



La alta velocidad en el mundo



renfe

Dirección General de Seguridad, Organización y Recursos Humanos
Dirección Corporativa de Organización y Desarrollo
Jefatura de Gabinete de Documentación y Análisis de Proyectos

18/12/06

LA ALTA VELOCIDAD EN EL MUNDO A FINALES DE 2006

INDICE

ÍNDICE	2
RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
CARACTERÍSTICAS DE LA ALTA VELOCIDAD	5
DESARROLLO DE LA ALTA VELOCIDAD.....	7
Situación en Europa.....	8
Desarrollo de la alta velocidad en el resto del mundo	11
ALTA VELOCIDAD POR PAÍSES	12
Japón	12
Francia	14
España	15
Alemania	16
Italia	16
Bélgica	17
Reino Unido	17
Corea	18
Taiwán.....	18
PAÍSES CON LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN CONSTRUCCIÓN	19
PAÍSES CON PROYECTOS DE ALTA VELOCIDAD	20
LAS LÍNEAS CON ALTA VELOCIDAD EN EL MUNDO PARA VELOCIDADES SUPERIORES A 250 KM/H	21

RESUMEN

El año 2006 finaliza con más de 7.000 kilómetros de líneas ferroviarias de alta velocidad en el mundo, de los que 4.255, casi el 60 por ciento, se encuentran en Europa, y el resto en Asia.

En este año, en el que se ha cumplido el 25 aniversario de la circulación comercial del primer TGV, han entrado en servicio en España dos nuevos tramos de alta velocidad (Córdoba-Antequera y Lleida-Tarragona) que suman 191 kilómetros; a los que hay que añadir el alemán Nuremberg-Ingolstadt (89 km); y los italianos Roma-Nápoles (184 km) y Turín-Novara (84); además de la inauguración en Taiwán de la primera línea de alta velocidad que cruza la isla de norte a sur (345 km), en total 895 kilómetros.

Se estima que las líneas de alta velocidad europeas sumarán en 2010 más de 6.000 kilómetros. En el resto del mundo, la alta velocidad se concentra en Japón, Corea del Sur y Taiwán, y existen importantes proyectos constructivos, entre otros países, en China, India y Estados Unidos.

INTRODUCCIÓN

A mediados del mes de diciembre de 2006, se han puesto en marcha en España casi 200 nuevos kilómetros de líneas ferroviarias de alta velocidad, que suponen un fuerte impulso al desarrollo de este tipo de transporte en nuestro país.

El 16 de diciembre de 2006 entraron en servicio los 110 kilómetros del tramo de alta velocidad entre Córdoba y Antequera, que forman parte de la futura línea Córdoba-Málaga, cuyo tramo final (Antequera-Málaga) está previsto que se inaugure para finales de 2007. Dos días después, se inauguraron los 81 kilómetros que separan Lleida de Tarragona, estando prevista la llegada de esta línea a Barcelona para 2007 y a la frontera francesa para 2009.

La apertura de estos tramos de alta velocidad en España se produce cuando acaba de celebrarse el 25 aniversario de la circulación del primer tren de alta velocidad en Europa. Se trataba de un TGV de primera generación, que realizó el trayecto París y Lyon a una velocidad comercial máxima de 260 km/h.

Pero el desarrollo de la alta velocidad no se ha detenido con la inauguración de nuevos tramos en España, pues a lo largo de 2006 se han producido otra serie de hitos en el mundo:

- Puesta en marcha de la alta velocidad entre Roma y Nápoles (186 km), la primera línea comercial con ERTMS. Los 18 kilómetros que restan discurrirán por zonas urbanas y semiurbanas de Nápoles y entrarán en servicio en 2008.
- Inauguración de la línea Turín a Novara (84km) coincidiendo con los Juegos Olímpicos de invierno celebrados en Turín. Esta línea se prolongará desde Novara a Milán (41 kilómetros) en 2009.
- Comienzo del servicio de la línea alemana Nuremberg-Ingolstadt.
- Inauguración en Taiwán de la línea de 345 km. entre la capital, Taipei, y Kaohsiung, en el sur de la isla.
- Grandes avances en el desarrollo de TGV Este en Francia.
- Concreción de proyectos en China, Argentina, Estados Unidos, varias líneas transeuropeas...

A finales de 2006, las líneas ferroviarias que podemos considerar de alta velocidad tiene una longitud de 7.152 kilómetros, de los que 4.255, el 60 por ciento, se encuentran en Europa.

CARACTERÍSTICAS DE LA ALTA VELOCIDAD

La definición del término "alta velocidad" es muy relativa, y por tanto ofrece amplias variaciones.

En este estudio se seguirá el concepto de la Comisión Europea, que lo aplica a aquellas líneas que han sido diseñadas y construidas especialmente para velocidades iguales o superiores a 250 km/h y para los trenes capaces de circular por ellas. A ellas también se suman las líneas "convencionales" que han sido adaptadas para la circulación a más de 200 km/h, como por ejemplo, la línea Zaragoza-Huesca y los trenes capaces de alcanzar esa velocidad que circulan por ellas.

Por lo tanto, en cualquier sistema de alta velocidad ferroviaria, ésta, la velocidad, que en régimen de pruebas ha cifrado su récord en 515,3 km/h, no constituye el único elemento diferenciador sobre las redes convencionales, sino que engloba un amplio abanico de factores y elementos, entre los que se encuentran:

➤ Infraestructura

- ✓ Existencia de sistemas de gestión del tráfico avanzados. A la velocidad a que se circula, las señales tradicionales que determinan el desarrollo de la circulación ferroviaria son difíciles de visualizar por el maquinista, por lo que se requiere una comprobación de las diferentes indicaciones en la cabina a través de diversos medios (balizas, radio...), así como que garanticen el estricto cumplimiento de todas las órdenes que se transmitan.
- ✓ Mayor separación entre las vías y una sección de los túneles más amplia respecto a las líneas convencionales, pues la presión que se produce por el cruce de los trenes debido a la mayor velocidad podría hacerlos descarrilar.
- ✓ Unas curvas más suaves, como mínimo de 3.000 ó 3.500 metros de radio, frente a los 500 de los convencionales.
- ✓ La eliminación de pasos a nivel, que se sustituyen por pasos elevados o inferiores, así como el cerramiento de las líneas, para eliminar cualquier riesgo de que se invadan las vías.

➤ Material Móvil

- ✓ Los trenes están formados por unas composiciones indeformables integradas por dos cabezas motrices que encuadran un número determinado de coches; o por locomotoras de gran potencia capaces de superar los 200 km/h.
- ✓ Reducción del peso del tren, a través del uso de nuevos materiales como el aluminio o los composite y aligeramiento del peso de los motores de tracción, sin sacrificar por ello la potencia. Todo ello con el objetivo de evitar la transmisión de grandes esfuerzos a las vías, reducir los costes de mantenimiento y conseguir una reducción del consumo de combustible.

- ✓ Introducción de la tracción distribuida en los trenes autopulsados, dotando a todos o a algunos de los coches de bogies motores, lo que permite aumentar el espacio destinado a los clientes, y, por tanto, el número de plazas.
 - ✓ Uso de sistemas para reducir las vibraciones producidas por el contacto de las ruedas con los raíles, como por ejemplo la basculación, que permite inclinar el tren para que realice el seguimiento de las curvas, pivotando sobre los bogies e inclinándose para contrarrestar las fuerzas que actúan sobre el tren. Esto se traduce en un mayor confort para el cliente.
 - ✓ Incremento de la potencia de los sistemas de frenado, mediante el uso de diversos sistemas como el freno regenerativo o los discos de alta potencia.
- Comerciales
- ✓ Numerosas innovaciones en materia de prestaciones y de servicios, que han sido posteriormente aplicados en otros modos de transportes.
 - ✓ Crecimiento de la demanda inducida de viajes, y de la cuota de mercado del ferrocarril: 360.000 viajeros diarios en la línea japonesa del Tokaido Shinkansen; 1.200 millones de viajeros han utilizado el TGV en sus 25 años de existencia; el 83,6 por ciento de los clientes utilizan el AVE en la línea Madrid-Sevilla, frente al 16,4 que usan el avión en esta misma línea.

Por tanto, se trata, en todos los casos, de una combinación de trenes e infraestructura, que han sido desarrollados con la intención de dar un servicio de altas prestaciones, en base a una tecnología determinada y que han alcanzado unos muy buenos resultados comerciales.

Esta definición tiene un uso práctico, pero hay tipos de servicios de alta velocidad que cuentan con diferencias estimables, por lo que les podemos clasificar en:

- Líneas donde sólo se utilizan ramas especializadas para el transporte de viajeros, como es el caso de la línea París-Lyon, los TGV Atlántico, Norte, Rhône-Alpes, Mediterráneo y la línea de interconexión de París; las líneas japonesas de alta velocidad del Shinkansen y la alemana Colonia-Frankfurt.
- Líneas que tienen tráfico de viajeros, tanto en ramas de alta velocidad como en composiciones convencionales, entre las que se encuentran las líneas españolas de alta velocidad Madrid-Sevilla y Madrid-Lleida.
- Líneas en las que circulan al mismo tiempo trenes de viajeros y material rodante convencional para el transporte de viajeros y mercancías. En este grupo se encuentran las líneas alemanas Hannover-Würzburg, Mannheim-Stuttgart y Hannover-Berlín, así como la línea italiana Roma-Florenia.
- Líneas donde sólo se utilizan trenes de alta velocidad de viajeros y trenes convencionales para el transporte de mercancías, como se realiza en la práctica en algunos tramos de las líneas París-Lyon y en el TGV Atlántico.

EL DESARROLLO DE LA ALTA VELOCIDAD

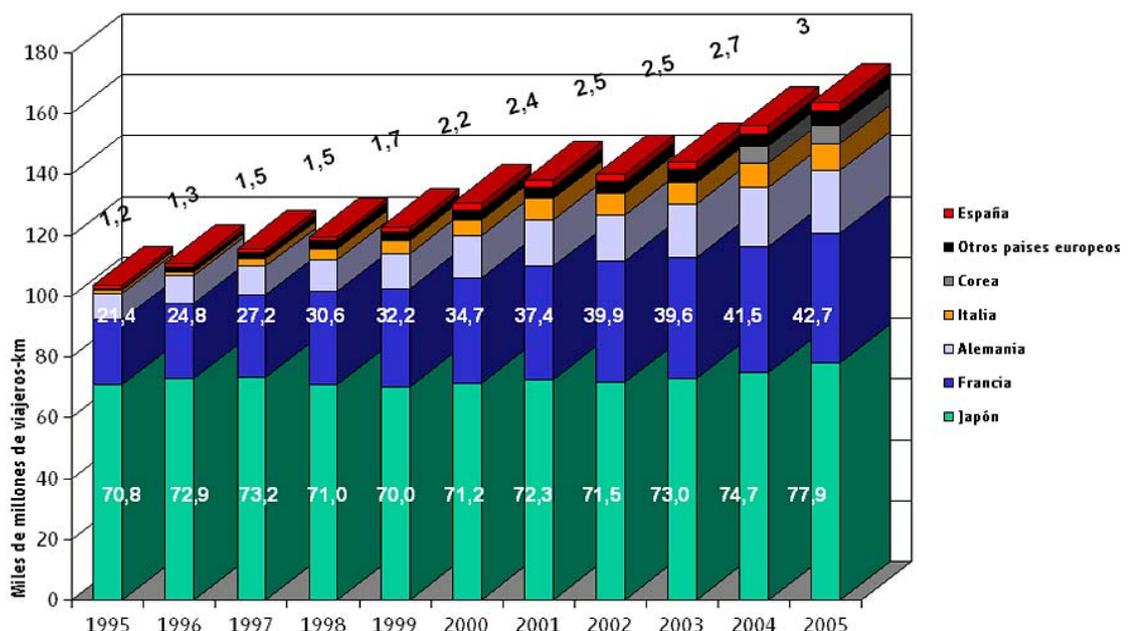
Tras varias décadas de estancamiento e incluso de importantes pérdidas de cuota en el mercado del transporte de viajeros, sobre todo por el desmesurado desarrollo de mercado automovilístico en un mundo cada vez más interconectado y con mayores demandas de movilidad, el ferrocarril ha encontrado en la alta velocidad su tabla salvadora para detener esta caída y un elemento de competencia con los otros modos. Ese sueño del ferrocarril de ser la mitad de rápido que el avión y el doble que el automóvil, ya es una realidad en distancias de hasta 700 km.

Después de la puesta en marcha en la década de los 60, del “tren bala” japonés, y del perfeccionamiento del sistema que supuso en los años 80 la irrupción del TGV, el paradigma de un tren circulando a gran velocidad y que ofreciera a la vez unas altas prestaciones, se ha convertido en una realidad.

Desde los años 90 del pasado siglo el desarrollo de la alta velocidad en el mundo ha sido imparable. Aunque Japón y Francia siguen copando este mercado, se han incorporado con fuerza otros países como Alemania, Italia, Corea y España, ampliándose el radio de los trayectos de los tráficos nacionales a los internacionales.

La longitud de las líneas de alta velocidad en funcionamiento a finales de 2006 es de 7.152 kilómetros, de los que 4.255, el 60 por ciento, se encuentran en Europa. El número de viajeros-kilómetro en el mundo ha pasado de menos de 100.000 millones en 1995 a más de 150.000 diez años después; y en Europa de 48,5 millones de viajeros en 1998 a 75,4 en 2004.

TRÁFICO FERROVIARIO DE ALTA VELOCIDAD EN EL MUNDO DE 1995 A 2005

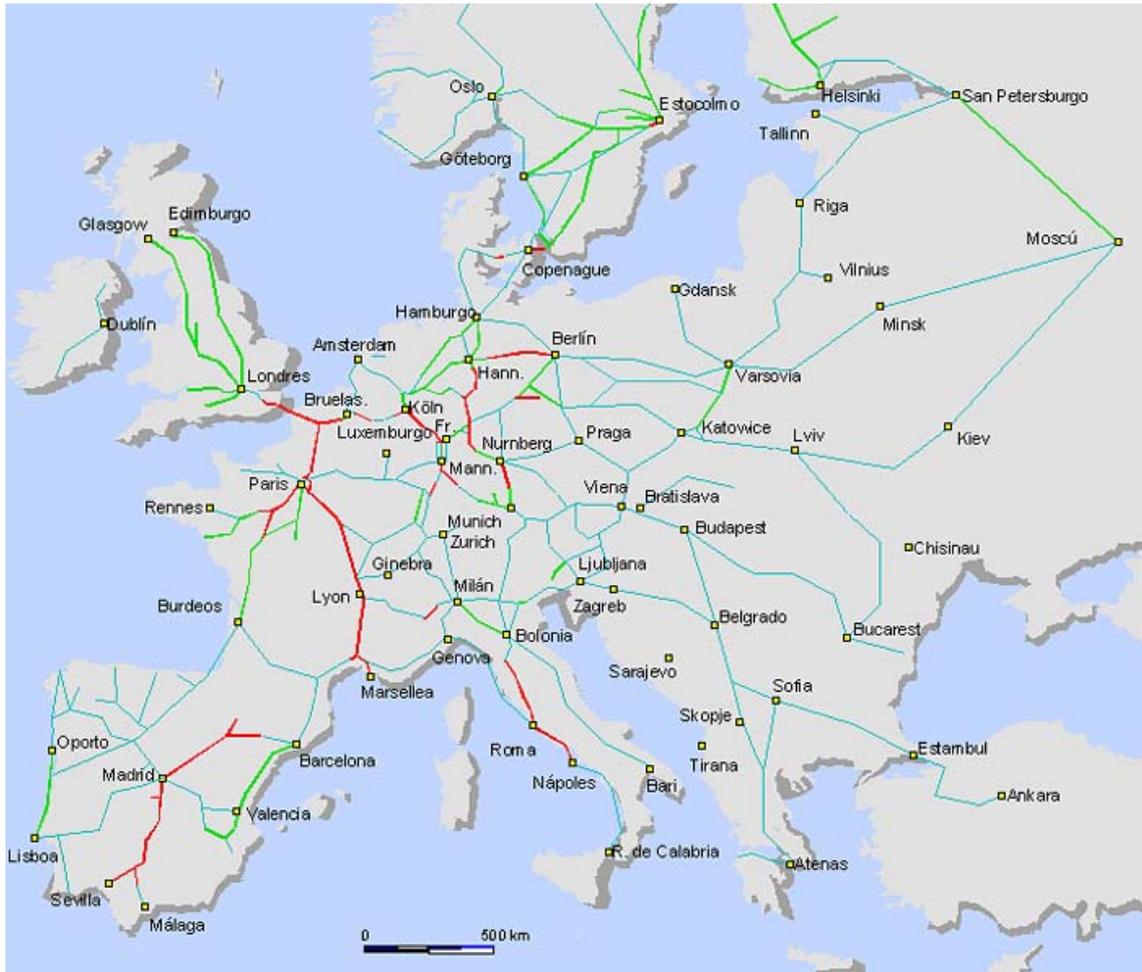


Fuente: UIC y Eurostat

La situación en Europa

Además de Francia, en Europa países como España, Alemania, Bélgica, Italia y el Reino Unido están explotando líneas de alta velocidad a velocidades superiores a 250 km/h y se están construyendo diversos tramos que entrarán en funcionamiento fundamentalmente en 2007.

LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN EUROPA A FINALES DE 2006

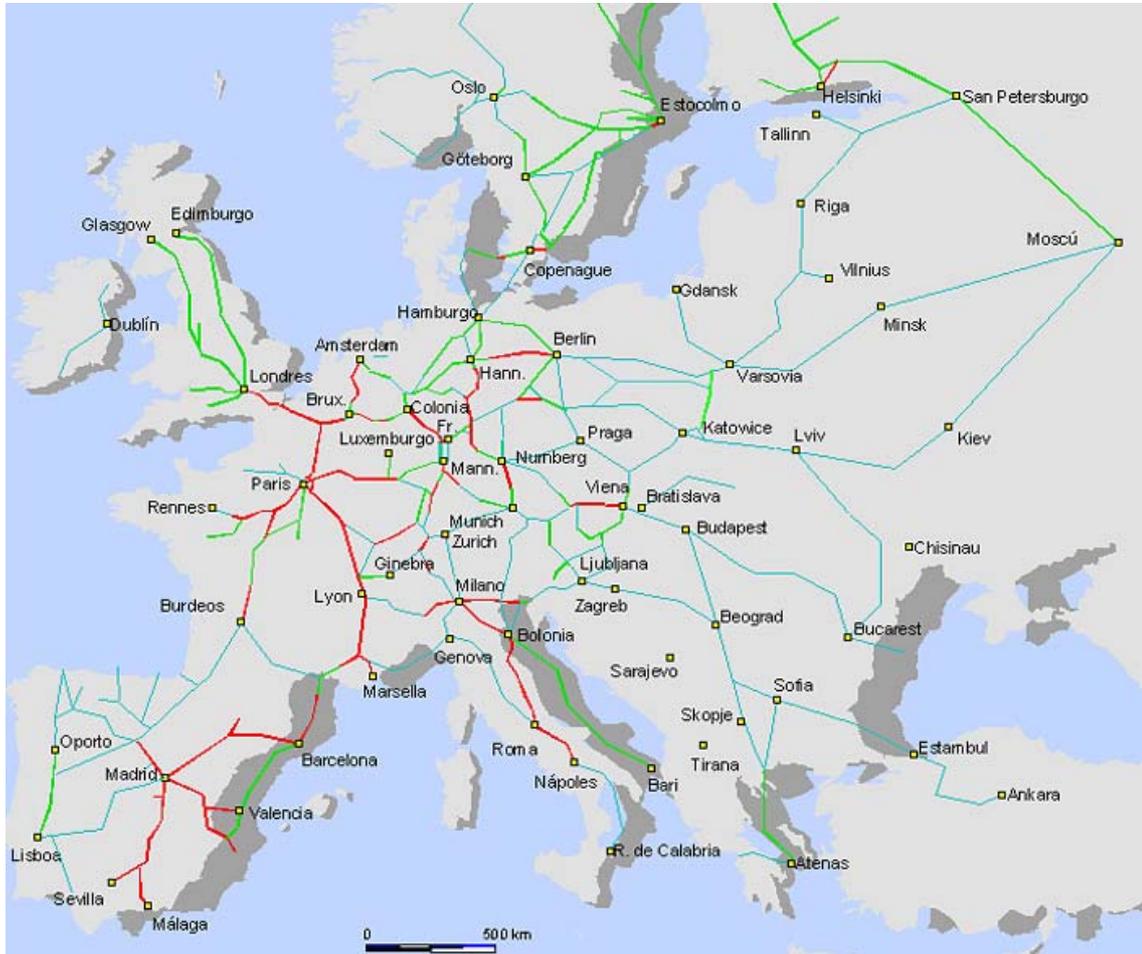


— Líneas de alta velocidad $v \geq 250$ km/h — Líneas convencionales $v \leq 250$ km/h — Red AV 220

Fuente: UIC

La Unión Europea ha intentado impulsar el desarrollo de la alta velocidad por medio de la Red Transeuropea de Transportes (TEN-T, por sus siglas en inglés), que amplía el concepto del “mercado único” al movimiento de los bienes y de las personas. Este plan está compuesto por 30 proyectos de construcción de corredores que integran carretera, ferrocarril, aeropuertos, vías navegables interiores, y los puertos marítimos e interiores, además de los sistemas de gestión del tráfico para la larga distancia en todo el continente. La mayor parte de estos proyectos son de construcción de corredores ferroviarios de alta velocidad, para apoyar este medio de transporte y evitar la congestión de la carretera, con la vista puesta en 2010 y 2020.

LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN EUROPA EN 2010

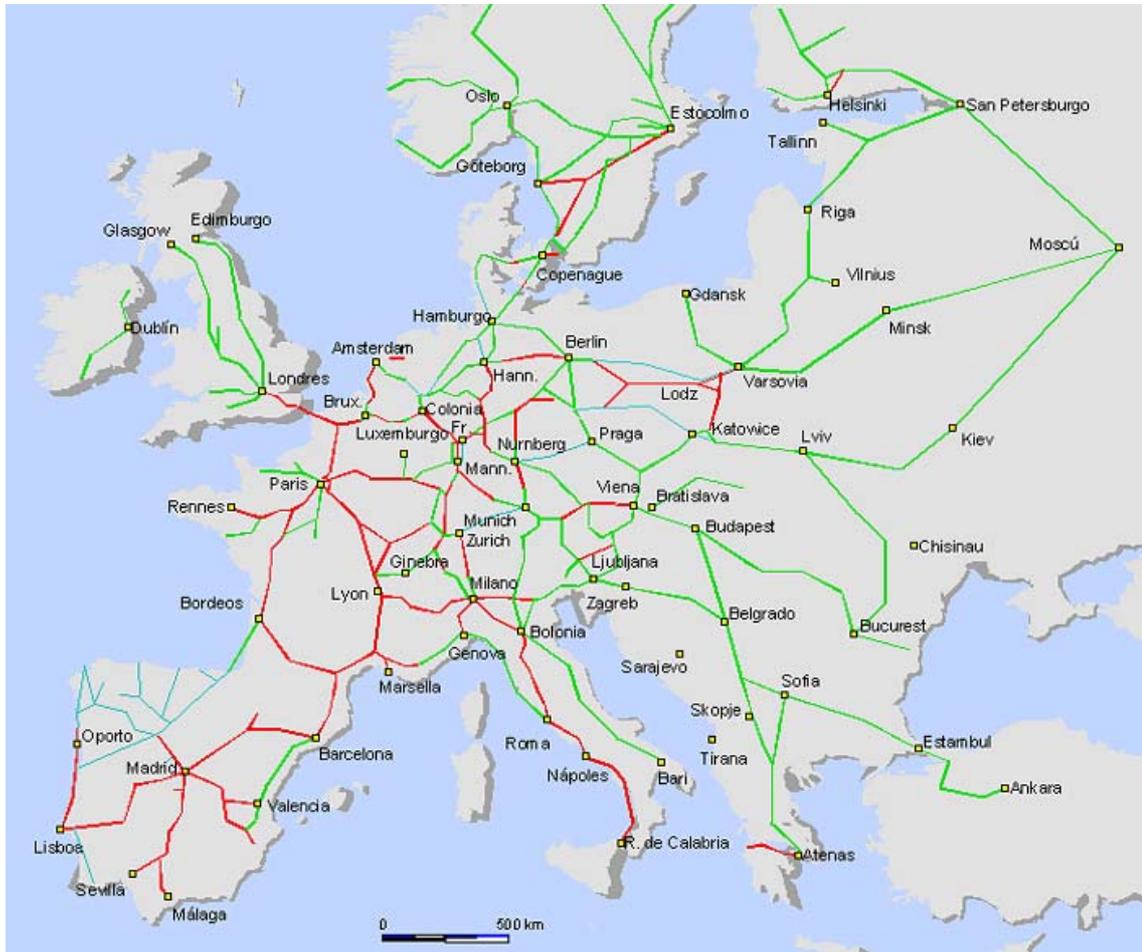


— Líneas de alta velocidad $v \geq 250$ km/h — Líneas convencionales $v \leq 250$ km/h — Red AV 220

Fuente: UIC

Entre los años 2007 y 2010 está previsto que entren en servicio dos líneas en Bélgica que unan el centro con las fronteras holandesa y alemana; así como la línea que desde París se dirige hacia Estrasburgo y al centro de Alemania; y la que discurre desde Bolonia a Milán. En España se producirán importantes avances, pues se concluirán la línea Madrid-Barcelona-Frontera Francesa, el Córdoba-Málaga y el Madrid-Valladolid, teniendo que estar muy avanzada la Madrid-Valencia-Alicante. Por último destacar, que se culminará el tramo desde Londres al túnel del Canal de la Mancha y una línea que atraviese Holanda desde el aeropuerto de Ámsterdam hasta la frontera belga pasando por Róterdam.

LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN EUROPA EN 2020



— Líneas de alta velocidad $v \geq 250$ km/h — Líneas convencionales $v \leq 250$ km/h — Red AV 220

Fuente: UIC

Desde el punto de vista del desarrollo de la alta velocidad en Europa, el periodo 2010-2020 se va a caracterizar más por la elevación de la velocidad en las líneas convencionales, como consecuencia de las mejoras que se van a introducir en ellas, que por la construcción de nuevas líneas.

La adecuación de las líneas convencionales a 250 km/h se va a centrar principalmente en los países del Este de Europa y afectará a sus principales líneas internacionales, así como a los grandes ejes centroeuropeos y nórdicos.

Entre las nuevas líneas a construir destacan las que unirán Madrid con Lisboa y la capital lusa con Oporto; en España el Madrid-Valencia-Alicante y la "Y" vasca; la unión de Lyon con Milán; la conexión de París con Burdeos y Rennes; el desarrollo de la parte sur de la Directísima entre Nápoles y Regio Calabria; la nueva relación entre Estocolmo con Goteborg y Copenhague; y en Polonia la línea Varsovia-Lodz-Wroclav-Poznan.

Desarrollo de la alta velocidad en el resto del mundo

Son pocos los países fuera de Europa que han adoptado la alta velocidad en sus sistemas ferroviarios. Además de Japón, Corea del Sur ha empleado tecnología TGV para unir la capital Seúl con Pusan al sur del país. También, Taiwán ha inaugurado la línea de 345 km. entre la capital, Taipei, y Kaohsiung en el sur del país, a finales de 2006.

En otras partes del mundo, existen otros proyectos en construcción y, sobre todo, en intenciones, entre los que destacan:

- China, donde se está trabajando en la construcción de 1.820 kilómetros, distribuidos en cuatro líneas y que deberán estar concluidos antes de 2010. Asimismo, tiene en proyecto la construcción de dos líneas más, que suman unos 1.300 kilómetros y que deberán estar concluidos antes del año 2020.
- Antes del 2013 deberán entrar en servicio en Japón 374 nuevos kilómetros, de los cuales 181 serán de nueva construcción y 193 de acondicionamiento de la línea actual.
- Por último existen diversos proyectos, aún poco concretados, en Estados Unidos (corredor Boston-Nueva York-Washington), en Marruecos (Casablanca-Marrakech), Turquía (Estambul-Ankara) e India (Mumbai-Amehdabad), en los que la velocidad máxima podría ser de 250 km/h.

LA ALTA VELOCIDAD POR PAÍSES

Japón

Japón fue la pionera de la alta velocidad ferroviaria en el mundo, cuando en 1964 se pusieron en marcha los primeros "trenes bala" en la primera línea dedicada para estos trenes, la Tokaido Shinkansen entre Tokio y Osaka. Shinkansen es la denominación que se da tanto a las líneas de alta velocidad, gestionadas en la actualidad por compañías privadas, que anteriormente formaban el grupo Japan Railways (JR), así como a los servicios que en ellas se prestan.

El génesis de la alta velocidad japonesa se remonta a la década de los años 50, cuando se planteó la construcción de una nueva línea ferroviaria entre Tokio y Osaka para resolver el problema de la saturación de la línea convencional existente y mejorar los tiempos de viaje.

Debido a la naturaleza montañosa de gran parte del país, la mayoría de las infraestructuras existentes tenían un ancho de vía de 1.067 mm., que no podían ser adaptadas a velocidades superiores.

Partiendo de esta necesidad de desarrollar un nuevo sistemas de líneas que permitiera aumentar la velocidad, en 1959 comenzó la construcción de las nuevas infraestructuras, dotadas de ancho de 1.435 mm., y que habrían de constituir la línea Tokaido Shinkansen entre Tokio y Osaka. Inaugurada en abril de 1964, justo a tiempo para los Juegos Olímpicos que se celebraban en la capital nipona, tuvo un éxito inmediato, llegando a la marca de los 100 millones de pasajeros en menos de tres años.

A partir de este momento, se propuso una extensión de la alta velocidad con la construcción de una red paralela a la mayoría de las líneas convencionales de Japón.

Las líneas de Shinkansen en servicio en estos momentos son:

- Tokaido Shinkansen fue la primera línea de alta velocidad existente en el mundo y discurre entre Tokio y Osaka. Diariamente es utilizada por 400.000 clientes y por ella circulan 350 trenes al día, con frecuencias de hasta 15 trenes por hora y sentido (un tren cada cuatro minutos) en hora punta. En la actualidad es explotada por la compañía JR Central.

En esta línea se ofrecen diferentes servicios según las paradas y las características de los trenes:

- ✓ El servicio Nozomi se realiza con trenes las series 300 y 700 a una velocidad de 270 km/h y parada sólo en las 5 estaciones más importantes: Tokio, Yokohama, Nagoya, Kioto y Osaka.
- ✓ El servicio Hikari para en 7 estaciones y utiliza los trenes de las series 100 y 300 a velocidades máxima de 230/270 km/h.
- ✓ El servicio Kodama con trenes 100, también a 230 km/h. y paradas en las 16 estaciones existentes.

- Sanyo Shinkansen: Tras el éxito, la Tokaido se amplió hacia el oeste de Japón. Esta extensión entró en servicio en 1975 entre Osaka y Fukuoka, las dos ciudades más grandes en Japón occidental, y está explotada por JR Oeste.
En esta línea circulan:
 - ✓ Trenes Hikari Rail Star de la serie 700 a una velocidad de 285 km/h.
 - ✓ Trenes Nozomi de la serie 500, también a 285 km/h, aunque están diseñados para 300 km/h; y de la serie 300 N a 270 km/h.
 - ✓ Trenes Gran Hikari de la serie 100N, a una velocidad máxima de 230 km/h.
- Tohoku Shinkansen: Es la línea del Shinkansen más larga con una longitud de 593 kilómetros, y une Tokio con Hachinohe en el norte de la isla principal de Japón. Es explotada por JR Este
- Joetsu Shinkansen: Esta conexión entre Tokio y Nigata comenzó a funcionar en 1982, con una parte inicial común con la Tohoku. Es explotada por JR Central.
- Hokuriku Shinkansen: Se inició en 1997 entre Tokio y Nagano con 117 kilómetros. Debido a las pendientes de esta línea, cuenta con una serie especial de trenes, los denominados 'E-2' capaces de circular por rampas de hasta 30 milésimas y a una velocidad de 270 km/h. La línea es explotada por JR Este.
- Kyushu Shinkansen: Esta línea de 249 kilómetros une desde marzo de 2004 la ciudades sureñas de Fukuoka y Kagoshima. Esta línea se unirá al Sanyo Shinkansen en Fukuoka. Por esta línea circulan los trenes de la serie 800, los más pequeños ya que cuentan con solamente seis coches, aunque pueden circular a una velocidad máxima de 285 km/h. JR Kyushu es la empresa que explota la línea.
- Mini Shinkansen: Estas líneas consisten en tramos de la red convencional objeto de actuaciones de mejora, entre las que destaca la conversión al ancho internacional. Están limitadas en cuanto a gálibo, que es menor, y a la velocidad máxima, 130 km/h. Sin embargo, en el momento que pasan a circular por una línea de alta velocidad los trenes pueden alcanzar los 240 km/h. Las secciones de líneas existentes son:
 - ✓ Yamagata Shinkansen es un Mini-Shinkansen entre Fukushima y Shinjo que discurre en parte sobre las vías del Tohoku Shinkansen.
 - ✓ Akita Shinkansen: Es la línea de alta velocidad entre Morioka y Akita, con parte de su recorrido en la Tohoku Shinkansen.

La alta velocidad ha sido un gran éxito en Japón y ha servido de referencia para ser aplicada posteriormente en el resto de los países. Cuenta con la red más amplia del mundo, 2.304 kilómetros; es el país con mayor tráfico de viajeros-km, 77.900 millones (la mitad del tráfico mundial): dispone del parque más amplio, con más de 500 trenes construidos, cuenta con el tren con mayor velocidad comercial media, un Nozomi que discurre a 261,8 km/h entre Kokura e Hiroshima...

Francia

Tras el éxito del tren bala japonés, los Ferrocarriles Franceses (SNCF) comenzaron a estudiar la construcción de líneas de alta velocidad en 1966. La construcción de la primera línea de alta velocidad europea, París-Lyon, fue declarada de utilidad pública en 1976 y entró en servicio en dos etapas, en 1981 y 1983.

La nueva línea, de 410 kilómetros, conectaba París y Lyon en dos horas, en lugar de las cuatro horas de la línea tradicional, con el tren de alta velocidad París-Sudeste (TGV/PSE) de primera generación, con particularidades técnicas distintas a sus predecesores por las necesidades de la línea. A partir de ese momento se ha ido ampliando la red de alta velocidad con:

- En 1985 se ponen en servicio los 280 kilómetros del TGV Atlántico, cuyos dos primeros ramales hacia Tours y Le Mans dan cobertura a casi la totalidad del oeste y sudoeste del país.
- En 1987, se empezaron a fraguar tres proyectos, que entraron en servicio entre 1992 y 1994:
 - ✓ El TGV Norte con 332 kilómetros, una parte del cual discurre entre París, Lille y Calais (túnel del Canal) y otra hasta la frontera belga.
 - ✓ Los 102 kilómetros del TGV de Interconexión de París, que conecta el TGV Norte, Sudeste y Atlántico, dando cobertura al aeropuerto de París-Roissy y al parque de atracciones Disneyland París.
 - ✓ Una primera prolongación del TGV Sudeste de 1.220 km. hacia el sur, llegando hasta el aeropuerto de Lyon-Satolas y Valence.
- En 1995, comenzaron las obras de una segunda prolongación hacia el sur, el TGV Mediterráneo, que cuenta con dos ramales hacia Marsella y Nimes.
- Actualmente las obras en curso más importantes son las del TGV Este, que enlazará París y Estrasburgo, y que contará con una prolongación hacia Metz y Sarrebruck.

Está última línea de alta velocidad, la del TGV Este supondrá la circulación de los trenes a partir de 2007 a 320 km/h. Por primera vez, las obras públicas de este tipo han sido financiadas de una forma mixta por la administración central y las autoridades regionales y locales, en caso de las estaciones. Además, esta nueva línea permitirá establecer un recorrido internacional de alta velocidad entre Francia y Alemania, por el que circularán tanto trenes de SNCF como de DB.

El 55,90 por ciento del tráfico ferroviario de alta velocidad europeo es realizado en Francia, realizando SNCF en 2005 un total de 42.700 millones de viajeros kilómetro.

Por último, indicar que el 18 de diciembre de 2006 el Ministerio Francés de Transportes, el operador público SNCF, el gestor de infraestructura RFF y el constructor de material Alstom han presentado el "Plan de Excelencia de la alta velocidad francesa", un plan consistente en la realización de un conjunto de estudios técnicos y de prospección para definir este tipo de transporte en el periodo 2020-2050 y que tendrá como primer elemento publicitario el establecimiento de un nuevo record del mundo de velocidad, para situarlo en los 570 km/h.

España

AVE, acrónimo de tren de Alta Velocidad Española, comienza su singladura en los años 1980 con la propuesta de la primera línea de alta velocidad entre Madrid y Sevilla, integrada en el proyecto de Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA), como alternativa la línea de Despeñaperros que se encontraba al borde de su saturación.

Esta línea se pone en marcha en abril de 1992, coincidiendo con la celebración de la Exposición Universal en Sevilla en 1992, con trenes AVE de la serie 100 fabricados por Alstom, que realizan servicios entre Madrid y Sevilla, y trenes lanzaderas, que unen Madrid con Puertollano y Ciudad Real.

También podemos considerar como servicios de alta velocidad los prestados por los trenes Euromed de Corredor Mediterráneo y que enlazan Barcelona con Valencia y Alicante.

La segunda línea de alta velocidad es la que une Madrid con la frontera francesa, cuya primera fase, Madrid-Zaragoza-Lleida se culmina en octubre de 2003, y se ha prolongado hasta Tarragona el 18 de diciembre de 2006.

En noviembre de 2005 se inauguró el acceso ferroviario de alta velocidad hasta Toledo de 21 km, y en diciembre de 2006 se pusieron en servicio 100 kilómetros del tramo de alta velocidad entre Córdoba y Antequera, línea que llegará para finales del 2007 hasta Málaga.

Los servicios considerados de alta velocidad que se prestan en España, a finales de diciembre de 2006, son:

- Los trenes AVE de la serie 100 que discurren entre Madrid y Sevilla.
- Los trenes AVE de la serie 102 que cubren el servicio Madrid-Zaragoza-Lleida-Tarragona.
- Los AVE Media Distancia que transitan entre Madrid y Toledo, Madrid-Ciudad Real y Puertollano y Córdoba-Sevilla, realizados con material de la serie 104.
- Los Talgo 200 que utilizan desde Madrid la línea de Alta Velocidad hasta Sevilla y Antequera y tienen como destino Cádiz, Huelva, Málaga y Algeciras.
- Los trenes Alvia, que unen Madrid con Barcelona y los Altaria que desde Madrid se encaminan a San Sebastián, Vitoria, Logroño y Huesca y que utilizan parcialmente la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona-Frontera.

Para el año 2007 está previsto la inauguración de las líneas de alta velocidad Madrid-Valladolid y la prolongación de las existentes hasta Málaga y Barcelona.

Por último recordar que este incremento de las líneas de alta velocidad ha ido acompañado de un importante pedido de material específico para este tipo de servicios que se concreta en la adquisición de 30 trenes de la serie 102, 10 de la 103, 13 de la 104 y 16 de la 120, que comenzarán a recibirse a partir de 2007 y que se sumarán a los 18 trenes de la serie 100, 6 de la 101, 16 de la 102, 16 de la 103, 20 de la 104 y 12 de la 120.

España es el cuarto país europeo por número de viajeros-kilómetros transportados en alta velocidad, que representan el 14,40 por ciento del continente.

Alemania

Desde 1988, en que se puso en marcha la primera línea de alta velocidad entre Fulda y Würzbugo, Alemania es el segundo país europeo en alta velocidad por la longitud de sus líneas, que a finales de 2006 alcanzan casi 1.300 Km, así como por millones de viajeros-kilómetro transportados.

Actualmente son 10 tramos y líneas de alta velocidad en Alemania, que se completan con varios by-pass entre ellas:

- Fulda-Würzbugo, de 90 kilómetros e inaugurada en 1988.
- Hannover-Fulda, de 248 km y puesta en marcha entre 1991 y 1994.
- Mannheim-Stuttgart, de 109 kilómetros, en servicio desde 1991.
- Hannover-Berlín, de 189 kilómetros, que entró en funcionamiento en 1998.
- Colonia-Frankfurt, de 197 kilómetros, inaugurada en 2002.
- Rastatt-Offenburg, de 44 km, que data de 2004.
- Colonia-Düren, de 42 km, en servicio desde 2003.
- Halle-Gröbers, de 24 km, puesta en servicio en 2004.
- Hamburgo-Berlín, de 253 km, inaugurada en 2004.
- Nüenberg-Ingolstadt, de 89 km, en funcionamiento desde 2006.

Los trenes ICE han ido transformándose de acuerdo con la evolución de la alta velocidad. En la serie 403, que constituye la tercera generación de los ICE, la tracción está distribuida lo largo de todo el tren; y los de la serie 406 son trenes multisistema, que pueden circular en trayectos internacionales con distintos tipos de alimentación eléctrica entre Alemania, Países Bajos, Bélgica y Suiza.

Italia

Italia se puede considerar el cuarto país europeo en cuanto a líneas de alta velocidad con un total de 562 km y el tercero por el número de millones de viajeros-kilómetro. si integramos en este servicio la línea entre Roma y Florencia, denominada "Direttissima".

Si bien la "Direttissima" Roma-Florencia fue la primera referencia en Europa a la alta velocidad, por plantearse la circulación de los trenes a 250 km/h en una línea convencional, Francia y Alemania se adelantaron a los deseos italianos, al no ponerse la primera sección de esta línea en marcha hasta 1991.

Posteriormente, se creó el servicio Eurostar para conectar varias ciudades italianas, utilizando los trenes ETR 500, más conocidos como "pendolinos". Se pueden considerar como servicios de alta velocidad en líneas convencionales los efectuados por los pendolinos entre Florencia y Roma, ya que llegan a alcanzar velocidades de 300 km/h.

A principios de 2006, se inauguró la primer línea italiana de alta velocidad propiamente dicha, que conecta Roma y Nápoles, con un recorrido en principio de 186 km, que serán 204 en el

2008. El servicio comercial se inició con cautela, ya que es la primera línea integra que pone en funcionamiento el sistema de control de tráfico ERTMS. Un mes después se puso en marcha la línea de alta velocidad Turín-Novara de 94 kilómetros, coincidiendo con el inicio de los Juegos Olímpicos de Invierno en Turín.

Estas líneas se integran en el Plan de Transporte Ferroviario que incluye la implantación de una red de alta velocidad con una longitud de 1.200 kilómetros y con dos grandes ejes en forma de T, por un lado, Milán-Florenca-Roma-Nápoles, donde se integraba el tramo de la "Direttissima", reconvertida ya para la alta velocidad; y por el otro Turín-Milán-Verona-Venecia, con un ramal a Génova.

En la actualidad se encuentran en construcción los tramos Florenca-Bolonia, Bolonia-Milán y Novara-Milán.

Bélgica

A pesar de su reducido territorio, Bélgica se encuentra en el centro del eje ferroviario de alta velocidad en forma de X, que discurre entre París-Bruselas-Colonia-Ámsterdam y Londres (PBKA), que se encuadra en los proyectos europeos de Red Transeuropea de Transportes (TEN-T).

Tras la puesta en marcha en Francia de la sección del TGV Norte entre Lille y la frontera belga en 1996, Bélgica ha prolongado 58 km. esta línea hasta alcanzar Bruselas, con un gran éxito de los servicios del Thalys entre la capital belga, París y el aeropuerto parisino de Charles-de-Gaulle, que ha supuesto la práctica supresión de la relación aérea directa entre ambas ciudades.

En 2002 se inauguró la segunda línea belga del PBKA entre Lovaina y Lieja, con 62 kilómetros, lo que hacen un total de 128 de líneas de alta velocidad actualmente en funcionamiento en Bélgica.

Para 2007 se prevé la finalización de la construcción de la parte del eje PBKA que discurre por Bélgica y Holanda y Alemania, con la puesta en servicio de dos tramos: Lieja-frontera alemana, de 42 km; y Amberes-frontera holandesa, de 35 km.

El servicio de trenes de alta velocidad Thalys es un servicio conjunto ofrecido por los ferrocarriles belgas, franceses, holandeses y alemanes, y gestionado por la empresa Thalys International con base en Bélgica y formada por SNCF al 70 por ciento, y SNCB con el resto.

Reino Unido

Reino Unido cuenta con 74 km. de vías de alta velocidad entre Fawkham y el túnel de Canal de la Mancha (Eurotúnel), estando en construcción el último tramo de 39 km. de esta línea, que permitirá conectar a partir de 2007 Londres y París en menos de dos horas y media.

Eurostar es el tren de alta velocidad que conecta desde 1994 Londres con París y Bruselas a 300 km/h por las vías francesas y belgas, y a 140 km/h por el Eurotúnel. Su tiempo de viaje entre Londres-París es de 2 horas 35 minutos, Londres-Bruselas 2 horas 15 minutos y Londres-Lille sólo de 1 hora 40 minutos. Con la finalización de la última parte de la línea Londres-Eurotunnel en 2007, los tiempos se reducirán en más de 20 minutos.

Por otra parte, la modernización que se está realizando en la principal línea de la costa oeste británica, con un coste de 4.736 millones de euros, se puede considerar el paso a la introducción de los servicios de alta velocidad entre Londres y Escocia.

Corea del Sur

Desde abril de 2004 se encuentran en explotación 330 kilómetros de la línea de alta velocidad que se está construyendo para conectar la capital coreana con el sur del país. Esta línea, en forma de Y invertida, está formada por el tramo entre Seúl y Busán, y el tramo de conexión con Mokpo, en el sur del país. La totalidad de la línea (82 kilómetros restantes) estará operativa en 2010, circulando mientras los trenes de alta velocidad por la línea convencional.

Los primeros 34 kilómetros de esta línea fueron inaugurados en 2000 para servir como tramo de pruebas para los trenes de alta velocidad.

Es una línea ferroviaria compleja, más de un 40 por ciento de sus 412 kilómetros discurren por túneles o viaductos, a pesar de lo cual, los KTX alcanzan velocidades de 300 km/h.

El éxito de la alta velocidad en Corea se ha puesto de manifiesto en que en los primeros 18 meses de circulación han sido utilizados por 50 millones de clientes.

Taiwan

La primera línea de ferrocarril de alta velocidad de Taiwán se ha inaugurado en diciembre de 2006 entre su capital Taipei y Kaohsiung, al sur del país, con un recorrido de 345 kilómetros y los mismos sistemas y tipo de trenes que los Shinkansen japoneses, derivados de la serie 700. Su entrada comercial en servicio está prevista para principios de 2007.

Después de una larga planificación desde los años 1980, en 2000 se firmó el acuerdo para la construcción y gestión de esta línea por la Taiwan High Speed Rail (THRSC).

En un principio se seleccionó a EuroTrain, consorcio formado por Siemens y Alstom para la puesta en marcha de la alta velocidad en Taiwán, pero THRSC cambió posteriormente de opinión y eligió a un consorcio japonés para el suministro de los trenes y los equipos.

PAISES CON LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN CONSTRUCCIÓN

Holanda

La única línea de alta velocidad en construcción en Holanda enlazará la frontera belga con Rotterdam, el aeropuerto de Amsterdam-Schipol y Ámsterdam, con un recorrido total de 125 kilómetro, de los cuales 96 son de nueva construcción. Las obras comenzaron en 2000 y la línea está acumulando retrasos, pues debería haber entrado en servicio en 2005, siendo en estos momentos las perspectivas más optimistas para 2008.

Existe otra línea en Holanda todavía en proyecto, el eje Ámsterdam-Colonia, dentro de la red Ten-T Ranstad-Rijn/Maine.

Suecia

De momento, los ferrocarriles suecos se ha decantado por combinar una mejora de las infraestructuras con la utilización de nuevos trenes basculantes para mejorar significativamente los tiempos de viaje.

Estas mejoras están o van a consistir en la adecuación de las líneas Malmö-Estocolmo y Estocolmo-Norrköping para adaptarlas a 250 km/h; en el desdoblamiento y mejora del tramo Estocolmo-Sundsvall, en la línea de la Costa Este, para su adecuación a esta misma velocidad; la mejora del enlace entre Boden y Haparanda, para reducir los tiempos de viaje en los tráficos de mercancías entre Finlandia y Rusia; y la construcción de la línea de alta velocidad de Botnia, que discurrirá por la costa este, además de la mejora de la actual línea entre el sur de Nyland y Sundsvall.

Finlandia

Como en Suecia, la red de alta velocidad combina la modernización de las infraestructuras con la introducción de trenes basculantes. La línea Helsinki-Turku es la primera que se ha beneficiado de estas iniciativas y las demás líneas principales de la red se están mejorando progresivamente para lograr una velocidad de 200 km/h.

PAISES CON PROYECTOS DE ALTA VELOCIDAD

Existen muchos países, sobre todo europeos, con proyectos de alta velocidad a distintos niveles de desarrollo. Entre ellos destacamos:

- Refer, el órgano gestor de la infraestructura ferroviaria en **Portugal**, llevará a cabo una completa revisión del papel del ferrocarril en la economía nacional. Este propósito guiará el desarrollo de la red convencional y la construcción de líneas de alta velocidad en ancho internacional. En la década de 1990, el gobierno portugués consideró que no podía permitirse la construcción de líneas de alta velocidad, por lo que optó por realizar en la Línea del Norte nuevos tramos de trazado para aumentar la velocidad, junto con la introducción de trenes basculantes a 220 km/h. A pesar de que se ha reducido el tiempo de viaje entre Lisboa y Oporto, se ha considerado la construcción de una línea de alta velocidad entre Lisboa y Oporto, además de la Lisboa-Madrid, que comenzarán en 2008.
- El gobierno de **Argentina** ha licitado la primea línea de alta velocidad de Sudamérica para unir Buenos Aires, Rosario y Córdoba. Su construcción podría comenzar en 2007.
- Aunque **China** posee el primer tren de levitación magnética en circulación comercial, que une el Centro de Shanghai y su aeropuerto, su apuesta parece dirigirse al desarrollo de las líneas de alta velocidad. Hasta el 2010 tiene previsto la construcción de más de 1.800 kilómetros para los que ha diseñado un tren propio. Además ha encargado 60 trenes de 8 coches aptos para velocidades de 200 km/h que derivan de trenes Shinkansen japoneses, que circularían entre Beijing y Shanghai.
- En **Estados Unidos** se han aprobado recientemente los proyectos de impacto ambiental para dos tramos del corredor californiano de Alta Velocidad, Palmdale-Los Ángeles y Los Ángeles-Orange County, que podría convertirse en el primero de toda América del Norte, no antes de la próxima década. Asimismo trenes Acela, que derivan del TGV están discurriendo en el corredor que une Boston con Nueva York.

LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN EL MUNDO PARA VELOCIDADES SUPERIORES A 250 KM/H

<i>PAÍS</i>	<i>LÍNEA</i>	<i>LONGITUD (KM)</i>	<i>AÑO</i>	<i>VELOCIDAD</i>
BÉLGICA	Bruselas-Frontera Francesa	58	1998	320
	Lovaina-Lieja	62	2002	300
TOTAL		120		
En construcción				
	Lieja-frontera alemana	42	2007	300
	Amberes-frontera holandesa	35	2007	300
TOTAL		77		
FRANCIA	Sud Este (St. Florentin-Lyon)	301	1981	300
	Sud Est (Paris-St. Florentin)	116	1983	300
	Atlántico (Paris-Le Mans)	176	1989	300
	Atlántico (Courtalain-Tours)	106	1990	300
	Rhône-Alpes (primera sección)	38	1992	300
	Norte-Europa	330	1993	300
	By-pass Paris	70	1994	300
	Rhône-Alpes (Satolas-Valence)	83	1994	300
	By-pass Atlántico	32	1996	300
	Norte (Lille-frontera belga)	26	1996	300
	Mediterráneo	295	2001	320
	TOTAL		1.573	
En construcción				
	Este (primera sección)	320	2007	320
TOTAL		320		
ALEMANIA	Fulda-Würzburg	90	1988	280
	Hannover-Fulda	248	1991-1994	280
	Mannheim-Stuttgart	109	1985-1991	280
	Hannover-Berlín	189	1998	250
	Colonia-Frankfurt	197	2002-2004	300
	Rastatt-Offenburg	44	2004	250
	Colonia-Düren	42	2003	250
	By-pass de Schifferstadt	6	2004	200
	Halle-Gröbers	24	2004	250
	Hamburgo-Berlín	253	2004	230
	Nürenberg-Ingolstadt	89	2006	300
	By-pass Berlín	9	2007	160
	TOTAL		1.300	

ITALIA	Roma-Florenca (primera sección)	150	1981	250
	Roma-Florenca (segunda sección)	74	1984	250
	Roma-Florenca (tercera sección)	24	1992	250
	Roma-Nápoles	220	2006	300
	Turín-Novara	94	2006	300
	TOTAL	562		
	En construcción			
	Novara-Milán	55		300
	Florenca-Bolonia	77		300
	Milán-Bolonia	196		300
	TOTAL	328		
ESPAÑA	Madrid-Sevilla	471	1992	270
	Madrid- Lleida-Tarragona	551	2003-2006	300
	Zaragoza-Huesca	80	2003	200
	La Sagra-Toledo	22	2005	250
	Córdoba-Antequera	110	2006	300
	TOTAL	1.234		
	En construcción			
	Tarragona-Barcelona	60	2007	300
	Antequera-Málaga	55	2007	300
	Madrid-Valladolid	194	2007	300
	Barcelona-Figueres	135	2009	300
	Figueres-Perpiñán	45	2009	300
	TOTAL	489	2009	
REINO UNIDO	Fawkham-Eurotunnel	74	2003	300
	TOTAL	74		
	En construcción			
	Londres-Southfleet	39	2007	300
	TOTAL	39		
HOLANDA	En construcción			
	Aeropuerto de Amsterdam-Rotterdam-Frontera con Bélgica	120	2008	300
	TOTAL	120		
JAPÓN	Tokyo-Osaka (Tokaido)	515	1964	270
	Osaka-Okayama (San-yo)	161	1972	270
	Okayama-Hakata (San-yo)	393	1975	300
	Omiya-Morioka (Tohoku)	466	1982	270
	Omiya-Niigata (Joetsu)	270	1982	270

	Ueno-Omiya	28	1985	270
	Tokyo-Ueno	4	1991	240
	Fukushima-Yamagata (Minishinkansen Yamagata)	87	1992	160
	Akita-Morioka (Minishinkansen Akita)	127	1997	160
	Takasaki-Nagano (Hokuriku)	125	1997	270
	Kumamoto-Kagoshima (Kyushu)	128	2004	270
	TOTAL	2.304		
	En construcción			
	Morioka-Aomori (Tohoku)	60	2013	270
	Hakata-Kumamoto	121	2013	270
	Morioka-Aomori (Minishinkansen Tohoku)	193	2013	160
	TOTAL	374		
COREA DEL SUR	Seul-Daegu	330	2004	300
	TOTAL	330		
	En construcción			
	Daegu-Pusan	82		300
	TOTAL	82		
TAIWAN	Taipei-Kaohsiung	345	2006	300
	TOTAL	345		

Fuente: UIC y Elaboración propia