



# Tranvías en España

Desde que en la primavera de 1994 la ciudad valenciana inaugurara su primera línea de tranvía moderno, éstos y los metros ligeros han registrado en España un continuo crecimiento que ha llevado las vías tranviarias a Alicante [1999], Bilbao [2002], Barcelona [2004], Vélez-Málaga [2006], Santa Cruz de Tenerife, Madrid, Parla, Murcia y Sevilla [2007] y Vitoria [2008].

En los próximos años los vehículos tranviarios circularán también por Granada, Jaén, Málaga, Alcalá de Guadaíra, Dos Hermanas, San Fernando, Palma de Mallorca, Lejona, en Vizcaya, y Zaragoza. Proyectos que en distinto grado de maduración culminarán entre 2011 y 2013.

Además, otras ciudades españolas se han planteado la posibilidad de equiparse con este tipo de infraestructuras de transporte. Cartagena, Almería, Jerez de la Frontera, Castellón, Tarragona, Gijón, León, Vigo, Salamanca, Toledo y Córdoba, entre otras podrían añadirse e a medio plazo a la ya nutrida lista de ciudades con sistemas de tranviarios de metros ligeros.

Esta expansión del modo de transporte ferroviario urbano más versátil es uno de los argumentos de la décima conferencia de tranvía y trenes ligeros de la UITP que se celebra en Madrid del 18 al 20 de octubre bajo el lema "Buenos para la gente, buenos para las ciudades", organizados con la colaboración.

Una sesión sobre el boom español de este tipo de sistemas, centrado en el caso de Madrid, abre el telón de tres días de jornadas técnicas, mesas y conferencias que analizarán experiencias sobre infraestructuras, material rodante, sistemas, explotación e integración urbana de este modo, con participación de especialistas europeos y americanos.

En España, en los casi doscientos kilómetros de líneas en explotación, circulan trenes de Alstom, Bombardier, CAF, Siemens y Vossloh. Un completo catálogo de vehículos tranviarios cuyas características técnicas y prestaciones de todo tipo se detallan en este dossier, a modo de libro de parque de material rodante conjunto de los tranvías en España.



Serie 3800.

Serie 4200.

## Tranvía de Valencia

La red de tranvías de Valencia que explota Ferrocarriles de la Generalitat Valenciana (FGV), tiene una longitud de 20,723 kilómetros y cuenta con un total de 43 paradas, situadas a una distancia media de unos 500 metros.

La línea general, denominada T-4 (Doctor Luch – Mas del Rosari), tiene 31 paradas y otras dos sus ramales septentrionales de Fira Valencia y Lloma Llarga-Terramelar. La línea meridional, (T-5), que comienza en la estación subterránea de Maritim-Serrería y finaliza en Grau tiene cuatro paradas y seis las dos secciones de la línea T-6, denominada Línea Orbital, que cubre el trayecto entre las estaciones de Tossal del Rei y Maritim-Serrería a través de un recorrido de 9,2 kilómetros, en su mayoría compartidos con la T-4 y la T-5.

El tranvía de Valencia dispone de ancho de vía métrico, unificado con la red de FGV, que proviene de los antiguos Ferrocarriles de Vía Estrecha. El sistema de vía en placa está compuesto por carriles tipo tranvía del modelo Ri60 de 60,84 kg/m soldados en barra larga soldada (BLS).

La totalidad de la línea es de doble vía con trazado reservado, aunque posee dos tramos de vía única.

La línea ha sido electrificada a 750 V en corriente continua y los tranvías se alimentan a través de línea aérea de tipo tranviario, con suspensión sencilla y sustentada mediante ménsulas y pórticos de parafil a una altura mínima de cinco metros por un total de 714 postes metálicos de sección octogonal troncocónica y cilíndrica que se encuentran situados tanto en la intervía como en los laterales.

La señalización del tranvía de Valencia es de tipo ferroviario, con enclavamientos en la línea y uno para las vías de la

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SERIE 3800

Número de unidades	25 (nº 3801 – 3825)
Tipo de vehículo	Unidireccional articulado de piso bajo parcial
Número de ejes	6
Tensión	750V
Potencia	432 KW
Tracción	Eléctrica
Número de motores	4 asíncronos trifásicos de 108 Kw cada uno
Longitud	23,78m
Anchura	2,40 m
Altura	3,20 m
Peso	29,7 t
Velocidad máxima	65 km/h
Capacidad	153 viajeros (58 plazas sentadas)
Accesos	4 puertas dobles lado derecho
Composiciones múltiples	Sí. Enganche automático tipo Schafenberg
Freno	4 sistemas: eléctrico, electromagnético, hidráulico y mecánico
Fabricante	Siemens

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SERIE 4200

Número de unidades	19 en Valencia; 11 en Alicante
Tipo de vehículo	Articulado M6E con piso bajo integral
Tensión	750V
Potencia	420 Kw
Tracción	Eléctrica
Número de motores	4 asíncronos trifásicos de 105 Kw cada uno
Longitud	32,37m
Anchura	2,40 m
Altura	3,20 m
Peso	42 t
Velocidad máxima	70 km/h
Capacidad	200 viajeros (48 plazas sentadas)
Accesos	6 puertas, (Cuatro dobles y dos sencillas)
Composiciones múltiples	Sí. Enganche automático tipo Schafenberg
Freno	3 sistemas: eléctrico con recuperación de energía, electromagnético y mecánico
Cabina de conducción	2. Instaladas en los módulos extremos
Fabricante	Bombardier

cochera, y dispone de un Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE). Las comunicaciones se realizan mediante telefonía móvil sistema GPRS. Toda la explotación se supervisa en el Puesto de Mando de la red de FGV situado en la estación de Valencia Sur y aquí denominado Puesto Central de Control.

FGV dispone para el tranvía de Valencia de 44 unidades de tranvía, 25 de la serie 3800 y 19 de la serie 4200.

La 3800 es la serie de tranvía más veterana, incorporada a la red valenciana desde el año 1994 en el que FGV reintrodujo el tranvía en España como metro de superficie. Veinticinco

unidades de esta serie, fabricadas por Siemens, dan servicio a las líneas T-4 y T-6.

Metrovalencia cuenta también con diecinueve tranvías articulados con piso bajo integral del modelo Flexity Outlook y construidos por Bombardier entre los años 2006 y 2007. Se incorporaron al servicio a partir de 2007 en las líneas T-4 y T-6 del tranvía valenciano y también en la prolongación de la línea T-5.

En la red TRAM del tranvía de Alicante circulan once tranvías de esta misma serie.

En ambos casos se trata de tranvías modernos de piso bajo dotados de un avanzado equipamiento. Disponen de rampas manuales automáticas en todas las puertas dobles para facilitar el acceso a la unidad a personas con movilidad reducida en sillas de ruedas.

## Tranvía de Alicante

La red tranviaria alicantina, en servicio en su versión moderna desde el año 1999, cuenta en la actualidad con 52,420 kilómetros de longitud y un total de 44 paradas, cuatro subterráneas (Estación Adif [en construcción], Luceros, Mercado y MARQ, ésta última de carácter singular ya que dispone de una sección al aire libre) y 40 exteriores.

Dispone de tres líneas (1, 3 y 4). La línea 1 es suburbana y hace el recorrido Luceros-Benidorm con el sistema tren-tranvía. La línea 3 es un servicio corto de la línea 1 y hace el recorrido Luceros-El Campello-Venta Lanuza. Por su parte, la línea 4 y su ramal línea 4 I hacen el trayecto Luceros-Plaza de La Coruña y Puerta del Mar-Sangueta.

El tramo Benidorm-Denia



Serie 4100.

se ha integrado como línea 9 si bien mantiene la explotación ferroviaria tradicional con automotores diesel.

Como toda la red de FGV, el sistema tranviario de Alicante ha sido construido con un ancho de vía de 1.000 mm. Pero su condición doble de servicio, urbano y de tren-tram, ha determinado que en la línea coexistan tramos con características tranviarias junto a otros de carácter ferroviario.

La línea está electrificada a 750 V en corriente continua y los vehículos se alimentan a través de una línea aérea situada a una altura mínima de 5,30 metros, aunque con distintas tipologías, según sea de tramo urbano o suburbano.

La señalización es del tipo ferroviario en los tramos suburbanos y del tipo tranviario en los tramos urbanos, mediante bloqueo automático y sistemas ATP (Automatic Train Protection) y SAE. Las comunicaciones se realizan mediante un sistema de radiotelefonía digital Tetra, telefonía móvil, telefonía clásica y una red de fibra óptica. La explotación se supervisa desde el Puesto Central de Control (PCC) situado en la estación de La Marina.

Actualmente el parque móvil del Tranvía de Alicante está formado por once unidades de la serie 4200, el mismo modelo Flexity Outlook fabricado por Bombardier que se utiliza en el tranvía de Valencia y con las características técnicas que se ya se han especificado para éste

En los servicios interurbanos operan nueve tranvías articulados, del tipo tren-tram y con piso bajo parcial de la serie 4100, que fueron suministrados por Vossloh entre los años 2006 y 2007.

La serie 4100 de tren-tram fue la primera de tranvía moderno que circuló en España. Son vehículos de utilización mixta, capaces de dar servicio de carácter tranviario en ámbitos urbanos y como ferrocarril convencional en trayectos interurbanos. Pueden alcanzar velocidades punta superiores a las de las unidades convencionales de metro.

Fueron incorporadas al parque del TRAM alicantino a partir del año 2007 y dan servicio a las líneas 3 y 4.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SERIE 4100 (TREN-TRAM)

Número de unidades	9
Tipo de vehículo	Tren-Tram con piso bajo parcial (350mm). Articulado
Composición tren	3 coches articulados
Número de ejes	8 ejes con tres módulos
Tensión	750V
Potencia	840 kw
Tracción	Eléctrica
Número de motores	6 motores asíncronos trifásicos (Alstom)
Longitud	37 m
Anchura	2,55 m
Altura	3,48 m
Altura de acceso sobre raíl	360 mm
Porcentaje de acceso bajo (coches extremos)	60 %
Peso coche vacío	55,5 t
Peso coche cargado	69t
Carga máxima por eje (8 pasajeros/m <sup>2</sup> )	10t
Velocidad máxima	100 km/h
Capacidad	309 pasajeros (98 asientos)
Composiciones múltiples	2
Freno	De servicio eléctrico: regenerativo. De urgencia electro-hidráulico. Electromagnético.
Fabricante	Vossloh



## Tranvía de Bilbao

El 27 de mayo de 1999 se iniciaron oficialmente las obras de la conocida como Línea A, para inaugurar el primer tramo, Atxuri-Uribitarte, con seis paradas, el 18 de diciembre de 2002. El 30 de abril de 2003 se amplía con la parada Guggenheim. El 24 de julio de 2003 entran en funcionamiento cuatro paradas más, las correspondientes al tramo Guggenheim - San Mamés. Finalmente, en el año 2004, la línea se amplía con la parada Basurto y de este modo se completaba el trazado de la Línea A.

En la actualidad, el tranvía de Bilbao cuenta con un trazado de 4.870 metros y doce paradas: Atxuri, Ribera, Arriaga, Abando, Pio Baroja, Uribitarte, Guggenheim, Abandoibarra, Euskalduna, Sabino Arana, San Mamés y Basurto. Inaugurado el 18 de diciembre de 2002, el servicio de Euskotran en la capital vizcaína es utilizado por tres millones de personas al año. El pasado mes de julio comenzaron las obras de ampliación del tranvía de Bilbao en el tramo Basurto-La Casilla, un nuevo tramo de setecientos metros, que contará con dos paradas.

El parque de material rodante del tranvía de Bilbao, en su diseño exterior se caracteriza por el color verde manzana, está formado por ocho unidades, construidas por CAF, vehículos bidireccionales de vía métrica formados por tres cajas articuladas que descansan sobre bogies.

Corresponden al modelo Urbos I, pero en dos versiones diferentes: las primeras siete unidades (n° 401-407) tienen

una cabina de conducción en cada extremo y con dos bogies motores, en los coches cabina, y uno portante en el módulo intermedio, mientras que en el tranvía n° 408 los motores están ubicados en uno de los bogies extremos y en el bogie central.

Cada uno de los coches cabina cuenta con dos puertas de accionamiento eléctrico y con aviso luminoso y acústico de cierre, por costado mientras que el módulo intermedio sólo es accesible desde el interior e incorpora el pantógrafo.

El tranvía es de piso bajo, 300 mm en las zonas de acceso desde el exterior y 350 en el 74 por ciento de su superficie, mientras que las zonas de bogies la altura del piso asciende a 560 mm.

Las cajas son de estructura autoportante construida en acero inoxidable en sus costados y techo y en acero al cobre en el bastidor. Los testeros son de poliéster y en ellos se encuentra escamoteado el sistema de enganche para emergencia y mantenimiento y se incluye un indicador de destino, al que se suman otros dos en los laterales.

El tranvía tiene una longitud de 24.405 milímetros y se puede ampliar, hasta los 35 835 con la adición de módulo intermedio sobre un bogie portante y un módulo suspendido con dos puertas, o incluso hasta los 47.265 mm., añadiendo, además, otro módulo intermedio sobre bogie portante y otro suspendido.

El departamento de viajeros es continuo y dispone de 48 asientos dispuestos transversalmente al sentido de la marcha que junto a las 148 plazas que admite de pie dan una capacidad completa de 196 viajeros. Asimismo, dispone de dos plazas para sillas de ruedas. Las ventanas son fijadas de vidrio templado

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentación:	750 V
Ancho de vía:	1.000mm
Longitud:	24,28 m
Anchura:	2,4 m
Altura:	3,3 m
Altura de acceso:	300 mm
Altura del piso:	350 mm (70 por ciento)
Peso:	33 t
Plazas sentadas:	48
Plazas de pie:	142 (6 pasajeros/m <sup>2</sup> )
Plazas para sillas de ruedas:	2
Total pasajeros:	192
Nº de puertas por costado:	4
Paso libre de las puertas:	1.300 x 2.000 mm
Velocidad máxima:	70 km/h
Potencia total:	400 kw
Fabricante:	CAF

y coloreado y los revestimientos interiores de paneles de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El equipo eléctrico de la unidad cuenta con convertidores IGBT y motores trifásicos asíncronos. Prácticamente todos los equipos van montados sobre el techo de la unidad que cuenta con control de tracción y sistema de diagnóstico de averías mediante microprocesador.

El pantógrafo que es de accionamiento eléctrico y el disyuntor están en el módulo central. Dispone de convertidor auxiliar para la alimentación del aire acondicionado y del resto de los servicios auxiliares. El sistema de frenado es de recuperación y el freno de estacionamiento es por muelle acumulador.

Los dos bogies motores son de diseño convencional, con bastidor y traviesa bailadora en chapa de acero soldada, y cuentan con un reductor, árbol hueco y disco de freno por cada eje. La suspensión primaria es de resortes de caucho acero y la secundaria de muelles helicoidales y amortiguador. Las ruedas son

elásticas y la unión a la caja es por pivote y arrastre mediante bielas.

El bogie portante no tiene traviesa bailadora ni ejes, de modo que las ruedas son independientes elásticas y cada una de ellas tiene un disco de freno montado. El bastidor es también de chapa de acero soldado y la suspensión primaria de resortes de caucho-acero. La suspensión secundaria es de muelles helicoidales y elementos elásticos.

Los vehículos del tranvía bilbaíno cuentan con sistemas antipatinaje y antideslizamiento, areneros y engrasadores de pestaña, hombre muerto de doble seguridad, registrador de velocidad e incidencias, tren-tierra y sistema de intercomunicación entre cabinas.

El aire acondicionado es independiente para las cabinas y los departamentos de pasajeros, en los que hay sistema de alarma e intercomunicación con el conductor, dos indicadores de destino, música ambiental y megafonía para el anuncio de estaciones y otros mensajes. Los retrovisores son por cámara de televisión y existe también videovigilancia, con diez cámaras por unidad, en el interior con posibilidad de grabación.

## Tranvía de Vitoria

Inaugurado el 23 de diciembre de 2008, el tranvía de Vitoria tienen una longitud total de 7,163 kilómetros y diseño en "Y". Consta de un tramo central común (Angulema-Honduras) y dos ramales (Lakua: Honduras-Ibaiondo y Abetxuko:



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentación:	750 V
Ancho de vía:	1.000mm.
Longitud:	31,38 m
Anchura:	2,4 m
Altura:	3,3 m
Altura de acceso:	300 mm
Altura del piso:	300 mm
Peso:	40 t
Plazas sentadas:	52
Plazas de pie:	240 (6 pasajeros/m <sup>2</sup> )
Plazas para sillas de ruedas:	2
Total pasajeros:	292
Nº de puertas por costado:	6
Paso libre puerta sencilla:	800 mm
Paso libre puerta doble:	1.300 mm
Velocidad máxima:	50 km/h
Potencia total:	480 kw
Fabricante:	CAF

Honduras-Abetxuko), con un total de 18 paradas. En primer lugar entraron en servicio los ramales Central y Lakua y, unos meses más tarde, en julio de 2009, se inauguró el de Abetxuko.

La flota completa del tranvía de Vitoria consta de once unidades fabricadas por CAF del modelo Urbos II, un modelo mejorado sobre el que circula en Bilbao, y del mismo color verde. Se trata de unidades cien por cien de piso bajo, cada una de las cuales tiene capacidad para 244 personas –de ellas, 52 sentadas– y existen cuatro plazas reservadas para las personas con movilidad reducida (dos para personas en silla de ruedas).

El tranvía circula a una velocidad máxima de 50 km/h, aunque en las zonas urbanas no rebasa los 30 km/h. Las unidades incorporan un sistema especial que engrasa sus ruedas delanteras para mitigar el ruido de los convoyes al trazar una curva cerrada.

Se trata de un tranvía de vía métrica, bidireccional con dos cabinas de conducción, constituido por cinco cajas articuladas que se apoyan en dos bogies motores en sus extremos, y en un bogie portante en la caja central.

Además de las características que comparten con el tranvía de Bilbao, las unidades del tranvía de Vitoria tienen mayor longitud, exactamente, 31,38 metros. En cuanto a la seguridad, las unidades disponen de un sistema de videovigilancia que consiste en cinco cámaras interiores y seis exteriores, sistema antiatrapamiento frontal y luces estroboscópicas.

Respecto a la accesibilidad de las unidades, en cada costado hay dos puertas de hoja simple que ofrecen un paso libre de 800 mm. y cuatro puertas de hoja doble, con un paso

libre de 1.300 mm. Además, hay otras puertas reservadas a personas con movilidad reducida y un área específica para ellas.

Las puertas disponen de un contraste cromático e indicadores de cierre, señalización acústica, señalización luminosa estroboscópica, pulsadores en hoja de puerta y protección por célula fotoeléctrica.

Para las personas con problemas de audición, se ha instalado interfonía y megafonía en "Modo T" y un teleindicador y anunciador acústico de próxima parada y correspondencias.

## Tranvía de Barcelona

El Trambaix es un tranvía que enlaza diversos municipios de la comarca del Bajo Llobregat con Barcelona. Entró en servicio el 5 de abril de 2004. El Trambaix incluye tres líneas (T1, T2 y T3). El recorrido empieza en la Plaza Francesc Macià de Barcelona, y recorre la Avenida Diagonal en sentido Llobregat, en un trayecto que pasa por Hospitalet de Llobregat, Esplugas de Llobregat, Cornellá de Llobregat, San Juan Despí, San Justo Desvern y San Feliú de Llobregat.

Por su parte, el Trambesòs es una red de tranvía que discurre por varios municipios del norte de la comarca del Barcelonés. Se abrió al público con la entrada en funcionamiento del primer tramo de la línea T4 el 8 de mayo de 2004. Actualmente ofrece conexión entre Barcelona, San Adrián de Besós y Badalona mediante las líneas T4 y T5. La red proyectada y en construcción incluye la puesta en marcha de la línea T6 que conectará este municipio con San Adrián de Besós sin pasar por la capital.



Tanto en el Trambaix como en el Trambesòs se explotan unidades Citadis 302 de Alstom. Se trata de un vehículo bidireccional, con una longitud de 32,3 metros aproximadamente, con una anchura de 2,65 metros. Ello permite una capacidad de 218 viajeros, (considerando 4 viajeros/m<sup>2</sup>), 64 de ellos, sentados. Cada unidad básica es autónoma, bicabina, articulada y 100 por cien piso bajo.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud	32.517 mm
Anchura	2.650 mm
Altura (con pantógrafo)	3.470 mm
Altura del piso (puertas/interior)	320/350 mm
Paso libre de puertas (simple/doble)	800/1.300 mm
Empate de bogie	1.600 mm
Diámetro de rueda (nueva /desgastada)	590/530 mm
Tara	40.000 kg
Peso en carga (4 pasajeros/m <sup>2</sup> )	56.650 kg
Capacidad (4 pasajeros/m <sup>2</sup> )	218
Capacidad (6 pasajeros/m <sup>2</sup> )	294
Pasajeros sentados	64
Velocidad máxima	70 km/h
Velocidad comercial	20 km/h
Aceleración media	1'0 m/sg <sup>2</sup>
Fabricante	Alstom

El vehículo consta de cinco módulos unidos entre sí mediante articulaciones y pasillos de intercirculación. Cada uno de los módulos extremos incorpora un bogie motor, mientras que el módulo central incorpora un bogie remolque.

Para favorecer el acceso a los viajeros, el vehículo dispone de dos puertas sencillas y de cuatro puertas dobles por lado. La altura del piso en la zona de las puertas es de 320 milímetros. A través de una ligera inclinación, el pasaje accede al nivel de piso del tranvía de 350 milímetros.

Está alimentado mediante catenaria a una tensión de alimentación de 750 Vc.c., dispone de sistema de tren-tierra para la comunicación entre el puesto de mando central y el conductor, así como la emisión de mensajes a los pasajeros desde el PCC, previa autorización del conductor.

El equipo de tracción está constituido por semiconductores tipo IGBT, de corriente trifásica. En los módulos extremos se instalan equipos eléctricos idénticos formados por cuatro motores de corriente trifásica refrigerados por agua (dos por bogie motor), dos onduladores y el correspondiente dispositivo de mando eléctrico.

En cuanto a las puertas, las de acceso son del tipo corredero-encajable para exterior, quedando enrasadas con la superficie exterior de los coches en posición de cerradas. El accionamiento es eléctrico y el mando y control es eléctrico-electrónico.

La apertura de las puertas es autorizada por el conductor y operada por los pasajeros, para lo que cada puerta dispone de pulsador interior y exterior, mientras que el cierre depende directamente del conductor. Cada puerta incorpora un dispositivo de desbloqueo manual en el interior y el exterior para casos de emergencia. Las puertas tienen un sistema que permite bloquearlas mediante llave en la posición de cerrado.



# ahora JEZ es más

Mejorar cada día para ofrecer un mejor y mayor servicio a sus clientes, ha sido y es para Jez su pauta de trabajo.

Ahora, Jez es más.

Productos nuevos e innovadores hechos a medida y un servicio post-venta más completo.

Y mañana, también, será más.



ARANTZAR, S/N • 01400 LLODIO - LAUDIO (ALAVA)  
Tfno.: 946 721 200 • [infor@jez.es](mailto:infor@jez.es) • [www.jez.es](http://www.jez.es)

# Tranvía de Tenerife

El tranvía de Tenerife se inauguró el 2 de junio de 2007, con una primera línea que une el intercambiador de transportes de Santa Cruz de Tenerife con la avenida de la Trinidad de La Laguna. La línea 1 (Intercambiador - Trinidad) consta de 21 paradas a lo largo de un trazado de 12,5 km y da cobertura a unas 46.000 personas al día en el área metropolitana.

Desde el 30 de mayo de 2009, también está en servicio la línea 2, que va de La Cuesta hasta Tíncer, con correspondencia con la línea 1 en Hospital Universitario y El Cardonal. Está previsto también llevar la línea hasta La Gallega (barrio del Distrito Suroeste de Santa Cruz) para dar cobertura a mayor población. Está proyectada una tercera línea que se prevé que discorra por la costa de la capital tinerfeña.

Cada unidad de los 20 tranvías existentes tiene capacidad para doscientos viajeros (60 sentados) a una velocidad máxima de 70 km/h (aunque, por seguridad, solo alcanza los 50 km/h en tramos rectos o con ligeras curvas).



La unidades Citadis 302 de Alstom, ampliables hasta los cuarenta metros, tienen piso bajo en toda su superficie, cinco módulos y tres bogies motores para superar las fuertes pendientes de hasta 8,5 milésimas del recorrido. Su longitud es de 32,15 metros, la altura de 3,27 y la anchura de 2,40.

Su capacidad es de doscientas personas, de las cuales 56 disponen de asientos. La altura de acceso es de 320 milímetros y la del piso en el interior de la unidad, de 350 mientras que el ancho de puertas es de 800 milímetros en las simples situadas en los dos módulos con cabina a ambos extremos de la unidad, y de 1.300 milímetros en las dobles con las que cuentan los módulos contiguos a los de cabina. El total de puertas de la unidad es de seis por costado, de las cuales cuatro son dobles y dos sencillas.

Cada vehículo está dotado de un dispositivo de absorción de impactos y dispositivo aparta objetos, climatización en compartimento de viajero y cabina de conducción y sistemas de videovigilancia, ayuda a la conducción, canceladoras instaladas en las plataformas de acceso, megafonía y vídeo. Asimismo, cuentan con dispositivos para el transporte de bicicletas y espacios reservados para pasajeros con movilidad reducida.

Estos vehículos, son muy similares a los de Barcelona, e incorporan a su diseño elementos diferenciadores como son sus colores vivos y distintos para cada uno de los cinco módulos del vehículo.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tensión de alimentación	750 V en corriente continua
Ancho de vía	1.435 mm
Largo	32,5 m
Ancho	2,40 m
Alto	3,27 m
Altura de acceso	330 mm
Altura del piso	350 mm
Capacidad	200 pasajeros, 56 sentados (4 pasajeros/m <sup>2</sup> )
Número de puertas	6 por costado (cuatro de doble hoja)
Ancho de puertas	1.300 mm. (dobles) y 800 mm. (sencillas)
Velocidad máxima	70 km/h
Potencia	6 por 120 kW
Número de bogies	3 con todos los ejes motores
Fabricante	Alstom



Las unidades son bidireccionales, con dos cabinas y pueden alcanzar una velocidad máxima de 70 kilómetros por hora gracias a sus tres bogies con un total de seis motores de tracción de 120 kW de potencia. La aceleración media de 0 a 40 kilómetros por hora es de 1,1 m/s<sup>2</sup> y la deceleración media de 1,3 m/s<sup>2</sup>.

## Tranvías de Madrid, Parla y Murcia

En 2007 se inauguraron en Madrid, cuatro líneas tranviarias, las denominadas Metro Ligero 1, 2 y 3 y el Tranvía de Parla, con una longitud conjunta de 36 kilómetros. Para ellas la Comunidad de Madrid contrató con Alstom el suministro de

setenta unidades del modelo 302 de su plataforma Citadis.

En la actualidad, ocho de ellas circulan en la línea ML1 (Sanchinarro-Las Tablas), veintisiete en Metro Ligero Oeste (ML2 y ML3 a Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte), y nueve más en el Tranvía de Parla. Asimismo, otras dos unidades han sido cedidas a Tranvía de Murcia para su explotación en un tramo de pruebas.

Las unidades, de cinco módulos en composición M-R-R-R-M fueron, contratados con Alstom en agosto de 2004, y tienen una anchura de 2.400 milímetros en lugar de los 2.650 normales en sus vehículos homólogos Citadis 302, para poder circular por las líneas de gálibo estrecho de Metro de Madrid.

Cuentan con todas las medidas de accesibilidad para discapacitados, ya sea de movilidad, audición o visión, gracias a la intervención en el diseño de una comisión de accesibilidad que ha trabajado con las asociaciones de discapacitados para integrar en los vehículos elementos para facilitar el acceso y el uso.

Cada vehículo dispone de dos zonas reservadas para sillas de ruedas, señaladas por pictogramas, con cinturones de seguridad y apoyos isquiáticos para los acompañantes. Las puertas



Tranvía de Madrid.



Tranvía de Parla.



de acceso a estas plazas tiene estribos móviles que permiten superar la separación entre andén vehículo y en el interior los colores de cada elemento mantienen un alto grado de contraste lo que facilita su identificación. Además las puertas llevan avisadores ópticos y acústicos y los pulsadores se identifican, también, con letreros en braille.

Las unidades tienen capacidad para 188 viajeros, de los que 54 dispondrán de asientos, dos serán para sillas de ruedas, y otros 132 usuarios irán de pie a razón de 3,5 pasajeros por metro cuadrado. Los vehículos, de

cinco módulos y 32,3 metros de largo, pueden ampliarse con dos módulos más hasta los cuarenta metros, lo que está previsto contractualmente.

Para el diseño exterior, en el caso de las unidades madrileñas, se ha elegido el color azul dominante en los laterales, con franjas blancas y rojas en los extremos, y los testeros en rojo. En Parla el color dominante es el verde y en Murcia el rojo.

En el interior se han cuidado especialmente los recubrimientos laterales y la tapicería, y se ha conseguido una gran superficie acristalada para facilitar la visión del trayecto por parte de los pasajeros.

Los dos módulos extremos tienen cabina, una puerta sencilla y un bogie motor cada uno de ellos, a continuación de ambos, los dos módulos suspendidos, con dos puertas dobles cada uno y en el centro un módulo sin puerta sobre un bogie portador y con el pantógrafo.

Así, tienen un 66 por ciento de sus ejes motorizados con cuatro motores trifásicos asíncronos de 120 kW alimentados a 750 voltios en corriente continua. Los motores son transversales y están refrigerados por agua y controlados por un microprocesador y un ondulator directo IGBT de ventilación forzada. La velocidad máxima que pueden desarrollar es de 70 kilómetros por hora y la aceleración de 1,2 m/sg<sup>2</sup>. La deceleración de emergencia es de 3 m/sg<sup>2</sup>.

El paso libre de puertas es de 800 milímetros para las sencillas y de 1.300 para las dobles. De estas últimas hay cuatro por costado de las que dos están dotadas de estribos móviles para facilitar el acceso, y de las sencillas, dos por costado junto a las cabinas de conducción. El peso total de la unidad es de 39,1 toneladas y la carga máxima por eje es de 11,1. Las unidades cuentan con equipos de aire acondicionado, ayuda a la explotación por vídeo y sistemas de cancelación de billetes a bordo.

Los bastidores y las estructuras de las cajas sobre bogies están construidos en acero al carbono y los de las suspendidas en aluminio. El resto, techos, paredes, etcétera son también de aluminio. Los testeros están fabricados en poliéster y fibra de vidrio reforzados con acero, las paredes interiores en materiales compuestos y los suelos en madera y goma antideslizante.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentación	750 Vcc
Ancho de vía	1.435 mm
Longitud	32,3 m
Anchura	2,4 m
Altura	3,6 m
Altura de acceso	320 mm
Altura del piso	360 mm
Peso	39,1 t
Plazas sentadas	54
Plazas de pie (3,5 /m <sup>2</sup> )	132
Plazas para sillas de ruedas	2
Total pasajeros	188
Paso puerta sencilla	800 mm.
Paso puerta doble	1.300 mm.
Velocidad máxima	70 km/h
Potencia	4 x 120 kW
Fabricante	Alstom



Tranvía de Murcia.

## Metros ligeros de Sevilla

La línea I del Metro de Sevilla, inaugurada el 2 de abril de 2009, tiene una longitud de 18,5 kilómetros y cuenta con 22 estaciones. El trazado está configurado de oeste a sudeste a través del centro de Sevilla, con las estaciones repartidas entre cuatro municipios. Diez de ellas son subterráneas, seis en superficie y seis semisoterradas.

El proyecto de la Red de Metro de Sevilla contempla el desarrollo de las líneas 2, 3 y 4.

El parque está integrado por diecisiete tranvías articu-

lados fabricados por CAF en su fábrica de Linares. Se trata de vehículos de cinco módulos y seis ejes, apoyadas en tres bogies, en los dos módulos extremos, ambos motores, y otro portador en el central, con piso bajo integral y similares a los del resto de redes tranviarias andaluzas.

Son capaces para transportar 201 viajeros, 146 de pie, 54 sentados y una silla de ruedas. La decoración exterior de los mismos se basa en los colores plata y verde. La configuración de la unidad permite su ampliación con nuevos módulos intermedios.

Los motores, cerrados, trifásicos y asíncronos con rotor cortocircuitado en jaula de ardilla, tienen una potencia continua de 61 kW. La unidad cuenta con dos onduladores de tracción doble y dos convertidores auxiliares de tecnología IGBT, refrige-

Public Transport / Interiors  
International Trade Fair



22 - 24 June 2011  
Berlin Exhibition  
Grounds

[www.publictransport-interiors.com](http://www.publictransport-interiors.com)

 **Messe Berlin**



Metro ligero de Sevilla.

rados por convección forzada.

La tensión de alimentación de las unidades es de 750 voltios y la corriente es tomada de la catenaria por un pantógrafo situado en el módulo central de la unidad. El freno es reostático de recuperación con dos resistencias situadas en el techo de las unidades y también cuenta con freno hidráulico.

Las unidades pueden desarrollar una velocidad máxima de 70 kilómetros por hora y tiene una aceleración media de 0 a 35 kilómetros por hora de 1,2 m/sg<sup>2</sup>. La deceleración de servicio es de 1,25 m/sg<sup>2</sup> y la de urgencia de 2,5 a 3,5 m/sg<sup>2</sup>. Su radio mínimo de inscripción en curva es de 18 metros y la rampa máxima que pueden superar del seis por ciento.

La unidad tiene una longitud de 31 metros, una anchura de 2,650 milímetros y una altura máxima de 3,385. Los vehículos, bidireccionales, incorporarán sistema de aire acondicionado, independiente para el compartimento de viajeros y las dos cabinas de conducción.

Cuenta con piso bajo en el cien por cien de su superficie, con una altura de 350 sobre el carril en toda su longitud lo que permite el acceso directo sin escalones desde la acera, facilitando la subida y bajada de sillas de ruedas, carritos de niños y personas mayores. Los vehículos son continuos en su interior, con amplios pasillos de intercurrencia.

Cada unidad cuenta con

puertas de tipo encajable-deslizante de accionamiento eléctrico. En cada costado hay dos puertas sencillas con un paso libre de 800 milímetros y cuatro dobles con un paso libre de 1.300.

En cuanto a los sistemas de control, los vehículos cuentan con equipos informáticos de mando y vigilancia, ayuda a la conducción, e información al viajero, además de un sistema de diagnóstico de averías y ayuda al mantenimiento. En los túneles y en las zonas de plataforma segregada de la circulación de automóviles, la conducción es supervisada por un sistema de protección automática (ATP), que conmuta a un sistema de marcha a la vista con priorización semafórica en los tramos en los que el metro ligero comparte plataforma con la circulación rodada.

El vehículo incorpora también un sistema Tren-tierra que, mediante telefonía digital Tetra de última generación, permite la comunicación entre el puesto de mando central y el conductor. Ante cualquier incidencia, el conductor puede ser auxiliado desde el puesto de control central.

Las unidades disponen de indicadores de destino exteriores e interiores y anunciador óptico y acústico de próxima estación que pueden ser controlado automáticamente o de modo manual por el conductor.

Además el tren incorporará sistemas de megafonía para comunicar las cabinas de conducción con el compartimento de viajeros, y mediante un sistema de fibra óptica en toda la red se podrán establecer comunicaciones, a través del puesto de control central, con policía, bomberos o protección civil.

## Metro Centro

Metro Centro es una línea de metro ligero en superficie de 1,317 kilómetros que une zonas del Prado de San Sebastián y la Puerta Osario, en el centro histórico de Sevilla.

Las obras se iniciaron en abril de 2006 y se prolongaron durante poco más de un año. La primera sección de la línea, entre Prado de San Sebastián y la Plaza Nueva fue inaugurada el 28 de octubre de 2007.

Actualmente se trabaja en su prolongación hasta la estación Adif de San Bernardo, que añadirá 885 metros de

# 130 años de innovación

*Don Mariano de Corral posa en el estribo de un vagón construido para el Ferrocarril central de Vizcaya (año 1901).*



*Este año 2010 se cumplen los primeros 130 desde la fundación de nuestra empresa. 130 años repletos de trabajo y esfuerzo. De ilusiones y novedades. De crecimiento. De ideas para mejorar. De cambios.*

*Nuestra capacidad para innovar y adaptarnos a los cambios nos ha permitido llegar a ser uno de los líderes actuales en el diseño, fabricación e instalación de aparatos de vía en todo el mundo.*

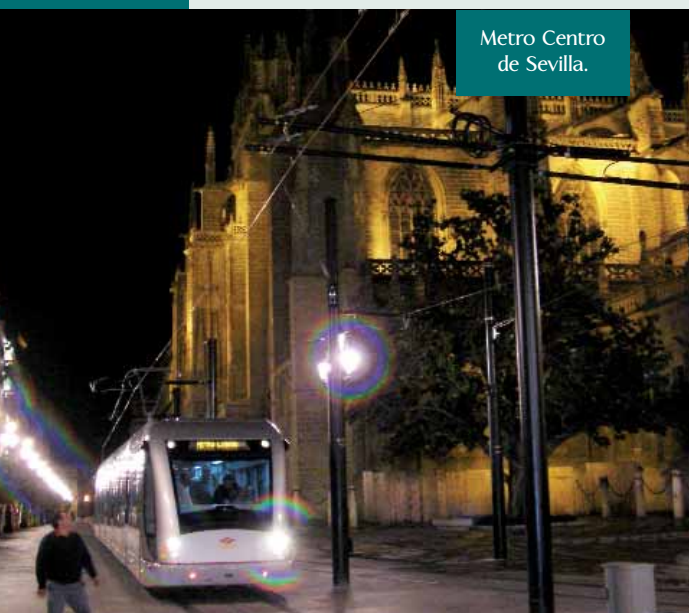
*Cada uno de nuestros equipos incorpora soluciones que los hacen diferentes por su rendimiento, larga vida útil y bajo mantenimiento.*

*Como los cruzamientos para Alta Velocidad, que permiten el paso de trenes hasta a 350 km./h. en vía directa (250 km/h. en desviada). Nuestro cerrojo CRBM, capaz de completar más de 250.000 ciclos sin mantenimiento. O los nuevos cambios de punta móvil para tranvía, más eficaces y silenciosos...*

*Muchas cosas han cambiado en nuestra empresa desde que Don Mariano de Corral la fundara, en el año 1880. Pero hay algo que sin duda ha permanecido constante.*

*Nuestro espíritu innovador.*





Metro Centro de Sevilla.

longitud y una nueva parada. La distancia media entre paradas es de 456 metros.

El Metro Centro sevillano ha desmontado en los últimos años la catenaria durante la Semana Santa para permitir el montaje de los palcos y facilitar el tránsito de los pasos. Próximamente será suprimida la

línea aérea en la parte central del trazado, desde Archivo de Indias a la Plaza Nueva, de 450 metros de longitud, y utilizar los nuevos tranvías con baterías sistema ARC. El tranvía 105 de Metrocentro ha sido adaptado por el fabricante CAF en Zaragoza para este tipo de explotación sin catenaria.

El servicio se efectúa normalmente con cuatro unidades, la dotación actual. Son tranvías articulados de seis ejes y cinco módulos de piso bajo integral. Fabricados por CAF, estaban adscritos originalmente a la red del Metro de Sevilla, pero al final fueron destinados al Metro Centro. En 2009 comenzó la instalación para proveer de señal inalámbrica a los vehículos para facilitar el acceso a Internet de los viajeros.



Tranvía de Vélez-Málaga.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS (TRANVÍAS METRO CENTRO, METRO DE SEVILLA Y VÉLEZ-MÁLAGA)

Número de unidades	4 Metro Centro/ 17 Metro de Sevilla/ 3 Vélez-Málaga
Piso bajo integral	350 mm
Número de ejes	6
Tensión	750+B /750
Potencia	488 Kw
Tracción	Eléctrica
Número de motores	8, modelo TMR-36-19-4
Longitud	31,26 m
Anchura	2,65 m
Altura	3,390 m
Velocidad máxima	20 km/h Metro Centro/ 70 km/hora Metro Sevilla y Vélez-Málaga
Capacidad	275 viajeros (54 asientos)
Accesos	6 puertas (4 dobles y 2 sencillas)
Composiciones múltiples	Sí
Freno	3 sistemas (eléctrico con recuperación energía, electromagnético y mecánico)
Fabricante	CAF

## Tranvía de Vélez-Málaga

El tranvía de Vélez-Málaga fue el primer sistema tranviario moderno de Andalucía, inaugurado en octubre de 2006. Este tranvía da servicio al municipio malagueño y lo enlaza con la localidad costera de Torre del Mar. Consta de una línea de 6,070 kilómetros de longitud, de los cuales están en servicio 4,760, y cuenta con doce paradas (nueve en servicio).

El parque de material consta de tres tranvías articulados de seis ejes y cinco módulos, idénticos técnicamente a los del Metro de Sevilla. La decoración exterior se basa en los colores plata, verde, azul y negro.