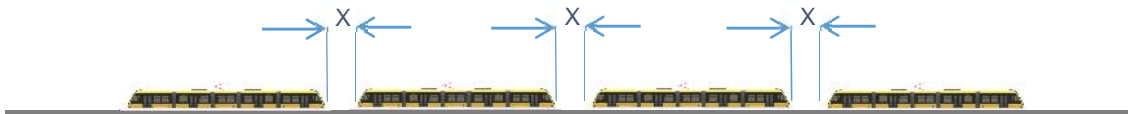


QUALITY INNOVATION AWARD 2019

La máxima longitud de este [formulario completado](#) es de **hasta 3 páginas**. Además, se pueden adjuntar un máximo de **10 páginas adicionales de anexos (hasta 5 anexos complementarios en total)**.

El nombre oficial de la organización Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A. (CAF)	
Categoría de la competición (Por favor, marca con una X la categoría en la que la participas. Cada organización sólo puede presentar una innovación. Cada innovación sólo puede participar en 1 categoría.)	
<input type="checkbox"/>	Innovación Potencial: Para planteamientos de innovación que aún no se han llevado a la práctica o no tienen resultados
<input type="checkbox"/>	Innovación responsable y de recursos renovables (innovaciones de economía circular): Para innovaciones con un foco claramente medioambiental
<input type="checkbox"/>	Innovación en el sector sanitario: Para innovaciones en el sector sanitario
<input type="checkbox"/>	Innovación en el sector educativo: Para innovaciones en el sector educativo
<input type="checkbox"/>	Innovación en el sector público: Para innovaciones en el sector público / administración local
<input type="checkbox"/>	Innovación en empresa (Microempresas & startups): Para organizaciones con una facturación menor a 2 millones de euros y menos de 10 personas en plantilla
<input type="checkbox"/>	Innovación en empresa (Pymes): Para organizaciones con una facturación menor a 50 millones de euros y menos de 250 personas en plantilla
<input checked="" type="checkbox"/>	Innovación en empresa (Gran empresa): Para organizaciones con una facturación superior a 50 millones de euros y/o más de 250 personas en plantilla
Título de la innovación (máximo 100 caracteres) Virtual Coupling: Acoplamiento virtual de trenes	
Descripción corta de la innovación (máximo 200 caracteres) Definición, desarrollo y experimentación de la tecnología de acoplamiento virtual entre vehículos ferroviarios.	
<p>Descripción de la innovación (Explica cuál es la esencia de esta innovación, cuál fue el punto de partida, pasos dados, recursos empleados (personas y recursos económicos) y una descripción de cómo la innovación ha supuesto una diferencia a nivel económico o medioambiental). Por favor, hazlo en este hueco y recordando que en total podrás presentar hasta 3 páginas (y hasta 5 más de anexos).</p> <p><u>Esencia de la innovación:</u> El virtual coupling o acoplamiento virtual de trenes se trata de una tecnología que permite agrupar vehículos para formar convoyes operativos en los que no existe ningún tipo de unión (mecánica, eléctrica, neumática...), manteniéndose una distancia ('X') de unos pocos metros entre ellos. Al igual que en un acoplamiento mecánico convencional, el convoy sigue las órdenes del vehículo líder.</p> 	
<p>La tecnología de acoplamiento virtual presenta una serie de virtudes, algunas de las cuales se enumeran a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes por la eliminación de acopladores, conectores y cableados a nivel vehicular, y por la simplificación del sistema de señalización y gestión de tráfico a nivel de infraestructura, dado que los vehículos toman la responsabilidad y se controlan entre ellos. • Aumento significativo de la flexibilidad, al permitir el acoplamiento de forma sencilla de cualquier tipo de vehículo que comparta la línea, independientemente de su fabricante, además de permitir desarrollar nuevos conceptos de trenes más pequeños incluso de un solo coche que formen convoyes dependiendo de la demanda y los destinos. • Aprovechamiento máximo de la infraestructura por un aumento muy significativo de la capacidad de la línea pues la distancia entre trenes pasa de kilómetros a metros. El tiempo de acople o desacople se reduce prácticamente a unos pocos segundos en el peor de los casos, frente a los minutos necesarios hoy en día. • La posibilidad de (des)acoplamiento en marcha permite nuevos conceptos operacionales como es el uso de varias plataformas en paralelo en estaciones lo que reduce el tiempo de parada al facilitar el (des)embarque de pasajeros. Son posibles modelos de operación en los que un vehículo se desacople del convoy al llegar a una estación, realice su parada, y se una a otro convoy posterior que pase por dicha estación. Este modelo permitiría servicios mucho más directos y rápidos. 	
<p><u>Punto de partida:</u> Los inputs recibidos de diferentes foros, comunidades y literatura apuntan a un sistema ferroviario mucho más autónomo, flexible, capaz y eficiente, y manteniéndose como espina dorsal del sistema de transporte. Esto último, sin embargo, requiere que el sistema ferroviario se adapte a las nuevas tendencias y se integre en el todo, de forma que participe intrínsecamente en el nuevo</p>	

Nota. Se puede encontrar más información sobre la competición y cómo cumplimentar este formulario en www.euskalit.net

concepto de movilidad como servicio. Bajo esta premisa el acoplamiento virtual de trenes junto a la automatización del sistema ferroviario parecen las piedras angulares del sistema ferroviario del futuro. En este sentido, CAF en su apuesta por la innovación decide desarrollar y demostrar la viabilidad del acoplamiento virtual en vehículos reales, para lo cual se eligen dos tranvías del modelo URBOS100 disponibles en la cadena de producción (tranvías para la ciudad holandesa de Utrecht).

Pasos dados: La primera actividad realizada es la investigación relativa al acoplamiento virtual, para lo cual se estudió profusamente la literatura, no sólo a nivel del ferrocarril sino también teniendo en cuenta otros campos como el del transporte de carretera, donde existen ya pruebas piloto de convoyes de camiones guiados por el vehículo delantero ("road platooning"). Con la información recabada se diseña el concepto de acoplamiento virtual para trenes, basado en una arquitectura modular de dos capas independientes para garantizar la seguridad y que incluye un modelo electro-mecánico del vehículo elegido (URBOS100). Ambas soluciones representan un avance con respecto a los estudios previos. Con los algoritmos de control ya definidos se ejecutan una serie de simulaciones que se alimentan de datos medidos en campo. Teniendo la validación teórica del concepto de acoplamiento virtual de CAF se pasa a la fase de implementación, tanto a nivel de software como de hardware. En efecto, los dos vehículos empleados en el demostrador deben ser modificados a nivel de lógica y cableado además de integrar los nuevos equipos necesarios, como el sistema de comunicaciones inalámbrica o el sistema secundario de medición de distancia. Finalmente se realizan ensayos en vía de prueba con el fin de ajustar los parámetros de control, comprobar los mecanismos de seguridad y validar, en definitiva, el concepto de acoplamiento virtual propuesto por CAF.

Recursos empleados: El proyecto del demostrador comenzó en 2017, aunque los estudios iniciales sobre acoplamiento virtual de trenes se remontan a 2016, completando la primera campaña de ensayos en julio de 2018 y la segunda en septiembre del mismo año. El desarrollo del concepto vinieron a través de un curso de postgrado (doctorado industrial) en la UPV/EHU de la persona de contacto y es materializado mediante recursos de CAF del departamento de sistemas de oficina técnica y de I+D. La realización práctica tuvo lugar en la factoría de la empresa en Zaragoza, dado que allí se encontraba la producción de los tranvías seleccionados, URBOS100, para el operado urbano U-OV de la ciudad holandesa de Utrecht, además de contar la factoría con una vía de pruebas de unos 300 metros de longitud. El desarrollo de esta innovación se enmarcó dentro de la iniciativa de investigación europea Shift2Rail (<http://www.shift2rail.org>) para el ferrocarril, y contó con un presupuesto de 125000 euros dentro del proyecto CONNECTA (GA 730539) de dicha iniciativa, cuyo coordinador era CAF.

Resultados preliminares: En la primera campaña de ensayos, realizada en julio de 2018, se obtuvieron resultados muy positivos. El sistema se comportó de forma adecuada y es estable. Se consiguió circular por la vía de pruebas con los dos tranvías acoplados virtualmente a velocidades de hasta 30 km/h y distancias entre ellos de 6 metros. Se procedió a llevar el sistema a sus límites para verificar el diseño de los mecanismos de seguridad (fallo de comunicaciones, acercamiento excesivo, alta velocidad relativa, inestabilidad, fallo de medidas, etc.).

En la segunda campaña, en septiembre de 2018, se procedió a afinar ligeramente el control del sistema y se realizaron muchas circulaciones de prueba con el fin de recabar una gran cantidad de datos para su posterior análisis. Además se aprovechó para grabar un video divulgativo sobre el sistema, que puede verse a través del siguiente enlace: <https://vimeo.com/291454771>

En definitiva, con ambas campañas se consiguió validar satisfactoriamente la innovación propuesta lo que abre la puerta a nuevos desarrollos más complejos inclucrando más vehículos en el convoy, en vía real y a mayores velocidades.

INNOVACIÓN

Autoevaluación de las características novedosas de la innovación. ¿Cómo satisface y/o supera la innovación las necesidades de clientes, sociedad o medio ambiente de modo nuevo o significativamente revisado?

El ferrocarril debe evolucionar y adaptarse a las nuevas necesidades demandadas por la sociedad. El sistema de transporte presenta grandes retos en los próximos años con la aparición de nuevos conceptos y modelos de negocio y operación. Si el ferrocarril no se transforma hacia dicha dirección corre el riesgo de relegarse a un segundo plano o incluso desaparecer en algunos servicios. El acoplamiento virtual de trenes representa el futuro paradigma en la operación ferroviaria junto con la automatización. Sólo con el empleo de estas nuevas tecnologías en ferrocarril podrá mantenerse como espina dorsal del transporte del futuro al dotarle de una mayor flexibilidad, seguridad y capacidad de integrarse en el modelo multimodal del puerta-a-puerta y movilidad como servicio. El concepto innovador propuesto así como el prototipo realizado suponen la demostración de su viabilidad tecnológica.

Autoevaluación de la utilidad. ¿Cómo se aplica la innovación en la práctica? ¿Se hace de un modo sistemático y de acuerdo a un plan de la organización? ¿Es la innovación utilizable?

Como es habitual en un sistema como el ferroviario, el despliegue de una tecnología pasa por la estandarización. Por un lado la actividad se enmarca dentro de la iniciativa Shift2Rail con la participación de las principales empresas y operadores del sector, lo que le dota de una masa crítica suficiente para permitir su evolución y posterior implantación. Y por otro lado ha comenzado ya el proceso de estandarización con la solicitud a los organismos competentes de la apertura de un nuevo expediente para el acoplamiento virtual basado en esta innovación, de manera que forme se integre en la norma IEC 61375 como parte 2-9.

Aprendizaje. ¿Se basa la innovación en una nueva idea o descubrimiento? ¿Se basa la innovación en un proceso de desarrollo sistemático? ¿La innovación hace extensivo un conocimiento o práctica existente? ¿En qué se diferencia la innovación respecto a lo que ofrece la competencia? ¿Por qué esta innovación es relevante y posiciona a la organización en una situación preferente respecto a la competencia?

La idea del acoplamiento virtual de trenes no es nueva y se viene estudiando desde hace algunos años de forma muy teórica y académica, principalmente por alguna universidad no siempre cercana al mundo del ferrocarril. La actividad realizada supone, sin lugar a dudas, un verdadero paso adelante en el desarrollo de la idea, al definir por fin una solución viable y aplicable, y al implementarla en un demostrador plenamente funcional.

CALIDAD

Autoevaluación de la orientación al cliente. ¿Cómo se corresponde la innovación con las necesidades actuales y futuras de los clientes? ¿Cómo satisface y supera la innovación sus requerimientos y expectativas?

La innovación tiene como origen la hoja de ruta europea de investigación ferroviaria, elaborada por Shift2Rail, denominada Multi Annual Action Plan y visada por un comité científico y otro de los estados miembro, además de la Agencia Europea para el Ferrocarril. En dicho documento público se visionan las futuras necesidades y tendencias del sector, en las que el acoplamiento virtual tiene un lugar relevante. CAF recoge dicha necesidad y realiza la innovación con fin de no sólo satisfacerla sino de liderar su desarrollo ahora y futuro.

Autoevaluación de la efectividad. ¿Ha mejorado el rendimiento tecnológico y comercial generando un impacto en los clientes y/o responsabilidad social / ecología?

Al tratarse de una tecnología incipiente y dada la naturaleza del prototipo no es posible valorar el impacto real sobre el sistema ferroviario pues es necesario disponer de acoplamiento virtual en toda una red ferroviaria para analizar el impacto real. Sin embargo, la viabilidad del acoplamiento virtual ha quedado demostrada, dando por tanto validez a los estudios teóricos realizados que pronostican un importante aumento de la capacidad de las líneas (incluso hasta doblarla), reducción de tiempos de viaje, reducción de costes (algún modelo indica de hasta un 20% menos por reducción de tamaño de flotas) y, ante todo, la integración del ferrocarril en un sistema multi-modal de transporte orientado al pasajero y con la movilidad como servicio.