

ADAPTACIÓN DE LOS FERROCARRILES MAGLEV EN LA PENÍNSULA IBÉRICA¹

Jaume Font Garolera y Roser Majoral Moliné

Universitat de Barcelona

RESUMEN

El presente artículo valora las posibilidades de implantación en la península Ibérica de los ferrocarriles de alta velocidad mediante el sistema de Levitación Magnética (MAGLEV). En la primera parte, se realiza un recorrido por la historia del ferrocarril en España, que tiene por objeto explicar, en el contexto español, las múltiples causas de su fracaso histórico como modo de transporte. En la segunda, se valoran las posibilidades de implantación del sistema MAGLEV en el conjunto de la península Ibérica —España y Portugal²— y se realiza una propuesta de líneas básicas en función de esta valoración.

Palabras clave: Península Ibérica, transporte, ferrocarril de alta velocidad, sistema de levitación magnética.

ABSTRACT

This study evaluates the possibilities of introducing high-speed railways employing the system of magnetic levitation (MAGLEV) to the Iberian Peninsula. The paper is divided in two parts: in the first, we look at the history of the railway in Spain so as to explain the

1 Este artículo forma parte de una investigación sobre desarrollo de áreas marginales, financiada con sendos proyectos de la DGICYT (Proyecto número PB95-0905) y de la Generalitat de Catalunya (II Pla de Recerca de Catalunya. Ajut als grups Consolidats, Ref.: 1997 SGR 00331) y es una versión modificada y puesta al día de la publicada en inglés por los autores en Tietze, W. ed. (1999), pp. 51-66.

2 No se explica aquí el caso particular de los ferrocarriles portugueses, que tienen una historia distinta y que tradicionalmente han gozado de mayor apreciación popular que los ferrocarriles españoles.

multiple causes inherent in its historical failure as a means of transport in this country. In the second, we analyse the possibilities of introducing the MAGLEV system to the Iberian Peninsula —Spain and Portugal— and we propose the construction of a number of rail lines based on this appraisal.

Key words: Magnetic levitation system, High-speed railways, Transport, Península Ibérica.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este artículo es valorar las posibilidades de adaptación de los ferrocarriles de levitación magnética (sistema MAGLEV) a las características del territorio ibérico. El trabajo consta de dos partes; en la primera y a modo de recordatorio se realiza una breve crónica de la historia del ferrocarril en España, que pretende señalar algunas de las causas de su relativo fracaso como modo de transporte y como factor de vertebración territorial. En la segunda parte, se explican las características de los ferrocarriles MAGLEV y se propone el esquema básico de líneas que permitiría vertebrar el territorio español. El artículo tiene un contenido básicamente territorial, por lo que quedan en un segundo plano los aspectos estrictamente tecnológicos del sistema MAGLEV, en la medida en que ya han sido ampliamente divulgados por los medios de comunicación. A modo de recordatorio puede decirse que los convoyes se desplazan por deslizamiento electromagnético, pueden alcanzar una velocidad punta superior a los 400 km/h y superar rampas de mayor pendiente y admitir radios inferiores de las curvas que los ferrocarriles convencionales, con lo cual se adaptan mejor a los territorios montañosos como es el caso de la Península Ibérica; al eliminar la fricción rueda-rail también se reducen los costes de mantenimiento de las líneas.

Por todo ello su implantación en España y Portugal parece muy adecuada, si se confirman sus excelentes prestaciones a partir de un funcionamiento continuado de las líneas que actualmente están en fase de construcción. En todo caso, el sistema MAGLEV permite ampliar las previsiones actuales de implantación de la Alta Velocidad en el conjunto del territorio ibérico, puesto que hace posible la construcción de líneas de este tipo a través de territorios donde, debido a la orografía o bien a otros factores (zonas densamente urbanizadas), la implantación de la alta velocidad convencional parece poco viable, tanto por razones técnicas y ambientales como de coste económico.

1. LOS ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL FERROCARRIL EN ESPAÑA

La historia del ferrocarril en España podría definirse como la crónica de un fracaso que tiene múltiples causas, que han sido ya destacadas por las obras de referencia dedicadas a este tema (F. Wais, 1974; J. Nadal, 1975; M. Artola, 1975; A. Gómez Mendoza, 1982; y A. Carreras, 1989 y 1995). Entre estas causas deben destacarse el particular ancho de vía de los ferrocarriles ibéricos, las vicisitudes del propio proceso de formación de la red, caracterizado por la ausencia inicial de un plan previamente establecido y por la aplicación de una política ferroviaria indecisa y variable a lo largo del tiempo, y también por un conjunto de circunstancias históricas y geográficas diversas.

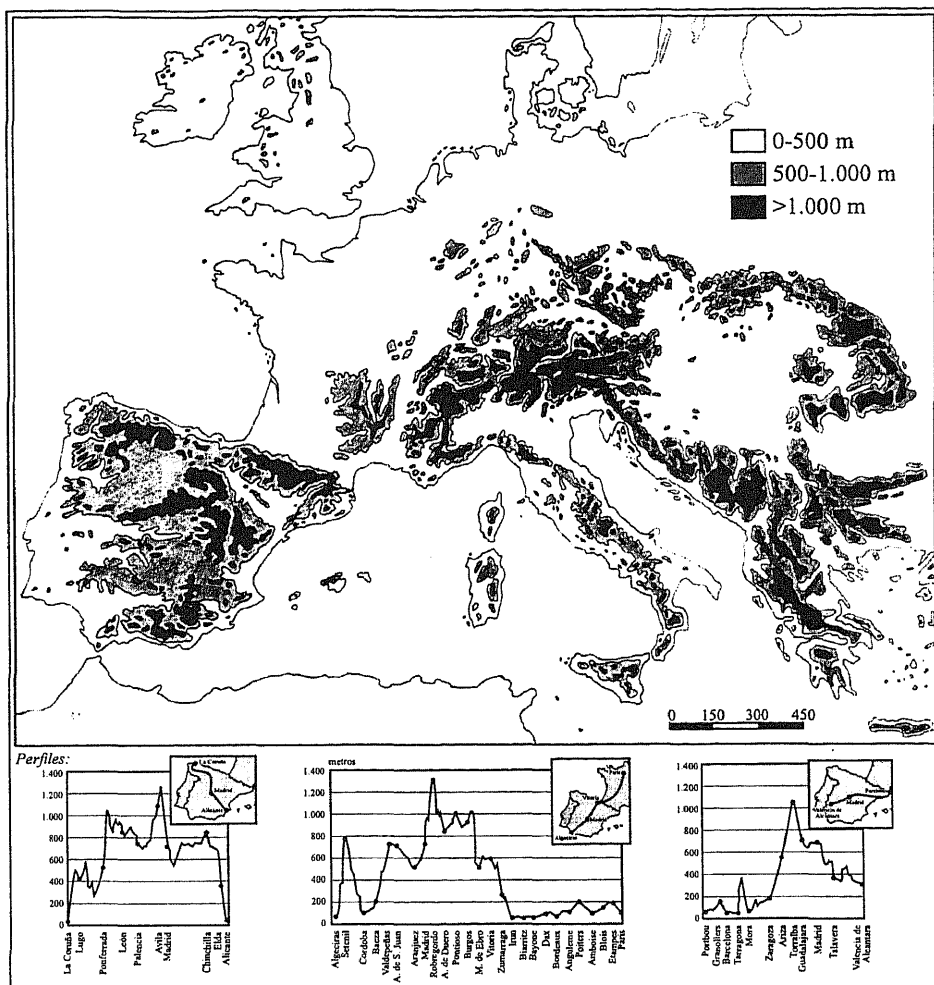


Figura 1. Mapa hipsométrico de Europa.

Fuente: Gráficos: Carbonell A. (1991); *Las infraestructuras en España. Carencias y soluciones*. Mapas: J. Font y R. Majoral.

1.1. El ancho de vía español

La cuestión del distinto ancho de vía del ferrocarril español³ (1.668 mm), respecto al ancho internacional (1.435 mm), ha sido uno de los argumentos más destacados a la hora de

3 El ancho de vía español se adoptó en 1844, a raíz de la concesión de las primeras líneas y atendiendo a un informe de los ingenieros de caminos Subercase y Santa Cruz, que consideraba, entre otros argumentos, que las características del relieve español imponían unos trazados que debían superar grandes desniveles y pendientes, lo cual hacía aconsejable un mayor ancho de vía que permitiera la circulación de locomotoras más potentes y estables (Carbonell, A.: 1990, p. 260).

explicar el fracaso del ferrocarril en España. Aunque debe matizarse la significación de este hecho, parece evidente que el distinto ancho de vía limitó el tráfico ferroviario entre España, Francia y el resto de Europa y tuvo otras consecuencias negativas, menos visibles pero muy significativas, como la necesidad de adquirir un material móvil especial y por tanto mucho más costoso.

Las propuestas de cambio del ancho de vía son un tema antiguo y recurrente en la historia del ferrocarril español. Los intentos más serios se produjeron durante los años '20 y '30, época en la que se llegaron a construir algunos tramos con ancho internacional, como los de las líneas que pretendían unir Barcelona con la red francesa (J. Font, 1998). En los años '80 volvió a considerarse dicho cambio, mediante la adaptación gradual de algunas líneas internacionales o de las que contaban con una mayor demanda de transporte de viajeros y mercancías (Portbou-Barcelona, p.e.). Finalmente, solo se optó por construir en ancho internacional las nuevas líneas de alta velocidad (AVE).

1.2. La formación de la red

La construcción de los ferrocarriles españoles fue tardía pero bastante rápida puesto que entre 1848, año en que se inauguró la primera línea, y 1890, fecha en la que se puede dar por concluida la construcción de grandes líneas por parte de las mayores compañías ferroviarias privadas⁴, quedó prácticamente configurado el esquema general de la red principal de vía ancha. Las actuaciones posteriores se centraron en la construcción de una red secundaria de vía estrecha, que tuvo su mayor expansión entre 1880 y 1920 y fue impulsada por una multitud de pequeñas compañías privadas. Esta red, complementaria de la anterior, se caracterizó, en general, por su baja calidad técnica. El ancho de vía más generalizado era de 1.000 mm, aunque coexistieron distintos anchos, incluso en ferrocarriles que confluían en una misma ciudad⁵. Casi todos estos ferrocarriles se clausuraron entre los años 60 y 70; actualmente sólo funcionan los que cubren servicios de cercanías en grandes áreas metropolitanas (Barcelona, Valencia o Bilbao, p.e).

Durante toda la fase intensiva de construcción de la red nunca existió un plan general de ferrocarriles y únicamente algunas líneas gozaron de la condición de prioritarias —otorgada mediante ley—, lo que permitía que las compañías que las impulsaban pudieran acogerse a las subvenciones estatales. La selección y declaración de estas líneas preferentes se extendió durante todo el período de grandes construcciones (hasta 1890) y se caracterizó por constantes cambios de criterio y, frecuentemente, por todo tipo de corruptelas, un hecho señalado en las obras citadas anteriormente. Todo ello llevó a que se construyeran líneas largas y sinuosas (las subvenciones se otorgaban en función de la longitud o por km construido), a veces duplicadas (las compañías competían por cubrir los trayectos con una mayor demanda) y, frecuentemente, poco racionales desde el punto de vista geográfico.

Posteriormente, durante las primeras décadas del siglo XX, el Estado abordó la construcción de numerosas líneas que habían quedado pendientes, y que se consideraban de gran

4 La actuación de las compañías privadas fue regulada mediante un decreto de 1844 —que estableció el polémico ancho de vía— y por cuatro leyes de ferrocarriles promulgadas, respectivamente, en 1855, 1867, 1870 y 1877. Véase en este sentido: Carbonell, A., dir: 1990, p. 260.

5 Es el caso de Gerona, por ejemplo, ciudad en donde confluían hasta cuatro ferrocarriles secundarios con distintos anchos. Existieron ferrocarriles con un ancho de vía exiguo, casi de juguete: 500 mm.

importancia estratégica y territorial⁶. Dichas construcciones estatales se extendieron hasta finales de los años cincuenta; muchas no llegaron a entrar en funcionamiento⁷, otras fueron clausuradas en poco tiempo y las pocas que funcionan todavía en la actualidad, lo hacen de una manera precaria y testimonial mediante costosas subvenciones de las instituciones regionales o provinciales (caso de la línea de Zaragoza a Canfranc o la de Lleida a la Poble de Segur).

1.3. Otros factores históricos y geográficos

Además de los hechos mencionados, se han destacado otras razones que contribuyen a explicar el fracaso del ferrocarril español. Entre ellas, pueden citarse las siguientes:

- a) Las características físicas de la Península Ibérica y, particularmente, la distribución periférica de las grandes cordilleras, dan lugar a un territorio muy fragmentado e imponen unos trazados ferroviarios que deben superar cotas muy altas y notables pendientes y desniveles (véase fig. 1). El ferrocarril Barcelona-Puigcerdà, por ejemplo, cruza los Pirineos a una cota de 1.490 metros y en las comunicaciones ferroviarias entre Madrid y la mayor parte de las regiones periféricas (Galicia, Asturias, País Vasco, Aragón y Cataluña) se superan ampliamente los 1.000 metros⁸.
- b) La baja densidad de población de España, en relación con otros países europeos y la existencia de áreas poco pobladas en los extensos páramos y zonas montañosas interiores. Se destaca también la ausencia de grandes ciudades y de aglomeraciones industriales en extensas áreas del interior del país.
- c) La escasa actividad económica de la España del siglo XIX, centrada preferentemente en Madrid y en puntos periféricos aislados entre sí (País Vasco, Cataluña, Comunidad Valenciana, Asturias y algunas áreas de Andalucía), mientras extensas zonas peninsulares continuaban con su economía tradicional.
- d) La ausencia de una política complementaria de carreteras, un hecho que ya fue destacado en el siglo XIX por diversos autores, como el ingeniero de caminos Melchor de Palau. La red española de carreteras secundarias ha sido y sigue siendo en la actualidad una de las menos desarrolladas de Europa Occidental (J. Font, 1998).
- e) La inestabilidad social y el estado de guerra civil de buena parte de España durante el siglo XIX y parte del XX, que limitó la actividad económica o comercial y supuso, frecuentemente, la destrucción de las infraestructuras y del material móvil.

Por todo lo dicho se explica que las compañías ferroviarias arrastraran casi siempre unas pérdidas cuantiosas, que se incrementaron a principios del siglo XX, cuando el transporte por carretera se convirtió en un serio competidor del ferrocarril. De esta manera, en los años anteriores a la Guerra Civil (1936-1939), la mayor parte de las compañías se hallaban ya en situación de quiebra técnica. Este hecho se agravó a partir de 1939 ya que a las consecuen-

6 Dos ferrocarriles transpiránicos (por Canfranc y por Puigcerdà), las líneas Valencia-Cuenca-Madrid, Utiel-Baeza o Santander-Mediterráneo, entre muchas otras.

7 Es el caso, entre otros, de las líneas Utiel-Baeza y Cantábrico-Mediterráneo que fueron construidas pero que no llegaron a entrar en funcionamiento, debido a las recomendaciones del Banco Mundial y a la aplicación del Plan de Estabilización, a partir de 1959.

8 De los 12.721,2 km de vías férreas en explotación (sin contar el AVE), cerca del 80% del trazado transcurre en rampa y un 35% en curva. Véase al respecto Carbonell Romero, A. (dir): 1991, pp. 300-301.

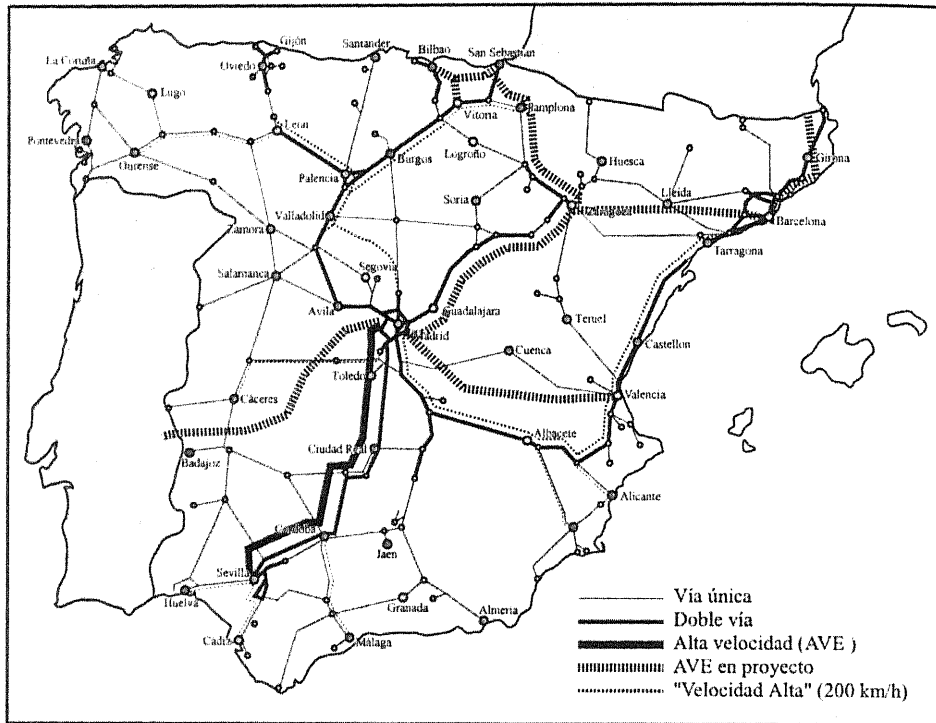


Figura 2: La red ferroviaria española (1998): situación actual y principales proyectos.

Fuente MOPTMA (1994): *Plan Director de Infraestructuras* (actualizado).

cias de la guerra (destrucción de la red y del material móvil) debe unirse la disminución de la actividad económica. Todo ello hizo inviable la supervivencia de las compañías privadas y en 1941 se creó la RENFE, que representó la nacionalización de la red de ferrocarriles de vía ancha⁹. La compañía estatal se encontró con una red de escasa calidad y prácticamente destruida, además de poco racional desde una perspectiva territorial: existían trazados duplicados, faltaban enlaces y conexiones entre las líneas de las distintas compañías y existían largos tramos de líneas que transcurrían por territorios muy poco poblados y con una escasa actividad económica.

1.4. La evolución reciente del ferrocarril

Las actuaciones posteriores a los años cincuenta se han ocupado más de la racionalización y modernización de la red que de la construcción de nuevas líneas. Con este fin se han aplicado diversos planes de modernización, que se han centrado en la construcción de

⁹ RENFE, siglas de la *Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles*, organismo estatal creado en 1941 mediante la Ley de Ordenación Ferroviaria y del Transporte por Carretera.

enlaces anteriormente inexistentes, la electrificación y la duplicación de vías y la clausura, en muchos casos, de las líneas más deficitarias. Como resultado de ello, en 1990 la red española de vía ancha tenía una longitud de 13.600 km, de los cuales unos 12.700 km estaban en explotación y unos 871 km fuera de servicio (Carbonell Romero, A.: 1990, p. 300). No obstante, sus características técnicas eran bastante deficientes, puesto que sólo el 20,15% de la red contaba con vía doble (2.563 km) y la vía electrificada solo suponía el 48,8% del total (6.207 km); asimismo, y debido a las particulares condiciones del relieve español, el 77,8% de la red tenía un trazado en rampa (en 4.105 km las rampas superan los 10 mm/m) y el 64,5% un trazado en curva (4.827 km, de los que unos 2.000 km tienen curvas de radio inferior a los 500 m).

En las propuestas del *Plan General Ferroviario, 1981-1993*, que fue desechado por su coste excesivo, se estimaba que la red española ideal, convenientemente modernizada, no debería superar los 6.000 km, puesto que el ferrocarril sólo era rentable en algunos corredores de larga distancia y en las cercanías de las mayores aglomeraciones urbanas. Posteriormente, en 1987, se aprobó el *Plan de Transporte Ferroviario (PTF)*, que contemplaba la modernización de los grandes corredores y la adopción de la alta velocidad. Paralelamente, y al igual que en otros países europeos, desde principios de los '90 se abordó la moderniza-

Tabla 1
REPARTO MODAL DEL TRÁFICO INTERIOR, POR GRANDES CORREDORES

Corredor		Pasajeros				Mercancías			
		Pasajeros/año (millones)				Tm/año (millones)			
		Carret	Ferroc	Aéreo	Total	Carret	Ferroc	Aéreo	Total
1	Ebro	41	1	—	42	23	5	—	28
2	Mediterráneo (N)	36	1	0	37	18	3	5	26
3	Madrid-Andalucía	25	4	1	30	20	6	—	26
4	Madrid-Valle del Ebro	18	2	2	22	9	2	0	11
5	Cantábrico	8	1	0	9	10	3	5	18
6	Madrid-Valencia	11	2	1	14	10	1	—	11
7	Madrid-León y NO	7	1	1	9	5	2	—	7
8	Madrid-Badajoz-Portugal	4	0	—	4	9	2	—	11
9	Mediterráneo (S)	5	1	—	6	4	2	2	8
10	Madrid-Burgos-País V.	4	1	1	6	5	2	0	7
11	Ruta de los portugueses	4	1	—	5	5	2	—	7
12	Sevilla-Albacete-Levante	3	0	0	3	7	0	—	7
13	Valencia-Teruel-Ebro	3	0	—	3	4	2	—	6
14	Ruta de la Plata (N-S)	5	0	0	5	3	1	0	4

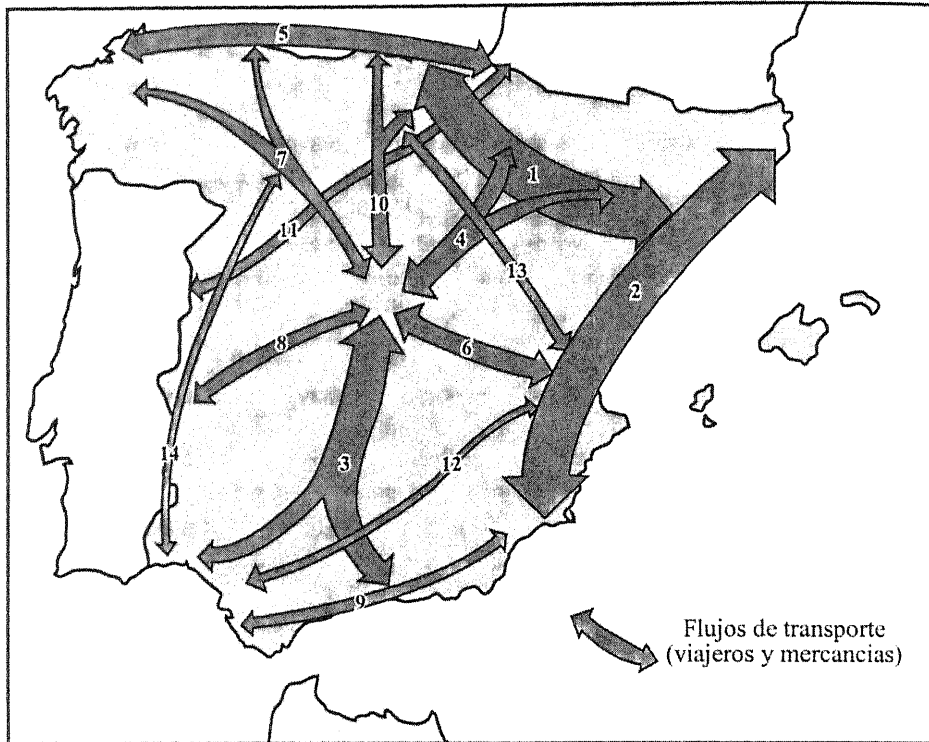


Figura 3: El tráfico interior por grandes corredores (Viajeros y mercancías).

Fuente: *Plan Director de Infraestructuras*, Madrid, MOPTMA, p. 105.

ción y reestructuración de la red estatal, creándose las llamadas Unidades de Gestión Diferenciadas (UGD), que constituyen organismos específicos para cada función (mantenimiento y renovación de la infraestructura, gestión logística, administración) y para cada tipo y ámbito de transporte (mercancías, cercanías, servicios regionales y largo recorrido).

En definitiva, la evolución del reparto modal del transporte en España, puede ser un reflejo de la propia historia del ferrocarril, en la medida en que éste registra una pérdida constante de peso específico en relación con los otros modos de transporte. Esta tendencia, común con otros muchos países europeos —debido a la falta de competitividad del ferrocarril convencional— es mucho más acentuada en España. En 1990, según los datos del *Plan Director de Infraestructuras* el papel del ferrocarril como modo de transporte era de segundo orden y quedaba claramente por debajo de sus potencialidades reales. El transporte de viajeros sólo canalizaba el 7,3% de los desplazamientos interiores, siendo su papel todavía inferior en los desplazamientos internacionales (sólo el 4,9% de las entradas y el 2,0% de las salidas de viajeros en España se realizó por ferrocarril). En el transporte interior de mercancías, el ferrocarril representa asimismo una exigua cuota del 5,8%, que se reduce a un ínfimo

1,4% de las importaciones y a un 1,9% de las exportaciones en el transporte internacional¹⁰ (MOPTMA: 1994, p. 105).

1.5. La alta velocidad ferroviaria

Con la entrada en funcionamiento, en 1992, del ferrocarril de Alta Velocidad Española (AVE) entre Madrid y Sevilla¹¹ España entró en la era de la gran velocidad ferroviaria. Con ello se dio un paso fundamental para superar el fracaso histórico del ferrocarril español, a pesar de que la construcción del AVE suscitó una viva polémica. Los argumentos más destacados en contra de dicha decisión se basaban en la falta de continuidad de la línea Madrid-Sevilla con la red europea, en la existencia de otros itinerarios con mayor demanda potencial —como el corredor Madrid-Zaragoza-Barcelona, actualmente en construcción— y, por tanto, teóricamente más necesarios y rentables y, finalmente, en la necesidad de dedicar unos recursos económicos escasos a la mejora de una red convencional anticuada y poco eficiente¹². No obstante, desde su inauguración en 1992 el AVE se ha caracterizado por la eficiencia y puntualidad del servicio, por un buen nivel de utilización (8.100 viajeros diarios que suponen unos 3 millones de viajeros al año) y por unos resultados positivos de la explotación. En cualquier caso, la introducción del AVE o la adopción del sistema del MAGLEV que aquí se propone, supone un reto para el transporte ferroviario español, al que se le presenta la oportunidad de superar un gran número de errores del pasado.

2. LAS POSIBILIDADES DE ADAPTACIÓN DEL SISTEMA MAGLEV A LA PENÍNSULA IBÉRICA

2.1. Los proyectos de alta velocidad ferroviaria en España

Las principales actuaciones previstas, en materia de alta velocidad ferroviaria, quedaron reflejadas en el *Plan Director de Infraestructuras, 1993-2007* (PDI) promulgado por el gobierno socialista (MOPTMA: 1997), y se adaptan al esquema general aprobado en el marco de la política de ferrocarriles de la Unión Europea. En el PDI se contemplan dos tipos básicos de actuaciones: la Alta Velocidad Española (AVE), con vías de ancho internacional diseñadas para velocidades medias de 300 km/h, y la llamada Velocidad Alta, que implica la

10 Los porcentajes de participación del ferrocarril español en el reparto modal del tráfico internacional de viajeros y mercancías son unos de los más bajos de Europa y solo son comparables a los de otros países situados en una posición geográfica periférica (Portugal o Grecia) o bien insular (Inglaterra e Irlanda). En España dicha situación geográfica periférica se ve reforzada también por la cuestión ya comentada del distinto ancho de vía. En la obra *Las Infraestructuras en España. Carencias y soluciones* se aportan numerosos datos al respecto. Véase: Carbonell Romero, A. (dir), 1991, pp. 25-36.

11 La construcción del ferrocarril de alta velocidad (AVE) entre Madrid y Sevilla fue decidida por el Consejo de Ministros el 9 de diciembre de 1988 y entró en funcionamiento en 1992; tiene una longitud de 471 km y tarda unas 2:30 h en realizar este trayecto (lo cual supone una velocidad comercial de 195 km/h), que anteriormente requería un mínimo de 6 horas. Su demanda media (1997) es de unos 8.100 viajeros diarios (cerca de 3 millones de viajeros al año) y la línea está cubierta por 12 servicios diarios de AVE y unos 6 servicios en ferrocarril convencional (sistema TALGO).

12 Respecto a estas críticas véanse los artículos de opinión publicados en *El País* por el geógrafo A. Sanz Alduan «Trenes de alta velocidad, con prisas y a lo loco», *El País*, 1-11-1988, y «10 nudos que aprietan a Barrionuevo», *El País*, 1-11-1990, que sintetizan las principales objeciones que se realizaron al proyecto.

modernización de un conjunto de líneas de ancho español, adaptándolas a la velocidad media de 200-220 km/h. Posteriormente (a partir de 1996), se introdujeron algunas modificaciones en este esquema, como es el caso del corredor Madrid-Valencia.

La Alta Velocidad contempla tres líneas básicas: de Madrid a Sevilla, ya construida; de Madrid a la frontera francesa, por Zaragoza y Barcelona, que esta en fase de construcción; y de Madrid a Vitoria y Dax (Francia), todavía pendiente. Paralelamente, se está estudiando la conexión Lisboa-Madrid, todavía pendiente de aprobación definitiva. Recientemente se ha incorporado a este esquema básico del AVE la línea Madrid-Valencia.

La llamada Velocidad Alta, por su parte, contempla los corredores Valencia-Barcelona y Madrid-León (el corredor Valencia-Madrid se ha incorporado al AVE). Actualmente, está muy avanzada la adecuación a esta velocidad de la línea Valencia-Barcelona-Alicante, donde ya funcionan, desde el verano de 1997, trenes de alta velocidad¹³ (Euromed). Otras actuaciones significativas son la adaptación de diversos corredores a la velocidad de 160 km/h (conexión de Alicante con Valencia y de Albacete con Murcia y Alicante (véase la figura 2). Debe destacarse, no obstante, que extensas zonas del territorio español quedan al margen de estas actuaciones, como veremos al explicar las líneas de levitación magnética (MAGLEV) que se proponen.

2.2. Las posibilidades de los trenes MAGLEV en la Península Ibérica

Aunque, como hemos dicho, este artículo no trata de explicar la tecnología MAGLEV, sino que pretende valorar su grado de adecuación al territorio Ibérico, es conveniente señalar algunas de las ventajas e inconvenientes de este sistema con respecto a la alta velocidad convencional. Entre las primeras, se pueden destacar:

- a) La levitación magnética no necesita ruedas ni costosos sistemas de tracción. Se reducen así los costes de funcionamiento (menor consumo energético) y de mantenimiento de las líneas (sufren un menor desgaste al evitarse la fricción rueda-rail).
- b) Tanto la aceleración como el frenado exigen menos tiempo en el sistema MAGLEV; la aceleración es unas 2,5 veces superior y el frenado 6 veces.
- c) La velocidad de cruce es superior; se estiman velocidades de cruce de 250-300 km/h para la alta velocidad convencional y de 400 km/h para los sistemas MAGLEV.
- d) Para una misma velocidad, admite menores radios de curvatura de las vías y supera mayores rampas. A 300 km/h el MAGLEV admite radios de curvatura de 1.590 m y la alta velocidad convencional de 3.200 m; el Maglev puede, a su vez, superar rampas superiores. Esto reduce los costes de construcción de la infraestructura, el impacto ambiental y permite que los trazados puedan insertarse mejor en territorios montaño-

13 En junio de 1997 se estableció el servicio, llamado Euromed, entre Alicante, Valencia y Barcelona, cubierto por trenes de alta velocidad GEC-Alsthom, que realizan el trayecto Barcelona-Valencia en 2 h 53 m (387 km). A pesar de ello, no se ha completado todavía la adaptación de esta línea a la llamada velocidad alta (220 km/h). Las mejoras más substanciales —doble vía de ancho español y rectificación del trazado— se han realizado en el tramo Castellón-l'Aldea (Tarragona), aunque faltan por renovar numerosos tramos. Su puesta en funcionamiento ha generado numerosas protestas ciudadanas, a causa del ruido y vibraciones que producen los convoyes a su paso por las zonas urbanizadas de la costa catalana o valenciana, y por el efecto barrera creado por los tendidos (véase: «Atención al tren» *La Vanguardia*, Barcelona, 6-7-1997).

sos o densamente urbanizados, una cuestión fundamental en el caso español, donde la implantación de la alta velocidad convencional es muy costosa¹⁴.

- e) El MAGLEV requiere la construcción de un soporte elevado, lo que supone la disminución de suelo afectado (2 m² por metro de rail frente a la 14 m² de la alta velocidad convencional) y la eliminación parcial del efecto barrera.

En cuanto a desventajas, hay que mencionar su menor capacidad, la dedicación exclusiva al transporte de viajeros (al menos hasta el momento) y un mayor impacto visual de la infraestructura (que debe transcurrir sobre una plataforma elevada), aunque el impacto ambiental total es menor. En otros aspectos (ruido, vibraciones), ambos sistemas se mueven dentro de parámetros similares.

2.3. Propuestas para una red española de MAGLEV

La propuesta de implantación de una red MAGLEV para el territorio ibérico que presentamos en el mapa (figura 5), se contempla a largo plazo y supone una primera aproximación, que debe ser valorada y sometida a revisión en trabajos posteriores. Inicialmente, dividimos las líneas que integran la propuesta en principales y secundarias, en función de su previsible demanda potencial. Las primeras coinciden con los corredores donde se detectan los mayores flujos de viajeros y de mercancías (figura 3), por lo que es previsible que su construcción sea rentable a corto plazo. Las segundas, cubren trayectos con una menor demanda potencial, y en numerosas ocasiones cruzan territorios montañosos. Muchas de estas áreas (la cornisa cantábrica, por ejemplo) han quedado al margen de los proyectos recientes de alta velocidad, a causa de las dificultades técnicas y el enorme coste de construcción de los ferrocarriles convencionales, e históricamente han padecido acusados déficits en materia de infraestructuras. Es por ello que el desarrollo del sistema MAGLEV supone una oportunidad para que estos territorios puedan disponer de infraestructuras propias del siglo XXI. Es el caso de Galicia, por ejemplo, cuyas Instituciones reclaman integrarse a los planes de alta velocidad ferroviaria de los cuales ha quedado marginada¹⁵. Así pues, desde una perspectiva territorial, nuestra propuesta pretende alcanzar los objetivos siguientes:

- a) Cubrir los corredores con una mayor demanda de tráfico interno, en función del esquema reflejado en la figura 3 y la tabla 1.
- b) Interconectar las principales áreas metropolitanas del territorio español, en función de la distribución reflejada en la figura 4.
- c) Asegurar las conexiones de España con Portugal y de estos dos países con el resto de Europa. Inicialmente, se contemplan dos líneas de interconexión con Francia, a través de los Pirineos, que siguen los itinerarios tradicionales de Irún-Hendaya, en el extremo occidental del istmo pirenaico y Figueres-Perpignan, en el extremo oriental.
- d) Interconectar regiones próximas pero históricamente poco vertebradas entre sí, a causa de la persistencia de la orientación radial, con centro en Madrid, del esquema viario y ferroviario español. A consecuencia de ello, nunca han existido conexiones

14 Véase: Izquierdo, R. y López Pita, A. (1997) pp. 21-29.

15 Véase: «Frenazo a las autovías» y «El tren en vía muerta», *El País*, Madrid, 6-10-1997.

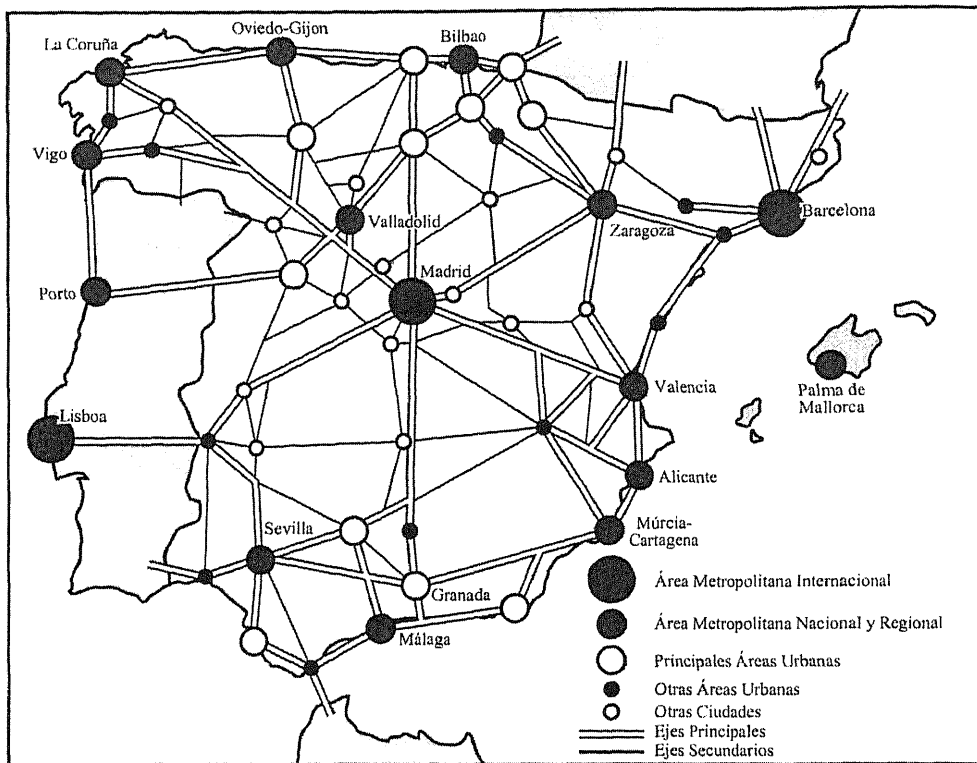


Figura 4: *El Sistema Urbano Español.*

Fuente: *Plan Director de Infraestructuras*, Madrid, MOPTMA.

de calidad —especialmente ferroviarias— a lo largo de las costas mediterránea, cantábrica y atlántica —si exceptuamos la portuguesa— de la península Ibérica.

e) Asegurar, a medio plazo, la conexión con el norte de África.

La construcción de las líneas cartografiadas se contempla a largo plazo y su trazado concreto se basa en las premisas descritas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la adopción del sistema MAGLEV, por parte de España y Portugal, requiere, en último término, de acuerdos generales en la Unión Europea, respecto a la implantación territorial de los diversos sistemas de alta velocidad ferroviaria existentes en la actualidad.

2.4. Descripción de las líneas principales

A) *Eje Mediterráneo*

Esta propuesta de línea MAGLEV contempla la conexión de la costa mediterránea española —una cuestión todavía pendiente—, desde la frontera francesa hasta Málaga; a largo plazo también puede contemplarse su prolongación desde Málaga hacia Algeciras y el norte de África. Este frente mediterráneo es una de las áreas más pobladas y dinámicas del

territorio español, mantiene una fuerte interrelación con Europa, por el turismo y también por su dinamismo agrario e industrial, y cuenta, además, con varias áreas metropolitanas (Barcelona, 4.000.000 de habitantes; Valencia, 1.500.000; Alicante-Elche, 600.000; Málaga, 850.000) y numerosas ciudades intermedias (Tarragona, Castellón, Murcia y Almería, entre otras). Es por ello que constituye uno de los grandes corredores de tráfico del territorio español (véase tabla 1 y figura 3), particularmente entre la frontera francesa y Murcia-Alicante, por lo que parece justificarse plenamente la construcción de un eje de alta velocidad en este ámbito. Es preciso subrayar, no obstante, que los flujos de tráfico disminuyen y se bifurcan, al sur de Murcia, lo que refleja la falta de articulación de las regiones mediterráneas españolas. Una de las causas posibles de este hecho (aún no existe, por ejemplo, una conexión ferroviaria entre Murcia y Almería), son las dificultades orográficas que deben superar las infraestructuras que transcurren paralelas a la costa mediterránea, especialmente en este sector meridional. El MAGLEV puede adaptarse muy bien a las características geográficas de esta área mediterránea, en la medida en que sus menores exigencias de trazado (rampas y radio de las curvas) le permiten integrarse mejor en el territorio, tanto en las áreas densamente urbanizadas como en los trayectos montañosos. Finalmente, hay que señalar, que los proyectos en curso de ejecución tratan a este eje mediterráneo de una manera fragmentaria, es decir, el tramo entre Alicante, Valencia y Barcelona (unos 500 km), debe adaptarse a la llamada Velocidad Alta (vía ancha española), mientras que el de Barcelona a la frontera francesa quedará cubierto por el AVE (vía de ancho internacional). Por otra parte, no se contempla construir ningún enlace ferroviario directo entre Alicante y Málaga (unos 500 km). Consideramos que debería plantearse una actuación unitaria en este corredor, que contemple su plena articulación a largo plazo y, también, su conexión con el norte de África, a través de Algeciras.

B) Eje del Ebro (o eje Barcelona-Bilbao)

Este corredor de circulación, junto con el del mediterráneo, canaliza y ha canalizado históricamente, el mayor volumen de circulación de viajeros y mercancías de España, tanto por carretera como por ferrocarril (véase la figura 3 y la tabla 1). No obstante, su importancia real suele quedar desvirtuada por la persistencia del característico esquema radial de la red viaria y ferroviaria española. Tal como se contempla en los proyectos en curso de ejecución, la implantación de la alta velocidad parece especialmente indicada en este caso, tanto por la previsible demanda de transporte como por la distancia existente entre los puntos extremos (620 km, entre Barcelona y Bilbao) y, asimismo, por la situación de Zaragoza en un punto intermedio (a 296 km de Barcelona y a 324 km de Bilbao). El volumen de población de las áreas metropolitanas principales es de 4.000.000 de habitantes en Barcelona, 1.000.000 en Bilbao y 700.000 en Zaragoza, pero se prestaría, asimismo, servicio a un conjunto de ciudades intermedias como Lleida, Logroño y Vitoria, que se muestran particularmente dinámicas, dentro del contexto español. Esta línea podría enlazar en Zaragoza, con la procedente de Lisboa y Madrid, y también con la de Vitoria¹⁶ y ser,

¹⁶ Los proyectos de redes ferroviarias de alta velocidad, para el caso del territorio vasco, hacen referencia a la llamada «Y» vasca, que uniría Vitoria con Bilbao y San Sebastián y al conjunto de estas ciudades entre sí y con el resto de la Península Ibérica, la cornisa cantábrica y Francia. Véase, al respecto: VV.AA: «La Y vasca: Una vía necesaria y difícil», *Atlántica*, nº 1, 1991, Bilbao.

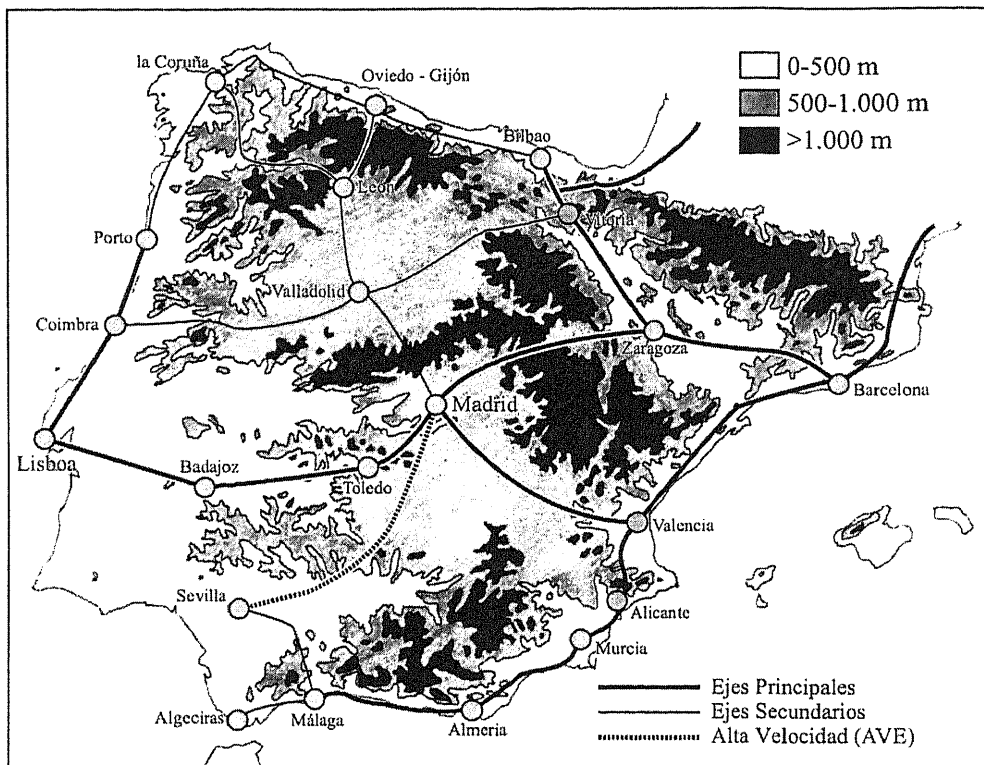


Figura 5: Propuesta para una red de MAGLEV en la Península Ibérica.

Fuente: J. Font y R. Majoral.

asimismo, el punto de enlace con la línea transcantábrica, procedente de Irún y San Sebastián. Por razones de trazado y de impacto ambiental, parece razonable la adopción de un sistema MAGLEV, puesto que los tramos vasco y catalán de esta línea deben cruzar territorios montañosos y áreas densamente pobladas.

C) Eje Lisboa, Madrid, Zaragoza

La construcción de un enlace ferroviario de alta velocidad entre Lisboa y Madrid está actualmente en curso de estudio, mientras que el corredor Madrid-Zaragoza, por su parte, se integra en la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona, actualmente en construcción y que debe prolongarse hasta la frontera con Francia. La construcción del tramo Lisboa-Madrid parece plenamente justificado por la propia importancia demográfica de las dos capitales (4,5 millones de habitantes en el área metropolitana de Madrid y 2,5 en la de Lisboa), por la competitividad del sistema MAGLEV, si se tienen en cuenta la distancia que las separa (unos 630 km), y por las dificultades orográficas del trayecto. El itinerario más corto transcurre por el valle del río Tago y por Cáceres, pero parece más adecuado un

itinerario más meridional, menos accidentado y que permite, al mismo tiempo, conectar a un buen número de ciudades medias (Toledo, Mérida, Badajoz y Évora), situadas a lo largo de su recorrido. Sin embargo, quizás desde la perspectiva portuguesa, y para la conexión de Portugal con el resto de la Unión Europea podría parecer más adecuado un itinerario directo desde Coimbra a la frontera con Francia —por Irún-Hendaya— pasando por Valladolid y Vitoria, que se contempla como una línea secundaria en esta propuesta.

D) Eje Atlántico: Lisboa-Porto

Esta línea se justifica porque permite conectar a las dos ciudades más importantes de Portugal (Lisboa, sin su área metropolitana, supera los 830.000 habitantes y Porto los 350.000), separadas por una distancia de poco más de 300 km; Coimbra, la tercera ciudad de Portugal —situada a 117 km de Porto y a 190 km de Lisboa— también saldría beneficiada de esta conexión y, a medio plazo, podría constituir el punto de arranque de la línea directa entre Portugal y la frontera francesa, ya citada en el caso anterior. A largo plazo, este eje Atlántico, debería prolongarse hacia el norte, en dirección a Braga y a Galicia (conexión de Oporto con Vigo, Santiago de Compostela y La Coruña).

E) Eje Madrid-Valencia

Este corredor (de unos 350 km de longitud mínima) está previsto que se cubra mediante el sistema AVE, aunque el PDI únicamente contemplaba una línea de velocidad alta —220 km/h y vía ancha española—. Este cambio de decisión se justifica porque este corredor conecta Madrid con una de las zonas más dinámicas y pobladas de España (el área metropolitana de Valencia y el conjunto de ciudades y focos industriales y turísticos del sudeste peninsular). El trayecto más corto entre estas dos ciudades (por Cuenca) cruza un territorio de grandes dificultades orográficas (estribaciones meridionales del Sistema Ibérico), mientras que el trayecto más fácil (por Albacete), alarga notablemente la distancia entre los dos puntos extremos (unos 90 km), pero facilita la conexión de Madrid con Alicante y Murcia. En ambos casos, parece particularmente adecuada la adopción de un sistema tipo MAGLEV, tanto por la competitividad de la distancia como desde el punto de vista del coste económico, adaptabilidad al medio e impacto ambiental. A largo plazo podría configurar un eje Valencia, Madrid, Lisboa.

2.5. Los ejes secundarios

F) Eje transcantábrico: San Sebastián-Bilbao-Santander-Oviedo/Gijón

La vertebración de la costa o cornisa cantábrica, mediante infraestructuras de transporte de altas prestaciones, es todavía un tema pendiente en España por lo que puede decirse que sus diferentes regiones (País Vasco, Cantabria, Asturias y Galicia), han vivido prácticamente de espaldas unas con otras. Las principales conexiones de la cornisa, tanto por ferrocarril como por carretera o autopista, se establecen con la Meseta y el centro de la Península, a pesar de que deben superar la barrera de la Cordillera Cantábrica. Ello obedece de nuevo a la persistencia del esquema viario radial español (es significativo, al respecto, que la línea

férrea que une Bilbao con Santander y Oviedo sea de vía estrecha) pero también a las dificultades orográficas que ofrece la propia cornisa, puesto que los valles de los ríos que proceden de la cordillera se orientan de forma transversal a la costa. No se contempla, en la actualidad, ninguna actuación ferroviaria significativa en este ámbito, excepto en el País Vasco, ya que los planes en ejecución sólo contemplan mejorar los enlaces con la Meseta y Madrid. Por otro lado, las autopistas y autovías actuales solo conectan Irún con Santander mientras queda pendiente su prolongación hacia el oeste, en dirección a Oviedo y su continuación hacia Galicia se contempla a muy largo plazo. La importancia de los flujos de transporte en este ámbito y la importancia de sus ciudades y centros industriales (San Sebastián, Bilbao, Santander y Oviedo/Gijón), justifican la propuesta de esta línea que, a largo plazo, debería prolongarse también hacia Galicia. La dificultad del trazado hace aconsejable la adopción de un sistema tipo MAGLEV, puesto que la construcción de líneas convencionales de alta velocidad en este ámbito resultaría enormemente costosa en términos económicos. La llamada “Y” vasca tendría la función de asegurar los enlaces de esta línea con Francia, el valle del Ebro (Zaragoza) y la Meseta septentrional.

G) Eje Madrid-Galicia: Madrid, Valladolid, León, La Coruña

El PDI contempla que el tramo Madrid-Valladolid-León, de este itinerario —que constituye el principal nexo de unión de Madrid con el norte peninsular— se adapte a la llamada velocidad alta (220 km), sin embargo, no está previsto que dicha mejora se prolongue hacia Galicia y Asturias, probablemente a causa de las dificultades orográficas que deben superarse en ambos casos. Nuestra propuesta contempla la construcción de una línea de Madrid a Valladolid y León, punto desde el cual se prolongaría mediante sendas bifurcaciones hacia Galicia y Asturias. De la misma manera que en el eje cantábrico, parece particularmente justificada la adopción del sistema MAGLEV en estas líneas, a causa de lo accidentado del relieve y de las altitudes que deben superarse. La construcción de líneas convencionales de alta velocidad en este ámbito resultaría enormemente costosa y prácticamente imposible desde la perspectiva técnica (rampas y radio de las curvas), por lo que las regiones afectadas quedarían desconectadas del resto de la Península por lo que respecta a la alta velocidad ferroviaria. Parece, pues, que sólo el desarrollo del sistema MAGLEV posibilitaría que tanto Galicia como Asturias pudieran disponer de ferrocarriles de alta velocidad.

H) Eje Coimbra-Frontera francesa por Valladolid y Vitoria

El itinerario Coimbra-frontera de Irún-Hendaya pasando por Valladolid y Vitoria, constituye la línea más directa de conexión de las dos grandes ciudades de Portugal (Lisboa y Porto) con Francia y el resto de Europa¹⁷. Se considera Coimbra como punto de partida porque es la tercera ciudad de Portugal y se sitúa en un punto medio entre Porto (a 117 km) y Lisboa (a 190 km). En el trayecto que transcurre por España, se daría servicio a un buen número de ciudades de la Meseta septentrional (Salamanca, 162.888 habitantes; Valladolid, 330.700; y Burgos, 160.278). La elección del sistema MAGLEV parece conveniente dadas

¹⁷ Es la carretera N-620 y E-80 conocida como «ruta de los portugueses».

las dificultades que ofrece el relieve en el tramo portugués y también en el Español hasta Salamanca.

I) Eje Atlántico: La Coruña-Porto

Como se ha señalado al explicar el eje Lisboa-Porto, se trata de dar continuidad, a largo plazo, a un eje atlántico de la Península Ibérica, que uniría las principales ciudades de Galicia (La Coruña, Santiago y Vigo) con las principales ciudades de Portugal (Braga, Porto, Coimbra y Lisboa). En una Europa unida tiene sentido contribuir a potenciar nuevos ejes de desarrollo que se han mostrado particularmente dinámicos en los últimos años.

J) Ejes Málaga-Sevilla y Málaga-Algeciras y unión con el norte de África

Este eje daría continuidad, a largo plazo, al conjunto del eje mediterráneo mediante sendas conexiones con Sevilla y Algeciras. Estas interconexiones, se justifican también en Andalucía, puesto que permitirían unir sus dos ciudades principales, Sevilla y Málaga¹⁸, cuyas áreas metropolitanas agrupan, respectivamente, a 1.100.000 y a 850.000 habitantes.

CONCLUSIÓN

A modo de conclusión podemos señalar que el previsible desarrollo del sistema MAGLEV, de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la línea actualmente en construcción entre Berlín y Hamburgo, puede contribuir a mejorar notablemente las expectativas de implantación territorial de los ferrocarriles de alta velocidad en la Península Ibérica. Independientemente de su desarrollo técnico, el argumento fundamental que avala el sistema MAGLEV como opción de futuro, en relación con la alta velocidad convencional, radica en sus menores exigencias de trazado. El MAGLEV puede superar mayores pendientes y admite radios menores de las curvas para una misma velocidad, con lo cual es menos costoso (tanto desde la perspectiva económica como ambiental) cruzar territorios montañosos (caso del trayecto León-Galicia o León Asturias, p.e.) y se inserta mejor en áreas densamente urbanizadas (caso de diversos sectores de la costa mediterránea). En cuanto a la propuesta de líneas que realizamos debe tomarse como una primera aproximación. Queremos señalar, en este sentido que no parece muy consistente el esquema general previsto para el ferrocarril español del siglo XXI, puesto que coexistirán dos anchos de vía para la alta velocidad (AVE y Velocidad Alta) además de los ferrocarriles convencionales y de vía estrecha, se fragmentarán corredores de transporte ya consolidados (el mediterráneo, entre la frontera, Barcelona y Valencia, p.e) y que extensas zonas del territorio quedarán al margen tanto del sistema AVE como de la Velocidad Alta (el noroeste peninsular, principalmente). El MAGLEV, en cambio, permite pensar en un nuevo modelo de articulación territorial a escala peninsular y aumentar las previsiones de implantación de un sistema de transporte rápido, competitivo y eficiente, que incluso podría adoptarse en zonas donde la

¹⁸ Las autoridades regionales andaluzas han reivindicado con insistencia la continuidad del AVE Madrid-Sevilla, hacia Málaga, no prevista inicialmente en los planes del gobierno español.

alta velocidad convencional es inviable tanto por razones técnicas como de coste económico o impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTOLA, M. (dir.) (1978): *Los ferrocarriles en España, 1844-1943*. Madrid, Servicio de Estudios del Banco de España (2 vols.).
- CARBONELL, A. (Coord.) (1990): *Las infraestructuras en España: carencias y soluciones*. Madrid, Instituto de Estudios Económicos.
- CARRERAS, A. (coord.) (1989): *Estadísticas históricas de España, siglos XIX y XX*. Madrid, Fundación Banco Exterior.
- CARRERAS, A. y otros (1995): *The Development of European Transports (XIXth-XXth centuries). A Computerized Cartographical Project*. Firenze, European University Institute.
- COMISIÓN EUROPEA (1995): *Europa 2000+. Cooperación para la ordenación del territorio europeo*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- FONT, J. (1999): *La formació de les xarxes de transport a Catalunya (1761-1935)*, Barcelona, Oikos Tau.
- FONT, J. y MAJORAL, R. (1999): The road Network on the Catalan Pyrenees: Development and Current State, *Promet-Traffic-Traffico*, vol. 11: 2-3, pp. 61-74.
- GÓMEZ MENDOZA, A. (1982): *Ferrocarriles y cambio económico en España, 1855-1913*. Madrid, Alianza Universidad.
- IZQUIERDO, R. y LÓPEZ PITA, A. (1997): “Les difficultés d’établir un réseau ferroviaire à grande vitesse dans les pays périphériques: le cas de l’Espagne”, *Transports*, París, n° 381, pp. 21-29.
- MOPTMA (1994): *Plan Director de Infraestructuras, 1993-2007*, Madrid, MOPTMA (2ª ed.).
- NADAL, J. (1975): *El fracaso de la Revolución Industrial en España*. Barcelona, Ed. Ariel (2ª ed.: 1986).
- TIERZE, W. ed. (1999): *Transrapid Verkehr in Europa*. Gebr. Borntraeger. Berlín-Stuttgart.
- WAIS, F. (1974): *Historia de los ferrocarriles en España*. Madrid, Editora Nacional.
- VV.AA. (1993): *Alta Velocidad. Nueva era del ferrocarril*, en *Situación*, N° 3-4 (monográfico). Bilbao, Servicio de Estudios del Banco Bilbao-Vizcaya.