



Noviembre 2022

www.caf.net

Your Way
TO FUTURE MOBILITY

INNOVACIÓN FERROVIARIA EN CAF

*3er Seminario Internacional de Ferrocarriles –
Aguascalientes 2022*

ÍNDICE

1. ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN
2. BAJAS EMISIONES
3. MOVILIDAD AUTÓNOMA Y AUTOMÁTICA
4. DIGITALIZACIÓN

PILARES DE INNOVACIÓN GRUPO CAF



TENDENCIAS GLOBALES EN
MOVILIDAD



BAJAS EMISIONES



MOVILIDAD AUTÓNOMA Y
AUTOMÁTICA



DIGITALIZACIÓN

PILARES DE INNOVACIÓN GRUPO CAF



TENCENCIAS GLOBALES EN
MOVILIDAD



BAJAS EMISIONES



**MOVILIDAD AUTÓNOMA Y
AUTOMÁTICA**



DIGITALIZACIÓN

El cambio climático es una temática de máxima prioridad en todo el mundo. Por ello se han fijado ambiciosos objetivos globales de reducción de CO₂.



Conforme al **Acuerdo de París (2015)**, cada país participante debe establecer, planificar e informar periódicamente sobre su contribución a la mitigación del calentamiento global.

PACTO VERDE EUROPEO



La **Unión Europea** ya ha acordado un objetivo ambiental consistente en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 40% de aquí a 2030 en comparación con los niveles de 1990. En la reciente **Ley Europea del Clima**, no obstante, se convierten en legislación los objetivos de neutralidad climática del **Pacto Verde** previendo una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un **50–55%**.

- ❖ El **transporte** supone una cuarta parte de las emisiones de CO₂ en la UE (de las cuales el ferrocarril representa sólo un 0,5%)
- ❖ Crecimiento de la población urbana, colapso de las infraestructuras de movilidad y empeoramiento de la calidad del aire

↓ Reducción de emisiones de CO₂ del transporte en un **90%** para el **2050** en comparación con 1990.

➤ Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente

- Vehículos de cero emisiones
- Movilidad interurbana y urbana más sostenible
- Transporte intermodal
- ...

➤ Directiva UE sobre vehículos limpios

> 45% de nuevos autobuses urbanos limpios en 2025 y **> 65%** en 2030 (la mitad de ellos cero emisiones)

➤ Estrategia de Hidrógeno de la UE

Desarrollo de una **industria del hidrógeno** limpia y competitiva a escala global a lo largo de toda la **cadena de valor**

- **Estrategias nacionales del hidrógeno** en varios países de la UE: Países Bajos (04/2020), Alemania (06/2020), Francia (09/2020), España (10/2020), Italia (11/2020), etc.

Fondos de Recuperación UE

Gama de vehículos ferroviarios sostenibles



(*) Disponible solución híbrida (con baterías). (**) Los combustibles alternativos como el HVO reducen sustancialmente las emisiones de CO2.

Comparativa soluciones cero emisiones

Soluciones cero emisiones

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Autonomía ✓ Eficiencia ✗ Coste 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Autonomía ✓ Eficiencia ✓ Coste 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Autonomía ✗ Eficiencia ✗ Coste
Autonomía (km)	900-1300	-	100	600-800
Eficiencia vehículo (%)	30-35	85-90	70-75	35-40

Comparativa casos de estudio

Multiple unit case studies	Montréjeau – Luchon, France	Aragon, Spain	Groningen & Friesland, Netherlands
Overview of route specifications			
Track length	140 km	165 km	300 km
Rolling stock	3x 4 car trains (bi-mode)	2x 4 car trains (bi-mode)	70x 3 car trains
H ₂ consumption	0.36 kg/km 245 kg/day	0.31 kg/km 240 kg/day	0.22 kg/km 16,500 kg/day
Total CAPEX	EUR 25 m	EUR 14 m	EUR 398 m
Characteristics	Partly electrified route with a low utilisation on 36 km	Cross border connectivity and long route without electrification	Fast trains for intercity connections
Total cost of ownership [EUR/km_{train}]			
Diesel			
FCH			
Catenary			
Battery			
Environmental analysis			
CO ₂ savings [tons per year]	1,334 t	767 t	56,389 t

(*) Study on the use of fuel cells and hydrogen in the railway environment – Roland Berger para FCH JU

TREN DE BATERÍAS (BEMU)

- Los trenes Regional Civity e Intercity incorporan una cadena de tracción de batería eléctrica alternativa que permite **circular en líneas sin alimentación eléctrica continua** (catenaria o tercer carril).
- Las unidades BEMU de CAF aprovechan los últimos avances destinados a **reducir el consumo de energía**: Sistema de Ayuda al Maquinista y Gestión Energética, peso y resistencia al avance bajos, equipos de alta eficiencia (p. ej., semiconductores SiC), etc.
- CAF ha desarrollado su **propio módulo de baterías** con el fin de optimizar la solución de almacenamiento de energía desde una perspectiva de rendimiento, peso y utilización del espacio.



Proyecto BEMU VRR

- Cliente: ZV VRR y NWL, operadores de la región de Renania del Norte-Westfalia, Alemania
- 63 + 10 trenes (+ 30 años de mantenimiento)
- Circulación por vías con y sin catenaria

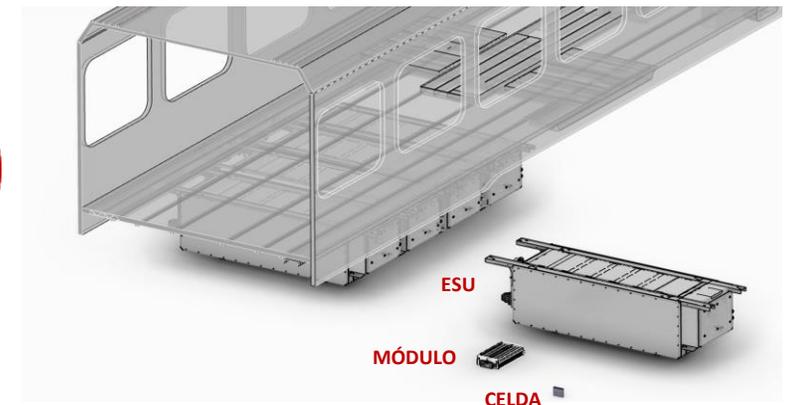
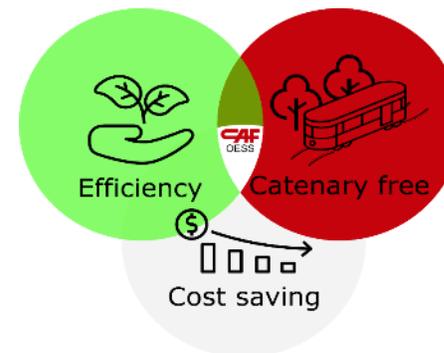


El mayor contrato ferroviario desarrollado en el mundo con tecnología propulsada por baterías

- Los sistemas de energía embarcada / OESS (Onboard Energy Storage Systems) de CAF Power & Automation están optimizados en todos sus niveles:

INTEGRACIÓN PRODUCTO

- **Nivel de celdas:** Pruebas de **fiabilidad** y **ciclado** de diferentes células en laboratorio y sobre el terreno para la **homologación de componentes** y la **validación del ciclo de vida**.
- **Nivel de módulo:** se ha desarrollado un diseño modular y escalable para **maximizar la densidad energética** en las soluciones de CAF P&A. Se ha evitado el uso de un único proveedor y se ha logrado la estandarización del módulo.
- **Nivel de ESU** (unidad de almacenamiento de energía): se ha mejorado la **integración con el vehículo**. Se ha **maximizado la densidad energética** y se ha **minimizado el peso**.
- **Nivel de OESS:** OESS **configurable** para ajustar la demanda de energía a diferentes requisitos y tipos de vehículos. **Control total de la cadena energética**.



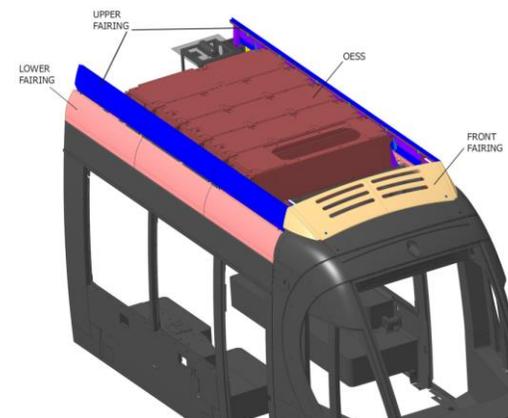
TRANVÍAS URBOS CON TECNOLOGÍA GREENTECH

- Los tranvías Urbos de CAF son tranvías de propulsión eléctrica que pueden embarcar un **sistema de acumulación a bordo** que les permite operar sin suministro eléctrico exterior (catenaria) y recuperar la energía de frenada que no sea absorbida por la propia catenaria.
- **Tecnologías de acumulación:**
 - Baterías de Ion de Litio
 - Ultracondensadores
 - Hibridación: Baterías de Ion de Litio + Ultracondensadores
- La **plataforma Urbos** es líder mundial en el sector de tranvías. CAF fue pionera en el desarrollo de OESS al introducir **en servicio de pasajeros un tranvía sin catenaria en 2010**.
- **Varias referencias en todo el mundo** (España, Estonia, Taiwán, Luxemburgo, Australia, Reino Unido, Bélgica, etc.) con **más de 12,3 millones de km recorridos en tramos sin catenaria** [mayo 2021].



Kaohsiung, primer tranvía del mundo con recorrido íntegro sin catenaria [2015]

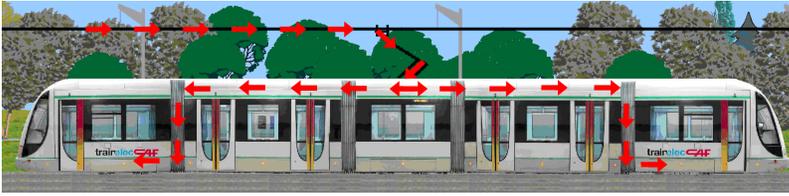
- Los sistemas de energía embarcada / OESS de CAF Power & Automation son modulares, escalables y configurables y proporcionan las siguientes ventajas:
 - Permiten a los vehículos operar **sin catenaria + recuperar la energía de frenada + backup**.
 - Las **baterías** de Alta Energía (High Energy - HE) proporcionan **altas autonomías** (>10 km)
 - Los **ultracondensadores** permiten un proceso de **carga ultrarrápido** (<20 segundos)
 - **Reducen la contaminación visual** y la **inversión** en infraestructuras.
 - **Producto no cautivo**, solución abierta para otros vehículos.
 - Configuración modular, escalable y configurable para **optimizar el TCO** (Total Cost of Ownership)
 - **Equipo enchufable** independiente del convertidor de tracción.



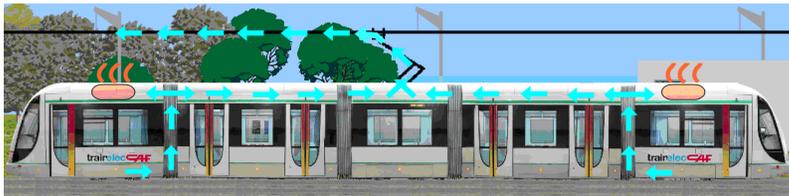
OESS



TRANVÍA CONVENCIONAL

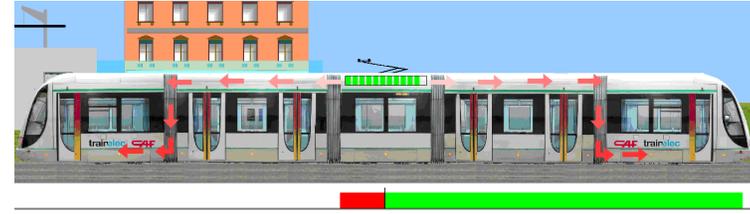


Fase Tracción: Entre estaciones la energía es suministrada por la catenaria.

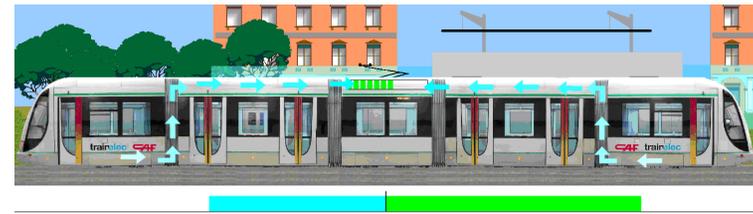


Fase Frenado: Una parte de la energía cinética se devuelve a la catenaria. El resto de la energía se disipa en las resistencias de frenado.

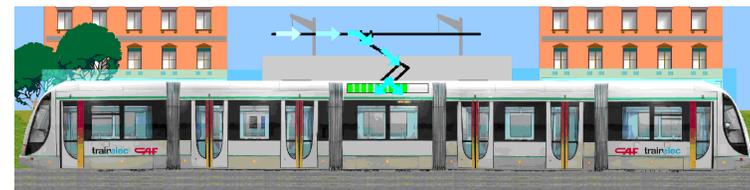
TRANVÍA CON ACUMULACIÓN



Fase Tracción: Entre estaciones sin catenaria, la energía es suministrada por el OESS.



Fase Frenado: La energía cinética se recupera en el OESS.



Carga en estación/tramo con catenaria: El OESS se carga totalmente.

Modular, escalable y configurable

Ejemplos:

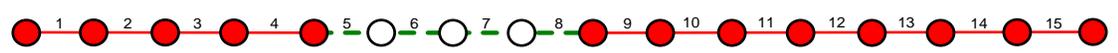
Recuperación energía frenada



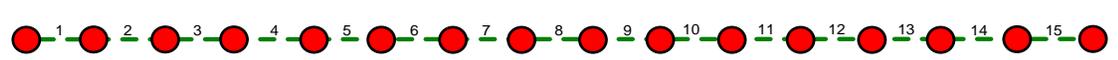
Tramo sin catenaria corto



Tramo sin catenaria largo



Sistema completo sin catenaria



- Sección sin catenaria
- Sección con catenaria
- Estación sin electrificar
- Estación electrificada

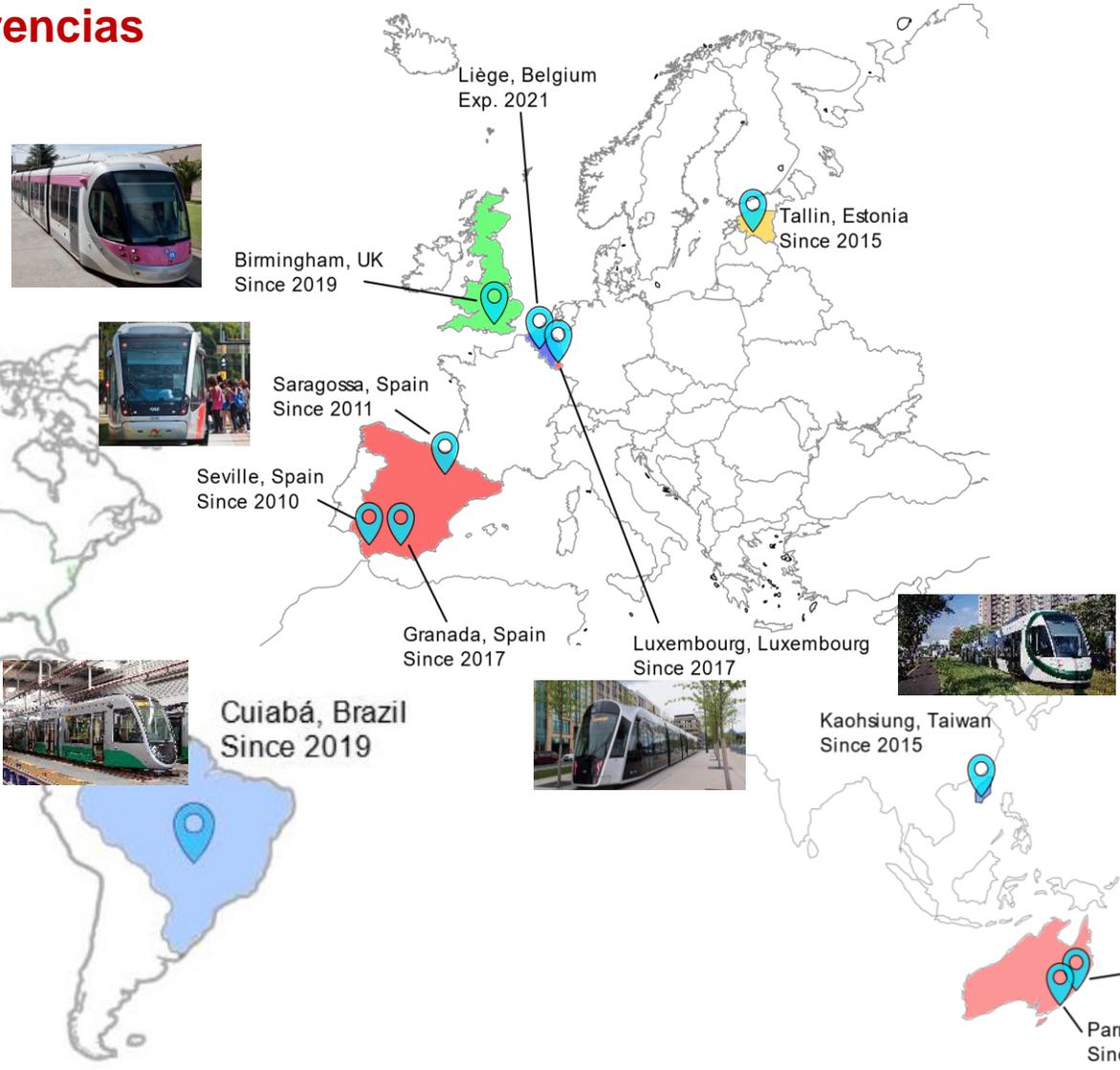
Ultracondensadores

Baterías Alta Potencia

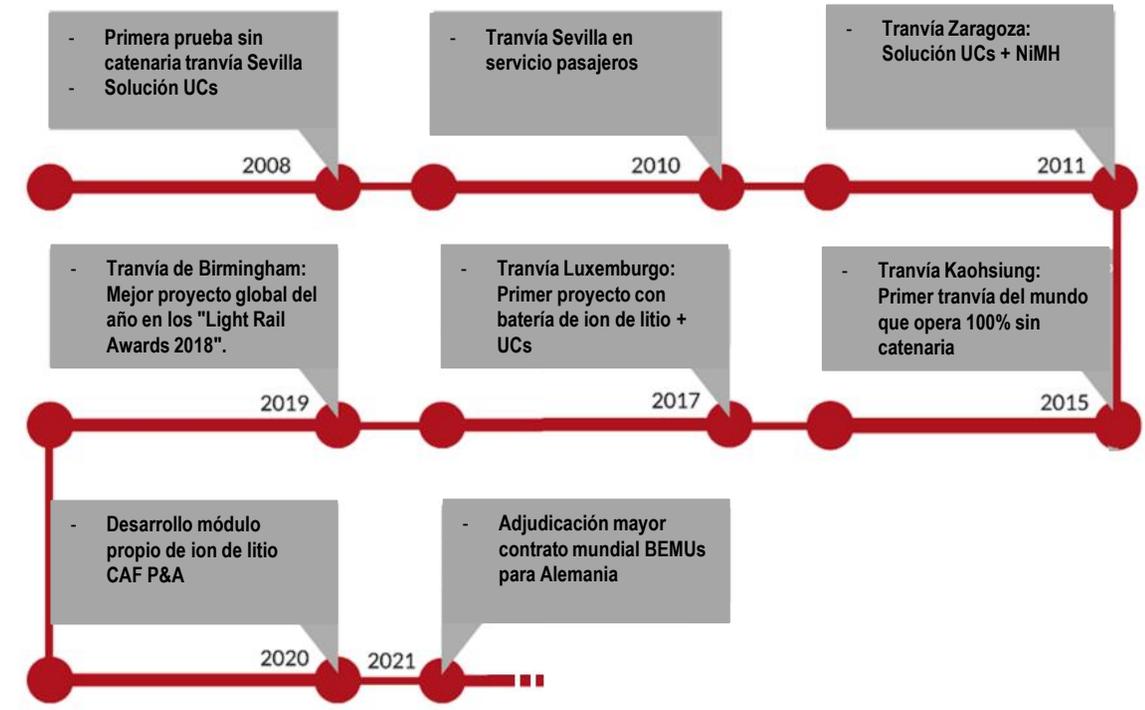
Baterías Alta Energía



Referencias



Hitos tecnológicos



PROTOTIPO FERROVIARIO PROPULSADO POR HIDRÓGENO



- Proyecto de colaboración de la UE **FCH2RAIL** financiado por FCH-JU a través del programa de investigación Horizonte 2020. **Consortio liderado técnicamente por CAF** y formado por **DLR** (Coordinador del proyecto – Centro Aeroespacial Alemán), **RENFE**, **TOYOTA MOTOR EUROPE**, **ADIF**, **IP** (Infraestructuras de Portugal), **CNH2** (Centro Nacional de Hidrógeno) y **FAIVELEY Stemmann Technik**.



- Es uno de los **primeros** demostradores ferroviarios de **vehículo bi-modo que opera con catenaria y con pila de hidrógeno**.
- Participación en Comités normalizadores ferroviarios europeos para el **desarrollo del marco regulatorio**.



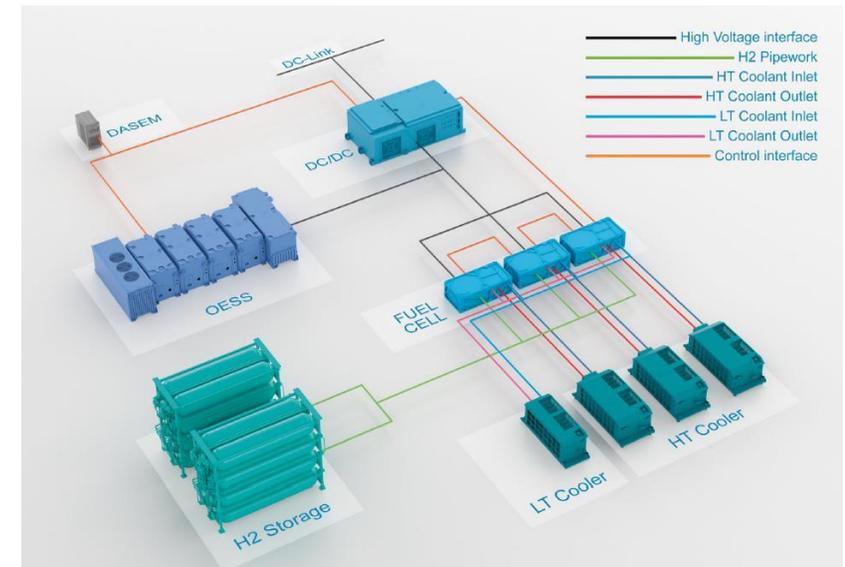
Demostrador fabricado a partir de una unidad CIVIA de Renfe

Realizadas pruebas del Fuel Cell Hybrid PowerPack en el CNH2

Inicio de pruebas del tren en vía Julio/2022

Fuel Cell Hybrid PowerPack

- Arquitectura**
 - Escalable y modular
 - Aplicable a diferentes aplicaciones ferroviarias (unidad múltiple, línea principal y locomotora de maniobras)
 - Adecuado para el reequipamiento de trenes existentes
- Componentes (suministradores)**
 - Pilas de combustible (TOYOTA)
 - OESS (CAF)
 - Convertidor DC/DC (CAF)
 - DASEM (CAF)
 - Sistema de refrigeración (Tercero)
 - Sistema de almacenamiento de H2 (Tercero)



https://www.youtube.com/watch?v=Cnu_xsEAvMM

TREN HÍBRIDO (MILD) DIÉSEL-MECÁNICO

- Un tren híbrido diésel-mecánico está equipado con **componentes adicionales** a los PowerPacks convencionales:
 - Sistema de acumulación a bordo OESS (convertidor DC/DC + BTMS + baterías)
 - Generador-motor eléctrico
- Principales **ventajas** frente a una DMU tradicional:
 - **Reducción del consumo de** combustible mediante
 - Recuperación de la energía de frenado
 - El motor diésel puede apagarse en determinados lugares
 - **Reducción del nivel de ruido** en estaciones
 - **Modo boost** para mejorar la aceleración y reducir los tiempos de circulación



TREN HÍBRIDO DIÉSEL-ELÉCTRICO

- Un tren híbrido diésel-eléctrico es un tren diésel-eléctrico dotado de un **sistema de almacenamiento de energía a bordo OESS** (convertidor DC/DC + BTMS + baterías).
- El sistema OESS de un tren híbrido diésel-eléctrico ofrece **mejores prestaciones** que un tren híbrido diésel-mecánico dado que el equipo de tracción eléctrica dispone de un motor de tracción de alta potencia que regenera y hace un mejor uso de la energía almacenada en las baterías. El motor eléctrico de un PowerPack diésel-mecánico es más pequeño y la potencia regenerada y aprovechada es más limitada.
- Las principales **ventajas** frente a una DMU tradicional son las mismas que las de un tren híbrido diésel-mecánico pero con mejores prestaciones. Además, la velocidad y potencia del motor diésel pueden optimizarse para conseguir un **consumo de combustible más eficiente**.

Los trenes (híbridos) diésel-eléctricos pueden convertirse en bi-modo incorporando un sistema de captación de corriente. Este tipo de tren híbrido se conoce como tren tri-modo.

Resumen de las PRINCIPALES ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN relativos a la reducción de consumo

REDUCCIÓN DE CONSUMO

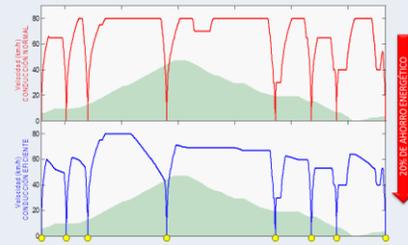
LA MOVILIDAD CERO EMISIONES ES UNO DE LOS PILARES DE INNOVACIÓN DEL GRUPO CAF

- La **movilidad basada en baterías** y la **movilidad basada en hidrógeno** son **líneas de trabajo clave** en la Estrategia de Innovación de CAF.
- El desarrollo de **productos competitivos** para abandonar la movilidad basada en diésel/gasolina es uno de los esfuerzos innovadores más importantes que actualmente lleva a cabo el Grupo y requiere dominar, entre otras, tecnologías relacionadas con **Baterías, Hidrógeno** y la **Reducción del Consumo**.



GESTIÓN ENERGÉTICA

- Metodologías y herramientas para la **estimación y optimización del consumo energético**



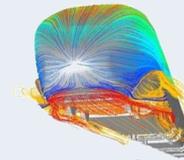
- **Sistema de Ayuda al Maquinista** aislado y conectado para optimizar el consumo de energía de tracción



- Sistema de **gestión energética** para optimizar el consumo de los equipos del tren

EFICIENCIA ENERGÉTICA

- **Baja resistencia al avance**



- **Arquitecturas y equipos de tren más eficientes**

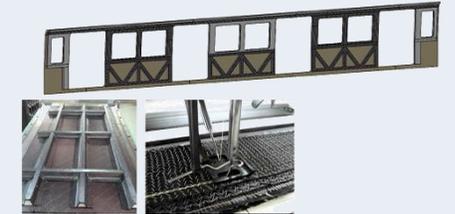
- ✓ **Electrónica de potencia SiC** (convertidores/inversores de tracción, convertidores DC/DC, fuentes de alimentación auxiliar, etc.)



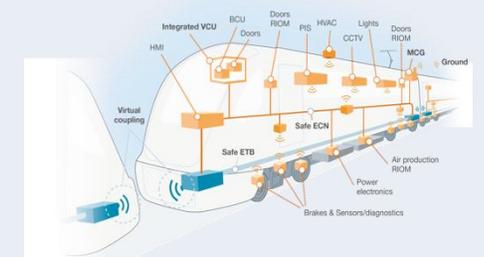
- ✓ Nuevos análisis de **composiciones químicas de baterías** y desarrollo **interno de módulos de batería**

VEHÍCULOS MÁS LIGEROS

- **Arquitecturas de vehículo más ligeras**
- **Soluciones estructurales más ligeras**



- **Equipos y subsistemas más ligeros**
- Tecnologías **inalámbricas** (menos cableado)



PILARES DE INNOVACIÓN GRUPO CAF

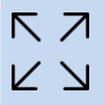


TENDENCIAS GLOBALES EN MOVILIDAD





LA AUTOMATIZACIÓN DEL FERROCARRIL ES UNO DE LOS FACTORES CLAVE

 Automatización del sistema ferroviario para que no se desperdicie capacidad y sea totalmente fiable, flexible y accesible

 Los trenes de pasajeros automatizados y la operación automatizada de las mercancías aportarán mayor previsibilidad y versatilidad

 La automatización de los ferrocarriles ha demostrado que reduce el consumo de energía y los costes generales de operación

Aumento de la capacidad y resiliencia del sistema sin grandes inversiones en infraestructuras

Una mejor gestión del tráfico que permite una mayor puntualidad y comodidad y una mayor flexibilidad para satisfacer la demanda en tiempo real

La automatización es una tendencia que afecta a todos los productos de CAF

AUTONOMOUS VEHICLES

AUTOMATIC VEHICLES



Movilidad Urbana

Autobús



Tranvía



Metro



Movilidad en Línea Principal

Tendencia Trencéntrica

Cercanías / Regional



Intercity / Alta Velocidad



Vehículo autónomo sin apoyo de la infraestructura.

- Basado en la percepción del entorno y la toma de decisiones dentro de los vehículos
- Basado en tecnologías desarrolladas en la industria del automóvil
- Funcionalidades autónomas crecientes



Vehículo automático basado en los sistemas de señalización.

- **CBTC** para el metro con niveles de automatización hasta GOA4
- **ERTMS y sistemas nacionales** para la línea principal con niveles de automatización GOA2

VIRTUAL COUPLING DEMO



<https://vimeo.com/291454771>



Desarrollado dentro del proyecto **CONNECTA** de Shift2Rail:

- **CAF lidera** el desarrollo de la tecnología para el TCMS del futuro incluyendo las **comunicaciones inalámbricas V2G y V2V**.
- Este desarrollo culmina con una **demonstración de acoplamiento virtual entre trenes** en INNOTRANS 2018 ⇒ "Connected Trams".

ATO OVER ETCS / ATB WITH NS

Los beneficios del ATO (Automatic Train Operation) son:

- **Puntualidad:** Ajusta la conducción para cumplir los tiempos de operación.
- **Eficiencia energética:** Optimización de la conducción para reducir el consumo respetando los horarios.
- **Confort de los pasajeros:** Ajustado para que la conducción automática sea altamente confortable, sin dejar de ser puntual, y energéticamente eficiente.
- **Aumento de la capacidad ferroviaria:** Reducción de los intervalos entre trenes y aumento de la velocidad media de conducción.



*El ATO probado en los trenes de NS (Holanda) permite realizar varias funciones de conducción mediante la aplicación de **Visión Artificial e Inteligencia Artificial: detección de obstáculos, acoplamiento automático, parada de precisión, identificación de señales de tráfico...***

3 MOVILIDAD AUTÓNOMA Y AUTOMÁTICA

TAURO SHIFT2RAIL PROJECT

El objetivo de alto nivel de TAURO **es identificar, analizar y finalmente proponer tecnologías de base adecuadas para el futuro transporte ferroviario automatizado y autónomo europeo**, que se desarrollarán, certificarán y desplegarán a través de las actividades previstas para la futura asociación europea Europe's Rail.

Start date: 1st December 2020

Duration: 30 months, until 31st May 2023

Partners: 16



Proyecto liderado por **CAF**

Objetivos principales:

- **Percepción del entorno exterior e interior** para la automatización
- **Conducción y comando a distancia**
- **Supervisión automática** del estado y diagnóstico de los trenes autónomos
- Tecnologías de apoyo a la **migración a ATO sobre ETCS**

AUTONOMOUS SHUNTING AND REMOTE DRIVING WITH NS

Desarrollo de un **demostrador en vía** para probar las siguientes funciones:

- **Operación remota manual**, GoA1.
- **Operación remota semiautomática**, GoA2 sobre ATB.
- **Operación autónoma** GoA4 hasta la estación de transferencia.

Para el desarrollo de estas funcionalidades se integran en el vehículo varios **sensores** (visuales, IR, Lidar, Radar, ...) y diferentes tipos de **algoritmos** (IA + computación visual clásica).



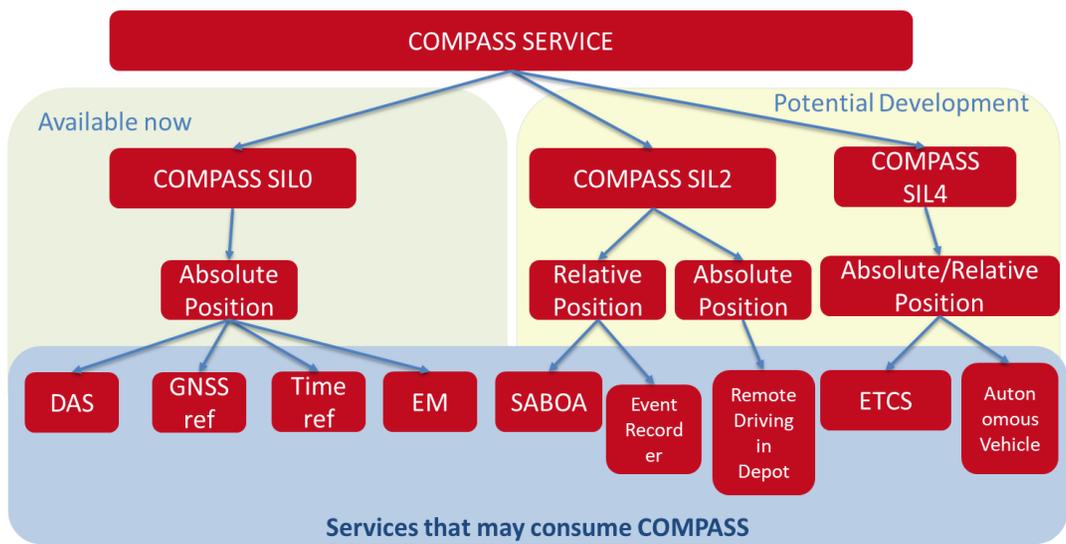
5

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO EMBARCADO (COMPASS)

¿Qué es COMPASS?

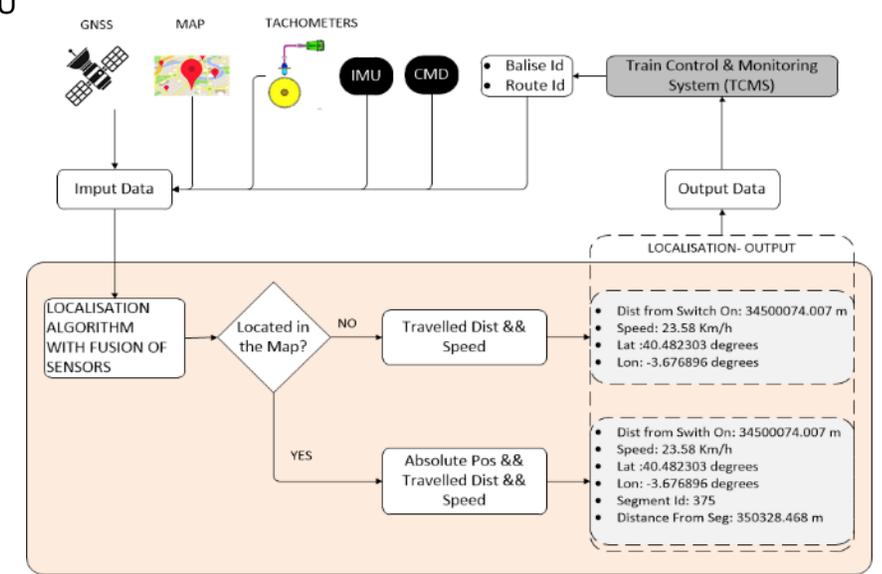
- El objetivo de COMPASS es convertirse en el **único sistema embarcado que proporciona la posición** del tren basándose en el input de **varios sensores**.
- Los desarrollos realizados hasta la fecha han sido soportados en programas de financiación europeos: NGTC, STARS, X2R2, X2R5 and CLUG.

Visión del desarrollo del Sistema COMPASS:



Actualmente disponemos de la solución COMPASS SIL0 (o Basic Integrity) que ya se ha instalado en varios proyectos.

- Aplicación configurable que proporciona la **posición absoluta y la velocidad relativa** con un nivel de seguridad **Basic Integrity**.
- El código de la aplicación está preparado para permitir el desarrollo de la **velocidad relativa** con un nivel de seguridad **SIL2**.
- Actualmente el sistema emplea los siguientes **sensores**:
 - Receptor GNSS integrado
 - Tacómetros
 - IMU



Continuar innovando en áreas clave para la movilidad como el vehículo autónomo y automático fortalece nuestra propuesta de valor

PRINCIPALES LÍNEAS DE ACTIVIDAD: Horizonte 2030

AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO
(TRANVÍA Y METRO/REGIONAL CBTC)

AUTOMATIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LA RED FERROVIARIA GENERAL
(ETCS, ATO, TMS)

DESARROLLOS TRANSVERSALES: HABILITADORES TECNOLÓGICOS
(Posicionamiento, Comunicaciones, Ciberseguridad, etc.)

HITOS A ALCANZAR

Tranvía autónomo

- Piloto de tranvía autónomo en entorno controlado (depósito) GoA4
- Solución URBOS GoA2+ en operación

CBTC

- Desarrollo de soluciones de Metro CBTC GoA3 y GoA4

ETCS y ATO

- Prueba de concepto movimiento autónomo en shunting NS
- Desarrollo del ETCS Nivel 3 Híbrido
- Desarrollo/evolución ETCS/ATO GoA4

TMS

- Funcionalidades integradas de planificación TMS-ATO para las necesidades del GoA4, y mejora de la eficiencia de la capacidad y el ahorro de energía
- Conexión en tiempo real de las redes e interfaces con multiactores con mejora de la gestión de las interrupciones, los algoritmos de regulación y adaptación a las circunstancias de mantenimiento y la información de la demanda dinámica

Comunicaciones

- Comunicaciones V2X
- Despliegue de FRMCS (basado en 5G)
- Ciberseguridad de las comunicaciones críticas

Posicionamiento seguro

- Compass SIL2 – SIL4

Tecnología vehículo autónomo

- Integración sistemas ADAS
- Sensores y Visión Artificial
- Percepción e Inteligencia Artificial



PILARES DE INNOVACIÓN GRUPO CAF



TENCENCIAS GLOBALES EN
MOVILIDAD



Competitividad es esencial para la sostenibilidad del negocio. La innovación debe contribuir mejorando la competitividad, en especial reduciendo el coste y los plazos de entrega.

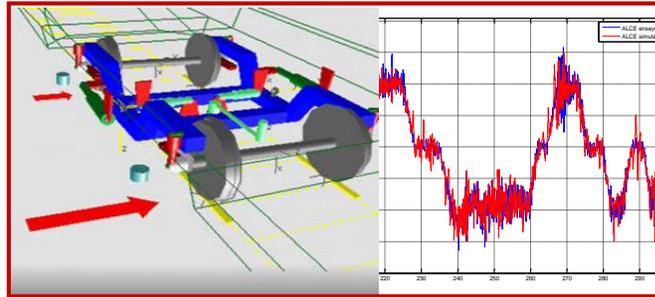
> La competitividad debe abordarse en todas las fases de la cadena de valor del producto y la innovación debe contribuir a todas ellas.

OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO



- Optimizar el dimensionamiento de los equipos del tren.

VALIDACIÓN & CERTIFICACIÓN



- Certificación virtual de la dinámica del tren.
- Validación virtual del ruido y vibraciones, EMC, confort térmico.
- Entornos de validación funcional.

MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN



- Predicción de la salud de los componentes.
- Estimación vida remanente de componentes.
- Optimización de la vida de ruedas.
- Optimización del consume de energía.

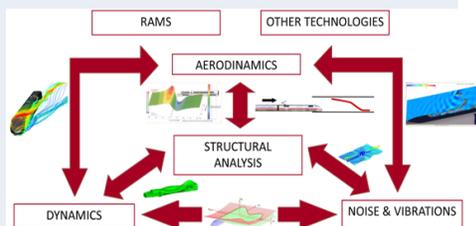
> Se basa en dos pilares fundamentales:

- La digitalización de los vehículos y la infraestructura, a través de la **plataforma LeadMind** permite obtener valor de los datos.
- Técnicas de análisis de datos avanzada, modelización, Digital Twin e Inteligencia Artificial.

COMPETITIVIDAD (REDUCIR COSTE Y PLAZOS DE ENTREGA)

OPTIMIZACIÓN DISEÑO DE TREN

- **Modelización y simulación avanzada** para optimizar las prestaciones

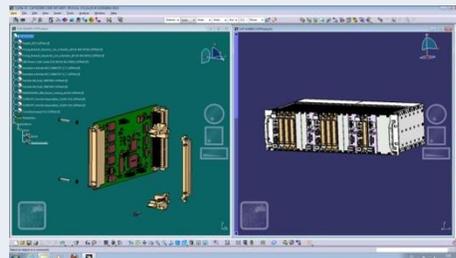
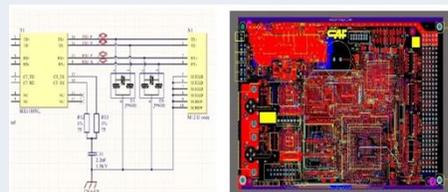


- **Ferrocarril digital:** análisis de datos para optimizar diseño



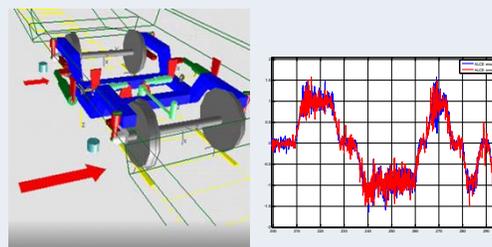
EVOLUTION OF TECHNOLOGIES

- **Control de tren seguro (TCMS):** integración de funciones de seguridad.
- Integración de electrónicas

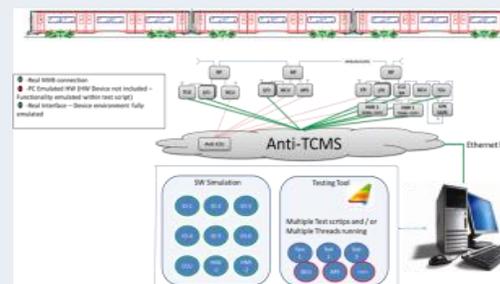


VALIDATION & CERTIFICATION

- **Validación y certificación virtual:** dinámica tren, Ruido y Vibraciones, EMC, etc.

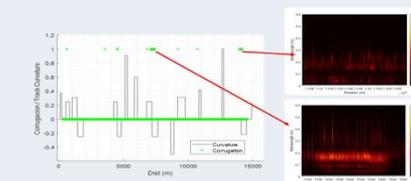


- **Entornos de validación funcional (Hardware-in-the-Loop)**

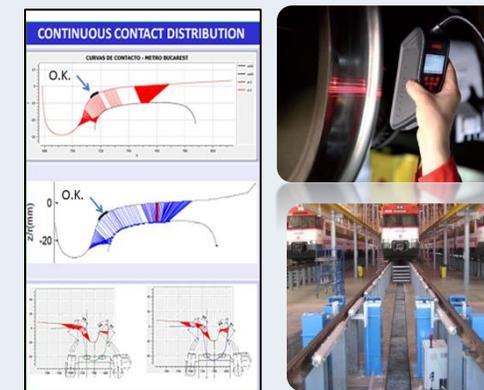


MAINTENANCE TECHNOLOGIES

- **Gemelos digitales** para mejor predicción del **estado de salud** de los componentes.
- Estimación de la **Vida Remanente** para CBM. Técnicas y herramientas.



- **Optimización vida de ruedas.** Técnicas avanzadas (Modelización avanzada, Machine Learning, etc.)



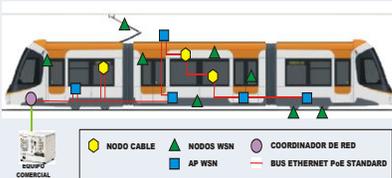
DIGITALIZATION (TRANSVERSAL)

SENSORES Y ADQUISICIÓN DE DATOS

- **Visión Artificial** y reconocimiento de imágenes



- Monitorización **bogie** para **CBM**

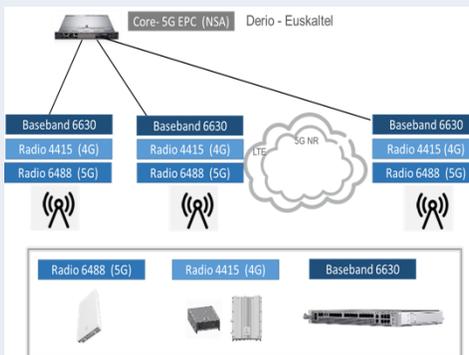


- Sensorización **wireless**



COMUNICACIONES Y CIBERSEGURIDAD

- **Tecnología 5G** para digitalizar el ferrocarril



- **Ciberseguridad** para el ferrocarril digital



BIG DATA & CLOUD COMPUTING

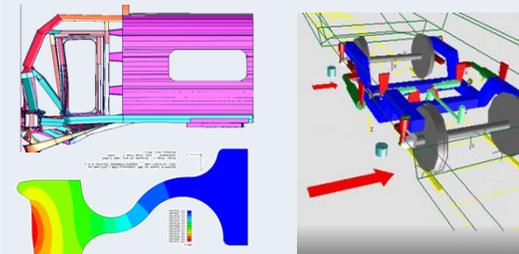
- Algoritmos avanzados de **Big Data** & aplicaciones **Cloud Computing**.



ADVANCED DATA ANALYTICS & AI

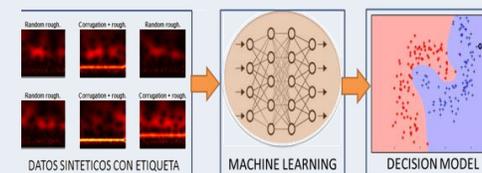
- Desarrollo de aplicaciones genéricas:

- Modelos físicos avanzados

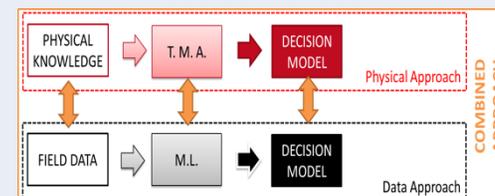


- Modelos estadísticos

- Machine Learning



- Modelos híbridos





MUCHAS GRACIAS

Your Way
TO FUTURE MOBILITY

www.caf.net
