

Dos I14 en doble, en la línea Madrid-Segovia-Valladolid.

Los Pendolino, veinticinco años y trece países

Los Pendolino circulan en la actualidad por Italia, Alemania, Francia, Suiza, Finlandia, España, Portugal, Eslovenia, Reino Unido, China, República Checa y Rusia, y han comenzado ya sus pruebas en Polonia.

Los últimos pedidos recibidos por Alstom, que adquirió la totalidad de Fiat Ferroviaria en 2000, proceden de operadores rusos, chinos, suizos y polacos, y precisamente, en la factoría italiana de Savigliano se trabaja ahora en los vehículos para la polaca PKP y la suiza SBB/CFF.

Concebidos para circular a velocidades de hasta 250 km/h, tanto en líneas de alta velocidad como convencionales, de las 492 unidades vendidas, 65 lo fueron en Italia y las restantes, un 85 por ciento de la producción, en el exterior.

Así el “catálogo pendolino” ofrece composiciones de entre tres y once coches, con o sin

El 29 mayo de 1988 un Pendolino, serie ETR 450, fabricado por Fiat Ferroviaria enlazaba por primera vez en servicio comercial Roma y Milán. Hoy, celebrándose el vigésimo quinto aniversario de su entrada en servicio, 492 trenes Pendolino circulan por trece redes ferroviarias, lo que le convierte en el tren más internacional del mundo en su segmento.

sistema de pendulación, numerosas opciones de distribución y equipamiento interior, seis sistemas de señalización, gálíbos, seis tipos de pantógrafo, anchos de vía (1.435, 1520 y 1.688 milímetros) o cuatro tensiones de alimentación (1,5, 3, 15 y 25 kV).

Los Pendolino trabajan en condiciones climáticas muy dispares, en un rango de temperaturas de noventa grados entre los 45 positivos y los 45 negativos, y con el sistema de pendulación Tilttronix de Alstom, son capaces de inclinarse hasta ocho grados, lo que les permite superar en un 30 ó un 35 por ciento la velocidad de circulación de un tren convencional.

La historia

El Pendolino fue el primer tren en equipar la tecnología pendular que estuvo lista en Italia a principios de la década de



ETR 450 y ETR 401, prototipo de los Pendolino.

1970, como producto de investigaciones y estudios desarrollados a finales de la década de 1960.

En 1966 los Ferrocarriles Italianos solicitaron a Fiat Ferroviaria la elaboración de un primer estudio sobre la posibilidad de operar en la red ferroviaria existente trenes veloces capaces de mejorar hasta en un 40 por ciento las velocidades en curva de los trenes convencionales.

Sobre la base de esa solicitud se emprendió el primer estudio para el diseño de un tren basculante que se convertiría en el Pendolino. El 2 de diciembre de 1967 se depositó la patente denominada "Veicolo ferroviario per alta Velocità" que recibió la signatura número F 1769.

En 1969 se patentaron los diseños de los bogies y otros elementos característicos de los Pendolino, como la triple suspensión transversal o el chasis que soporta los motores. Antes de la construcción del primer vehículo experimental se

probaron los efectos de la pendulación en los pasajeros instalando el sistema con asientos en la locomotora Aln 668.1999 que realizó numerosos tests en el tramo sinuoso entre Bra y Ceva en marzo y abril de 1969.

En mayo de 1970, los Ferrocarriles Italianos encargan a Fiat Ferroviaria la construcción del primer vehículo experimental, una locomotora pendular, proyecto que recibe el nombre de Y 0160. El 11 de octubre de 1971, el vehículo circula por primera vez entre Turín y Asti, y a partir de ese día se desarrollan series de pruebas, hasta 50.000 kilómetros en diversas líneas, y estudios hasta 1974.

Terminadas satisfactoriamente las pruebas, se inicia el proyecto del primer Pendolino completo, todavía un prototipo, denominado ETR401 cuyas dos cabezas tractoras se prueban en junio de 1975 en la línea entre Turín y Tofarello.

El 8 de abril de 1976, el ETR401 entra en servicio conectando Roma y Ancona tres veces por semana y reduciendo el tiempo de viaje de los trenes convencionales en treinta minutos. Ese ETR401 era una composición de cuatro coches con 171 asientos, 1.800 kW de potencia,

■ Sistema de pendulación

Tiltronix es la tecnología de pendulación de Alstom que equipan los Pendolino y les permite circular en curvas a velocidades hasta un 35 por ciento superiores a las de los trenes convencionales.

Los equipos del sistema, completamente embarcados, pueden funcionar en modo reactivo, detectando la curva en la que entra el tren mediante giroscopios que determinan el ángulo exacto y con acelerómetros situados en el primer bogie del coche motor de cabeza.

El ordenador a bordo recibe los datos y determina el ángulo de inclinación requerido para negociar la curva con el mejor equilibrio entre confort y velocidad. Las órdenes para obtener ese ángulo actúan sobre los equipos de cada bogie.

En modo anticipativo, el sistema trabaja con una base de datos de los parámetros de la línea que compara con la información recibida de los sensores del tren, para situar el punto exacto de la línea en el que se encuentra en cada momento. En función de ello y de la velocidad a la que circula el tren el sistema transmite las órdenes de inclinación a los equipos en los bogies.



Los Alfa Pendular portugueses, de la misma generación que los Alaris que circularon en España,

250 km/h de velocidad máxima y 10° de pendulación.

■ Doce años

En 1988, doce años después del primer viaje del ETR401, la primera serie de trenes pendulares, los ETR450, estuvo lista para iniciar su operación entre

Roma y Milán, reduciendo el tiempo de viaje de cuatro horas y 55 minutos a tres horas y 58 minutos, y con una velocidad media de 153 km/h.

Inicialmente, con los cuatro primeros trenes, se realizaban dos viajes diarios en cada sentido con salidas de ambas estaciones término a las 7.00 y las 19.00 horas. Pronto se ampliaron los servicios desde Roma, Venecia y Salerno, ya media que se incorporaron más trenes a muchas otras ciudades italianas.

El ETR 450 era una composición de nueve coches con

■ Serie 490, trenes Alaris

Los diez trenes de la Serie 490, Intercity 2000 inicialmente, y de nombre comercial Alaris, fueron, excluido "El Platanito", los primeros Pendolino en España. Fabricados conjuntamente por Alstom y Fiat su capacidad es de 160 plazas repartidas en tres coches, dos de clase turista, uno de ellos con cafetería, y uno de preferente.

La velocidad comercial máxima es de 220 km/h y comenzaron a circular entre Madrid, Albacete y Valencia, en febrero de 1999. Su potencia nominal de 1.950 kW y su peso máximo por eje de 16 toneladas, para lo que es clave la distribución de los equipos de tracción entre los tres coches.

Derivados de los Pendolino de tercera generación, sus motores, montados en la caja, reducen al mínimo la masa no suspendida y mejoran las conexiones entre la caja y los bogies, y el comportamiento en curva. Pero la novedad de los 490 fue su basculación que permite una inclinación de la cajas de hasta un 8 por ciento e incrementos de la velocidad en curva de hasta un 30 por ciento.

El sistema va instalado en los bogies y realiza una basculación activa de la caja respecto al eje longitudinal del tren que compensa las aceleraciones centrífugas que se producen a velocidades altas en trazados virados en los que el peralte de las vías no las compensa. Los equipos no necesitan de balizas en la infraestructura para el reconocimiento de las curvas y el tren se adapta al trazado sin información previa sobre sus características.

Los trenes cuentan con sistema tren-tierra, Asfa 200 y equipos de Protección Automática de Trenes. Los equipos de freno son eléctricos y neumáticos.

Soluciones en MT/AT optimizadas
para redes ferroviarias

HV/MV optimised solutions for
traction power supply systems



**conectados a
la alta velocidad**

high speed connected

New Web!
www.mesa.es



www.mesa.es

Manufacturas Eléctricas S.A.U.
Pol. Industrial Trobika - Martintxone Bidea, 4
48100 Mungia - Vizcaya - Spain
Tel. (+34) 94 615 91 00
Fax (+34) 94 615 91 10
info@mesa.es



La última generación de Pendolino para China, fabricados por Alstom en asociación con Changchun Railway Company.

386 plazas en dos clases, 5.000 kW de potencia, 250 km/h de velocidad máxima y con 8° de inclinación, inferior al ETR 401, para reducir el efecto de las aceleraciones laterales no compensadas y asegurar el confort de los viajeros.

Entre 1988 y 1995, la flota de los trenes ETR450 recorre veintiséis millones de kilómetros, pasando de 220.000 pasajeros anuales en 1988, a 2,2 millones en 1995. Antes de ese año, en 1992 el Pendolino había iniciado servicios comerciales en Alemania

Expansión internacional

En 1994 el proyecto Pendolino se somete a un importante programa de modernización tecnológica y a un rediseño firmado por Giugiaro, y así nace en 1995, la tercera generación, el ETR 460 de los que se construyen siete trenes completos para Italia con velocidad máxima de



Serie 104 para alta velocidad de Media Distancia.



ETR 610 para los Ferrocarriles Federales Suizos, SBB/CFF.

■ Serie 104, alta velocidad de media distancia

En mayo de 2001, el consorcio formado por Alstom y CAF se adjudicó el concurso para la fabricación -y su posterior mantenimiento- de veinte trenes de alta velocidad para servicios de carácter regional en la línea Madrid-Barcelona-frontera francesa que constituirían la nueva serie 104 de Renfe.

Los 104 desarrollan una potencia de total de 4.000 kW, 25 kV de tensión de alimentación, y 250 km/h de velocidad máxima y ofrecen 237 plazas repartidas en dos clases, preferente y turista, y una más para personas de movilidad reducida.



Cada tren cuenta con cuatro vehículos todos ellos motores, tres de los cuales son de clase turista y uno -con cabina- preferente-cafetería. Las unidades que pueden circular en doble composición, tienen una longitud de 107,1 metros. La masa del tren en tara es de 221,5 toneladas y la carga máxima por eje de 17. La aceleración media en arranque es de 0,72 metros por segundo al cuadrado.

La unidad cuenta con siete plataformas de acceso, dos por coche en sus extremos, excepto en el coche de preferente-cafetería en el que sólo existirá una entre el salón y la cabina de conducción. Todos los accesos cuentan con estribos fijos y móviles. Cada uno de los coches cuenta con un aseo y uno de ellos es accesible para sillas de ruedas.

Además el tren cuenta con sistemas de climatización independientes en cabina y compartimento de viajeros, sistema de megafonía con difusión de música ambiental y de información visual, y asientos reclinables y orientables. Los coches disponen de portaequipajes y maleteros, con protección antirrobo, en el interior de las salas de viajeros y una zona para equipajes facturados.

El tren 104 cuenta con freno eléctrico y neumático y equipos de producción de aire, diagnóstico de averías y ayuda a la conducción estará equipados con equipos ERTMS, anuncio de señales y frenado automático Asfa y equipo de comunicación tren-tierra GSM-R y convencional.

■ El “Platanito”, prototipo para la pendulación

En España la pendulación asistida a un vehículo ferroviario, aunque ha tenido desarrollos más recientes, ha quedado vinculada de manera indisoluble a un vehículo concreto, el 443-001. Bajo la obligada licencia de Fiat, este vehículo fue fabricado en España, concretamente en las factorías de CAF, y fue entregado a Renfe para su validación en el año 1976.

Un prototipo, esa fue su marca de nacimiento, un proyecto de tren que se construyó de la mano de Fiat que, por su parte, construyó para los raíles cisalpinos otro tren similar. Fiat y Renfe querían probar como la novedosa basculación asistida, con giróscopos y acelerómetros, podría ser una alternativa para ganar velocidades en trayectos sinuosos sin tener que invertir en infraestructuras. La pendulación activa, aquella que hace que el vehículo se incline en las curvas sin que los viajeros terminen rotos por las fuerzas centrífugas. Nuestro platanito “tumbaba” hasta 8° en las curvas.

El nuevo vehículo rompía de raíz con todo lo visto en las vías españolas hasta entonces. Sus formas aerodinámicas, su vanguardista color amarillo: el tren causaba sensación a su paso y pronto fue conocido a todos los niveles como “El Platanito”, por esa forma apuntada y, sobre todo, su inconfundible color.

Renfe y Fiat introdujeron en este nuevo vehículo no solo los elementos de la pendulación asistida, sino otras novedades como el que el maquinista se fuera de la histórica posición lateral al centro de la cabina, algo hoy habitual en todos los trenes modernos. También se subieron a bordo los convertidores estáticos, que mejoraron la eficiencia y debían minimizar el mantenimiento de la alimentación a los grupos de tracción y a los auxiliares de los automotores. Hay quien señala que los fallos de aquel pionero convertidor ayudaron al abandono final del prototipo. Pero además de esas mejoras, nuestro platanito también fue rata de laboratorio para chequear nuevas tecnologías en el ferrocarril español, como los motores enteramente suspendidos de la carrocería, contando con transmisión cardan. También chequeó la suspensión neumática, los frenos electromagnéticos de patín, novedosos sistemas de control de la tracción y el freno, el ASFA, así como la velocidad prefijada.

Con este tren llegaron a España los 180 km/h, en unas vías donde por entonces el tren más rápido no pasaba de los 140 km/h. Y si bien el rombo marcaba 180, en pruebas llegó a alcanzar los 206 km/h.

Pero su gran ventaja era el poder reducir tiempos de viaje, y el destino favorito a priori era el puerto de Pajares. Las

250 km/h y otros tres para Italia y Francia (FS/SNCF), concebidos como trenes Intercity y homologados para 200 km/h.

Este tren equipaba los actuadores de la basculación bajo

las cajas, equipos multivoltaje y motores asíncronos, era una composición de nueve coches, tres motores y seis remolcados, y ofrecía 478 plazas en dos clases y ofrecía 5.850 kW y 8° de inclinación.

También en 1995, dos trenes preserie del Pendolino entraron en servicio en Finlandia y en 1996, como respuesta a la



El nuevo Pendolino polaco.

pruebas demostraron que en el corredor Gijón-Madrid, con el sinuosísimo Parajes entre medias, el 443 redujo en dos horas el tiempo de viaje. Pronto se pensó en encargar entre 15 y 22 trenes más, pero en su camino se topó con la tecnología Talgo de "Pendulación Natural": nacional, más sencilla de construir y de mantener que la compleja pendulación asistida.

El Platanito quedó pues fuera de cualquier plan de continuar desarrollando la serie, y se quedó como un único ejemplar, con todo lo malo que tiene esto para cualquier vehículo ferroviario. Este fuera de serie tuvo no obstante su periodo de operación comercial grafiado en una malla de horarios normal de trenes de viajeros. Curiosamente esos servicios pasaron a hacerse en líneas tan poco sinuosas como la de Madrid a Albacete, en 1979, y en otras algo más montaraces (por su paso por Despeñaperros) como Madrid-Jaén, entre 1980 y el 1982. Pero pronto la compleja maquinaria del tren empezó a dar problemas, lo cual hizo que fuera retirado del servicio regular por su escasa fiabilidad y complejidad para asumir este tipo de proyectos.

Tuvo su primera fase de abandono desde el 82 al 86, año en que se reparó y salió a la vía, primero para experimentar la catenaria a altas velocidades. También estuvo haciendo otros viajes de prueba desde Madrid a Valencia, Vigo, Gijón y Barcelona. Alternó estos servicios experimentales con su incorporación como tren titular de aquel primer "Doncel de Sigüenza" o el también turístico "Murallas de Ávila". Corría el año 1987 cuando de nuevo volvió a los llanos manchegos para probar la catenaria de alta velocidad de Renfe, y allí dio su canto del cisne, alcanzando los 206 km/h, record de velocidad eléctrica en Renfe en el momento.

Tras las pruebas quedó relegado a Fuencarral sin destino alguno, abandonado a su suerte, hasta que fue reclamado por la Asociación Castejonera de Amigos del Ferrocarril, la cual recibió al tren en 1994 en las vías de este nudo navarro. Pero poco o nada pudo hacer por el tren, que quedó varado en el mismo hasta la fecha, sin mantenimiento alguno exterior pero relativamente bien conservado en su zona de viajeros.

Nuestro pendolino, el Platanito, estaba compuesto por cuatro coches. En realidad eran dos semitrenes autónomos a efectos de tracción, pero se les hizo operar como un solo tren. El tren tiene 107 metros. Sus 200 toneladas eran movidas por ocho motores que sumaban 1.220 kW. Disponía de 167 plazas, 51 en primera y 116 en segunda, además de un espacio para cafetería. M.J.

petición de la compañía italo-suiza Cisalpino, el Pendolino se vuelve a modernizar y nace el ETR470, una serie de nueve trenes multitensión de nueve coches cada uno, especialmente concebidos para prestar servicios rápidos de conexiones Intercity en líneas de montaña.

En 1998, siguen los ETR480 unos Pendolino moderni-

Galería fotográfica
<http://xurl.es/q3rmc>



zados que entran en servicio en Italia, en 1999 los primeros Pendolino españoles, los Alaris que realizaban el servicio Madrid-Va-



Los Cisalpino circulan por Italia y Suiza.

La serie 114, el último “pendolino” español





ALTO RENDIMIENTO EN COMUNICACIONES Y VIDEOVIGILANCIA A BORDO

Visítenos en
BCNRail
Nos encontrará en el
stand A126



Cámara IP VPort 16-M12

- Cámara CCD Sony 1/3" y desentrelazado 3D embebido, para video progresivo de calidad.
- Tamaño de lente seleccionable, de 3 a 16mm.
- 3 tramas de video simultáneas, 2 x H.264 + 1 x MJPEG.



Ordenadores embebidos Serie V2400

- 2 slot de expansión para módulos WiFi/3,5G/GPS, bus CAN o adaptadores Mini PCIe para módulos celulares.
- Tecnología anti-vibración y anti-choque para el disco duro.



Switches Ethernet Industriales Serie TN

- Gigabit para aplicaciones multimedia.
- PoE para simplificar el cableado de red.



AP/Bridge/Cliente y Controladores Wireless industriales, series AWK y WAC

- Roaming de 50 ms para conexión Tren/tierra sin cortes.
- Seguridad WiFi con soporte para WPA/WPA2/802.11i.





Galería de fotos
<http://xurl.es/93wg5>





Las lanzaderas serie 114 de Renfe.

■ Serie 114, dos semi trenes de tracción distribuida

Los trece trenes de la serie, en cuyo diseño se aprovechó la experiencia de constructor, mantenedor y operador, con la serie 104, en la que se basan, tienen cuatro coches con tracción distribuida y un alto grado de aprovechamiento del espacio interior. La serie 114 ha incorporado mejoras en la tracción, freno y calidad de marcha, y exteriormente se distingue por su frontal alargado, muy diferente a los de la serie 104.

Diseñado exclusivamente para prestar servicios en líneas de alta velocidad en distancias medias, tiene una longitud de 107,9 metros y un peso de 230 toneladas, y está formado por dos semitrenes idénticos.

El peso por eje es de diecisiete toneladas a plena carga, lo que ofrece una baja agresividad sobre la vía. Cuentan también los trenes con suspensión neumática, una de las demandas de Renfe en esta serie para mejorar el confort a bordo.

Sus ocho motores –el 50 por ciento de los ejes está motorizado– están distribuidos a lo largo de todo el tren y cuenta con sistema de devolución de energía a la red y un sistema de control integrado que gestiona todos los equipos y funciones, desde la climatización a la tracción o los frenos, pasando por la diagnosis de averías y el mantenimiento.

Su potencia es de 4.000 kilowatios y la velocidad máxima de 250 km/h. La aceleración media de 0 a 250 km/h es de 0,24 metros por segundo al cuadrado.

Son capaces para 236 pasajeros en una única clase y cuenta con una plaza para silla de ruedas y un aseo adaptado en uno de los coches intermedios. Equipados con sistemas de vídeo-información y megafonía, todas las plazas disponen de toma de corriente y lámparas individuales de lectura.

El testero está dotado de un sistema de seguridad pasiva denominado Módulo Energético de Gran Absorción, cuya función principal es la de absorber la energía en caso de colisión frontal –ofrece el máximo coeficiente en el parque de Renfe– y que ha supuesto la reducción del tamaño de la cabina. A su vez, su diseño mejora la aerodinámica del tren y reduce el nivel de ruidos.

Equipa Asfa Digital, ERTMS niveles 1 y 2 y LZB lo que permite su circulación en la línea Madrid –Sevilla.

Tiene también un avanzado sistema de seguridad contra incendios, muy exigente, que le permite circular quince minutos después de una alarma y es capaz de distinguir y gestionar alarmas de humo exterior e incendios exteriores e interiores, y un sistema de diagnosis para mantenimiento en cabina que prioriza en los avisos las incidencias susceptibles de causar retrasos.

lencia, y los Alfa pendular portugueses Entre Lisboa y Oporto.

En 2001 los Pendolino entran en servicio comercial en Finlandia, para los Ferrocarriles Finlandeses, y en Eslovenia para SZ. Dos años después Virgin Trains empieza a explotarlos en el Reino Unido para Virgin Trains.

En octubre de 2004, China firma con Alstom un contrato para suministrar sesenta nuevos trenes para el transporte regional que serán fabricados por Alstom en Europa

y en China, en asociación con un fabricante local, la empresa Changchun Railway Company.

El pedido incluyó un programa de transferencia tecnológica y los trenes entraron en servicio en 2007 en varias líneas regionales y viajan a una



Primera clase en la última generación de Pendolino.



Segunda clase.

velocidad de 200 km por hora.

También en 2004, los Pendolino entraron en servicio en la República Checa y en España la serie 104, y en 2005 se pone en servicio el primer ETR485, nacido de la adaptación del ETR480 con un sistema multitensión.

En diciembre de 2008 entran en servicio los ETR 600, llamados "Nuovo Pendolino", que son la cuarta generación de la familia y también con diseño de Giugiaro, son operados por Tre-



La última generación de Frecciariento.

nitalia bajo el nombre comercial de Frecciariento y en Suiza por los Ferrocarriles Federales Suizos.

En julio de 2009 una nueva versión del "Nuovo Pendolino" el ETR610 entra en servicio en Suiza para Cisalpino. Por último en 2010, el Pendolino "Allegro", que cubre la línea Helsinki-San Petersburgo, entra en servicio para Karelian Trains.

En la factoría de Alstom en Savigniano se trabaja ahora en los Pendolino para los Ferrocarriles Polacos, unidades de siete coches y capaces para 402 pasajeros que harán los servicios entre Varsovia y Gdansk, Gdynia, Cracovia y Katowice, y en los destinados a los Ferrocarriles Federales Suizos, de siete coches y capaces para 430 pasajeros, que equipan ERTMS niveles 1 y 2 y operarán también en Alemania, Austria e Italia.

— Pendolinos en España

Con el precedente de "El Platanito", un Pendolino fuera de serie desde todos los puntos de vista, los primeros trenes





Los Allegro con sistemas para circular a muy bajas temperaturas. Realizan los servicios Helsinki a San Petersburgo.

Galería fotográfica
<http://xurl.es/xfnr>



Pendolino comerciales en sentido estricto comenzaron a circular en 1999, los denominados Alaris o serie 490, ofreciendo servicios de conexión rápida a 200 km/h entre Madrid y Valencia.

Entre 2004 y 2011 se incorporaron al parque de Renfe Operadora dos nuevas generaciones de Pendolino, las serie 104 y 114, fabricados en la planta de Alstom en Santa Perpetua (Barcelona).

Sobre estos trenes, que circulan bajo el nombre comercial Avant, se ha desarrollado un nuevo concepto

de transporte ferroviario, "La lanzaderas", que ofrecen servicios en líneas de alta velocidad para distancias medias, como son los Madrid-Valladolid, Madrid-Toledo, Madrid-Puerto Llano o Málaga-Sevilla entre otros. ■

ÁNGEL RODRÍGUEZ



Pendolino de Virgin Trains que circulan en Reino Unido desde 2003.