

**GRUPO**



CONSTRUCCIONES Y AUXILIAR DE FERROCARRILES, S.A.

## Foro Movilidad Urbana Eléctrica

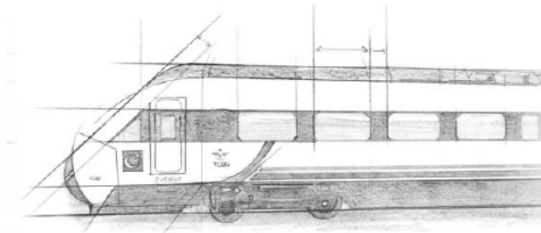
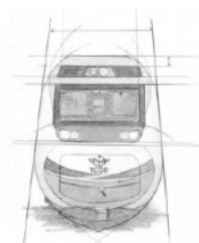
Kursaal 29 de Enero de 2016




### Índice de la presentación




1. Grupo CAF
2. Soluciones completas para el transporte urbano
  - i. Sistemas de alta capacidad
  - ii. Transporte ligero en superficie
3. Tracción eléctrica





## 1. Grupo CAF

---



## CAF, más de un siglo de éxitos y avances

Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles S. A. (CAF) es uno de los líderes internacionales en el diseño e implantación de **sistemas integrales de transporte**. Con una trayectoria de **más de 100 años**, CAF es un referente **internacional** de la industria ferroviaria por su avanzada tecnología, la calidad de sus productos, su cuidado servicio y atención al cliente.



CAF desde 1917



## Grupo CAF



**Grupo CAF** lo componen un conjunto de más de 40 empresas que, dedicadas principalmente al sector ferroviario ofrecen conjuntamente una **solución de transporte global**. Cuenta con empresas como:

- **CAF Signalling:** señalización y telemandos de energía
- **CAF Power & Automation:** diseño y fabricación de equipos de tracción eléctrica. Sistemas de información y comunicaciones.
- **CAF Transport Engineering:** ingeniería, electrificación e integración de sistemas.
- **CAF I+D:** investigación y desarrollo de productos ferroviarios y otras actividades.
- **CETEST:** gestión de pruebas y ensayos integrales
- **Lander:** sistemas de simulación
- **NEM:** sistemas de gestión de mantenimiento inteligente.
- **Railline:** Suministrador de repuestos OEM (Fabricante de Equipos Originales) y servicios logísticos para repuestos y/o componentes del vehículo.
- **Ennera:** sistemas de suministro de energías renovables
- **Geminys:** gestión documental integrada
- **Vectia:** soluciones de transporte urbano sostenible con su gama de autobuses híbridos y eléctricos



## Equipo: Nuestro mayor valor



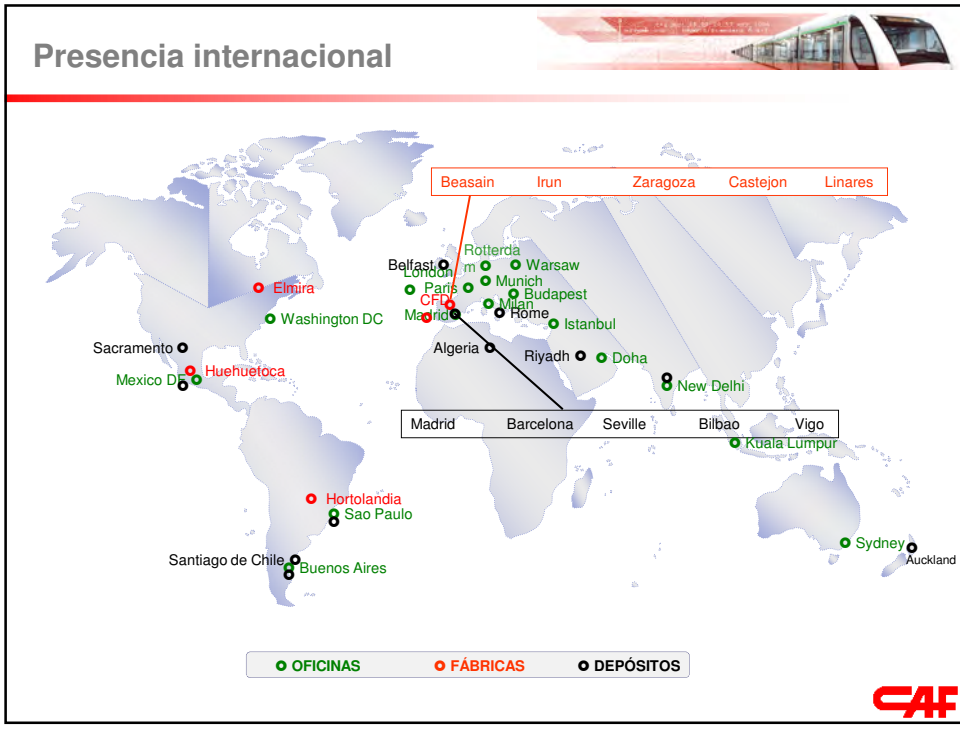
Nuestro **equipo**,  
la fuerza de CAF

Total empleados del Grupo CAF: 7.800\*

- CAF S.A.: 3.600 (CAPV: 2600)
- Filiales: 4.200



\*Promedio 2015



### Soluciones globales

CAF ofrece soluciones de transporte más **completas y globales**, que ayudan a los clientes a **simplificar costes y esfuerzos**, adecuándose a sus necesidades particulares.

TRANSPORT SYSTEMS

- MATERIAL RODANTE
- SERVICIOS DE INGENIERÍA
- SUBSISTEMAS
- SEÑALIZACIÓN
- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- OBRA CIVIL
- ELECTRIFICACIÓN
- FINANCIACIÓN


INTEGRACIÓN DE TODOS LOS SUBSISTEMAS

## Amplia gama de material rodante


<b>ALTA Y MUY ALTA VELOCIDAD</b>	Oaris (350 km/h)	
<b>TRENES REGIONALES Y DE CERCANÍAS</b>	Civity diésel/eléctrico (Civity UK, Civity XL & Civity Duo) Trenes basculantes (SIBI)	
<b>METROS</b>	Metros de rodadura férrea y neumática Metros sin conductor (GoA 4)	
<b>UNIDADES ARTICULADAS, TRANVÍAS Y TREN/TRAMS</b>	Urbos (LRV, 70, 100, AXL y TT)	
<b>LOCOMOTORAS</b>	Bitrac	

## Pedidos en cartera

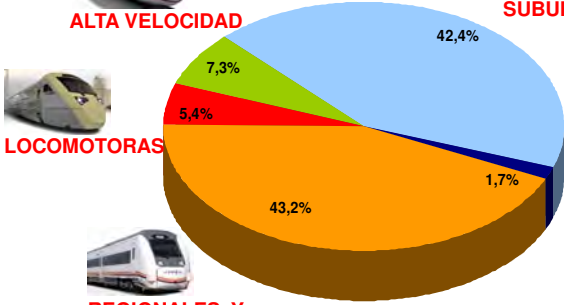
5.500 Millones de euros




**ALTA VELOCIDAD**




**METROS y SUBURBANOS**




Categoría	Porcentaje
METROS y SUBURBANOS	42,4%
REGIONALES Y CERCANIAS	43,2%
ALTA VELOCIDAD	7,3%
LOCOMOTORAS	5,4%
REPARACIONES Y COMPONENTES	1,7%




**LOCOMOTORAS**



**REPARACIONES Y COMPONENTES**



**REGIONALES Y CERCANIAS**



## Operaciones internacionales

A world map with a red background, showing international operations. The map is annotated with labels for 34 countries, each accompanied by a small image of a train. The countries listed are: Reino Unido, Suecia, Finlandia, Estonia, Irlanda, Noruega, Holanda, Bélgica, Estados Unidos, Francia, Alemania, Hungría, Portugal, Serbia, Rumanía, México, Venezuela, Argelia, Túnez, Turquía, Taiwán, Colombia, Chile, Argentina, Montenegro, Arabia, India, Brasil, Italia, Australia, and Nueva Zelanda. The CAFE logo is visible in the bottom right corner of the map area.

- > 34 PAISES
- > 87 PROYECTOS
- > 15.000 MILLONES €
- > Implantación industrial en USA, Francia, México y Brasil
- > 40 centros de mantenimiento en el mundo
- > Concesión por 30 años de un sistema integral de trenes de cercanías en México

## 2. Soluciones completas para el transporte urbano

This section is currently empty, with the CAFE logo positioned in the bottom right corner.

## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros

No hay dos ciudades iguales. Por ello, CAF cuenta con **soluciones de metro específicas para cada cliente e infraestructura, con referencias de rodadura de neumática y acero.**

CAF también dispone de una gama de metros totalmente automáticos, con vehículos que no requieren la instalación de una cabina de conducción ni personal a bordo durante su operación.

#### METROS

Metros convencionales

Metros neumáticos

Metros automáticos (GoA 4)



## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros

CAF actualmente cuenta con más de **70 proyectos** de metro alrededor del mundo que suman más de **5300 coches** de metro en **14 países** diferentes (Argelia, Bélgica, Brasil, Chile, China, Colombia, Finlandia, Italia, México, Rumanía, España, Turquía, Estados Unidos y Venezuela).



## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros de gran capacidad

#### **METRO CARACAS**

Modernización y actualización de la línea 1, suministro de unidades, talleres, construcción de obra civil, electrificación, señalización y comunicaciones.

CAF suministra 48 unidades de 7 módulos (**336 coches**) con capacidad de **2176 personas** (318 sentadas).

Se aumenta la frecuencia a **90 segundos** de intervalo entre trenes gracias al nuevo sistema de señalización CBTC (antes superior a 3 minutos) **aumentando la capacidad de pasajeros en un 30%**.



#### **METRO SAO PAULO**

CAF ha suministrado un total de **258 coches** para las líneas 1, 3 & 5 del metro de Sao Paulo desde 2010 a 2016. Cada unidad está compuesta por 6 coches motores.

Las unidades de la L1&3 tienen una capacidad de tren de **2046 personas** (264 sentadas) y las unidades de la L5, **1502 personas** (234 sentadas).

Las líneas 1, 2, 3 y 5 transportan aproximadamente **4,6 millones de pasajeros por día** (2014) y a una frecuencia de **102 segundos** en hora pico.



## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros de gran capacidad

#### **METRO WASHINGTON**

CAF suministró al operador de metro de la ciudad de Washington D.C. 96 trenes de 2 coches (192 coches) entre 2001 y 2004.

Las unidades tienen una capacidad por tren de **504 personas** (132 sentadas).

La red de metro de Washington cuenta con 6 líneas en una longitud de 171.1km y 86 estaciones. En 2015 se transportó **215 millones de pasajeros**. La frecuencia de trenes es de **6 minutos** en hora pico y de 12-20 en horas valle.



#### **METRO HONG KONG**

CAF suministró un total de **96 coches** para la línea que conecta Hong Kong con el aeropuerto. Se trata de una unidad de tren eléctrica para transporte rápido y de alto confort formada por 8 coches. La capacidad por tren es de **1221 personas** (444 sentadas).

Esta línea transporta más de **47.000 personas diariamente** en intervalos de **10 minutos**.





## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros de capacidad media

La ciudad de México de 25 millones de habitantes cuenta con una red de metro de 390 trenes ocupando el cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a viajeros transportados. Actualmente transporta 5.3 millones de viajeros al día.

#### METRO MEXICO LA & L12

De 2009 a 2012 CAF suministró un total de **291 coches** para las líneas A y 12 del Metro de México. Las unidades de LA tienen una capacidad por tren de 2221 pasajeros (318 sentados), y las de L12, 2234 pasajeros por tren (332 sentados).

La línea A cuenta con 17.2km y 10 estaciones y transporta unas **260.000 personas por día**.

La línea 12 cuenta con 20.3km y 20 estaciones y transporta unas **500.000 personas por día**.

La frecuencia de paso en ambas es de 2 a 3 minutos en horas pico y de 10 a 15 el resto del día.



#### METRO MEXICO NE-92 & NM-02

CAF ha suministrado un total de **288 coches** NE-92 y NM-02. Estas unidades son de **rodadura neumática**.

Las unidades NE-92 tienen una capacidad por tren de 1530 pasajeros (342 sentados), y las NM-02, 1460 pasajeros por tren (324 sentados).

Las unidades NE-92 operan en la línea 1 (18km) transportando unos **550.000 personas por día**, y las unidades NM-02 en la línea 2 (23.4km) transportando **600.000 personas por día**.



## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros de capacidad media

#### METRO BILBAO

CAF ha suministrado más de **200 coches** al Metro de Bilbao desde 1995 a 2011 (109 coches de la s/500, 52 coches de la s/550 y 45 coches de la s/600).

Las unidades s/500 y 550 tienen una capacidad por tren de 712 personas (144 sentadas), y las unidades s/600, 692 personas por tren (112 sentadas).

La red de 45km consta de las líneas 1 y 2 en forma de "Y". Es la tercera red de metro de España por número de pasajeros transportados (**87.4 millones de pasajeros al año**). La frecuencia en hora pico es de **3 minutos**.



#### METRO MADRID

Metro Madrid, con un total de 301 estaciones y 294km, es la segunda red de metro de la Unión Europea por kilómetros y la octava del mundo. Transporta unas **2 millones de personas al día** con una frecuencia de **3 minutos** en hora pico.

CAF ha suministrado la mayor parte del parque móvil del Metro de Madrid, que incluye las series 2000, 3000, 5000, 6000 y 8000, entregando **más de 1500 coches**

La capacidad por tren es de 286 personas (238 sentadas) en la s2000; 736 (136 sentadas) en la s3000m; 480 (84 sentadas) en la s3000b; 388 (52 sentadas) en la s6000; y 635 (78 sentadas) en la s8000.



#### METRO BRUSELAS

CAF ha suministrado un total de 126 coches para la Sociedad de Transportes Intercomunales de Bruselas (STIB) durante 2010-2012. Los trenes están compuestos de 6 coches con una capacidad por tren de 1276 personas (91 sentadas).

La red de metro transporta **364 millones de pasajeros anuales**. Las unidades operan en la línea 2 cuya frecuencia de trenes es de **5 minutos** en hora pico.



## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros de capacidad media

#### **MALLORCA**

CAF suministró en 2007 6 unidades de la s/3000 para el metro de Palma de Mallorca.

La capacidad por tren es de 302 personas (68 sentadas).

La red de metro cuenta con dos líneas con una longitud total de 15.5km. Es la sexta red en cuanto a número de pasajeros transportados (**1.2 millones en el año 2012**) por detrás del Metro de Sevilla. La frecuencia en horas pico es de **15 minutos**.



#### **METRO ROMA**

CAF ha suministrado al Metro de Roma **108 coches** (18 unidades) para las líneas B y B1 y anteriormente un total de **318 coches** para las líneas A, B y Roma-Lido, cuyos estándares de fiabilidad y disponibilidad son los más elevados del mercado. La capacidad por tren es de 1208 personas (216 sentadas).

La línea A (18.4km) transporta **450.000 pasajeros al día** con una frecuencia de **2 minutos** en hora pico. La línea B (18.1km) transporta unas **345.000 personas al día** a una frecuencia de **3 minutos** en hora pico.



#### **METRO SANTIAGO CHILE**

Suministro y 20 años de mantenimiento de 32 trenes de 9 coches (**288 coches**) para la línea 1 del Metro de Santiago de Chile cuyas entregas se produjeron durante 2009-2013.

Se trata de un metro de **rodadura neumática** con una capacidad por tren de 1270 pasajeros (224 sentados).

La línea 1 de 20.4km es la línea más transitada y transporta más de **1.2 millones de pasajeros por día** y a una frecuencia de **120 segundos** en hora pico.



## Sistemas de alta capacidad



### >> Metros de capacidad media

#### **EUSKOTREN S/900**

CAF ha suministrado 30 unidades (**120 coches**) a Euskotren para la línea Donostialdea del País Vasco.

Las unidades incorporan las tecnologías más avanzadas para facilitar el confort y seguridad de los usuarios. La capacidad por tren es de 256 personas (144 sentadas).

La línea consta de 21.4km y 19 estaciones y transporta unas 400.000 personas por año (435.242 viajeros en 2013). La frecuencia de trenes en hora pico es de 7 minutos.



#### **EUSKOTREN S/950**

CAF está suministrando 28 unidades (**84 coches**) a Euskotren para la línea 3 de Metro Bilbao (Etxebarri Norte - Lezama). La capacidad por tren es de 206 personas (94 sentadas).

La línea 3 tiene una longitud de 5.9km y contará con siete estaciones. La línea comenzará a operar a finales de 2016 y ofrecerá conexiones cada **7.5 minutos**.



## Transporte ligero urbano



### >> URBOS (Tranvías, tranvías sin catenaria) y eBRT

Hoy en día, los sistemas de transporte urbano eléctricos ligeros tienen cada vez más importancia en ciudades de todo el mundo, ya que representan una solución de movilidad que ayuda a reducir los problemas de congestión de tráfico en sus calles, ofreciendo a los usuarios un modo de transporte rápido, puntual y sostenible.

Grupo CAF cuenta con diversas soluciones de transporte urbano ligero según las necesidades del cliente.

- **URBOS:** tranvías, metros ligeros y tren/ tranvías
- **eBRT:** autobuses híbridos y eléctricos "Vectia"

- **Reduce congestión de tráfico**
- **Integración urbana**
- **Rapidez**
- **Confort**
- **Fiabilidad**
- **Medioambiente**



Los tranvías de CAF aportan a cada ciudad una identidad propia gracias a su **diseño de vanguardia** y su **flexibilidad**.



## Transporte ligero urbano: URBOS



### >> URBOS: Tranvías, metros ligeros y tren-tranvías



**Diseño modular y flexible:** distintos testeros, colores etc.

**Versátil y adaptable** a los diferentes flujos de viajeros.

**Configuración flexible:** composiciones de 3 a 9 coches, para adaptarse a la demanda de pasajeros de cada ciudad. El cliente también puede definir el número de puertas y su localización exacta en el lateral de cada coche.

**Anchura variable:** para anchos de caja de 2,300 mm, 2,400 mm o 2,650 mm.

**Interiorismo personalizado:** muchos de los elementos del tranvía son configurables según las preferencias de cada cliente: modelos y colores de asientos.

**Módulo polivalente:** permiten instalar zonas de asientos con disposición longitudinal o transversal, espacios para PMR, carritos de coche o bicicletas, módulos maleteros o zonas con asientos trasportines.

**Tranvías de conducción unidireccional o bidireccional** en función de la infraestructura de cada operador.

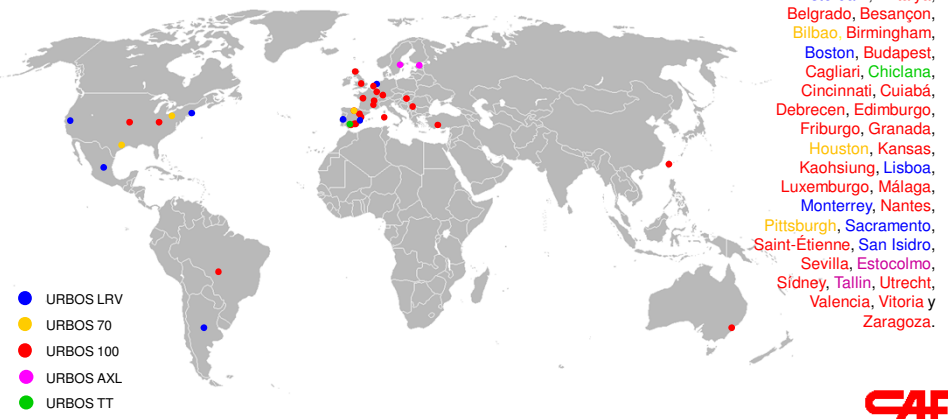


## Transporte ligero urbano: URBOS



### >> Referencias Tranvías

CAF actualmente cuenta con más de **40 proyectos** de metro alrededor del mundo que suman más de **3120 coches** de tranvía en **20 países** diferentes (Argentina, Australia, Brasil, Estonia, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Luxemburgo, México, Holanda, Portugal, Serbia, España, Suecia, Taiwán, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos y Venezuela) en **36 ciudades**.



## Transporte ligero urbano: URBOS



### >> Referencias Tranvías

#### TRANVÍA BILBAO

Bilbao inauguró en 2002 su primera línea de tranvías para la cual CAF suministró **8 tranvías**.

Se trata de un tranvía de 3 módulos de 70% piso bajo para vía métrica y con una capacidad por tren de 196 personas (52 sentadas). Este tranvía fue el primer Urbos 70 diseñado por CAF.

La red tranviaria de Bilbao está formada por la línea A de 5.6km y 14 estaciones. La frecuencia de paso es de **10 a 15 minutos**. El tranvía transporta unos **2.9 millones de pasajeros anuales**; **7.000 al día**.



#### TRANVÍA VITORIA/GASTEIZ

Vitoria inauguró en 2008 su primera línea tranviaria para la cual CAF suministró 11 tranvías (55 coches) entre 2008 y 2009. Las unidades son 100% piso bajo de 5 módulos para vía métrica y una capacidad por tren de 221 personas (40 sentadas).

La red de 12.8km consta de 2 líneas y 20 estaciones. La frecuencia es de 15 minutos en los ramales Ibaiondo y Abetxuko y de 7.5 minutos en el ramal común. Las unidades circulan en ambas líneas. **7.6 millones de personas** viajaron en 2015; **22.000 al día**.



#### TRANVÍA EDIMBURGO

De 2012 a 2014 CAF suministró a TIE 27 unidades de tranvías de 7 módulos (**189 coches**) para el nuevo sistema de tranvías de la ciudad escocesa de Edimburgo.

Cada tren tiene una capacidad de 411 personas (78 sentadas).

Las unidades conectan el aeropuerto con la terminal de pasajeros del Puerto, vía el centro de la ciudad. La línea de 18.5km consta de 23 estaciones. En 2015 transportó **3.6 millones de personas**.



## Transporte ligero urbano: **URBOS**

### >> Referencias Tranvías

#### **TRANVÍA SYDNEY**

Se trata del primer contrato de CAF en Australia, que incluye el suministro de 12 tranvías nuevos y su mantenimiento.

Las unidades son Urbos 100 de 5 módulos y con una capacidad de **338 personas** (74 sentadas).

Las unidades circulan por la línea L1 Dulwich Hill Line, que une la zona residencial con el centro de la ciudad. La línea cuenta con 12.8km y 23 estaciones. La frecuencia de paso es de **10 a 15 minutos**. En 2015 el tranvía transportó **6.1 millones de personas**.



#### **TRANVÍA HOUSTON**

Suministro y mantenimiento de 39 tranvías (**117 coches**) para la ciudad de Houston. Se trata de un tranvía Urbos 70% piso bajo, de 3 módulos y una capacidad de **242 personas** (64 sentadas).

La red tranviaria de Houston de 36.5km consta de 3 líneas y 1 en construcción, con 37 estaciones y otras 2 más en construcción. La frecuencia entre trenes es de **6-20 minutos**. El número de usuarios promedio anual es de **11.3 millones de personas**. Las unidades de CAF circulan en la Purple Line, aunque circularán también en otras.



#### **TRANVÍA NANTES**

CAF ha suministrado 12 tranvías a Nantes entre 2012 y 2013. Los tranvías son 100% piso bajo, de 5 módulos y con una capacidad de **405 personas** (60 sentadas).

La red tranviaria de Nantes de 44.3km consta de 3 líneas y 83 estaciones. 69,200 millones de personas viajaron en el 2012.

Las unidades de CAF circulan en la línea 1 con una frecuencia de 3 minutos en hora pico. La línea 1 es de 17.6km y tiene 34 estaciones. **28.7 millones de personas viajaron en el 2011**.



## Transporte ligero urbano: **URBOS**

### >> **TRANVÍAS SIN CATENARIA**

Respaldata por una amplia experiencia en el diseño y suministro de soluciones urbanas, CAF cuenta con un innovador concepto de movilidad denominado **ACR** que permite la circulación de vehículos ligeros sin catenaria.



## Transporte ligero urbano: URBOS

### >> TRANVÍAS SIN CATENARIA



#### Las características principales son:

- Permite a los vehículos circular en tramos sin catenaria.
- Reducción de la contaminación visual.
- Reducción de la inversión en infraestructura.
- Hasta 1400 metros en modo de operación sin catenaria.
- Ahorro energético aproximado 30%.

#### Los principales beneficios son:

- Ahorro en los costes de explotación y mantenimiento.
- Eliminación de la catenaria en tramos de vía, reduciendo la contaminación visual en los centros urbanos.
- Sistema no propietario, aplicable a cualquier fabricante e infraestructura nueva o ya existente.



## Transporte ligero urbano: URBOS

### >> Referencias Tranvías sin catenaria

CAF actualmente cuenta con 5 **proyectos** de tranvías sin catenaria que suman más de **380 coches** de tranvía en **3 países** diferentes (España, Taiwán y Luxemburgo) en **5 ciudades** (Sevilla, Zaragoza, Granada, Kaohsiung y Luxemburgo).



\* ACR Evodrive



## Transporte ligero urbano: **URBOS**



### >> Referencias Tranvías sin catenaria

#### TRANVÍA SEVILLA TUSSAM

Se trata del primer proyecto de CAF de tranvías sin catenaria. En 2011 y siendo precedente mundial en esta tecnología, CAF suministró a Sevilla 5 tranvías dotados del sistema sin catenaria ACR. Su diseño persigue la plena integración arquitectónica del transporte urbano con el entorno de la ciudad de Sevilla.

Las unidades son de 5 módulos, 100% piso bajo y tienen una capacidad por tren de **279 personas** (54 sentadas).

La línea es de 2.2km y 5 estaciones. La frecuencia es de **7 minutos**. En 2015 viajaron **4.1 millones de personas**; **10.000 al día**.



#### TRANVÍA ZARAGOZA

CAF suministró entre 2011 y 2013 21 tranvías a Zaragoza. Las unidades son de 5 módulos, 100% piso bajo y una capacidad de **338 personas** (74 sentadas).

La red tranviaria de Zaragoza cuenta con 1 línea de 12.8km y 25 estaciones, y una frecuencia de paso de entre 5 y 10 minutos. En 2015 se transportaron unos **28 millones de pasajeros**; **78.000 al día**.

Este proyecto ha ganado un total de 12 premios, entre ellos el *Premio Semana Española de la Movilidad Sostenible* y el *Premio de la UITP al Mejor Proyecto de Integración Urbana*.



#### TRANVÍA KAOHSIUNG

Construcción de la primera fase de la línea circular del tren ligero de Kaohsiung, Taiwán. Proyecto llave en mano adjudicado al consorcio CAF y Evergreen Construction Corp. Es el primer sistema de tren ligero del mundo en una ruta totalmente sin catenaria. CAF se encarga del suministro de 9 tranvías, la señalización, la electrificación, ticketing y la integración de los subsistemas.

Los tranvías son Urbos 100 de 5 módulos y capacidad por tren de **250 personas** (64 sentadas).

La línea en construcción tendrá 22.1km y 36 estaciones.



## Transporte ligero urbano: **eBRT**

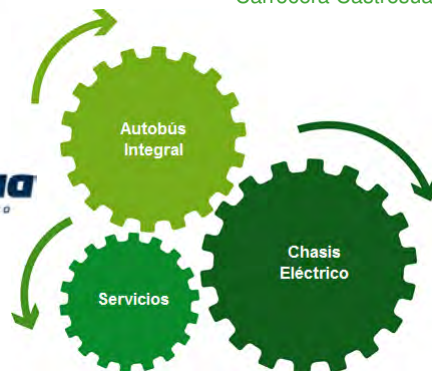


Vectia nace para ofrecer soluciones globales para un transporte urbano más sostenible

Surge de la iniciativa de sus dos socios: Carrocera Castrosua y CAF.



Líder nacional en autobuses urbanos



Nace una nueva marca con más de 60 años de experiencia en el transporte



## Transporte ligero urbano: eBRT



### >> eBRT

El concepto BRT está basado en autobuses pero no es comparable a un autobús convencional.  
Es un "SISTEMA" de transporte específico que utiliza autobuses articulados con capacidades de entorno a 150/200 pasajeros y 18 a 24 metros de longitud.

### Sistema e-BRT



### BRT (Bus Rapid Transit): Conceptos clave

1. Plataforma de Conducción Reservada
2. Alta Frecuencia y mayor Velocidad Comercial Media
3. Alta capacidad, Configuración Interior Específica y Puertas Deslizantes.
4. Estaciones "tipo tranvía"
5. Sistemas de Regulación de Tráfico y Sistemas de Información al Pasajero
6. Sistemas de Peaje en Estación y Cancelación Embarcados.
7. Tecnologías Propulsión: Resuelta con diesel actualmente; tendencia a híbridos y 100% eléctricos

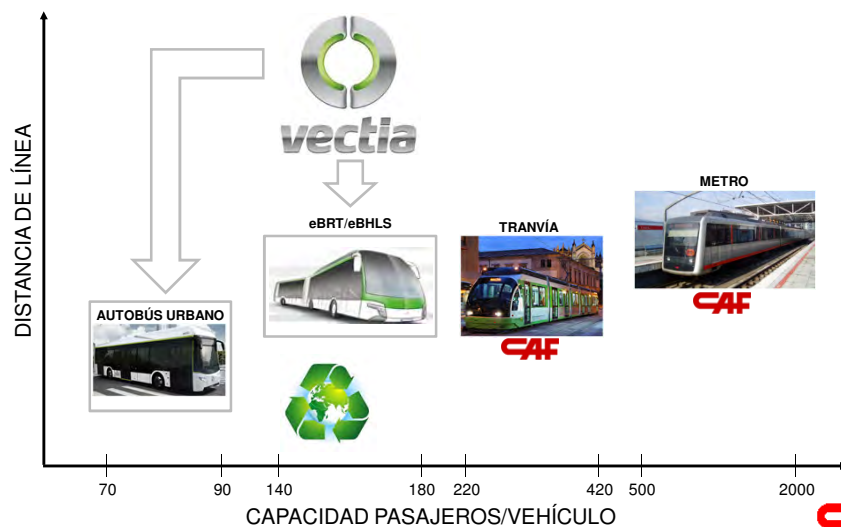
Sistema parecido al tranviario



## Transporte ligero urbano: eBRT



### VEHÍCULOS TRANSPORTE URBANO COLECTIVO





## Transporte ligero urbano: eBRT



>> Proyecto eBRT/eBHLS  
NUSUR – Etorgai 2014



ETORGAI 2014

Proyectos Integrados  
de Investigación Industrial  
MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO



NUEVA SOLUCIÓN DE TRANSPORTE URBANO  
PARA CIUDADES SOSTENIBLES  
CONSTRUCCIONES Y AUXILIAR DE  
FERROCARRILES, S.A.

NUSUR



## 3. Tracción eléctrica



## Ferrocarril: seguridad, capacidad y eficiencia

>> Beneficios del ferrocarril

**1.- Capacidad**  
**2.- Eficiencia energética**  
**3.- Seguridad**

**CAF**

## Eficiencia

>> FACTORES QUE AFECTAN A LA EFICIENCIA

- Contacto rueda carril
- Tracción eléctrica
- Regeneración
- Conducción eficiente

**Energía (kWh)**

**Separación entre paradas (km)**

**Energía primaria (kWh/plaza km)**

■ FABRICACION VEHICULO ■ TRANSFORMACION ENERGETICA ■ CONSUMO DEL VEHICULO

Modo de transporte	Energía primaria (kWh/plaza km)
Coches urbanos (5 pl)	0.272
Coches interurbanos (5 pl)	0.166
Coches Medios (5 pl)	0.132
Bus urbano (75 pl)	0.078
Trolebús (70 pl)	0.068
Tranvía (188 pl)	0.041
Bus interurbano (55 pl)	0.083
Tren diesel ligero (200 pl)	0.058
Tren diesel pesado (275 pl)	0.063
Tren eléctrico Cercanías 100 (600 pl)	0.022
Tren Alta Velocidad (300 pl)	0.073
Adapt (180 pl)	0.445

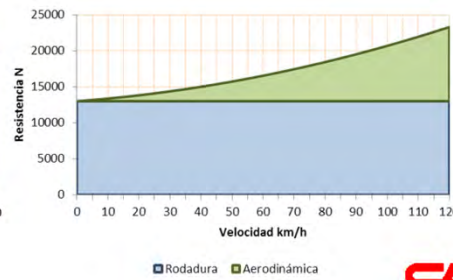
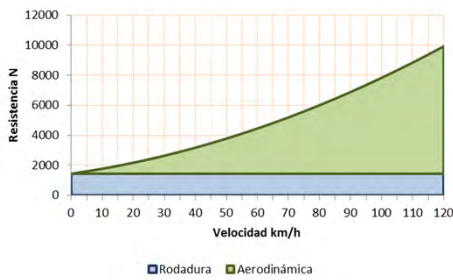
**CAF**

## Contacto rueda carril



### >> BENEFICIOS DEL CONTACTO RUEDA CARRIL

- Baja resistencia al avance
- Autoguiado



## Tracción eléctrica



### >> BENEFICIOS DE LA TRACCIÓN ELÉCTRICA

- Mayor eficiencia
- Capacidad de regeneración
- Capacidad de almacenamiento
- Menos emisiones
- Menor coste de mantenimiento
- Mayor fiabilidad
- Menor peso
- Autonomía



## Tracción eléctrica



### >> EFICIENCIA



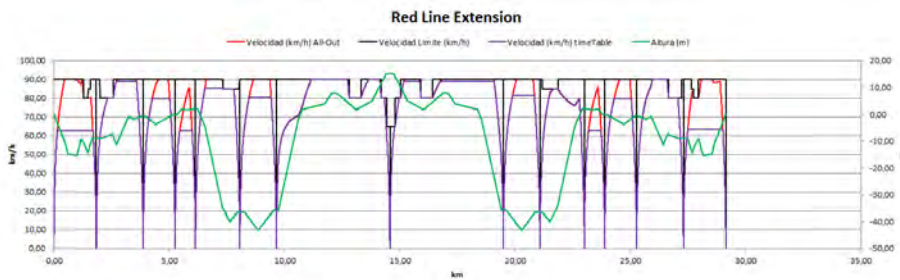
## Regeneración



### >> CAPACIDAD DE REGENERACIÓN

Formas de garantizar la regeneración:

- Catenarias de corriente alterna
- Catenarias de corriente continua con subestaciones reversibles
- Acumulación de energía embarcada



	Red Line Extension, All - OUT						Red Line Extension, TimeTable					
	Punto kilométrico / Long. inter estación (km)	TIEMPO OBJETIVO (Segs)	Tiempo (seg)	Margen (segs)	Energía catenaria (kWh)	Energía catenaria+ (kWh)	Energía catenaria- (kWh)	Tiempo (seg)	Margen (segs)	Energía catenaria (kWh)	Energía catenaria+ (kWh)	Energía catenaria- (kWh)
TOTALES	29,142 km	27,250 mins	31,017 mins	1,150	202,673	455,025	-252,352	32,194 mins	-0,027	194,596	409,125	-214,529
					kWh					kWh		



## Acumulación de energía



### >> LOS INICIOS

- Demanda de unos sistemas cada vez menos contaminantes y con mayor eficiencia energética.

- Aumento de la preocupación sobre el impacto visual de la catenaria en los centros históricos.

**Sistemas de almacenamiento de energía en la infraestructura**

**Subestaciones reversibles**

**Soluciones de "tercer carril"**



## Acumulación de energía

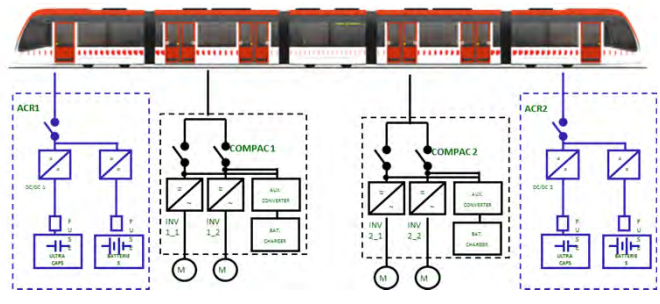


### >> LAS TECNOLOGÍAS

**Alta energía**  
**Alta potencia**

Características

	Coste de ciclo de vida	Densidad de energía	Potencia	Carga rápida	Disponibilidad	Seguridad	Madurez
Pila de combustible (hidrógeno)	Baja	Alta	Media	Sí	Media	Baja	Baja
Baterías	Media	Alta	Baja	No	Alta	Alta	Alta
Volante de inercia	Media	Baja	Alta	Sí	Media	Media	Alta
Supercondensadores	Media	Media	Alta	Sí	Alta	Alta	Alta



## Transporte ligero urbano: URBOS

### >> LOS PRODUCTOS



Greentech es una ambiciosa iniciativa desarrollada por CAF Power & Automation destinada a ofrecer una gama de productos más eficientes y respetuosos con el entorno y el medio ambiente. Las principales ventajas de este sistema son la **optimización del consumo de energía** y la **reducción del impacto visual** del tranvía en el centro urbano, gracias a la eliminación de la catenaria.



## Acumulación de energía

### >> Sistemas de carga

Los sistemas de carga tranviarios no están estandarizados y dependen de la operación.

CAF cuenta con:

- Sistemas de carga rápida (20 s) superior
- Sistema de carga rápida (20 s) inferior
- Carga lenta mediante catenaria



Tranvía de Kaohsiung (Taiwán)



Tranvía de Zaragoza



## Retos

### >> EQUIPOS DE TRACCIÓN MÁS EFICIENTES

IGBTs de Carburo de Silicio

### >> SISTEMAS DE ACUMULACIÓN

- Seguimiento de las tecnologías, mejoras en: potencia , energía, vida. Colaboraciones
- Ensayos y prototipos. Colaboraciones



- Sistemas de carga: Optimización de carga inferior, carga por inducción

### >> GESTIÓN DE LA ENERGÍA

- Tracción
- Auxiliares

**ESKERRIK ASKO!**

*Para más información, pueden visitar nuestra página web:*  
[www.caf.net](http://www.caf.net)