deben estar en perfecto estado para el correcto funcionamiento de todo el sistema ferroviario.

En particular, el paso continuo del material rodante sobre las vías desgasta los elementos de la superestructura con los que entra en contacto directo (balasto, traviesas, sujeciones, carriles y aparatos de vía) alterando su geometría y su vida útil. Esto produce un impacto no sólo en la seguridad de la circulación sino también en el confort de los viajeros, que perciben los desajustes en la alineación o en la nivelación a lo largo o ancho de la vía en forma de vibraciones, balanceos, ruidos, etc.



La unión entre la cabeza y el alma del carril es la más difícil de inspeccionar.

En la actualidad, el mantenimiento ferroviario se enfoca de manera preventiva y predictiva, es decir, se centra en detectar y anticipar los posibles fallos o defectos antes de que se produzcan. Sin embargo, tanto los equipos embarcados de auscultación existentes (ultrasonidos, láser, etc.) como las inspecciones visuales realizadas por los equipos humanos de mantenimiento cuentan con ciertas limitaciones técnicas y operativas, como el punto de vista cenital de la vía, que dificulta la visión lateral del carril -el alma- y, en especial, la unión de ésta con la cabeza del carril.

De ahí que Ineco, la ingeniería y consultoría del Grupo Mitma, haya desarrollado un nuevo dispositivo para la inspección que soslaya estos condicionantes y aplica las posibilidades que ofrece la digitalización y la inteligencia artificial a este ámbito.

Desde los orígenes del ferrocarril, el mantenimiento ha sido clave para garantizar la seguridad y la fiabilidad de la circulación. En la actualidad, el método de mantenimiento "según estado" que se aplica consta de cuatro etapas: inspección y auscultación de la vía, análisis de los datos obtenidos, programación de los trabajos y ejecución de éstos.

El primero de los pasos es fundamental y en él se apoyan todos los demás. La inspección visual *in situ* llevada a cabo por los técnicos

## Evolución del concepto de mantenimiento ferroviario

Con el paso del tiempo, la diversidad y complejidad de los sistemas ferroviarios ha ido aumentando. A medida que el ferrocarril se ha ido desarrollando tecnológicamente y ha ido creciendo la velocidad de circulación, su capacidad y prestaciones, el mantenimiento de todos los elementos del sistema se ha vuelto cada vez más complejo y exigente, tanto para los trenes y la vía propiamente dicha (denominada "superestructura") como para los subsistemas que se han ido desplegando: electrificación (línea aérea de contacto y subestaciones eléctricas), instalaciones de seguridad, señalización, telecomunicaciones, etc., lo que se denomina "infraestructura" de vía.

Muy a grandes rasgos, el enfoque del mantenimiento de un sistema ferroviario ha ido evolucionando desde un planteamiento puramente correctivo -lo que se conoce como "puntada a tiempo"-, es decir, detectar el fallo, desgaste, etc., cuando ya se ha producido, hasta un mantenimiento principalmente predictivo y basado en el análisis del estado de la vía. Éste último es periódico y su objetivo es anticipar y evitar el posible defecto antes de que se produzca. De esta forma, se mejora la planificación de los trabajos y se abaratan los costes de mantenimiento.

Con el progresivo aumento del tráfico y la aparición de sistemas ferroviarios muy exigentes en cuanto a diseño y requerimientos técnicos, como la alta velocidad, el mantenimiento se centró aún más en el enfoque predictivo y preventivo, y se definió lo que se conoce como metodo-

mantenimiento se centró aún más en el enfoque predictivo y preventivo, y se definió lo que se conoce como metodología "RAMS", siglas en inglés de *Reliability* (fiabilidad: proporcionar los servicios como fueron

Labores de apretado de clavazón. En primer plano, sujeciones.



especificados); Availability (disponibilidad: proporcionar los servicios cuando se requiere); Mainteinability, (mantenibilidad: capacidad o facilidad para reparar el sistema en un cierto tiempo) y Safety (seguridad operacional: funcionar sin fallos catastróficos). Estos conceptos, recogidos en la normativa ferroviaria, tienen como objetivo asegurar la máxima calidad y seguridad del servicio.







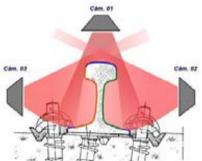


Elementos de la superestructura ferroviaria: (de izquierda a derecha y de arriba a abajo): balasto; carril, aparatos de vía (en la imagen, desvíos en la estación de Chamartín) y traviesas (en la imagen, monobloque de hormigón).

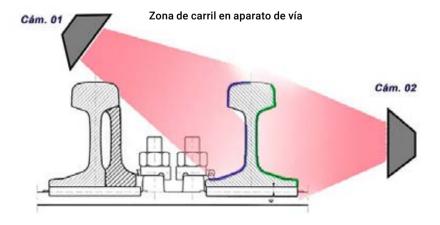
**40** diciembre 2022 mi**t**ma



El 12 de septiembre de 2022 se llevó a cabo una demostración del prototipo, que se encuentra en fase de preproducción, en la base de mantenimiento de alta velocidad de Adif en Villarrubia de Santiago (Toledo), donde se está poniendo a prueba. A la derecha de la imagen, Ángel Contreras Marín, director general de Conservación y Mantenimiento de Adif, observa el funcionamiento de DiGAV junto con el presidente de Ineco, Sergio Vázquez Torrón.



Zona de carril en plena vía



de mantenimiento, recorriendo a pie las vías era, hasta ahora, la principal fuente de recogida de la información en campo. A ello se deben sumar los inconvenientes que conlleva en cuanto a limitaciones de horario, el riesgo para la seguridad del personal y la reducción de las ventanas temporales disponibles en líneas con tráfico intenso.

La alternativa automatizada, el uso de equipos embarcados, es decir, instalados en trenes auscultadores o maquinaria de vía, conlleva la necesidad de una programación más rígida de las inspecciones y un elevado coste asociado, a cambio de mayor rapidez de la inspección. En ambos casos, la captación de datos está condicionada por el punto de vista cenital de los objetos reconocidos, lo que no permite inspeccionar al alma de la vía.

En este contexto, Ineco ha dirigido un provecto innovador para desarrollar un dispositivo ligero v automatizado, que no sólo pueda complementar y facilitar la labor de los técnicos de mantenimiento, y ofrezca total disponibilidad, sino que también mejore la calidad de las inspecciones. Para ello dispone de múltiples cámaras y sensores de última generación, capaces de examinar a fondo todos los elementos de la superestructura de vía, en especial el alma, mediante el uso de cámaras laterales que aportan la visión lateral del carril.

Tras la obtención de la información, se hace uso de inteligencia artificial para procesar y almacenar los datos recogidos, lo que permite su consulta y validación en cualquier momento, dando como resultado que DiGAV participe de forma directa en el mantenimiento ferroviario. Este proyecto es fruto del trabajo de un equipo mixto de



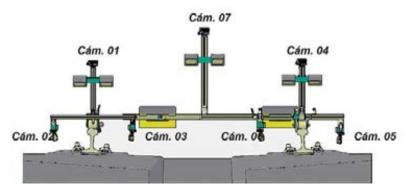
DiGAV es fruto del trabajo de un equipo mixto de profesionales de Ineco, formado por expertos en mantenimiento ferroviario y en smart products (de izquierda a derecha): Germán Castaño Roldán, Fco. Javier Carvajal Pérez y Héctor Sanz Mateos.

### Ventajas de DiGAV

- Mejora la calidad y precisión de la información y reduce la posibilidad de error debida al factor humano, al tiempo que facilita y complementa la labor de los técnicos de mantenimiento.
- Disponibilidad: al tratarse de un dispositivo ligero y manejable, puede utilizarse en cualquier momento a solicitud directa de los responsables de mantenimiento.
- Facilidad de consulta y almacenamiento de los datos: dado que toda la información recogida por DiGAV se almacena en los servidores, se puede consultar, analizar y evaluar en gabinete, lo que permite la posibilidad del desarrollo de modelos de mantenimiento predictivo o la generación de gemelos digitales.
- DiGAV dispone de iluminación propia, por lo que no requiere buenas condiciones de luz para poder recopilar la información, un aspecto de gran importancia, debido que la inspección en vía siempre debe hacerse en condiciones de baja luminosidad o en horario nocturno para evitar sombras que puedan inducir a detectar falsos defectos.
- Reducción del tiempo de recorrido de vía en un 30-40 %, gracias a su sistema de captación continua. Por ejemplo, en 200 km de vía doble, se reduce el tiempo de once semanas a menos de siete.

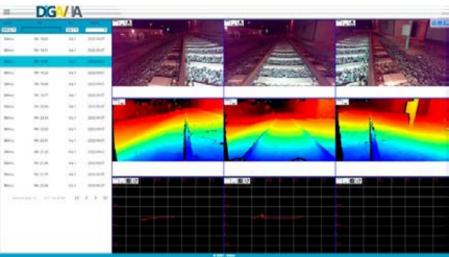
profesionales, formado por expertos en mantenimiento ferroviario y en *smart products*.

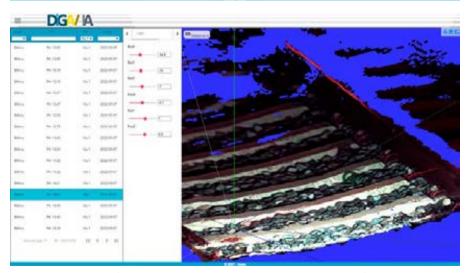
Las posibilidades de DiGAV no se limitan a la inspección, también permiten la recopilación de un gran volumen de datos que hacen posible la generación de modelos digitales 3D de la vía, así como inventariar todos los activos de una línea férrea, es decir, todos los elementos que la integran, no solo para líneas en explotación, sino también para puestas en servicio o recepciones de tramos en construcción.



Esquema de las cámaras de DiGAV







La exhaustiva información recogida por el dispositivo permite una fácil consulta en gabinete y sirve además para generar gemelos digitales.

#### Así es y así funciona DiGAV

DiGAV consiste en un dispositivo autopropulsado con baterías de litio, construido con perfilería de aluminio estructural, de menos de 25 kg. de peso, que se desplaza sobre las vías asistido por los técnicos que le acompañan. Puede adaptarse a cualquier ancho entre 1400 y 1700 mm: desde el "ibérico" de la mayoría de las vías convencionales en España, al ancho estándar, como el de la red de alta velocidad, así como a todo tipo de sistemas ferroviarios, incluyendo metros y tranvías.

A diferencia de la inspección visual convencional, los siete puntos de vista que aporta por cada sección inspeccionada (siete cámaras de alta velocidad más tres estereoscópicas), permiten a DiGAV examinar la vía desde todos los ángulos, no únicamente desde arriba (visión cenital) como ocurre con los equipos embarcados. La tecnología de teledetección óptica LIDAR, que permite determinar la distancia desde un emisor a un objeto, mejora la precisión de las capturas, es decir, permite registrar exactamente dónde se encuentra el elemento inspeccionado y realizar mediciones sobre los modelos generados.

Así, mientras el dispositivo se desplaza sobre la vía a una velocidad de 3,5 km/h., va captando continuamente múltiples imágenes cada 30 cm, que se procesan luego de forma semiautomática y/o automática con inteligencia artificial y algoritmos de tratamiento de imágenes. Este proceso se adapta para cada una de las configuraciones de vía del administrador ferroviario para el que se esté realizando la inspección.