



Juan Carlos SUÁREZ-QUIÑONES
Consejero de Fomento
y Medio Ambiente de la Junta
de Castilla y León



David PÉREZ GARCÍA
Consejero de Transportes
e Infraestructuras de la
Comunidad de Madrid



Paloma PÉREZ DÍAZ
Directora de la EPS de la
Universidad Carlos III de Madrid

Tesla



**RAQUEL
SÁNCHEZ JIMÉNEZ**

**Ministra de Transportes, Movilidad
y Agenda Urbana**

INDUSTRIA

Ferrocarril

CRMag+

El software del ingeniero

Los posibles efectos nocivos sobre la salud de los seres vivos de los campos magnéticos de frecuencia industrial (50 Hz) han sido objeto de estudio en las últimas décadas. Las evidencias arrojadas por algunos estudios han llevado a diversos organismos a elaborar normas y recomendaciones para limitar su impacto sobre la población. Siguiendo las recomendaciones de la *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)*, recogidas por la Organización Mundial de la Salud, el Consejo Europeo adoptó los límites propuestos por este organismo, en su recomendación 1999/519/EC de 12 de julio de 1999. En consecuencia, el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, establece, en la "ITC-RAT 20 Proyectos y anteproyectos", que **la memoria de los proyectos de las instalaciones de alta tensión debe incluir un estudio de los campos magnéticos en sus alrededores**. Por tanto, las ingenierías han tenido que hacer frente en los últimos años a esta exigencia, utilizando métodos muy simplificados o recurriendo a programas de elevado coste.

Para mejorar esta situación, un **grupo de investigación de la Universitat Politècnica de València creó en 2017 el software CRMag®, diseñado por ingenieros y para ingenieros**. Se trata de una sencilla pero potente herramienta para el cálculo y la representación de los campos magnéticos en las instalaciones eléctricas. Este grupo, autodenominado INIELECTRIC (www.inielectric.com), formado por los Drs. en Ingeniería Industrial Carlos Roldán Porta y Carlos Roldán Blay, profesores del Departamento de Ingeniería Eléctrica y miembros del Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería Energética de la citada universidad, se ha especializado en esta temática y ha desarrollado numerosas

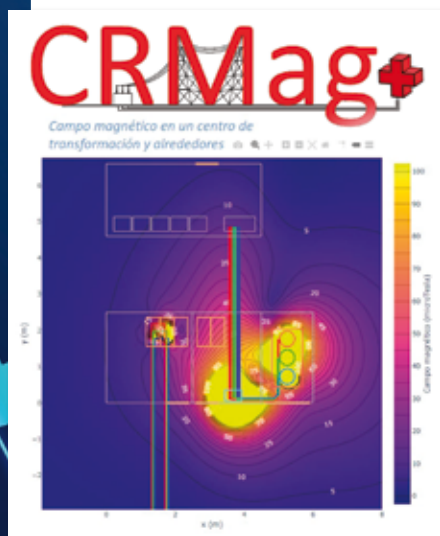
acciones formativas dirigidas a ingenierías de toda España, distribuyendo el *software* y atendiendo a las necesidades manifestadas por los usuarios.

Ante el creciente interés por el tema, en 2019 propusimos el proyecto CREMIE "**Adecuación de una innovadora y potente herramienta de Cálculo y REpresentación de campos Magnéticos en Instalaciones Eléctricas para ingenierías**", que ha sido financiado por la Agència Valenciana de Innovació (AVI) en su programa de "Valorización y transferencia de resultados de investigación a las empresas". Este proyecto, desarrollado en 2020 y 2021, está, ahora, en su etapa final.

Como resultado del proyecto se ha desarrollado el nuevo programa **CRMag PLUS**, cuyos numerosos avances ya han sido presentados en una jornada técnica desarrollada en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Comunitat Valenciana y esperamos poder difundir, próximamente, en otros ámbitos de la ingeniería.

Este nuevo *software* cuenta con tres modos de cálculo: uno para instalaciones (centros de transformación, subestaciones), otro para transformadores y otro para líneas aéreas, cubriendo así todos los tipos de instalaciones en los que los usuarios y las administraciones han ido manifestando una necesidad de realizar estos estudios. **Entre las principales características mejoradas del software destaca la fácil entrada de datos de las instalaciones y su conexión directa con otros programas** habituales en Ingeniería, como Excel o AutoCAD, que permite importar datos de éstos. También la **potencia del cálculo y la representación gráfica de resultados**. Todas las figuras de resultados son interactivas y permiten preparar, de forma muy detallada, los datos necesarios para elaborar cualquier informe sobre los valores previstos del campo magnético en las instalaciones y sus alrededores. Además, permite mostrar los resultados en diversos formatos mediante mapas de color, superficies tridimensionales o curvas isólinea, entre otros.

El proyecto CREMIE es una clara evidencia de que apostar por la relación entre el mundo profesional y el académico puede dar resultados útiles en el ámbito científico y tecnológico.



TESLA

Revista del Colegio Oficial y la Asociación
de Ingenieros Industriales de Madrid

COIIM

C/ Javier Ferrero 10. 28002 Madrid
Tel.: 91 531 55 83 - Fax: 91 531 72 33
portal.coiim.es

AIIM

C/ Javier Ferrero 10. 28002 Madrid
Tel.: 91 521 40 41 - Fax: 91 531 00 28
www.aiim.es

CONSEJO EDITORIAL

DECANO COIIM

César Franco Ramos

PRESIDENTE AIIM

Emilio Mínguez Torres

DIRECTORA DE LA REVISTA

Carmen Vázquez Cáceres

COORDINADORA EDITORIAL

Bertha Claire Salido



15



37

SUMARIO

TESLA nº30 | Verano 2021

5 Editorial

6 Entrevistas

6 Raquel SÁNCHEZ JIMÉNEZ

Ministra de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana

10 Juan Carlos SUÁREZ-QUIÑONES

Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León

12 David PÉREZ GARCÍA

Consejero de Transportes e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid

15 A Fondo. FERROCARRIL

15 La resiliencia del ferrocarril y la nueva movilidad

María Luisa DOMÍNGUEZ. Presidenta de ADIF

18 Hacia el tren Talgo del futuro. La innovación como herramienta para la sostenibilidad

Emilio GARCÍA GARCÍA. Director de Innovación de Talgo

21 El futuro del ferrocarril metropolitano y la movilidad sostenible a nivel europeo

Silvia ROLDÁN. CEO de Metro de Madrid y vicepresidenta del Comité Metros UITP Europa

23 Transporte de mercancías por ferrocarril

Juan Diego PEDRERO. Presidente ejecutivo de la AEF

25 CAF apuesta por el hidrógeno, como alternativa verde

Andrés ARIZKORRETA GARCÍA. Presidente Grupo CAF

30 El Servicio de Mantenimiento Ferroviario se sube al tren de la transformación digital

Gorka MACÍAS BEREZO. Director de Ingeniería de Actren, Mantenimiento Ferroviario

35 Zeleros Hyperloop: expandiendo los límites de la movilidad

Juan VICÉN BALAGUER. Cofundador de Zeleros Hyperloop

39 El transporte ferroviario de mercancías combinado, la clave para el desarrollo económico y un camino para mantener el liderato ferroviario internacional de España

Rafael SERNA ESPINOSA. Responsable comercial de Castulo Technology S.L.

44 El transporte de mercancías por ferrocarril en España

Andrés HERBADA ESTEBAN. Miembro de la Comisión de Transporte y Logística COIIM/AIIM

48 Conducción autónoma: el camino hacia la revolución ferroviaria

Leopoldo MAESTU. Presidente y consejero delegado de Alstom España y Portugal

53 Stadler Valencia, innovación y tecnología 100% española al servicio de la nueva movilidad

Íñigo PARRA CAMPOS. Presidente de Stadler Valencia

56 Los Centros de Competencias Digitales (CCD) de Renfe

Óscar GÓMEZ BARBERO. Consejero director de LogiRail

58 Superestructura ferroviaria y línea aérea de contacto

Moisés REQUEJO ARRANZ. Ingeniero superior industrial y consultor ferroviario

59 El transporte ferroviario en la logística urbana

Santiago TOVAR FERRO. Vocal de las Directivas Asociación Española de Transporte y Asociación Europea de Ferroviarios

62 Reflexiones sobre el ferrocarril, desde afuera

Justo ÁLVAREZ QUIRÓS. Secretario de la Comisión Transporte y Logística COIIM/AIIM

66 Shift2Rail: respuesta sectorial en la innovación europea

Juan de Dios SANZ BOBI. Profesor de la ETSII de la UPM

71 Universidades

Universidad Carlos III de Madrid

Paloma PÉREZ DÍAZ

Directora de la Escuela Politécnica Superior (EPS)

76 Actualidad ingenieros industriales

Destino industrial. María ORTUÑO PALAO. Airbus Commercial Aircraft

Adeslas
EMPRESAS

Adeslas

CERCA DE TI, CON LA MEJOR ASISTENCIA SANITARIA

Condiciones especiales para los colegiados de **COIIM** y sus familiares directos: cónyuge e hijos.

Adeslas, la primera Compañía de Seguros de Salud del país con **más de 43.000 profesionales**, **1.200 centros médicos** y **más de 200 hospitales concertados**, pone a tu disposición la posibilidad de asegurar tu salud y la de tus familiares directos en unas condiciones muy ventajosas.

Adeslas **EXTRA 150 Mil** + Plus **DENTAL**

Edad	Asegurado/mes
0-19	45,00 €
20-44	60,00 €
45-54	75,00 €
55-64	120,00 €

Adeslas **EXTRA 150 Mil**

Un seguro mixto que te permite acceder al amplio cuadro médico de Adeslas sin desembolso alguno, o elegir médico y centro hospitalario en todo el mundo con un **reembolso del 80 % en España y en el extranjero** y un límite anual de 150.000 €.

- Medicina general y pediatría.
- Especialidades.
- Medios de diagnóstico, incluidos los de alta tecnología.
- Hospitalización.
- Parto y todo lo relacionado con él.
- Tratamientos especiales: foniatría y logopedia, laserterapia, diálisis, láser verde...
- Urgencias ambulatorias y hospitalarias.

Plus **DENTAL**

Accede a muchos servicios sin coste adicional: urgencias, limpiezas de boca, consultas de diagnóstico, fluorizaciones, educación bucal y precios especiales en todos los tratamientos dentales.

Nuevos servicios de salud

Tu seguro de salud con nuevos servicios para cuidarte estés donde estés.

- **Servicios de salud digital:** videoconsulta y teleconsulta, chat y teléfonos de orientación médica, autorizaciones y reembolsos *on-line* y receta electrónica privada.
- **Adeslas Salud y Bienestar:** la plataforma de salud digital que te acompaña en tu día a día para mejorar tu estilo de vida y la gestión de tu salud.

COBERTURAS EXCLUSIVAS PARA COIIM

- **Robot da Vinci** (franquicia 4.500€).
- **Reproducción asistida** (sin franquicia).
- **Acceso Clínica Navarra de Pamplona.**

Condiciones especiales para:



Para más información y contratación:

Seguros Coiim
seguros@coiim.org
91 531 55 83

Adeslas
Coiim@segurcaixaadeslas.es
629 200 970

*Tarifas 2021 para nuevas altas.

SegurCaixa Adeslas, S.A. de Seguros y Reaseguros, con domicilio social en el Paseo de la Castellana, 259 C (Torre de Cristal), 28046 Madrid, con NIF A28011864, e inscrita en el R. M. de Madrid, tomo 36733, folio 213, hoja M-658265.

2021: AÑO EUROPEO DEL FERROCARRIL

La Unión Europea ha declarado este año 2021 como el **Año Europeo del Ferrocarril**. El tren es un medio de transporte que está teniendo gran proyección por su comodidad, seguridad, rapidez, eficiencia, y respeto con el medioambiente. Está experimentando grandes avances, tanto tecnológicos como en transformación digital.

La Unión Europea prevé que:

- Para el año 2050 la mayoría de los movimientos de las personas en Europa será en ferrocarril.
- También para 2050 al menos el 50 % del tráfico de mercancías debería ser por ferrocarril o por barco, no por carretera. Cifra ciertamente lejana del 4 % actual en España. El Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) prevé subir esta cuota del ferrocarril para mercancías hasta el 10 % para 2030.

El número de TESLA que ahora presentamos se enmarca dentro de las actividades y eventos organizados por el COIIM en el marco de todas las actuaciones programadas por la entidades y empresas que integran este sector, en nuestro país, para potenciar la celebración a nivel internacional de este Año Europeo del Ferrocarril 2021.

Ponemos el foco del contenido de esta revista en los beneficios que la ingeniería aporta al ferrocarril como medio de transporte rentable, seguro, eficiente y sostenible, con el fin de fomentar su uso, tanto por los ciudadanos como por las empresas, y contribuir también a alcanzar la neutralidad climática en 2050 establecida en el Pacto Verde Europeo.

La ingeniería que se emplea y se utiliza en los estudios, proyectos, fabricación, instalación, comunicaciones, mantenimiento, etc. de la infraestructura y la explotación ferroviaria, en su material rodante, instalaciones, equipamiento, gestión y trazabilidad, tanto en lo ya realizado como en lo que está en fase de proyecto, goza de una buena posición y disposición para ayudar a su proyección haciendo más eficiente y completo el transporte ferroviario.

En los estudios y actuaciones de ingeniería presentados en esta publicación, hemos intentado profundizar en los temas y áreas del sector ferroviario más candentes en la actualidad, como son:

- Aumento de los estándares de explotación de nuestras infraestructuras y sistemas de explotación ferroviarios: longitud de los trenes, gálbos, cargas máximas por tren y por eje, etc.
- Capacidades y sistemas de gestión de la circulación por nuestras líneas.
- Innovaciones en el material ferroviario, en su fabricación, sostenibilidad, gestión, mantenimiento, etc., aprovechando las nuevas tecnologías.
- Innovaciones en los sistemas de transporte: el *hyper-loop*.
- Actuaciones y mejoras para la potenciación del transporte de mercancías por ferrocarril e Intermodal.

Es propósito de este Colegio apoyar en todo lo posible estas actuaciones, así como cualesquiera otras en que la aportación de la ingeniería así lo requiera.

Para mejorar la continuación y los resultados de estas actividades es muy necesario el apoyo de la Administración, tanto para convocatorias de proyectos, estudios, innovaciones, etc., como para la materialización de las correspondientes actuaciones. Financiación que puede provenir de fondos nacionales y europeos.

Este ha sido el espíritu con el que hemos intentado aportar la mayor información posible en este número de TESLA, con la inestimable colaboración de profesionales y expertos de este Colegio, de las empresas privadas, de las asociaciones y de las administraciones del sector (MIMA, comunidades autónomas, ayuntamientos), aportando realizaciones, proyectos, políticas ferroviarias y estudios, que contribuirán al apoyo, promoción, desarrollo y difusión del ferrocarril.

¡Espero que lo hayamos conseguido!

José Ramón Perán González

Presidente de la Comisión de Transporte y Logística del COIIM

Tesla

REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL Y LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID

Edita: Colegio Oficial y Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

Redacción: Consejo Editorial

Correo Electrónico: revistatesla@coiim.org

Página web: portal.coiim.es

Diseño, Maquetación, Coordinación y Publicidad: Senda Editorial S.A.. Tel.: 91 373 47 50. C/ Poeta Joan Maragall, 56-7ºD, 28020 Madrid

Impresión: GRÁFICAS LÍDER. Tel.: 91 659 30 86

Depósito Legal: M-35029-2013

ISSN: 2341-3212

La Dirección y el Consejo Editorial de TESLA no se hacen responsables de las opiniones vertidas en sus páginas. Están reservados todos los derechos. Los contenidos no podrán ser reproducidos, ni registrados, ni transmitidos sin el permiso expreso del Colegio Oficial y la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid.



RAQUEL SANCHEZ

MINISTRA DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

AÑO EUROPEO DEL FERROCARRIL

El 1 de enero de 2021 se inició la celebración del Año Europeo del Ferrocarril, una iniciativa de la Comisión Europea destinada a destacar los beneficios de este medio de transporte tanto para las personas como para la economía y el clima. ¿Qué participación tiene el MITMA en esta celebración y qué objetivos se quieren alcanzar?

Lo que celebramos no es solo el año del ferrocarril. Este 2021 es el primer año en el que se ponen en marcha en toda la Unión Europea las normas del cuarto paquete ferroviario, cuyo objetivo es

avanzar en la creación de un espacio ferroviario europeo totalmente integrado, que elimine los obstáculos institucionales, legales y técnicos y apoye el crecimiento económico.

A mi modo de ver, el ferrocarril representa los valores y objetivos que persigue la Unión Europea desde su creación: una Europa unida, conectada y cohesionada; una Europa verde y medioambientalmente sostenible. Este es también el reto que persiguen las políticas de movilidad que estamos desarrollando en el Ministerio: la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 y la futura Ley de Movilidad Sostenible y de Financiación del Transporte.

Curriculum Vitae

Raquel Sánchez Jiménez nació en Gavà (Barcelona) en 1975. Licenciada en Derecho por la Universidad de Barcelona y máster en Derecho del Trabajo y Seguridad Social por la Universidad Pompeu-Fabra.

Hasta 2021 era alcaldesa del PSC en el Ayuntamiento de Gavà.

Entre 2007 y 2011 fue teniente de alcalde del Área de Economía y Hacienda, Recursos Humanos y Servicios Generales y portavoz del Grupo Municipal Socialista en este consistorio. Y entre 2011 y 2015 fue teniente de alcalde del Área de Urbanismo, Promoción Económica, Medio Ambiente y Sostenibilidad y, a la vez, portavoz del grupo socialista.

En el ámbito orgánico, desde 2012 es primera secretaria del PSC de Gavà. Forma parte de la Comisión Ejecutiva del PSC del Baix Llobregat y es miembro del Consell Nacional del PSC.

Raquel Sánchez forma parte de la Ejecutiva del PSC desde 2016. Hasta diciembre de 2019 como secretaria de Políticas de las Mujeres y desde entonces como secretaria de Estrategia y Clima.

En 2015 fue nombrada vicepresidenta primera del Consell Comarcal del Baix Llobregat y también vicepresidenta segunda de la Red Española de Ciudades por el Clima.

Desde 2019 es vicepresidenta institucional del Área Metropolitana de Barcelona y vicepresidenta del Comité Ejecutivo de Airport Regions Council. En 2020 fue elegida como representante de la Federación Española de Municipios y Provincias en el Consejo Nacional del Clima y también como Patrona del Institut Cerdà.

Fomentar métodos eficientes y sostenibles de transporte, como el trasvase modal de la carretera hacia el ferrocarril, contribuirá a rebajar la dependencia que España tiene del petróleo importado y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

¿Cuáles son las actividades más relevantes que se organizan a lo largo del año?

Estamos aprovechando la celebración para acercar el ferrocarril a la ciudadanía, a los distintos interlocutores sociales, a empresas, comunidades académicas, y jóvenes. El ferrocarril significa cohesión interna y cohesión entre países, y es esencial en la integración del mercado interior de la Unión Europea.

Hemos programado eventos diversos, que van desde comunicaciones en redes sociales a publicaciones, jornadas, seminarios, premios o presentaciones relacionadas con el sector. Queremos recuperar la confianza del usuario y promover su uso como modo de transporte seguro. Para el Ministerio, el ferrocarril es el eje de la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030, y es una oportunidad para hacer visible al sector ferroviario español.

INVERSIONES

En su toma de posesión señaló que el MITMA es la punta de lanza de las grandes transformaciones y de la recuperación económica que supondrán los fondos europeos. ¿Cuáles son las principales previsiones de inversión de estos fondos, específicamente en el ámbito del ferrocarril?

El ferrocarril es el gran protagonista de las inversiones directas recogidas en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Del conjunto de las inversiones en movilidad, el Ministerio ejecutará directamente más de 6200 millones de euros en el ámbito ferroviario, que redundarán en una importantísima mejora de la red. Lloverán sobre mojado porque más del 40 % del total de la inversión presupuestaria del Ministerio para este año 2021 ya está destinada al ferrocarril. En concreto, 5936 millones de euros.

España cuenta con una extensa red de Alta Velocidad (AV). En estos momentos se encuentra en fase de pruebas el último tramo de acceso del AVE a Galicia entre Pedralba y Ourense, y se prevé su puesta en servicio a lo

largo del segundo semestre de 2021. ¿Cuáles son los planes de ampliación de la AV en nuestro país?

Estamos trabajando en los nuevos ejes de alta velocidad: Galicia, Asturias y País Vasco, Venta de Baños-Burgos, corredor navarro, Valencia-Xàtiva-Alicante, Murcia, Almería, Extremadura y Palencia-Santander. También, en actuaciones de mejora de capacidad en terminales congestionadas como las de Sants, Sagrera, Chamartín, Atocha y Valencia.

Pero también en mejorar nuestra red convencional, sus servicios y la accesibilidad de nuestras estaciones, así como en dar protagonismo al ferrocarril en la movilidad urbana y de mercancías a través de nuestras estrategias de Cercanías 25 y Mercancías 30, respectivamente. En un sistema de movilidad eficiente es básica la intermodalidad y la inclusividad.

Como complemento a las inversiones en AV, desde el Colegio entendemos que son necesarias también para las líneas ferroviarias convencionales, e incluso para la rehabilitación de las líneas secundarias suprimidas, para su explotación ferroviaria, tanto de mercancías como de viajeros. ¿Qué previsiones tiene el Ministerio para inversiones en esta línea?

En la red convencional estamos trabajando en actuaciones como el cambio

de ancho en el tramo Valencia-Castellón-Tarragona y en la mejora y electrificación del Sagunto-Teruel-Zaragoza, Mérida- Puertollano, Ourense-Lugo y Algeciras - Bobadilla.

No hemos dejado de avanzar en los corredores europeos porque entendemos que son los principales ejes vertebradores de la movilidad. Su desarrollo dota a España de una mayor cohesión territorial, tanto interior como exterior. Y esto se consigue acortando los tiempos de viaje y haciéndolos más seguros y eficientes, económica y ambientalmente.

El reparto de los 6200 millones de euros de inversión directa del Ministerio responde a nuestra idea de red cohesionada, eficiente, intermodal y digital. Así, 1620 millones se dedican a Cercanías y otros 118 millones a su digitalización. Cerca de 3000 millones van a destinados a los corredores transeuropeos, Atlántico y Mediterráneo, con la vista puesta en su conclusión en 2030. Dedicamos otros 1100 millones a infraestructuras ferroviarias de la red transeuropea, no incluidas en los corredores de red básica. Y, finalmente, 625 millones a terminales intermodales y logísticas estratégicas y accesos ferroviarios a puertos.

La participación del ferrocarril en el transporte de mercancías es solo de un 4 %, a pesar de sus notables



DATOS DE INTERÉS

España cuenta con 15 301 kilómetros de Red Ferroviaria, 11 333 kilómetros de ancho ibérico, 2591 de ancho estándar, 190 de ancho mixto y 1207 de ancho métrico.

Todo ello está atendido en 1498 estaciones, con 39 terminales de mercancías.

Cada año circulan por esta red cerca de 2,3 millones de trenes.

ventajas de eficiencia energética y medioambiental. Para que el tráfico disperso de carretera sea transferido al ferrocarril es necesaria la apuesta por el intermodal, lo que se está apoyando fuertemente a nivel europeo. ¿Cuál es el plan de impulso y ayudas que prevé el Ministerio para este trasvase al ferrocarril?, ¿están previstas ayudas a los transportistas de carretera que apuesten por esta modalidad?

Precisamente, el objetivo de la iniciativa Mercancías 30 es incrementar la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías en España desde el 4 % actual hasta el 10 % en 2030. Si hacemos posible un flujo de mercancías fiable y eficiente, serán los propios transportistas los que salten de modo porque les será más interesante esta alternativa.

El transporte de mercancías por carretera es un sector esencial para nuestro país y lo seguirá siendo en este futuro más digital y más sostenible, una vez acometa su propio proceso de transformación. Queremos acompañar al sector en este proceso con el Plan de Impulso de la Sostenibilidad del Transporte de Mercancías por Carretera (Plan Impulsa), un plan específico diseñado para la sostenibilidad en su triple perspectiva económica, social y medioambiental.

La penetración del transporte ferroviario en los núcleos urbanos es beneficiosa para la intermodalidad del transporte, y para la eliminación de los gases nocivos en las ciudades. ¿Qué planes tiene el Ministerio para la promoción del ferrocarril en el transporte urbano de mercancías, aprovechando, en su caso, los servicios de Cercanías y trenes regionales?

La iniciativa Mercancías 30 definirá acciones concretas para la contribución

del modo ferroviario al transporte urbano de mercancías. La ubicación de las terminales de mercancías puede favorecer la llamada Distribución Urbana de Mercancías (DUM) o de "última milla", que concentra el tramo final en el proceso de la cadena logística desde el centro de distribución al punto de entrega al consumidor final o al comercio minorista.

¿Cómo puede apoyarse la mejora en el acceso a grandes centros logísticos como los puertos?

Queremos consolidar el Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria y las actuaciones en él englobadas, así como establecer un sistema de ecoincentivos e impulsar las autopistas ferroviarias.

Asimismo, en la línea de fomento de la intermodalidad, continuamos con la mejora y desarrollo de nodos intermodales estratégicos y en la definición de un nuevo modelo de gestión de las terminales y nodos logísticos.

El Corredor Mediterráneo es considerado como un proyecto estratégico para el conjunto del país. ¿En qué situación se encuentra su desarrollo?

Muchos de nuestros proyectos ferroviarios más importantes en los que estamos trabajando actualmente están ligados al desarrollo de las redes transeuropeas de transporte, entre las que destacan los Corredores Europeos Mediterráneo y Atlántico. Los compromisos europeos están marcados para 2030. No obstante, a lo largo de estos tres años hemos podido comprobar que no es necesario tener los corredores completamente finalizados para que la ciudadanía comience a percibir sus beneficios.

En estos últimos tres años, el Corredor Mediterráneo ha aumentado su longitud en 233 kilómetros tras haber puesto en servicio el AVE a Granada, el

tramo Alcudia-Moixent, la variante de Vandellós y la conexión entre Monforte del Cid y Beniel, correspondiente al AVE a Elche y Orihuela. Además de mejorar radicalmente las conexiones alicantinas, hemos puesto en valor la primera parte del trazado del AVE a Murcia, y ello nos ha permitido continuar con las obras hacia Almería y Granada. Además, ya tenemos licitado también el cambio de ancho entre Castellón y Tarragona, que será una de las actuaciones de mayor relevancia para el desarrollo del Corredor como eje estratégico para el fomento del transporte por ferrocarril y el desarrollo socioeconómico del arco mediterráneo y su área de influencia.

En el Corredor Atlántico, por su parte, acabamos de ampliar su definición para que incluya a Galicia y a Asturias y que así estas comunidades se puedan beneficiar de los fondos para la mejora de las redes.

¿Está previsto avanzar en el conocido como Corredor Central Ibérico?

Lo que se denominaba Corredor Central antes de la aprobación de las redes transeuropeas de transporte en 2013 fue incorporado a los dos corredores, Atlántico y Mediterráneo. Es el actual ramal central Algeciras-Madrid. Desde Madrid, el ramal mediterráneo discurre hacia Zaragoza, Barcelona y la frontera francesa; y el ramal Atlántico discurre hacia Valladolid e Irún. Su culminación es una prioridad para el Ministerio.

¿Cuáles son los principales retos en digitalización del ferrocarril que se plantea el MITMA?

La transformación digital es uno de los ejes en los que se centran las inversiones de los fondos europeos. Incorporar la digitalización y las nuevas tecnologías al ferrocarril redundará en una mayor competitividad y complementariedad.

Tenemos previstas una serie de inversiones en el conjunto de la red ferroviaria de interés general relacionadas con la mejora de la infraestructura tecnológica para la gestión del tráfico ferroviario, la seguridad –incluida la ciberseguridad–, el desarrollo de la tecnología satélite aplicada al ERTMS y el desarrollo de mapas de ruido y actuaciones de protección acústica.

Vamos a conseguir que las nuevas generaciones hereden un ferrocarril seguro, rápido, eficiente y sostenible. 



Sentamos las bases
del crecimiento del
mañana, trabajamos
para desplazar a la
gente de manera rápida,
segura y sostenible.

+60

Proyectos ferroviarios
y de transporte

+278km

De túneles diseñados
a nivel global

3500km

De autopistas y
carreteras

JUAN CARLOS SUÁREZ-QUIÑONES

Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

Trayectoria

Juan Carlos Suárez-Quiñones es licenciado en Derecho, juez y magistrado por oposición.

Posee el Diploma de Estudios Avanzados en los Estudios de Doctorado en Derecho, teniendo reconocida la suficiencia investigadora.

Ingresó en la Carrera Judicial en el año 1987, primero como juez y luego como magistrado y ha estado destinado en órganos jurisdiccionales de Benavente (Zamora), Getafe (Madrid) y León, ciudad de la que fue elegido juez decano en diciembre de 2002, ejerciendo dicho cargo hasta febrero de 2012.

Fue miembro de la Sala de Gobierno del Tribunal Superior de Justicia de Castilla y León, desde noviembre de 2004 a noviembre de 2009.

Ha ejercido como profesor asociado de Derecho Penal en la Facultad de Derecho de León, en el periodo 1997-2007 y 2013-2015.

Nombrado subdelegado del Gobierno en León, ejerciendo dicho cargo desde febrero de 2012 a abril de 2015.

Nombrado delegado del Gobierno en Castilla y León, cargo que ocupa desde abril a julio de 2015.

Nombrado consejero de Fomento y Medio Ambiente del Gobierno de la Junta de Castilla y León el día 8 de julio de 2015, responsabilidad que continúa representando en la actual Legislatura 2019-2023.



La penetración del transporte ferroviario con tracción eléctrica en los núcleos urbanos es beneficiosa para la sostenibilidad y la intermodalidad del transporte puerta a puerta, y para la eliminación de los gases nocivos en las ciudades.

¿Qué planes tiene la Comunidad de Castilla y León para la promoción, desarrollo y automatización del servicio ferroviario en el transporte metropolitano de viajeros, aprovechando en el ferrocarril los servicios de Cercanías y Trenes Regionales?

Lo primero que quería reseñar es que la Junta de Castilla y León no ostenta competencia alguna en materia ferroviaria. No existe tampoco en nuestra comunidad autónoma red de cercanías (aunque siempre hemos defendido que existen relaciones ferroviarias que sí de-

berían incluirse en dicha red como Palencia-Valladolid-Medina del Campo) ni Tren-Tram que sea titularidad de la Administración autonómica o local. El único tren con penetración urbana es el antiguo tren de vía estrecha (FEVE) en la ciudad de León, que actualmente se encuentra pendiente del encaje normativo que permita su puesta en funcionamiento, siendo esta unas de las principales demandas que planteamos al Gobierno de España.

Por lo tanto, desde Castilla y León trabajamos en la coordinación, interoperabilidad e intermodalidad de nuestro sistema de transporte público en autobús con el transporte ferroviario de viajeros. Para ello, en próximas fechas aprobaremos el Mapa de Ordenación de Transportes que establecerá una

nueva configuración de la red de transporte público de viajeros por carretera y que fija como premisa fundamental la coordinación de la red de transporte público de la comunidad autónoma con la red estatal, dentro de la cual se encuentra la red de ferroviaria.

¿Y el empleo del Tren-Tram-Metro para utilizar el ferrocarril en el transporte de mercancías de la Última Milla, aprovechando, de forma combinada, y en los horarios que permitan los servicios de viajeros y de mantenimiento de la línea, los Cercanías, Metro y Tranvías? ¿Cree que es conveniente un plan de información tecnológica y de gestión sobre esta modalidad de transporte, que ya se está desarrollando, con buenos resultados, en otros países?

La tecnología y la digitalización son los pilares sobre los que pivota el Mapa de Ordenación del Transporte y que busca una movilidad basada en la universalidad y la accesibilidad, la calidad, la intermodalidad y la integración digital. En definitiva, una movilidad inteligente en los entornos conurbanos que permita integrar dentro del concepto de movilidad las mercancías en el último tramo de reparto, con un adecuado encaje intermodal donde los transportistas y demás actores de la red encuentren las facilidades que necesitan.

No debemos olvidarnos tampoco de las necesidades del mundo rural, siendo la planificación del reparto de mercancías en la última milla una de las soluciones a la problemática actual de nuestros pueblos respecto de la falta de estructura comercial, que se puede alcanzar mediante la coordinación e interoperabilidad del transporte por carretera y el ferroviario aprovechando la red de infraestructuras existentes.

Las líneas de tranvías electrificadas no son aconsejables para la zona central (peatonal en gran parte) en su recorrido por los núcleos urbanos. ¿Qué planes tiene la Comunidad de Castilla y León para la sustitución de servicios de autobuses urbanos por tranvías con carga por baterías?

Como ya he expresado con anterioridad, no existen en Castilla y León líneas de tranvía, por lo que nuestros esfuerzos se centran en la implementación en nuestras líneas metropolitanas de autobuses de políticas de movilidad que primen la sostenibilidad ambiental, la reducción de gases de efecto invernadero y la eficiencia energética, en línea con el marco normativo vigente relativo al cambio climático y reducción de la contaminación acústica y atmosférica.

Por ello, en la licitación de las nuevas concesiones de transporte público de viajeros por carretera de titularidad autonómica primaremos a la hora de la valoración de las ofertas los aspectos anteriormente referidos. Se trata, en definitiva, de implementar políticas públicas que conviertan la contratación no en un mero medio para la obtención por las administraciones de bienes o servicios, sino en un elemento estratégico en la lucha contra el cambio climático en nuestras ciudades.

Quiero recordar la gran importancia de los Fondos Europeos *Next Generation* para lograr los objetivos de sostenibili-

“El mantenimiento de los puntos de venta presenciales de billetes de tren y de las estaciones de ADIF son compromiso con el medio rural y sus habitantes, y ello supone un coste económico necesario para potenciar servicios públicos esenciales para la pervivencia de nuestros pueblos y la vertebración del territorio rural

”

dad ambiental y lucha contra el cambio climático, como ventana de oportunidad que no debemos desaprovechar.

Los servicios regionales de viajeros por carretera contaminan los núcleos urbanos más que el ferrocarril, y contribuyen a la congestión de la circulación en los accesos a los grandes núcleos urbanos. ¿Qué nuevos servicios o mejoras de los actuales precisaría de Renfe en el servicio de trenes regionales, así como en la gestión del tiquetaje, para facilitar el trasvase del tráfico regional de la carretera al ferrocarril, incluyendo la posibilidad del transporte combinado ferrocarril-carretera?

Creo que lo primero sería volver a implementar las expediciones y frecuencias existentes con anterioridad a la COVID-19 por parte del operador ferroviario. Por otra parte, es precisa una adecuada interoperabilidad e intermodalidad entre los servicios ferroviarios y de transporte por carretera. En este sentido en nuestro Mapa de Ordenación del Transporte hemos definido como flujos de movilidad prioritarios los relativos a la conexión de nuestros servicios de transporte público con las estaciones de tren, tanto como medio de conexión con las cabeceras de población como con las capitales de provincia.

¿Qué medidas estima que deberían implantar Renfe y ADIF para facilitar el servicio a los viajeros en las estaciones de débil tráfico, que no justifican la apertura de la estación en un amplio horario de servicio?

¿En qué medidas podrían colaborar los ayuntamientos en la prestación económicamente suficiente de estos servicios?

Creo que el mantenimiento de puntos de venta presenciales de billetes de tren y de las estaciones de ADIF en la Comunidad

Autónoma de Castilla y León es absolutamente necesario para la lucha contra la despoblación y afecta decisivamente a uno de los elementos fundamentales para la pervivencia de nuestro mundo rural.

Por lo tanto defendemos su mantenimiento pues se trata del compromiso con el medio rural y sus habitantes y, no lo olvidemos, también con la sostenibilidad medioambiental, y ello exige a todas las Administraciones Públicas (nosotros hacemos un esfuerzo anual de más de 13 millones de euros en mantener nuestros servicios deficitarios de transporte), esfuerzos especiales que comportan un coste económico que, entiendo, no se debe rehuir. Al contrario, debe formar parte de una decisiva apuesta de todos por potenciar aquellos servicios públicos esenciales para la pervivencia de nuestros pueblos y la vertebración del territorio rural.

Para los servicios ferroviarios y metro-ferroviarios prestados por la Comunidad de Castilla y León, ¿qué planes de ampliación de infraestructuras ferroviarias y de servicios combinados ferrocarril-carretera tiene en fase de implantación o de estudio para conectar los núcleos urbanos de la España vacía con las grandes urbes?

Nuestro Mapa de Ordenación del Transporte implica un compromiso de coordinación en intermodalidad con el ferrocarril y en esta línea trabajaremos conjuntamente con el operador ferroviario. Por ello estamos abiertos a que cualquier reordenación que se lleve a cabo en relación con los servicios ferroviarios que puedan afectar a Castilla y León se consensúe previamente con el fin de coordinar una respuesta que tenga en cuenta los diferentes modos de transporte y en la que la premisa fundamental sea la garantía de la movilidad de los ciudadanos de Castilla y León. 

DAVID PÉREZ GARCÍA

Consejero de Transportes e Infraestructuras de la COMUNIDAD DE MADRID



Trayectoria

Licenciado en Ciencias de la Información por la Universidad Complutense de Madrid.

Diputado en la Asamblea de Madrid. Alcalde de la ciudad de Alcorcón entre 2011 y 2019.

Desde agosto del año 2019 hasta junio de 2021 ha sido consejero de Vivienda y Administración Local.

También ha sido presidente de la Federación Madrileña de Municipios y ha ejercido de viceconsejero de Empleo y Mujer de la Comunidad de Madrid.

La penetración del transporte ferroviario con tracción eléctrica en los núcleos urbanos es beneficioso para la sostenibilidad y la intermodalidad del transporte puerta a puerta, y para la eliminación de los gases nocivos en las ciudades.

¿Qué planes tiene la Comunidad de Madrid para la promoción, desarrollo y automatización del servicio ferroviario en el transporte metropolitano de viajeros, aprovechando en el ferrocarril los servicios de Cercanías y trenes regionales?

El transporte ferroviario es un elemento esencial en la movilidad del futuro al haberse demostrado como el único medio de transporte que ha reducido considerablemente sus emisiones desde 1990. Y esto es más importante si

cabe en los núcleos urbanos, que deben hacer compatible la movilidad y la sostenibilidad.

Metro de Madrid es uno de los modos de transporte menos contaminantes, ya que su uso supone contaminar cinco veces menos que si se elige hacer el mismo recorrido en vehículo privado.

Uno de nuestros planes más inmediatos es el de trabajar para volver a los niveles de demanda anteriores a la crisis de la COVID-19. Aunque ya hemos recuperado en la Comunidad de Madrid el 75 % de afluencia de viajeros previos a la crisis queremos seguir avanzando. Y para ello, además de dar confianza a los usuarios, debemos adaptarnos a las nuevas necesidades y a las deci-

siones de movilidad de los ciudadanos mediante la integración intermodal, la digitalización y el uso de los datos, en tiempo real, para ofrecer un mejor servicio.

El uso del *Big Data* será un gran aliado en ese futuro hacia una movilidad inteligente, ya que nos permite desde mejorar el confort o la información al

ciudadano hasta un menor consumo energético mejorando la eficiencia. Todo esto ya es una realidad, ya que por ejemplo durante la pandemia, gracias al *Big Data*, se estableció un plan de control de aforo de las estaciones que garantizó la prestación del servicio de Metro con la máxima seguridad.

Respecto al tema de la automatización, una de las claves de futuro será la adquisición de nuevos trenes para hacer frente al incremento de demanda que esperamos en el futuro. Se trata de una decisión estratégica a largo plazo, dado que los trenes se compran con la previsión de que tengan una vida útil superior a los 30 años. Y, como es evidente, estos nuevos trenes deben fabricarse con la posibilidad de incorporar la tecnología GoA 4 (*Grade of Automation*), destinado a la conducción automática, más segura y con mayores índices de confort para el viajero. La mayor parte de los operadores europeos cuentan ya con líneas automáticas, incluso a nivel nacional, como es el Metro de Barcelona, donde el 25 % de la red funciona sin conductor.

¿Y el empleo del Tren-Tram-Metro para utilizar el ferrocarril en el transporte de mercancías de la última milla, aprovechando, de forma combinada, y en los horarios que permitan los servicios de viajeros y de mantenimiento de la línea, los Cercanías, Metro y tranvías?

¿Cree que es conveniente un plan de información tecnológica y de gestión sobre esta modalidad de transporte, que ya se está desarrollando, con buenos resultados, en otros países?

Creo que la colaboración público-privada es muy positiva en cualquier ámbito, no solo en el del transporte, ya que supone un impulso a la innovación. Efectivamente, el caso del transporte de *última milla* es un ejemplo de éxito de esta colaboración en la combinación de distintos medios de transporte para permitir realizar con más rapidez ese último tramo de los repartos, llamado "de última milla".

En el caso de Metro de Madrid se ha recibido alguna propuesta al respecto y el esfuerzo de las Administraciones públicas en este sentido debe ser trabajar en una normativa clara que regule este tipo de sinergias, garantizando en todo momento una cuestión básica que es la seguridad. Además debemos de analizar con mucho detalle todos los

“ El transporte ferroviario es un elemento esencial en la movilidad del futuro al haberse demostrado como el *único medio de transporte que ha reducido considerablemente sus emisiones desde 1990* ”

condicionantes técnicos desde el punto de vista de protección civil.

Metro de Madrid es infraestructura crítica, por lo que debe primar en todo momento la máxima seguridad. Por ello, resulta conveniente un plan de información tecnológica y de gestión sobre esta modalidad de transporte que buscan que el ciudadano se beneficie, en última instancia, al realizar sus desplazamientos.

Las líneas de tranvías electrificadas no son aconsejables para la zona central (peatonal en gran parte) en su recorrido por los núcleos urbanos. ¿Qué

planes tiene la Comunidad de Madrid para la sustitución de servicios de autobuses urbanos por tranvías con carga por baterías?

La Comunidad de Madrid no tiene en su hoja de ruta implementar líneas de tranvía por zonas centrales de la ciudad en materia de transporte. Cuando recientemente se ha tratado de implementar este tipo de transporte en núcleos urbanos, no ha dado el resultado esperado.

Si los tranvías desaparecieron hace años fue porque surgieron otros medios de transporte más flexibles, como los autobuses, y actualmente con posibilidad de albergar a grandes cantidades de



“En la actualidad, más de diez líneas de autobuses están totalmente electrificadas y se espera completar toda la flota de vehículos próximamente de tal forma que **para el año 2022 no circule ningún autobús de gasóleo por Madrid**”

viajeros con un nivel de contaminación casi nulo.

Existen muchas soluciones para gestionar la movilidad de las distintas áreas. Es importante apostar por todas ellas y que todas ellas sean interoperables. La integración de todos los modos, desde los tradicionales a los nuevos modos de transportes, asegurarán el mejor servicio al ciudadano.

Respecto a la segunda cuestión, desde la Comunidad de Madrid se está apostando fuertemente por la movilidad de bajas emisiones. Apostamos sin fisuras por la descarbonización. Si Madrid fue una ciudad pionera en utilizar el gas natural para este tipo de vehículos, en el año 2018 se inauguró la primera línea de España 100 % eléctrica con sistema de recarga por inducción.

En la actualidad, más de diez líneas de autobuses están totalmente electrifica-

das y se espera completar toda la flota de vehículos próximamente de tal forma que para el año 2022 no circule ningún autobús de gasóleo por Madrid. Además, se debe seguir investigando en el uso de otro tipo de combustibles no contaminantes, como el hidrógeno, cuyas posibilidades parece que son muy interesantes en el ámbito de la movilidad. Casi el 30 % de los más de 2000 autobuses interurbanos del Consorcio Regional de Transportes cuentan ya con energías limpias. El proceso de renovación por una flota sostenible no tiene marcha atrás.

Los servicios regionales de viajeros por carretera contaminan los núcleos urbanos más que el ferrocarril, y contribuyen a la congestión de la circulación en los accesos a los grandes núcleos urbanos. ¿Qué nuevos servicios o mejoras de los actuales precisaría

de Renfe en el servicio de Trenes Regionales, así como en la gestión del tiquetaje, para facilitar el trasvase del tráfico regional de la carretera al ferrocarril, incluyendo la posibilidad del transporte combinado ferrocarril-carretera?

Las competencias del transporte de mercancías están encomendadas a ADIF y a Renfe. Son ellos los que deben responder esta cuestión, ya que no es algo que sea competencia de la CAM.

¿Qué medidas estima que deberían implantar Renfe y ADIF para facilitar el servicio a los viajeros en las estaciones de débil tráfico, que no justifican la apertura de la estación en un amplio horario de servicio? ¿En qué medidas podrían colaborar los ayuntamientos en la prestación económicamente suficiente de estos servicios?

Igualmente esta cuestión debe ser abordada por el responsable del Estado en la materia, porque la CAM no es competente en este asunto.

Para los servicios ferroviarios y metroferroviarios prestados por la Comunidad de Madrid, ¿qué planes de ampliación de infraestructuras ferroviarias y de servicios combinados ferrocarril-carretera tiene en fase de implantación o de estudio para conectar los núcleos urbanos de la España vacía con las grandes urbes?

En lo que concierne a Metro de Madrid, a lo largo de los próximos años vamos poner en marcha la mayor ampliación de la red de la última década. El proyecto más ambicioso es el de la gran Diagonal, la línea 11, que vinculará el sur con el norte. Estamos trabajando en el proyecto cuyos 4 tramos de licitación quedarán resueltos en 2022. Otra actuación es la unión de Villaverde con El Casar en Getafe, a través de la línea 3, que ya hemos sacado a licitación y cuyas obras previsiblemente se iniciarán en enero de 2022. Y dentro del proyecto de Madrid Nuevo Norte se construirá una línea de Metro con tres estaciones que va a recorrer y vertebrar todo ese nuevo desarrollo con la ciudad de Madrid y la zona norte de la región.

Además, tenemos previsto contar con cuatro intercambiadores nuevos en Legazpi, Distrito Norte, Conde de Casal y Valdebebas. El de Conde de Casal el proyecto de licitación verá la luz en 2022 y las obras en el de Valdebebas se iniciarán en el segundo semestre de 2022. 





María Luisa Domínguez

LA RESILIENCIA DEL FERROCARRIL Y LA NUEVA MOVILIDAD

PRESIDENTA DE LA ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF)

En 2020 y 2021, ADIF y ADIF Alta Velocidad y el sector ferroviario en general se han enfrentado a dos crisis sin precedentes, aunque de naturaleza y consecuencias muy diferentes: la pandemia de la COVID-19, cuyas consecuencias aún perduran, y la incidencia de la borrasca *Filomena* sobre la explotación ferroviaria. A pesar de ello, ambas entidades públicas y el ferrocarril como modo de transporte han demostrado una gran capacidad de resiliencia, situándose no solo en el centro de la nueva movilidad (sostenible, cohesionadora y adaptada a las demandas de la sociedad), sino también de la recuperación económica.

Nadie duda de que la pandemia de la COVID-19 ha producido cambios profundos en nuestra forma de vida. Estamos viviendo una situación insólita en la que, especialmente en los momentos de mayor incidencia de la enfermedad, una de las medidas más generalizadas ha sido la limitación de la movilidad. Naturalmente, esa limitación tuvo en 2020 un impacto muy significativo en términos generales, pero es importante subrayar que, a diferencia de otros modos de transporte, el ferrocarril, y más concretamente las entidades que presido, ADIF y ADIF Alta Velocidad, mantuvieron plenamente su actividad en todos los ámbitos. En efecto, las infraestructuras ferroviarias deben garantizar la misma disponibilidad, seguridad y fiabilidad independientemente del número de trenes que circulen. En lo peor de la pandemia, y a pesar de un drástico descenso en el número de viajeros, los servicios de gestión de la circulación y de mantenimiento continuaron operativos, con los estándares de calidad habituales. También las estaciones, donde además se incrementaron las tareas de limpieza y desinfección y se implantaron nuevos servicios y medidas, como el suministro de gel hidroalcohólico o la disposición de cámaras termográficas en los accesos a las salas de embarque. Mención especial merecen las instalaciones de servi-

cio para el transporte de mercancías, que desempeñaron un papel esencial para garantizar en todo momento el abastecimiento de la población. En definitiva, a pesar del descenso en las cifras de movilidad y de la importante reducción de su oferta durante los momentos más duros de la pandemia, el sector del transporte fue clave para contribuir al mantenimiento de la actividad económica, y de forma muy destacada el ferrocarril.

Si en 2020 nos enfrentamos a un reto de grandes dimensiones como el planteado por la pandemia, el inicio de 2021 nos sometió a un nuevo desafío, aunque de naturaleza y características

muy diferentes: la borrasca *Filomena*. Durante aquellos días de enero, ADIF realizó un esfuerzo sin precedentes para recuperar el servicio ferroviario. Hay que señalar que durante los días que duró la alerta por la borrasca, destinamos alrededor de 1500 personas diarias a la realización de labores relacionadas directa o indirectamente con el fenómeno meteorológico. Así, si bien fueron las áreas dedicadas al mantenimiento y reparación de la infraestructura y a la regulación y gestión del tráfico las más implicadas, hubo otras muchas que trabajaron sin descanso para contribuir a mitigar los importantes desajustes y afecciones derivados de un temporal que acabó



Estación de Atocha (Madrid) durante la borrasca *Filomena*.

revelándose como histórico. En efecto, quiero poner de manifiesto que la magnitud de la tormenta de nieve obligó incluso a que parte del personal de los Centros de Regulación de Circulación y otras áreas, ante la imposibilidad de realizarse los relevos habituales, tuvieran que pernoctar en alojamientos situados en las proximidades de sus centros de trabajo, y cómo asumieron varios turnos consecutivos para garantizar que ningún tren de viajeros quedara aislado por el temporal en ningún trayecto. Esa vocación de servicio público, unida al empleo de todos los medios disponibles y la aplicación de nuestro Plan Director de Medidas Preventivas de Invierno, anticipándonos a los acontecimientos, dio como resultado la paulatina recuperación del tráfico en un plazo mínimo (en algunos casos en apenas un día), si se tiene en cuenta la magnitud de la borrasca.

Las consecuencias de *Filomena* quedaron ya atrás, no así las de la pandemia de la COVID-19. Es cierto que la evolución de la situación epidemiológica y las campañas masivas de vacunación, entre otras medidas, nos han permitido evolucionar hacia un escenario en el que la sociedad y la economía van recuperando el pulso, y, con ellas, la movilidad. Un rápido vistazo al número de tráficos y viajeros en los servicios de proximidad, así como en los corredores de alta velocidad, nos da buena muestra de ello. Así, el número de km-tren hasta julio de este año ya se sitúa en el 93 % de los registrados en 2019 en el caso de los trenes de Cercanías, y al 86 % en los de Media Distancia. Por su parte, los números en el corredor Madrid-Barcelona muestran un comportamiento muy positivo, marcado no solo por un contexto de progresiva normalización de la movilidad, sino también, y de forma muy destacada, la incorporación de un nuevo operador, Ouigo, con una altísima ocupación, y la irrupción del nuevo servicio de bajo coste de Renfe. Vemos por tanto que la liberalización de los servicios ferroviarios va dando sus frutos ya desde sus primeros compases. La tasa de recuperación del tráfico en esta relación alcanzó el pasado mes de julio el 90 %,



Tren Ouigo.



Renfe- AVLO. Viaducto del Jalón.

mientras que el corredor Madrid-Alicante/Murcia, donde pronto veremos circular también a nuevas operadoras, llegó al 92 %. Seguiremos muy atentos a lo que nos depare el final de la temporada vacacional y, sobre todo, a cómo influyan los cambios de hábitos de movilidad a partir del otoño, pero parece claro que progresivamente nos aproximamos a tasas pre-COVID-19, y que pronto conseguiremos superarlas en algunos corredores. Tampoco podemos olvidar el importante papel de la demanda inducida, logrando que muchas personas que antes no se planteaban subir al tren de alta velocidad lo estén haciendo ahora gracias, entre otras cosas, al impacto positivo de la competencia en el coste de los

servicios. La liberalización constituye una oportunidad no solo para la captación creciente de tráficos, sino para la adaptación a los nuevos modelos de movilidad y la creación y transformación de los modelos productivos hacia lo que demanda la sociedad.

En los dos casos expuestos –la crisis provocada por la pandemia y un temporal de dimensiones históricas–, el ferrocarril ha soportado tensiones sin precedentes cercanos y ha sabido enfrentarlos y sobreponerse, demostrando con ello una capacidad adaptativa y una fortaleza superiores a la de otros modos de transporte. Podemos por ello afirmar sin temor a equivocarnos, porque así nos lo demuestra el desarrollo de los acon-



Tren ILSA.



Pruebas tren Séneca. Viaducto Arnoia (Ourense).

tecimientos y el rumbo del sector, que ADIF y ADIF Alta Velocidad han formado parte de ese éxito. Nunca es buena la autocomplacencia, y menos en el contexto actual, pero creo firmemente que hemos sabido aplicar los cambios necesarios, o profundizar en las acciones y políticas que ya estaban en marcha, para salir más fuertes.

Además, no hay que perder de vista que en esta última etapa, ADIF y ADIF Alta Velocidad han sido capaces de afrontar retos decisivos: la liberalización para poner más trenes sobre las vías y extender la alta velocidad a más familias; los convenios con la Administración General del Estado, que por fin garantizan la predictibilidad necesaria para acometer las inversiones que precisamos; el plan de relevo generacional, que era una urgencia y que nos permitirá traer nuevo talento a la casa; o la nueva puesta en servicio: este año, Galicia y Elche-Orihuela, y más adelante las conexiones a Extremadura, Asturias, Murcia y Almería, entre

otras, con importantes avances en los corredores transfronterizos Atlántico y Mediterráneo. También hemos trabajado en nuestro Plan Estratégico 2030, avanzado en cultura de seguridad y promovido todas las actuaciones necesarias para aprovechar los fondos europeos y el mecanismo para la recuperación y resiliencia.

Me gustaría destacar que el mecanismo de recuperación y resiliencia habilitado por la Unión Europea va a ser especialmente útil porque las actuaciones en el ámbito ferroviario están perfectamente alineadas con los objetivos de la Unión Europea: eficiencia, cohesión territorial y accesibilidad de todos los ciudadanos a una movilidad medioambientalmente sostenible. Gracias al esfuerzo que se ha hecho en los últimos años, hemos podido presentar propuestas de actuaciones maduras que se pueden traducir en aportaciones de fondos muy significativas. En este sentido, ADIF y ADIF Alta Velocidad tienen que ejecutar cerca de 6000 millones de euros

de fondos europeos en los próximos años para desarrollar actuaciones clave para fomentar la movilidad sostenible que queremos: mejorar las redes de Cercanías, reducir desigualdades entre territorios, transformar el papel de las estaciones y ayudar, en definitiva, a que ningún español se quede atrás en su derecho a la movilidad. Las empresas que presido, ADIF y ADIF AV, pero también el sistema ferroviario, la movilidad y la conectividad, tendremos un papel clave en una recuperación que dote de competitividad a nuestra sociedad. Si ya el ferrocarril se postulaba como epicentro de movilidad sostenible, las ventanas de oportunidad que se abren crecen exponencialmente.

Sin duda el Año Europeo del Ferrocarril que estamos celebrando en 2021 está poniendo de relieve los beneficios de este sistema para las personas, la economía y el clima, centrándose en los retos pendientes y urgentes para crear un verdadero espacio ferroviario europeo único sin fronteras. Contribuirá a acelerar el ritmo de la modernización necesaria para convertirlo en una alternativa más generalizada a otros modos de transporte menos sostenibles, o a la multimodalidad entre los más sostenibles. Además, resulta más necesario que nunca que el ferrocarril de larga distancia sea el medio de transporte público hegemónico en las relaciones peninsulares, lo que debe traducirse en un trasvase de los tráficos del avión al ferrocarril de alta velocidad.

Pues bien, ADIF y ADIF Alta Velocidad han sido capaces de desarrollar todos estos proyectos y líneas de trabajo, con avances verdaderamente destacables como los mencionados, a pesar de unas circunstancias y un contexto verdaderamente complejos. De ahí que pueda afirmar que una de las características que mejor nos define es la resiliencia, esto es, la capacidad de superar los malos momentos, estar a la altura de las circunstancias y prevalecer. Nos espera un futuro prometedor en el que a buen seguro el ferrocarril ocupará un puesto central en las soluciones de movilidad que elijan los ciudadanos, y será un orgullo que ADIF y ADIF Alta Velocidad puedan contribuir decisivamente a ello. [E](#)

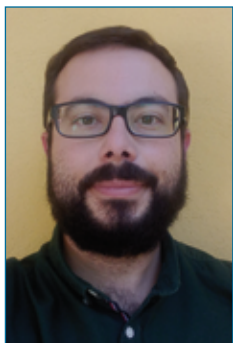
HACIA EL TREN TALGO DEL FUTURO.

LA INNOVACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA LA SOSTENIBILIDAD

En este artículo se describe pasado, presente y futuro de Talgo, una de las empresas líder del sector ferroviario español, con presencia industrial internacional, reconocida a nivel mundial por su capacidad de innovación, su tecnología, calidad, fiabilidad y por el valor añadido de sus productos y servicios. Se van a presentar los proyectos de futuro y cómo estos se alinean con las necesidades del sector ferroviario en el medio-largo plazo.



Emilio García García
DIRECTOR DE INNOVACIÓN
DE TALGO



Eduardo de la Guerra Ochoa
JEFE DE PROYECTOS
DE INNOVACION DE TALGO

INTRODUCCIÓN

En 1942 llega la constitución de Patentes TALGO (Tren Articulado Ligero Goicoechea Oriol) y se construye el prototipo Talgo I. El Talgo I alcanzaba los 115 km/h en pruebas y poco después superaba los 135 km/h en una carrera hacia la reducción de los tiempos de viaje.

Talgo es una empresa especializada en el diseño, fabricación y prestación de servicios de mantenimiento de material rodante ferroviario. Los factores clave del éxito de Talgo son innovación, sostenibilidad, seguridad, calidad y competitividad, con un claro enfoque de orientación al cliente en todos sus proyectos.

La tecnología Talgo, única y altamente eficiente, es reconocida internacionalmente y está presente en las estructuras de transporte ferroviario de 44 países en cuatro continentes ya sea con trenes en operación como con equipos de mantenimiento.

BASES TECNOLÓGICAS

Desde su concepción inicial hace ya más de siete décadas y hasta hoy, y desde su nacimiento en la mesa de diseño hasta pasar por el último puesto de la línea de montaje, los miles de vehículos que han salido de las factorías de Talgo siguen una premisa básica: usar una tecnología propia y diferencial.

Por ello Talgo se basa en un paradigma tecnológico que gira en torno a seis principios fundamentales.

- **Rodadura independiente y guiada.** Talgo es la única fabricante que usa un sistema en el que las dos ruedas de cada eje, derecha e izquierda, pueden girar a diferentes velocidades en trenes convencionales (media distancia, alta velocidad, etc.). Esto no solo mejora el confort de los viajeros en el

interior, sino que hace además que nuestros trenes sean los que menos dañan la infraestructura.

- **Pendulación natural.** Cuando renovar la infraestructura es una opción demasiado cara, a las empresas ferroviarias que quieren elevar la velocidad comercial solo les queda una solución: hacer que los trenes vayan más rápido por las vías ya existentes. La tecnología pendular de Talgo permite aumentar un 25 % la velocidad en las curvas de vías convencionales sin inversiones adicionales.
- **Coches más ligeros y más anchos.** Es una de las premisas básicas de nuestro diseño, hacer los trenes más ligeros del mercado. El uso de aleaciones de aluminio y la reducida longitud de cada coche no solo nos permite mantener un esfuerzo constante por ofrecer a las operadoras el menor consumo energético, sino también maximizar la capacidad con vehículos más anchos.
- **Piso bajo continuo.** Nuestra principal tarea es facilitar a las empresas ferroviarias la tarea de mover a la mayor cantidad de personas, con la mejor experiencia de viaje y en el menor tiempo posible. Nuestros trenes de piso bajo continuo reducen en un 20 % el tiempo en las operaciones de subida y bajada de viajeros y dan la máxima autonomía a las personas con movilidad reducida.
- **Cambio de ancho.** La rodadura desplazable es una de las señas de identidad más fuertes de Talgo. La tecnología de cambio de ancho automático, usada en miles de operaciones desde su lanzamiento hace ya varias décadas, convierte a nuestros trenes en la mejor solución para adaptarse a cualquier red ferroviaria, y superar todas las fronteras de forma transparente.

• Trenes totalmente articulados.

Uno de los factores clave para las operadoras son los costes de mantenimiento del material rodante, y una de las mejores maneras de reducirlos es optar por los trenes completamente articulados de Talgo. Su comportamiento dinámico no solo mejora la fiabilidad y permite espaciar las intervenciones en el tren, sino que además incrementa la seguridad.

Bajo estas bases tecnológicas se ha creado una cartera de productos desde muy alta velocidad y alta velocidad a intercity y cercanías. Todos han demostrado ser la opción más versátil, accesible, fiable y de menor coste por pasajero.

NUEVOS PROYECTOS

A continuación, se van a describir algunos de los proyectos que se han llevado y están llevándose a cabo dentro de Talgo. Con ellos se cubren las principales líneas de innovación del sistema ferroviario: digitalización, movilidad, mantenimiento inteligente, sostenibilidad y adaptación a la demanda.

- **“El Tren en tu móvil”** es una herramienta para digitalizar y adaptar toda la información comunicada en el tren para que sea mostrada a través de dispositivos móviles personales, con interfaces adaptadas al perfil de usuario y sus posibles discapacidades para reducir barreras de accesibilidad (señalética, texto de monitores, megafonía, localización de servicios, etc.). Es una aplicación móvil para Android y Apple, Tablet o PC con distintas opciones de personalización para adaptarse al perfil de cada usuario.
- **Optimizador de guiado.** Con objetivo de reducir el desgaste de las ruedas o el ruido producido en curvas. La posición de las barras de guiado se ajusta con un actuador controlado automáticamente realizando un ajuste fino en función de las condiciones.
- **Aligeramiento de estructuras.** Un paso más hacia delante en la filosofía de coches ligeros. Innovaciones en los procesos de fabricación y nuevos materiales en el desarrollo de componentes de estructura primaria y secundaria con lo que se pueden llegar a conseguir reducciones del 50 % en peso. Estas reduc-



Aplicación del “Tren en tu móvil”.

ciones de peso están orientadas al aumento de la capacidad del tren y mejora de la integración de nuevos sistemas a bordo.

- **Dinámica.** Mejora del confort y la seguridad de marcha con la introducción de sistemas de suspensión avanzados activos y semiactivos.
- **Digitalización y uso de 5G en talleres de mantenimiento.** En los talleres de mantenimiento de Málaga, donde se realiza el mantenimiento de los trenes de las series 102 y 112, se ha dotado al taller de cobertura 5G para desarrollar, por un lado, un sistema de asistencia remota mediante *video-streaming*, que evita el desplazamiento del experto para prestar soporte técnico, y por otro, un sistema de información enriquecida mediante realidad aumentada del entorno (con gafas, tabletas, móvil, etc.) en el que el operario está realizando las tareas de mantenimiento, ya sea dentro o fuera del coche.
- **Elevador de caja.** Es un sistema capaz de elevar cajas ferroviarias de manera rápida y segura para facilitar el proceso de entrada y salida de

pasajeros en estaciones con diferente altura de andén sin necesidad de utilizar escalones o rampas.

- **Hidrógeno y baterías.** Se está trabajando en un innovador tren de hidrógeno con el objetivo de sustituir los trenes y las locomotoras que funcionan con diésel para 2023 sin necesidad de electrificar la infraestructura, y dar así un paso más en el camino hacia la neutralidad climática que España pretende alcanzar en 2050. El tren se alimenta de hidrógeno que se almacena y, posteriormente, se utiliza para producir energía eléctrica en pilas de combustible. El sistema se complementa con baterías que incrementan la aceleración disponible en los arranques, aprovechando las frenadas del tren para recargarse. El tren de hidrógeno o HEMU está pensado para trayectos sin electrificar mayores a los 80-100 km, mientras que un tren 100 % baterías está pensado para trayectos inferiores a esas distancias por el peso extra que aportan dichas baterías.

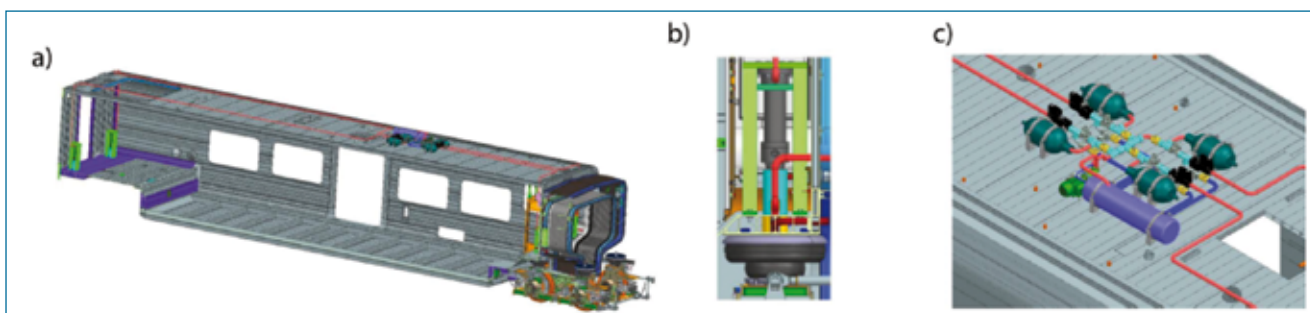
Todos estos proyectos se han planteado para mantener y mejorar la competitividad de Talgo en el mercado, un mercado que se plantea prometedor



Optimizador de guiado.



Frontal del AVRIL en CFRP y prototipo del rodal ligero.



Elevador de caja.

por el crecimiento esperado en los próximos años. En el caso de Europa, todas las operadoras han adoptado el reto planteado por la Comisión Europea de que el ferrocarril sea la columna vertebral del transporte en Europa y no olvidemos que Europa Occidental fue la segunda región más importante, con un 37 % del mercado mundial de transporte de pasajeros por ferrocarril, solo por detrás de la de Asia-Pacífico con un 42 % del mercado en 2020.

Esta columna vertebral del transporte está sustentada en tres pilares básicos que se han de mantener y potenciar.

En primer lugar, **es diverso**. Las ventajas del tren no son solo para turistas o personas que viajan a diario entre su hogar y el trabajo, se ha de adaptar a las necesidades de todos y cada uno de los potenciales viajeros, ya sea ofreciendo más servicios a bordo o mejorando la accesibilidad.

Es verde y sostenible. El ferrocarril está electrificado en gran medida y emite mucho menos CO₂ que los viajes equivalentes por carretera o aire. Como dato, el ferrocarril representa solo el 0,4 % de las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte de la UE, mientras que todo el transporte de la UE representa el 25 % de las emisiones totales de la

UE. Además, es el único medio de transporte que entre 1990-2017 ha reducido constantemente sus emisiones y consumo de energía, al tiempo que utiliza cada vez más fuentes de energía renovables, es decir, el sector ferroviario es capaz de ofrecer reducciones drásticas de emisiones por dos vías: el cambio modal y la propia reducción de sus emisiones directas. Esta reducción de emisiones directas está ligada a la mejora de la eficiencia y la paulatina sustitución de los equipos diésel en vías no electrificadas por otros medios alternativos ya comentados (baterías, supercondensadores, hidrógeno, combustibles sintéticos, etc.).

Y, por último, el tren **es asequible, cómodo y seguro**. Es el modo de transporte terrestre más seguro con la menor incidencia de accidentes mortales (0,1 muertes por cada mil millones de pasajeros/km entre 2011 y 2015). Se sigue mejorando en confort, reducción de ruido y mejora del ciclo de coste de vida y por ende el coste del tren por pasajero y kilómetro recorrido con la implementación de digitalización e innovación en sistemas en todo el material rodante.

Todo el sector ferroviario europeo (y no europeo) combina sus esfuerzos con el objetivo de estar más cerca de las expectativas de los usuarios finales de los

servicios ferroviarios y lograr ese cambio modal al ferrocarril tan buscado.

Como ejemplo de todas estas innovaciones hechas realidad y puestas en el mercado, destaca el nuevo tren de Alta Velocidad, el AVRIL. Este tren, con su tradicional característica de vehículos articulados de corta longitud, permite construir cajas con más anchura para el operador, sin superar los límites de gálibo impuestos por la infraestructura, añadiendo un asiento más por fila y manteniendo total accesibilidad al ser de piso único.

Para los servicios de corta y media distancia que necesitan agilizar al máximo la subida y bajada de viajeros para reducir el tiempo de parada en las estaciones, y requieren además vehículos robustos y capaces de rebajar los costes operativos, Talgo ofrece trenes eléctricos de bajo consumo y con un único piso a la altura del andén, sin escalones ni rampas pronunciadas, permitiendo un fácil desplazamiento entre coches, también para personas con movilidad reducida.

La plataforma de Cercanías y Regional EMU pone a disposición de las operadoras de todo el mundo multitud de opciones de configuración, con altos niveles de confort y fiabilidad, basándose en la experiencia de los trenes de alta velocidad que Talgo fabrica desde hace más de una década. 



Silvia Roldán

EL FUTURO DEL FERROCARRIL METROPOLITANO Y LA MOVILIDAD SOSTENIBLE A NIVEL EUROPEO

CEO DE METRO DE MADRID Y VICEPRESIDENTA DEL COMITÉ METROS UITP EUROPA

A lo largo de este año 2021, los operadores y las instituciones europeas hemos celebrado el Año del Ferrocarril, en una clara apuesta por promover un futuro en el que el transporte sostenible sea el eje de la movilidad.

Sin embargo, lo hacemos mientras nos enfrentamos paralelamente a dos crisis mundiales que condicionan el modelo de ciudad y de movilidad que hemos de vislumbrar de cara futuro: por un lado, la pandemia generada por el coronavirus, y por otro, el cambio climático.

La crisis motivada por la COVID-19, en la que todavía estamos inmersos y de la que desconocemos por el momento cuándo y en qué términos saldremos, ha sido una crisis completamente inesperada y que ha llevado a nuestras sociedades a un modelo de convivencia completamente distinto al que estamos habituados.

La movilidad de un mundo globalizado ha sido puesta en jaque por un virus que tiene en la interacción entre individuos su principal modo de contagio. Es por ello que las herramientas puestas en marcha para combatir la expansión de la pandemia han tendido a reducir las relaciones sociales, lo que ha tenido unas importantes consecuencias en la movilidad.

En España, las restricciones a la circulación de personas durante el primer estado de alarma provocaron un drástico descenso de la movilidad. Si miramos las estadísticas del transporte público en España (INE), en el mes de



abril, el número de usuarios disminuyó más de un 90 % respecto al mismo mes de 2019. Junto a ese descenso generalizado de la movilidad, se ha producido un cierto desplazamiento del transporte público hacia el vehículo privado. Aunque la movilidad se ha ido recuperando de manera progresiva, todavía a día de hoy seguimos en niveles del 60-70 % respecto a la situación previa. Y esta situación no se da solo en España, sino que se repite en toda Europa.

Aunque el recorrido en la recuperación de la movilidad es todavía amplio y todos esperamos volver lo antes posible a los niveles de demanda habituales, son todavía impredecibles los cambios que la crisis del coronavirus va a dejar a largo plazo. Se habla de

una reducción de la movilidad productiva debido a la generalización del teletrabajo; de una tendencia de las familias a abandonar el centro de las ciudades; del incremento de la educación *online* y del auge de las compras electrónicas... Todos ellos serán aspectos a tener en cuenta a la hora de planificar el futuro del transporte.

Si la crisis del coronavirus ha sido repentina y de impacto inmediato, la crisis del cambio climático puede definirse como justo lo contrario: viene anunciándose desde hace muchos años, pero si no ponemos los medios, tendrá un impacto lento, progresivo y, por desgracia, definitivo. Es una crisis que muchos se han resistido a aceptar y sobre la que ya vamos tarde para atajarla a tiempo.

Precisamente este mismo agosto se ha conocido el último informe científico sobre el cambio climático del panel de expertos de la ONU (IPCC, *The Intergovernmental Panel on Climate Change*). Este panel, que estudia desde 1986 el cambio climático, ha establecido ya como algo inequívoco que la humanidad “*ha calentado la atmósfera, el océano y la tierra*”, lo que ha generado cambios en el planeta. El informe del IPCC disipa todas las dudas: hay pleno consenso científico sobre el cambio climático y sobre la necesidad real y urgente de poner en marcha acciones para reducir de manera rápida y verdadera las emisiones de gases con efecto invernadero. Y el modo que elijamos para la movilidad del futuro tendrá mucho que ver en el éxito o fracaso en la reducción de esas emisiones.

Con estas dos crisis en ciernes, los gestores actuales del transporte, tanto público como privado, tenemos la enorme responsabilidad de planificar la movilidad a 20 y 30 años. No podemos permitirnos improvisar el modelo de movilidad, sino que tenemos que poner ahora las herramientas para hacerla posible a futuro. Y esa movilidad del futuro debe girar en torno a unas palabras que, aunque estamos muy acostumbrados a escuchar, no siempre nos detenemos a pensar en su verdadero alcance: sostenibilidad, integración, digitalización, información e innovación.

Y aquí es cuando me gustaría hacer referencia de nuevo la celebración del Año Europeo del Ferrocarril porque, en esa movilidad del futuro, el ferrocarril juega un papel esencial al haberse demostrado ya como el único medio de transporte que ha reducido considerablemente sus emisiones desde 1990. El ferrocarril es imprescindible para alcanzar los objetivos de sostenibilidad medioambiental ya que emite cuatro veces menos emisiones de gases de efecto invernadero que el transporte aéreo o el terrestre. En pleno siglo XXI, un medio de transporte más que centenario se ha revelado como el más sostenible, seguro, moderno y ecológico para seguir uniendo personas.

Los ferrocarriles metropolitanos, como es el caso de Metro de Madrid, nacieron con la vocación de unir personas y reducir distancias dentro de las propias ciudades. Su papel integrador y cohesionador es fundamental para hacer ciudades más equilibradas, más justas y, sobre todo, más sostenibles.

Volviendo a los grandes conceptos que deben guiar la gestión de los transportes públicos –sostenibilidad, integración, digitalización, información e innovación– es interesante ver y conocer qué se está haciendo en otros lugares de Europa. Hace algo menos de un año, la Comisión Europea presentó la Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente, acompañada de un plan de acción con 82 iniciativas destinadas a guiar este ámbito con horizonte en el año 2024, y que tienen mucha relación con los objetivos del Pacto Verde, destinados a reducir las emisiones en un 90 % de cara al año 2050.

Estas iniciativas afectan especialmente a la movilidad a través de vehículos privados, lo que redundará en una mayor apuesta por el transporte público, a través de la mejora de la eficiencia y las tecnologías, apuesta por la automatización, con el objetivo de dirigirnos hacia una movilidad climáticamente neutra.

Aunque nos encontramos en una fase en la que ya hemos identificado los costes que conlleva una movilidad masiva, y estamos tratando de minimizarlos, no podemos dejar de lado el importante papel de la movilidad y el transporte en nuestra sociedad. Desde visitar a familiares y amigos, el turismo o el correcto funcionamiento de las cadenas de suministros, la movilidad es un sector clave en nuestro estado de bienestar por el que debemos seguir apostando y reforzando. Solo en Europa, el sector del transporte representa el 5 % del PIB, y emplea directamente a unos 10 millones de trabajadores.

Por ello, y a pesar de que pueda sonar reiterativo, uno de los desafíos más importantes que tenemos por delante en el sector del transporte es reducir significativamente las emisiones y vol-

vernarnos más sostenibles. No debemos dejar de lado las oportunidades que nos ofrece este reto, para lograr una mejor calidad de vida y para que la industria europea en todas las cadenas de valor se modernice, creando empleos de alta calidad, desarrollando nuevos productos y servicios y fortaleciendo la competitividad para buscar el liderazgo mundial, posicionándonos como líderes en el camino hacia la movilidad de emisiones cero.

Estoy convencida de que, si la Unión Europea quiere alcanzar la neutralidad climática en el año 2050, algunas de sus políticas más ambiciosas deberán ir dirigidas de forma inmediata a reducir la dependencia del sector del transporte de los combustibles fósiles, y al resto de medios de transportes, entre los que se incluye la compañía que yo dirijo, deberemos enfocarnos en el objetivo de contaminación cero. Y el éxito del Pacto Verde dependerá de nuestra capacidad para hacer que el sistema de transporte en conjunto sea sostenible.

Para ello, deberán establecerse normas según las cuales el crecimiento de determinados sectores tenga como requisito indispensable la movilidad ecológica, a través de herramientas como la digitalización y la automatización, ya comentadas anteriormente.

Así pues, el futuro del ferrocarril metropolitano en Europa vendrá, sí o sí, acompañado de la eficiencia tecnológica que nos hará llegar a niveles de contaminación cero.

REFERENCIAS

- <https://ec.europa.eu/transport/sites/default/files/legislation/com20200789.pdf>
- <https://www.esmartcity.es/2020/12/14/comision-europea-presenta-estrategia-movilidad-sostenible-inteligente>
- https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-urbano/movilidad/sem_2021.aspx
- <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/clean-and-sustainable-mobility/> 



Juan Diego Pedrero

TRANSPORTE, DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL

PRESIDENTE EJECUTIVO DE LA ASOCIACIÓN DE EMPRESAS FERROVIARIAS PRIVADAS (AEFP)

Por mor de las políticas europeas en favor de un transporte más eficiente en recursos, menos dependiente de las energías fósiles y por consecuencia un muy bajo emisor de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con otros medios de transporte y en particular de la carretera, el ferrocarril de mercancías en nuestro país está llamado a jugar un papel mucho más relevante en los próximos años que el que tiene en la actualidad.

No cabe duda de que el periodo en el que vivimos con los efectos de la pandemia originada por la COVID-19 han, si cabe, acelerado un proceso que ya venía marcado por la Comisión Europea, debido a los cambios tan bruscos que la acelerada evolución climática está provocando. La situación originada por la crisis actual, tan dramática en términos humanos, nos debe hacer reflexionar sobre el arbitraje de medidas que vayan en la dirección deseada. Estamos desde aquí propugnando el elegir bien las herramientas de gestión de la situación pos-COVID-19, planificando toda una serie de medidas que incentiven el uso del ferrocarril y la intermodalidad para el transporte de mercancías frente al “todo camión”. Esta cuestión ya ha sido abordada en los 28 países de la Unión Europea que están dotando de herramientas útiles al transporte de mercancías por ferrocarril y a la intermodalidad para incentivar su uso. ¿Todos los países?,



desafortunadamente no. Hay 5 países que todavía no lo han considerado; de ellos, 4 países tienen menos de 5 millones de habitantes y su ferrocarril es irrelevante, por tanto. Y hay un quinto, España, que no tiene ninguna política al respecto.

En España el transporte es responsable del 25 % de las emisiones GEI y lejos de disminuir continúa creciendo en gran parte por el incesante crecimiento de la industria del transporte pesado por carretera.

Por todo ello es muy oportuno y necesario replantearnos nuestro modelo de transporte actual hacia un sistema más sostenible y electrificado o con energías alternativas a los combustibles fósiles, especialmente el hidrógeno verde. En este sentido cabe destacar el esfuerzo de electrificación de la red ferroviaria de interés general (RFIG).

Los objetivos están marcados en el Plan europeo 2030 y, para ello, es necesaria una profunda reflexión de

“Es muy oportuno y necesario replantearnos nuestro modelo de transporte actual hacia un **sistema más sostenible y electrificado o con energías alternativas a los combustibles fósiles, especialmente el hidrógeno verde**”

”

nuestras políticas en materia ferroviaria y de intermodalidad en el ámbito de las mercancías que hasta ahora han ocupado un plano muy marginal en las estrategias de la Administración, estando volcadas estas últimas en la movilidad de los pasajeros y, especialmente, en lo que se refiere a la alta velocidad (AV).

El ferrocarril necesita un plan de estímulos e incentivos a su uso de forma decidida y en consonancia con los

retos europeos de cambio modal y descarbonización, y necesita que los fondos europeos se administren correctamente para apoyar este cambio de modelo.

Nuestro Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) es bien consciente de ello y, en ese sentido, está trabajando en dos líneas de actuación: un Plan de incentivos a las Empresas Ferroviarias, ecoincentivos basados en el mérito medioam-

biental y una asignación competitiva de los fondos europeos basado en la competencia de proyectos de inversión (especialmente de material rodante, tanto tractor como remolcado), pero también en la digitalización y formación del capital humano.

En este sentido nuestra asociación ha presentado manifestaciones de interés por casi 900 millones de euros en las previas manifestaciones de interés lanzadas por el MITMA y esperamos que en breve se plasmen en las convocatorias para la obtención de fondos del Plan de Transformación y Resiliencia.

Los importes más significativos tienen relación con la construcción y adaptación de locomotoras (varias tensiones, bimodales, en ancho europeo y ancho estándar y dotadas de los últimos sistemas de seguridad embarcada), pero también de material remolcado como vagones plataformas de última generación, vagones de mercancías peligrosas, autopista ferroviaria y sin perder de vista las inversiones en digitalización, sostenibilidad e innovación del transporte ferroviario de mercancías y la formación de los agentes

Asimismo, las manifestaciones conciernen a inversiones en las terminales intermodales y apartaderos de mercancías.

Sin duda este esfuerzo público-privado tendrá repercusiones en la industria ferroviaria de forma muy significativa ya que los proyectos deben ser culminados antes de 2025 para ser elegibles.

El transporte de mercancías por ferrocarril, que ha sufrido en los últimos años de un déficit de inversión, habida cuenta de los condicionantes del mercado de transporte terrestre, en manos casi exclusivas de la carretera, acometerá una transformación importante de sus activos, bien mediante la adaptación de los actuales a las exigencias técnicas que impone la interoperabilidad -especialmente en los corredores transeuropeos-, bien con la compra y adquisición de nuevo material o bien con la adaptación del material existente a los estándares de la interoperabilidad. 





Andrés Arizkorreta García

CAF APUESTA POR EL HIDRÓGENO, COMO ALTERNATIVA VERDE

PRESIDENTE GRUPO CAF

El tren de hidrógeno se sitúa en el núcleo de la estrategia de descarbonización 2030 y 2050 de la Unión Europea

La Unión Europea ha fijado como una de sus prioridades un ambicioso plan de descarbonización, y el sector del transporte es una pieza clave dentro la estrategia y los retos para el desarrollo de una economía más sostenible e innovadora. El Grupo CAF, como una de las empresas líderes en el ámbito de la movilidad, está desarrollando como parte de su hoja de ruta varios proyectos basados en nuevas soluciones tecnológicas cero emisiones, entre las que destaca el hidrógeno, tanto en el ámbito de los vehículos ferroviarios como en el de los autobuses. En un contexto en el que está prevista la llegada a España de un importante volumen de fondos europeos, lo que supone una oportunidad para apostar en proyectos de futuro que transformen la movilidad de las personas y la transición ecológica de nuestra economía.

Hoy en día, la práctica totalidad de países del mundo están inmersos en un proceso irreversible de transición ecológica. En este sentido, la Unión Europea ha fijado una ambiciosa meta de neutralidad climática para 2050 con su Pacto Verde Europeo y, de hecho, elevó el pasado año su objetivo de reducción de las emisiones de aquí a 2030 al 50 %.

En este contexto, el transporte será uno de los sectores más afectados en dicho proceso de transición, ya que se estima que genera cerca del 30 % del total de las emisiones de Europa, en concreto el Pacto Verde Europeo busca una reducción del 90 % de estas emisiones para 2050. Por poner un ejemplo, se estima que el transporte por carretera supone más del 70 % de las emisiones, mientras que el transporte por ferrocarril únicamente generaría el 0,5 %, debido a que se trata de un transporte más eficiente y principalmente eléctrico. Esta realidad ha llevado a la Comisión Europea a situar al tren y al hidrógeno como dos de las piezas centrales de su estrategia

de descarbonización, con el objetivo añadido de conseguir desarrollar una economía verde e innovadora de alto valor añadido.

Actualmente, una gran parte de la red ferroviaria ya funciona con una infraestructura electrificada, para el resto de líneas, la UE plantea la progresiva sustitución de los actuales trenes diésel por trenes que utilicen otras energías alternativas. A día de hoy cerca de un 40 % de las vías ferroviarias en Europa no están todavía electrificadas y son operadas con locomotoras propulsadas por diésel. El problema es que la electrificación de dicha infraestructura es complicada y conlleva unos costes muy elevados, por lo que es necesario el mencionado desarrollo de nuevas soluciones que sean una alternativa real para los trenes del futuro.

Entre ellas, podemos señalar los trenes propulsados por baterías como una de las tecnologías más innovadoras en el ámbito ferroviario, en este ámbito señalar el reciente contrato obtenido por CAF en Alemania como suminis-

trador de más de 60 trenes propulsados por baterías para la región de Renania del Norte-Westfalia, el Estado federado más poblado del país que cuenta con una población cercana a los 18 millones de habitantes, siendo hasta la fecha el contrato de mayor envergadura desarrollado en el mundo con este tipo de tecnología.

Por otro lado, las soluciones basadas en el hidrógeno representan otra de las principales opciones de futuro, ya que además de ser cero emisiones, se suma el hecho de que el hidrógeno es una solución que permite mantener a las unidades una autonomía a la que a día de hoy no llegan otro tipo de tecnologías.

A finales del pasado año, el proyecto FCH2Rail, liderado por CAF y llevado a cabo en consorcio con Toyota, Renfe, ADIF, IP, CNH2, Stemann y DLR fue elegido por la Unión Europea para desarrollar el diseño y la fabricación de un prototipo de tren de hidrógeno. Proyecto que cuenta con la ayuda de fondos europeos que tomará como base una unidad actual

“El transporte será uno de los sectores más afectados en el proceso mundial de transición ecológica, lo que ha llevado a la CE a situar al **tren y al hidrógeno como dos de las piezas centrales de su estrategia de descarbonización, con el objetivo de desarrollar una economía verde e innovadora de alto valor añadido**”

de cercanías de Renfe, en concreto de la serie Civia, en la que se instalará un nuevo sistema de generación eléctrica a partir de la hibridación de la energía proveniente de pilas de hidrógeno y baterías LTO, integrándose a su vez con el sistema de tracción ya existente en el vehículo. De esta forma se convertirá en uno de los primeros demostradores ferroviarios de vehículo bimodo con pila de hidrógeno, es decir, un concepto de vehículo que podrá por tanto circular en modo eléctrico en infraestructura electrificada, reservando el modo híbrido para la circulación en tramos sin catenaria. Tras la transformación de la unidad, se iniciará una fase de pruebas en vía con la finalidad de optimizar las soluciones planteadas, hibridación y la opción bimodo eléctrico/hidrógeno.

Este proyecto abarca entre sus principales objetivos:

- Alcanzar distintos niveles de homologación en 3 países europeos (España, Portugal y otro país por determinar).
- Proponer un marco normativo para la puesta en servicio de trenes propulsados mediante pilas de hidrógeno, identificando las carencias del marco regulatorio vigente (TSI y EN) y proponiendo modificaciones de las normas actuales para permitir la obtención de autorización para operar este tipo de trenes. Estas propuestas serán presentadas a CEN, CENELEC y la Agencia de Ferrocarriles de la Unión Europea.
- Realizar un estudio de la competitividad de la tracción de la pila de

combustible frente a las soluciones diésel existentes en diferentes líneas gestionadas por ADIF.

- Identificar y comparar soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de tracción híbridos de pila de combustible.

Así, el proyecto, con coste de desarrollo estimado de 14 millones de euros, además de homologar dicho prototipo de tren de hidrógeno, analizará la eficiencia y competitividad de la solución de pila de combustible frente a la tracción actual alimentada por diésel, estudiando el nivel de mejora en la eficiencia energética de los sistemas de tracción híbridos de pila de combustible, lo que ayudará al desarrollo de un nuevo marco normativo a nivel europeo para la futura puesta en servicio de trenes propulsados mediante pilas de hidrógeno.

Tras este prototipo, CAF se ha establecido el objetivo de desarrollar una plataforma de este tipo de tren a nivel industrial, ya con la capacidad de abordar futuras licitaciones de flotas de hidrógeno, e incluso proyectos de transformación de trenes diésel ya existentes en unidades de hidrógeno. Dentro de este proceso, CAF estima que será posible poner su primer tren de hidrógeno en servicio comercial a finales de 2023.

Todo lo comentado anteriormente, sitúa al Grupo CAF en una excelente posición de salida, no solo para afrontar la obligada transformación que se va a llevar a cabo en España, sino también para exportar su

tecnología a nivel internacional. En este contexto, los fondos europeos del plan de recuperación *Next Generation* suponen una oportunidad para apostar en proyectos de futuro como este, que transformen la movilidad de las personas y, sobre todo, que permitan a nuestras empresas continuar liderando esta obligada transformación.

EL HIDRÓGENO COMO ENERGÍA LIMPIA

Actualmente, los vehículos eléctricos son una realidad y se consideran una solución eficiente a la hora de reducir las emisiones, pero se enfrentan a la problemática de las distancias en las que son capaces de operar, ya que dichos desplazamientos están limitados por la capacidad de almacenar energía a bordo con un coste, volumen y peso razonables. Por ello, aunque se está produciendo una evolución en lo que se refiere a sus prestaciones, siguen acarreado estas limitaciones en cuanto a autonomía. Por poner un ejemplo, es habitual que los autobuses puedan alcanzar autonomías de en torno a los 250 km, lo que da respuesta a la práctica totalidad de los servicios urbanos, mientras los trenes con baterías habitualmente pueden operar en vías con tramos sin electrificar de una longitud máxima de en torno a los 100 km.

Es decir, existen servicios de transporte público que actualmente no se pueden operar con vehículos eléctricos, tales como los trayectos de largo recorrido en autobuses o los servicios ferroviarios regionales y de larga distancia que operan en vías sin electrificar. En estos casos es donde los vehículos propulsados por hidrógeno son, hoy en día, una de las soluciones cero emisiones potencialmente viables.

El hidrógeno renovable –hidrógeno generado por electrolizadores alimentados por energía renovable– está llamado a ser un valioso vector energético por su capacidad de almacenar energía renovable y por ser



Plataforma de trenes de Hidrogeno CAF.

una solución óptima en el proceso de descarbonización de determinados sectores como el transporte.

Los autobuses y trenes propulsados por hidrógeno emplean pilas de combustible (*Hydrogen Fuel Cells*) para generar electricidad a partir del hidrógeno embarcado en depósitos de alta presión. Esta electricidad alimenta a los equipos de tracción y los equipos auxiliares del vehículo como la catenaria alimenta a un tren eléctrico. En este proceso, las pilas de combustible transforman el hidrógeno (H_2) almacenado y el oxígeno (O_2) que se capta del aire en electricidad, y como producto residual generan agua (H_2O). Por lo tanto, al final del proceso los vehículos de hidrógeno solo expulsan vapor de agua a la atmósfera.

En relación a este tipo de tecnología, debemos resaltar que el Grupo CAF, a través de su filial Solaris, y desde su posición como líder a nivel europeo en el suministro de autobuses cero emisiones, comenzó su andadura en el ámbito de los vehículos propulsados por hidrógeno en el año 2014 con

la entrega de primeras unidades de hidrógeno en las ciudades de Hamburgo y Riga. Hablar de autobuses de hidrógeno no es hablar del futuro, su despliegue es a día de hoy un hecho, y en el caso del Grupo CAF se pueden encontrar vehículos que disponen de esta tecnología circulando en varias ciudades de países como Alemania, Italia, Austria y los Países Bajos. Se trata de un mercado sobre el que algunos informes auguran un importante crecimiento en los próximos años, estimando que en el año 2030 los vehículos propulsados por hidrógeno constituirán una buena parte de la flota de autobuses del continente europeo.

Todo lo mencionado anteriormente, demuestra la apuesta del Grupo CAF para posicionarse como uno de los líderes en el sector de la movilidad sostenible. Estos proyectos que el Grupo CAF está desarrollando forman parte de la estrategia y la hoja de ruta elaborada por la empresa para el despliegue de sus nuevos sistemas de propulsión de cero emisiones, basados en baterías e hidrógeno, y que

abarca tanto a los vehículos ferroviarios como a los autobuses.

Es importante recordar que a lo largo de los próximos años está prevista la llegada a España de un importante volumen de fondos europeos, un plan de recuperación en el que está previsto que tenga un peso relevante la parte dedicada a la transición ecológica de nuestra economía. La movilidad es el sector más destacado en este ámbito, tal y como demuestra el hecho de que la Estrategia de Movilidad Sostenible, Segura y Conectada contemple una dotación de más de 13 200 millones de euros hasta 2023. Se trata de la mayor cuantía del recientemente aprobado Plan de Transformación, Recuperación y Resiliencia, cuyo objetivo principal es lograr que los fondos se canalicen de la mejor forma posible para impulsar esta transformación de la movilidad. Un plan en el que el Grupo CAF confía participar y formar parte del conjunto de las empresas que ayuden en el desarrollo del mismo, contribuyendo de esta forma a la aceleración de la esperada recuperación de nuestra economía. 

LVA NOREUROPEA (TSV)

GOYENCOURT (80) / FRANCIA



LA ESTRUCTURA

Cuando, en 2003, fueron terraplenados dos hundimientos localizados en la cima y el pie del talud que bordea las vías de la LAV Noreuropea cerca de GOYENCOURT, dichas vías fueron reactivadas en 2015. Las causas serían un periodo de pluviometría bastante importante durante los meses anteriores a su reaparición, así como la presencia de una canalización de agua de la SANEF (Sociedad de autopistas del norte y el este de Francia, por sus siglas en francés), que podría haber asumido una función de drenaje sobre las aguas telúricas recogidas a la altura de las zonas de hundimiento.

LA PROBLEMÁTICA

Tras las investigaciones geotécnicas, estas zonas reposaban sobre suelos limosos descomprimidos, pudiendo ocasionar, a largo plazo, el hundimiento de las vías. La intervención consistió en tratar únicamente los suelos bajo plataforma mejorando sus características mecánicas, mientras preservaban la integridad de la estructura de apoyos de las vías, y todo ello sin modificar ni el estado, ni la resistencia ni tan siquiera las características del balasto.

INFORMACIÓN SOBRE LA CONSTRUCCIÓN

- ▶ Volumen tratado: **910 m³**
- ▶ Inyección: **hasta 5,5 m de profundidad**
- ▶ Duración: **~100 horas** en 18 noches
- ▶ Naturaleza del suelo:
 - de 0,0 a ~0,8/1,2 m de profundidad: balasto y capa de forma arena gruesa y tratada con aglomerantes hidráulicos.
 - de 0,8/1,2 a 3,4/5,6 m de profundidad aproximadamente: limo de presentación arenosa y arcillosa con gabarros de sílex.
 - de 3,4/5,6 a 10/12m de profundidad (fin de reconocimiento): carbonato cálcico con pasos locales alterados en la parte frontal – Velocidad de avance de 100 a 800m/h.

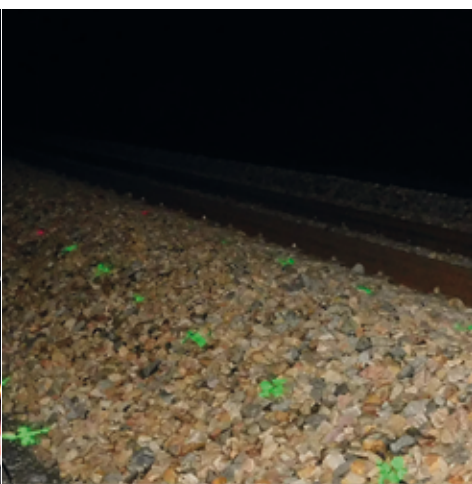
PARTICIPANTES

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| • Jefe de obra | SNCF RESEAU |
| • Auscultación radar | GEOSCAN |
| • Reconocimiento de cavidades | GEOLIT |

LO + URETEK®

Durante sus intervenciones sobre las estructuras delicadas, URETEK® dispone de una herramienta de control **ultra-sensible**, la cual garantiza la estabilidad de la obra y, llegado el caso, confirma que la construcción no presenta ninguna incidencia sobre la altimetría de las vías.





Localización de los puntos de inyección



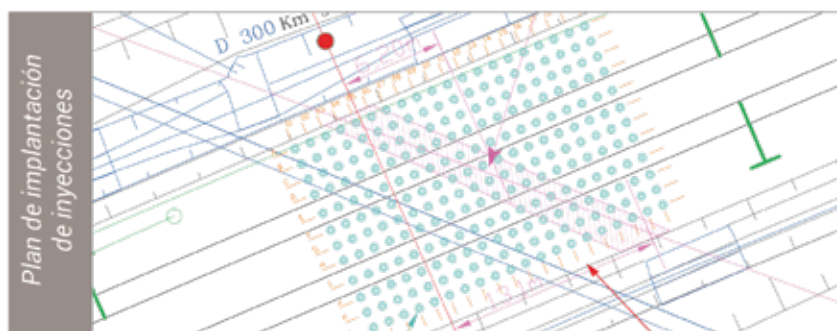
Instalación del sistema de vigilancia



Realización de las inyecciones de resina

LA SOLUCIÓN

Gracias al procedimiento Deep Injections®, el suelo ha podido ser compactado mediante la presión de hinchado de la resina exclusiva de URETEK®. En primer lugar, los puntos de las inyecciones han sido minuciosamente indicados sobre la superficie tratada siguiendo una red de un punto por m², salvo por las líneas longitudinales a la derecha de las vías, con el fin de evitar la zona de la vía directa de los raíles.

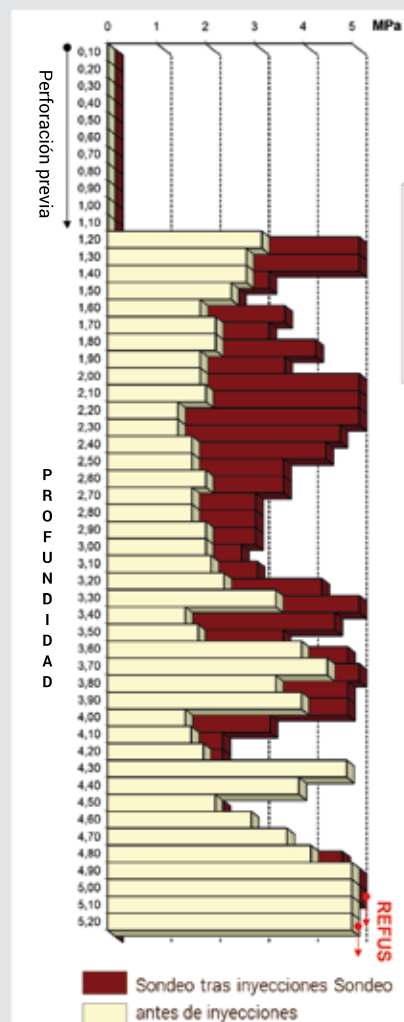


Posteriormente se realizaron perforaciones con ayuda de perforadores manuales ligeros, hasta 2,5 m de profundidad, antes de introducir las cánulas inyección. Finalmente, las inyecciones se efectuaron desde el balasto y las superficies hasta el borde de la plataforma, sobre una zona que ocupa 260 m², siendo una zona de la vía de 20 m de largo por 13m de ancho. Con el fin de verificar que la construcción no producía ninguna incidencia sobre la altimetría de las vías, el conjunto de la operación se llevó a cabo con una supervisión constante y precisa, mediante el empleo de un nivel láser acompañado de 7 receptores ultrasensible (10° de mm). Estos últimos se encontraban posicionados sobre los raíles, en el entorno inmediato de la inyección en curso.

UNA INTERVENCIÓN REALIZADA DE NOCHE

CONFORME A UNA FRANJA HORARIA RESTRINGIDA: DE 23:30 A 5

EFICACIA CONFIRMADA POR LOS TESTS PENETROMÉTRICOS



URETEK® Soluciones Innovadoras, S.L.U.
Calle Príncipe de Vergara, nº 126 - 1º F
28002 Madrid
www.uretek.es

¡Siga nuestras
noticias!



¿Tiene un proyecto de este tipo?
LLámenos para hablar sobre ello.



LLAMADA GRATUITA
900 80 99 33



LA REFERENCIA



Gorka Macías Berezo

EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO FERROVIARIO SE SUBE AL TREN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

DIRECTOR DE INGENIERÍA DE ACTREN, MANTENIMIENTO FERROVIARIO
EMPRESA PARTICIPADA POR CAF Y RENFE PARA EL MANTENIMIENTO INTEGRAL DE TRENES

La Comisión Europea ha declarado este año 2021 el Año Europeo del Ferrocarril. El tren es un medio de transporte que está teniendo gran proyección por su comodidad, seguridad, rapidez y consumo eficiente. Está experimentando grandes avances aprovechando la transformación digital ya presente. El sector que se dedica al mantenimiento ferroviario está en una buena posición para acompañar en esta proyección haciendo más eficiente y completando el servicio de mantenimiento que presta actualmente.

El mantenimiento de vehículos ferroviarios, entendiéndose como el servicio que reciben los operadores ferroviarios que brindan movilidad a sus pasajeros y mercancías, consistente en mantener el estado de sus flotas de trenes al mismo nivel de funcionamiento para el que fueran diseñadas, presenta un panorama actual prometedor, gracias a las oportunidades que surgen desde la tecnología.

Efectivamente, se generan oportunidades que destierran la definición anterior, donde si se deja de ver el tren como un producto aislado y, en cambio, como un servicio más general que ya se empieza a denominar *movilidad*, surge un abanico de posibilidades en las que las empresas de mantenimiento ferroviario pueden aportar valor. Se trata de dar un giro de 180° a la visión tradicional de que el mejor servicio de mantenimiento para el cliente es aquel que no se nota y permanece en el anonimato en cierto sentido (ausencia de averías), a una visión de notoriedad ante los clientes como empresas que les pueden resolver problemas y acompañar en su desarrollo de negocio, gracias al profundo conocimiento que poseen los mantenedores de sus activos, los trenes.

Ser conscientes de estas oportunidades en el sector de la movilidad es el motor de transformación, si se quiere de disrupción, que se va a ir dando con respecto al servicio de mantenimiento de trenes como lo conocemos actualmente. Vamos a exponer en lo que sigue aspectos claves y cómo desde Actren Mantenimiento Ferroviario, empresa de mantenimiento de trenes participada por el constructor vasco CAF y Renfe, entiende el nuevo contexto.

El ferrocarril como medio de movilidad masivo está sujeto a fuertes reglamentos de seguridad. Las distintas flotas de trenes nacionales prestan diferentes tipos de servicio y, los diferentes tipos de tren son cada vez más complejos. Están formados por multitud de sistemas y equipos interrelacionados y expuestos a los entornos en los que se opera. Por ejemplo, Actren mantiene flotas de trenes de Renfe para servicios de Cercanías, de Media Distancia y de Alta Velocidad que operan todas ellas en la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG) dependiente del Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana y sujeta a fuerte reglamentación. Cada tipo de servicio tiene sus peculiaridades y es valorado de forma diferente por los viajeros: si para Cercanías es la frecuencia de servicios y

cercanía a los destinos desde las paradas, la Alta Velocidad es la puntualidad, el tiempo de viaje invertido y también el viaje como experiencia, por ejemplo.

Un tren es una gran máquina formada por sistemas y equipos tales como *bogies* de rodadura, convertidores de tracción y generadores de alimentación eléctrica, motores eléctricos o de combustión interna, sistemas de freno neumático, equipos de seguridad y control embarcados... y así hasta un promedio de 150 sistemas y equipos diferentes con distintos grados de redundancia. Una flota tipo de 100 trenes, por ejemplo, controlados bajo un sistema de mantenimiento es un compendio de 2400 ruedas y 1200 ejes ferroviarios realizando un cuarto de millón de kilómetros anuales cada uno; 2000 puertas de acceso para los pasajeros activándose con una frecuencia de 3-4 minutos (trenes de Cercanías), 200 compresores de producción de aire, 500 equipos de aire acondicionado, etc. lo que da una idea de la complejidad del mantenimiento ferroviario, así como la espléndida oportunidad que esto supone para la captura, ingesta y transformación de datos en información para tomar mejores decisiones.

El mantenimiento que se viene realizando es intensivo en mantenimiento preventivo a tiempo fijo, con un objetivo de reducir el mantenimiento correctivo que genera averías al mínimo y con acciones de mantenimiento predictivo muy acotado y especializado, centrado sobre todo en los elementos relacionados con la seguridad del tren, con equipos muy específicos. Un caso típico es la evaluación de ejes y ruedas ferroviarias con equipos de ultrasonidos para poder predecir posibles fisuras o evolución de las mismas y poder corregirlas o bien por reperfilado en el caso de las ruedas o cambiando el eje, con tiempo suficiente y de forma planificada.

Migrar a un mantenimiento basado en el dato que permita conocer el estado y condiciones de funcionamiento de cada equipo en todo momento mientras está operando el tren, hace mucho más eficiente el sistema de mantenimiento. Se pasa de una concepción de visitar preventiva y repetidamente los diferentes sistemas con una frecuencia de tiempo establecida hasta detectar un principio de anomalía con el consumo de recursos que ello conlleva de horas e infraestructuras a un escenario de monitorización y análisis continuo donde se actúa únicamente cuando el sistema necesita ser atendido. Llamamos a este escenario un *mantenimiento basado en la condición de los sistemas a mantener*. La posibilidad de análisis de datos masiva desemboca en dos hechos relevantes:

- Se puede dar un cambio de paradigma del mantenimiento ferroviario, pasando de una planificación periódica de inmovilización de trenes con un tiempo tasado o *lead time* y consumo de recursos en la búsqueda de averías, a una petición de trenes personalizada. El servicio se focaliza en aportar recursos de alto valor añadido en la corrección de las anomalías detectadas gracias a la monitorización continua y predictiva y se reducen horas de inspección visual preventiva automatizables gracias a las nuevas tecnologías. El *lead time* del tren

“ Se trata de dar la vuelta a la visión tradicional de que el mejor servicio de mantenimiento para el cliente es aquel que no se nota y permanece en el anonimato, a una visión de notoriedad como **empresas que pueden resolver sus problemas y acompañar en el desarrollo de negocio, gracias al conocimiento que poseen de sus activos, los trenes** ”

necesariamente se reduce a las tareas de corrección mencionadas, reduciendo averías repetitivas y mejorando la fiabilidad del servicio ...similar a una estrategia *pit stop* o parada de boxes en la Fórmula 1.

- Un segundo aspecto importante derivado de la reducción del *lead time* mencionado es la maximización del tiempo de disponibilidad del tren para que los operadores puedan brindar el servicio de movilidad a los viajeros con una menor cantidad de recursos invertidos y ganando en flexibilidad. Esta cuestión también redundaría favorablemente en los mantenedores que suelen tener normalmente contra-

tos donde el ingreso está vinculado a la producción de kilómetros por los trenes en servicio.

Las ideas planteadas hasta el momento y que dan una visión general del mantenimiento ferroviario, muestran también las oportunidades claras que se presentan a las distintas empresas del sector gracias a las posibilidades tecnológicas disponibles que nos resultan conocidas al estar en boca de la sociedad y que se suelen sintetizar en la conocida *transformación digital*, tales como: analítica de datos *Big Data*, IA, IoT, *cloud computing* y *edge-computing*, realidad virtual, realidad aumentada, etc. En Actren entendemos todas estas tecnologías





Figura 1. Equipo LeadMind Wheel de la empresa CAF Digital Service.

como tecnologías exponenciales que pueden dar resultados de gran impacto al negocio. Entendemos también la importancia de hacerlo bajo una propuesta de valor coherente, con una elección de un *mix* tecnológico inteligente y que responda a un plan estratégico claro.

Tres grandes ejes sintetizan cómo transitar la necesaria transformación: automatización de procesos, gestión del talento, extensión del servicio de mantenimiento más allá del mantenimiento del tren.

AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

Analizamos en este punto todo lo que tiene que ver con la aplicación de tecnología disponible y elección del *mix* adecuado de las diferentes alternativas existentes, con ejemplos reales que lo ilustren.

Un aspecto que por nuestra experiencia se ha revelado clave y es tan importante o más que conocer y conseguir la adopción de la nueva tecnología es lo que tiene que ver con la organización a alto nivel. Es decir, la importancia vital de poder construir la transformación del negocio desde tres aspectos clave: contar con una **Estrategia** que marque el rumbo del escenario deseado; trabajar una **Cultura** de empresa que impulse el viaje de transformación y que es lo que realmente va a hacer posible conseguir retorno a los cambios implantados; conocer la **Tecnología** que posibilite la transformación y sea el apoyo a los dos aspectos clave anteriores. Son conceptos que pueden ser en un principio algo abstractos o difusos pero hay mucha literatura y

empresas disponibles que ayudan a trabajar estos aspectos, pero que dejan claro que solo con la tecnología o creer que *cuanta más tecnología es mejor*, no garantiza el éxito.

Dicho esto, en el ámbito tecnológico hay dos vertientes principales con las que se pueden capturar datos con los que generar conocimiento de mantenimiento, cada una con sus consideraciones particulares: una, de los sistemas embarcados que componen los trenes de forma continua mientras están operando en las redes ferroviarias; la otra de forma, externa al tren con equipamiento instalado en infraestructura que miden de forma automática parámetros no sensorizados.

La segunda vertiente la forman equipos automáticos de medición basados en visión artificial que detectan elementos por contraste fuera de los límites establecidos. El conjunto de estos equipos y su gestión es lo que conforma lo que se viene a denominar el "Taller Digital", sincronizados con el ERP de la empresa, aprovisionamiento de materiales, etc.

Un ejemplo concreto consiste en la medición de los parámetros de las ruedas del tren. Las ruedas de tren fundamentan su dinámica en el bajo coeficiente de rozamiento de la rueda con el carril (responsable también de las largas distancias de frenado que precisan los trenes), en la conicidad de la banda de rodadura que hace que los ejes estén continuamente auto-centrándose con la vía en su marcha y en la pestaña que es la porción de material de la rueda que impide que las ruedas se caigan del carril. La medición de las pestañas

de las ruedas es una tarea de mantenimiento importante donde se verifica la evolución de la degradación de dichas pestañas dentro de los límites de seguridad establecidos. La medición de todos los parámetros de un tren puede tardar menos de un minuto al paso del tren por los equipos de fotografía de las ruedas guiados por láser. Estos datos son procesados, generando información que se compara con los límites establecidos, lo que permite la personalización del mantenimiento de la rodadura, siendo el proceso más eficiente (Figura 1).

Esta información, además de indicar a los técnicos el estado del tren, es analizada junto con el histórico almacenado para que el sistema de medición sugiera el mejor momento de reperfilado de ruedas en base a las prioridades que se establezcan: minimizar el número de visitas al torno, consumir la mínima cantidad de rueda o cualquiera de las estrategias existentes a la hora de abordar la operación de torneado de ruedas (corrección de la degradación del perfil de rodadura y pestaña a costa de consumir diámetro de rueda). Una buena política de torneado de ruedas en flotas grandes puede generar grandes ahorros.

Otros equipos que pueden constituir el Taller Digital son: medidores de espesores de pantógrafo, de alturas de suspensión, desgaste de pastillas de freno, etc.

La otra vertiente, la primera, donde el dato es generado por los sistemas del tren es realmente interesante. Dependiendo del grado de digitalización de los trenes mantenidos, los equipos

embarcados generan una serie de variables de estado de forma continua que convenientemente enviadas a tierra (puesto de mando) constituyen una información valiosísima. Un tren de antigüedad media genera decenas de gigabites todos los días. Cada día, multiplicado por el número de trenes que conforman la flota, es mucha información.

Extraer conocimiento de los datos de estado de los sistemas que componen los trenes se resume en tres palabras: *hardware*, algoritmos y datos.

– **Hardware**, es el equipo instalado en cada unidad de tren para recoger los datos generados por los sistemas y enviarlos a la nube por comunicación inalámbrica con cualquier operador de telefonía. Son importantes dos cuestiones: la capacidad de los equipos a instalar que puedan procesar la cantidad de datos que se generan a la frecuencia deseada y con cierto grado de elaboración matemática de los mismos en el propio *hardware* (*edge-computing*) que redundará en una necesidad menor de recursos posterior en la nube, con el consiguiente ahorro económico en el servicio *cloud*. Por otro lado, hay que garantizar que el equipo es seguro para el tren haciendo posible la lectura de datos, pero nunca la posibilidad de injerencia desde tierra en el control del tren. Se denomina a este hecho *hardware de solo lectura*, no permitiéndose la escritura o interacción sobre el tren desde tierra de forma física, no solo por *software*. Cuestiones como esta determinan los equipos y costes a instalar pero que dan cumplimen-

“Un tren es una gran máquina formada hasta por 150 sistemas y equipos diferentes lo que da una idea de la **complejidad del mantenimiento ferroviario, así como la espléndida oportunidad que esto supone para la captura, ingesta y transformación de datos en información para tomar mejores decisiones**”

to a reglamentos tales como el Real Decreto 929/2020 sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias o el Reglamento de ejecución (UE) 2018/545 sobre la autorización de puesta en servicio de vehículos ferroviarios que han sido modificados, en este caso incluyendo nuevos equipos (Figura 2).

– **Algoritmos**: para la generación de algoritmos es importante no solo conocer las tecnologías de analítica de datos sino también tener un conocimiento preciso de cada uno de los equipos del tren, de cómo funcionan, cómo se interrelacionan sus variables de funcionamiento y cuáles son sus modos de fallo. Con todo ello se construyen algoritmos que en un momento dado van a indicar el estado de los trenes a tierra (puesto de mando).

Cuando se habla de algoritmos se piensa en Inteligencia Artificial (IA), con algoritmos alimentados por datos y que con el aprendizaje tanto asistido como no, los propios algoritmos aprenden automáticamente llegando a conclusiones complejas pero muchas veces no exentas de sesgos introducidos por los propios

datos. La IA es muy potente, pero baste decir también que con algoritmos no basados en IA se pueden conseguir grandes resultados de modelización, perfectamente controlados tras periodos de validación más o menos cortos y con tecnologías menos caras. Como regla general, si el problema que se quiere resolver puede hacerse sin IA (problemas muy complejos) es preferible optar por este camino.

En la elaboración de los algoritmos cobra especial importancia la detección del talento y la capacidad de ponerlo a trabajar conjuntamente: ingenieros de datos y de mantenimiento junto con técnicos de mantenimiento que tras años trabajando con los equipos del tren tienen un nivel de conocimiento de los mismos que permiten aportar información valiosa a los ingenieros de datos.

– **Datos**: por último, un servicio en *cloud* con alguna de las compañías proveedoras como Amazon, Google, Microsoft... que permita el almacenamiento de los datos necesarios para que el *software* de analítica opere y se tengan cubiertos los

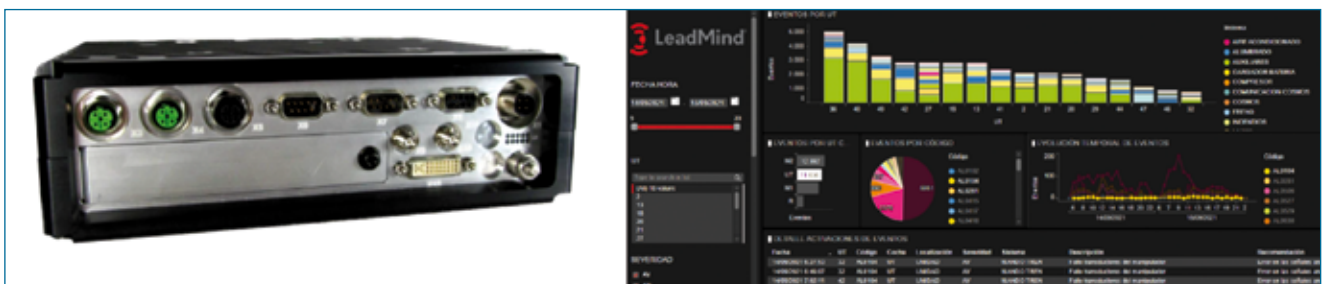


Figura 2. Equipo Box PC para lectura de datos y software LeadMind de análisis de datos de la empresa CAF Digital Service.

“Es de vital importancia contar con perfiles especializados tales como ingenieros de datos, pero también lo es saber detectar el conocimiento del negocio que posee la compañía. Por tanto, debemos ser conscientes de que **una transformación del servicio de mantenimiento no se puede externalizar completamente apoyándose en empresas de tecnología y que la cultura de empresa juega un papel fundamental**”

aspectos tales como de ciberseguridad, integridad de los datos, etc.

El tratamiento de toda esta información conduce a dos posibilidades importantes:

- La ya mencionada **automatización de las operaciones de mantenimiento** que redundará en mayor disponibilidad de trenes para los clientes, así como optimizaciones por mantenimiento basado en la condición con un claro retorno de la inversión. Por ejemplo, una acción importante de mantenimiento son los protocolos de freno para la inspección del sistema de frenado del tren en taller, basado en simulaciones de funcionamiento a tren parado con los sensores embarcados existentes, y que se ejecuta periódicamente con una frecuencia tasada en función del tiempo de desregulación esperada (por ejemplo, cada 3 meses). Esta operación puede ser ejecutada con el tren en servicio recibiendo los datos de los mismos sensores, aplicando los algoritmos y validando los resultados, incluso va-

rias veces en un día de operación, siendo necesaria la visita al taller solo si una desregulación es detectada.

- La **captura de datos de forma continua**, abre la posibilidad de generar una asistencia en tiempo real al maquinista, por ejemplo, a la toma de decisiones de explotación por modificación de la demanda, etc. Pueden llevarse a tierra las señales de cabina del maquinista tales como presión de cilindros de freno, tensión de catenaria, velocidad, etc. y poder estar analizándolas de forma remota por un técnico especialista que pueda ayudar al maquinista ante una eventualidad (Figura 3).

GESTIÓN DEL TALENTO Y EXTENSIÓN DEL SERVICIO MÁS ALLÁ DEL MANTENIMIENTO DEL TREN

Es de vital importancia poder hacerse con perfiles especializados necesarios tales como ingenieros y científicos de datos, que pueden ser propios o ex-

ternalizados, pero también es importante saber detectar el conocimiento del negocio que posee la compañía, adquirido a base de años realizando mantenimiento y que va a ser vital para que los programadores puedan trabajar. Por tanto, es importante ser conscientes de que una transformación del servicio de mantenimiento no se puede externalizar completamente apoyándose en consultoras o empresas de tecnología y que, como ya se ha dicho, la cultura de empresa juega un papel fundamental.

La formación es una cuestión importante relacionada con las personas que debe desarrollarse paralelamente en cuanto a facilidades tecnológicas se refiere, apoyándola en herramientas como la realidad virtual (RV) o la realidad aumentada que permita a los técnicos tener una información añadida a las inspecciones que normalmente realizan y que todo ello vaya sustituyendo a los tradicionales manuales de mantenimiento escritos, esquemas del tren, etc. No hay que olvidar que la tecnología más que sustituir a los profesionales se desarrolla para que la puesta en contacto e interacción entre ellos sea mejor.

Por último, todo este conocimiento que se genera del tren para llevar a cabo su mantenimiento ha de poder llevarse más allá del mismo, generando valor en el cliente, brindando soluciones a problemas de operación que le puedan surgir. Los clientes deben ver en los mantenedores, profesionales que les pueden dar servicio en cuestiones tales como modelización de la demanda y ocupación de sus trenes en tiempo real, medición del consumo de energía y estrategias de ahorro, análisis de aspectos ligados a la seguridad como el arenado o el engrase de pestaña, materialización de servicios de entretenimiento a los pasajeros, conectividad, gestión de contenido y publicidad que mejoren el negocio de los operadores, por citar varios ejemplos.

Soluciones imaginativas de alto valor agregado para el cliente pueden ser más fácilmente escalables una vez que se cuenta con la capacidad y conocimiento descritos. 



Figura 3. Rastreo en tiempo real de las unidades en servicio con la información más relevante en ese momento.



Juan Vicén Balaguer

ZELEROS HYPERLOOP: EXPANDIENDO LOS LÍMITES DE LA MOVILIDAD

COFUNDADOR Y DIRECTOR DE MARKETING EN ZELEROS HYPERLOOP

INTRODUCCIÓN

Zeleros es la empresa europea con sede en Valencia (España) que lidera el desarrollo de *hyperloop*, un nuevo método de transporte que permite alcanzar velocidades de hasta 1000 kilómetros por hora con un reducido consumo energético y cero emisiones directas en operación, lo que le posiciona como el sistema óptimo para conectar ciudades y centros logísticos distanciados entre 400 y 1500 kilómetros. En este artículo se describe cómo la combinación de tecnologías integradas en el vehículo propuesta por Zeleros dotan al sistema de una escalabilidad y facilidad de certificación claves para asegurar su pronta llegada a mercado.

¿QUÉ ES HYPERLOOP?

Hyperloop es ya considerado “el quinto medio de transporte”. Se trata de un sistema formado por vehículos que viajan levitando en el interior de una red de tubos a baja presión y que pueden llegar a alcanzar los 1000 km/h. Estos vehículos pueden transportar tanto pasajeros como mercancías, reduciendo los tiempos de viaje drásticamente. De esta forma es posible conectar diferentes ciudades en cuestión de minutos como si fuera una red de metro, pero a nivel mundial. Por ejemplo, Madrid y París podrían conectarse en poco más de una hora y media.

El funcionamiento del *hyperloop* de Zeleros se basa en reducir al máximo



Figura 1. Representación del sistema de vehículo hyperloop propuesto por Zeleros.

el rozamiento que se opone al avance del vehículo, que opera de forma totalmente automatizada (Figura 1). Esto se consigue de dos formas: la primera es la levitación, al igual que los trenes de levitación magnética *maglev* japoneses y chinos, evitando la fricción con los raíles. La segunda va un paso más allá, y consiste en introducir el vehículo dentro de un tubo en el cual hemos extraído previamente la mayor parte del aire. De esta forma, no hay fricción con los raíles y no hay fricción con el aire, pudiendo alcanzar velocidades en torno a los 1000 km/h reduciendo exponencialmente el coste energético que supondría hacerlo a presión ambiente.

HYPERLOOP NO ES ALGO NUEVO

Si bien actualmente nos encontramos en una época clave para *hyperloop*, sus orígenes se remontan a 1799. Es por aquel entonces cuando el ingeniero británico George Medhurst [1] propuso la idea de utilizar sistemas de propulsión neumáticos o tuberías a baja presión para minimizar el rozamiento aerodinámico de los vehículos. 100 años después, en Rusia, el profesor Boris Weinberg [2] investigó cómo hacer levitar de forma magnética los vehículos para reducir las pérdidas por fricción derivadas del contacto rueda-carril. Desde entonces, en el siglo XX se potencia más la parte de la levitación magnética dejando atrás

“Con el *hyperloop* es posible conectar diferentes ciudades en cuestión de minutos **como si fuera una red de metro, pero a nivel mundial. Por ejemplo, Madrid y París podrían conectarse en poco más de una hora y media**”

”

el concepto del tubo por la complejidad técnica de mantener la presión en grandes volúmenes, derivando en los primeros prototipos de trenes de levitación magnética (*maglev*) en Alemania [3] y Japón [4]. Durante el siglo XXI se consiguió crear la primera ruta comercial *maglev* comercial en Shanghái (China) de 30 kilómetros utilizando la tecnología alemana Transrapid, que ha funcionado hasta la actualidad transportando a millones de pasajeros de forma segura. En paralelo, los avances en electrónica de potencia, en megaproyectos de infraestructura como el ferrocarril de alta velocidad o la presurización en el CERN. Estos hechos aportaron la seguridad necesaria

para que emprendedores alrededor del mundo retomen la idea de George Medhurst. El primero, el empresario estadounidense Elon Musk, decide hacer un primer white paper [5] y renombrar el concepto *hyperloop*, anunciando la creación de una competición con el objetivo de acelerar su desarrollo.

ZELEROS: DE LA UNIVERSIDAD AL MERCADO

Los fundadores de Zeleros, por aquel entonces estudiantes en la Universitat Politècnica de València, participan en la primera competición de Elon Musk que se anuncia en agosto de 2015, ganando el premio al Mejor Diseño y Mejor Sistema de Propulsión. Con

este primer diseño teórico ya sientan las bases de su propuesta diferencial, pero las limitaciones en la competición derivadas de parámetros de medida no alineados con el mercado hacen a los fundadores pensar en la creación de una empresa privada para llevar el proyecto a cabo. Es en noviembre de 2016 cuando nace Zeleros para llevar a la realidad ese concepto que había causado sensación en la competición de Estados Unidos. Desde entonces, la empresa ha crecido a ritmo acelerado, pasando a dar empleo a más de 40 personas y movilizar un ecosistema de más de 180, incluyendo organizaciones de toda la cadena de valor, incluyendo sectores como el ferroviario, la aviación, las infraestructuras, la energía o la automoción. El *hyperloop* de Zeleros se presenta como una oportunidad para impulsar la industria nacional y el desarrollo de numerosos sectores debido a su gran alineamiento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los planes europeos de recuperación, donde la descarbonización del transporte se sitúa en la más alta prioridad. Zeleros ha creado numerosos prototipos funcionales y no funcionales (como es el ejemplo de la Figura 2) para demostrar a la sociedad los beneficios de este método de transporte.

LA ESCALABILIDAD, CLAVE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

El análisis de los diferentes proyectos y tipologías de infraestructuras de transporte conlleva a una aseveración muy clara: en sistemas como los trenes de alta velocidad, los *maglev* y la automoción, alrededor del 95 % del coste construcción del sistema es el relativo a la infraestructura. En *hyperloop*, como transporte terrestre, esa infraestructura representa más o menos ese mismo porcentaje. O lo que es lo mismo: un pequeño cambio en la concepción de la infraestructura representa un gran impacto en los costes totales del proyecto, y por tanto, de su viabilidad económica. Es por ello que, evaluando los diferentes factores que afectan a la escalabilidad del sistema, el foco en la estimación



Figura 2. Prototipo de vehículo Zeleros que participa en el Pabellón de España de la Expo 2020 Dubái.

del coste por kilómetro de infraestructura toma un papel primordial.

Conocedores de este reto, desde Zeleros hemos colaborado desde el principio con organizaciones líderes en el sector de las infraestructuras, como Acciona, Arcelormittal, Red Eléctrica de España o Fhecor entre otros, para asegurar que podemos diseñar un sistema lo más escalable posible para permitir esos corredores intercontinentales que crucen fronteras de forma interoperable. Uno de los principales costes de infraestructura nos dimos cuenta de que eran los motores lineales, unas máquinas eléctricas que mediante campos magnéticos logran generar el movimiento y frenado del vehículo. En la mayoría de sistemas *maglev* vimos que estos sistemas estaban localizados durante toda la infraestructura, llegando a elevados costes por kilómetro del *maglev* germano o japonés, que tendrían difícil acogida para una red mundial. En un mundo ideal donde las baterías tuvieran una densidad energética excepcional sería muy fácil proponer que esta energía de tracción se suministrase poniendo la parte activa del motor lineal en el vehículo, pero de cara a realizar viajes de miles de kilómetros

“ El *hyperloop* de Zeleros es una oportunidad para impulsar la industria nacional y el desarrollo de numerosos sectores debido a su **gran alineamiento con los ODS y los planes europeos de recuperación, donde la descarbonización del transporte se sitúa en la más alta prioridad** ”

actualmente eso no sería viable. Es por ello que desde Zeleros la propuesta es un punto intermedio, donde los motores lineales se utilizan solo en un 10 % del trayecto con la función de suministrar la aceleración inicial que el vehículo necesita para coger inercia, y posteriormente mediante un sistema embarcado con baterías que mantiene la velocidad con un sistema de compresión eléctrico en el vehículo, similar a los aviones pero sin combustión. Pero ¿cómo puede funcionar un sistema de compresión de aire como el de la aviación en una red de tubos en vacío? El caso es que haciendo un análisis del coste de mantenimiento de los sistemas de presurización de los tubos, llegamos a la conclusión de

que debe haber un punto intermedio entre mantener la red en vacío absoluto (1 mbar), donde los costes de mantenimiento y certificación de la infraestructura no serían económicamente viables, y la presión ambiente (1 bar), donde la resistencia aerodinámica sería tan elevada que el sistema no sería eficiente energéticamente. En ese sentido, y apoyando el concepto en una tecnología madura y probada, desde Zeleros se propuso la operación en nivel de presión de la aviación, en torno a 50-100 milibares. Es por ello que, en realidad, sí que hay algo de aire dentro del tubo, y que esto podría a altas velocidades crear un efecto pistón que no permitiera mover el vehículo. Para solucionar este reto, en vez de hacer el tubo más grande, que conllevaría un aumento considerable del coste de infraestructura, Zeleros propone comprimir ese aire mediante un compresor embarcado actuado eléctricamente y expulsarlo por la parte trasera. De esta forma, se consigue mantener una velocidad constante durante la fase de crucero. El otro punto clave en la escalabilidad es la levitación. Existen básicamente dos formas de levitar: la primera, llamada suspensión electromagnética (EMS en inglés) consiste en la generación de una fuerza de atracción producida por un imán o electroimán localizado en el vehículo de forma controlada a un material ferromagnético en la pista. La segunda se llama suspensión electrodinámica (EDS) y consiste en que un imán produce una fuerza de repulsión si pasa a alta velocidad por encima de un material conductor



Figura 3. Representación de la estación del hyperloop de Zeleros.

“ Un aspecto crítico a la hora de comercializar *hyperloop* es la necesidad de un marco de regulación que permita a los vehículos operar **con las máximas garantías de seguridad, sostenibilidad e interoperabilidad y expandir la red transeuropea de alta velocidad con tuberías *hyperloop*** ”

debido a las llamadas corrientes de Eddy. Comparando ambos métodos, desde Zeleros nos dimos cuenta de que la levitación por atracción EMS es mucho más escalable y energéticamente eficiente que la levitación por EDS, y, por este motivo, ha sido la tecnología que se ha implementado en el sistema, mejorando su eficiencia gracias a las técnicas de control avanzadas y configuración de imanes propuesta por el equipo. Con esto se consigue reducir los costes de infraestructura, ya que no es necesario añadir materiales como el cobre durante todo el trayecto para mantener la levitación, sino que los sistemas van embebidos en el vehículo.

Con este concepto las estaciones podrían ser muy similares a las que conocemos actualmente de alta velo-

cidad, como se puede comprobar en la Figura 3.

CERTIFICACIÓN, ESTANDARIZACIÓN Y REGULACIÓN DE HYPERLOOP

Finalmente, un aspecto que también es crítico a la hora de llevar *hyperloop* a la comercialización es la necesidad de contar con un marco de regulación que permita a los vehículos operar en la infraestructura con las máximas garantías de seguridad, sostenibilidad e interoperabilidad y expandir la red transeuropea de alta velocidad con tuberías *hyperloop* como se observa en la Figura 4. Para ello, ya en 2018, las principales empresas de *hyperloop* del mundo (entre ellas Zeleros) firmaron un acuerdo de cooperación para conseguir este marco normativo. Fruto

de esos trabajos se consiguió crear el primer comité de estandarización del mundo (CEN/CENELEC JTC20) que hoy en día ya cuenta con más de 100 organizaciones participantes y cuyo presidente es el experto español en tracción magnética y sistemas de comunicación ERTMS Jaime Tamarit. En paralelo, la Comisión Europea ha generado también un grupo de trabajo con el objetivo de crear un marco regulatorio de *hyperloop* para 2030, momento en el que se espera que las empresas comercialicen sus servicios. A su vez, programas de investigación aplicada europeos como Shift2Rail ya han promovido los primeros estudios sobre *hyperloop* con la participación de organizaciones europeas y liderados por la Universidad Politécnica de Madrid. Todos estos avances demuestran el enorme progreso que el sistema *hyperloop* ha visto en solo ocho años.

Desde Zeleros seguimos trabajando para hacer este sistema un caso de éxito de la cooperación europea e internacional para expandir los límites de la movilidad, y cumplir con los ambiciosos objetivos de sostenibilidad que necesitamos atajar cuanto antes como sociedad. Animamos a organizaciones industriales a sumarse al desarrollo y cooperar en este pionero desarrollo español. Más información en www.zeleros.com



Figura 4. Representación de una infraestructura de hyperloop europea.

REFERENCIAS

- [1]. Buchanan, R.A. (May 1992). "The Atmospheric Railway of I.K. Brunel". *Social Studies of Science*. 22 (2): 231–243. doi:10.1177/030631292022002003. S2CID 146426568.
- [2]. B. Weinberg, [Motion without friction. pre-] (in Russian), 1914.
- [3]. A. Zehden, Patente Alemana GR 643316 (1937).
- [4]. Central Japan Railway Company (2012). "The Chuo Shinkansen Using the Superconducting Maglev System" (PDF). *Data Book 2012*. pp. 24–25
- [5]. Musk, Elon (12 August 2013). "Hyperloop Alpha"(PDF). Retrieved 13 August 2013.



Rafael Serna Espinosa

EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS COMBINADO, LA CLAVE PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO Y UN CAMINO PARA MANTENER EL LIDERATO FERROVIARIO INTERNACIONAL DE ESPAÑA

RESPONSABLE COMERCIAL DE CASTULO TECHNOLOGY S.L.

Nuestra industria ferroviaria tiene apenas medio siglo. Hoy en día, tenemos una industria ferroviaria actual, veloz, eficiente, con mejoras sustanciales en la seguridad y en la comodidad. Esto ha sido el fruto del trabajo de muchos años de investigación y esfuerzo colectivo, convirtiéndose así en un medio de transporte utilizado para el envío de todo tipo de materiales y mercancías que forma

parte de la gama esencial del transporte terrestre en todo el planeta.

Tanto para mercancías como para viajeros, las posibilidades son muchas y variadas, y esto ha dado resultado en un auge en la industria ferroviaria en los últimos años, el cual ha conseguido logros en todos los ámbitos en los que interviene, favoreciendo la movilidad de los países y haciendo crecer el comercio de este sector.

El crecimiento mayor está actualmente en los países desarrollados o en vías de desarrollo, concretamente China, ya que a principios del siglo XXI no tenía trenes de alta velocidad, y hoy es completamente diferente.

En España tenemos *Hyperloop*, los trenes de ciencia ficción que conectarán toda Europa. Básicamente, se trata de «un tubo en el que se extrae la mayor parte del aire y así puedes desplazarte sin resistencia aerodinámica. No te frena y te mueves de forma mucho más eficiente. Este es el límite que tienen muchos trenes actualmente, la resistencia del aire, que aumenta exponencialmente con la velocidad. Ya hay trenes en Japón que alcanzan los 600 kilómetros por hora, pero con un gran consumo energético. *Hyperloop* es una solución interesante para largas distancias, entre 500 y 1000 kilómetros, y con velocidades de hasta 1000 kilómetros por hora. Y sin generar emisiones (Figura 1).

Europa no se quiere quedar atrás, por ello, es la Comisión Europea quien ha dispuesto crear un Espacio Ferroviario Único Europeo a partir de este año 2021; quiere ser una red ferroviaria europea más eficiente, más sostenible y más ecológica, permitiendo la movilidad a través de los países que la integran. La cuestión es cómo quieren conseguir este fin (Figura 2).

Se necesita aumentar el uso del transporte ferroviario y para ello es necesario reinventar el fomento e incentivo del uso del ferrocarril, tanto para empresas como ciudadanos mediante una serie de estímulos que sirvan



Figura 1. Fuente: Zeleros.com.



Figura 2. Tren de alta velocidad F070 de Talgo.

de acción para poder generar mayor inversión y que esta sea provechosa. Todo esto, de la mano de un objetivo por parte de la Comisión Europea que busca una reducción de hasta el 90 % en las emisiones contaminantes del transporte para el 2050, por lo que se necesita un medio de transporte seguro, inteligente y moderno, que conecte personas y empresas de dife-

rentes naciones, algo que la industria ferroviaria entiende perfectamente, y ya camina hacia esto (Figura 3).

Un desafío importante que tiene Europa si queremos dejar un planeta ecológico para el futuro, una necesidad que atañe a todos y que es inherente a una modernización ferroviaria ecológica (Figura 4).



Figura 3. La planta de Stadler en Albuixech (Valencia).



Figura 4. Metro CAF de Granada.



Figura 5. Playas de vías en Europa, la más grande (si no contamos las de Rusia), es la de Maschen en Alemania con 112 vías en total.

Es por todo esto y mucho más, que los principales fabricantes de componentes férreos y material rodante del mundo han redoblado esfuerzos para cumplir con la calidad exigida en la actualidad, implementando nuevos progresos tanto en la parte tecnológica, al igual que en sus comunicaciones, manejo o métodos de señalización y operación, así como el proceso mismo de construcción (Figura 5).

Aún queda mucho por hacer, los progresos de ingeniería son cada vez más complejos y desafiantes, resultando todo un objetivo a lograr para las personas que trabajan en esto, de manera que el mundo requiere de técnicos y profesionales en formación continua, con capacidad de seguir mejorando e innovando nuestros sistemas de transporte para poder contar con modelos de transporte sostenibles y ecológicos para las futuras generaciones, aplicando estrategias y metodologías de calidad como la Industria 4.0 (fabricas inteligentes), Kaizen (mejora continua) y *Lean Manufacturing* (excelencia en la fabricación) (Figura 6).

Como sociedad, no podemos distraernos y ante el impulso que está teniendo el sector ferroviario por los distintos gobiernos y la empresa privada es inevitable invertir más en la formación de las personas para conseguir las exigencias de hoy en día, y las que necesiten una demanda en investigación e innovación y llevar a cabo un proceso de modernización de la industria.

LINARES COMO REFERENCIA DE DESARROLLO FERROVIARIO

La ciudad de Linares, situada en Jaén a tan solo 11 km de la autovía A4 y a 9 kilómetros de La estación de Vado-llano, pertenece a la llamada "España vaciada y despoblada", puesto que hace 70 años que viene sufriendo las emigraciones masivas durante el denominado éxodo rural de los años 1950 y 1960.

La minería de la zona alcanzó su máximo esplendor en el siglo XIX, época del auge de los ferrocarriles y la ciudad llegó a tener hasta siete

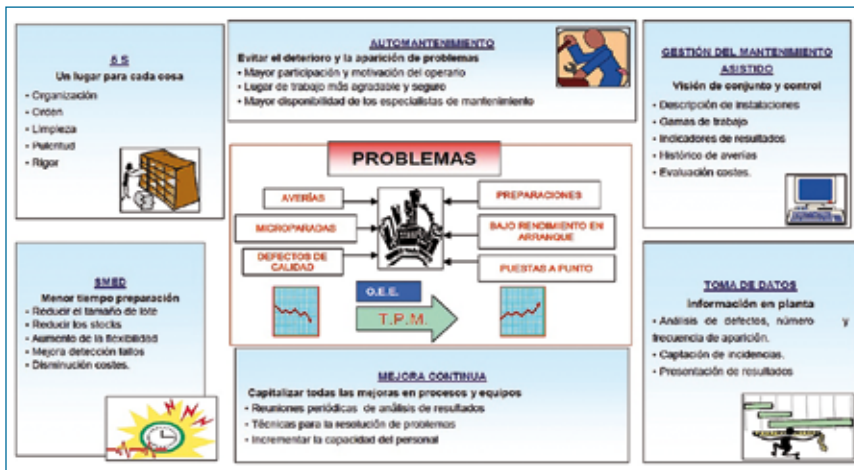


Figura 6.

estaciones ferroviarias de las que solo ha llegado hasta nuestros días, la Estación de Linares-Baeza.

Estoy convencido de que, aunque ahora nuestra ciudad no está en el mejor momento económico, vienen tiempos muy interesantes, puesto que se está trabajando duro desde la alcaldía de la ciudad, y desde empresas que fomentan la industrialización, la tecnología, investigación, e innovación como por ejemplo Cetemet, a través de planes de formación y asesoramiento a pymes de la zona, que conseguirán que Linares se complemente como una ciudad ferroviaria.

Están a punto de germinar numerosos proyectos que se han ido regando para que den su fruto a través de la industria del ferrocarril, con todas las novedades que acarrea este sector, el cual está creciendo en España a niveles comerciales internacionales elevados.

Concretamente, empresas como CAF, Stadler Rail Valencia o Talgo, han conseguido este año contratos millonarios para la construcción y mantenimiento de trenes para otros países y, actualmente, necesitan de subcontratistas para sus procesos de *outsourcing*.

He de destacar que existe actualmente un tejido empresarial, en esta ciudad de Linares, que puede proveer de componentes y servicios ferroviarios a estas grandes empresas, a través de la innovación y desarrollo. A modo de ejemplo puedo citar empresas como

Sugremin, Compin Ferroviaria, CAF DDs, Cetemet, Algama, Esmometal, Exni, Inibe composites, y la nuestra, Cástulo Technology S.L. donde trabajo actualmente como responsable comercial, principalmente.

Si seguimos así, favoreceremos que se implanten o asocien otras, como Siemens Rail, Alstom, Bombardier, Hitachi, y otros grandes fabricantes de trenes.

Para nuestra ciudad de Linares cabe destacar como últimas noticias el que la consejera de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio, Marifrán Carazo, acompañada por el alcalde de Linares, Raúl Caro-Accino, ha visitado las obras de conexión del ramal ferroviario Vadollano-Linares con la línea Madrid-Cádiz de la red de interés general. La consejera adelantó que la obra civil de esta infraestructura, clave para el desarrollo empresarial de la comarca, está muy avanzada, llegando a más del 70 % de ejecución.

Conexión con el parque empresarial Santana

Mientras se sigue trabajando en la finalización de las obras, la Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio ya está inmersa en la siguiente etapa: la conexión de la línea Vadollano-Linares con el Parque Empresarial de Santana, que incluirá también la construcción de una playa de vías. Ya se ha iniciado el procedimiento para licitar la redacción del proyecto, por un importe de

236 485,89 euros. Una vez licitado, adjudicado y concluida su redacción, se procederá a la licitación y adjudicación de las obras, que contarán con un presupuesto estimado de alrededor de los 6 millones de euros. En este montante, además de la playa de vías, se contempla un edificio de control, señalética, la entrada y salida del parque, la urbanización exterior o la adecuación de los viales afectados, además de otros elementos de seguridad para la llegada de los trenes.

Autopistas ferroviarias y el vagón portacontenedores

Esta oportunidad que tenemos como necesidad del transporte intermodal puede crear varias industrias en nuestra ciudad si los agentes, empresas y políticos apostasen por ello.

Linares se ha unido a la red nacional de impulso al ramal central ferroviario, compuesto por más de cuarenta localidades españolas como Madrid, Algeciras (que lidera el proyecto), Zafra o Sevilla.

«La constitución de este *lobby* de alcaldes impulsará la presión necesaria para que, definitivamente, se acometan todas las inversiones necesarias para que el ramal central sea una realidad», señaló el alcalde, Raúl Caro, quien recordó la posición geoestratégica privilegiada que tiene Linares y el eje que compone junto a Bailén y Guarromán como Puerta de Andalucía, con el importante papel de la estación ferroviaria Linares-Baeza.

Las empresas, Adif, Tramesa y APV han firmado recientemente el protocolo para la puesta en servicio de la primera "autopista ferroviaria" Madrid-Valencia. En esta vía se cargarán camiones en vagones y evitarán el tramo de 350 km por carretera, con la reducción de contaminación y costes que esto conlleva.

Estado del arte de los vagones porta semirremolques

A continuación se detallan esquemáticamente las opciones de intercambio modal de las que tengo conocimiento a día de hoy:

1.- Vagón para carretera rodante:



2.- Vagón autocargante:



3.- Vagón esqueleto/bastidor/gusana:



4.- Vagones poche:



5.- Bogie bimodal o semirremolque bimodal:



6.- Sistema modalohr:



7.- Sistema Cargo Speed:



8.- Sistema Cargo Beamer:



9.- Sistema Civenessy:



Fuente: Civenessy.

Para el transporte por tren el principal problema no son los costes, sino la tardanza en cuanto a tiempo que se produce. Según costes, a partir de los 400 km comenzaría a ser viable, pero hasta los 1100 kilómetros por cuestiones de tiempo (que evidentemente se podría traducir directamente en costes) para que esta alternativa empiece a cobrar un sentido real (Figura 7).

RESUMEN

El punto inicial para el desarrollo de las empresas ferroviarias, será el diagnóstico digital, la identificación de necesidades y de proyectos para la Industria 4.0, tecnología de productos interconectados, el análisis de datos, la automatización o la interoperabilidad, para que las empresas las utilicen y llegar a su transformación digital. 

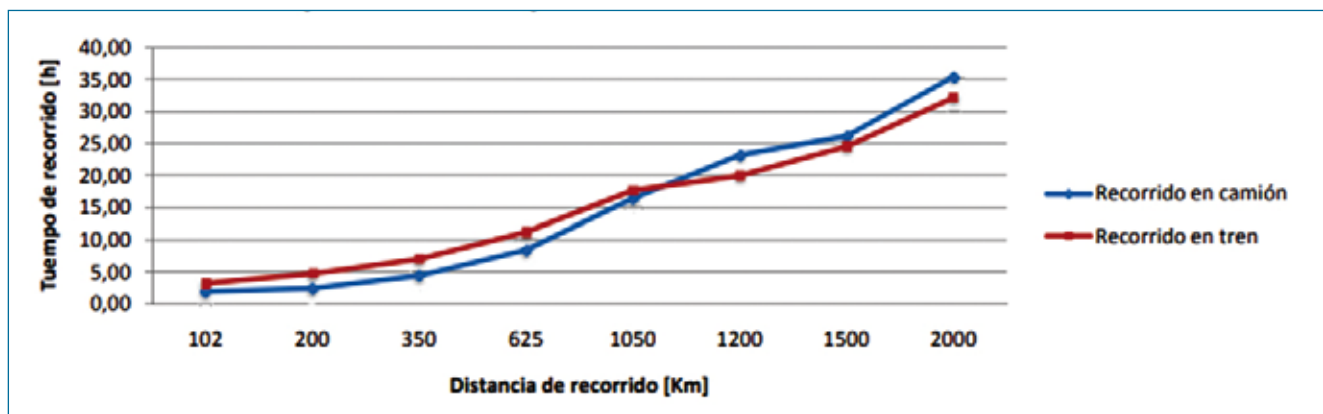


Figura 7. Comparativa de costes y tiempos Ferrocarril-Carretera.

¡Muchas ventajas por ser parte del COIIM!

Descubre, compra y descarga tus cupones desde tu portal de descuentos.

¿Cómo puedes beneficiarte de todas las promociones?

01

Entrando en la web coiim.ventajasvip.com

02

Descargando la app "Club Ahorro Vip" en tu móvil.

03

Escaneando el código QR de este tríptico

¡Así de cómodo y fácil!

¡Descarga la app!



¡ESCANEA EL QR Y REGÍSTRATE AHORA!

COIIM.VENTAJASVIP.COM

Tus ventajas por ser parte del COIIM

Accede a más de 300 ofertas y promociones en marcas exclusivas.

¡Descubre cómo aprovecharlas!



Andrés Herbada Esteban

EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR FERROCARRIL EN ESPAÑA

MIEMBRO DE LA COMISIÓN DE TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DEL COLEGIO OFICIAL Y LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID (COIIM/AIIM)

ENTORNO EUROPEO

España, con una población de 47 millones de habitantes, es hoy día el cuarto país de la Unión Europea en número de habitantes y en base a ello contribuye a su financiación. Su producto interior bruto anual (PIB) es también el cuarto en el *ranking* de la UE. Su PIB per cápita sitúa al país en el decimosegundo lugar en Europa. Su deuda externa es la quinta más importante de Europa y si se relaciona esta última con el PIB, se situaría en el sexto lugar. En base a los datos anteriores, puede afirmarse sin duda que España puede codearse con los países más importantes de Europa.

Si estas comparaciones las llevamos al terreno del transporte ferroviario, y más concretamente al transporte de mercancías por ferrocarril, nos encontramos con que España no ocupa el lugar correspondiente a su situación socioeconómica. Su cota en TK (tonelada-kilómetro) es de un 5 %, según puede verse en Figura 1, lo que sitúa a España en el penúltimo lugar de los países que disponen de ferrocarril, solo por delante de Irlanda.

En dotación de infraestructura ferroviaria nuestro país ya empieza a perder puestos en el *ranking*. Con 116 002 kilómetros de vía (12 380 para mercancías y 3622 para alta velocidad), ocupamos el lugar número 20 si lo referimos a los habitantes y el 19 si lo referimos a la superficie del país (Figura 2).

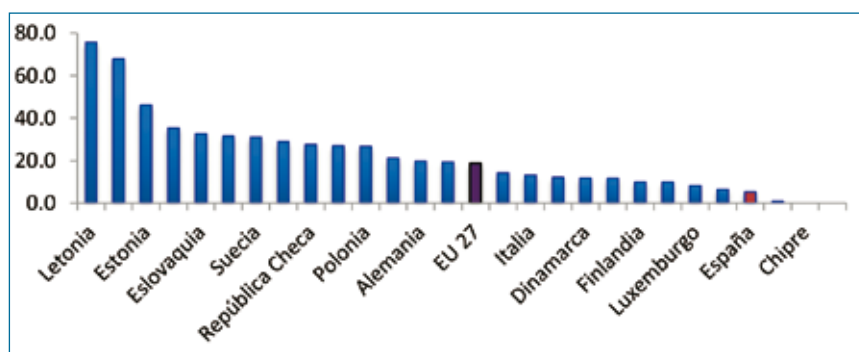


Figura 1. Cuota ferrocarril en TK %.

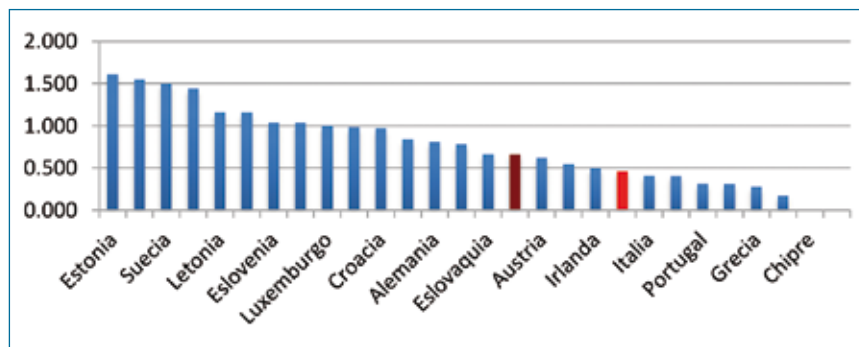


Figura 2. Km / 1000 habitantes.

Pero la situación es alarmantemente negativa en lo que a la producción se refiere; es decir, a las toneladas transportadas. Por cada kilómetro de red ferroviaria España es de los países que menos toneladas y toneladas-kilómetro transporta por ferrocarril, solo por delante de Grecia e Irlanda. Lo mismo ocurre si lo relacionamos por habitante o por superficie.

Las declaraciones de red de los administradores de infraestructura ferroviaria (ADIF y ADIF Alta Velocidad) para el año 2021 contemplan una red

total de 15 523 Km. de vía férrea, de los que 3622 son de alta velocidad (utilizada actualmente y de forma exclusiva para el transporte de viajeros) y 11 901 Km que admiten el transporte de mercancías, casi en su totalidad de manera exclusiva. Con estas cifras nuestro país se sitúa a nivel europeo en el cuarto lugar en extensión de sus líneas férreas, solo por detrás de Alemania, Francia y Polonia.

Resumiendo lo anterior, podemos asegurar, al margen de otras consideraciones, que **España dispone de in-**

fraestructura viaria suficiente para que la participación de su ferrocarril en el transporte de mercancías fuera muy superior al actual.

Por otro lado, la posición geográfica de España, situada en un extremo de la UE y la globalización mundial que ha dado como resultado un mayor movimiento de mercancías a mayor distancia, deberían dar como consecuencia un mayor volumen de transporte de mercancía por ferrocarril en España.

ENTORNO COMPETITIVO

El ferrocarril ha de competir con otros medios de transporte como son: la carretera, el barco por mar, el oleoducto y el barco fluvial, este último muy importante en los países centrales de Europa y nulo en nuestro país.

A pesar de la existencia de esos medios alternativos al ferrocarril en Europa, la participación de este en el transporte, es decir, su cuota de mercado está cerca del 18 % de media. Sin embargo en España se sitúa en un 1,2 % en toneladas en relación con todos los medios de transporte y un 4,02 % en toneladas-kilómetro en el transporte terrestre, según datos del Informe OTLE para el año 2019, lo que lleva a que España figure a la cola de los países europeos, solo delante de Grecia, Irlanda, Chipre y Malta (y no se ve tendencia a que esta participación no siga disminuyendo, como lo ha hecho en los últimos años).

Según los datos del Observatorio del Transporte y la Logística de España (OTLE), referidos al año 2019, al que corresponden los datos del último informe publicado, el ferrocarril movió en España 26 millones de toneladas, mientras que el transporte por carretera movió 1543 millones, cifra que da una visión en términos absolutos del poco peso del ferrocarril en España y de su alarmante caída en los últimos años.

La disminución del ferrocarril también lo es en sectores de mercado en los que debería tener mejor cuota de la que tiene, dada las características de

“ El ferrocarril oficial se ha hecho más atractivo para las cortas distancias, cuando es de dominio público que, con carácter general, **el ferrocarril es mas competitivo cuanto mayor sea la distancia a recorrer** ”

los mismos. Por ejemplo en el sector químico, en el que es opinión unánime que el ferrocarril es además ventajoso por su seguridad; en el año 2014 se transportaban 3.8 millones de toneladas, mientras que en 2017 esta cifra descendió hasta poco más de 1.5 millones de toneladas.

En el **sector intermodal** (contenedores, cajas móviles y tráileres) de gran desarrollo en Europa, al ser atractivo para las empresas de carretera, que son las dominantes en el mercado, tampoco el ferrocarril se ha mostrado particularmente activo. En este mercado ferroviario se da una circunstancia paradójica y es la de la evolución de la distancia media recorrida que, por ejemplo en el caso de Renfe ha pasado de 580 Km en el año 2006 a 356 Km. en 2019, según los datos estadísticos del Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. Esta disminución se debe al abandono de numerosas relaciones de tráfico multicliente de larga distancia, llevada a cabo por Renfe y a su más atractiva oferta al transporte con origen en los puertos. Es decir, el ferrocarril oficial se ha hecho más atractivo para las cortas distancias, cuando es de dominio público que, con carácter general, el ferrocarril es más competitivo cuanto mayor sea la distancia a recorrer.

Mientras tanto el transporte intermodal en Europa ha seguido creciendo año tras año según los datos de la UIRR (*Union International Rail Road*) que recoge la actividad del transporte intermodal de los países europeos.

En contraste, en España de los 87 millones de toneladas transportadas por la carretera en tráfico **internacional** en 2019, lo fueron principalmente y por orden de volumen a Francia, Portugal, Alemania, Italia, Países Bajos, Bélgica y Polonia, con grandes dificultades muchas veces para el paso de fronteras, con más de 10 000 camiones diarios por cada una de las dos principales (Irún y La Junquera). **Los citados 86 millones de toneladas de la carretera contrastan con los 4.5 millones que movió el ferrocarril, en tráfico internacional.**

También en España el transporte intermodal en sus diferentes versiones (contenedor, caja móvil, tráiler y autopista ferroviaria) tiene posibilidad de crecimiento. Sus ventajas son evidentes y suficientemente conocidas: fácil acceso al cambio de modo, posibilidad de envíos unitarios por el cargador, no ruptura de carga, etc. Este tipo de transporte es el que más potencial ofrece al ferrocarril, al poder utilizar vagones plataforma universales y adecuar el recipiente a la mercancía lo que, pese a un ligero aumento de tara, abarata los costes de mantenimiento y resuelve los problemas de cambios de ancho de vía con un coste menor que otras alternativas.

Centrándonos en el **transporte intermodal ferroviario**, el gráfico difundido por la UOTC (Unión de Operadores de Transporte Comodal), llamado **Índice UOTC**, muestra cómo este tipo de transporte ferroviario no ha crecido como lo ha hecho el PIB, es decir, se ha perdido cuota con relación a otros medios (el llamado Índice UOTC

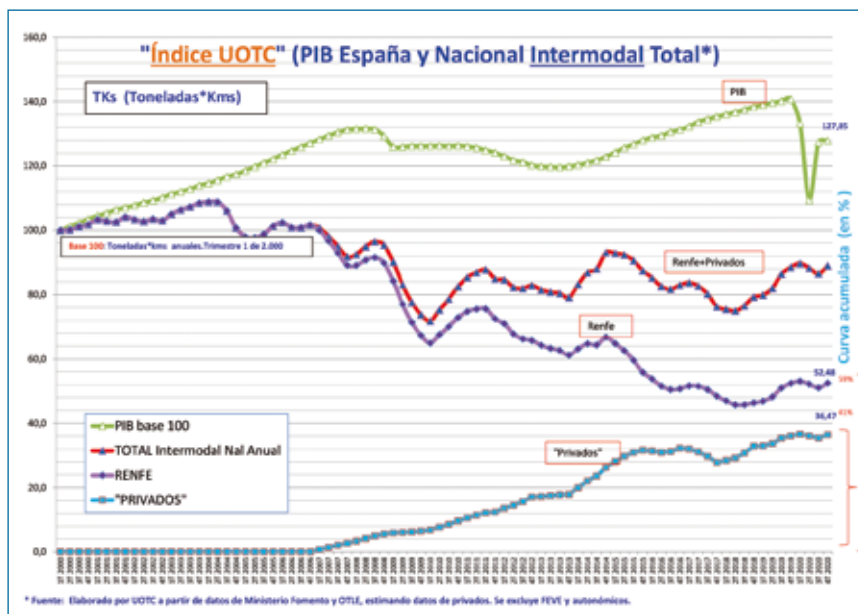


Figura 2.

ha sido difundido por la UOTC para ver la evolución de este tipo de transporte en ferrocarril de manera objetiva, al compararse con el PIB (Figura 3).

CAUSAS DE ESTA SITUACIÓN

Si bien dispersas, entre los agentes del sector del transporte, son varias y bien conocidas:

Falta de un Plan Inversor con consignaciones anuales comprometidas y fechas de cumplimiento para mejorar la vía convencional, haciéndola apta para trenes más largos y más rentables, ampliando los gálibos para admitir el transporte de cajas móviles y tráileres, admitiendo mayor carga por eje, etc.

- Falta de apoyo a las empresas ferroviarias privadas.
- Falta de incentivos para la adquisición de vagones y unidades de transporte intermodal (curiosamente los vehículos de carretera han gozado de estas ayudas aunque no han sido muy importantes).
- Prioridad absoluta a las inversiones para la alta velocidad de viajeros por parte del Ministerio de Fomento, abandonando la mejora de las líneas convencionales que iban quedando libres para mercancías y dedicando escasa inversión a estas últimas.

- Existencia de una amplísima oferta de la carretera, muy dispersa y por tanto muy competitiva, que arrastra al sector a rentabilidades casi nulas para sí misma y que hace poco competitivo al ferrocarril.
- Planes teóricos que cambian con cada cambio de legislatura, dando a entender que el tema preocupa, poco o nada.
- Falta de una legislación medioambiental que considere los costes sociales externos del transporte.
- Incompatibilidad de los tráficos ferroviarios de viajeros (cercanías y AVE) con los de mercancías.
- Por parte de la empresa estatal, ausencia de una gestión enfocada al cliente, y a la empresa de carretera en el caso intermodal.
- En el caso del intermodal, ausencia de una oferta multicliente atractiva que hubiera facilitado que las empresas transportistas de carretera accedieran al ferrocarril fácilmente.
- Posiblemente, frecuentes cambios organizativos en el sector ferroviario público que han traído más complejidades que ventajas.

No hay razones objetivas para que el ferrocarril de mercancías no mejore sensiblemente su posición en el mercado. Los datos aportados más arriba permiten concluir que no solo

podemos sino que deberíamos acercarnos a las posiciones de otros países similares a nosotros y que hay mercado para ello, aunque solo sea a larga distancia y mas aún para el transporte intermodal.

Las empresas de carretera, que tienen alrededor del 95 % del mercado, y por consiguiente son las que marcan el precio de transporte, (circunstancia que algunos responsables de Renfe olvidan al seguir creyéndose en una ancestral posición dominante), no ven con malos ojos el uso del ferrocarril. Hace poco más de diez años era impensable que en el seno de las asociaciones de carretera se admitieran secciones ferroviarias y, hoy en día, las dos más importantes organizaciones empresariales de carretera que son ASTIC, en internacional, y CETM, en general, acogen en su seno sendas organizaciones que promueven la intermodalidad: UOTC (Unión de Operadores de Transporte Comodal), en el caso de la primera y CETM Multimodal, en el de la segunda. Ambas realizan jornadas, promueven estudios y defienden el incremento del transporte intermodal ferroviario.

Cabría preguntarse por qué los camiones españoles llenan los barcos que unen Levante con Italia y los trenes que unen el sur de Europa con los países de la Europa central ¿No será que estos medios les ofrecen condiciones económicas atractivas?. ¿Por qué pueden ofrecerlas?: porque tiene unos costes bajos.

Curiosamente, el famoso túnel de *Le Pertús*, que comunica España con Francia y hoy en poder de ambos estados al quebrar sus anteriores titulares, ha empezado a incrementar su uso cuando ha empezado a rebajar sus precios.

Si el mercado, además, está maduro para el crecimiento de la intermodalidad, ¿qué es lo que queda por hacer? En esencia bastaría con corregir los fallos señalados con anterioridad, primeramente los de gestión.

A continuación se detallan las medidas concretas que habría que tomar:

1. Poner en marcha un Plan de Estado que tenga por objetivo reducir los costes del ferrocarril, adoptando "subplanes" que conduzcan a este fin.
2. Creación de una Unidad de Modalidad que trabaje en pro del desarrollo de la intermodalidad ferroviaria en el seno de un Ministerio de Transportes, asunto continuamente reclamado por la UOTC desde hace tiempo.
3. Desechar toda inversión o medida que no suponga un abaratamiento del transporte ferroviario.
4. Destinar en los presupuestos anuales del ADIF unas partidas mínimas para mejorar la situación de las vías férreas de mercancías, con planes anuales que contemplen consignaciones fijas y fechas de ejecución de lo necesario para mejorar la situación: soluciones para las incompatibilidades de mercancías con viajeros (Cercanías y AVE), vías de apartado para trenes de 1000 m, gálíbos mínimos para semirremolques P-400, solución de problemas de cambio de tensión y señalización, corrección de pendientes excesivas, alargamiento de vías de apartado a 1500 m, etc.
5. Estudio pormenorizado, tramo a tramo, de las líneas de mercancías para detectar los puntos críticos y proponer posibles soluciones.
6. Implicación del Ministerio para la Transición Ecológica en el desarrollo del ferrocarril de mercancías.
7. Incentivar la investigación para la reducción de la tara de los vagones de mercancías.
8. Fomentar la utilización de unidades de tracción más eficientes que permitan reducir costes y reconsiderar las necesidades de nuevas electrificaciones a la vista de las nuevas energías.
9. Ampliar pesos máximos por eje, pasando de las 22.5 T actuales a 25 T/eje, como ha hecho Alemania, aunque esto suponga reducción de velocidad.
10. Resolver los problemas de gestión ferroviaria en los accesos a las grandes ciudades.
11. Mejorar las instalaciones fronterizas existentes para que no sea necesario cortar los trenes que llegan de Europa.
12. Plan de inversión y mejora en terminales intermodales aptas para la manipulación de semirremolques y UTI, pasantes y aptas para el tratamiento de trenes de 1000 m dotadas de todo lo necesario para el manejo de todo tipo de mercancías incluyendo las peligrosas.
13. Incentivos directos o indirectos para la concentración de terminales intermodales corrigiendo así la dispersión actual en la que en una misma zona geográfica y a pocos kilómetros se encuentran hasta media docena de terminales, con lo que se reduce el volumen transportado por cada tren, en detrimento de la productividad de los trenes más largos y más frecuentes.
14. Plan de renovación de elementos de manutención en las terminales del ADIF, ya obsoletos al contar con decenas de años de vida.
15. Eliminar o reducir al máximo las maniobras de vagones en las terminales.
16. Permitir el transporte por carretera de una MMA de 44 T cuando se trate de transporte intermodal con tractora de dos ejes y compensar en todo momento la mayor tara del intermodal.
17. No admitir el aumento de la MMA de la carretera, ya que el hacerlo, haría menos competitivo aún el ferrocarril.
18. Neutralidad administrativa: Renfe y la AESF (Agencia Española de Seguridad Ferroviaria) no deberían depender del Ministerio de Fomento.
19. Por parte de la Administración, copiar lo hecho por otros países europeos con modelos que puedan tomarse como ejemplo.
20. Avanzar en el apoyo y ejecución del eje ferroviario central, el llamado eje 16, más libre de viajeros y que atraviesa zonas menos pobladas y, por lo tanto, con menos interferencias de los trenes de viajeros.
21. Facilitar el desarrollo de las empresas ferroviarias privadas, eliminando trabas para su participación en el transporte ferroviario de mercancías.
22. Incentivos para la adquisición de vagones y unidades de transporte (lo que favorecería a la industria española hoy falta de mercado ferroviario de mercancías).
23. Poner a disposición de las empresas ferroviarias privadas el material móvil y de tracción sobrante de Renfe.
24. Ayudas para la creación de empresas operadoras que ofrezcan servicios multicliente y el trasvase de carretera al ferrocarril.
25. Estudiar la reconversión del corredor cantábrico (hoy FEVE) para alinearlos con el resto de las líneas y haciéndolos más aptos para el transporte de mercancías.
26. Simplificación de trámites administrativos, más complejos en el ferrocarril español que en la carretera e incluso que en otros ferrocarriles europeos.
27. Acelerar la puesta en servicio de las autopistas ferroviarias para servicios multicliente.
28. Corregir el error de dar ventajas a las compañías ferroviarias privadas extranjeras en detrimento de las españolas (caso del Corredor Mediterráneo, con solo vía UIC entre Vandellós y Castellón).
29. Creación de un portal que muestre todos los servicios multicliente de mercancías por ferrocarril existentes en España para facilidad de los usuarios. 



Leopoldo Maestu

CONDUCCIÓN AUTÓNOMA: EL CAMINO, HACIA LA REVOLUCIÓN FERROVIARIA

PRESIDENTE Y CONSEJERO DELEGADO DE ALSTOM ESPAÑA Y PORTUGAL

La conducción automática de trenes, presente en el sector ferroviario desde hace décadas, permite mejorar la fiabilidad, puntualidad y frecuencia de los trenes, así como reducir su consumo energético, gracias a una gestión inteligente de la energía de tracción y de frenado. Se trata de una tecnología ya utilizada, en su versión autónoma (operación sin conductor), a nivel global en grandes líneas de metro (como el Metro de Singapur, Lille o Barcelona, entre otros), y en algunos casos, con menores niveles de automatización, en líneas principales (como la alta velocidad). El siguiente paso, en el que se está ya trabajando, es en su completa aplicación en el transporte de mercancías y pasajeros a nivel regional e internacional, para lo que se necesita un enfoque y unos estándares diferentes. Se trata de entornos complejos, donde conviven diferentes infraestructuras, operadores, tipos de servicio, conexiones y modelos de trenes. Sin duda, un nuevo y apasionante desafío para el sector, impulsado por la aplicación de nuevas tecnologías digitales, como la inteligencia artificial, la gestión del *Big Data* o el videoanálisis.

La conducción automática es un tema en desarrollo y aplicación en la industria ferroviaria desde hace tiempo. Su máximo grado de desarrollo es la conducción autónoma, en la que es posible operar los trenes sin conductor y conocida como "operación de tren desatendido" (UTO – *Unattended Train Operation*).

Pero, ¿qué cambios supondría la implementación a gran escala de esta tecnología en el ámbito de la movilidad?, ¿se trata solo de ciencia ficción o de una realidad inminente? Alstom trabaja en varias líneas de desarrollo, en distintos tipos de líneas ferroviarias de todo el mundo, con el objetivo de que los trenes estén preparados para circular sin intervención directa del conductor en 2023 y que el modelo se empiece a comercializar para todos los tipos de operaciones en 2025.

A medida que la población mundial sigue creciendo, aumenta la necesidad de soluciones de movilidad colectivas, eficientes, disponibles y sostenibles. Para hacer frente a la creciente congestión del tráfico, las preocupacio-

nes medioambientales y las exigencias urbanísticas, requeriremos, en las próximas décadas, nuevas fórmulas de movilidad colectiva que aporten soluciones a los retos del siglo XXI. En este contexto, la automatización de las operaciones ferroviarias permitiría

gestionar de un modo más eficiente este creciente volumen de tráfico y el tránsito de pasajeros, maximizando la fiabilidad y disponibilidad de las infraestructuras ferroviarias.

En primer lugar, debemos resolver una cuestión, aparentemente sencila-



© Samuel Dhote © Alstom. Tren regional Regio 2N, modificado y equipado por Alstom para circular como prototipo de tren regional de pasajeros autónomo. Primeras pruebas desarrolladas en 2021 entre Aulnoye y Busigny, y entre Busigny y Calais (en el norte de Francia).



Figura 1.

lla. ¿Qué entendemos por conducción automática? En términos generales, la conducción automática o ATO (*Automatic Train Operation*) consiste en la aplicación de sistemas digitales para dar apoyo a los conductores, asumiendo desde las funciones de asistencia más sencillas, como la recogida de datos, hasta la automatización total del vehículo. Gracias a la digitalización de las operaciones y al empleo de la capacidad de procesamiento de la inteligencia artificial, podemos avanzar hacia un transporte ferroviario más rápido, sostenible, cómodo y fiable (Figura 1).

MEJORANDO LAS OPERACIONES FERROVIARIAS Y LA EXPERIENCIA DE LOS PASAJEROS

La automatización puede dar respuesta a muchos de los retos actuales de la movilidad: la congestión, las pérdidas de tiempo y productividad, las muertes en carretera, o las emisiones de gases de efecto invernadero. Alstom se ha fijado el objetivo de poder automatizar trenes de media y larga distancia en 2023, y así mejorar las operaciones ferroviarias y la experiencia de los pasajeros.

Entre otras ventajas, la incorporación de esta tecnología a trenes regionales, de cercanías y de alta velocidad, permitirá:

- **Posicionar el transporte colectivo como la primera opción de mo-**

vilidad, al mejorar la experiencia general de los pasajeros mediante un servicio más fiable, regular y frecuente. La automatización permite disminuir retrasos, reducir tiempo en los trayectos y aumentar la capacidad de la línea.

- **Garantizar una movilidad asequible para todos.** La operación automática puede constituir la base de un servicio ferroviario aún más asequible. La automatización permite aumentar los servicios ferroviarios

en la infraestructura existente, generando mayores frecuencias y operatividad, así como menos cancelaciones y retrasos, lo que se traduce en menores costes repercutidos al usuario.

- **Disminuir la congestión del tráfico.** Las previsiones para las próximas décadas muestran que habrá un importante crecimiento de la población y, por tanto, también un aumento significativo del tráfico rodado y ferroviario en las grandes



© G. Lomppez © Alstom. Coradia Continental ENNO, en pruebas en Alemania, en un proyecto desarrollado por Alstom, en colaboración con la región alemana de Braunschweig, el Centro Aeroespacial Alemán (DLR) y la Universidad Técnica de Berlín (TU Berlin).

Para este proyecto, Alstom ha equipado dos trenes de la plataforma Coradia Continental con tecnología ETCS y un equipo adicional de Operación Automática de Trenes (ATO). Este sistema permitirá y probar en paralelo distintos grados de automatización (GoA): GoA3 en la operación regular con pasajeros, y GoA4 durante las maniobras.

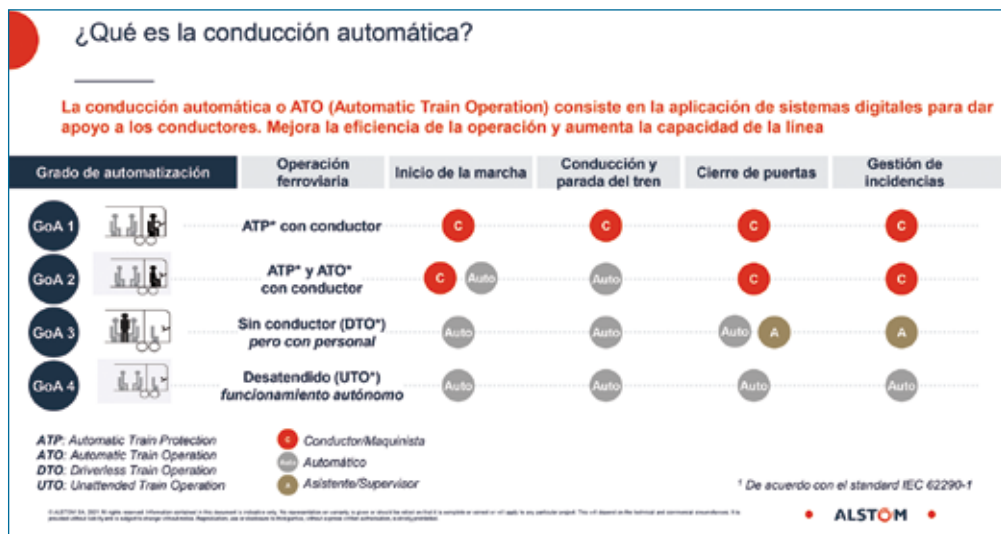


Figura 2.

ciudades. Al eliminar los tiempos de reacción humanos, los trenes automatizados pueden circular más juntos, aumentando la capacidad de la red y pudiendo incorporar trenes a la circulación en momentos críticos de la jornada. Para reducir la congestión y apoyar el transporte sostenible, el sistema de transporte público debe poder ampliarse para responder a la demanda.

- **Tecnología flexible, soluciones personalizadas.** No tiene sentido automatizar todo, hay que hacerlo de forma inteligente, introduciendo soluciones y niveles de automatiza-

ción que se adapten a cada operador, optimizando el equilibrio entre necesidades, inversiones y resultados.

La automatización es habitual, desde hace algún tiempo, en los sistemas controlados y cerrados, como, por ejemplo, los metros, los *Automatic People Movers* (APM) y los monorraíles. El sector ha sido, sin duda, pionero en aplicar los sistemas digitales más avanzados a la movilidad urbana. Pero, mientras que este tipo de sistemas circulan ya con facilidad en un entorno protegido y estable, la

realidad cambia a la hora de plantear la automatización completa de los trenes en entornos abiertos.

En Alstom llevamos años trabajando en metros automatizados y sin conductor, como por ejemplo, en Singapur, París, Hong Kong o Barcelona. Contamos con varios servicios APM en aeropuertos de todo el mundo, incluido el de Madrid-Barajas Adolfo Suárez.

Toda esta experiencia sin duda nos posiciona con cierta ventaja en la carrera por la automatización. Pero, pese a nuestro liderazgo tecnológico y experiencia demostrada, aún debemos solventar y superar los retos que, hasta la fecha, han dificultado la aplicación de sistemas de conducción autónoma en las principales líneas ferroviarias: la vasta extensión de kilómetros de vía y todos los elementos aleatorios que pueden ocurrir durante un trayecto (peatones, animales, obstáculos, climatología adversa, etc.). Por ello, y para que la automatización sea una realidad en el corto y medio plazo, todavía hay varios aspectos sobre los que trabajar.

AUMENTAR EL NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN

No todos las soluciones e infraestructuras ferroviarias actuales son susceptibles de ser automatizadas. Como mencionaba anteriormente, una de las principales ventajas de la introducción de sistemas ATO es que puede hacerse de forma gradual y adaptada a las necesidades de cada proyecto: Existe una amplia variedad de aplicaciones y tareas de conductores y operadores susceptibles de ser automatizadas (Figura 2).

La Asociación Internacional de Transporte Público clasifica la automatización en cuatro grados (GoA – *Grade of Automation*) aplicables al ferrocarril:



© Alstom. Tren autónomo Innovia 300 para el monorraíl de El Cairo, un proyecto que incluye dos líneas completamente autónomas que conectarán la Nueva Capital y la Ciudad del 6 de Octubre con El Cairo. Las líneas estarán operadas por 70 trenes Innovia 300 con la última tecnología en movilidad autónoma sin conductor.

- El **grado 1** es la operación manual con la automatización de algunas funciones de protección del tren (ATP – *Automatic Train Protection*) y puede incluir también diferentes sistemas de información y asesoramiento para ayudar al conductor. Esto puede aplicarse a la mayoría de las operaciones as ferroviarias.
- El **grado 2** introduce las primeras funciones de operación automática del tren (ATO), que controlan la circulación. En estos casos, el conductor está a cargo de tareas como la gestión de interrupciones o la supervisión de pasajeros, o la apertura de las puertas. Esto, generalmente, se implementa en líneas de metro de alta densidad y ha estado en servicio durante décadas.
- El **grado 3** es similar al nivel 2, aunque las tareas que quedan para el personal dentro del tren no exigen ninguna capacidad de conducción. Se trata del primer nivel de operación sin conductor, pero donde todavía existe la necesidad de un personal abordo.
- El **grado 4**, por su parte, supone la automatización total del tren, lo que comúnmente conocemos como “conducción autónoma”. En este nivel es posible operar los trenes sin conductor ni personal dentro, lo que se denomina “operación de tren desatendido” (UTO – *Unattended Train Operation*). En general, los sistemas de trenes autónomos dedican su personal a tareas directamente relacionadas con los pasajeros, completando así la mayor eficiencia del sistema con una mejor experiencia de los pasajeros.

En el nivel 2 de automatización, ampliamente desarrollado e implementado en el sector ferroviario en todo tipo de líneas y operaciones, ya se incorporan importantes mejoras en materia de capacidad y seguridad, ya que permite que los trenes funcionen a un ritmo más rápido y con mayor intensidad, con total seguridad. Además, se optimiza el consumo de energía (con lo que ello conlleva respecto a la reducción de la huella de carbono y



© Alstom. Locomotora Prima equipada con el sistema ATO en el trayecto que une el Puerto de Rotterdam con el Centro Logístico de Intercambio de Contenedores (CUP) de Valburg, en la parte oriental de los Países Bajos. La locomotora, suministrada por la compañía ferroviaria RRF, recorrerá cerca de 100 km sin la intervención del conductor, en las secciones ferroviarias equipadas con sistemas ERTMS (1 y 2), instalados por Alstom.

costes de operación), y se mejora la puntualidad. Cuanto más alto sea el nivel de GoA, mayores serán los beneficios, tanto para el operador como para el pasajero.

Existen muchas y muy diversas aplicaciones de automatización y, cada vez se están desarrollando más ensayos y pruebas en entornos abiertos. El grado de automatización de trenes regionales de pasajeros y cercanías está aumentando ligeramente en países como Suiza y Reino Unido. También se están llevando a cabo esfuerzos importantes en el transporte de mercancías (Suiza y Francia), así como en tranvías de áreas metropolitanas (Dresde, Zúrich, París) o en lanzaderas de última milla para el transporte colectivo (Easymile). Y, finalmente, como hemos dicho, la operación trenes con GoA 3 y 4 es ya habitual en sistemas de metro de todo el mundo.

Si bien las pruebas se están desarrollando con éxito, la implementación de este tipo de sistemas no depende únicamente en los avances tecnológicos. La falta de normativa, que todavía es incipiente o inexistente, constituye una de sus principales barreras.

TECNOLOGÍA ATO Y EL SISTEMA EUROPEO DE CONTROL DE TRENES (ETCS)

El Sistema de Control Ferroviario Europeo (ETCS) es un conjunto de mecanismos de señalización y control utilizado en la Unión Europea y que forma parte del Sistema Europeo de Gestión de Tráfico Ferroviario (ERTMS). Es, en esencia, un mecanismo que permite la comunicación entre el tren y la vía, activando ciertas acciones de forma automática en caso de que sean necesarias. Así, por ejemplo, si por un error humano se supera el límite de velocidad establecido para una determinada vía, el sistema puede activar el frenado de forma gradual hasta adecuarse a la velocidad requerida o detener por completo el tren.

Al igual que sucede con los grados de automatización, el ETCS cuenta con distintos niveles, que ofrecen diferentes prestaciones, sin alcanzar aún la conducción autónoma. El sistema ha probado ya su fiabilidad como herramienta indispensable para facilitar la interoperabilidad, garantizar la seguridad y aumentar la sostenibilidad de las operaciones.

La normativa sobre la combinación de funciones avanzadas de ATO con el sistema ETCS todavía no está establecida, y es de gran importancia para que los desarrollos tecnológicos sean interoperables, es decir, compatibles entre los diferentes fabricantes y países. Para acelerar este proceso en Europa, un grupo de trabajo de Shift2Rail¹, liderado por Alstom, dirige los esfuerzos para modelar la solución técnica que garantice la normalización de la explotación automática de los trenes de toda Europa.

Actualmente, muchos dispositivos de señalización y comunicación están ya desplegados junto a la vía. El objetivo de Alstom, como principal proveedor europeo de tecnología ETCS², es ayudar a los operadores a equipar toda la tecnología necesaria en el propio tren, facilitando su implementación y mantenimiento, y disminuyendo la dependencia de los elementos instalados en la vía.

¹ <https://shift2rail.org/>

² Alstom es uno de los principales proveedores de equipos ETCS a bordo y en tierra, y representa el 70% de los sistemas ferroviarios a bordo en servicio y 18.000 kilómetros de vías en todo el mundo. Hasta la fecha, los trenes equipados con la tecnología de señalización digital a bordo de Alstom han recorrido más de 250 millones de kilómetros.



© Alstom / © A. Fevrier. El sector ferroviario ha sido pionero en la aplicación de sistemas autónomos, incorporando los sistemas digitales más avanzados a la movilidad urbana. En 1998, en Singapur, comenzó a funcionar la primera línea de metro sin conductor. Actualmente, esta tecnología se aplica en metros de todo el mundo.

Este es, a día de hoy, el principal reto al que se enfrenta la industria. Conseguir trenes que, independientemente de la vía, puedan operar con total seguridad y con un alto grado de autonomía.

EL CAMINO HACIA EL SERVICIO COMERCIAL

En los últimos cinco años, Alstom ha desempeñado un papel importante en el desarrollo e implementación de sistemas autónomos, con proyectos, pruebas y prototipos para operaciones de mercancías y de líneas principales. En la actualidad cuenta con varias líneas de trabajo para acercar estas soluciones al servicio comercial ferroviario:

- Junto con el operador francés SNCF, se está avanzando en la elaboración de sucesivos prototipos para el transporte automatizado de pasajeros y mercancías, con el objetivo de viabilidad comercial para finales de 2023.
- Alstom está desarrollando tecnologías de automatización sin soporte de infraestructura (ETCS), compatibles tanto con los futuros avances tecnológicos como con la infraestructura actual.
- En el campo de los APM y lanzaderas automatizadas, Alstom está tra-

bajando en el desarrollo de infraestructuras inteligentes y procesos de seguridad que se implementará en la lanzadera Easymile³.

Alstom está trabajando en varios programas de detección ambiental avanzada. Por ejemplo, el que identifica señales en rojo (que se ha probado con éxito en el ÖBB⁴), así como el que detecta a otros vehículos (testado tanto en Francia como en Países Bajos), entre otras soluciones que se anticipan a la entrada en vigor de nuevas normativas.

CONCLUSIÓN

Gracias a la digitalización de las operaciones y al empleo de la capacidad de procesamiento de la inteligencia artificial, podemos avanzar hacia un transporte ferroviario más rápido, sostenible, cómodo y fiable. La automatización, en sus diferentes grados, es fundamental para reforzar la posición del ferrocarril como el eje vertebrador de la movilidad y el transporte. Impulsar la industria ferroviaria, modernizando redes y vehículos con tecnologías de señalización digital y sistemas de conducción automática y autónoma permitirá aumentar la capacidad, las prestaciones y la experiencia de viaje, atrayendo y transportando a más pasajeros. Así, la automatización del ferrocarril cuenta con el potencial para seguir transformando la manera en la que se mueven personas y mercancías hacia un modelo más sostenible. Por ello, incluida en nuestro plan de acción AiM 2025⁵, forma parte de nuestro compromiso con la estrategia europea de movilidad inteligente y sostenible. 

³ EasyMile es una compañía tecnológica fundada en 2014 y especializada en software para vehículos autónomos y soluciones de movilidad inteligente. Con una plantilla de 60 empleados, cuenta con oficinas en Toulouse, Singapur y Denver (Estados Unidos).

⁴ Empresa estatal de ferrocarriles de Austria.

⁵ <https://www.alstom.com/company/strategy>



Íñigo Parra Campos

STADLER VALENCIA, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA 100% ESPAÑOLA AL SERVICIO DE LA NUEVA MOVILIDAD

PRESIDENTE DE STADLER VALENCIA

Stadler Rail Valencia forma parte del Grupo Stadler Rail, cuya matriz tiene sede social en Bussnang (Suiza). El Grupo Stadler Rail es fabricante independiente de vehículos ferroviarios, con su negocio centrado en Europa y Norteamérica, y al mismo tiempo en desarrollo en otras regiones, y focalizado en determinados sectores y mercados estratégicos con productos y servicios personalizados de alta calidad.

Fundado en 1942, cuenta con una plantilla de más de 13 000 personas repartida entre sus diferentes centros de producción e ingeniería y sus más de 60 centros de servicios. La Compañía es consciente de su responsabilidad social para con la movilidad sostenible y, por lo tanto, produce productos innovadores, sostenibles, duraderos y de calidad. Stadler ofrece una amplia gama de productos en los segmentos del transporte ferroviario y urbano: trenes de alta velocidad, trenes de larga distancia, regionales y de cercanías, metros, trenes-tram y tranvías. Además, Stadler suministra locomotoras de línea, locomotoras de maniobras y coches de pasajeros. Stadler es el fabricante líder mundial de vehículos ferroviarios de cremallera.

Stadler Valencia situada en Albuixech (Valencia), es el centro de competencia de locomotoras de línea, locomotoras de maniobras y vehículos ferroviarios ligeros para el transporte urbano. Es una planta flexible y totalmente integrada cuya configuración permite diseñar, desarrollar y ensayar todos los vehículos sin salir del mismo emplazamiento. Los empleados y em-

pleadas de Stadler Valencia trabajan en los ámbitos de ingeniería y desarrollo del producto, compras, producción, inspección y puesta en servicio, así como posventa.

Stadler Valencia cuenta con:

- Una planta con 200 000 metros cuadrados de superficie.
- Fácil acceso a carreteras, a la red ferroviaria y a puertos marítimos.
- 1351 empleados como personal cualificado al cierre de 2020.
- Un centro de ingeniería de alta cualificación dedicada al diseño y desarrollo de productos.
- Una vía propia de ensayos con varios anchos de vía y tensiones de catenaria.
- Formación dual en diferentes especialidades/escuela de soldadura propia.
- Certificaciones ISO/TS 22163, ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, EN 15085 (soldadura), DIN 7601.

Stadler Valencia se dedica a la ingeniería y fabricación de vehículos ferroviarios innovadores y modulares para cada segmento de mercado que se caracterizan por un rápido desarrollo, unos costes de operación reducidos y una flexibilidad extraordinaria. Stadler Valencia realiza desde el diseño de los mismos hasta el montaje final, puesta en marcha, homologación, mantenimiento y servicio posventa, confiriéndole la singularidad de controlar toda la cadena de valor en una única ubicación:

- I+D+i.
- Ofertas/Diseño conceptual.
- Diseño industrial.
- Desarrollo del producto.
- Certificación de vehículos ferroviarios.
- Ingeniería de posventa & RAM.
- Ingeniería de mantenimiento.

La Compañía está presente en los distintos segmentos del material rodante ferroviario, que van desde las locomotoras diésel, eléctricas y duales tanto



para el transporte de mercancías como de pasajeros, hasta las locomotoras de maniobras. También está presente en el sector de los vehículos de pasajeros, tanto para tráfico urbano a través de LRV y Metros, como interurbanos y regionales de propulsión diésel, eléctrica e híbrida llegando hasta el segmento de velocidad alta.

No hay que perder de vista que la Agencia Europea del Medio Ambiente considera al ferrocarril como el medio de transporte más sostenible, ya que representa el 0,5 % del total de las emisiones vinculadas a este sector. Por ello, el Pacto Verde Europeo quiere que el 30 % del transporte de mercancías que se mueve por carretera sea captado por el tren, elevando la cifra hasta el 50 % en 2050. Pero este modo de transporte debe hacer frente a otro reto ya que se calcula que alrededor del 45 % de la red europea está pendiente de electrificar, lo que obliga al uso del diésel en aproximadamente el 20 % del tráfico. Esta situación obliga a la industria a impulsar el desarrollo de nuevos combustibles que constituyan una alternativa económica y sostenible a la completa electrificación de la red. En este contexto, hay dos tecnologías llamadas a liderar la transición energética: el hidrógeno y las baterías eléctricas. Para ambas tecnologías, Stadler ya dispone de soluciones innovadoras para sus clientes.

Stadler Valencia es un proveedor global de productos ferroviarios, estando presente a través de contratos y actividad comercial en Europa, América y Asia. A continuación, se ofrece un resumen de las características de los principales productos que se fabrican en Albuixech.

1) Locomotoras eléctricas, duales y diésel-eléctricas de 4 y 6 ejes (más de 2500 referencias en 22 países)

- a) **EURODUAL**: el vehículo más adecuado para el transporte transfronterizo en Europa. Locomotora de 6 ejes bimodal muy versátil y potente, hasta 7 MW en modo eléctrico y 2,8 MW en modo diésel, puede circular por todo tipo de líneas, electrificadas o no ofreciendo al cliente mayor rentabilidad en sus operaciones derivadas de su alto rendimiento, potencia y mayor capacidad de arrastre que permite hacer trenes más largos y pesados sus menores costes energéticos y de mantenimiento. Puede alcanzar 160 km/h y tiene un esfuerzo tractor de 500 Kn.



ciendo al cliente mayor rentabilidad en sus operaciones derivadas de su alto rendimiento, potencia y mayor capacidad de arrastre que permite hacer trenes más largos y pesados sus menores costes energéticos y de mantenimiento. Puede alcanzar 160 km/h y tiene un esfuerzo tractor de 500 Kn.

- b) **EURO4001**: basada en la familia Eurodual (versión diésel pura), es una locomotora diésel-eléctrica de gran potencia (hasta 2,8 MW) que cumple con los estándares europeos más exigentes en lo que a emisiones respecta. Es una locomotora de 6 ejes diseñadas para optimizar las operaciones en líneas no electrificadas principales o secundarias ofreciendo una gran flexibilidad y alto rendimiento.
- c) **EURO6000/EURO9000**: basadas igualmente en la familia Eurodual, son locomotoras de 6 ejes eléctricas multitensión capaces de desarrollar una potencia de hasta 6 MW / 9 MW respectivamente y alcanzar una velocidad de 160 km/h. Opcionalmente puede equiparse con 2 motores diésel de 950 kW o 2 módulos de baterías de tracción.

2) Trenes de pasajeros (más de 3000 referencias en 21 países)

- a) **FLIRT**: es el vehículo más vendido de Stadler con más de 1970 unidades, es utilizado cada día por millones de personas en 21

países. Ofrece mayor confort y accesos para personas de movilidad reducida, así como la posibilidad de un alto grado de personalización en términos de capacidad de asientos, flujo de pasajeros o diseño interior. Está orientado a la movilidad regional y de largas distancias. Puede alcanzar una velocidad de hasta 200 km/h. En la actualidad se están fabricando las primeras unidades de hidrógeno para un operador norteamericano, lo que le convierte en el primer vehículo impulsado por este vector energético que entrará en funcionamiento en Estados Unidos.

- b) **KISS**: es un tren regional de dos pisos y de larga distancia, con una gran capacidad de asientos, ligero y eficiente energéticamente gracias a su carrocería de aluminio estable y resistente a la torsión. Diseñado como un tren con doble puerta para garantizar el rápido flujo de pasajeros, puede ser diseñado para circular a una velocidad máxima de 200 km/h. El interior del KISS se puede personalizar de forma muy flexible para adaptarlo a las necesidades individuales de los clientes.

3) Trenes urbanos y suburbanos (más de 250 unidades en 8 países)

- a) **CITYLINK**: es una familia de ve-

hículos ferroviarios ligeros, modulares, sin barreras y de piso bajo, especialmente diseñados para proporcionar un viaje seguro y muy cómodo. Permite reducir las necesidades de inversión en infraestructura porque combina las prestaciones de un tren convencional en la red ferroviaria alcanzando una velocidad de hasta 100 km/h con las de un tranvía dentro de la ciudad. Está diseñado para mejorar la movilidad y, por lo tanto, la calidad de vida y la experiencia de los viajeros: es el vehículo ideal para la movilidad de ciudades de tamaño medio.

b) **TRAMLINK:** es un vehículo moderno y modular, ligero multiarticulado 100 %, de piso bajo adaptado a las necesidades de los clientes y caracterizado por un innovador *bogie* de eje real que permite una conducción silenciosa y confortable y la máxima capacidad de asientos sobre los *bogies* (16 plazas) sin rampas ni escalones. El tranvía Tramlink, que soporta hasta 7 coches, está disponible como vehículo unidireccional o bidireccional. El interior puede configurarse y equiparse individualmente; el posicionamiento de las puertas también se puede adaptar a las necesidades.

c) **METRO:** Los vehículos Metro de 2 a 10 coches están disponibles como metro convencional y con *bogies Jakobs*. Los trenes son de construcción ligera, se basan en componentes de probada eficacia y permiten, como todos los vehículos ferroviarios de Stadler, una personalización extraordinaria. Los vehículos Metro pueden ser diseñados de forma flexible para permitir distintos conceptos operativos, con o sin conductor. En función de la configuración, el tren puede transportar hasta 900 pasajeros. Valencia, Glasgow, Atlanta, Liverpool, Berlín o Minsk, son algunas de las ciudades que han firmado contratos con Stadler.

“ Gracias a la apuesta por la innovación, Stadler Valencia se ha convertido en un centro tecnológico en el que se analiza la demanda del mercado para **investigar, diseñar y fabricar productos que satisfagan de manera competitiva las necesidades de la sociedad** ”

En los últimos años la fábrica de Albuixech ha experimentado un incremento notable de su actividad, gracias al rol que los nuevos paradigmas de movilidad están otorgando al ferrocarril. Cabe destacar contratos en nuevos países como el suministro de 7 locomotoras diésel para Uruguay, 30 tranvías para Milán (Italia) y la fabricación de distintos componentes para el Metro de Atlanta (EE.UU.). Adicionalmente la Compañía ha firmado dos contratos en Portugal; 14 metros para Metro Lisboa y 22 EMU (Unidad Eléctrica Múltiple) para Comboios de Portugal (CP). Igualmente, Stadler también alcanzó con Ente Autónomo Volturno de Nápoles un acuerdo marco de 8 años para la producción, suministro y mantenimiento de 40 trenes eléctricos para servicios metropolitanos y suburbanos en las líneas de vía estrecha (950 mm) del Vesubio. El primer pedido en firme consiste en 23 vehículos de 3 coches.

En lo que respecta al mercado nacional, se ha fortalecido la posición de Stadler como fabricante de referencia con amplia gama de productos, con nuevos contratos como 3 trenes exploradores y 24 locomotoras para ADIF, 15 trenes eléctricos y 5 locomotoras para FGC (Ferrocarriels de la Generalitat Catalana), y entre ellos sobresale, la firma con Renfe de uno de los dos lotes para fabricar los trenes de cercanías de gran capacidad.

En efecto, el operador público español Renfe firmó el pasado 15 de julio con Stadler Valencia el contrato para la construcción y suministro de 59 trenes de cercanías de gran capacidad. El valor aproximado del contrato asciende a

998 millones de euros e incluye las piezas de parque y el mantenimiento por un periodo de 15 años. La propuesta de Stadler emplea coches de dos pisos para maximizar la capacidad, con una longitud escalable de 100 a 120 metros y de 160 a 240. Los vehículos se destinarán a atender el servicio de Cercanías de las principales ciudades españolas. Circularán en líneas de ancho ibérico con tensión de alimentación de 3 kV cc a una velocidad máxima de 140 km/h. El diseño y la producción de los trenes se realizará en la planta de Stadler en Valencia. El contrato prevé opciones para adquirir hasta 44 unidades adicionales y opciones de mantenimiento para las mismas.

Este importantísimo contrato permitirá acometer en Albuixech inversiones por un montante superior a los setenta millones de euros y la creación de 500 nuevos empleos, consolidando a Stadler Valencia como el centro tecnológico industrial más importante de la Comunidad Valenciana.

En resumen, la empresa lleva más de 120 años fabricando trenes en Valencia y, aunque en estas últimas décadas ha cambiado varias veces de propietarios, ha sabido mantener su capacidad de fabricar en España. Gracias a la apuesta decidida por la innovación desde hace más de 30 años, Stadler Valencia se ha convertido no solo una estructura organizativa de mero ensamblaje, sino todo un centro tecnológico en el que se analiza la demanda del mercado para investigar, diseñar y, posteriormente, fabricar productos que satisfagan de manera competitiva las necesidades de la sociedad. 



Óscar Gómez Barbero

LOS CENTROS DE COMPETENCIAS DIGITALES (CCD) DE RENFE

CONSEJERO DIRECTOR DE LOGIRAIL

Renfe está en pleno desarrollo e implantación de los Centros de Competencias Digitales (CCD), estratégicamente localizados en Alcázar de San Juan, Miranda de Ebro, Teruel, Mérida y Linares, con los que la operadora quiere hacer un reconocimiento y una aportación a estos municipios, que han hecho una importante contribución a los servicios ferroviarios en España.

Gracias a estos centros, que crearán más de 400 nuevos empleos hasta 2024, se permitirá descentralizar servicios tecnológicos, generar oportunidades donde más se necesitan y crear empleo de calidad.

La creación de estos centros supone una oportunidad para fortalecer las capacidades internas de Renfe de cara a la digitalización, ya que se incorporarán nuevos perfiles profesionales a la compañía para realizar actividades tecnológicas que hoy en día tiene subcontratadas a terceros: servicios de mantenimiento y operación de robots, mantenimiento de aplicaciones, gestión de infraestructuras tecnológicas o atención telefónica al cliente.

Uno de los objetivos de los CCD es trasladar parte de los servicios centrales de la operadora a localidades de baja densidad demográfica, en las que se dispone de espacios por tratarse de enclaves de especial relevancia ferroviaria y así fomentar el reto demográfico y evitar la despoblación. Estos centros se redistribuyen por toda la

geografía nacional lo que implica que se generen oportunidades donde más se necesitan y empleo de calidad con todas las garantías laborales.

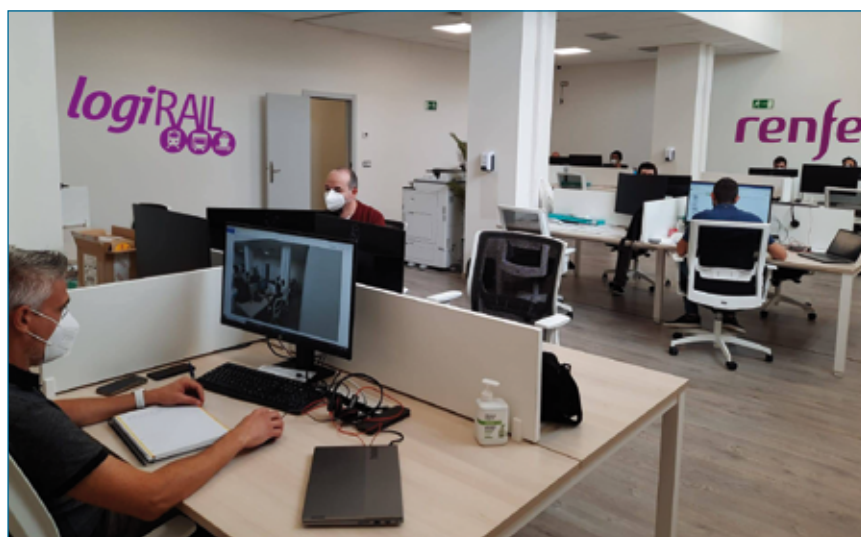
En **Alcázar de San Juan**, el Centro para el desarrollo de Robótica e Inteligencia Artificial es una realidad desde el pasado 4 de mayo. En él han empezado a desarrollarse las tecnologías digitales más avanzadas de robotización y análisis inteligente de datos. La aplicación de estas tecnologías ayudará a la transformación digital de Renfe y, en consecuencia, hará de ella una compañía más eficiente y ágil.

El Centro de Competencias Digitales para el Mantenimiento de Aplicaciones Informáticas de Gestión y de Aplicaciones Móviles (*Application Management & App's Development*) de **Miranda de Ebro** tiene por objeto

el mantenimiento y evolución tecnológica de los sistemas informáticos de gestión, las plataformas de venta y las aplicaciones móviles de Renfe.

Se centra en el desarrollo de soluciones informáticas ágiles para mejorar el tiempo de respuesta para atender a las nuevas necesidades digitales y apoyar la transformación digital de Renfe y de sus negocios. El Centro tiene un alto nivel de especialización en las tecnologías actuales y sitúa el foco en la identificación y adopción temprana de nuevas tecnologías que puedan generar oportunidades para la evolución y desarrollo de Renfe.

Teruel cuenta desde principios de junio con un Centro para la Operación Gestionada de Infraestructuras Tecnológicas y Plataformas Cloud, poniendo en marcha un entorno que



servirá para ayudar a atraer a otras empresas tecnológicas. Desde este Centro se prestarán servicios 24x7 de administración/operación de sistemas y de gestión de telecomunicaciones.

Entre otros, se realizarán servicios para el seguimiento de los procesos *batch* (tareas nocturnas automatizadas), monitorización continua de los servicios en producción, ingeniería de *software* para cambios de versiones del *software* base: sistemas operativos, sistemas de gestión de base de datos, sistemas de almacenamiento o sistemas de virtualización. Para la prestación de estos servicios, se requiere un nivel de especialización muy alto, con certificaciones tecnológicas específicas.

El Centro para la Atención y Gestión de Clientes de Renfe se prestará desde dos centros situados en **Mérida** y **Linares**, integrados entre sí para llevar a cabo la interacción con los clientes de Renfe a través de agentes, pero también con tecnologías digitales de traducción de voz a texto o mediante agentes virtuales.

Renfe quiere conocer más y mejor las necesidades de sus clientes, para mejorar su experiencia en sus servicios. Y para eso, las nuevas tecnologías vinculadas a los sistemas de traducción de

“Estos centros se redistribuyen por toda la geografía nacional lo que implica que se **generen oportunidades donde más se necesitan y empleo de calidad con todas las garantías laborales**”

voz a texto, la robotización de tareas, los asistentes virtuales o los sistemas de análisis de datos, ofrecen nuevas oportunidades para optimizar esa atención y relación con los clientes.

Mérida será el centro neurálgico de Renfe en cuanto a la prestación de los servicios de *Customer Care* para el soporte a la nueva oferta de movilidad integrada de Renfe, *Renfe as a Service* (RaaS). Desde Linares, se diseñarán y desarrollarán los servicios tecnológicos más avanzados para la atención al cliente en el ámbito comercial de los servicios tradicionales de Renfe, aplicando tecnologías de Robotics, Inteligencia Artificial, sistemas de reconocimiento de voz y texto, agentes virtuales o *machine learning*.

Esta iniciativa se enmarca en el Plan Estratégico de Renfe, que tiene como metas impulsar la eficiencia tecnológica, acelerar la transformación digital de la compañía y situar a Renfe en el conocimiento y aplicación de tecnologías digitales, claves en el escenario de la liberalización.

La creación de estos centros de Renfe, a través de la filial LogiRAIL, forma parte del Plan de Deslocalización de Recursos del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA), concebido como motor de medidas para mejorar la competitividad, el desarrollo de nuevas actividades económicas, el aprovechamiento de recursos locales y el talento asociado al entorno. 





Moisés Requejo Arranz

SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA Y LINEA AEREA DE CONTACTO

INGENIERO SUPERIOR INDUSTRIAL
CONSULTOR FERROVIARIO

La necesidad de reducir las emisiones de CO₂ y retrasar el cambio climático, y el hecho de que tracción eléctrica sea la mejor solución real actual que no contamine, hace del ferrocarril el modo de transporte más eficiente y sostenible. Dejamos aparte en esta exposición los nuevos sistemas energéticos y sostenibles de tracción autónoma, como son: el gas natural, el hidrógeno, las baterías... que son tratados en otros artículos de esta revista, para referirnos específicamente a la tracción eléctrica por línea de contacto. Las redes ferroviarias electrificadas están constituidas por tres partes fundamentales: la infraestructura, la superestructura y la línea aérea de contacto (LAC). La infraestructura es la base sólida, a partir de un conjunto de obras de tierra y fábrica necesarios, donde se asienta el camino sobre el que se apoya la superestructura y la línea aérea de contacto (LAC). La superestructura la componen las diferentes capas y sistemas, situados sobre la infraestructura, y que permiten el movimiento seguro de los trenes. Los elementos y sistemas más conocidos son: el subbalasto, el balasto, las traviesas, los raíles, los aparatos de vía y las travessías. Además, sobre la superestructura se colocan todas las señales, sistemas de detección de tren y sistemas de asistencia a la conducción y protección automática de trenes que permiten controlar el tráfico ferroviario y garantizar el transporte seguro de viajeros y mercancías. La electrificación de un ferrocarril consiste, lisa y llanamente,

en conseguir que los vehículos eléctricos dispongan de la energía necesaria, suficiente y apropiada, para arrastrar los trenes. La solución consiste en montar encima de la vía, que es por donde forzosamente circulan los trenes, unos cables que llevan la referida energía eléctrica para que, en todo momento, el vehículo disponga de esa energía que alimenta sus motores de tracción. Ante este nuevo reto, los ingenieros industriales tenemos mucho que aportar con nuestros conocimientos para mejorar la superestructura y la electrificación de las redes ferroviarias del futuro. Para contribuir a ello, desde el COIIM

hemos puesto en marcha varios cursos de formación en infraestructura, normativa, explotación, circulación, electrificación y elementos de señalización y protección automática de trenes, que permitirán a los ingenieros industriales adquirir los conocimientos necesarios para facilitar su acceso al mercado profesional en el desarrollo de este modo de transporte, actual y de futuro, y mejorarlo en su eficiencia y sostenibilidad.

La información de estos cursos la puedes encontrar en:

<https://portal.coiim.es/servicios/formacion>. 





Santiago Tovar Ferro

EL TRANSPORTE FERROVIARIO EN LA LOGÍSTICA URBANA

VOCAL DE LA JUNTA DIRECTIVA DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TRANSPORTE Y DE LA ASOCIACIÓN EUROPEA DE FERROVIARIOS (SECCIÓN ESPAÑOLA)

Los entornos ciudadanos de hoy en día se han convertido en muchos casos en selvas de hormigón y asfalto pensadas más para los vehículos de motor que para las personas.

Así, estas selvas son zonas muy agresivas para una vivencia y convivencia satisfactorias y medioambientalmente atractivas. De ahí que cada vez más haya voces que reclaman una vuelta a entornos bonitos, agradables, sanos, sugerentes, deseables al fin y al cabo y que hagan la vida de los residentes en ciudades más fácil y saludable.

Más aún, con las previsiones de la ONU del incremento de residentes en entornos urbanos a nivel mundial sobre la cifra del 60 % de la población del planeta hacia 2030 y del 70 % en 2050, se impone la necesidad de reconfigurar nuestras ciudades y hacerlas más amables.

Ello pasa, primeramente y en lo que a logística se refiere, por disminuir el número de vehículos que circulan por la ciudad. También reducir el número de vehículos privados, menos vehículos industriales y, los que circulen, sean respetuosos con la salud y el medioambiente.

Imaginemos una situación ideal en la distribución urbana de mercancías: mercancías que necesitamos en el día a día en una ciudad cualquiera de un tamaño digamos grande –alimentos, ropa, enseres domésticos, suministros industriales, paquetería,

compras de elementos permanentes, etc.–.

Lo deseable sería vivir en un entorno bonito, medioambientalmente sano y favorable, sin ruidos, con zonas de esparcimiento –parques, zonas deportivas, zonas de reunión y socialización–, donde no haya atascos, contaminación, donde nos guste pasar tiempo.

Calles donde el 80 % de la superficie no esté dedicada a la circulación de vehículos sino a la circulación de personas, como ocurre ahora en numerosas ocasiones.

La ciudad ideal es dinámica, atractiva social y empresarialmente, atrae recursos económicos, empresariales, población a nivel mundial; es visitada por turistas que aprecian, entre otras

cuestiones, la calidad de vida existente y sus propios habitantes disfrutan de ella.

Resulta casi idílica esta descripción y, sin embargo, en muchos lugares es todo lo contrario. Coches, atascos, distribución urbana de mercancías caótica, contaminación, ruidos, ocupación de los espacios comunes, una selva de hormigón y vehículos pensada esencialmente y en muchos aspectos, para los coches.

La idea principal de este artículo es exponer el sistema de Distribución Urbana de Mercancías (DUM o “última milla”) efectuado a través de ferrocarril subterráneo y que devolvería, en parte, el bienestar y la tranquilidad a nuestras agitadas ciudades.

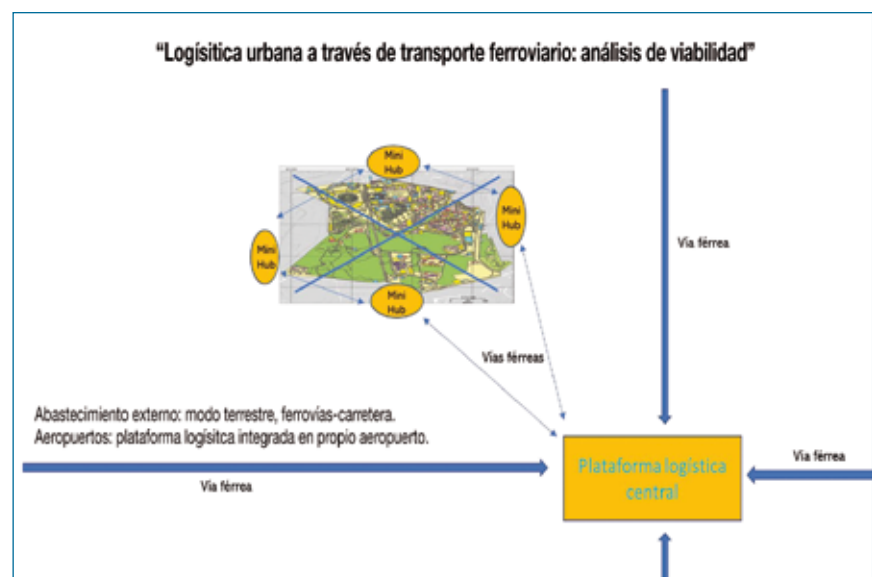


Figura 1.

“ Con las previsiones de la ONU del incremento de residentes en entornos urbanos a nivel mundial sobre la cifra del 60 % de la población del planeta hacia 2030 y del 70 % en 2050, **se impone la necesidad de reconfigurar nuestras ciudades y hacerlas más amables** ”

No es exactamente nueva esta concepción de ciudad (idea surgida hace varios años) pero ya se adelantaron fuera de nuestro país y se está construyendo algo parecido en Suiza¹.

Este sistema constaría de uno o varios “hubs” principales de consolidación de la mercancía que llegaría por los diferentes modos de transporte terrestre existentes a las cercanías de las ciudades: camiones, furgonetas y trenes, y que se situarían en el extrarradio de las ciudades, a distancias racionalmente adecuadas, en lugares que permitieran posibles expansiones de superficie (Figura 1).

En estos “hubs” centrales se desconsolidarían las diferentes cargas llegadas de puertos, empresas, fábricas,

etc. y se consolidarían por destinos comunes dentro de la ciudad: barrios, distritos, zonas de distribución urbanas delimitadas y adecuadas por volúmenes de mercancía, por infraestructura existente, por población, por previsiones de demanda, etc.

Una vez consolidadas las cargas en los vagones, se harían las composiciones de convoyes por zonas urbanas y minihubs de destino interiores y entrarían en el circuito distribuidor por un túnel para llegar a la ciudad.

Una vez dentro del circuito distribuidor subterráneo, harían un recorrido circular para llegar a cada una de las estaciones bajo tierra de desconsolidación de la carga situadas en los distintos barrios, distritos etc. y se descargaría la mercancía dirigida a esa zona.

En cada una de las estaciones subterráneas o microhubs urbanos existirían elevadores industriales con capacidad para grandes cargas. Existiría una flota de uso común para todos los microoperadores de logística capilar con vehículos no contaminantes, tipo furgoneta, bicicletas con asistencia eléctrica o tipo carritos de golf, adecuadamente dimensionados para realizar, ahora sí, la “última milla”.

La flota de microvehículos sería dimensionada para la demanda existente y prevista de distribución de mercancías y podría ampliarse a demanda (Figura 2).

La logística reversa o inversa se haría de modo inverso: con transporte tipo *Milk run*, donde se recogerían las devoluciones u otro tipo de cargas que vuelven al hub exterior de la ciudad.

Se realizaría una ocupación plena del espacio en los vagones de tren independientemente de que fueran para diferentes clientes. Este proyecto de optimización del espacio está siendo realizado en la UE por la plataforma ALICE y podría ser aplicado a este sistema².

No solo eso, la plataforma SIMPLE³ está también digitalizando y facilitando la conexión de puertos marítimos con transporte ferroviario y sería un eslabón más de esta cadena logística de aprovisionamiento de ciudades.

Puertos con todo el sistema digitalizado y optimizado para hacer las operaciones rápidas, seguras y relativamente automatizadas. El uso de las nuevas tecnologías, *blockchain*, inteligencia artificial, vehículos autónomos, realidad virtual, RFID, sistemas informáticos digitalizados y compartidos (hasta donde se pudiera llegar).

Además, todo el proyecto pasaría por la integración en la red de la carga

¹Cargo sous terrain. Suiza.
<https://www.cst.ch/en/>

²Plataforma ALICE Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe
<http://www.etp-logistics.eu/>

³Plataforma SIMPLE. Puertos del Estado.
<https://portalcip.org/wp-content/uploads/2021/06/SIMPLE-CIP-OEA-PdE-Indra-DEF-20210603.pdf>



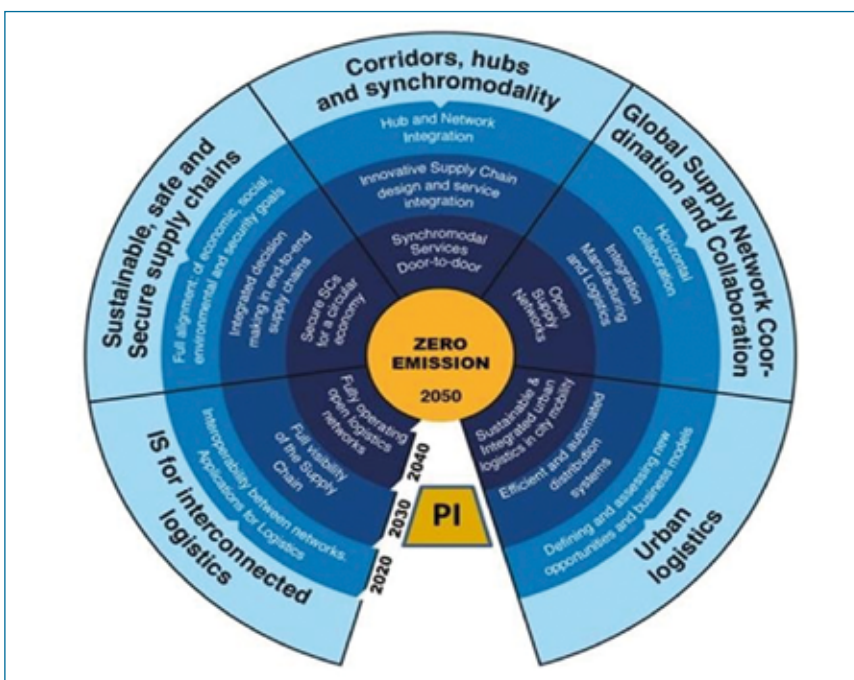
Figura 2.

También el uso de *blockchain* en los contratos y en los documentos digitalizados otorgando seguridad, fiabilidad y agilidad en las transacciones, gestiones y demás.

”

Este tema de altos costes debería valorarse analizando la gran importancia de la infraestructura que se construye y sus beneficios. Una infraestructura permanente en el tiempo, escalable, que proporciona unas ventajas y capacidades impresionantes para las ciudades grandes y para mejorar su disfrute.

No olvidemos, además, la gran ocasión que se presenta con los fondos europeos *Next Generation* para la mejora de infraestructuras. Es una inmejorable oportunidad. 



⁴*The Boring Company*. <https://www.boring-company.com/>



Justo Álvarez Quirós

REFLEXIONES SOBRE EL FERROCARRIL, DESDE AFUERA

INGENIERO INDUSTRIAL. CONSULTOR INTERNACIONAL
SECRETARIO DE LA COMISIÓN TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE COIIM/AIIM

Lo que sigue son unas reflexiones de un ingeniero industrial que dejó de ser ferroviario en 1984, tras nueve años en Renfe. Unas están inspiradas en lo que dicen los ferroviarios actuales y otras son propias.

- **La carestía de los vehículos ferroviarios (locomotoras, coches y vagones) impone unos periodos de amortización muy largos, lo que frena su renovación**

Un pecado original que arrastra el ferrocarril es la enorme robustez del material rodante. Era necesaria en sus inicios: carriles de 12 m o menos que producían impactos al pasar por las juntas; vías mal asentadas; topetazos por malos frenos; golpes por manipulación poco cuidadosa; mantenimiento por rotura, no preventivo, etc. Desde sus inicios, la seguridad de los viajeros y mercancías del ferrocarril se basa en la inercia y rigidez que dan las toneladas de acero.

Con vías soldadas, mantenimiento predictivo y los medios de seguridad actuales se debe replantear el concepto. Si se hicieran vehículos más livianos se podrían abaratar costes de fabricación y se disminuiría la tara, lo que permitiría más carga. La reflexión anterior se hace con la condición de no reducir la fiabilidad ni la seguridad actuales. Talgo fue rompedor en viajeros: una estructura autoportante liviana y rígida, ausencia de ejes, etc. Talgo nació sin ese pecado original porque tomó conceptos del automóvil y de la aviación. Insia y Cartif tienen conocimientos y experiencias que, creo, podrían ser útiles también para la innovación del material rodante ferroviario.

- **El ferrocarril es más ecológico que la carretera, utiliza energía eléctrica administrativamente verde mientras la carretera no utiliza Ecofuel**

Tanto la carretera como el ferrocarril tienen la obligación de cumplir la normativa vigente en cada momento. La trasposición del ecologismo a la gestión, más allá de lo regulado, es una decisión estratégica que tiene costes adicionales. Ser muy ecológico y hacer publicidad con ello da buena imagen pública. Gestionar para mejorar la imagen en quien no es ni va a ser cliente, es despilfarrar recursos. Una matización a la afirmación anterior. Esa imagen facilita la aceptación presupuestaria del déficit.

Las catenarias y sus instalaciones complementarias necesitan que se saque de la naturaleza oligisto, pirita, bauxita, otros minerales y agua; llevarlos a unas plantas de transformación y convertirlos en postes, cables conductores, cables portadores, asientos de hormigón, subestaciones y más cosas. Eso se logra con mucho transporte y consumiendo mucha energía en cada paso. Esto ya lo sabíamos porque no somos ecologistas simplistas. El sistema de precios recoge aproximadamente toda esa complejidad, aumentada con las exigencias fiscales y administrativas. Es un método imperfecto, pero sus alternativas deforman más aún la realidad productiva y la económica.

En las electrificaciones en curso de realización, ¿se está teniendo en cuenta que en unos diez años se van a quedar obsoletas sin amortizar?. La generalización de la tracción eléctrica por hidrógeno va a convertir en obsoleta a la cara y difícil de mantener tracción eléctrica por catenaria, excepto en líneas de tráfico denso. "Sin amortizar", además de los significados administrativo y fiscal tiene también otro: que unos recursos han sido malgastados con poco uso. Creo que desde el punto de vista de la asignación de recursos públicos, puede haber mejores destinos para nuestros impuestos que esas catenarias.

- **La carretera no paga sus costes mientras que el ferrocarril sí**

Se trata de una idea común entre los ferroviarios, justo la contraria de los usuarios comerciales de la carretera. Una matización: ni el ferrocarril ni la carretera pagan sus costes, los contabilizan. En ambos casos, una parte del pago la hacen voluntariamente los usuarios y el resto, obligatoriamente, los contribuyentes. El usuario del ferrocarril paga el billete o la tarifa correspondiente; el de la carretera paga impuestos por adquisición del vehículo y, entre otros, más del 50 % del precio del combustible. Además, las empresas que tienen menos costes que ingresos ordinarios –beneficios– pagan impuestos por ello. ¡Ojalá nuestro ferrocarril tributara por este concepto, como Canadá, EE.UU. y el

público europeo BLS!. En las carreteras de peaje actuales, es indiscutible que los usuarios pagamos todo el coste de la infraestructura con el pago por acceder a las mismas.

A los recaudadores de impuestos les gusta mucho los productos y servicios con demanda inelástica. Su consumo apenas bajará por su encarecimiento y la recaudación está asegurada. Los impuestos no son un coste de producción sino de localización. Las empresas se pueden deslocalizar para ir a otro lugar con menos coste por ese concepto. La agricultura y la pesca utilizan combustibles con menos carga fiscal que el transporte porque si no serían inviables. El encarecimiento del transporte sube el coste de vida del país pues es necesario para todas las actividades.

Otro ejemplo reciente de distorsión administrativa a la producción en España son las exenciones fiscales y las subvenciones que estimulan la adquisición de vehículos fabricados en el extranjero, incluso fuera de la UE, en detrimento de la producción nacional, también cumplidora de la normativa ecológica vigente. Las ventas nacionales ayudan a que se asigne la fabricación de nuevos modelos a las plantas españolas.

“Es deseable que el ferrocarril disponga de buenos directivos formados en la complejidad del ferrocarril, en la dureza del mercado y con el rigor de la empresa privada. **Para ello, podría ser útil una política de reincorporación de ferroviarios en excedencia con el currículum adecuado**”

Todo medio o instrumento, se justifica por el logro de los fines que sirve. El ferrocarril está bien acreditado con la alta velocidad en tráficos densos de viajeros de media y larga distancia. También en cercanías de grandes núcleos de población. Sin embargo, en mercancías está muy desprestigiado. Hace 40 años, en el Centro de Desarrollo de Directivos de Renfe ya nos insistían en que no éramos una empresa de ferrocarril sino de transporte con la técnica del ferrocarril; también en que el futuro estaba en el transporte intermodal.

En casi todos los países de Europa, la carretera es el instrumento básico para la integración del territorio; en millones de Km² de Rusia o de Cana-

dá, lo son el ferrocarril, la aviación o la navegación fluvial. Aquí, la carretera tiene otras funciones además del transporte por lo que es incuestionable su llegada a prácticamente todos los puntos habitados.

• **La gestión de las empresas ferroviarias europeas, con frecuencia, no es profesional**

La gestión pública de los ferrocarriles hace que sus directores sean nombrados por políticos. Con mucha frecuencia, en la promoción de directivos, el criterio de afinidad política pesa más que la competencia profesional y dedicación. Una consecuencia es que no pocos competentes y esforzados profesionales optan por dejar el ferrocarril. También se hacen inversiones por clientelismo político y postergan proyectos e iniciativas útiles cuya maduración es superior a cuatro años.

Las innovaciones que hacen las administraciones ferroviarias europeas suelen ser por imitación de mejores prácticas observadas en otras administraciones de este tipo, también europeas. Hay unas administraciones más imitadas que otras ya que la calidad de la gestión de los ferrocarriles de Europa es diversa.

Es deseable que el ferrocarril disponga de buenos directivos formados en la complejidad del ferrocarril, en la dureza del mercado y con el rigor de la empresa privada. Para ello, podría ser útil una política de reincorporación de ferroviarios en excedencia con el currículum adecuado.



“ Las empresas de transportes desean que sus fletes hagan el trayecto principal en tren. **Son clientes seguros para el ferrocarril siempre que la tarifa y el servicio les reduzcan sus problemas actuales** ”

• **Las reglamentaciones ferroviarias son un lastre para la mejora del ferrocarril**

En los primeros tiempos del ferrocarril, en el siglo XIX, la mayoría de la población era analfabeta y muchos trabajos requerían fuerza física (enganchadores, mozos que empujaban vagones, peones que los cargaban, mozos de agujas, fogoneros, guardafrenos, señaleros, brigadas de vía, etc.). En ese contexto, era preciso definir muy detalladamente las escasas funciones de cada categoría profesional y así era su capacitación. La reglamentación establecía unas prácticas jerárquicas y piramidales muy rígidas.

La reglamentación laboral ferroviaria, cuando yo dejé el ferrocarril, mantenía unas definiciones de funciones que no respondían al nivel cultural de la población ni a la tecnología de

la época. Conducir un automóvil era –y es– más difícil que conducir una locomotora. Personal de estaciones, de conducción, de vía, etc. que iban en su automóvil al puesto de trabajo y ya empezaba a tener ordenador personal, tenía unas definiciones de funciones concebidas para forzudos semianalfabetos. Los sindicatos impedían la integración de funciones y la modificación de la Reglamentación del Trabajo en Renfe. Creía –sigo creyendo– que gran parte de los agentes podrían sentirse más satisfechos profesionalmente con el aumento de sus funciones (*job enrichment*). La congelación en el tiempo de la reglamentación laboral favorece falsamente a unos ferroviarios actuales y contribuye a la degradación del ferrocarril

Mientras, en la carretera, el camionero ya realizaba conducción, carta de porte, pequeño mantenimiento del

vehículo, repostaje, gestión de su jornada, gestión comercial, administración, cobros y pagos.

• **Debemos aprender en cabeza ajena**

En Europa, las administraciones ferroviarias son bastante homogéneas; es patente la labor unificadora de la UIC. Se dice que lo que se hace en Canadá y EE.UU. no vale para Europa.

Fuera del ferrocarril, en este siglo, tuve oportunidad de observar trenes en EE.UU. Allí vi formaciones kilométricas cuya velocidad era del orden de 60 Km/h; la velocidad no es un atributo apreciado en mercancías. También pude observar cómo en una factoría apartaban un tren más largo que las vías de apartado. Tenía locomotoras en cabeza, en la mitad y en cola. Parado en la señal de entrada al apartado, en vía general, partieron el tren por las locomotoras de la mitad y lo convirtieron en dos. A continuación, entró el primer tren y luego el segundo, cada uno a una vía distinta. Supongo que la maniobra de salida de los trenes cargados es la simétrica y que se forma el tren en vía general. En mis tiempos de ferroviario, este tipo de operación era impensable en Europa.

Estuve en pruebas de la locomotora 251 en las rampas de Brañuelas. Ahora me pregunto si en lugar de tanta potencia concentrada en cabeza (4500 KW) no sería mejor repartirla entre cabeza, mitad y cola con varias locomotoras, conducidas desde cabeza. Así se disminuiría el patinaje y el peligro de rotura de enganches en trenes muy pesados. Además, se podrían hacer maniobras del estilo de la descrita.

Tengo un amigo ferroviario que no entiende cómo no se hacen vías kilométricas para adelantamiento y apartado de trenes muy largos fuera de estaciones. En zonas donde las expropiaciones son fáciles –Monegros, Mancha, etc.– no serían caras. Me dice mi amigo que no es capaz de canalizar esta idea. La electrónica y los telemandos actuales lo permiten. Desconozco el ERTMS y sus posibilidades por ser una tecnología posterior a mi salida del



ferrocarril; intuyo que podría facilitar operaciones innovadoras.

También sigo unas series de TV sobre ferrocarriles, en las que veo prácticas distintas a las nuestras. Así, he visto trenes mixtos de viajeros, mercancías y correo en Canadá, con parada discrecional en vía general que podrían inspirar mejoras en líneas de poco tráfico sin servicio alternativo por carretera, si queda alguna. En mis tiempos en Racionalización de Estaciones y Líneas intentamos plantear en ese tipo de líneas las estaciones sin personal con cambios de agujas talonables y petición de vía por el maquinista. Entonces ya había electrónica para hacerlo con seguridad y barato. No pudimos estudiar en serio esa posibilidad por chocar contra la muralla reglamentaria y sus defensores.

• También debemos aprender en cabeza propia

La escasez de conductores de camión, las limitaciones reglamentarias y el incremento de costes de la carretera favorecen al tren. Las empresas de transportes desean que sus fletes hagan el trayecto principal en tren. Son clientes seguros para el ferrocarril siempre que la tarifa y el servicio les reduzcan sus problemas actuales. Bajar el número de camiones por las carreteras es reducir contaminación y accidentes. Disminuir la necesidad de circulación de camiones es una medida realmente eficaz para el medioambiente, creatividad, innovación, resiliencia, movilidad segura y conectada y demás atributos positivos que gustan tanto a los líderes sociales.

Para pasar las mercancías de la carretera al tren hay dos soluciones: el contenedor-caja móvil y la autopista ferroviaria para semirremolques. En mis tiempos fue un intento con ciertos logros: un TECO de Asturias a Madrid, otro desde Granada, ambos de leche, y más que no recuerdo.

Tengo la sospecha de que la oferta del transporte de mercancías por tren no es adecuada en precio, horarios ni calidad de servicio. Es posible que en el cálculo de los precios ofrecidos a los

“El éxito de España con la alta velocidad demuestra que nuestro ferrocarril no tiene problemas técnicos, de profesionales cualificados ni de proveedores. **Hay una conclusión clara: el ferrocarril español ha desperdiciado el último medio siglo en transporte de mercancías**”

clientes potenciales se incluya una determinada participación en costes fijos y de estructura. En este caso, un procedimiento más eficaz sería basar la tarifa en los costes directos de ese tráfico y, sobre estos, añadir lo que pueda aceptar el cliente. Se trata de comparar los resultados con la existencia de ese tráfico con los resultados sin él. Así hacen las empresas privadas.

También es posible que, pese al menor coste energético, el total de los costes directos sea tan alto que impida la operación. Cuando una empresa privada se ve en esa tesitura tiene dos posibilidades: reorganización radical de esa actividad o su cese. Simultáneamente, otras empresas más eficientes se esfuerzan para servir esa demanda. El mercado es muy duro con los productores de bienes y servicios pero, gracias a esa dureza, es posible nuestro alto nivel de vida.

Para quitar camiones de los trayectos troncales hacen falta inversiones en el tren: rectificación de gálibos y de trazados, nuevos vagones, sistemas de subida y bajada de los trailers o de los contenedores a los vagones, etc. Creo que hacer que las mercancías utilicen la vía de alta velocidad es un ahorro de inversión inadecuado. Por un lado, perjudica a las mercancías por disminuir su carga por eje y, por otro, interfiere en los viajeros por el tiempo de ocupación de vía además de encarecer su mantenimiento.

• Seguimos siendo vecinos de Francia

Este hecho no se puede cambiar. Lo que debería cambiar es la política de

Francia de mantener casi aislada a la Península Ibérica. El bloqueo francés al Espacio Aéreo Único Europeo nos da una pista: responde a una política francesa de ejercer su poder dentro de la UE. Otros cuatro países, también vecinos suyos y miembros de la UE, tienen este tipo de problemas. Lo dicho, no es un consuelo sino una identificación de posibles aliados para la defensa de unos intereses comunes. Esto sí es trabajo para los políticos.

Son impropias de países socios las insuficientes infraestructuras entre Irún y Hendaya y, peor aún, entre Port Bou y Perpiñán con su vía única no electrificada. En este enlace, el nuevo túnel debió estar diseñado por ingenieros del tipo de los que don Carlos Roa decía: lo saben todo del ferrocarril excepto para qué sirve. Desgraciadamente, el ferrocarril español no está peor que la red eléctrica y la de gas, con interconexiones pendientes desde nuestra entrada en la Comunidad Europea, como se llamaba la UE en enero de 1986.

CONCLUSIÓN

El éxito que ha tenido España con la alta velocidad demuestra que nuestro ferrocarril no tiene problemas técnicos, de profesionales cualificados ni de proveedores. Como mis amigos ferroviarios me dicen que lo que he expuesto es actual, hay una conclusión clara: el ferrocarril español ha desperdiciado el último medio siglo en transporte de mercancías. Creo que es necesario un libro blanco sobre el rol de la política y de los sindicatos en el ferrocarril, obviamente, para aplicar sus conclusiones. 



Juan de Dios Sanz Bobi

SHIFT2RAIL: RESPUESTA SECTORIAL EN LA INNOVACIÓN EUROPEA

DOCTOR INGENIERO INDUSTRIAL.

PROFESOR. DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA ETSII DE LA UPM

Shift2Rail es una organización constituida bajo el Reglamento (EU) No 642/2014 y que tiene competencias en el desarrollo de la I+D+i ferroviaria conforme a los objetivos del programa Horizonte 2020, abreviado como H2020. Sus actuaciones¹ contribuyen a duplicar la capacidad de servicio, incrementar un 50 % los indicadores de fiabilidad y calidad, mientras se reducen a la mitad los costes del ciclo de vida. Para ello, Shift2Rail gestiona un presupuesto de 920 millones de euros, 450 de las entidades europeas. Los resultados son evidentes: más de 100 proyectos² y cerca de 300 entidades³, 51 de ellas españolas

OBJETIVOS

Shift2Rail es la oportunidad de crear un actor necesario para cerrar la brecha entre la investigación, la industrialización y el mercado: a la industria le exige la necesidad de acordar y cooperar para obtener soluciones competitivas, mientras garantiza a la sociedad que los usos de ferrocarril van a incluir una mayor eficiencia.

Pero Shift2Rail es un actor que contribuye al desarrollo de los objetivos del *Libro Blanco* del transporte de la UE que define para el ferrocarril los siguientes indicadores:

1. Tráfico de viajeros, con tres objetivos fundamentales. Triplicar la longitud de la red ferroviaria de alta velocidad existente para 2030, cuando en 2050 la mayor parte del transporte de pasajeros de media distancia sea por ferrocarril y el tren de alta velocidad se utilice más que la aviación para viajes de hasta 1000 km; en segundo lugar, para 2050, todos los aeropuertos de la red principal se conecten a la red ferroviaria, preferiblemente la de

alta velocidad y, en tercer lugar, establecer el marco para un sistema europeo de información, gestión y pago de transportes multimodales.

2. Tráfico de mercancías, con tres prioridades. En primer lugar, que el 30 % del transporte de mercancías por carretera en más de 300 km se cambie a otros modos, como el transporte ferroviario o marítimo, para 2030, y más del 50 % para 2050; en segundo lugar, implementar el sistema europeo de gestión del tráfico ferroviario en la red principal europea para 2030 y, por último, conectar

en 2050 todos los puertos marítimos al sistema de transporte de mercancías por ferrocarril.

3. Movilidad urbana con las siguientes prioridades, En movilidad urbana, reducir a la mitad el uso de automóviles “de combustible convencional” en el transporte urbano para 2030 y eliminarlos gradualmente en las ciudades para 2050; también lograr una logística urbana esencialmente libre de CO₂ en los principales centros urbanos para 2030 y, al igual que en transporte de viajeros, establecer el marco para un sistema europeo



¹<https://shift2rail.org/about-shift2rail/mission-and-objectives>

²https://projects.shift2rail.org/s2r_projects.aspx

³ <https://shift2rail.org/members-map>

de información, gestión y pago del transporte multimodal.

Shift2Rail tiene un objetivo de contribución a la reindustrialización sectorial entre las prioridades del programa H2020. La proyección del programa debe ser capilar también hacia las pymes, contribuyendo desde su presupuesto a garantizar su presencia en el desarrollo multianual.

PROGRAMA DE TRABAJO

Shift2Rail contribuye, a través de su programa, al gran objetivo del *Libro Blanco* de conseguir la creación de un espacio único ferroviario en Europa. Este programa de trabajos articula cinco pilares de innovación, términos que usa el programa H2020, que se recogen en el documento de plan de trabajo interanual, o MAAP, estando disponibles para sus resultados en proyectos y en financiación en el dominio público de Shift2rail. Una descripción de estos pilares es la siguientes:

1. Trenes fiables y rentables, incluidos trenes de alta capacidad y trenes de alta velocidad. Es el pilar de innovación 1, dedicado a trenes de viajeros y busca un diferencial de valor del transporte ferroviario hacia un usuario atraído por trenes más cómodos, fiables, asequibles y accesibles; quedando estas premisas equilibradas con la rentabilidad y requisitos de seguridad de las empresas ferroviarias y los operadores urbanos (principales clientes de la industria del suministro ferroviario). Esto requiere que la innovación cambie un enfoque convencional hacia una forma nueva de concebir los productos. Para ello, este pilar articula sus ejes en la tracción, los sistemas de control y monitoreo de trenes, la caja vehicular, la rodadura, los sistemas de frenos, las puertas y sistemas de acceso inteligente, el Interior de trenes, modularidad del tren en su uso y los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (HVAC).

2. Sistemas avanzados de gestión y control del tráfico. Es el pilar de

“Shift2Rail es la oportunidad de crear un actor necesario para **cerrar la brecha entre la investigación, la industrialización y el mercado**”

innovación 2, cuyos resultados contribuyen a un sistema de gestión de tráfico inteligente y flexible, en tiempo real y de apoyo a la toma de decisiones. En otras palabras, conseguir que las infraestructuras puedan aprovecharse mejor, incrementando tanto su capacidad como su competitividad, sin perder de vista la necesidad de que las soluciones europeas puedan ser también soluciones tecnológicas a nivel mundial en los diferentes modos ferroviarios (urbanos, grandes líneas, mercancías y alta velocidad). Los hitos de este pilar se extienden al desarrollo de sistemas de posicionamiento y comunicaciones inteligentes, el incremento de la capacidad de gestión y operación del tráfico mediante la normalización de las reglas de operación, el desarrollo de estándares hacia la automatización sobre ERTMS, manteniendo la compati-

lidad con lo instalado; la mejora de la capacidad de las infraestructuras mediante sistemas de bloqueo móvil, sistemas seguros de integridad del tren, el acoplamiento virtual y la ciberseguridad.

3. Infraestructura de alta capacidad rentable, sostenible y confiable. Es el pilar de innovación 3 y se extiende al diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de forma segura, confiable, operable sobre las necesidades del gestor de la infraestructura, rentable y sostenible. La propuesta que hace Shift2Rail tiene como último fin la contribución a la reducción de los costes de mantenimiento (como procedimientos simplificados o automatización) y en soluciones que se pueden implementar rápida y eficientemente; buscando un cambio radical en la productividad de los activos de infraestructu-



“ Shift2Rail contribuye, a través de su programa, al gran objetivo del *Libro Blanco* de conseguir la creación de un espacio único ferroviario en Europa ”

ra. Las líneas de este trabajo son la mejora de desvíos y cruzamientos de vía, una visión optimizada del sistema de vía, mecanismos de evaluación proactiva de puentes y túneles, su reparación y actualización. Pero también respuestas integrales orientadas al mantenimiento como sistemas dinámicos de gestión de información, medición y supervisión, ligado a estrategias inteligentes de administración de activos, administración de recursos energéticos distribuidos, energía inteligente y el concepto de las estaciones futuras.

4. Soluciones basadas en tecnologías de la información para servicios ferroviarios atractivos. Es el pilar de innovación 4, que busca un ferrocarril que responda a las necesidades de los clientes en sus viajes puerta a puerta, normalmente intermodales. Esto requiere al ferrocarril interactuar con los elementos clave de las cadenas de suministro y servicios para estar disponible a la sociedad. Resulta fundamental garantizar que se faciliten datos suficientes de todos los agentes pertinentes del sector ferroviario para que la innovación de los servicios digitales propuestos desde Shift2Rail contribuyan a establecer tanto un espacio único ferroviario europeo como un sistema único de transporte europeo. Shift2Rail se organiza para alcanzar tres objetivos: un marco técnico, unas aplicaciones de experiencia del cliente y unos servicios de viajes multimodales.

5. Tecnologías para el transporte de mercancías europeo sostenible y atractivo. Es el pilar de innovación 5 por el que Shift2Rail recoge un testigo de una temática abierta desde hace décadas en Europa para mejorar y atraer el tráfico de mercancías al ferrocarril, a la vez que se contribuye al objetivo de la estrategia europea de captar un 30 % de volumen de mercancías transportadas por carretera hacia el ferrocarril o los transportes acuáticos en 2030 y un 50 % en 2050. Si el ferrocarril quiere entrar en este juego, debe estar en condiciones de ofrecer un servicio atractivo y rentable a los transportistas que ayude a desviar el transporte de la red de carreteras ya congestionada. Shift2Rail entiende esta criticidad como un doble desafío: por un lado, aprender un nuevo

perfil orientado al servicio basado en la excelencia en la entrega puntual a precios competitivos y, por otro, aumentar la productividad, abordando las debilidades y limitaciones operativas y del sistema actuales, incluidos los problemas de interoperabilidad, y fomentando la transferencia de tecnología de otros sectores al transporte de mercancías por ferrocarril. Para ello, el programa se articula sobre una propuesta de demostradores tecnológicos: la digitalización y automatización de flotas, la gestión del transporte digital, el concepto de vagón inteligente, los nuevos conceptos de propulsión y, por último, las estrategias de implementación y análisis de negocio, para que la innovación vaya alineada con las necesidades del mercado y con planes sólidos de introducción en el mercado.

6. Una actividad transversal o actividad cruzada, que se ha convertido en un claro exponente para la difusión de los resultados de Shift2Rail. Este grupo de actividades cruzadas se organizan para hacer identificables las necesidades a largo plazo, la investigación socioeconómica, aplicación y uso de materiales y procesos inteligentes, integración de sistemas, su seguridad e interoperabilidad, energía y sostenibilidad, así como el capital humano.



Este concepto puede aparentar que las actividades cruzadas tienen un carácter exploratorio; sin embargo, también dan una metodología común para evaluar el logro de los objetivos de Shift2Rail. Sin duda un claro ejemplo de cómo ha entendido Shift2Rail la relación de sus resultados y la industria ha sido en la normalización. Shift2Rail se centra la combinación de la investigación y la innovación, la industrialización y la amplia aceptación del mercado. Por lo tanto, las soluciones que se desarrollan deben ser para una operación y mantenimiento a largo plazo, fácil y rentable del sistema ferroviario; altamente interoperable, proporcionar un nivel apropiado de estandarización y, para este fin, Shift2Rail dispone de un acuerdo con los organismos de normalización europeos y con la Agencia Ferroviaria Europea (ERA).

7. Pilar de soluciones disruptivas.

Las innovaciones disruptivas, cada vez más presentes en el sector del transporte, no se limitan al cambio *incremental* común y la introducción de nuevas tecnologías. Estas innovaciones no solo mejoran ligeramente, por ejemplo, la eficiencia de los componentes del sistema, sino que también crean nuevos mercados, introducen nuevos modelos comerciales y cambian la cadena de valor, alterando los eco-

“ Las iniciativas de innovación van ligadas a los programas de innovación y **el sector ferroviario necesita disponer de herramientas para abordar el nuevo programa marco: Horizonte Europa** ”

sistemas existentes. Tecnologías derivadas de la introducción de la inteligencia artificial, la Internet de las Cosas, el *Block-Chain* o *Machine-Learning* son activadores de proyectos en Shift2Rail, siempre en coherencia con el plan maestro, MAAP, que tratan de integrar soluciones para el conflicto tecnológico que pueden suponer las barreras derivadas de la existencia de diferentes reglas operacionales a nivel de país e incluso al nivel de empresa ferroviaria. Pero también entran en este pilar avances y propuestas de visiones para un nuevo modo como es el *hyperloop*. En definitiva, este pilar de innovación pone a la cadena de valor del sector ferroviario en una visión compartida sobre el ferrocarril del futuro, gestionando un sistema complejo con un enfoque integrado orientado al usuario.

CONCLUSIONES

La ejecución actual de Shift2Rail es superior al 90 %, como corresponde a la etapa final del programa H2020. ¿Quiere decir esto que todo el esfuerzo de Shift2Rail quedará en un recuerdo y una relación de proyectos? La respuesta es clara: desde luego que no. Shift2Rail ha supuesto una identidad del sector en la necesidad de cooperar, lograr metas de innovación que posicionen a los actores no solo en condiciones de afrontar el desarrollo de la estrategia europea para el ferrocarril, sino también en la consolidación de soluciones tecnológicas apoyadas en demostradores que aceleran su introducción al mercado y que cubran también las posibilidades de internacionalización de los resultados de investigación. En definitiva, ha supuesto el cierre de una brecha entre la investigación, la estandarización, la industria y el mercado.

Pero las iniciativas de innovación van ligadas a los programas de innovación y el sector ferroviario necesita disponer de herramientas para abordar el nuevo programa marco: *Horizonte Europa*. Hemos aprendido a contribuir a una empresa común, Shift2Rail; pero, necesitamos una nueva empresa capaz de desarrollar las nuevas. El 23 de febrero de 2021 se publicó la propuesta de Reglamento del Consejo por el que se establecen las empresas comunes en el marco de *Horizonte Europa*. Es la respuesta de las instituciones para iniciar la consolidación de ERJU, *Europe's Rail Joint Undertaking*, la nueva empresa común ferroviaria desde *Horizonte Europa*. 



Comienza a disfrutar del Museo del Prado

Propuesta exclusiva para colegiados



Hazte Amigo

www.amigosemuseumprado.org/colectivos/industriales

Más información 91 420 20 46 (ext. 206, 207) / colectivos@amigosemuseumprado.org

Paloma DÍAZ PÉREZ

**Directora de la Escuela Politécnica Superior (EPS)
de la UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

Ingeniera y doctora en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid y catedrática de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial. Ha sido *Visiting Scholar* en Pennsylvania State University (EE.UU.) durante dos cursos académicos, en el laboratorio MAGIC de University of British Columbia (Canadá) y en el Visualization Institute de la Universidad de Stuttgart (Alemania). Fue gestora del Plan Nacional de Tecnologías de Servicios para la Sociedad de la Información del Ministerio de Ciencia e Innovación y vicerrectora del Campus de Colmenarejo. Actualmente dirige el Máster en Innovación Educativa "Laboratorio de la Nueva Educación" de la UC3M-ILE-FCE y la Cátedra Telefónica-UC3M sobre Mujer y Tecnología. Es miembro del Instituto de Cultura y Tecnología, *senior fellow* del Instituto de Big-Data del Banco Santander-UC3M y *senior member* de IEEE y ACM.

Imparte docencia y coordina asignaturas en el área de *Human Computer Interaction* en los grados en *Management and Technology* y Gestión de la Información y Contenidos Digitales, y en los másteres en Ciencia y Tecnología Informática y en Ingeniería Informática. Es autora de cuatro libros académicos sobre ingeniería del *software*, programación, sistemas multimedia y análisis y diseño y de cursos *online* sobre diseño de la interacción (MOOC, SPOC).

Dirige desde 1995 el grupo de investigación en Sistemas Interactivos donde desarrolla su investigación en HCI aplicada a computación ubicua, realidad virtual, aumentada y mixta o la visualización de datos en campos como la participación ciudadana, la educación, la cultura o la gestión de crisis. Ha dirigido múltiples proyectos de investigación y transferencia tanto del plan nacional como regionales e internacionales y ha publicado más de 200 artículos en revistas y conferencias internacionales. Ha dirigido 12 tesis doctorales en la Universidad Carlos III de Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Politécnica de Valencia y Universidad de Duisburg-Essen. Es miembro del comité editorial de *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing & Frontiers (Human Media Interaction)*.

Participa en el proyecto STEM4GIRLS UC3M y en actividades de promoción de carreras tecnológicas y mentorización



EL CURSO DE LA NUEVA NORMALIDAD

Usted fue elegida directora de la Escuela a finales de 2020, un año en el que la formación, como todas las áreas de la vida, debió adaptarse a un nuevo entorno.

Se inicia ahora un curso académico en el que la llamada *nueva normalidad* vuelve a llenar las aulas, con las medidas adecuadas pero con un horizonte más optimista y estable.

¿Cómo afronta el conjunto de la UC3M este nuevo curso?

Comenzamos el curso con ilusión y una cierta tranquilidad. La ilusión de volver a vernos en nuestro campus, en el que convivimos e interactuamos personas de distintas disciplinas de la ingeniería y de las ciencias. Tranquilidad porque nuestra universidad se ha estado preparando en distintos frentes para poder afrontar este curso recuperando la presencialidad y manteniendo la seguridad. Se ha invertido en mejorar las instalaciones para garantizar un mayor caudal de aire y mejorar la ventilación, se han

reestructurado y optimizado calendarios y grupos y se han adaptado los espacios para dar cabida a todos los estudiantes. Al mismo tiempo, se han dotado las aulas de elementos de tecnificación avanzados que faciliten la docencia *online* o híbrida por si fuera necesario. Además, seguimos teniendo nuestro sistema interno de seguimiento de casos que el año pasado resultó fundamental para detectar de forma temprana potenciales brotes y actuar rápidamente. Estamos preparados para recibir a los estudiantes en nuestras aulas y laboratorios, y también estamos preparados para cambiar a un modelo *online* o híbrido si la situación lo requiere.

¿Qué mensaje transmite a los estudiantes en general acerca del futuro, tanto desde la perspectiva sanitaria como en el aspecto académico?

Si hay algo que esta pandemia nos ha enseñado es el valor de la responsabilidad personal y el compromiso con la sociedad, pues de nada sirven las medidas que se tomen si, como ciudadanos, no las acatamos y no nos preocupamos por el bienestar de los demás. Esa responsabilidad es clave en la formación en ingeniería, ya que nuestra misión es resolver problemas sociales de forma útil, asequible y ética. Desde la ingeniería hemos demostrado una gran flexibilidad para adaptarnos a un entorno que evoluciona frenéticamente y hemos dado respuestas rápidas a todos estos cambios. Estos son valores fundamentales de la ingeniería que nuestros estudiantes deben asumir como propios. La ingeniería significa poner la inteligencia al servicio de la sociedad y ese debe ser su principal objetivo cuando se gradúen.

LA EPS

La Escuela Politécnica Superior ofrece veinte grados en ciencia e ingeniería, incluyendo tres dobles grados; quince másteres universitarios académicos/profesionales; diez másteres universitarios en investigación, y los másteres universitarios en profesiones reguladas en Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería de Telecomunicación e Ingeniería Industrial.

¿Cuáles son las características más relevantes del modelo docente de la EPS, y qué ventajas tiene para los estudiantes?

Nuestro modelo docente contempla dos tipos de sesiones: sesiones magistrales y de grupo reducido. En estas últimas se abordan los aspectos más prácticos de la formación, desde ejercicios a prácti-



cas en laboratorio. Al tener un número menor de estudiantes, alrededor de 40, podemos ofrecer un entorno más personalizado, en el que se puede llevar a cabo una evaluación continua más efectiva y centrada en la resolución de problemas o retos. De esta manera se trabajan de forma aplicada las competencias y no nos centramos solo en clases magistrales, en las que, habitualmente, el estudiantado suele adoptar una actitud más pasiva que genera un conocimiento más efímero.

¿Qué representa para los titulados en la UC3M la oferta de formación interdisciplinar?

La ingeniería del siglo XXI no puede concebirse sino con un enfoque inter o transdisciplinar: lo que hacemos afecta a nuestro entorno social, económico, cultural y, en consecuencia, somos responsables del efecto que tenemos en la sociedad y en los individuos. En la UC3M siempre se ha apostado por una formación transversal que ponga en valor la contribución de diversas áreas, no solo de la ingeniería, sino también de las ciencias sociales y las humanidades. Así, desde sus inicios se han ofertado cursos de humanidades, orientados a abrir la mente del estudiantado a otras perspectivas. En nuestro campus conviven y participan en actividades conjuntas estudiantes de diversas ramas de la ingeniería y las ciencias. Cuando afrontan un reto social en un hackathon, la construcción de un coche o una moto, o una discusión en un debate, muchos grupos son multidisciplinares. Esa varie-

dad les ayuda a construir una respuesta holística, y, además, hace que valoren y respeten la contribución de cada especialidad. En un mundo en el que los equipos más potentes son multidisciplinares, cuanto antes enfrentemos a nuestro estudiantado con esta realidad mejor preparados estarán para integrarse con éxito al mercado laboral.

¿Cuáles son las ramas de estudio más solicitadas por los alumnos?, ¿ha evolucionado ese interés en los últimos años?

La EPS oferta más de 1300 plazas en los distintos estudios de Ingeniería en Grado. Con una demanda de 161 solicitudes en primera opción por cada 100 plazas, hay varias titulaciones que sobresalen, entre ellas, Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Física, Ingeniería de la Energía, Ingeniería en Tecnologías Industriales, Ingeniería Informática, y Matemática Aplicada y Computación. Además existe la posibilidad de cursar el Grado Abierto en Ingeniería que permite al estudiante comenzar con una formación más general en ingeniería y decidir algo más tarde la rama concreta en la que quiere formarse. Nuestros estudiantes tienen cada vez un mejor nivel formativo y su nota media se ha situado en 2021 en 12.351, cuando en 2019 era de 11.236. Otro aspecto relevante es el creciente número de estudiantes provenientes de fuera de la Comunidad de Madrid que se sitúa por encima del 29 %.

¿Qué porcentaje de alumnas tiene la Escuela?, ¿tienen preferencia por algunas áreas en concreto?



Globalmente, las alumnas de la Escuela suponen un 25 % del estudiantado. Existen titulaciones donde las estudiantes suponen la mayoría como el Grado en Ciencias o el Grado en Ingeniería Biomédica. Además de estas dos titulaciones, existen varias disciplinas que superan este 25 %, entre ellas Ciencia e Ingeniería de Datos, Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería Física, Ingeniería de Sonido e Imagen, Ingeniería de la Energía, Ingeniería de Tecnologías Industriales, Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación y Matemática Aplicada y Computación.

¿Qué iniciativas promueve la Escuela para fomentar los estudios STEM entre los alumnos más jóvenes?, ¿y específicamente en el caso de las niñas?

Con carácter general ofrecemos visitas guiadas y sesiones informativas, charlas científico-divulgativas a potenciales estudiantes, talleres prácticos como los de los *Viernes tecnológicos*, los talleres de verano o los de 4º ESO + EMPRESA, y también ofrecemos cursos de formación para profesores de secundaria.

Nuestra Universidad y la Escuela están muy comprometidas con la promoción de los estudios STEM entre niñas, pues consideramos que ni se puede perder talento ni se pueden crear productos en equipos que no sean diversos. Así en el proyecto *STEM for Girls UC3M* se trabaja en cinco ámbitos: actividades de *mentoring*, talleres y experiencias tecnológicas, competiciones como *Tech-novation Girls*, artes escénicas y difusión de investigadoras STEM. Este proyecto fue premiado como el mejor programa educativo en la primera edición de los *STEM Talent Girl Awards*, organizados

por la Fundación ASTI y la Consejería de Familia e Igualdad de Oportunidades de la Junta de Castilla y León. También colaboramos con la Real Academia de Ingeniería en el proyecto “Mujer e Ingeniería” y en el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, cada 11 de febrero se celebran diversas actividades para despertar vocaciones STEM en las niñas, que incluyen charlas científico-divulgativas, concursos y representaciones teatrales, entre otras. Otras iniciativas van más orientadas a ámbitos concretos de la ingeniería, como la cátedra UC3M-Telefónica de Mujer y Tecnología que dirijo o la participación en la Semana Europea de la Robótica. La participación del profesorado en estas actividades es abrumadora, tanto por parte de profesores como profesoras, lo que demuestra que atraer más mujeres a las carreras STEM es un interés compartido por todos.

LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

La EPS imparte el Máster Universitario en Ingeniería Industrial, que habilita para desempeñar la profesión de ingeniero industrial. ¿Cuántas plazas ofrece?

El Máster en Ingeniería Industrial en la Universidad Carlos III de Madrid ofrece 220 plazas en primer curso.

¿Está previsto que sea presencial?

Sí, este año toda la docencia está planificada en formato presencial. De hecho, ya durante el curso pasado la mayoría de los másteres de la EPS tuvieron docencia completamente presencial. Se ha hecho una importante inversión en elementos de tecnificación que facilitan la docencia híbrida, pero la docencia

híbrida no es la situación óptima por muchas razones, sobre todo porque significaría que la lucha contra el virus no está funcionando como esperamos.

¿Cuál es el perfil del profesorado?

El profesorado del máster está compuesto por personal de los departamentos de Ingeniería Mecánica (áreas de Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Organización), Ingeniería Térmica de Fluidos, de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructura, de Ingeniería Eléctrica, de Tecnología Electrónica, de Ingeniería de Sistemas y Automática y de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química. El profesorado es en su mayoría doctor a tiempo completo (70 %). Sin embargo, el carácter habilitante del máster lo hace idóneo para aprovechar los conocimientos y experiencia de profesionales de reconocido prestigio que imparten docencia a tiempo parcial como profesores asociados, que representan más de un tercio del total de los créditos del máster. En nuestro caso, todos los profesores asociados deben acreditar varios años de experiencia de actividad profesional como especialista de reconocida competencia relacionada con la materia docente a impartir.

La ingeniería industrial ofrece una formación multidisciplinar, lo que se traduce en una alta empleabilidad. En este sentido, ¿cuál es la tasa de inserción laboral de los alumnos del Máster de Ingeniería Industrial?

Según el *QS Graduate Employability Ranking* de 2020, la UC3M se coloca entre las 150 mejores universidades del mundo por su capacidad para impulsar las carreras profesionales de éxito de sus estudiantes. La UC3M alcanza resultados destacados en varios indicadores, destacando la tasa de empleo de los egresados que se sitúa entre las cinco mejores universidades de España y en el Top100 mundial. Los últimos datos del Máster en Ingeniería Industrial muestran que el 82,8 % de los graduados accedieron a un empleo en los primeros seis meses posteriores a la obtención del título y, adicionalmente, un 13,8 % continuaron sus estudios realizando el doctorado en alguna de las materias afines. Es decir, el 96,6 % de los egresados accedieron a una carrera profesional y/o investigadora en los primeros 6 meses tras finalizar el máster.

La crisis originada por la COVID-19 está influyendo en todas las áreas, también en la economía, la empresa

“Es imposible que nuestros estudiantes adquieran todos los conocimientos que necesitarán a lo largo de su carrera profesional, pero **podemos fomentar su curiosidad para que sigan desarrollando aquellas habilidades que les permitan hacer frente a nuevos retos**”

y la formación. Desde la perspectiva industrial, ¿qué retos debe asumir la Universidad para apoyar la necesaria reindustrialización del país, que permita afrontar con mayor garantía las futuras situaciones de crisis con una industria fuerte y competitiva?

La pandemia nos ha mostrado claramente que la ciencia y la ingeniería contribuyen al bienestar de la sociedad dando soluciones rápidas y adaptadas a las restricciones del entorno, que siempre es cambiante y nunca ideal. Para tener una industria fuerte y competitiva necesitamos pensar a nivel global y multidisciplinar, teniendo en cuenta los aspectos económicos, socioculturales y éticos. Los retos a que nos enfrentamos no se resuelven desde el nicho de una ingeniería, sino de forma transversal con la contribución de diversas áreas, incluidas las ciencias sociales o las humanidades. En este reto, el papel de la universidad reside en formar ingenieros que tengan un profundo compromiso con la sociedad, que busquen soluciones eficientes y sostenibles, capaces de

trabajar en equipos multidisciplinarios y con voluntad de aprender a aprender. Es imposible que nuestros estudiantes adquieran todos los conocimientos que necesitarán a lo largo de su carrera profesional, pero podemos fomentar su curiosidad para que sigan desarrollando aquellas habilidades que les permitan hacer frente a nuevos retos. La participación en retos de diseño o desarrollo planteados por la industria o empresas es un buen ejemplo de actividad formativa que contribuye a abrir la mente de nuestros estudiantes, pues deben resolver un problema que, a diferencia de los ejercicios de clase, no tiene una única solución y, además, necesitan combinar distintos tipos de conocimientos y habilidades.

LA ESCUELA Y EL COLEGIO

El COIIM tiene como objetivo central la defensa de la profesión y de sus colegiados. ¿Cuál es su visión, desde la Universidad, del papel del Colegio?

El papel del Colegio es dar a conocer la

profesión de ingeniero industrial a la sociedad, y ofrecer un acompañamiento y apoyo al ingeniero en todo su recorrido profesional, comenzando desde su etapa de formación. El Colegio contribuye a mantener el prestigio de la profesión ingeniería industrial y de sus colegiados.

¿Cuáles son las principales vías para dar a conocer el Colegio entre los estudiantes?

Todos los años se hace un encuentro de los responsables del COIIM con los estudiantes del Máster Universitario en Ingeniería Industrial y del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, para que nuestros estudiantes tengan información de primera mano y una primera toma de contacto con el COIIM. Se promueven y divulgan los seminarios y actividades que se proponen desde el Colegio a los estudiantes, así como cualquier información que pueda ser de interés. Además el Colegio ha participado como invitado en numerosos actos relacionados con ingeniería como las presentaciones de *Motostudent* y *Mad Formula Team* en la que participan estudiantes de nuestra Universidad.

¿Qué líneas de colaboración mantienen ambas entidades para alcanzar los objetivos que son comunes?

La Universidad Carlos III forma parte y participa regularmente en la Comisión de Enseñanza del Colegio, donde se acuerdan líneas de actuación comunes, a través de la Dirección del Máster Universitario en Ingeniería Industrial y de la Dirección del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, en representación del equipo directivo de la EPS. Como ya he comentado, el Colegio tradicionalmente participa en sesiones de divulgación que lo acercan al estudiantado y ha acudido como invitado a diversas actividades de ingeniería organizadas en la UC3M. Actualmente da soporte económico al equipo *Mad Formula Team* de la UC3M que es un ejemplo de reto práctico que motiva a nuestros estudiantes a abordar un problema de ingeniería en equipos multidisciplinarios y con objetivos concretos y medibles en las múltiples competiciones nacionales e internacionales. La relación entre el Colegio y las universidades es fundamental para facilitar la transición al mundo laboral de nuestros egresados y para garantizar un desarrollo efectivo de las competencias requeridas en la profesión. 



¡Descarga la APP del Club COIIM y disfruta de todos tus descuentos estés donde estés!



Colegio Oficial de
Ingenieros Industriales
de Madrid



Si ya estás registrado en el Club de ventajas COIIM...

Escanea el código QR y comienza a disfrutar de todos tus descuentos en el móvil.

¿Aún no te has registrado?

Accede desde tu PC a **coiim.ventajasvip.com** y crea tu cuenta para disfrutar de todos los beneficios que te ofrece COIIM.

Una vez te hayas registrado, podrás descargarte la app y empezar a disfrutar de todas las ventajas desde tu móvil.

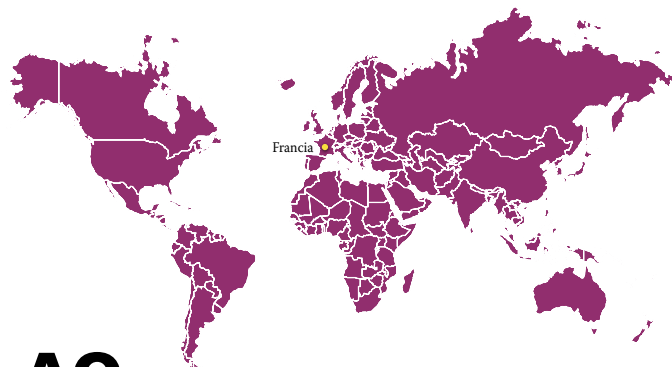


¿Qué encontraré en el Club COIIM?

Por ser colegiado y asociado de COIIM y AIIM tienes acceso a cientos de descuentos en más de 300 grandes marcas como Booking, Samsung, Día, Decathlon, Ikea... Solo por ser colegiado, puedes ahorrar más de 700€ anuales.

coiim.ventajasvip.com

Destino Industrial



MARÍA ORTUÑO PALAO

División de Ingeniería de Sistemas de Airbus Commercial Aircraft (Toulouse, Francia)



Yecla (Murcia), 1968. Doble titulación en ingeniería industrial por la ETSIIM (especialidad "Mecánica de Máquinas") y por la École Centrale de Paris.

Trabajé varios años en Madrid, primero en Red Eléctrica de España y luego en Indra, en el desarrollo de proyectos informáticos y gestión de aplicaciones. Ya en Toulouse, tras un breve periodo dando clases prácticas sobre vibraciones en una Escuela de ingenieros (ICAM), estuve trabajando en una empresa de consultoría para el sector aeronáutico (Aéroconseil). Actualmente trabajo en el grupo Airbus, en lo que ahora se llama Airbus Commercial Aircraft, y más concretamente en la División de Ingeniería de Sistemas.

¿Qué le impulsó a salir de España y decantarse por Francia?

En realidad salí de España por razones personales. Mi marido (también ingeniero industrial de la ETSIIM) trabajaba en Inglaterra y llevábamos ya unos años viviendo separados, así que me fui allí unos meses antes de volver juntos a Francia, país desde el que él estaba expatriado.

¿Qué actividad desarrolla en este momento?

Trabajo en la División de Ingeniería de Airbus Commercial Aircraft, en la parte de sistemas. Mi departamento se ocupa de las condiciones ambientales en

las que tienen que funcionar correctamente los equipos que se montan en los aviones: computadores, actuadores, válvulas, sensores, bombas, etc. Concretamente, en mi grupo nos encargamos de los aspectos mecánicos y climáticos (temperaturas, vibraciones, humedad, granizo, contaminantes...). Participamos en todas las fases del desarrollo del avión, desde la definición de los requerimientos que deben cumplir los equipos, hasta la demostración de que las condiciones reales, una vez construido el avión, no son peores de lo previsto. Esto último es un requisito de las autoridades de seguridad aérea para certificar un

nuevo avión. También intervenimos durante la vida útil de los equipos, en caso de necesidad.

Es un trabajo muy técnico y muy variado, en el que nos relacionamos con muchísimos departamentos dentro de la empresa (repartidos por Francia, Alemania, Reino Unido y España), pero también con proveedores y autoridades.

¿Cómo influyó el cambio de país y de cultura en su vida personal? ¿Y en la profesional?

Personalmente, ya estaba acostumbrada a estancias en el extranjero, aunque más cortas, desde pequeña (en Irlanda e Inglaterra, para aprender inglés en verano), así que creo que siempre he tenido una mentalidad muy abierta.

Fue algo más difícil cuando me fui dos años a estudiar a París, por la adaptación al idioma. Había empezado a aprender francés antes de irme, pero al principio me entendía en inglés.

Así que cuando vine a Toulouse todo fue muy fácil. Incluso dos de mis mejores amigos de París se habían mudado a Toulouse.

Por otro lado, como estamos muy cerca de España y voy mucho a ver a la familia y amigos (circuito Yecla-Madrid-Cáceres) no tengo la impresión de estar totalmente expatriada, sino de vivir entre España y Francia.

Profesionalmente, el cambio de país fue la ocasión perfecta para dejar de trabajar en proyectos informáticos y volver a mis "orígenes" de mecánica, mi especialidad en la Escuela. Quizás, de haber seguido trabajando en España, este cambio hubiera sido más complicado o no lo hubiera hecho.

¿Tiene contacto con españoles residentes en Francia?

Sí, con muchos, y de ámbitos muy distintos: vecinos, colegas o padres de amigos de mi hija. En casi todos los círculos en los que nos movemos hay otros españoles. En esta zona hay además muchos descendientes de españoles procedentes del exilio de la Guerra Civil o de



la emigración económica posterior. Pero no tenemos un grupo especial o separado entre españoles, siempre hay mezclas de nacionalidades y orígenes.

¿Qué oportunidades de trabajo o de negocio ofrece Francia para los ingenieros y las empresas?

Yo diría que hay una enorme variedad de posibilidades en los aspectos técnicos de todos los sectores industriales, aunque probablemente destaquen la automoción, la aeronáutica y la energía: y, por supuesto, la electrónica, en todas sus variantes. En este momento también hay bastante movimiento en el sector ferroviario, con la apertura a la competencia de algunas líneas.

Concretamente en la zona de Toulouse y alrededores hay un tejido industrial muy importante que ofrece muchas oportunidades a los ingenieros.

¿Qué podemos aprender del modelo industrial francés?

Yo destacaría la importancia que se le da a la innovación, el desarrollo y la investigación como algo necesario hoy para asegurar la industria del futuro, aumentar la riqueza y crear puestos de trabajo y nuevas empresas. Y eso tanto desde las empresas privadas como desde el Estado, con colaboraciones muy estrechas entre empresas, universidades, laboratorios, etc.

Con motivo de la pandemia de COVID-19, se ha hablado mucho de la necesidad de aumentar la industrialización del país en sectores estratégicos como la biotecnología, tanto en nuevas empresas como en la relocalización de actividades que habían dejado de hacerse en Francia.

¿Cómo puede el COIIM apoyar a los profesionales que desarrollan su actividad en otros países?

Los cursos a distancia y las comunicaciones en general del COIIM me parecen una buena forma de no perder totalmente el contacto con la profesión en España.

Quizás también facilitando el contacto entre colegas, tanto para los que se plantean salir al extranjero como para los que piensan en volver a España.

¿Invita a los jóvenes a que amplíen su horizonte profesional fuera de nuestras fronteras?

Sí, creo que salir del país es algo muy enriquecedor desde un punto de vista profesional, pero sobre todo personal. Además, creo que es algo que se puede hacer en cualquier momento, no solo siendo joven. ■

Tesla

REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL Y LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID



NORMAS DE PUBLICACIÓN

TESLA. La revista del Colegio Oficial y la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

A. Normas para la presentación de artículos

Los artículos que se publiquen en **TESLA**, se atenderán a las siguientes normas:

1. Serán originales y no habrán sido publicados en otras revistas. Podrán ser transcripciones de ponencias presentadas en conferencias, pero en tal caso deberán adaptarse al formato de un artículo (por ejemplo, se omitirán expresiones como "señoras y señores", alusiones a presentación en ppt, a la conferencia que se presenta, etc.)
2. Deberán atenerse a las normas técnicas, en cuanto a extensión, tamaño de los originales, gráficos, fotografías, etc. (ver apartado B).
3. La responsabilidad de la admisión de los artículos y su inclusión en un número de la revista, corresponde al Comité de Redacción de **TESLA**.
4. El Comité se reserva el derecho a sugerir a los autores la conveniencia de efectuar cambios, ampliaciones o reducciones del texto por motivos razonables. No se efectuarán cambios sin el consentimiento de los autores, pero en caso de discrepancia grave el Comité podrá retirar el artículo.
5. No se devolverán los originales.
6. Los autores se responsabilizan del contenido de los artículos por ellos publicados.
7. Cuando se hagan constar fechas límite para la presentación de artículos, éstas se respetarán escrupulosamente.

B. Normas Técnicas

1. **Carta de presentación.** En la presentación figurarán nombre, institución, dirección, teléfono y correo electrónico del autor al que hay que enviar la correspondencia.
2. **Página del Título.** Esta página debe contener, y por este orden, título del artículo, primer apellido e inicial(es) de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, nombre de la persona de contacto, teléfono, dirección de correo electrónico y otras especificaciones que se consideren oportunas. Cada autor debe relacionarse con la correspondiente institución usando llamadas mediante números.
El título, que irá en el encabezamiento del trabajo no tendrá más de 50 caracteres (incluyendo letras y espacios).
3. **Resumen.** Se escribirá un resumen del trabajo que expresará una idea general del artículo. La extensión aproximada será de 100 palabras, que se debe respetar por razones de diseño y de homogeneización del formato de la revista.
4. **Texto principal.** La extensión máxima será de 2000 palabras. El texto en formato word se enviará a la siguiente dirección de correo electrónico: **revistatesla@coiim.org**.
El texto respetará las normas de la Real Academia Española.
5. **Tablas, gráficos y fotografías.** Las figuras deben citarse en el texto. Todos los gráficos, figuras y fotografías aparecerán en color en la revista. Las fotografías deberán entregarse como imágenes digitalizadas en formato de imagen (jpg, gif, tif, power point, etc.) con una resolución igual o superior a 300 ppp (píxeles por pulgada). Aunque las imágenes (fotos, gráficos y dibujos) aparezcan insertadas en el documento de word es necesario enviarlas también por separado como archivo de imagen para que la resolución sea la adecuada.
Cada imagen (foto, tabla, dibujo) debe ir acompañada de su pie de foto correspondiente.
7. **Referencias bibliográficas.** Deberán seguir el sistema Vancouver y nunca podrán exceder de 10. Debe asignarse un número a cada referencia siguiendo el orden en el que aparecen en el texto, es decir, las referencias deben citarse en orden numérico. Las referencias citadas en una tabla o figura cuentan como que han sido citadas cuando la tabla o figura se menciona por primera vez en el texto.
Dentro del texto, las referencias se citan por número entre corchetes. Dentro del corchete, los números se separan con comas, y tres o más referencias consecutivas se dan en intervalo. Ejemplo [1, 2, 7, 10–12, 14]. Las menciones a comunicaciones privadas deben únicamente incluirse en el texto (no numerándose), proporcionando el autor y el año.
8. **Unidades de medida, ecuaciones y abreviaturas.** Las unidades de medida serán las del Sistema Internacional (SI), respetándose la tipografía recomendada por el mismo.
Las ecuaciones deben numerarse (1), (2) etc. en el lado derecho de la ecuación.
Las abreviaturas pueden utilizarse siempre que sea necesario, pero siempre deben definirse la primera vez que sean utilizadas.

Ven a tu SEDE

C/Javier Ferrero, 10

COLEGIO Y ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID

El pasado mes de julio estrenamos una **nueva sede situada en el distrito de Chamartín**. Un cambio que os comunicamos con alegría e ilusión al tratarse de un espacio diferente que nos brinda multitud de posibilidades. **Una apuesta por modernizar nuestra imagen**, que ya iniciamos con el cambio de nuestro logo hace unos meses.

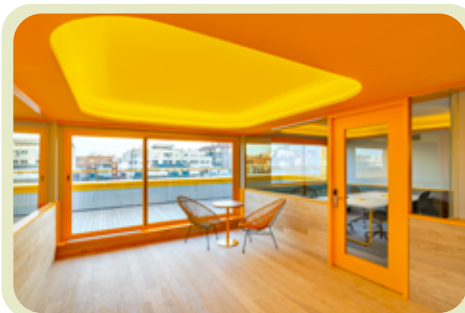
Situada en la calle Javier Ferrero, 10, dispone de más de **3000 metros cuadrados de superficie** y cuenta con numerosos **espacios accesibles y versátiles**, que pueden adaptarse a las necesidades de nuestros colegiados y asociados. Este edificio, rehabilitado de forma íntegra el pasado año 2019, dispone de un **moderno auditorio** que puede adaptarse a diferentes tipos de eventos. Además, ofrece **salas de reuniones** y otros espacios, tanto interiores como exteriores, que permiten la realización de eventos para hacer **networking, presentar productos o realizar actividades formativas**.

La nueva casa de la ingeniería industrial en Madrid también nos permitirá ofrecer a nuestros colegiados y asociados un **servicio gratuito de coworking**, te ofrecemos la posibilidad de reservar de forma gratuita **espacios flexibles de trabajo por horas o por días**, así como **zonas comunes** que permitirán intercambiar conocimientos entre profesionales de diferentes ámbitos o sencillamente descansar en **espacios cómodos y abiertos**.

Nos encontramos en una **zona bien conectada**, tanto por transporte público como por privado.

Tenemos muchas ganas de compartirlo contigo, que vengas a conocerlo y que sientas que estás en tu casa. Hemos querido apostar por **una sede más versátil, más moderna, más accesible y más abierta**. Una sede de referencia que sirva como punto de encuentro a todos los ingenieros industriales. Una sede que nos acerque más a ti, donde el protagonista seas tú y la labor profesional que llevas a cabo en el día a día, que mejore la vida de las personas.

¡Esperamos veros muy pronto por vuestra nueva sede!





TRENES
AUTOBUSES
SEÑALIZACIÓN
COMPONENTES
SERVICIOS
SISTEMAS DE TRANSPORTE

Bien preparados y con ojos perspicaces... Esa es la forma en la que miramos al transporte global. Así es como diseñamos, desarrollamos, fabricamos, instalamos e integramos todas las piezas que componen un sistema de movilidad interconectado. Lo hacemos a tu manera, adaptados a tus necesidades y preferencias, sostenible, seguro y cómodo para las personas y las ciudades del futuro en todo el mundo.

Your Way
TO FUTURE MOBILITY

Photo: Kaohsiung Tramway System – CAF Turnkey Project

www.caf.net