

# EL EFECTO DE LOS TRENES Y SERVICIOS DE ANCHO VARIABLE EN LA ACCESIBILIDAD DE LA RED DE ALTA VELOCIDAD

## The effect of trains and services of variable gauge at the accessibility of high-speed network

Iván Palacio Vijande  
Alberto García Álvarez

Fundación de los Ferrocarriles Españoles

**Resumen:** La evolución de los sistemas de cambio automático de ancho de vía, ha permitido extender los beneficios de la red de alta velocidad en España a un número muy superior de habitantes y estaciones al servido por las líneas de alta de velocidad, minimizando el problema de la coexistencia de dos redes con anchos de vía diferentes. De esta forma, mientras que las líneas de alta velocidad cuentan con 2.571,1 km y 17 estaciones, los trenes con cambio automático de ancho permiten extender los servicios a otros 3.556,7 km y 69 estaciones de la red convencional, ofreciendo servicio mediante los trenes de ancho variable a 26.493.413 habitantes (datos 2010), es decir, al 56,02 de la población española.

**Palabras clave:** ancho variable, alta velocidad, cambio automático de ancho, accesibilidad de la red.

**Abstract:** The evolution of systems of automatic gauge, has allowed to extend the benefits of high-speed network in Spain to a much higher number of inhabitants served by stations to the standard gauge lines, eliminating the problem of coexistence two networks with different track gauges. Thus, while high-speed lines have 2571.1 km, the trains with automatic gauge allow extending the services over 3556.7 km of the conventional network, representing, in aggregate, 49.5% of the network managed by ADIF, extending the services of variable gauge to 26,493,413 inhabitants (2010), ie 56.02% of the Spanish population. Insert your abstract text. The size of the paper must be less than 15 lines.

**Keywords:** variable gauge, high speed gauge automatic transsmision, network accesibility.

## 1. El ancho de vía en España

El ancho de vía de los ferrocarriles españoles, es decir, la distancia que separa las caras internas de los carriles de una vía ferroviaria, quedó fijado en 1.676 mm (posteriormente reducido a los actuales 1.668 mm) por la Real Orden de 31 de diciembre de 1844, que se basaba en el informe emitido al respecto por una comisión de ingenieros al frente de la cual se encontraba José Subercase. Ya en aquellos años la elección de este ancho resultó extraña, debido a que el ancho de vía de 1.435 mm, el escogido por George Stephenson para el ferrocarril de Stockton a Darlington, se había extendido en la mayor parte de los países que contaban con líneas de ferrocarril y consolidado como el “ancho estándar”<sup>1</sup>.

Pronto se hicieron patentes los inconvenientes que suponía contar con un ancho de vía diferente a los países de nuestro entorno, lo que generó protestas de Francia y Portugal, ante el inconveniente que representa tener que realizar transbordos de viajeros y sobre todo de mercancías, en los puntos donde dos anchos de vía diferentes entran en contacto. Ante determinación española de continuar tendiendo la red ferroviaria con el ancho de 1.676 mm, con la confirmación de este ancho por ley en 1855, el gobierno portugués tomó la decisión de “ensanchar” sus líneas desde los 1.435 mm hasta homologarlo con el ancho español, que a partir de entonces comenzó a conocerse como ibérico.

Pero a pesar del respaldo oficial al ancho ibérico, ya desde el inicio de la construcción de los primeros ferrocarriles en España, algunas de las compañías que comenzaban a establecerse, solicitaron que se les concediesen excepciones a esta norma, como el caso de la primera línea de la Península, el Barcelona a Mataró; el de Santander a Alar de Rey o el Ferrocarril de Langreo en Asturias. En el caso de la línea pionera y de la que debía unir Castilla con el Cantábrico, este cambio no se llevó a cabo y se construyeron con el ancho de 1.676 m. Sin embargo a la línea asturiana si se le permitió tender sus vías en ancho estándar, siendo esta la primera excepción, a la que años después seguirían otras, sobre todo tras la promulgación, en 1877, de la Ley de Ferrocarriles Secundarios, que posibilitó la construcción de numerosas líneas, en su mayoría de ámbito regional o vinculadas con actividades mineras e industriales, con un ancho inferior al ibérico. En los lugares donde estas líneas enlazaban con la red de ancho ibérico, se reprodujeron los problemas de transbordo de viajeros y mercancías que ya venían ocurriendo en la frontera francesa, es decir, supuso la creación de las primeras “fronteras interiores”, aunque en este caso, salvo contadas excepciones, los tráficos eran mucho menores y los transbordos pudieron resolverse con medios modestos.

Con la finalización del tendido de la red española de vía ancha, España pasó a contar con cuatro “fronteras ferroviarias” con distinto ancho en Irún - Hendaya, Canfranc, Puigcerdá – La Tour de Carol y Port Bou – Cerberé, donde debía realizarse el transbordo de viajeros y mercancías, contando estas estaciones con vías con los dos anchos que daban servicio a andenes, muelles y almacenes que facilitaban esta tarea.

---

<sup>1</sup>Moreno, J (1999): El ancho de vía: un parámetro controvertido. Siglo y medio de ferrocarril en España.

## 1.1 La introducción del ancho estándar

Una vez finalizada la red española de ancho ibérico, los problemas de transbordo de viajeros y mercancías en las fronteras interiores era, como ya hemos señalado anteriormente, muy limitado; sin embargo, a finales de la década de 1980, con el inicio de los trabajos para construir un nuevo acceso ferroviario Andalucía y que daría lugar a la nueva línea entre Madrid y Sevilla, el Gobierno español tomó la decisión en 1988 de que las nuevas líneas de alta velocidad tuviesen ancho estándar. Con la construcción de las líneas de Córdoba a Málaga, Madrid – Barcelona – Figueras, Madrid – Valladolid y Madrid – Valencia / Albacete, se crearon nuevas fronteras interiores, en este caso, con un gran flujo de viajeros entre ambas redes de 1.435 y 1.668 mm. Otro elemento a tener en cuenta es el sistema de electrificación escogido para las nuevas líneas, tensión de 25.000 voltios y 50Hz, en contraste con los 3.000 voltios en corriente continua del resto de la Red.

Total de la Red (Km)	Km ancho 1.435 mm	Km de ancho 1.668 mm	% ancho 1.435 mm	% ancho 1.668 mm
14.441,3	2.571,1	11.870,2	17,8	83,2

Tabla 1. Características de la Red Ferroviaria de Interés General administrada por Adif.

## 1.2. Las soluciones al problema de los diferentes anchos de vía

Una de las primeras soluciones que se aplicó para paliar el problema de los diferentes anchos de vía, afectaba exclusivamente a la vía y consistía en tender un tercer o cuarto carril en los tramos que fuese necesario para permitir la circulación de trenes de los dos anchos.

En lo que respecta al material móvil, las primeras técnicas para agilizar los intercambios entre diferentes anchos de vía, consistían, además de en situar los trenes de los dos anchos en vías más o menos próximas y transbordar los viajeros y las mercancías, en sustituir los ejes de los vehículos de un ancho por los del otro. Esta solución comenzó a aplicarse en las estaciones de Irún – Hendaya y Port Bou – Cerberé, en los vagones de mercancías que realizaban el tráfico con Europa. Posteriormente esta práctica se extendió a los coches de viajeros, con el cambio de bogíes completos, que aplicó por primera vez en los expresos Puerta del Sol (Madrid – París) y SudExpreso (Lisboa – París), en las instalaciones de la estación de Hendaya, desde el año 1969.

El siguiente paso fue conseguir que los vehículos ferroviarios cambiaran automáticamente de ancho, mediante mecanismos incorporados en sus órganos de rodadura, consiguiéndose por primera vez en España mediante el sistema de rodadura desplazable diseñado por Talgo, realizándose el primer servicio en el año 1969, entre Barcelona y Ginebra, con cambio de locomotoras en la frontera.

Con estos sistemas, que consistían básicamente en el uso de material remolcado con diferente grado de especialización, quedaba resuelto en parte el problema del tráfico internacional.

## **2. La red española de alta velocidad**

Desde la inauguración en 1992 de la primera línea de alta velocidad, hasta el año 2010, se han puesto en servicio en España 2.571,2 kilómetros de líneas de ancho de 1.435 mm, electrificados en su totalidad a la tensión de 25.000 voltios/50 Hz y que en la actualidad, y hasta la finalización del nuevo túnel entre las estaciones de Madrid - Atocha y Madrid - Chamartín, podemos considerar que se encuentra dividida en dos sub redes: por un lado las líneas de Madrid - Atocha a Sevilla, Barcelona, Figueres, Valencia, Albacete y los ramales de Córdoba a Málaga y Zaragoza a Huesca y por otro, la línea de Madrid - Chamartín a Valladolid. Esta red de alta velocidad cuenta con 21 estaciones donde se presta servicio de viajeros y enlaza con la red de ancho ibérico mediante 18 cambiadores situados en diferentes puntos. Las líneas de ancho estándar suponen el 17,8 % de la Red Ferroviaria de Interés General administrada por ADIF, que cuenta con un total de 14.441,3 kilómetros.

Sobre las líneas de 1.435 mm se presta servicio exclusivamente de viajeros, excepto en el tramo de Barcelona a la frontera francesa en el que, por el momento (año 2011), únicamente se prestan servicios de mercancías.

La característica principal que diferencia a la red española de alta velocidad de las de otros países es que la española, junto con la japonesa, son las únicas que se han construido con un ancho de vía diferente al resto de las líneas existentes en ambos países hasta ese momento. Así por ejemplo, mientras en países como Francia o Alemania, determinados servicios utilizan la red de alta velocidad parcialmente para luego encaminarse por la red convencional, en España esto no era posible y suponía un serio inconveniente, tanto para el aprovechamiento de las nuevas líneas, como para la mejora de los tiempos de viaje en las líneas convencionales, ya que los destinos fuera de las líneas de alta velocidad, no podían aprovechar las ventajas que estas ofrecen en cuanto a un menor tiempo de viaje. Este efecto se dejaba sentir especialmente en los trayectos en los que se deben cruzar puertos de montaña, frecuentes en la red española de ancho ibérico y que penalizan especialmente los tiempos de viaje de los trenes, mientras que las nuevas líneas los evitan mediante túneles de base y recorridos menos sinuosos.

## **3. El material móvil de ancho variable**

Para remediar el inconveniente expuesto en el apartado anterior, ya desde la inauguración de la línea de Madrid a Sevilla, comenzó a usarse material móvil de ancho variable, en un primer momento ramas remolcadas Talgo, produciéndose a partir de ese momento el desarrollo y evolución de este y otros sistemas de cambio automático de ancho, hasta llegar a las diferentes series de material equipado con ancho variable con los que cuenta Renfe en la actualidad.

### 3.1 El material Talgo

Tras el éxito del Talgo III con rodadura desplazable, el siguiente desarrollo de Patentes Talgo, el Talgo Pendular, también incorporó el sistema de cambio automático de ancho en los remolques destinados al tráfico internacional, en concreto al servicio Madrid – París. Serían composiciones de Talgo Pendular de VI generación equipadas con rodadura desplazable, las que inaugurarían los servicios mixtos sobre las líneas de alta velocidad y convencional en España. Posteriormente, en el año 1999, comienzan las pruebas del denominado Talgo BT, un tren compuesto por remolques de VII generación y dos cabezas tractoras diesel, montadas sobre bogies equipados con el sistema de cambio de ancho automático diseñado por Talgo para bogies motores. Tras los buenos resultados obtenidos, se construyó un prototipo de locomotora eléctrica equipada con el sistema de rodadura desplazable y capaz de circular a las tensiones de 25.000 voltios/50 Hz y 3.000 voltios en corriente continua, obteniendo a su vez unos resultados plenamente satisfactorios y que desembocaron en la construcción de la serie 130.000 de Renfe.

### 3.2 El sistema Brava de CAF

El sistema desarrollado por esta empresa consiste en un bogie motor, que mediante un cambiador específico, varía el ancho de vía automáticamente sin detener el tren y que puede incorporarse tanto a material móvil de nueva construcción como al preexistente. Los primeros ensayos se realizaron con automotores de la serie 594 de Renfe, que circularon entre Zaragoza y Huesca y Zaragoza y Calatayud. Fruto de estas pruebas, los electrotrenes de la serie 120.000 (servicios Alvia) y 121.000 (servicios Avant) de Renfe incorporan el mismo sistema de cambio de ancho automático, además de equipos eléctricos bitensión (25.000 voltios/50HZ y 3.000 voltios corriente continua).

## 4. Los servicios sobre líneas de ancho estándar y ancho ibérico

En mayo de 1992, una composición con material Talgo Pendular de V generación, equipada con cambio automático de ancho, inauguró el servicio Madrid – Málaga, recorriendo la línea de alta velocidad entre Madrid y Córdoba, donde se encontraba instalado el cambiador, continuando por la línea convencional hasta Málaga, el tiempo de viaje se redujo de 7 horas a 4 horas y 55 minutos. A este servicio pionero se irían añadiendo sucesivamente el Barcelona - Sevilla que, una vez instalado el cambiador de Majarabique, ampliaría su recorrido hasta Cádiz y el Madrid – Huelva, circulando ambos acoplados en Madrid y Sevilla. Las velocidades máximas eran de 180 km/h sobre 1.435 mm y 160 km/h sobre 1.668 mm, aumentada a 200 km/h en la línea de alta velocidad. La denominación comercial de estos servicios fue, en un primer momento, Talgo 200 y finalmente Altaria. Con la inauguración de la línea de alta velocidad de Madrid a Lérida primero y posteriormente hasta Roda de Bará, el Altaria Triana pasó a utilizar las líneas de ancho estándar durante 1.025 km. La tracción estaba a cargo de las locomotoras de la serie 252 en las líneas de alta velocidad y de las 269 o 252 en las líneas convencionales.

#### 4.1 Productos comerciales

Servicios Altaria: el nombre comercial Altaria se aplica a trenes diurnos realizados con material remolcado Talgo Pendular y que utilizan en su recorrido líneas de alta velocidad y líneas convencionales. El material utilizado por estos servicios son ramas de Talgo Pendular de las series IV, VI y VII, autorizadas para velocidades entre 180 y 220 km/h en las líneas de ancho estándar y que en su composición definitiva cuentan con 11 coches.

Alvia: a partir de mayo de 2006 comienzan a circular los primeros trenes con esta denominación comercial, empleando electrotrenes de la serie 120 y 130 equipados con rodadura desplazable en servicios rápidos diurnos, a las velocidades de 220 km/h sobre ancho ibérico y 250 km/h sobre ancho estándar. El primer servicio fue el Madrid – Barcelona, utilizando la recién inaugurada línea de alta velocidad entre desde la capital de España hasta Lérica.

Tren Hotel: se prestan con ramas remolcadas de Talgo Pendular con cambio automático de ancho, equipado para servicios nocturnos con plazas acostadas y sentadas. Las velocidad máxima autorizada es de 220 km/h en líneas convencionales y 250 km/ sobre las líneas de alta velocidad.

Avant: tienen su origen en los servicios que comenzaron a prestarse en 1992 entre Puertollano/Ciudad Real y Madrid, a los que se unieron el Córdoba – Sevilla en 2004 y Toledo – Madrid en 2005 con el nombre de “Lanzadera AVE”. Consisten en ofrecer viajes a un precio más reducido por las líneas de alta velocidad, sin las prestaciones que ofrece al viajero el servicio AVE, pero con una flexibilidad en la elección de plazas y horarios. A partir del año 2006 estos servicios fueron traspasados a la unidad de negocio de Media Distancia, cambiando su denominación al año siguiente por Avant. Al igual que ocurrió con los servicios de largo recorrido, las ventajas que ofrecían las líneas de alta velocidad para extender los servicios sobre ancho ibérico, provocó la compra de los electrotrenes de la serie 121.000, con las mismas características técnicas que la serie 120.000, pero con un diseño interior adaptado a servicios regionales.

#### 4.2 Los trayectos recorridos por los trenes de ancho variable

En la actualidad, año 2011, la suma de los servicios prestados con material equipado con cambio automático de ancho recorren un total de 5181,2 kilómetros diarios, que representa el 38,25 % de la R.F.I.G. gestionada por Adif, de los que 1.996,6 son de ancho estándar (el 80,6 % de las líneas de alta velocidad) y 3.556,7 son de ancho ibérico (que representa el 29,9 % de la red convencional). Las líneas de alta velocidad Madrid – Sevilla/Valladolid/Valencia/Albacete y Córdoba – Málaga son recorridas en su totalidad por estos servicios, mientras que la línea Madrid – Barcelona es recorrida en dos partes diferenciadas: entre Madrid - Atocha y el cambiador de Plasencia de Jalón (277 kilómetros) y entre el cambiador de Zaragoza – Delicias y Barcelona Sants (342,1 kilómetros).



Los trayectos recorridos en el año 2011 por los trenes de ancho variable son los siguientes: los Altaria Granada – Madrid y Algeciras – Madrid, que son los únicos servicios con esta denominación comercial que realizan parte de su recorrido por líneas de alta velocidad; los Alvia Pamplona/Logroño/Irún - Madrid y Vigo/Irún – Bilbao cubiertos por la serie 120.000 y los Alicante – Madrid – Santander/Gijón, Bilbao/Irún – Madrid y Madrid – Valencia/Castellón cubiertos por la serie 130.000; los Tren Hotel Vigo/Coruña/Gijón – Barcelona y el Avant Jaén - Cadiz

#### 4.3 Estaciones y población atendidas

El número de estaciones atendidas por estos servicios es de 86, de las que 17 corresponden a las líneas de ancho estándar y 69 sobre la red de ancho ibérico. Las estaciones de alta velocidad dan servicio a una población de 17.259.713 habitantes, pero gracias al empleo de trenes de ancho variable, es posible extender estos servicios a otros 9.082.583 habitantes (población del año 2010) que, en conjunto, representan al 56,02 % de la población de España.

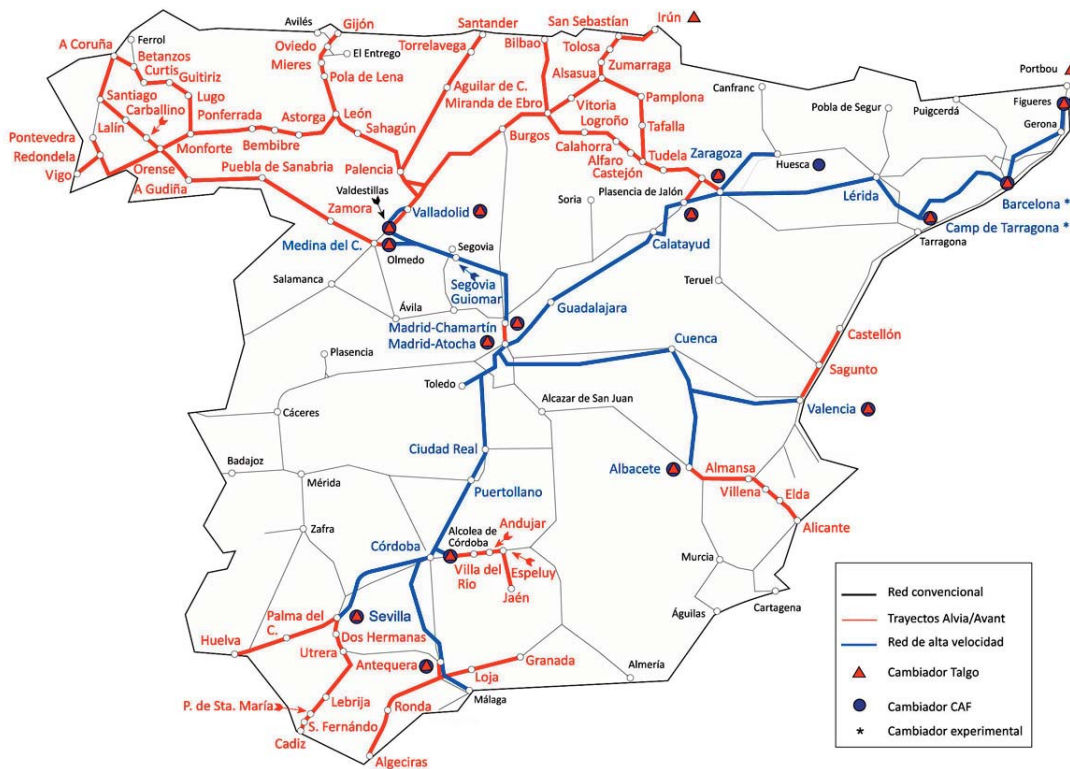


Fig. 1. Líneas recorridas por los servicios de ancho variable

Servicios	Viajeros
AVE	624.303
Avant	52.700
Alvia/Altaria	201.328
Tren Hotel	55.842

**Tabla 1.** Viajeros transportados en el año 2010

## 5. Resultados de los servicios de ancho variable

A modo de resumen presentamos a continuación las principales magnitudes relacionadas con la prestación de servicios de ancho variable, referidas a los kilómetros recorridos, estaciones servidas y población que puede disfrutar de estos servicios, tanto sobre la red de ancho estándar como la red de ancho ibérico.



Línea	Km ancho 1.435 mm	Km ancho 1.668 mm	% del total de la Red	% red 1.435 mm	% red 1.668 mm
Madrid – Valladolid C.G. (cambiador)	179,4	-	1,24	6,98	-
Bif. Olmedo – Olmedo (cambiador)	19,9	-	0,14	0,77	-
Madrid – Plasencia de Jalón (cambiador)	277	-	1,92	10,77	-
Zaragoza Delicias (cambiador) - Barcelona	342,1	-	2,37	17,4	-
Madrid – Sevilla (Majarabique)	441,4	-	3,06	17,17	-
Madrid - Valencia	390,8	-	2,71	15,2	-
Madrid – Albacete (cambiador)	315,9	-	2,19	12,29	-
Valladolid C.G. (cambiador) - Hendaya	-	408,5	2,83	-	3,44
León – Gijón	-	171,7	1,19	-	1,45
Venta de Baños - Santander	-	262,8	1,82	-	2,21
Palencia – La Coruña	-	550,9	3,81	-	4,64
Monforte - Vigo	-	177	1,23	-	1,49
Redondela - Pontevedra	-	22	0,15	-	0,19
M. del Campo (cambiador) – Zamora – La Coruña	-	531,7	3,68	-	4,48
Castejón – Pamplona – Pamplona	-	139,3	0,96	-	1,17
Zaragoza – Logroño – Miranda de Ebro	-	338,3	2,34	-	2,85
Majarabique (Sevilla) - Cádiz	-	164,8	1,14	-	1,39
Majarabique (Sevilla) – Huelva	-	112,6	0,78	-	0,95
Albacete – La Encina – Alicante	-	168,9	1,17	-	1,42
Valencia – Sagunto – Castellón	-	84,4	0,58	-	0,71
Jaén – Alcolea	-	125	0,87	-	1,05
Antequera (cambiador) – Granada	-	122,6	0,85	-	1,03
Bobadilla – Algeciras	-	176,2	1,22	-	1,48
Total ancho 1.435 mm	1624,5	-	-	80,6	-
Total ancho 1.668 mm	-	3556,7	-	-	29,9
Total	5523,3		49,5		

Tabla 2. Líneas recorridas por los servicios de ancho variable

Línea	Estaciones (1.435 mm)	Estaciones (1.668 mm)	Población servida por cada línea	Población servida por el conjunto de líneas	% de la población española servido por cada línea
Madrid - Sevilla	5	-	7784810	7784810	16,56
Madrid – Plasencia de Jalón (cambiador)	2	-	6.203.316	174.687	0,37
Zaragoza - Barcelona	4	-	6.305.448	6.305.448	13,41
Madrid – Valladolid C.G	3	-	6.507.390	478.761	1,02
Madrid – Valencia	2	-	7.642.725	1.614.096	3,43
Madrid - Albacete	1	-	6.255.293	170.475	0,36
Valladolid C. G. – Hendaya	-	8	731.436	731.436	1,56
Venta de Baños - Santander	-	4	444.309	444.309	0,94
Palencia – La Coruña	-	15	964.877	964.877	2,05
León - Gijón	-	4	836.141	836.141	1,78
Monforte – Vigo	-	3	641.426	641.426	1,36
Medina – Zamora – Orense – Coruña	-	8	812.370	812.370	1,73
Castejón – Pamplona – Alsasua	-	2	352.143	352.143	0,75
Zaragoza – Logroño – Bilbao	-	7	1.907.245	1.907.245	4,06
Majarabique (Sevilla) – Cádiz	-	6	2.244.809	717.132	1,53
Majarabique (Sevilla) – Huelva	-	2	1.473.095	159.785	0,34
Albacete – La Encina – Alicante	-	4	1.07.585	847.110	1,8
Valencia – Sagunto - Castellón	-	2	1.630.219	386.997	0,82
Jaén – Alcolea de Córdoba	-	4	164.165	164.165	0,35
Antequera (cambiador) - Granada	-	3	578.737	578.737	1,23
Bobadilla – Algeciras	-	1	395.380	270.146	0,57
Total ancho 1.435 mm	17	-	-	16.528.277	-
Total ancho 1.668 mm	-	69	-	9.814.019	-
<b>Total</b>		<b>86</b>		<b>26.493.413</b>	<b>56,02</b>

\* Las estaciones de empalme están contabilizadas una sola vez.

**Tabla 3.** Número de estaciones y habitantes atendidos por cada línea

## Referencias

García Álvarez, A. (2010). Cambio automático de ancho de vía de los trenes en España. Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

Moreno Fernández, J (1999). El ancho de vía: un parámetro controvertido. Siglo y medio de ferrocarril en España.