



ARTÍCULOS

- El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad
Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García
- Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión
Judith Fernández Jánez
- El efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura
Ignacio González Franco
- Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con las distancias de los viajes
Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

RESEÑAS DE LIBROS, ARTÍCULOS Y TESIS DOCTORALES

DATOS COMENTADOS SOBRE ALTA VELOCIDAD

REVISTA DE BLOGS Y PRENSA



CONSEJO EDITORIAL

Rosa Isabel Aza Conejo

Catedrática Escuela de Ciencias Empresariales,
Univ. de Oviedo

Ignacio Barrón de Angoit

Director de Viajeros, Unión Internacional de
Ferrocarriles (UIC)

Pedro Casares Hontañón

Director del Máster de Comercio, Transporte y
Comunicaciones (Univ. Cantabria)

José Vicente Colomer Ferrándiz

Catedrático de Transportes, UPV (Valencia)

Paulo Fonseca Teixeira

Profesor de Ferrocarriles, IST (Lisboa)

Julio Fuentes Losa

Catedrático de Transporte y Ferrocarril, UNED

Ernesto García Vadillo

Catedrático de Ingeniería Mecánica, UPV/EHU
(Bilbao)

Ricardo Insa Franco

Profesor Titular de Ferrocarriles, UPV
(Valencia)

Andrés López Pita

Catedrático de Ferrocarriles, UPC (Barcelona)

Jose María Menéndez Martínez

Catedrático de Ingeniería e Infraestructura del
Transporte, UCLM

Juan José Montero Pascual

Profesor de Derecho Administrativo, UNED

Andrés Monzón de Cáceres

Catedrático de Transportes, UPM (Madrid)

Ignasi Perat Benavides

Director Máster Sistemas Ferroviarios UPC
Vilanova

Miguel Rodríguez Bugarín

Catedrático de Ferrocarriles, Univ. A Coruña

Antonio Serrano Rodríguez

Catedrático de Urbanística y Ordenación del
Territorio UPV (Valencia)

Juan Miguel Sánchez García

Asesor de Logística M. Fomento

Jordi Viñolas Prat

Director Escuelas Ingeniería y Arquitectura
Universidad Nebrija

EDITOR

Alberto García Álvarez

EDITORA ADJUNTA

Pilar Martín Cañizares

Edición digital: José Mariano Rodríguez

Foto portada: Gonzalo Rubio

SOBRE LA REVISTA

360. revista de altavelocidad pretende servir de foro de discusión serena y plural, a la vez que profundiza en todos los temas relacionados con la alta velocidad ferroviaria: planificación, efectos económicos y sociales, explotación, tecnología, etc.

El nombre "360. revista de alta velocidad" simboliza la voluntad de "ir más allá" en la aportación social de la alta velocidad (300 km/h es la velocidad máxima actual), y a la vez el deseo de ofrecer una visión panorámica y plural (de 360° de amplitud).

Se articula en tres partes: artículos propios; datos comentados sobre la alta velocidad; y revista de blogs y de prensa, etc., para dar cabida a las opiniones ajenas y ofrecer un termómetro del estado de opinión sobre la alta velocidad.

La revista asume que la velocidad no es un fin, como tampoco lo son las infraestructuras necesarias: el objetivo debe ser el incremento de la sostenibilidad del sistema de transporte y de la eficiencia de la movilidad.

Además se asume que en este campo no hay verdades absolutas ni de validez universal, sino que cada caso debe analizarse individualmente olvidando los apriorismos o ideas preconcebidas.

Los artículos son solicitados a los autores por el Editor (a iniciativa propia o propuesta del Consejo Editorial). Podrán ser publicados en español, inglés o portugués.

Los artículos expresan, exclusivamente, la opinión de sus autores.

Los temas concretos que serán abordados en la publicación; las normas de petición, envío y revisión de los artículos; y las normas de presentación de los mismos podrán ser consultadas en el sitio web de la revista.

Se publica en los meses de abril y octubre de cada año y está disponible a través de la página web:
www.360revistadealtavelocidad.es

Edita:

Fundación de los Ferrocarriles
Españoles

ISSN: 2174-9655

Depósito legal: M-40482-2011



FUNDACIÓN DE LOS
FERROCARRILES
ESPAÑOLES

360. revista de alta velocidad

Edita: Fundación de los Ferrocarriles Españoles

SUMARIO

ARTÍCULOS.....3

ANÁLISIS COSTE.- BENEFICIO

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad.
Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García 3

DEMANDA

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión.
Judith Fernández Jánez 19

INFRAESTRUCTURAS

"El efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura"
Ignacio González Franco 33

GEOGRAFIA Y ALTA VELOCIDAD

Ubicación de la población en el territorio de España y su relación con las distancias de los viajes.
Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande 55

RESEÑAS DE LIBROS, ARTÍCULOS Y TESIS DOCTORALES.....73

DATOS COMENTADOS SOBRE ALTA VELOCIDAD.....83

REVISTA DE BLOGS Y PRENSA.....87

ANÁLISIS COSTE BENEFICIO

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

*Alberto García Álvarez¹
Ignacio González Franco
Álvaro Rubio García*

RESUMEN

La tarifa aplicada a los viajeros tiene una influencia muy importante en el resultado económico-social y en el financiero de una línea de alta velocidad. De hecho, es la segunda variable con mayor incidencia en el resultado, después de la cuantía de la propia inversión. En este artículo se analizan los efectos en la demanda, en los ingresos y en los resultados de los cambios en la tarifa. Se concluye que la rentabilidad económico-social prácticamente siempre crece al disminuir la tarifa, mientras que la rentabilidad financiera alcanza un máximo con un determinado valor de la tarifa, por encima y por debajo del cual se alcanzan valores menores. En el caso ejemplo, dos tarifas que distan entre sí un 24% conducen al mismo resultado financiero, mientras que el resultado económico-social conseguido con la más baja de las dos casi duplica al de más alta.

Como consecuencia, se formula una reflexión sobre el carácter de los datos que se introducen en los análisis coste-beneficio. Se señala que hay algunas variables potencialmente gestionables por el planificador que no deberían aplicarse un carácter predeterminado, sino que deben ser objeto de optimización. A la tarifa no debe dársele un tratamiento estocástico, ya que puede no ser fruto del azar. Debe buscarse la tarifa que optimiza el resultado perseguido (normalmente la maximización del beneficio económico-social sujeto a una cierta restricción en el resultado financiero) y con ello se mejoraría sin duda el balance para la sociedad.

PALABRAS CLAVE

Análisis de coste beneficio, alta velocidad, precios, tarifas, elasticidad, regulación de precios.

¹ albertogarcia@ffe.es, Grupo de estudios e investigación de Economía y explotación del transporte, Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

The unwanted effect of the predetermination of the fare on the cost-benefit analysis of the new high-speed infrastructures

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco, Álvaro Rubio García

ABSTRACT

The fare applied to passengers has a very important influence on the economic-social and financial result of the construction of a high-speed line. In fact, it is the second most influential variable on the result following the quantity of the investment itself. This paper analyses the effects on the demand, revenue and results of fare changes. It is concluded that economic-social profitability almost always increases when fare is reduced, while financial profitability reaches a maximum with a determined fare value, over and under which lower values are reached. In the example case, two fares which are far from one another by 24% lead to the same financial result, while the economic-social result achieved with the lowest of the two almost doubles that of the highest.

As a consequence, there is a reflection on the nature of the data being introduced in the cost-benefit analyses. The paper goes on to highlight that there are some variables potentially manageable by the planner to which a determined nature should not be applied, but rather they should be object of optimization. Fare should not be given a stochastic treatment, since it cannot be a matter of chance. We have to find the fare that optimizes the desired result (usually the maximization of the economic-social benefit subject to a certain restriction on the financial result), and with that we would undoubtedly improve the balance for the society.

KEY WORDS

Cost-benefit analysis, high speed, prices, fares, elasticity, price regulation.

O efeito perverso da predeterminação da tarifa na análise de custo-benefício de novas infraestruturas de alta velocidade

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco, Álvaro Rubio García

RESUMO

A tarifa aplicada aos passageiros tem uma influência muito importante no resultado socio-económico e financeiro de uma linha de alta velocidade. De facto, é a segunda variável com maior incidência no resultado, depois do valor do próprio investimento. Neste artigo, analisam-se os efeitos na procura, na receita e nos resultados devido a variações da tarifa. Conclui-se que a rentabilidade socio-económica aumenta praticamente sempre que se diminui a tarifa, enquanto a rentabilidade financeira atinge um máximo para um determinado valor da tarifa, acima e abaixo do qual se obtêm valores menores. No caso exemplificado, duas tarifas que diferem 24% entre si conduzem ao mesmo resultado financeiro, enquanto o resultado socio-económico obtido com a tarifa mais baixa quase duplica o da mais alta.

Como consequência, é realizada uma reflexão sobre o carácter dos dados que se introduzem nas análises custo-benefício. Destaca-se que existem algumas variáveis potencialmente geríveis em fase de planeamento às quais não deveria ser atribuído um carácter predeterminado, mas que deveriam ser objecto de optimização. A tarifa não deve ser objecto de um tratamento estocástico, na medida em que não deve ser deixada ao acaso. Deve procurar obter-se a tarifa que optimiza o resultado pretendido (normalmente, a maximização do benefício socio-económico sujeito a uma determinada restrição no resultado financeiro) e dessa forma seguramente melhorar o balanço para a sociedade.

PALAVRAS CHAVE

Análise Custo-benefício; alta velocidade; preços; tarifas; elasticidade; regulação de preços.

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

Rasgos generales del análisis coste beneficio y tipo de datos que se emplean

La decisión de construir o de no construir una nueva línea de alta velocidad u otra infraestructura para el transporte, o escoger una entre varias infraestructuras alternativas suele apoyarse en el denominado “análisis coste-beneficio” (ACB), que sigue una metodología muy estandarizada.

En esencia, se compara la situación “con proyecto” con la situación “sin proyecto”, y se analiza la diferencia entre ambos casos. Normalmente, se calcula la llamada “rentabilidad financiera” (basada en los flujos económicos diferenciales actualizados con un tasa de descuento); y también la “rentabilidad económico social”, en la que se tienen en cuenta las ventajas sociales (reducción de tiempo, de accidentes, de emisiones, de consumo energético, excedente del consumidor básicamente de los viajeros inducido por la nueva infra, etc.) convenientemente monetizadas.

El análisis se realiza para el conjunto del sistema, es decir, sin distinguir entre los resultados del constructor de la infraestructura, de su administrador y de los operadores de servicios de transporte que operan sobre la nueva infraestructura.

Normalmente la decisión de construir una u otra infraestructura (si hay varias alternativas) se toma comparando el resultado económico social, escogiendo la que ofrece un mejor valor actual neto socioeconómico o la que alcanza una determinada tasa interna de rentabilidad socioeconómica. Si no se trata de un análisis comparativo, sino que el objeto es decidir la construcción (o la no construcción) de una nueva infraestructura, por ejemplo una línea de alta velocidad, normalmente se decide la construcción si el VAN o la TIR socioeconómicos alcanzan un determinado valor.

No es, sin embargo, el único criterio: en muchas ocasiones, y más en entornos de restricciones presupuestarias, es frecuente considerar también un máximo en la cuantía de la inversión o limitar el resultado financiero negativo a un valor determinado.

Con mucha frecuencia (en la mayor parte de los casos) la rentabilidad financiera resulta negativa, y sin embargo la infraestructura se construye porque tiene una rentabilidad económico-social positiva. Y ello ocurre no solo en el caso de las líneas de alta velocidad, sino también en otro tipo de infraestructuras de transporte en las que la rentabilidad financiera es negativa. Es, por ejemplo, el caso de las autovías, que en el modelo español están libres de peaje y por ello no generan ningún ingreso para compensar los costes de su construcción y de mantenimiento. Tienen por tanto una rentabilidad financiera negativa. Pese a ello, las administraciones deciden soportar el coste de construcción y de mantenimiento de estas vías porque se les supone una rentabilidad económico-social positiva.

Debe advertirse que en el caso -frecuente- de que una infraestructura se construya pese a tener una rentabilidad financiera negativa (siendo positiva la rentabilidad económico social) no puede esperarse que la financiación de la infraestructura se realice por endeudamiento del constructor o del administrador de la infraestructura que luego repercute el coste total a los usuarios; y menos aún con la intervención de un privado que construye la infraestructura y luego la explota a cambio de un canon

o peaje: en estos casos sólo es viable y sostenible la infraestructura si una parte o la totalidad de la infraestructura es financiada por administraciones públicas.

No se trata aquí de entrar en el detalle de la metodología del cálculo de ambas rentabilidades, ni en las similitudes o diferencias entre los diferentes modelos que se aplican en los ACB, sino de formular una reflexión sobre la naturaleza de los datos que se introducen en el modelo y cómo pueden tratarse para mejorar los resultados.

Los datos que se introducen en el modelo se pueden agrupar en diversos conceptos:

- Datos relacionados con la infraestructura: Inversión; velocidades máximas (que influyen en la demanda); costes de mantenimiento y operación.
- Modelo de explotación: patrón de servicios (tipos de producto, orígenes y destinos, frecuencias básicas y paradas)
- Datos relacionados con la oferta: Precio, frecuencia y tiempo de viaje.
- Datos relacionados con la competencia: Dotación de infraestructuras y oferta de otros modos de transporte en competencia con la línea nueva (incluidas las líneas ferroviarias convencionales).
- Datos relacionados con la economía: evolución del PIB, de la población, del nivel de empleo, etc.
- Costes unitarios de la operación.

Con estos datos de entrada se pueden calcular:

- La demanda en cada ruta (función del tiempo de viaje, de la frecuencia y del precio). También influyen en la demanda los servicios ofertados por otros modos de transporte en competencia; y la evolución de la demanda en el tiempo está influida por las variables socioeconómicas (PIB, actividad, empleo, etc.)
- La demanda y el precio unitario (tarifa media) determinan los ingresos financieros.
- Los costes de la infraestructura (construcción y explotación).
- Los costes de la operación de los servicios, que dependen tanto de los costes unitarios como de las frecuencias ofertadas, de la capacidad de cada tren y de la velocidad media. También se incluyen las amortizaciones del material rodante.
- Los ingresos y costes adicionales para el balance socioeconómico se calculan a partir de las transferencias de demanda entre modos de transporte, de la demanda de nuevos viajeros inducidos, así como de los costes externos unitarios.

Los resultados también dependen (y mucho) de criterios de aplicación del modelo tales como:

- Número de años en que se realiza el análisis y valor residual asignado.
- Tasa de descuento aplicada en el análisis financiero y en el económico social.

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

- Aplicación de precios sombra en la explotación y cuantía de los mismos.

Es importante mencionar los criterios de aplicación del modelo suelen estar "normados", es decir, existe una Manual de recomendaciones que los indica, si bien puede haber cierto margen de aplicación

Incertidumbre e indeterminación

Algunos de los datos que precisa el modelo están sujetos a incertidumbre. Es preciso medir la sensibilidad de los resultados de la aplicación del modelo a cambios en estas variables, y se exige en los manuales de la UE darles un tratamiento probabilístico para obtener la distribución de probabilidad del VAN o la TIR como análisis de riesgos.

Un análisis más detenido muestra que las variables cuyos valores se introducen en el modelo pueden clasificarse en tres grandes grupos:

1. Las que son gestionables en mayor o menor grado por el decisor. Entre ellos se pueden mencionar como más relevantes la velocidad para la que se diseña la propia infraestructura, el modelo de explotación, la capacidad de los trenes a utilizar, las frecuencias y los precios (tarifas) que se van a implantar.
2. Las que pueden considerarse aleatorias y por tanto sus valores dependen de hechos no controlables ni por el decisor ni por otros agentes concretos como son la evolución del PIB, de los precios de la energía, etc.
3. Las que son controlables por agentes concretos, como pueden ser la oferta de otros modos de transporte en competencia (avión, autobús, etc.)

Muchos datos que habitualmente se predeterminan no son -o no debieran de ser- ajenos a la voluntad del decisor. Con frecuencia el decisor les atribuye un carácter predeterminado debido a que deja en manos de otros agentes la decisión sobre ellos. Así ocurre por ejemplo, con la velocidad que permite la línea (que suele estar decidida cuando se realiza el ACB); con la capacidad de los trenes, con las tarifas a aplicar o con las frecuencias a ofrecer (que decide posteriormente el operador).

En el caso de los datos gestionables, resulta obvio que el resultado económico social y/o el financiero mejorarán si en lugar de atribuirles un valor predeterminado se les atribuye el valor que optimiza el resultado perseguido (y cumple con las restricciones impuestas). No hacerlo así supone una evidente pérdida de eficiencia. Como es natural, deben adoptarse las medidas regulatorias para asegurar que el valor que se aplica en la realidad es el que conduce al resultado óptimo.

En el caso de los datos no gestionables, deben adoptarse los valores más probables y en lo que se refiere a los sujetos a una cierta incertidumbre, es preciso hacer un análisis de sensibilidad e incluso una simulación estocástica.

*Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García
El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas
infraestructuras de alta velocidad*

Tabla 1. Clasificación de los datos de entrada en los análisis coste beneficio en función de su posibilidad de gestión y de su certidumbre

SITUACION ACTUAL			
Datos o criterio	Carácter real	Carácter en el modelo	Tratamiento: Sujeto a análisis de sensibilidad
Velocidad para la que diseña la infraestructura	Gestionable	Predeterminado	Normalmente no
Evolución PIB y datos socioeconómicos	Aleatorio	Predeterminado	Siempre
Características de los trenes	Gestionable	Predeterminado	Normalmente, no
Características de la oferta (tarifa)	Gestionable	Predeterminado	Siempre
Costes unitarios	Aleatorio (sobre todo, coste energía)	Predeterminado	En ocasiones
Oferta de otros modos de transporte	Objeto de decisión por terceros	Predeterminado	Normalmente, no
Criterios del modelo (plazo, v. residual, tasas de descuento)	Gestionable	Predeterminado	En ocasiones
SITUACION DESEABLE			
Datos o criterio	Carácter real	Carácter en el modelo	Tratamiento: Sujeto a tratamiento probabilístico
Velocidad para la que diseña la infraestructura	Gestionable	Objeto de optimización	
Evolución PIB y datos socioeconómicos	Aleatorio	Predeterminado	Necesario
Características de los trenes	Gestionable	Objeto de optimización	
Características de la oferta (tarifa)	gestionable	Objeto de optimización	
Costes unitarios	Aleatorio (sobre todo, coste energía)	Predeterminado	Solo energía
Oferta de otros modos de transporte	Objeto de decisión por terceros	Predeterminado	Posible aplicación teoría de juegos
Criterios del modelo (plazo, v. residual, tasas de descuento)	Gestionable	Predeterminado	Posible aplicación teoría de juegos

Fuente: Elaboración propia.

Las variables críticas con más efecto en los resultados

La guía del Análisis Coste-Beneficio de la UE sugiere que se consideren como “críticas” aquellas variables que al cambiar en un 1% produzcan una variación igual o superior al 5% en el VAN.

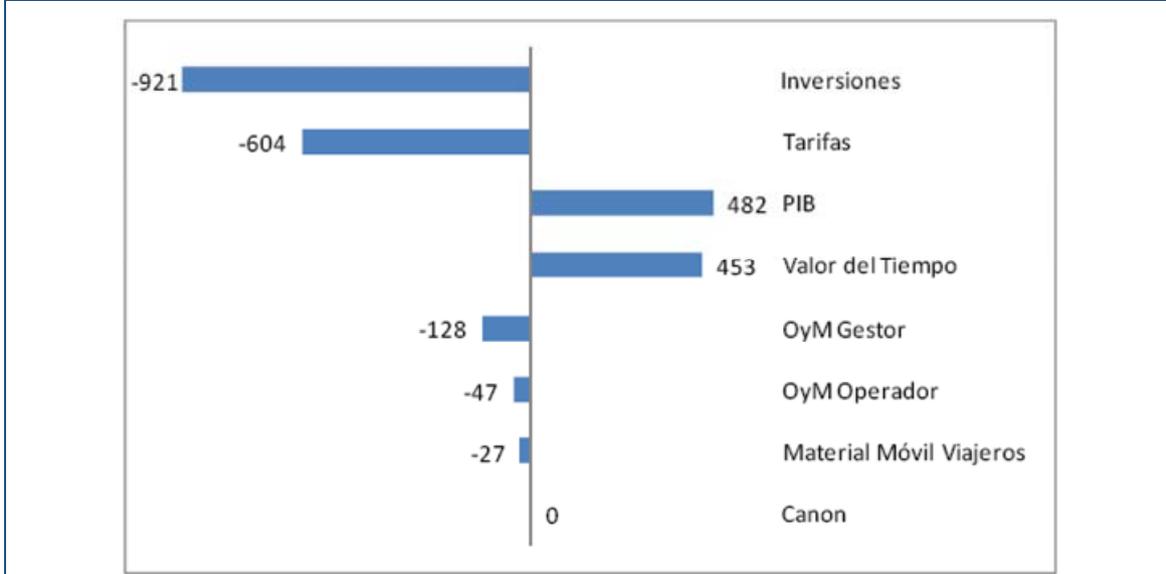
Jaro (2011) presenta las variables críticas con más influencia en los resultados en el caso de los análisis realizados en España para las líneas de alta velocidad, y resultan ser el importe de la inversión y la tarifa aplicada, por encima incluso de la variación del PIB y del valor del tiempo.

Obsérvese estas dos variables con más incidencia en el resultado son “gestionables”, y sin embargo actualmente se les aplica un carácter predeterminado aunque en siempre sujeto a análisis de sensibilidad y riesgos.

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

Figura 1. Importancia relativa de las variables críticas en el VAN



Fuente: Jaro, L. (2011)

El efecto de la inversión y de la velocidad de diseño.- La inversión está condicionada fuertemente por la velocidad para que se diseñe cada uno de los tramos de la línea (además de las características orográficas de estos tramos).

En el caso de España se ha adoptado (predeterminadamente) la velocidad de 350 km/h como velocidad máxima de explotación comercial para los tramos principales de la red troncal de alta velocidad. Una mayor velocidad de diseño aumenta los costes de construcción de la infraestructura como puede verse en González Franco (2015a) y no lo hace de forma lineal, sino con discontinuidades y de forma muy diferente en función del tipo de terreno.

Pero por otra parte, una mayor velocidad produce un aumento del número de viajeros y/o permite un aumento de los precios que pagan, por lo que se mejoran los ingresos, tanto financieros como económico-sociales de la línea. Los costes operativos y de mantenimiento no tienen una relación evidente con la velocidad, y por ello deben ser valorados en todo caso por simulación.

Puede deducirse que la velocidad de diseño tiene una influencia fuerte, no sólo en el coste de la inversión, sino en los resultados financieros y socioeconómicos de la línea. Por ello, en lugar de predeterminar la velocidad, mejoraría los resultados de la inversión buscar la velocidad óptima de diseño de una línea en cada uno de sus tramos. Este enfoque es objeto de un muy completo análisis en González Franco (2015b).

Efectos de la variación de las tarifas

La segunda variable con más influencia en los resultados del ACB son las tarifas que se aplicarán para el transporte por la línea. Se trata de una variable que podría ser "gestionable" y por ello su optimización también mejoraría los resultados de la línea.

El análisis de la variación de los resultados de la línea al variar la tarifa es el objeto de este artículo.

Para identificar los efectos de la variación de las tarifas en los resultados financieros y económico sociales, se ha simulado el caso de una línea de alta velocidad española y además de analizar los resultados obtenidos, se reflexiona sobre la forma de las curvas que relacionan los resultados con las variaciones de tarifa.

Se comprueba que, en efecto, los cambios en las tarifas pagadas por los viajeros influyen de forma relevante en la rentabilidad económico-social y en la rentabilidad financiera de una línea de alta velocidad.

Antes de presentar el análisis de detalle conviene advertir sobre dos cuestiones básicas:

- Cada caso presenta sus peculiaridades, y por ello no se consideran relevantes los valores concretos deducidos de las siguientes reflexiones, aunque sí lo son las consecuencias de carácter general. Se ha escogido una línea representativa de la alta velocidad en España, y del análisis que se realiza sobre sus resultados al variar la tarifa, resulta útil ver el signo de los cambios y los valores relativos que adoptan las variables; en suma, la forma de las curvas de variación correspondientes.
- Se utiliza la tarifa media, pero la elasticidad de la demanda al precio no sólo depende de la tarifa media, sino también de la variabilidad o rango de precios: la misma tarifa media con un mayor rango de precios supone más viajeros. En el presente análisis se ha supuesto la misma variabilidad de los precios al cambiar la tarifa media.

Los resultados de los cambios producidos al variar las tarifas no es siempre en la misma dirección, ya que los cambios de tarifas tienen diversos efectos como se expondrá seguidamente.

Efecto en el número de viajeros transportados

El reparto del número de viajeros entre los diferentes modos de transporte en una ruta depende del "coste generalizado" de cada modo, siendo éste a su vez la suma de la tarifa y otros costes monetarios y del tiempo utilizado. Una reducción de la tarifa del tren manteniendo idénticas todas las demás características de la oferta (tanto en el tren como en otros modos de transporte) produce una reducción del "coste generalizado" del servicio ferroviario, y por ello un aumento de su cuota modal y del número de viajeros que transporta.

En un modelo de reparto modal tipo "logit", la probabilidad de que un viajero escoja un modo de transporte "i" de los "n" modos disponibles viene dada por la expresión [1]:

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

$$P_i = \frac{e^{(-\lambda \cdot C_i)}}{\sum_{i=1}^n e^{(-\lambda \cdot C_i)}} \quad [1]$$

Donde: P_i : probabilidad de escoger el modo "i"; C_i : coste generalizado de viaje con el modo "i"; n : número de modos de transporte; y λ : parámetro de sensibilidad del modelo. En la siguiente exposición asignaremos el subíndice 1 al tren y los subíndices de 2 a n al resto de los modos de transporte.

A su vez, el coste generalizado del modo "i" puede expresarse

$$C_i = T_i + K_i \quad [2]$$

Donde T_i es la tarifa del modo i y K_i es el resto del costes (monetarios y en tiempo) del modo i .

Siendo N el número de viajeros al año en el corredor (en todos los modos de transporte), el número de viajeros en el tren (designando para el tren $i=1$) puede, por lo tanto, expresarse como:

$$V_1 = N \times \frac{e^{-\lambda \cdot C_1}}{e^{-\lambda \cdot C_1} + \sum_{i=2}^n e^{-\lambda \cdot C_i}} \quad [3]$$

Ello significa que el número de viajeros siempre crece al reducirse la tarifa del tren. La curva que representa la variación de la demanda al variar la tarifa es monótona decreciente y tiene dos tramos: en bajos de la tarifa es cóncava, y en valores más altos pasa a ser convexa. Cuando la tarifa se reduce mucho, por debajo de cierto valor el crecimiento del número de viajeros "se agota" debido a que quedan pocos viajeros a captar en otros modos de transporte y la inducción de nuevos viajeros pasa a ser muy débil.

El punto donde la curva pasa de cóncava a convexa es aquel en que se verifica que

$$e^{-\lambda \cdot T_1} = \sum_{i=2}^n e^{-\lambda \cdot (T_i + K_i - K_1)} \quad [4]$$

La forma esperada de la curva se corresponde con la obtenida mediante la simulación realizada para el caso tipo y se representa en la figura 2.

Efecto en los ingresos de tráfico

Los ingresos derivados del servicio de transporte, se obtienen al multiplicar el número de viajeros por la tarifa media aplicada. La curva no es monótona; tiene un máximo y sólo uno; se compone de tres tramos: Para tarifas bajas, al crecer las tarifas, los ingresos también crecen, hasta llegar a un punto de ingreso máximo. Desde este punto, al crecer la tarifa los ingresos decrecen en una curva que tiene dos tramos: uno cóncavo hasta un cierto valor de la tarifa, y otro convexo a partir de ese valor.

Puede comprobarse matemáticamente que el valor máximo de los ingresos (hay un máximo y sólo uno) se obtiene con el valor de la tarifa del tren T_1 que satisface la siguiente igualdad:

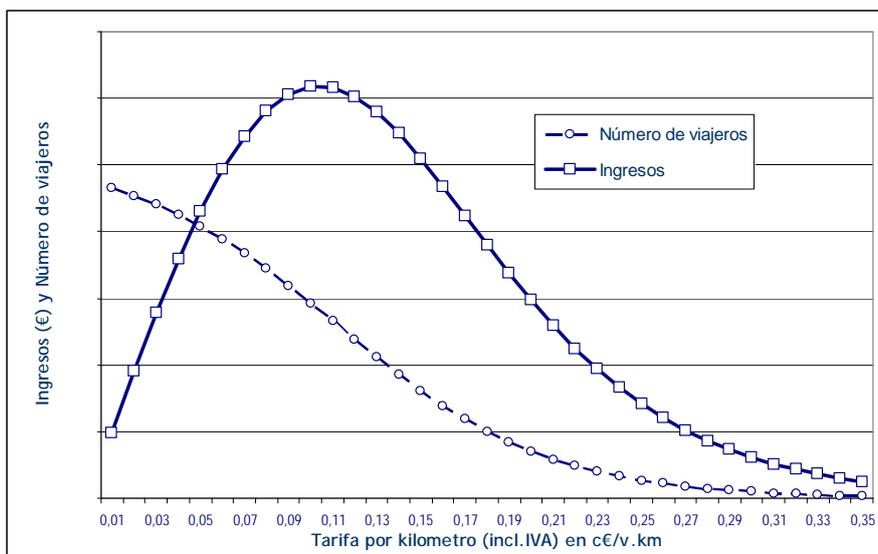
$$e^{-\lambda.T_1} = (\lambda.T_1 - 1) \times \sum_2^n e^{-\lambda.(ti+K_i-K_1)} \quad [5]$$

A su vez, el punto en el que la curva pasa a ser cóncava (siempre hay uno) es aquel cuyo valor de T_1 cumple la siguiente igualdad:

$$\alpha \times T = \frac{\gamma - e^{-\alpha \times T}}{\gamma + e^{-\alpha \times T}} \quad [6]$$

En la figura 2 se recoge también la curva obtenida en el caso tipo de variación de los ingresos al cambiar la tarifa y que tiene las características descritas.

Figura 2. Variación en el número de viajeros y en los ingresos al cambiar las tarifas



Fuente: Elaboración propia.

Efectos en los costes

Efecto en los costes operativos (incluyendo la amortización del material rodante).- Al aumentar el número de viajeros, aumentan los costes de la operación, aunque en general de forma menos que proporcional al aumento del número de viajeros, ya que muchos costes operativos tienen una estructura que encubre una parte fija (mantenimiento de material, costes de personal, etc.) y por otra parte, se observa normalmente un aumento del aprovechamiento.

En la figura 3 se muestra el comportamiento de los costes operativos al cambiar el precio. También se incluyen, como referencias, las curvas de variación de los viajeros y de los ingresos. De nuevo, conviene destacar la validez general de la forma de las curvas, aunque sus parámetros concretos pueden variar de un caso a otro. El margen de la operación, en ausencia de cargos por el uso de la infraestructura sería

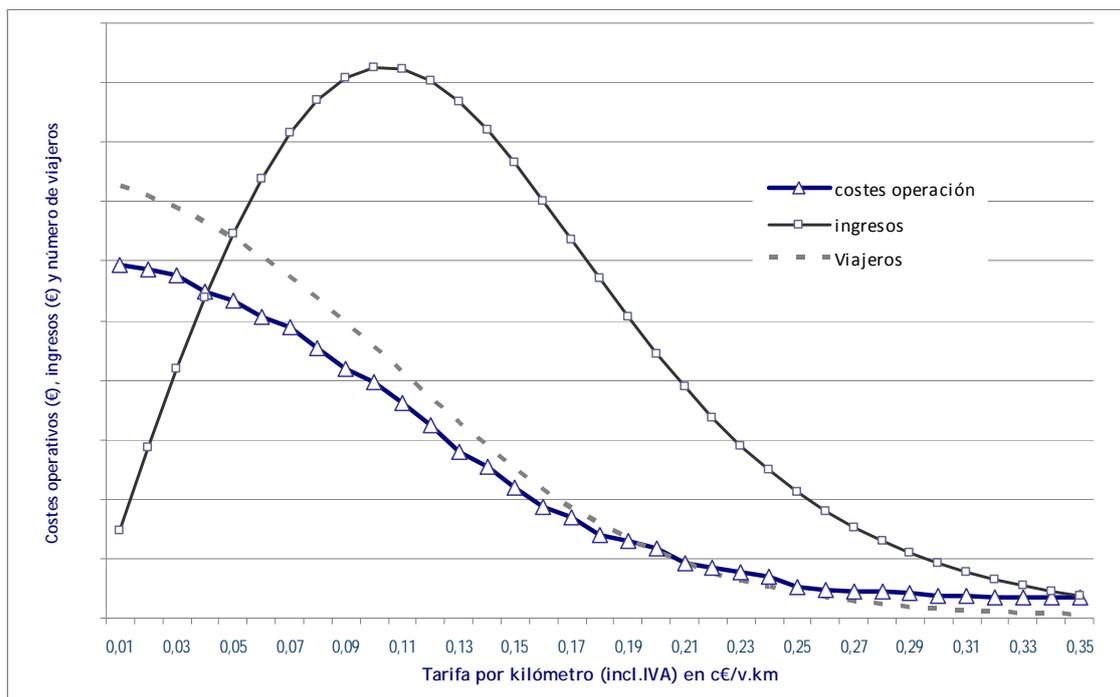
Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

la distancia entre la curva de ingresos y la de costes operativos. Este margen puede ser negativo para tarifas muy bajas.

También se observa que el margen empeora en la zona de tarifas por debajo de aquella que produce los ingresos máximos, mientras que en tarifas superiores a la de ingresos máximos puede mejorar o empeorar según la pendiente relativa de las curvas. Para precios muy altos, el margen empeora.

Figura 3. Variación en los costes operativos al cambiar las tarifas



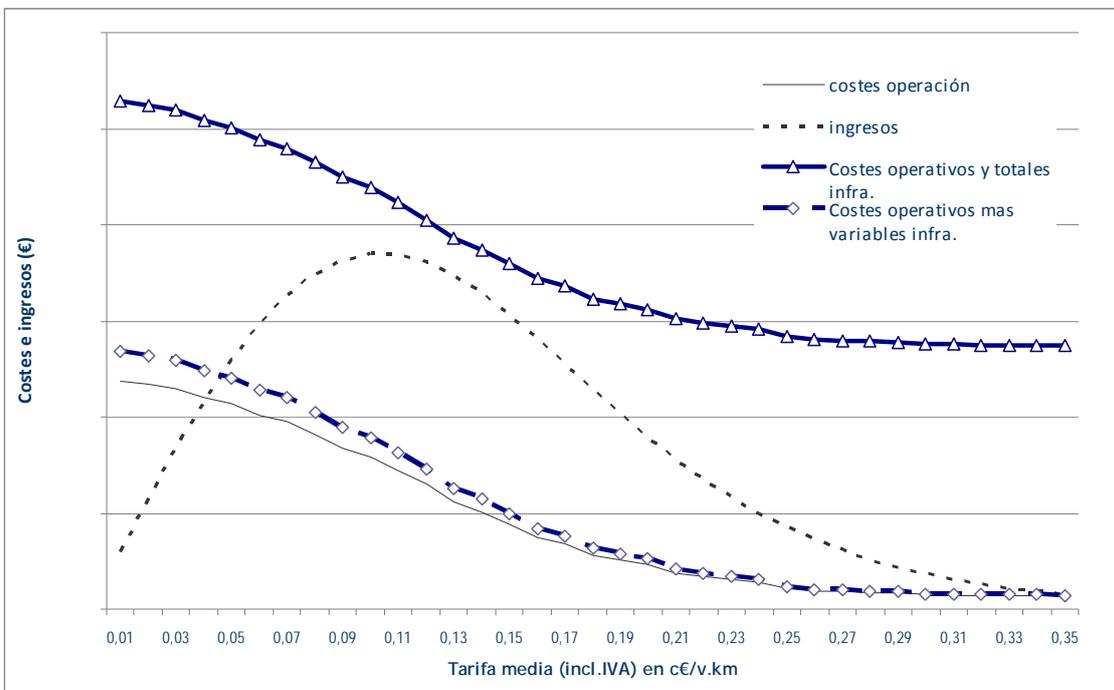
Fuente: Elaboración propia.

Efecto en los costes de la infraestructura.- Los costes de mantenimiento y explotación de la infraestructura también aumentan al bajar las tarifas y aumentar el número de viajeros. Pero lo hacen de forma muy ligera, ya que sólo aumenta la parte variable que es relativamente pequeña, y además lo hace en proporción al número de trenes (cuyo crecimiento, por efecto del aumento del aprovechamiento, es menor que el del número de viajeros). Los costes fijos de explotación, así como las amortizaciones y costes financieros de la infraestructura no sufren variación.

En la figura 4 aparece la variación de los costes, manteniéndose también en la gráfica como referencia la variación de los ingresos y de los costes operativos. Las conclusiones sobre el margen siguen siendo las mismas: con valores de la tarifa por debajo de la que conduce al ingreso máximo, el margen empeora; por encima de esa tarifa mejora; y con precios ya muy altos, empeora de nuevo.

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García
 El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

Figura 4. Cambios en los costes operativos y totales de la infraestructura al cambiar las tarifas



Fuente: Elaboración propia.

Efecto en los ahorros de tiempo costes externos.- Los ahorros de tiempo y de costes externos (que se contabilizan en el resultado económico social), aumenta a medida que aumenta el número de viajeros, ya que se captan viajeros de otros modos de transporte con mayores costes externos. Estos ahorros son generalmente - aunque no exactamente- proporcionales al número de viajeros, y son mayores en los segmentos de tarifas y en las rutas en los que se produce una mayor captación de viajeros del coche particular (Véase al respecto Jaro, 2011).

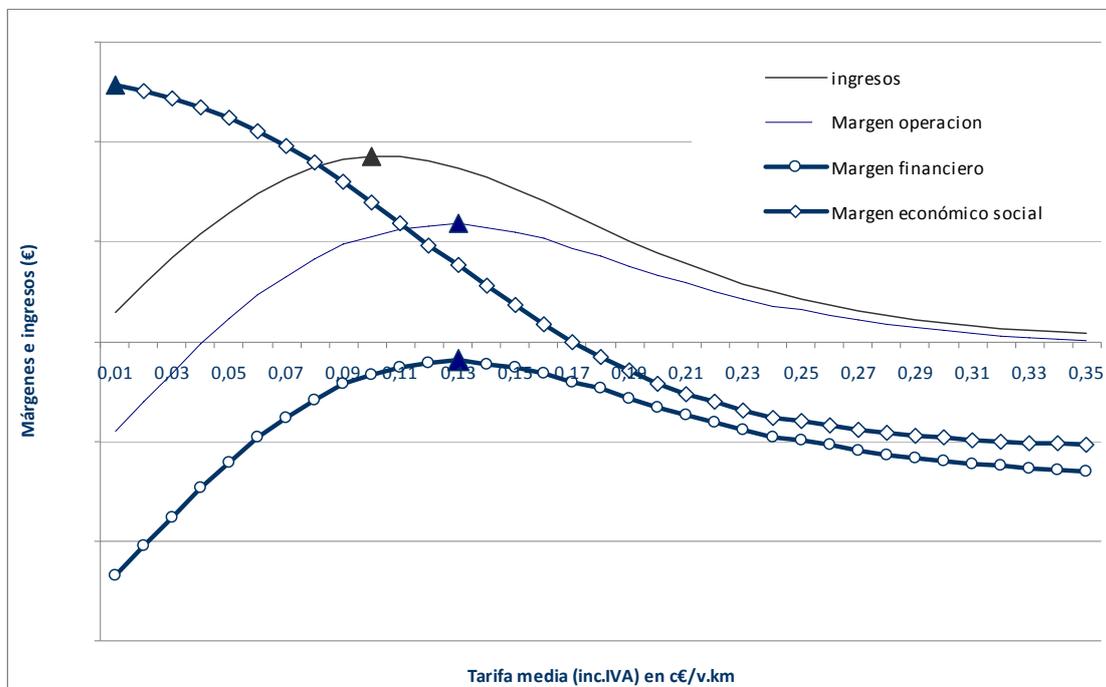
Efecto en el margen financiero y en el margen económico social

Como consecuencia de las variaciones que los cambios de tarifas inducen en los ingresos, en los costes de la operación y de la infraestructura, así como en los ahorros externos, se producen variaciones en el margen financiero y en el margen económico social. Estas variaciones en el caso-tipo usado como referencia presentan la forma que se muestra en la figura 5, cuyos valores absolutos no son relevantes para otros casos, pero sí lo son las formas y algunas de las conclusiones que se derivan de ellas. Se mantienen como referencia en el gráfico la curva de variación de los ingresos y la de los costes totales (costes operativos incluyendo amortizaciones de material rodante, más costes variables y fijos de la infraestructura).

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

Figura 5. Cambios en el margen financiero y en el margen económico social al cambiar las tarifas



Nota: Los valores máximos de cada serie aparecen señalados con un triángulo. Fuente: Elaboración propia.

De la observación del gráfico pueden extraerse las siguientes conclusiones, que son de validez general:

1. Los mejores resultados del margen operativo y del margen financiero total se obtienen con valores prácticamente idénticos de la tarifa (en este caso, 13,10 c€/v.km para cada uno de ellos).
2. Los mejores resultados del margen operativo y del margen financiero total, se obtienen con un valor de la tarifa ligeramente superior al valor de la tarifa que conduce al máximo de ingresos. (En el caso-tipo del ejemplo, el máximo de ingresos se obtiene con una tarifa de 10,3 c€/viajero.km con IVA, mientras que los mejores resultados del margen de la operación y del financiero se obtienen con 13,10 c€/v.km, en ambos casos incluido el IVA)
3. Tanto el margen operativo como el margen financiero presentan una curva de variación semejante a la de la curva de variación de los ingresos (aunque desplazada hacia la derecha de ésta): con valores bajos de la tarifa, al aumentar ésta, mejora el margen; a partir del punto de margen máximo, aumentos de la tarifa se traducen en reducciones del margen en una curva que pasa de cóncava a convexa.
4. La curva de variación del margen económico-social tiene una forma completamente diferente a la de los ingresos, a la del margen operativo y a la del margen financiero. La curva del margen económico-social tiene una

forma semejante a la del número de viajeros: es monótona decreciente, con un tramo cóncavo en valores bajos de la tarifa, y pasa a ser convexa con valores más altos de la tarifa².

Como consecuencia, y por lo que respecta a los efectos en el análisis coste-beneficio, puede señalarse lo siguiente:

1. Se observa una fuerte sensibilidad en el resultado económico-social a las variaciones la tarifa: valores bajos de la tarifa conducen a resultados muy buenos desde el punto de vista económico social, mientras que valores altos de la tarifa llevan a valores mucho más bajos del resultado económico social.
2. No sólo se observa que al crecer la tarifa se reduce el margen económico social, sino que en muchos casos (como ocurre en el tomado como referencia) el resultado económico-social puede ser positivo para tarifas bajas, y puede ser negativo para tarifas altas. En el caso-tipo adoptado como ejemplo, tarifas medias por encima de 16,8 c€/viajero.km incluido el IVA conducen a rentabilidad económico social negativa.
3. No existe una variación constante en el margen financiero: tiene un máximo (y sólo uno) que no se corresponde con la tarifa que conduce al máximo beneficio económico social.
4. Cada valor de la rentabilidad financiera menor que la máxima posible, se puede lograr con dos tarifas diferentes que conducen a dos valores distintos de la rentabilidad económico-social. En el caso tipo, el valor de la tarifa que se empleó en la realidad en el ACB fue de 14,2 c€/v.km, que es algo mayor que los 13,1 c€/v.km que conducirían al mejor resultado financiero. Con una tarifa de 11,5 c€/v.km, el resultado financiero sería el mismo que con la tarifa de 14,3 c€/v.km, pero el resultado económico-social prácticamente se duplica.

Como consecuencia de todo ello, puede observarse la importancia que tiene la tarifa en los resultados de la línea, si la variable a optimizar es la rentabilidad económico-social, incluso si la rentabilidad financiera supone una limitación.

Supongamos (que es el caso normal) que el objetivo perseguido es maximizar la rentabilidad económico-social sujeto a no rebasar un cierto valor del resultado financiero negativo.

Realizar el análisis coste beneficio partiendo de una tarifa predeterminada tiene un efecto perverso, ya que se llegará a un resultado diferente del óptimo, perdiendo la oportunidad de calcular la tarifa que optimiza el resultado. Incluso podría ocurrir que con la tarifa escogida se llegue a un resultado financiero negativo cuya cuantía

² Esto es así porque el margen económico-social depende en gran medida del ahorro de tiempo conseguido con el proyecto; es el caso de un proyecto de Alta Velocidad, donde, en media, los viajeros captados ahorran tiempo respecto al modo de transporte original. Pero esto no siempre ocurre. Se dan casos de proyectos que captan mucha demanda pero donde los viajeros han cambiado de modo básicamente por precio y no por tiempo, con lo cual la rentabilidad socioeconómica puede ser negativa. Por ejemplo: en el caso de una autovía paralela a una autopista de peaje o una línea de transporte público interurbana en corredor no congestionado paralelo a autopista de peaje.

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

podría ser la misma con otro valor de la tarifa, mientras que con este segundo valor el resultado económico-social es mejor.

En síntesis, puede concluirse que la tarifa debe ser objeto de optimización para alcanzar el mejor valor de los resultados deseados; y aceptar una tarifa predeterminada conduce a un resultado peor que el mejor posible. En ocasiones puede incluso llegarse a rechazar un proyecto por no alcanzar los resultados esperados, mientras que con otro diferente valor de la tarifa sí se pueden alcanzar estos objetivos.

Desde luego, la metodología expuesta de optimizar la tarifa a aplicar aporta obviamente grandes ventajas a la rentabilidad económico-social de la línea y a la consecución de sus objetivos, pero plantea el problema de cómo lograr que esta tarifa se aplique en la realidad.

En principio, la separación de los actores que intervienen la construcción y en la administración de la infraestructura y la existencia de diversos operadores de transporte dificulta la coherencia entre el estudio previo y la aplicación final. Diversos agentes, cada uno tratando de alcanzar sus propios objetivos difícilmente llevarán a la tarifa que optimiza el objetivo que llevó a la construcción de la infraestructura. Un menor número de agentes implicados aseguraría una mayor coherencia y un mayor acercamiento al resultado perseguido. En cualquier caso, siempre son necesarios mecanismos que envíen señales (u órdenes) a los actores sobre cómo deben comportarse para conseguir el mejor resultado global.

Este es un tema de cierta complejidad que requiere un análisis específico que se abordará en otro artículo posterior.

Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García
El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad

BIBLIOGRAFIA

- ☐ González Franco, I. (2015a): Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura en *360. revista de alta velocidad*, número 3 (junio de 2015).
- ☐ González Franco, I. (2015b) Inédito: Metodología para la estimación de la combinación de velocidades máximas que permiten alcanzar el tiempo de viaje comercialmente requerido en una infraestructura ferroviaria. Tesis doctoral en elaboración.
- ☐ Jaro, L. (2011): Planificación y evaluación de la rentabilidad económico-social de líneas ferroviarias. Ed.: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- ☐ Jaro, L. (2012): La aportación de valor de los viajeros captados por la alta velocidad a la carretera en *360. revista de alta velocidad*, número 3 (junio de 2015).

DEMANDA

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

Judith Fernández Jáñez³

RESUMEN

Este artículo analiza algunos aspectos relacionados con la interacción entre el tráfico aéreo y el de alta velocidad ferroviaria en España. En ese sentido, complementa y actualiza las conclusiones dos trabajos de investigación realizados en 2012 en el marco del proyecto Optired, en los que se analizaban diversas cuestiones relacionadas con la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión en las rutas nacionales españolas. La actualización se formula a la luz de la muy importante evolución que ha sufrido el mercado de transportes de larga distancia en España en los años 2013 y 2014 como consecuencia de las nuevas políticas comerciales de oferta y de precios puestas en marcha por Renfe-Viajeros.

Como aportaciones de más relevancia de este trabajo, muestra que el tren ha pasado a tener más viajeros que el avión en las rutas en que compiten, y por tanto recobra el liderazgo del transporte colectivo de larga distancia en España perdido hace 25 años. Se comprueba cómo la reducción de precios del AVE ha permitido el crecimiento del tráfico en las rutas en las que la cuota del tren estaba por debajo de la experiencia internacional y ahora se encuentra en valores más próximos a los predecibles según dicha experiencia. Finalmente, se actualiza la fórmula que relaciona la movilidad en las rutas de larga distancia con el Producto Interior Bruto, concluyéndose que, a igualdad de los demás factores, la movilidad de larga distancia crece cuando el PIB aumenta por encima del 0,88%.

PALABRAS CLAVE

Competencia en el transporte, tren de alta velocidad, movilidad, demanda, relación entre movilidad y PIB.

³ Judith.fdz@gmail.com. Grupo de estudios e investigación de geografía y tráfico ferroviarios, Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

An up-to-date view of the competition between the high-speed train and the plane

Judith Fernández Jáñez,

ABSTRACT

This paper analyses some aspects related to the interaction between air and high speed rail traffic in Spain. In this sense, it complements and updates the conclusions of two examples of research work carried out in 2012 under the frame of the Optired project, which analysed several issues related to the competition between the high-speed train and the plane on Spanish national routes. The update is developed in the light of the very important evolution Spanish long distance transport market has undertaken in 2013 and 2014, as a result of the new commercial offer and price policies implemented by Renfe-Viajeros.

As this paper's most significant contributions, we find that the train has grown to have more passengers than the plane on the routes both means of transport compete, thus recovering its leadership of collective long distance transport in Spain, something it had lost 25 years ago. Also shown is how the reduction of the AVE prices has allowed the increase of the traffic on the routes on which the train's share was below the international experience, and now its figures are closer to those expected according to such experience. Finally, the formula that connects mobility on long distance routes with the Gross Domestic Product is updated, concluding that, the other factors being equal, long distance mobility increases when the GDP exceeds 0.88%.

KEY WORDS

Competition in transport, high-speed train, mobility, demand, connection between mobility and GDP.

Uma visão actualizada da concorrência entre o comboio de alta velocidade e o avião

Judith Fernández Jáñez,

RESUMO

Este artigo analisa alguns aspectos relacionados com a interacção entre o tráfego aéreo e a alta velocidade ferroviária em Espanha. Nesse sentido, complementa e actualiza as conclusões dos trabalhos de investigação realizados em 2012 no âmbito do projecto Optired, no qual foram analisadas diversas questões relacionadas com a concorrência entre o comboio de alta velocidade e o avião nas rotas nacionais espanholas. A actualização é formulada à luz da importante evolução sofrida pelo mercado de transporte de longo curso em Espanha nos anos 2013 e 2014 como consequência das novas políticas comerciais de oferta e de preços implementadas pela Renfe-Viajeros.

As contribuições mais relevantes deste trabalho mostram que o comboio passou a ter mais passageiros que o avião nas rotas em que estes concorrem, recuperando dessa forma a liderança do transporte colectivo de longo curso em Espanha perdida há 25 anos. Comprova-se que a redução dos preços do AVE permitiu o crescimento do tráfego nas rotas em que a quota do comboio estava abaixo da experiência internacional, encontrando-se agora em valores mais próximos dos previstos segundo essa experiência. Finalmente, actualiza-se a fórmula que relaciona a mobilidade nas rotas de longo curso com o Produto Interno Bruto, concluindo-se que, em igualdade dos restantes factores, a mobilidade de longo curso cresce quando o PIB aumenta acima de 0,88%.

PALAVRAS CHAVE

Concorrência no transporte, comboio de alta velocidade, mobilidade, procura, relação entre mobilidade e PIB.

Judith Fernandez Jáñez

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

Introducción y antecedentes

El proyecto OptiRed⁴ (“Desarrollo del marco regulador del transporte de viajeros por ferrocarril en España”) tenía como objetivo el diseño de una herramienta que permitiera al decisor elegir, de entre los diferentes marcos regulatorios posibles para el transporte ferroviario interurbano de viajeros, aquél más eficiente para alcanzar sus objetivos de política ferroviaria en particular y de transportes en general. Como parte de él, se realizaron dos estudios que analizaban la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión.

- a) El primer estudio (“Efecto del número de competidores y de la presencia de operadores low cost y de oferta ferroviaria de alta velocidad en los precios del transporte aéreo en España”, Fernandez Jáñez, 2012) realizaba un análisis de la competencia y sus efectos en los precios en el transporte aéreo en España y se enmarcaba en el análisis de la viabilidad en el sistema ferroviario de las diversos modelos de competencia (“por el mercado”, “en el mercado”).
- b) El segundo estudio consistía en el análisis de la cuota captable del avión por el tren de alta velocidad en España (Fernandez Jáñez, 2012b).

Los objetivos perseguidos con el proyecto “Optired” ya se han alcanzado: el gobierno español ha tomado una decisión sobre el modelo transitorio de competencia a aplicar en los servicios de larga distancia en España, pero las reflexiones obtenidas en aquellos trabajos y su actualización pueden ser útiles para otro tipo de decisiones y análisis, por lo que se traen a colación, especialmente en los aspectos que pueden tener una mayor utilidad en el futuro.

Debe tenerse en cuenta que Renfe Viajeros acometió en los años 2013 y 2014 (después de la redacción de los dos estudios de referencia) profundos cambios en su oferta global y en su posicionamiento competitivo: bajaron los precios del AVE en clase turista en un 11%, y se aumentaron las ofertas y descuentos, y con ello la bajada media de precios se situó para el Ave en un 15,7% en el conjunto de los dos años. También se eliminaron los gastos de gestión en la compra por internet, dando mayores facilidades para la compra por este canal; se creó la “Tarifa Mesa 4”, con 60% de descuento para competir con el coche; se diseñaron la clase “Turista plus” y los “coches en silencio”; se facilitaron los enlaces, creando billetes integrados, tanto de trenes entre sí como con autobuses; se creó el “Combinado cercanías”... Todos estos cambios han incidido de forma importante en los resultados de tráfico (de hecho, el del tren de alta velocidad nacional creció el 41,7% en dos años) y en la competencia con el avión. No hay que olvidar que, como señaló Bustinduy (2008), el

⁴ Optired fue desarrollado por: Fundación de los Ferrocarriles Españoles (FFE); Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM); Laboratorio de investigación en economía experimental e Instituto Interuniversitario de Desarrollo Local de la Universitat Jaume I (UJI-LEE); ALSA; Equipo de Técnicos en Transporte y Territorio S.A. (ETT); y B.B.&J S.A. EL Proyecto Optired se inscribió en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica, 2008-2011. Contó con una ayuda económica del Ministerio de Fomento en el marco del Programa Nacional de Cooperación público-privada. Subprograma de proyectos relativos a transporte e infraestructuras. Desde 2010 el Ministerio de Ciencia e Innovación

tren de alta velocidad nació en España emulando al avión y posicionado en el segmento alto. La transformación de estos años, así como los cambios estructurales de demanda provocados por la crisis, han cambiado el posicionamiento competitivo del AVE, mientras que el avión, con la irrupción de las aerolíneas *low cost*, se ha desdoblado en varios subsegmentos.

En este artículo se analizan tres aspectos relevantes de la nueva situación:

- 1) La evolución de la cuota de mercado del tren, que ha pasado a superar al autobús y al avión, y que por tanto ya lidera desde 2013 el mercado de transporte colectivo de larga distancia;
- 2) El reparto modal entre tren y avión en las rutas más importantes, y se comprueba, a la vista de la evolución reciente del tráfico, que se han cumplido las previsiones de análisis realizado en 2012 sobre el potencial de crecimiento del tráfico de tren.
- 3) Se actualiza la ecuación que permite estimar la evolución del tamaño del mercado de transporte de larga distancia al cambiar el PIB, manteniendo la oferta de todos los modos en concurrencia.

El tren ha pasado a liderar el transporte colectivo de larga distancia en España

En lo que se refiere a las cuotas de mercado del tren y del avión, en los últimos años ha habido cambios muy importantes en la posición relativa de ambos modos. El tren ha pasado a encabezar el mercado colectivo de transporte de larga distancia en España después de dos etapas de incremento: una, en 2008 debido a la entrada en servicio de nuevas líneas de alta velocidad; y una segunda en 2013 -2014 debido a la nueva oferta de Renfe.

Resulta complejo comparar en el largo plazo el tráfico de cada uno de los modos de transporte colectivo, porque los datos que se publican se refieren al total de tráfico nacional de larga distancia (incluyendo, por ejemplo, transportes a los territorios nacionales extrapeninsulares). Además, muchas de las series están cortadas para más de 10 o 15 años hacia atrás. Los datos publicados sí que permiten, sin embargo, disponer de un orden de magnitud y sobre todo de la evolución relativa en el tiempo de los diferentes modos.

Si nos situamos con datos globales en el segmento de larga distancia, podemos observar -según datos del INE- que en el año 2000, contabilizando solo los modos de transporte colectivo, el avión era líder, con el 49,1% del mercado, le seguía el autobús con el 28%, y finalmente el tren solo tenía el 22,9%. La evolución posterior muestra que desde julio de 2008 (año móvil) el tren supera al autobús, y ha conseguido superar al avión en noviembre de 2014. Al finalizar el año 2014 el avión tiene el 38,9% de este mercado, el tren lidera con el 39,6% y el autobús retiene el 21,4%. En la figura 1 aparece la evolución del número de viajeros de larga distancia anuales en cada modo de entre 2005 y 2014.

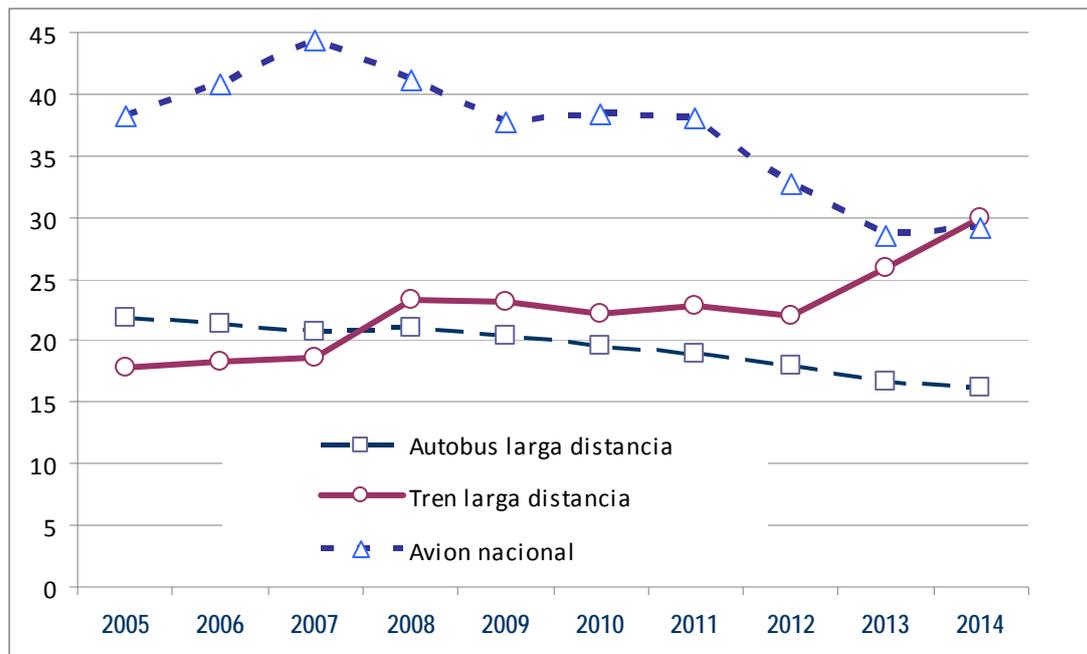
No es fácil averiguar -por las razones apuntadas- en qué año el autobús y el avión superaron al tren, que desde el siglo XIX era líder en el transporte colectivo de larga distancia en España. Puede estimarse que el avión en todas las rutas nacionales superó al tren hacia 1990, cuando cada uno de los modos movió alrededor de 17,6 millones de viajeros; y el autobús hacia 1992, después de la puesta en marcha de

Judith Fernandez Jánez

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

numerosas nuevas concesiones larga distancia y extensión de la red de autovías en las principales rutas nacionales.

Figura 1. Evolución del tráfico de larga distancia nacional según modos de transporte colectivo 2005-2104



Nota: Viajeros en millones. Fuente: Elaboración propia con datos del INE (2005-2009 para el autobús estimado sobre la evolución total del modo)

Ya se ha indicado que la comparación global de los datos de tráficos de larga distancia que ofrece el INE, aunque válida para disponer de una visión de conjunto acerca de la posición relativa de los modos de transporte, presenta grandes limitaciones. La comparación más razonable entre tren y avión no se puede realizar sobre el tráfico nacional del avión con el tráfico de larga distancia del tren, pues en el tráfico del avión se incluyen las rutas de la península a las islas y ciudades autónomas y de éstas entre sí (obviamente inaccesibles para el tren), mientras que en los datos del tren se contabilizan tráficos de muchas rutas de larga distancia cuyos orígenes y/o destinos se encuentran muy alejados de un aeropuerto, y por ello son inaccesibles para el avión.

La mejor comparación debe realizarse limitada a las rutas origen- destino en las que ambos realmente compiten o pueden competir. Analizando la evolución de la cuota en estas 88 rutas, puede obtenerse una mejor visión de la competencia real entre los modos.

Utilizando datos de la Gerencia de Área de Estudios de Mercado de Renfe-Viajeros correspondientes a su informe "Análisis sobre el Mercado y la Movilidad de Larga Distancia Tren / Avión / Carretera. Diciembre 2014", puede observarse que, en términos de tasa anual móvil, en diciembre de 1998, el avión tenía 15,2 millones de viajeros en estas 88 rutas, y casi doblaba al tren, que apenas tenía 8,4 millones de viajeros anuales. El tren permaneció con el tráfico estacando y en retroceso mientras el avión se expandió rápidamente, y en mayo de 2005 el avión (21,1M de viajeros) duplicó los viajeros del tren (10,5 Mv). La diferencia máxima se alcanzó en diciembre

de 2007 -justamente antes de la crisis y de la expansión de las nuevas líneas de alta velocidad- cuya tasa anual móvil muestra 28,4 Mviajeros para el avión y 12,2 Mv para el tren (2,3 veces más). En diciembre 2011, con la red de alta velocidad prácticamente en su estado actual el tráfico del avión en estas rutas fue de 21,8 Mv y el del tren de 17,0 Mv. Como consecuencia de la nueva oferta de Renfe, a partir de 2013 el tren se dispara y en mayo 2013 la tasa anual móvil muestra 17,1 Mv para el avión y ya una cifra superior para el tren: 17,3 Mv. En diciembre de 2014, las cifras ya eran de 15,2 Mv para el avión y 21,0 Mv para el tren, un 37% por ciento por encima del avión.

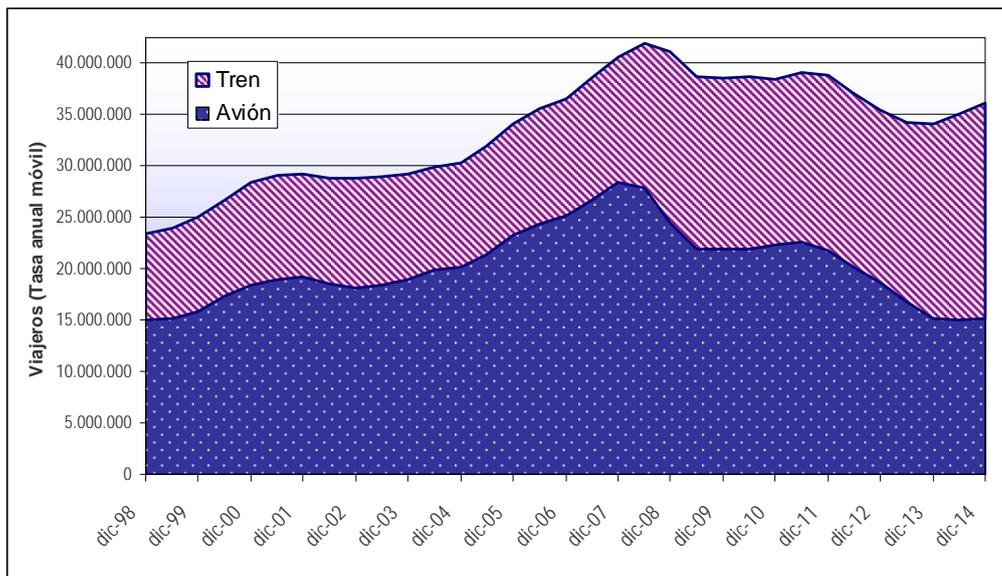
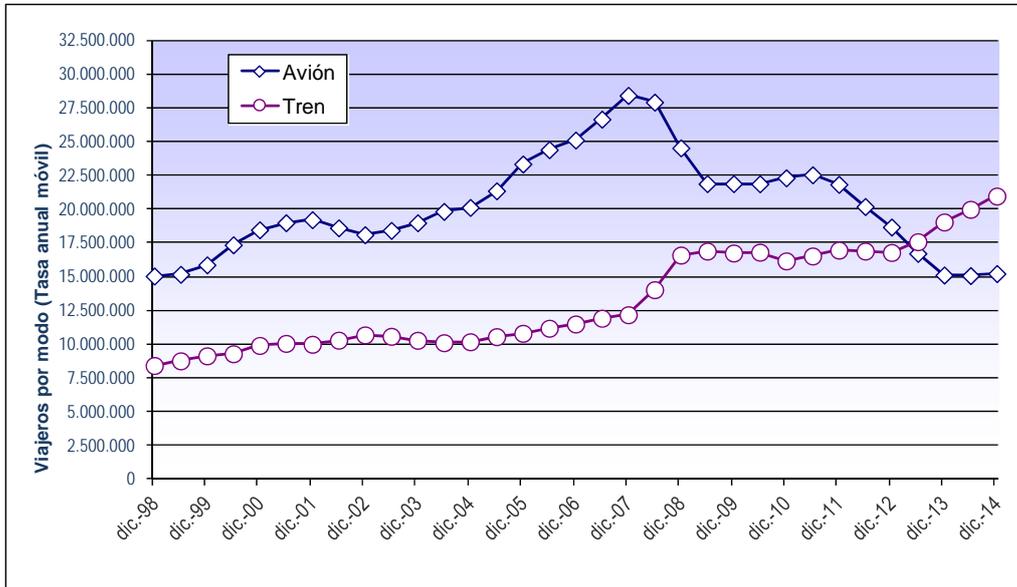
Evolución del tráfico aéreo en España.- Puede observarse que en el horizonte analizado (2002-2014) hay cuatro periodos claramente diferenciados en lo que se refiere a la evolución del tráfico aéreo:

- Hasta 2007 hay un crecimiento continuo del número de viajeros en avión, debido a la recuperación de la crisis del 11-S y a los efectos de la expansión económica.
- En el periodo 2007-2009 se produce una significativa caída, debido al doble efecto de entrada en servicio de las líneas de alta velocidad (con los servicios AVE y Alvia) y de la primera parte de la crisis económica. Y ello, a pesar de que la incorporación de nuevas aerolíneas de bajo coste produjo importantes crecimientos en algunas rutas.
- En el periodo 2010-2012 el tráfico aéreo se mantiene estable al no haber nuevas líneas de alta velocidad (excepto la de Madrid a Valencia) y producirse un ligero repunte de la actividad económica antes de la segunda parte de la crisis.
- En el periodo 2013-2014 el tráfico cae fuertemente debido (al comienzo del periodo) a los efectos de la segunda parte de la crisis, y desde febrero de 2013 a la nueva política comercial y de oferta del AVE. En el periodo solo se pone en servicio la nueva línea de Madrid a Alicante con poco efecto, ya que anteriormente ya tenía un apreciable tráfico ferroviario.

Judith Fernandez Jánez

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

Figuras 2a y 2b. Evolución de los viajeros del tren y del avión en las 88 rutas nacionales en las que coexisten y del tamaño del mercado (1998-2014)



Fuente: Elaboración propia con datos de Renfe-Viajeros y Enaire.

Relación del tamaño del mercado conjunto del tren más avión con el PIB

La evolución de la demanda depende de dos cuestiones: por un lado de la evolución de la actividad económica y social; y por otro de la oferta de los distintos modos de transporte (precio, frecuencia y tiempo de viaje). Podemos suponer que, con una oferta similar en los dos años de cada uno de los modos de transporte, la demanda global depende exclusivamente de variables socioeconómicas.

Empíricamente se ha comprobado que la variación de la movilidad de larga distancia (en el conjunto de todos los modos de transporte) está estrechamente ligada a la variación del Producto Interior Bruto, mientras que la evolución de la movilidad de cercanías está ligada a la evolución de la población ocupada.

Considerando la evolución en la década 2002-2011 del mercado conjunto que forman el tren y el avión en las principales rutas nacionales peninsulares, se dedujo en Fernández Jánez (2012b) que la variación anual (en %) del tráfico del tren más el avión (VAR_{t+a}) se relaciona -con un alto grado de ajuste- con la variación anual del PIB (VAR_{PIB}) por la siguiente expresión:

$$VAR_{t+a} = 0,19 \times (VAR_{PIB-1})^2 + 1,9 \times (VAR_{PIB-1}) + 0,12 \quad [1]$$

En virtud de ello, si se conoce el número de viajeros que se desplazan en todos los modos de transporte entre dos ciudades en un período de tiempo, por ejemplo en un año, es relativamente sencillo conocer o estimar cuál va a ser la evolución de esa movilidad global (en todos los modos de transporte) a lo largo del tiempo, si la oferta no cambia, en función de la evolución prevista del PIB.

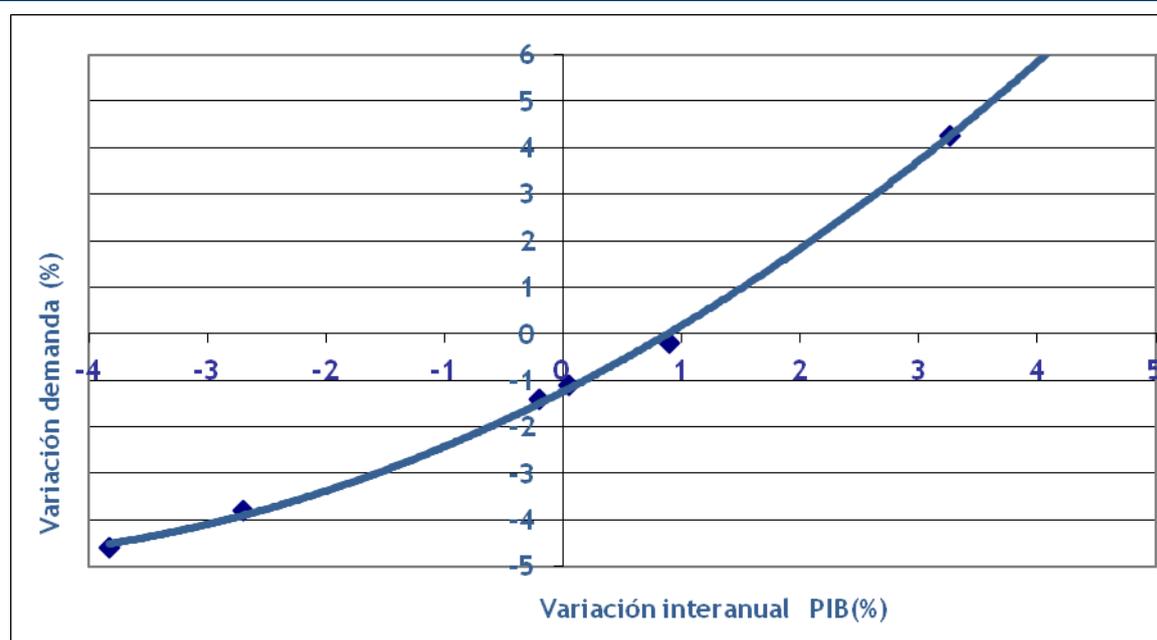
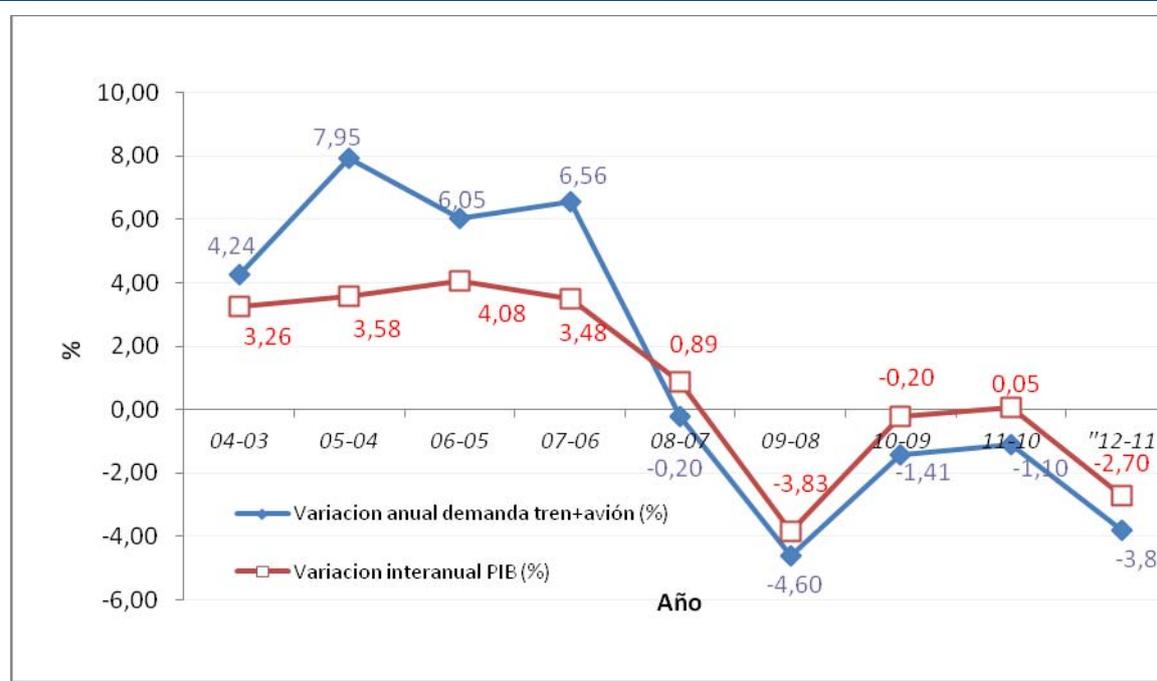
La razón de separar como variable el "PIB-1" sólo respondía a la conveniencia de explicitar que empíricamente se había comprobado que la demanda crece cuando el PIB crece por encima del 1%, mientras que la movilidad disminuye en caso contrario.

Sobre la base del trabajo desarrollado en de 2012, se ha sustituido el primer año 2003 por el más reciente disponible de 2012 y se han eliminado dos años (2004 y 2006) que presentaban resultados anormales por cambios significativos en la oferta del avión. Los datos de variación anual del transporte realizado en tren más avión y del PIB real (tasa anual) aparecen en la figura 3a.

Judith Fernandez Jánez

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

Figuras 3a y 3b. Relación entre la variación del PIB y la movilidad a igualdad de oferta



Fuente: Elaboración propia

La nueva ecuación resultante (que tiene un excelente ajuste) es la siguiente:

$$\text{Variación de la demanda (\%)} = 0,11698 \times (\text{VarPIB} - 0,8817)^2 + 1,906 \times (\text{VarPIB} - 0,8817) \quad [2]$$

Esta ecuación muestra que la movilidad crece cuando el PIB crece más del 0,88% (y lo hace más que proporcionalmente al crecimiento del PIB) y decrece cuando el aumento el PIB no llega al 0,88%.

Reparto de cuota entre tren y avión en función del tiempo de viaje

En los corredores en los que coexisten el ferrocarril de alta velocidad y la aviación se ha constatado empíricamente una relación entre la cuota de mercado del ferrocarril y su tiempo de viaje: La llamada "curva de las tres horas" muestra gráficamente, a partir de datos de casos reales, cómo cuando el tren tiene un tiempo de viaje de menos de dos horas obtiene normalmente cuotas de mercado por encima del 85% y si tiene un tiempo de viaje de más de tres horas, las cuotas están por debajo del 50%.

Formulación Clásica.- La cuota de mercado del tren y la del avión en una ruta en el mercado conjunto de ambos modos suelen referirse a la variable básica "Tiempo de Viaje del Tren" (t) y responde a la llamada "Curva de las Tres Horas", cuya ecuación según [Martín Cañizares, 2011] es una polinómica de orden tres:

$$TS(t) = 4,686 \times t^3 - 41,182 \times t^2 + 89 \times t + 40,5 \quad [3] \quad \text{y} \quad TS(a) = 100 - TS(t) \quad [4]$$

En donde $TS(t)$ es la cuota de mercado del tren en el conjunto formado por tren y avión; t es el tiempo de viaje del tren (en horas) y $TS(a)$ es la cuota de mercado del modo aéreo en el conjunto formado por tren y avión.

Esta formulación se comprueba que ajusta a los datos reales para valores del tiempo de viaje (t) comprendidos entre 1,5 y 4,25 horas.

Valores por debajo de 1,5 horas no suelen tener sentido, pues en estos casos la oferta aérea suele desaparecer -en el caso español, la ruta de Madrid a Zaragoza es un ejemplo representativo.

Para valores por encima de 4 horas 15 minutos es más útil una representación lineal, que aplicando datos de la experiencia internacional, puede expresarse (Fernández Jáñez, 2012b) como:

$$TS = 34,35 - 3,5 \times (4,25 - t) \quad [5]$$

Un estudio de la Dirección General de Aviación Civil de España (2014) propone la fórmula

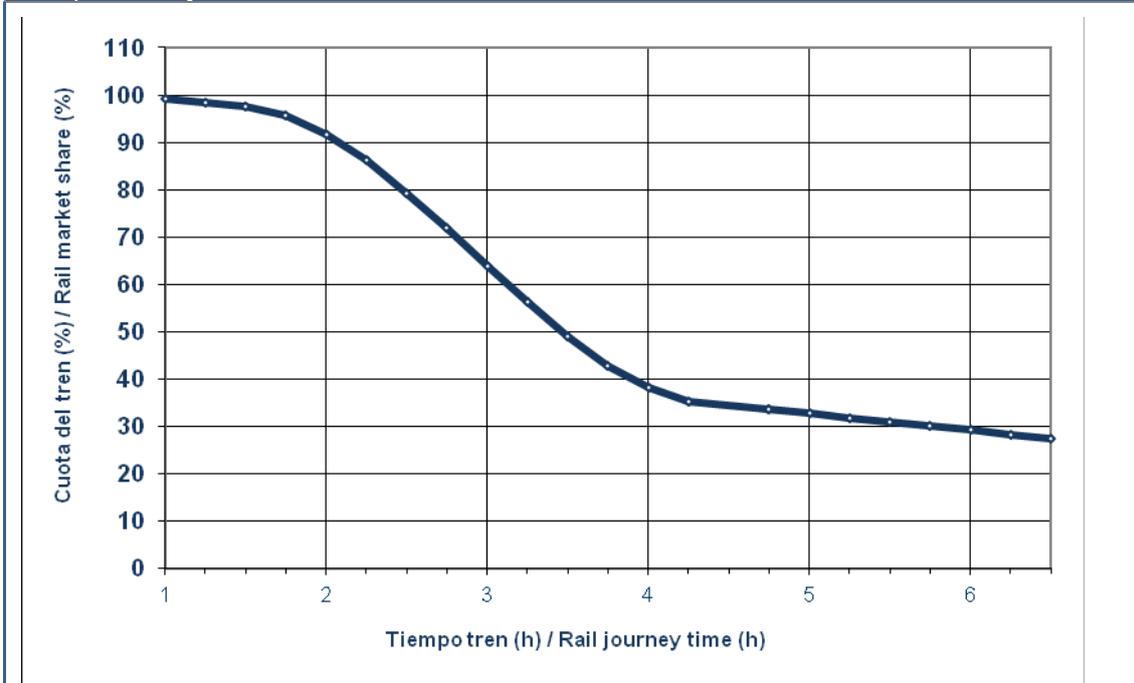
$$TS = -4,66 \times \ln(t \times 60) + 289,17 \quad [6]$$

que se ha comprobado que presenta un peor ajuste incluso en el caso español que las fórmulas anteriormente presentadas.

Judith Fernández Jáñez

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

Figura 4. Curva de las tres horas reparto de cuota entre el tren y el avión en función del tiempo de viaje del tren



Nota: Curva de las tres horas según la formulación de Martín Cañizares, P.- (2001) para tiempo del tren de menos de 4,25 horas y Fernández Jáñez, J (2012b) para valores de mayores

Una utilidad práctica de esta curva es que si en una ruta concreta la cuota real del tren es inferior a la "teórica" que le correspondería de acuerdo con la "curva de las tres horas", puede presumirse que en esa ruta hay un posible recorrido al alza una vez identificado el motivo que justifica la diferencia entre la teoría y la práctica, y corregido el problema si ello fuera posible y conveniente.

En Fernández Jáñez (2012b) se analizó (con datos de 2011) la cuota del tren de cada una de las 20 principales rutas en competencia en España y el potencial del crecimiento en aquellos casos en que la cuota del tren estaba por debajo de la teórica; así como el riesgo de pérdida de viajeros en aquellos otros en que la cuota del tren estaba por encima de la teórica. Análogo ejercicio se ha realizado con datos de 2014, después de los profundos cambios en la competencia intermodal producidos en estos años, singularmente derivados de la nueva política de oferta de Renfe.

El análisis de 2011

El análisis de los datos obtenidos de las cuotas observadas en España para tren y avión permitieron identificar para 2011 aquellas rutas en las que la cuota de mercado del tren es "anormalmente" baja o alta en comparación con la que cabría esperar de las observaciones del conjunto de las rutas ("curva de ajuste").

El mayor potencial de crecimiento con datos de 2011 se observaba en la ruta de Madrid a Barcelona (+1.360.608 viajeros anuales), seguida por las de Madrid a Valencia (+384.056), Barcelona a Sevilla (+276.204), Barcelona a Málaga (+235.953) y Madrid a Bilbao (+219.972 viajeros).

Si en todas las rutas AVE con potencial se produjera el crecimiento que podría darse con los tiempos de viaje de 2011, el número de viajeros del tren crecería anualmente en 2,7 millones de viajeros, lo que supone un incremento del 21,6 por ciento en las rutas analizadas.

Sin embargo, algunas otras rutas ferroviarias no AVE de baja frecuencia, como eran la de Madrid a Pamplona y la de Madrid a Murcia, la cuota del tren estaba por encima de la esperable. Probablemente ello tenga que ver con la escasa oferta aérea en términos de frecuencia y su alto precio.

El riesgo de pérdida de viajeros (en las rutas en que la cuota era mayor que la que se deduciría de la curva de las tres horas), era de 0,84 millones de viajeros, lo que representaría una pérdida del 6,4% sobre el número de viajeros en estas rutas. Si en todas las rutas el número de viajeros del tren se ajustase exactamente al que corresponde según la cuota explicada por la "Curva de las Tres Horas", el número de viajeros del tren sería superior en un 14,7 por ciento al tráfico real de 2011 en estas rutas, lo que representa 1,54 millones de viajeros adicionales al año.

Se observaba en los datos de 2011 una fuerte influencia del diferencial de precio, de forma que en la mayor parte de las rutas analizadas (14/20) cuando el tren tiene una cuota menor que la que correspondería, coincide que tiene un precio mayor que el del avión. La presencia de un operador aéreo low cost en 12 de los 20 casos coincidía con una menor cuota del tren; mientras que la influencia de la diferencia de frecuencia también parece existir, pero no de forma tan nítida.

Judith Fernandez Jáñez

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión

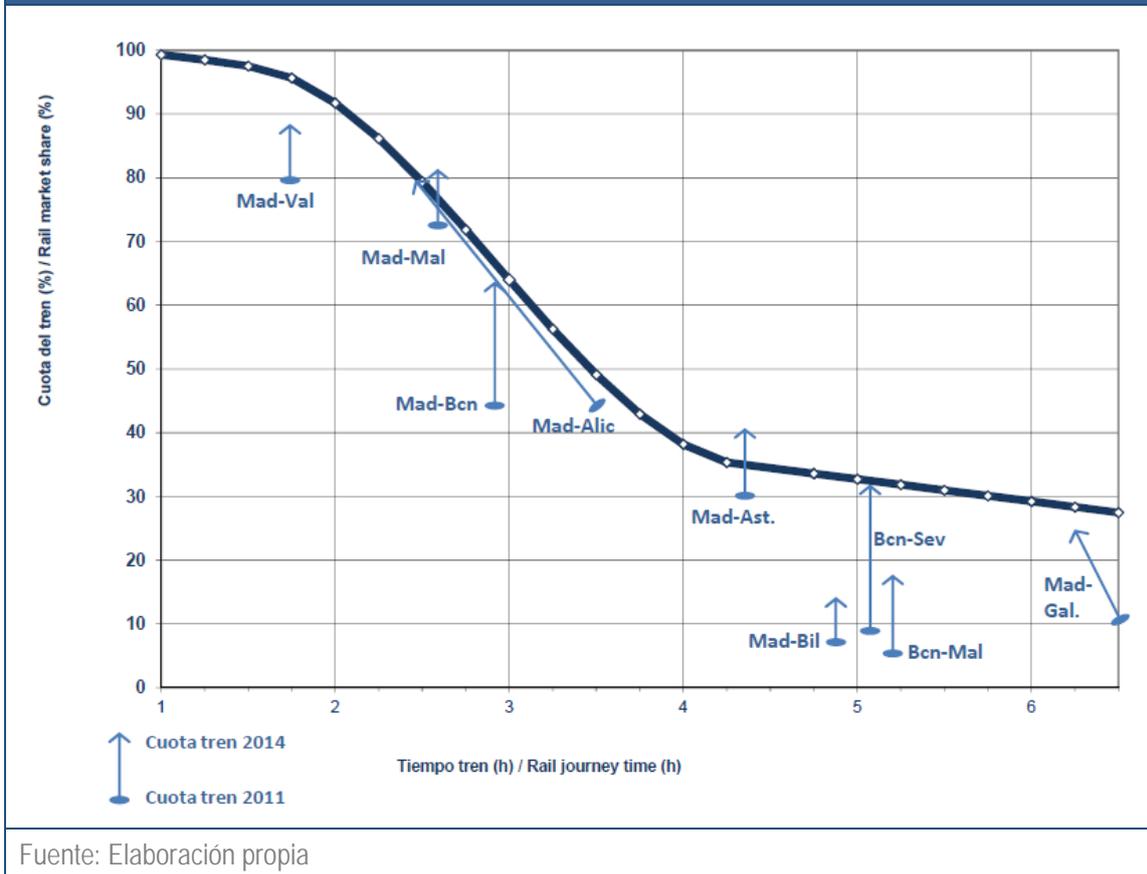
Los resultados de 2014

La nueva política comercial de Renfe descrita anteriormente en sus aspectos generales ha permitido un crecimiento muy fuerte del tráfico ferroviario, mientras el mercado global tren+avión se reducía por efectos de la crisis (en concreto, la reducción del mercado global ha sido del 3,9% en las rutas analizadas).

Como resultado de ello, la cuota del tren ha pasado en el conjunto de estas rutas del 53,8 al 68,3%, subiendo en cada una de ellas, excepto en la de Barcelona a San Sebastián.

El crecimiento de la cuota del tren ha hecho que en algunas rutas en que estaba por debajo de la curva de las tres horas se aproximen a ésta, y en otras se sitúe claramente por encima.

Figura 5. Evolución del cuota del tren entre 2011 y 2014 en comparación con sus valores teóricos de referencia



Fuente: Elaboración propia

En concreto, y como se puede observar en la tabla 1, el potencial del crecimiento de las rutas que permanecen aún por debajo de la curva pasa de los 2,7 millones de 2011 a 1,1 millones; mientras que el número de viajeros en las rutas que están por encima de la curva de las tres horas asciende a 1,79 millones. En general, se produce una mayor aproximación a la curva en su conjunto (las media de las distancias a la curva pasa de un 27,5 a un 17,9%). Ello sugiere que en las desviaciones observadas en 2011 probablemente había una razón de precio del tren como se apuntaba en el estudio de 2012.

Resulta llamativo el caso de la ruta de Madrid a Barcelona (la más importante de España con diferencia) en la que tradicionalmente el tren tenía una cuota anormalmente baja frente al avión. En concreto, en 2011 la cuota del tren era del 44,8% cuando la teórica derivada de la curva de las tres horas sería del 68,7%. Tras la aplicación de la nueva política de oferta de Renfe, la cuota del tren se ha situado en 2014 mucho más cerca de su valor teórico, ya que ha sido del 61,5%.

Tabla 1. Comparación entre las cuotas reales y teórica del tren y ajuste a la curva de las tres horas en 2011 y 2014

	Viajeros del avión	Viajeros del tren	Cuota media real del tren (%)	Cuota teórica del tren según CTH (%)	Diferencias positivas		Diferencias negativas		Media de distancias a la CTH (%)
					Absolutas (viajeros)	Relativas (%)	Absolutas (viajeros)	Relativas (%)	
2011	11.387.827	13.263.829	53,8	61,7	2.798.621	21,1	-843.994	-6,4	27,46
2014	7.516.494	16.172.129	68,3	65,5	1.117.502	6,9	-1.783.294	-11,0	17,94

Fuente: Elaboración propia

BIBLIOGRAFÍA

- ❑ Bustinduy, J. (2008): *La velocidad y las tarifas*. Ponencia presentada en las I Jornadas Internacionales de Ingeniería para la alta velocidad, organizadas por la Fundación Caminos de Hierro, Córdoba (junio de 2008).
- ❑ Dirección General de Aviación Civil (2014): *Competencia entre el avión y el tren de alta velocidad en España*.
- ❑ Fernández Jáñez, J. (2012a): *Efecto del número de competidores y de la presencia de operadores low cost y de oferta ferroviaria de alta velocidad en los precios del transporte aéreo en España*. Informe Optired. Primera edición, febrero de 2012. Segunda edición, revisada, junio de 2012. Edición: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- ❑ Fernández Jáñez, J. (2012b): *Análisis de la cuota captable por el Tren de Alta Velocidad al Avión en España*. Informe Optired. Primera edición, Junio de 2012. Edición: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- ❑ INE (2015). *Estadística de transporte de viajeros*. www.ine.es
- ❑ Martín Cañizares, M. del P. (2011); Determinación de la velocidad óptima de los trenes de muy alta velocidad para minimizar las emisiones de dióxido de carbono en un corredor. *360. Revista de Alta Velocidad*. Número 1, Noviembre de 2011. Ed. Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- ❑ Renfe Viajeros. Gerencia de Área de Estudios de Mercado (2015). *Análisis sobre el Mercado y la Movilidad de Larga Distancia Tren / Avión / Carretera*. Diciembre 2014.

INFRAESTRUCTURAS

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Ignacio González Franco ⁵

Los datos disponibles sobre los costes de construcción de infraestructuras de alta velocidad presentan un enorme rango de variación: se mencionan valores que oscilan entre los 4 y los 48 millones de euros₂₀₀₅ por kilómetro de vía doble. Esta dispersión se explica por diferencias de orografía y tipo de terreno, diversas normativas técnicas, ambientales y urbanísticas; distintos costes según países y también diferentes características técnicas y prestaciones.

Resulta muy complejo realizar un análisis de tipo "top down" que separe el efecto de todos estos factores y que permita analizarlos por separado. Por ello, en este artículo se realiza un análisis de tipo "bottom-up" para analizar la influencia que tiene en el coste de inversión de una nueva infraestructura ferroviaria la velocidad para la que se diseña ésta. Dejando fijos los demás factores -como son los costes unitarios, la calidad portante del terreno o las normativas aplicables-, se comprueba que se mantienen grandes diferencias entre los costes de construcción según el relieve del terreno; pero para el mismo tipo de relieve, es mucho menos importante la variación del coste al cambiar la velocidad.

Pueden resumirse las conclusiones señalando que los costes muestran, para una misma velocidad, una gran variabilidad según el relieve del terreno (observándose diferencias del orden 1 a 8), mientras que la variabilidad en un mismo tipo de relieve al cambiar la velocidad es más limitada: oscila entre 1 a 1,3 y 1 a 1,97 al pasar de 200 a 350 km/h para la construcción de una nueva línea de vía doble.

PALABRAS CLAVE

Costes de la alta velocidad, construcción de líneas, velocidad, diseño de líneas.

⁵ igonalez@ffe.es. Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Effect of the design speed on the construction cost of the infrastructure

Ignacio González Franco

ABSTRACT

The data available on the construction costs of high speed infrastructures show an enormous range of variation: several studies mention values which fluctuate between 4 and 48 million euros2005 per kilometre of double track. This dispersion is explained by differences in orography and types of terrain, various technical, environmental and urban regulations implemented; different costs according to countries and also different technical characteristics and performance.

It is very complex to carry out a "top down" analysis that isolates the effect of all these factors and allows them to be analysed separately. For this reason, in this paper we carry out a "bottom-up" analysis to analyse the influence of the design speed of a new railway infrastructure on its investment cost. The other factors being fixed -such as unit costs, type of terrain or applicable regulations-, it is proved that there are big differences on the construction costs depending on the orography of the terrain used; but for the same orography the variation in the cost when changing the speed is not particularly important.

The conclusions of the analysis can be summarized by pointing out that, for the same speed, costs show a great variability depending on the relief of the terrain (finding differences in the order of 1 to 8), while variability in the same type of relief is more limited when changing the speed: it fluctuates between 1 to 1.3 and 1 to 1.97 when going from 200 to 350 km/h for the construction of a new double track line.

KEY WORDS

High speed costs, construction of lines, speed, design of lines.

Efeito da velocidade de dimensionamento no custo de construção da infraestrutura

Ignacio González Franco

RESUMO

Os dados disponíveis sobre os custos de construção de infraestruturas de alta velocidade apresentam um enorme intervalo de variação: mencionam-se valores que oscilam entre os 4 e os 48 milhões de euros2005 por quilómetro de via dupla. Esta dispersão explica-se por diferenças em termos de orografia e tipo de terreno, diversidade de normativas técnicas, ambientais e urbanísticas; custos distintos associados a cada país e também diferentes características técnicas e prestações.

Desta forma é muito complexo realizar uma análise do tipo "top down" que separe o efeito de todos estes factores e que permita a sua análise separadamente. Por isso, neste artigo realiza-se uma análise do tipo "bottom-up" para analisar a influência no custo de investimento de uma nova infraestrutura ferroviária da velocidade para a qual esta é dimensionada. Mantendo todos os restantes factores fixos -tais como os custos unitários, a capacidade resistente do terreno ou as normativas aplicáveis-, comprova-se que se registam grandes diferenças entre os custos de construção em função do relevo do terreno; mas para o mesmo tipo de relevo, o impacto da velocidade na variação do custo é muito menos importante.

As conclusões podem resumir-se destacando que os custos apresentam, para uma determinada velocidade, uma grande variabilidade em função do relevo do terreno (sendo observadas diferenças da ordem de 1 a 8), enquanto a variabilidade para o mesmo tipo de relevo ao alterar a velocidade é mais limitada: oscilando entre 1 a 1,3 e 1 a 1,97 ao passar de 200 a 350 km/h para a construção de uma nova linha em via dupla.

PALAVRAS CHAVE

Custos da alta velocidade; construção de linhas; velocidade; dimensionamento de linhas.

Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Introducción y planteamiento

El objetivo principal de este artículo es analizar el efecto de la variación de la velocidad para la que se diseña una línea ferroviaria en los costes de construcción de esta línea.

El trabajo se enmarca en el ámbito de un estudio más ambicioso que pretende optimizar la velocidad de diseño de una línea ferroviaria que se proyecta construir, tratando de mejorar su rentabilidad económico-social (u optimizar según algún otro criterio). El aumento de la velocidad de diseño de una línea ferroviaria requiere normalmente una mayor inversión y mayores costes de mantenimiento de la infraestructura, pero también aumenta los ingresos, reduce los costes operativos y permite la captación (creciente con la velocidad) de viajeros procedentes de otros modos de transporte con mayores costes externos. Por todo ello, es relevante el análisis de las relaciones funcionales entre la velocidad de diseño y cada uno de los resultados de costes e ingresos, para poder simular el resultado que se obtendría en términos de rentabilidad económico social o financiera con cada velocidad. Este estudio global se realiza en una tesis doctoral (González Franco, 2015) en elaboración en el momento de redactar este artículo.

La cuestión del efecto de la velocidad en los costes de construcción de la infraestructura tiene un interés en si mismo, ya que permite orientar sobre cuáles son las relaciones funcionales entre velocidad e inversión y cuáles las diferencias de costes previsibles al variar la velocidad.

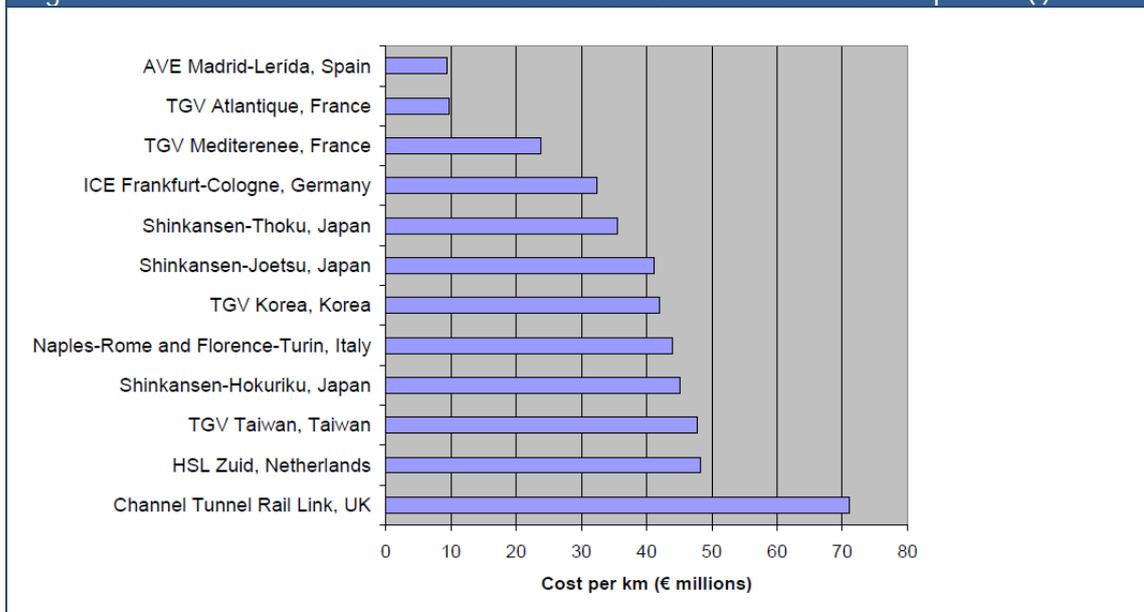
Analizar la influencia que tiene la velocidad en los costes de inversión es una tarea complicada: Los datos disponibles sobre los costes de construcción de infraestructuras de alta velocidad presentan un enorme rango de variación: se mencionan valores en diferentes estudios que oscilan entre los 4 y los 48 millones de euros₂₀₀₅ por cada kilómetro de vía doble electrificada para velocidades del orden de 300 km/h o más (Cenit, 2008). Esta dispersión en los costes se explica por diferencias de relieve y calidad de terreno, por las diversas normativas técnicas, ambientales y urbanísticas que se aplican en cada caso; por ser distintos los costes según países y su evolución en el tiempo; y también por ser diferentes las características técnicas y las prestaciones que se exigen a la infraestructura (entre ellas, la velocidad para la que se ha diseñado cada uno de los tramos de la línea).

La escasez de datos referentes a diferentes infraestructuras ferroviarias que presentan características similares pero con distintas velocidades de diseño, limita el análisis y dificulta la elaboración de una metodología válida basada en la explotación de datos de pasado que posibilite una comparación homogénea. Este hecho se agrava a consecuencia del distinto contexto económico y geográfico en que se presenta cada una de las diferentes referencias disponibles. Por ejemplo, los precios básicos asociados a la estructura de costes (salarios, materiales,...) marcan relevantes diferencias según el país y año que se analiza. Otra dificultad añadida y notable entre diferentes países son las diferentes leyes de expropiación, los criterios de definición de la superficie expropiable, indemnizaciones, etc. También la diferente calidad del terreno en cuanto a resistencia portante (como se comprueba en el caso de los Países Bajos) tiene enorme influencia.

Estas variaciones provocan grandes diferencias entre proyectos que presentan los mismos requerimientos técnicos, lo que al final se traduce en grandes diferencias en costes de inversión. El estudio elaborado por (Steer Davies, 2004), en el que se

contempla el coste de construcción de líneas de alta velocidad en diferentes países del mundo (España, Francia, Alemania, Japón, Corea, Italia, Taiwán, Países Bajos y Reino Unido) refleja perfectamente la variabilidad observada (Figura 1).

Figura 1. Coste de construcción de líneas de alta velocidad en diversos países (I)



Fuente: Steer Davies, 2004

Otro estudio realizado por el CENIT (CENIT, 2008), confirma también la diferencia en costes según línea y país (véase Tabla 1).

Tabla 1. Coste de construcción de líneas de alta velocidad en diversos países (II)

País	Líneas	M€/km (*)
Francia	París-Lyon	4,44
	TGV-Atlántico	7,40
	Valence - Marsella	14,52
Japón	Tokaido	19,26
	Sanyo	21,48
	Joetsu	48,13
	Tohoku	31,84
Alemania	Hannover-Würzburg	25,18
	Mannheim-Stuttgart	26,66
	Colonia - Frankfurt	26,97
España	Madrid-Sevilla	7,22
	Madrid - Lleida	10,37
Reino Unido	Londres-Folkestone (1er tramo)	31,12

(*) Actualizados año 2005

Fuente: CENIT, 2008

Las diferencias en costes no sólo se observan cuando se comparan líneas de diferentes países, sino también en infraestructuras de un mismo país. Si se analizan los costes de construcción de líneas de alta velocidad españolas se aprecia también una grandísima variabilidad en lo relativo a costes unitarios (véase tabla 2), lo que dificulta enormemente la determinación de una metodología común y válida.

Ignacio González Franco*Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura***Tabla 2. Costes de inversión de líneas de alta velocidad españolas**

	Madrid-Barcelona-Figueras						
	Madrid-Lleida	Lleida-Barcelona	Barcelona-Frontera Francesa	Madrid-Sevilla	Cordoba-Malaga	Bobadilla-Granada	Madrid-Toledo
<i>Puesta en servicio</i>	2003	2008	2013	1992	2007	2015	2005
<i>km de explotación</i>	468	196	134	476	155	125	21
<i>Velocidad diseño</i>	350	350	350	270	350	-	220
<i>Coste total (M€)</i>	4405	4635	3429	2821,4	2277,5	1410	215
<i>Coste por kilómetro (M€/km)</i>	9,4	23,6	25,6	5,9	14,7	11,3	10,2

	Madrid-Levante					
	Madrid-Valladolid	Torrejón-Montilla	Montilla-Requena-Valencia	Montilla-Albacete	Variante de Pajares	Orense-Santiago
<i>Puesta en servicio</i>	2007	2010	2010	2010	-	2011
<i>km de explotación</i>	201	224	144	70	50	87
<i>Velocidad diseño</i>	500	350	350	350	350	350
<i>Coste total (M€)</i>	4503	2785	2924	583	3006	2547
<i>Coste por kilómetro (M€/km)</i>	22,4	12,4	20,3	8,3	60,1	29,3

Fuente: Datos Adif 2009-2010

Ante las dificultades y limitaciones descritas, y para aislar el efecto de la velocidad en el coste de construcción, se opta por un enfoque diferente a través de un modelo de los que Hidalgo (2005) denomina "ingenieriles" o "bottom-up", es decir, prescindiendo de tratar de explicar o repartir (con un enfoque "top-down") los costes globales existentes, para construir el coste como agregación de los costes de cada uno de los elementos. Para ello es preciso establecer las relaciones funcionales entre las variables de entrada (la velocidad de diseño, en este caso) y el coste de construcción para cada uno de los subsistemas o elementos que conforman la línea ferroviaria.

Se desarrolla un modelo en el que se mantienen iguales todas las variables que no sean la velocidad ni el relieve del terreno (así, se consideran parámetros fijos la calidad del terreno, los costes unitarios, las normativas técnicas, etc.) Se trata de analizar el coste de construcción de una línea de vía doble electrificada de alta velocidad y se aplica a un caso ejemplo para el que se adoptan los valores normativos y de costes unitarios de España en 2015.

El análisis se referirá a una línea diseñada exclusivamente para tráfico de viajeros, y siempre a una línea de nueva construcción. Debe advertirse que en el caso de modernización de líneas existentes y su adaptación a velocidades superiores, por ejemplo a 200 kilómetros por hora, los costes son mucho mayores que los necesarios para construir una línea nueva de las mismas características, e incluso con frecuencia son superiores a los necesarios para construir una línea nueva a velocidades superiores, aunque todo ello lógicamente depende del alcance de la obra tipo de terreno, etc.

En este análisis es relevante el estudio (Oskar Fröidh, 2012), en el que se realiza un detallado análisis sobre los costes y su sensibilidad con la velocidad máxima, empleando para ello datos reales, extraídos mayoritariamente de proyectos suecos y noruegos. Otro estudio que aporta una gran base de datos es el de (Baumgartner, J.P. 2001). En él se calculan los diferentes costes de construcción para dos velocidades máximas de diseño diferentes (100 km/h y 300 km/h), distinguiendo entre los costes de ingeniería civil y plataforma, costes de señalización y comunicaciones, costes de electrificación, etc.

Existe también una gran cantidad de estudios relativos a otras disciplinas que tienen por objeto determinar el trazado óptimo teniendo en cuenta sus costes (Lee & Cheng, 2001) y otros que tienen en cuenta la optimización del trazado dependiendo de limitaciones propias del sistema ferroviario (radios de curva, pendientes...). Como estudios importantes en este campo se pueden citar (Malo Gaona, 1992) y (Linkerhägner, 1985).

Hay relevante literatura que trata sobre métodos constructivos, definición de las diferentes fases de construcción de una línea e importantes análisis de los distintos costes que supone realizar una línea ferroviaria. Se puede destacar (López Pita, 2008).

En relación a la normativa puede citarse como relevantes las I.G.P⁶ o NRV⁷ que especifican los requisitos y/o valores máximos y mínimos para la mayor parte de los parámetros relacionados con la explotación ferroviaria y que indirectamente están relacionados con los costes de construcción.

Definición de los tipos de relieve

Una clasificación relevante de los diferentes tipos de relieve del terreno y su relación con el coste es la realizada por el Adif en el documento de "Principales ratios de costes por kilómetro" de 2008, que clasifica el tipo de orografía, no por el gradiente que tiene o que tendrá la infraestructura ferroviaria, sino por la cantidad y tipo de obra ejecutada. Por ejemplo, se afirma que: "(...) un terreno llano es aquel que sólo necesita obras de tierra, pasos de drenaje y, en alguna ocasión, algún paso superior". En el caso del terreno semillano se especifica que: "(...) obras de tierra, pasos de drenaje, pasos superiores y algunos viaductos de pequeño porte" y por último, para el caso de terreno accidentado se expone que: "(...) obras de tierra, pasos superiores, viaductos y túneles (doble vía y/o bitubo con galerías de conexión)". Esta definición establece matices insuficientes dentro de los llamados "terrenos accidentados"

Teniendo en cuenta que no existe una definición clara del tipo de relieve de una infraestructura ferroviaria y que las clasificaciones existentes pueden causar confusión, se procede a elaborar una clasificación que englobe todos los posibles casos.

El proceso seguido consiste, en una primera fase, en el análisis de la orografía y relieve del terreno con la que se puede encontrar una infraestructura. Para ello, se utiliza un mapa de elevaciones del terreno que contiene la altitud de diferentes países de la Unión Europea y del Norte de África. En este proceso se emplean modelos digitales del terreno⁸ (MDT's) procedentes del STRM (Shuttle Radar

⁶ I.G.P. Instrucciones y Recomendaciones para Redacción de Proyectos de Plataforma

⁷ N.R.V Normativa Renfe Vía

⁸ Los MDT, son un conjunto de datos numéricos almacenados digitalmente que describen la distribución espacial de una característica del territorio. Se construyen a partir de los MDE. A diferencia de los MDT, los MDE, son una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno.

Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Topography Misión) en los que se obtiene una importante base de datos topográficos.

Estos mapas de elevaciones del terreno permiten distinguir, a simple vista, las diferentes zonas según "complejidad". Pero a la hora de asignar una clasificación determinada para cada tipo de terreno que muestre, a su vez, una relación con la infraestructura ferroviaria, los mapas de pendientes medias son más útiles que los mapas de altitudes, básicamente por dos razones: (i) definen la orografía del terreno al igual que hace la altitud, y (ii) presentan una estrecha relación con las pendientes del ferrocarril.

Se puede afirmar que la pendiente media del terreno es un parámetro ampliamente utilizado para la clasificación de las infraestructuras ferroviarias. De hecho, estudios como (Atkins, 2002) definen y clasifican la orografía en función de las pendientes medias del terreno. La clasificación realizada en este estudio es la siguiente:

- Terreno suave: gradiente < 3%.
- Terreno montañoso: 3% < gradiente < 10%.
- Terreno muy montañoso: gradiente > 10%.

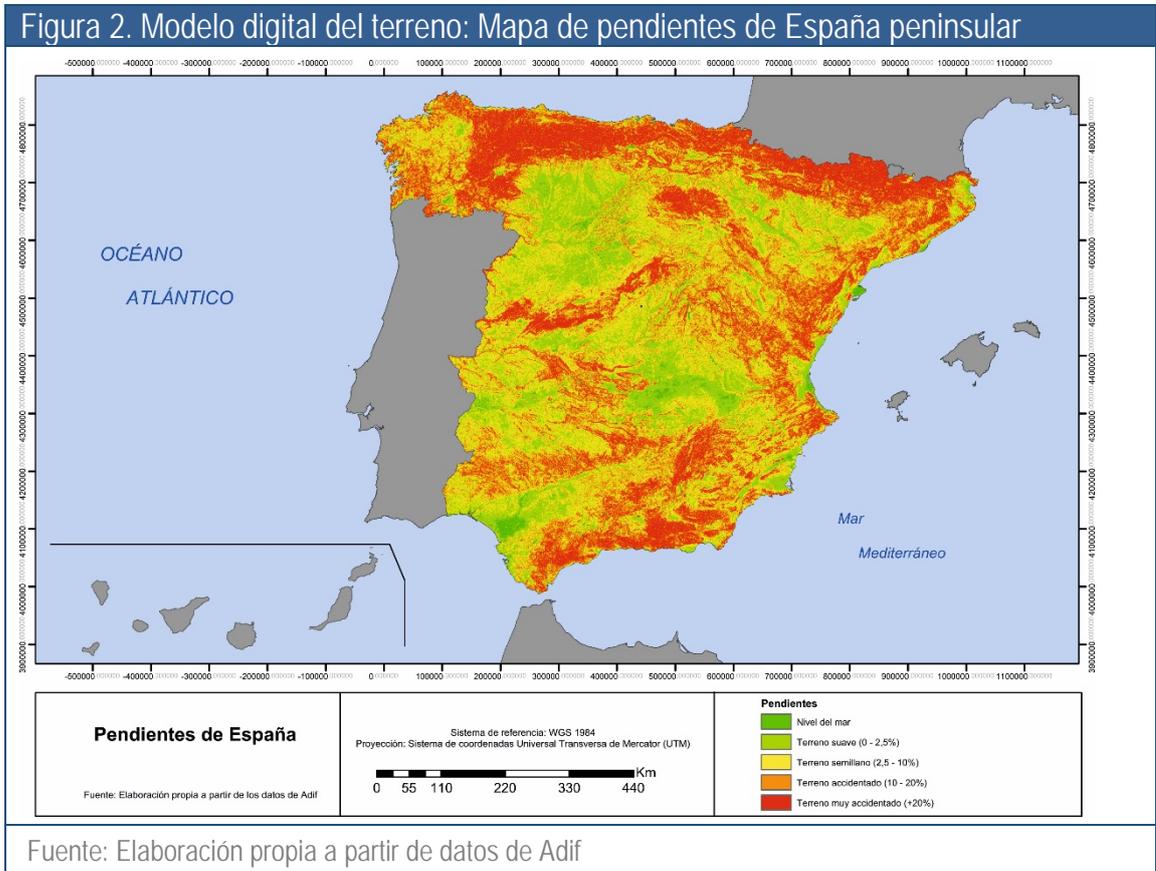
Esta clasificación puede ser suficiente para países con territorios generalmente suaves, pero no puede serlo en otros países, como España, con relieves muy accidentados

Observando esta clasificación y atendiendo a los modelos digitales del terreno creados por el IGN (Instituto Geográfico Nacional), la clasificación del tipo de terreno según pendientes medias puede adquirir un mayor grado de definición para contemplar todas clases de países y quedaría de la siguiente forma:

- Terreno suave: 0% < gradiente < 2,5%.
- Terreno semillano: 2,5% < gradiente < 10%
- Terreno montañoso: 10% < gradiente < 20%
- Terreno muy accidentado: gradiente > 20%

Centrándose en España, uno de los escenarios más desfavorables en cuanto a relieve del terreno, como se refleja en la figura 2, es posible crear un mapa de pendientes que refleje, según la clasificación anterior, las diferencias orográficas y poder así determinar aquellos terrenos que son más complejos para la construcción de una infraestructura.

A partir del MDT de altitudes se ha realizado el mapa de pendientes de la España peninsular utilizando un Sistema de Información Geográfica (GIS):



En el mapa resultante se pueden diferenciar zonas diferentes en función de la pendiente media de terreno en la que, a grandes rasgos, se pueden distinguir tres conjuntos morfo-estructurales: (i) una gran meseta central rodeada y circundada por cadenas montañosas; (ii) una serie de cordilleras próximas a la costa; y (iii) dos grandes depresiones: una localizada en el extremo suroeste (depresión del Guadalquivir) y otra en el cuadrante noreste (depresión del Ebro).

La construcción de una misma infraestructura ferroviaria en distintos relieves, no presentará las mismas características de trazado, ni por supuesto la misma cantidad de obra construida y, por lo tanto, no supondrá el mismo coste si se trata de un relieve u otro. Se entiende que construir una infraestructura que atraviese el sistema pirenaico, que presenta pendientes medias superiores al 20%, precisará gran cantidad de túneles y de viaductos, lo que supondrá un coste muy elevado. En contraposición se encuentra la meseta septentrional, con grandes llanuras con bajos gradientes (entre 0 y 2,5%).

Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Relaciones funcionales entre velocidad y costes

El objetivo principal de este artículo, consiste en analizar y cuantificar económicamente la influencia que tiene la velocidad máxima de diseño sobre los costes de construcción de una línea de alta velocidad en cada tipo de relieve del terreno. Para ello es necesario analizar, como paso intermedio, el efecto de la velocidad en una serie de características y equipamientos de la infraestructura. Se va a realizar el análisis para cada tipo de relieve del terreno, y por ello una línea completa debería descomponerse en en tantos tramos como secciones con diferente relieve tenga, y el coste total sería la suma de los costes de cada uno de estos tramos.

La influencia de la velocidad en características tales como el radio de curva, la pendiente, etc. es clara y ampliamente estudiada. Sin embargo, la relación con otras características de la infraestructura (como el porcentaje de túnel, viaducto; movimiento de tierras; características de la electrificación y señalización, etc.) no es tan evidente y tampoco lo es su relación con el coste de inversión. Se han identificado hasta ocho relaciones funcionales entre velocidad, características de la infraestructura y costes.

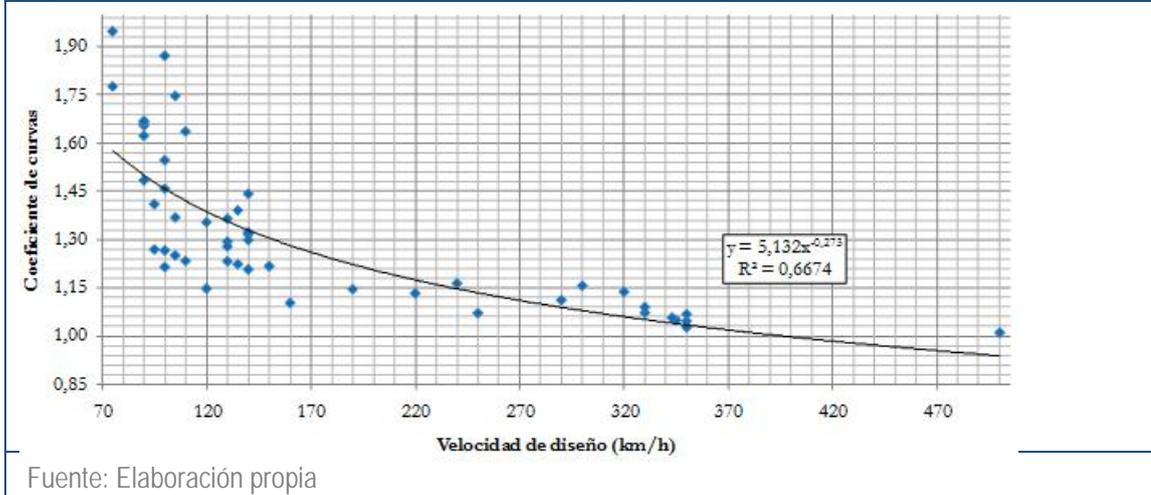
[En lo sucesivo, y si no se indica lo contrario, para simplificar la exposición, cuando se indique “velocidad” debe entenderse como “velocidad máxima de diseño de la línea”.]

Efecto de la velocidad en la longitud de la línea

La “sinuosidad” de las líneas ferroviarias viene condicionada por el radio de curva mínimo que tiene su trazado en planta. Puede afirmarse que a mayor velocidad, se exigen mayores radios de curva y por ello, menos sinuosa será la línea (más recta). Ello trae como consecuencia una menor distancia entre origen y destino, lo que afectará al coste final de la infraestructura, pues se construirán menos kilómetros de línea (infraestructura, vía e instalaciones). Esta reducción de la distancia ferroviaria al aumentar la velocidad se presenta especialmente en los dos tipos extremos de orografía: en terrenos llanos y en terrenos muy montañosos.

En España, según García Álvarez y Fernández González (2008), las líneas de alta velocidad tienen, en promedio, un recorrido inferior en un 13% al de la línea convencional entre los mismos puntos. En algunos recorridos, como el de Madrid a Valladolid la reducción de la distancia llega al 28%, y entre Madrid y Málaga es del 19%.

Figura 3. Relación entre la velocidad de diseño y la longitud de la línea



Efecto de la velocidad en el tipo de obra construida y en el coste

La velocidad juega un papel fundamental en los costes de construcción de tramos montañosos o muy montañosos ya que influye fuertemente en la cantidad y en la longitud de túneles y viaductos, cuya construcción es mucho más costosa que la construcción sobre terreno natural o con movimientos de tierras. Cuanto menor es la velocidad que se exige, hay mayor posibilidad de “escapar” de zonas con relieves muy accidentados, ya que puede emplear radios más pequeños, ofreciendo así la posibilidad de construir una línea que transcurra, por ejemplo, por el cauce de los ríos o que rodee las montañas, evitando cruzar aquéllos con viaductos o atravesar éstas con túneles.

Esto se traduce en un menor coste de construcción, y aparece como especialmente relevante en tramos de orografía compleja, mientras que carece de relevancia en tramos llanos. El porcentaje de línea que transcorre en viaducto o en túnel es un buen indicador de este efecto.

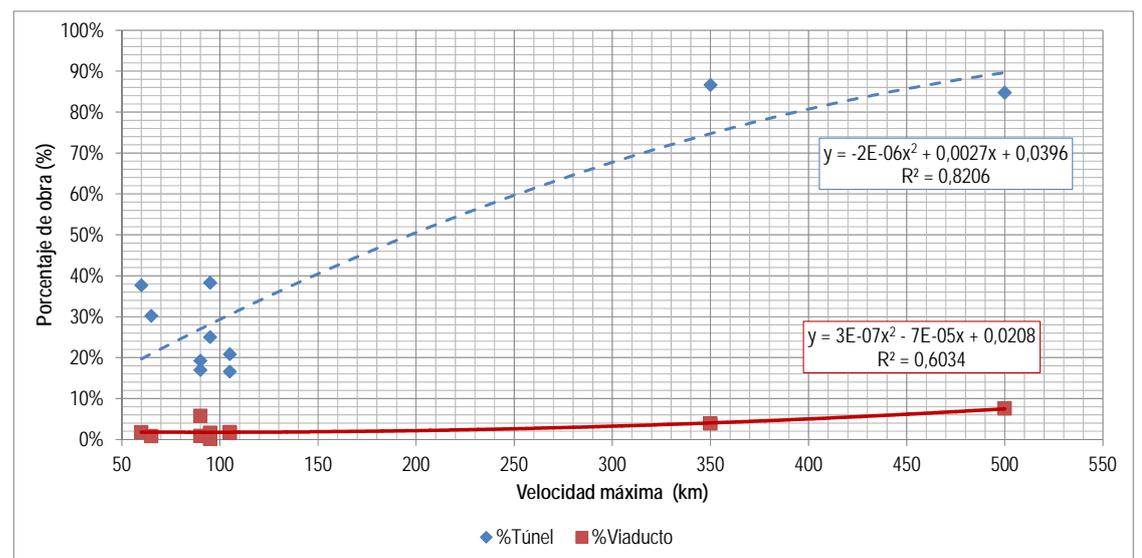
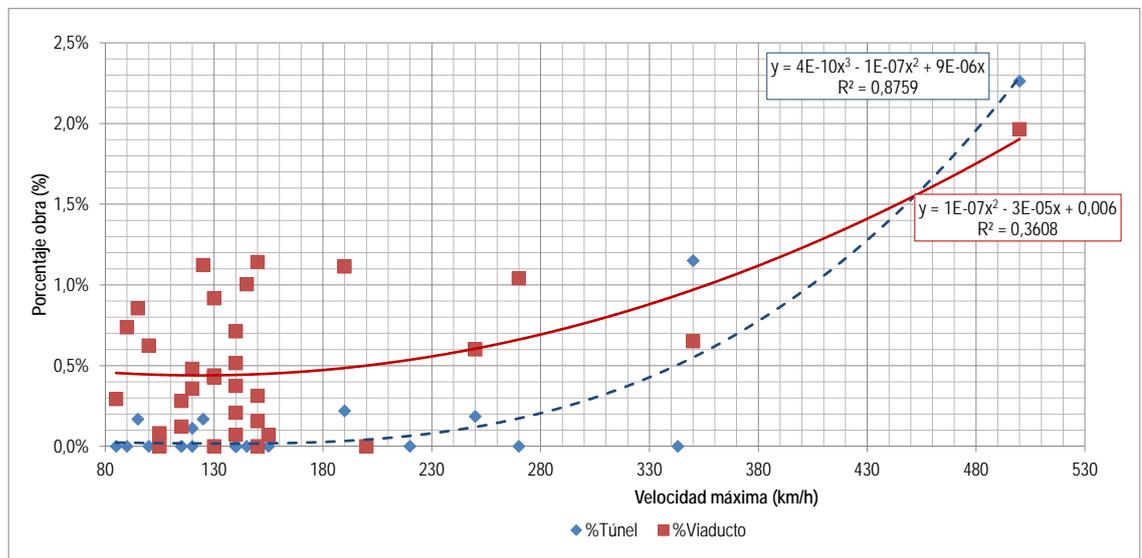
Un análisis empírico del porcentaje de línea que discurre en viaducto y en túnel en función de la velocidad de diseño de la línea y del tipo de relieve del terreno se muestra en las figuras 4a y 4b para los dos casos más extremos: relieve suave y relieve muy montañoso. Aunque los datos disponibles no son suficientes como para obtener un alto grado de ajuste, sí que puede observar que mayores velocidades requieren más porcentaje de viaducto y túnel en todos los tipos de terreno, pero se observan algunas diferencias:

- Mientras que en terrenos llanos los viaductos suelen ser más numerosos y largos que los túneles, en los muy montañosos es al revés.
- Por otra parte en los relieves suaves el porcentaje de unos y otros solo crece de forma relevante a velocidades altas, en el caso de las líneas en relieves muy montañosos, a partir de una cierta velocidad ya el aumento de la velocidad no incide en un crecimiento importante del porcentaje de túnel o de viaducto.

Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Figuras 4a y 4b. Porcentaje de túnel y viaducto en función de la velocidad máxima según el tipo de relieve



Nota: De arriba a abajo: 4a, relieve llano; 4b relieve muy montañoso. Fuente: Elaboración propia.

Efecto de la velocidad y la rampa máxima

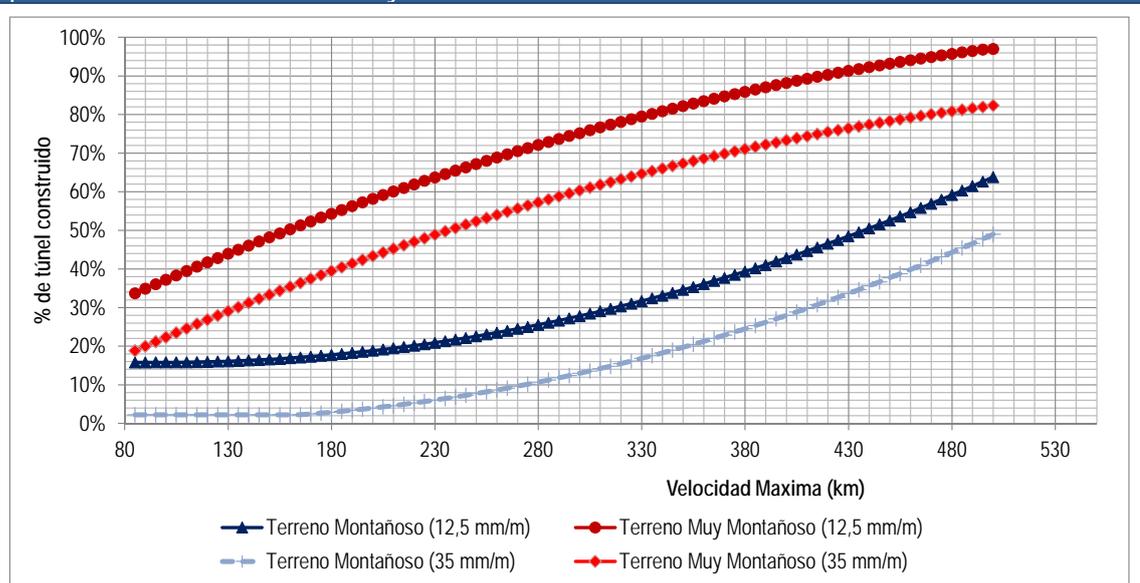
Las rampas con una fuerte inclinación permiten un mayor ajuste del trazado al relieve y, por lo tanto, se reduce la necesidad de túneles y viaductos, lo que en definitiva supone una clara reducción de los costes de inversión. La línea de París a Lyon constituye el ejemplo más claro: diseñada con rampas de 35 milésimas, no existe ningún túnel en toda la longitud de la línea (más de 400 kilómetros).

Las rampas pueden tener mayor inclinación (hasta 30 e incluso 40 milésimas) cuando solo se admite tráfico de viajeros (es el caso que se está analizando), mientras que en líneas para tráfico mixto de viajeros y mercancías, la inclinación de las rampas suele estar limitada hasta unas 15 a 20 milésimas.

También son posibles rampas con mayor inclinación cuando los trenes tienen mayor potencia. Un aumento de la velocidad de diseño requiere a los trenes más potencia, pero a la vez les permite negociar rampas con mayor inclinación y con ello, reducir el número de túneles y viaductos necesarios y su longitud.

En la figura 5 se aprecia la diferencia en el porcentaje de línea en túnel en terreno montañoso y muy montañoso según la rampa máxima admitida. Puede observarse cómo pasar de 12,5 a 35 milésimas reduce en unos 15 puntos porcentuales el porcentaje de longitud de línea en túnel y alrededor de un 30 por ciento la longitud en túnel.

Figura 5. Porcentaje de túnel para diferentes velocidades máximas, considerando pendientes máximas de 35‰ y 12,5‰.



Fuente: Elaboración propia

Ignacio González Franco

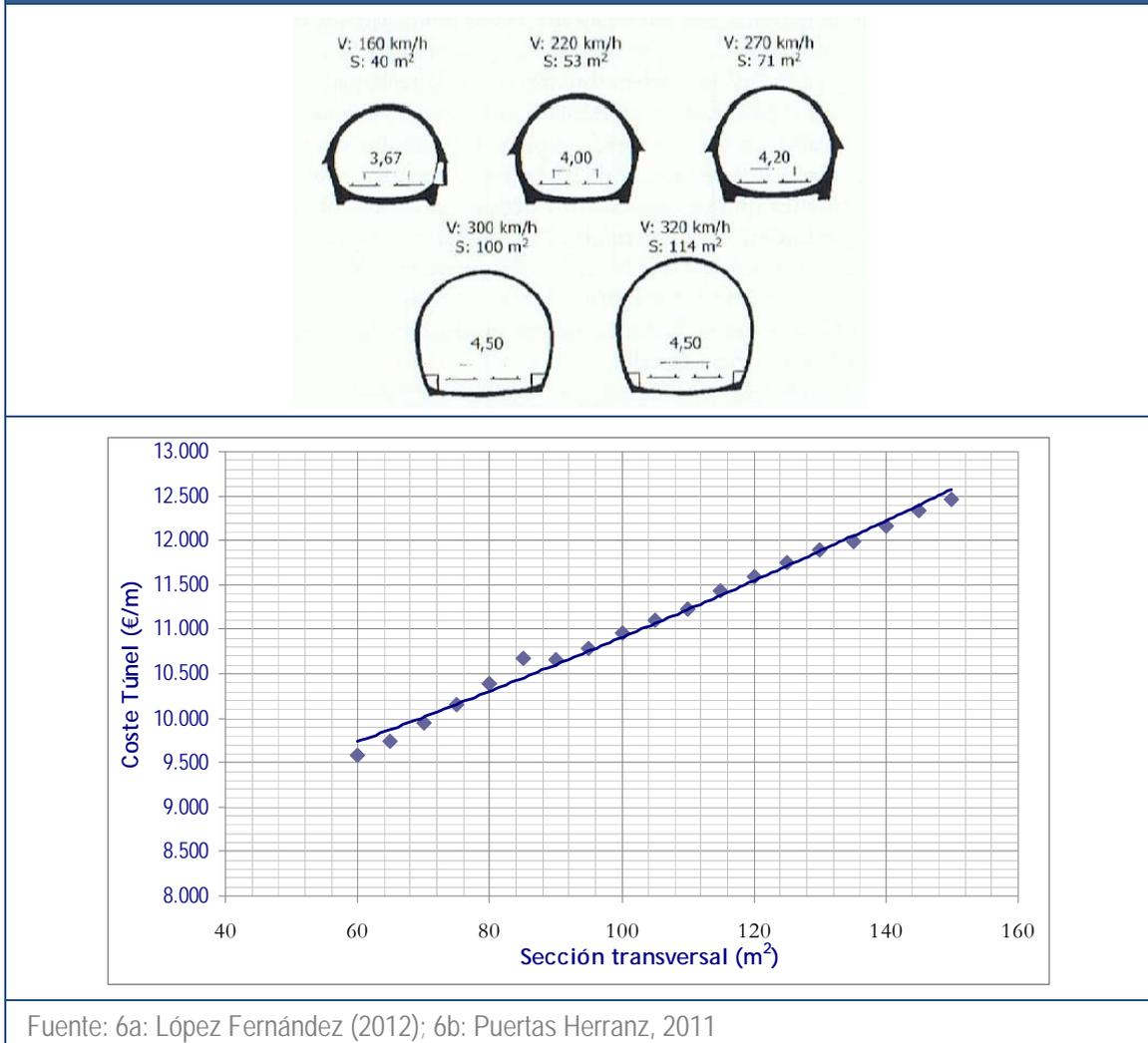
Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Efecto de la velocidad y la sección de túnel

La sección libre de los túneles debe ser mayor cuanto mayor sea la velocidad a la que va a circular el tren por el túnel para no rebasar los límites admisibles de la presión aerodinámica. Esto es así, al menos para túneles de menos de 700 metros de longitud, mientras que para longitudes mayores se mantiene la misma sección necesaria.

Mayores secciones de túnel significan mayor coste para el mismo tipo (monotubo o bitubo), por lo que un aumento de la velocidad conlleva desde este punto de vista un aumento del coste de inversión. Dependiendo de la proporción de línea que discorra en túnel (y de la propia de longitud de los túneles), el aumento del coste al crecer la velocidad será mayor o menor.

Figuras 6a y 6b. Sección del túnel en función de la velocidad máxima y costes de construcción del túnel de menos de 700 metros en función de la sección.



Fuente: 6a: López Fernández (2012); 6b: Puertas Herranz, 2011

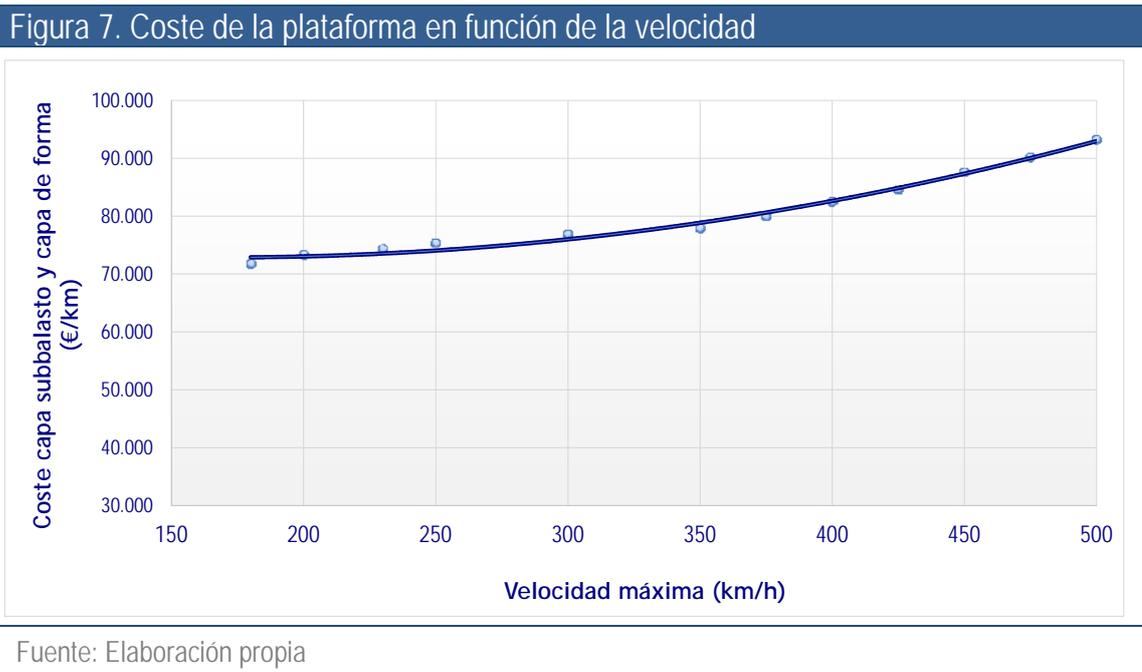
Efecto de la velocidad en la anchura de la plataforma

Cuanto mayor sea la velocidad a la que circulan los trenes en una línea con vía doble, se requiere mayor distancia entre los ejes de las vías, al efecto de mantener dentro de valores admisibles los esfuerzos aerodinámicos que se transmiten los trenes en el cruce.

Ello incrementa -para un mismo gálibo estático de los vehículos- la anchura de la plataforma y con ella se incrementa el coste de inversión en la subestructura.

Para la cuantificación de este efecto, se ha dado por aceptable la presión que ejercen entre si dos trenes que circulan a 350 km/h y se cruzan en una línea de vía doble con entreeje de 4,70 metros. Partiendo de este valor aceptado, se ha calculado el entreeje necesario para mantener la misma presión a cada una de las velocidades. A partir de esa presión, se calcula el ancho de plataforma que permite estimar la inversión en su construcción.

En la figura 7 se aprecia el crecimiento del coste de la plataforma al aumentar la velocidad.



Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Efecto de la velocidad en el coste de la vía

Cuanto mayor es velocidad, se requiere un mayor espesor de la capa de balasto bajo traviesa, lo que supone un incremento en el coste de este elemento.

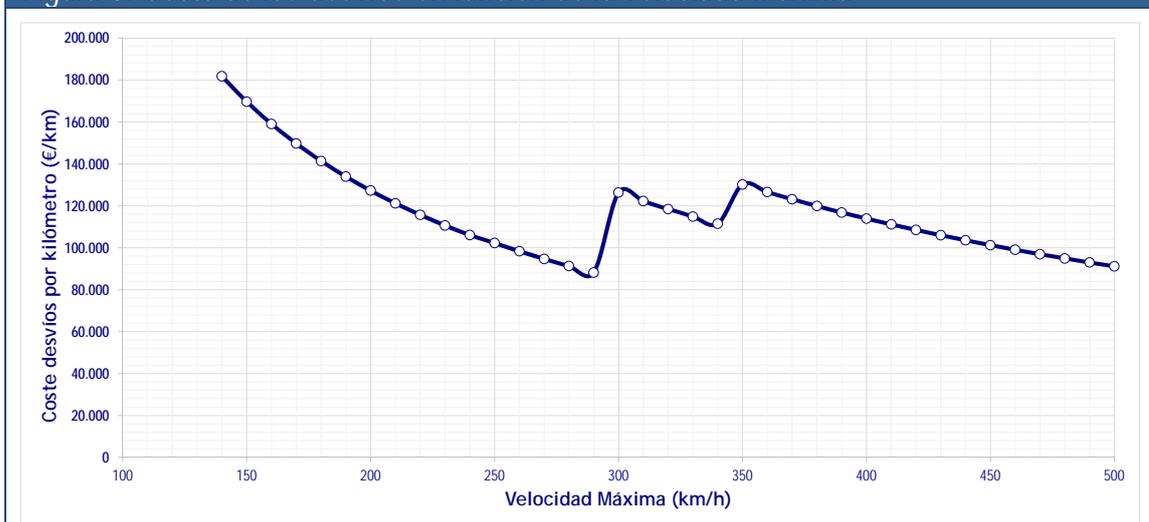
Además, la velocidad también afecta a la tipología de desvíos empleada: mayor velocidad implica la instalación de desvíos de punta móvil y de mayor radio, lo que incrementa el coste sustancialmente de cada uno de ellos y el coste de su montaje. Esta variación es de carácter casi discreto, ya que es a partir de una cierta velocidad cuando se precisa un tipo diferente de desvíos, aunque velocidades mayores requieren mayor radio de paso por la vía desviada.

Sin embargo, al crecer la velocidad es necesario un menor número de desvíos para mantener la misma capacidad y nivel de respuesta ante incidencias, ya que los trenes tardan menos tiempo en recorrer los cantones de vía entre estaciones, apartaderos o puestos de banalización (que es donde se concentran los desvíos). Por ello, para una determinada capacidad, medida en número de trenes de diverso tipo por hora, se precisa la instalación de un menor número de desvíos.

El carril o las traviesas que son los otros componentes de la vía, ni los costes de montaje de vía presentan variaciones de cantidad, calidad o coste al variar la velocidad.

Para velocidades mayores de 350 km/h resulta casi imprescindible la vía en placa, que significa un mayor coste de construcción, aunque éste se compensa generalmente en el conjunto del ciclo de vida con el ahorro posterior en mantenimiento.

Figura 8. Coste de los desvíos en función de la velocidad máxima



Fuente: Elaboración propia

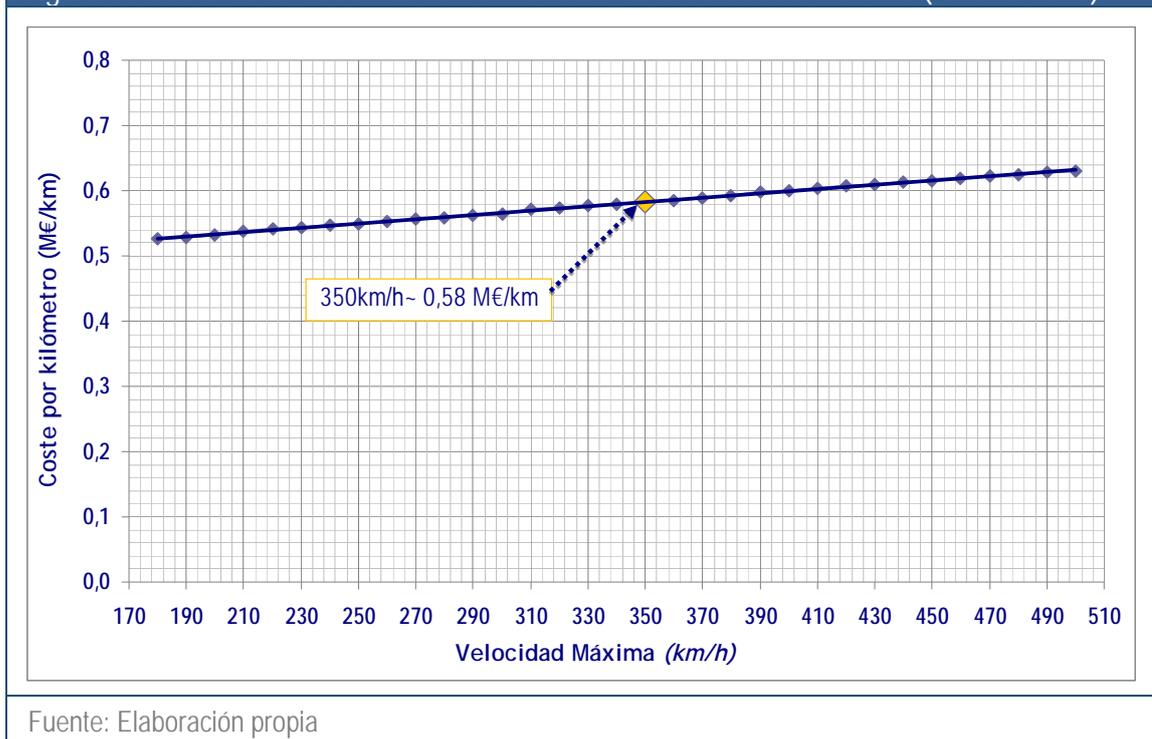
Efecto de la velocidad máxima de diseño y coste de electrificación

Una mayor velocidad máxima, a igualdad de los demás factores, supone un mayor coste del sistema de electrificación, debido a dos razones:

- Con una mayor velocidad de circulación se precisa mayor potencia de los trenes que circularán por la línea y, por tanto, la potencia de la subestación también será mayor (ya que se requiere más potencia en los transformadores).
- También al aumentar la potencia, se incrementa la intensidad de la corriente eléctrica que circula por los cables, y por ello es necesario emplear cables con mayor sección.

Tanto por el aumento de potencia de los transformadores o por el aumento de sección de los cables o por ambas causas, el coste se incrementa al crecer la velocidad, si bien como se muestra en la figura 9 el incremento no es muy elevado: pasar de 200 a 350 km/h aumenta el coste de la electrificación un 7,7%.

Figura 9. Coste de la electrificación en función de la velocidad máxima (terreno llano)



Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

Efecto de la velocidad en los costes de señalización y comunicaciones

La influencia de la velocidad máxima en el coste de la señalización reside básicamente en el tipo de señales y el sistema de protección del tren:

- Para velocidades mayores de 140 km/h se requieren señales de tipo luminoso, bloqueo automático y algún sistema de repetición de señales y frenado automático.
- A partir de 200 km/h suelen requerirse sistemas de señalización en cabina y sistemas de protección del tren de información continua.
- A partir de 300 kilómetros por hora se requieren además sistemas de protección del tren de supervisión continua.

Todo ello supone un incremento, generalmente de tipo discreto, del coste de los sistemas de señalización y comunicaciones.

Hay sin embargo otras relaciones funcionales que producen una reducción del coste al aumentar la velocidad:

- La necesidad de un menor número de apartaderos o puestos de banalización (por las razones apuntadas al tratar de los desvíos).
- La reducción de costes al reducir la longitud de la línea (reducción que se concreta en circuitos de vía, cableado antenas, balizas y señales).

Efecto de la velocidad máxima de diseño en los costes de expropiación

La influencia de la velocidad en la partida de costes de expropiación se debe a dos causas:

- Un aumento de la velocidad reduce el número de kilómetros de la línea ferroviaria (por tener que ser ésta menos sinuosa). Por lo tanto, se reduce la superficie a expropiar
- A mayor velocidad se requiere, como se ha indicado, mayor cantidad y longitud de túneles. La cantidad de suelo expropiada en un túnel es inferior que en el caso de cielo abierto, por lo que el coste de expropiación se reducirá con el aumento de la velocidad, especialmente en terrenos montañosos y muy montañosos donde el porcentaje de línea en túnel es mayor.

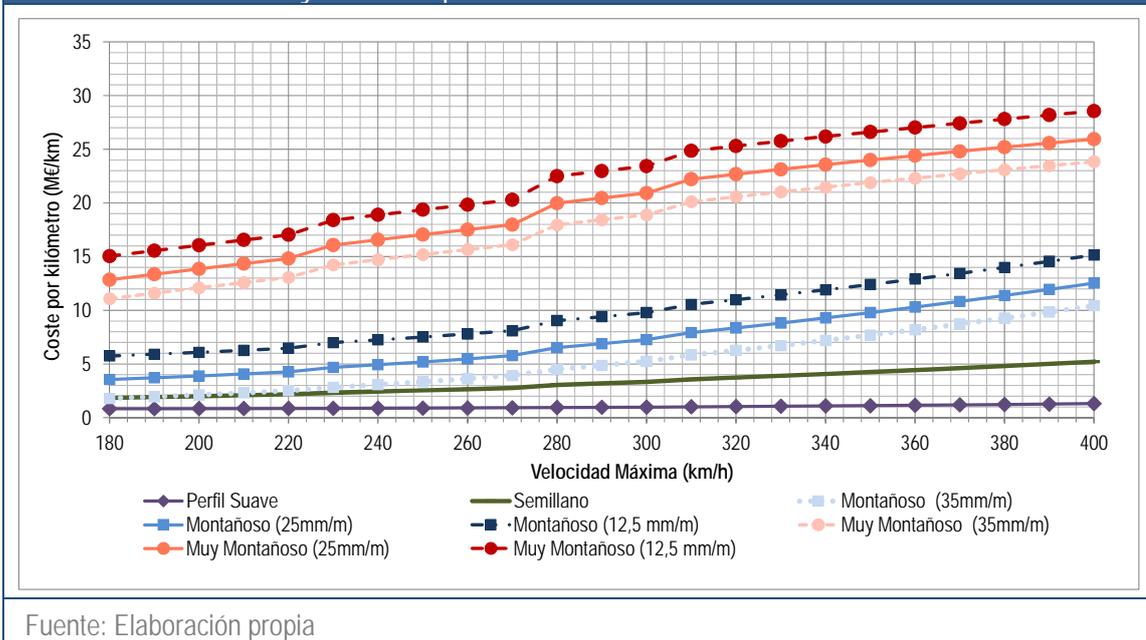
Coste conjunto en una línea

Se puede calcular el coste total de inversión en función de la velocidad, como suma del coste de inversión en la subestructura, superestructura, el coste de expropiación y el coste en estaciones.

Coste conjunto según el relieve del terreno y la rampa admisible

Se muestra gráficamente en la figura 12 los resultados de la simulación para el coste de inversión total en función de la velocidad máxima de diseño para cada tipo de relieve del terreno considerado y de la rampa máxima admisible.

Figura 10. Costes totales de inversión por kilómetro en función de la velocidad máxima, del relieve del terreno y de la rampa máxima admisible



De la observación de los resultados obtenidos se destaca:

1. A medida que se incrementa la velocidad máxima, el coste de inversión aumenta, y ello ocurre para todos los tipos de relieve de terreno. Puede afirmarse que este incremento es aproximadamente lineal en todos los casos analizados.
2. A igualdad de velocidad, los costes aumentan al aumentar la dificultad del relieve del terreno. El rango de costes por kilómetro para una misma velocidad es muy amplio. Por ejemplo, para 300 kilómetros por hora oscila entre 4 y 25 millones de euros por kilómetro.
3. Para un mismo relieve y velocidad, los costes son mayores cuando se admiten rampas con inclinación más reducida.
4. Los mayores incrementos en costes producidos por incrementos en la velocidad máxima se producen en terrenos semillanos y montañosos. Esto es normal, pues es en este tipo de terrenos donde un incremento de la velocidad implica un mayor porcentaje de túneles. En terrenos muy montañosos el porcentaje de túnel y viaducto es tan elevado que

Ignacio González Franco*Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura*

incrementos en la velocidad no suponen incrementos sustanciales en la longitud de línea construida en túnel y viaducto.

- Se observa también que el coste por kilómetro atribuible a la construcción de una infraestructura ferroviaria en un terreno montañoso puede llegar a ser diez veces mayor que construirla en un terreno llano. Incluso puede llegar a ser casi cinco veces mayor que el coste por kilómetro en un terreno semillano. En cuanto a la diferencia entre el coste por kilómetro entre construir una infraestructura en un terreno montañoso y hacerlo en un terreno muy montañoso de media se obtiene que es aproximadamente 2,5 veces mayor la inversión por construirla en un terreno muy montañoso.
- Para un mismo tipo de terreno y para la misma rampa admisible, las diferencias de coste no tienen grandes diferencias con la velocidad, especialmente en terrenos llanos y semillanos. Desde luego, las diferencias son mucho menores que las que se producen entre diferentes tipos de terrenos para la misma velocidad. El paso de 200 a 350 km/h supone un incremento del coste del 29% en terreno llano; del 60% en terreno semillano; del 97% en terreno montañoso y del 64% en terreno muy montañoso.

El rango de costes totales de inversión que se obtienen para cada tipo de terreno en diferentes intervalos de velocidad es el que muestra la tabla 3.

Tabla 3: Rango de costes por kilómetro para cada tipo de terreno en función de la Velocidad y para líneas de nueva construcción

	Costes por kilómetro líneas de nueva construcción (M€/km)		
	Vmax<200km/h	200km/h<Vmax<350km/h	Vmax>350
Terreno Llano	4(*)	4,2 - 5	5 - 6
Terreno Semillano	5,3(*)	5,3 - 8,5	8,5 - 16
Terreno Montañoso	5,5 - 9,5(*)	6 - 17	12 - 42
Terreno Muy Montañoso	15,5 - 20,5(*)	16 - 32	27 - 60

Nota: (*) Los costes por kilómetro mostrados se han calculado para líneas de nueva construcción, en el caso de reformas o mejoras en una línea existente serían sensiblemente mayores.

Fuente: Elaboración propia

Coste para una línea con diferentes tipos de relieve

Una infraestructura ferroviaria atraviesa normalmente diferentes tramos con relieves distintos, por lo que es difícil encontrar una determinada línea que sea, en todo su trayecto, por ejemplo, totalmente llana o totalmente montañosa.

Por lo tanto, el coste total de inversión de una infraestructura está condicionado por el porcentaje de longitud que una infraestructura atraviesa en cada uno de relieves anteriormente identificados.

El coste de inversión total se estimaría simplemente multiplicando el porcentaje de longitud de la línea de cada uno de los tipos de terreno por su coste por kilómetro.

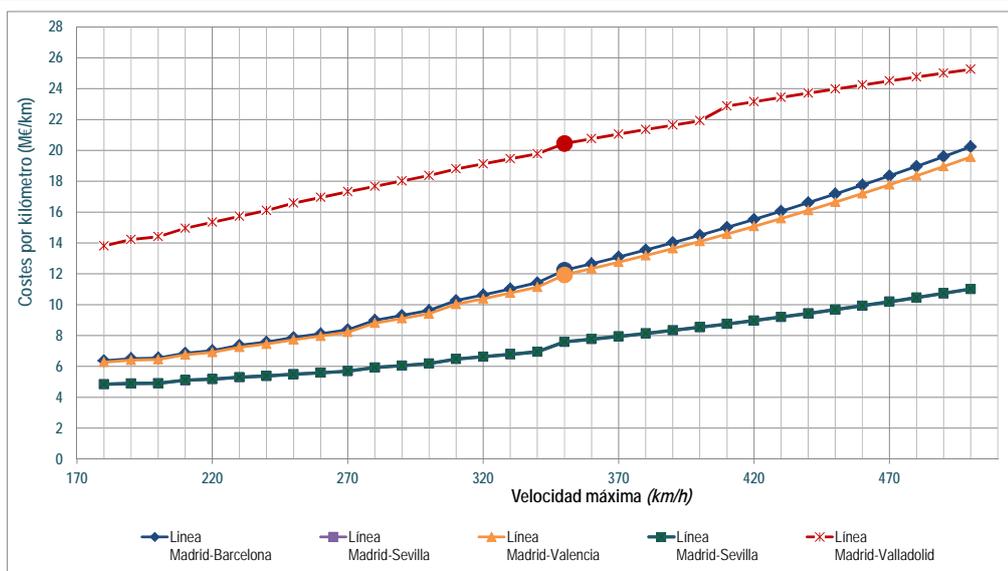
Tabla 4: Porcentaje del total de la línea según el tipo de relieve que atraviesan (llano, semillano, montañoso y muy montañoso)

	Madrid-Sevilla	Madrid-Valencia	Madrid-Valladolid	Madrid-Barcelona
Muy Montañoso	0%	0%	38%	0%
Montañoso	25,1%	58%	0%	58,1%
Semillano	5,19%	42%	0%	40,4%
Llano	69,69%	0%	62%	1,4%
<i>Longitud línea (km)</i>	<i>470,4</i>	<i>391</i>	<i>179,3</i>	<i>628</i>

Fuente: Elaboración propia

A continuación se representa gráficamente la variación del coste por kilómetro de cuatro líneas de alta velocidad (Figura 13).

Figura 11. Costes de inversión por kilómetro estimado en diferentes líneas españolas de alta velocidad en función de la velocidad



Fuente: Elaboración propia

Ignacio González Franco

Efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura

BIBLIOGRAFÍA

- ☐ Atkins. (2002). High speed line study - milestone 8 cost model. Final report.
- ☐ Baumgartner. J.P. (2001). *Prices and costs in the railway sector*. Laboratoire d'Intermodalité des Transports Et de Planification, Lausanne.
- ☐ CENIT (2008). SP5-5.1. *Análisis de los costes de inversión asociados a cada sistema de vía*. CENIT (Centro de Innovación del Transporte).
- ☐ Fröidh, O. (2012). HSLdim: Demand, cost and benefit calculations. *KTH Architecture and the Built Environment*.
- ☐ García Álvarez, A. y Fernández González, E. (2008): *Recorridos y cociente entre trayectoria y desplazamiento en el transporte por ferrocarril*. Nota técnica 9 proyecto Enertrans, 1ª Edición, mayo de 2008, Ed.: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- ☐ González Franco (2015b) Inédito: *Metodología para la Estimación de la Combinación de Velocidades Máximas que Permiten Alcanzar el Tiempo de Viaje Comercialmente Requerido en una Infraestructura Ferroviaria*. Tesis doctoral en elaboración.
- ☐ Hidalgo. I. (2005): Introducción a los modelos de sistemas energéticos, económicos y medioambientales: descripción y aplicaciones del modelo. *Revista de economía mundial* 13, 2005, 33-75
- ☐ Lee, Y., & Cheng, J. (2001). Optimizing highway grades to minimize cost and maintain traffic speed. *Journal of Transportation Engineering*, 127(4), 303-310.
- ☐ Linkerhägner, M. (1985). Paramètres des lignes nouvelles et leur optimisation sous des aspects micro-économiques. *Les Aspects Socio-Économiques Des Trains à Grand Vitesse*, Paris. 60-81.
- ☐ López Pita, A. (2010). *Alta velocidad en el ferrocarril*. Barcelona: Edicions UPC, 2010. ISBN 978-84-9880-416-4.
- ☐ Malo Gaona, J. A. (1992). Adopción de rampas máximas en alta velocidad. Aplicación en tres alternativas de paso por el Sistema Ibérico. *O.P. Obra Pública*, (24), 18-25.
- ☐ Puertas Herranz, J. (2011). *Estimación de coste y plazo de ejecución en proyectos de túneles ejecutados mediante excavación convencional y voladura*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- ☐ Steer Davies. (2004). *High speed rail: International comparisons*. Final report. Commission for Integrated Transport.

DOTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con las distancias de los viajes

Jesús Vega Galán
Iván Palacio Vijañe
Luis E. Mesa Santos⁹

RESUMEN

En este artículo se constata que España y Francia son países en los que la movilidad de viajeros de larga distancia parece requerir una red extensa de alta velocidad debido a dos razones: las distancias de viaje de los principales flujos de movilidad son adecuadas para el tren de alta velocidad, y las mayores áreas urbanas tienen una posición central. Por el contrario, en Alemania, las distancias de los principales flujos de movilidad son más cortas, situándose los valores medios en el ámbito de las distancias que resultan más favorables para el uso del coche privado.

Por otra parte, muestra que la estructura radial troncal de la red de alta velocidad española tiene todo el sentido desde el punto de vista de la eficiencia del transporte, ya que se corresponde con los principales flujos de tráfico de viajeros. En efecto, de las 32 rutas interprovinciales entre provincias no limítrofes que tienen un tráfico anual de más de 1,7 millones de viajeros, 26 pasan por Madrid y casi la totalidad de ellas pueden encaminarse de la forma más natural por una red radial complementada con el Corredor Mediterráneo.

PALABRAS CLAVE

Radialidad, estructura de la red, topología, flujos de tráfico, densidad de población.

⁹ imesa@ffe.es Grupo de estudios e investigación de geografía y tráficos ferroviarios, Fundación de los Ferrocarriles Españoles

Location of the population in the Spanish territory and its relation to travel distances

Jesús Vega Galán

ABSTRACT

This paper indicates that Spain and France are countries in which long distance passenger mobility seems to require an extensive high-speed network due to two reasons: travel distances of the main mobility flows are appropriate for the high-speed train, and the largest urban areas have a central position. On the contrary, in Germany, distances of the main mobility flows are shorter, average values being in the range of distances that are more favourable for the use of private car.

On the other hand, this paper shows that the core radial structure of Spanish high-speed network makes all the sense from a transport efficiency point of view, since it is suitable for the main passenger traffic flows. In effect, out of the 32 long distance routes between non-bordering provinces which have an annual traffic of over 1.7 million passengers, 26 run through Madrid and almost the totality of them can be directed in the most natural way through a radial network complemented by the Mediterranean Corridor.

KEY WORDS

Radiality, network structure, topology, traffic flows, population density.

Localização da população no território em Espanha e a sua relação com a distância das viagens

Jesús Vega Galán

RESUMO

No presente artigo constata-se que Espanha e França são países em que a mobilidade de passageiros de longo curso parece exigir uma extensa rede de alta velocidade devido a duas razões: as distâncias de viagem dos principais fluxos de mobilidade são adequadas ao comboio de alta velocidade, e as áreas urbanas maiores têm uma posição central. Por outro lado, na Alemanha, as distâncias dos principais fluxos de mobilidade são mais curtas, dando origem a valores médios no âmbito das distâncias de mobilidade que são mais favoráveis ao uso do automóvel privado.

Por outro lado, demonstra que a estrutura radial troncal da rede de alta velocidade espanhola faz todo o sentido desde o ponto de vista da eficiência do transporte, já que há correspondência com os principais fluxos de tráfego de passageiros. De facto, das 32 rotas inter-provincianas entre províncias não limítrofes que apresentam um tráfego anual de mais de 1,7 milhões de passageiros, 26 passam por Madrid podendo ser quase na sua totalidade encaminhadas da forma mais natural por uma rede radial complementada com o Corredor Mediterrâneo.

PALAVRAS CHAVE

Radialidade; estrutura da rede; topologia; fluxos de tráfego; densidade populacional.

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

Este artículo pretende comparar las distancias de los viajes de “largo recorrido” en diversos países europeos, con el objetivo de analizar qué tipo de modo de transporte se adecúa más a la movilidad potencial en cada país. Ello permitirá arrojar luz (aunque no es el único criterio) en debates tales como si es razonable que España tenga una mayor longitud de líneas de alta velocidad que Alemania y semejante a la de Francia; o si Alemania justifica una extensa red de autopistas.

Como países objeto de estudio en este trabajo se han seleccionado España, Alemania, Italia, Francia y Portugal.

Para la determinación de la población de cada área urbana se ha utilizado la base de datos de Eurostat, de la que se han obtenido los datos de las áreas urbanas¹⁰ de cada uno de los países, entre las cuales se han seleccionado las AU con población superior a 500.000 habitantes.

Para tener una idea de la movilidad potencial (no sesgada por la existencia de infraestructuras o por la oferta de servicios de transporte) se define un “índice de movilidad potencial” en cada ruta¹¹.

Este indicador parte de la hipótesis de suponer que el tráfico potencial en el conjunto de modos de transporte en una ruta sigue una ley gravitatoria; en concreto que es aproximadamente proporcional al producto de la población de ambos AU e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia:

$$T_{ij} = P_i \times P_j / d^2 \quad [1]$$

Donde: T_{ij} tráfico potencial entre las áreas urbanas i y j ; P_i y P_j población respectiva de las áreas urbanas; d distancia ortodrómica entre i y j .

Desde luego que el tráfico real dependerá de muchos más factores además de las poblaciones y la distancia: entre ellos, algunos de carácter socioeconómico como la renta, la tasa de empleo, actividad industrial y turística; otros factores que influyen son las características de infraestructuras y la propia oferta de transporte. Sin embargo, para el propósito que aquí se pretende (que es analizar la coherencia “a priori” de una red de infraestructuras) es suficiente dar una idea del orden de magnitud del potencial relativo de movilidad entre diferentes rutas.

Datos generales de los países analizados

En la tabla 1 se recogen los principales datos de población y superficie de los países analizados en el año 2014. España tiene una superficie de 504.645 km², y es el segundo país más extenso de la Unión Europea, después de Francia, y el quinto más poblado con 46,5 millones de habitantes. La densidad media de población es de 92 hab/km², una de las más bajas de Europa, muy por debajo de los valores de

¹⁰ En lo sucesivo, designaremos a las áreas urbanas definidas por Eurostat como “AU”.

¹¹ Denominaremos “ruta” a una pareja de Áreas Urbanas entre las que puede desarrollarse un tráfico.

Alemania (226 hab/km²); o Italia (202 hab/km²). Francia presenta una densidad demográfica similar a la de España con 103 hab/km².

Tabla 1. Superficie, población y densidad de población de los países seleccionados para el estudio

País	Superficie total (km ²)	Superficie continental (km ²)	Población total (hab) 2014	Población continental (hab) 2014	Densidad total (hab/km ²)	Densidad continental (hab/km ²)
España	504.645	492.174	46.512.199	43.274.416	92	88
Alemania	357.168	357.168	80.767.463	80.767.463	226	226
Francia	640.679	543.132	65.820.916	63.582.492	103	117
Italia	301.338	251.415	60.782.668	54.023.872	202	215
Portugal	92.212	89.102	10.393.000	9.918.548	113	111

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, para cada uno de los países se seleccionan las áreas urbanas con más de 500.000 habitantes y las rutas (parejas de áreas urbanas) cuya distancia es superior a 200 kilómetros en línea recta, eliminando así rutas en las cuales habría una movilidad de tipo "regional", ya que interesa para este estudio la movilidad de larga distancia.

Se calcula el indicador de movilidad para cada una de las rutas que cumplen las dos condiciones (población en cada extremo superior a 500.000 habitantes y distancia ortodrómica mayor de 200 kilómetros) y se seleccionan las 25 rutas en cada país con mayor índice de movilidad potencial.

En el análisis de cada país se muestran dos figuras: en una se representan las AU con una población superior a 500.000 habitantes, junto con las principales líneas ferroviarias; y en la otra, las 25 principales rutas de longitud superior a 200 kilómetros de cada país.

España

Una lectura geográfica del mapa de grandes áreas urbanas de España, revela un sistema urbano desequilibrado, escasamente jerarquizado y con dificultades para vertebrar y movilizar el territorio de una forma equilibrada. Destacan, por encima del resto, las AU de Madrid y Barcelona, con más de 5 millones de habitantes, constituyéndose como polos de referencia del sistema urbano español. El 69 % de la población española reside en un área urbana de más de 500.000 habitantes, y tomando en consideración las tres principales (Madrid, Barcelona y Valencia, todas ellas con una población superior a los 2,5 millones de habitantes), se comprueba que uno de cada cuatro españoles vive en una de estas aéreas metropolitanas.

Diferenciando por regiones geográficas, el litoral mediterráneo tiene un sistema de urbano más sólido y equilibrado con cinco áreas urbanas por encima de los 500.000 habitantes (Barcelona, Valencia, Alicante, Murcia y Málaga). Por su parte, el interior peninsular presenta un modelo mononuclear con un potente centro de atracción en la región de Madrid y con grandes espacios carentes de grandes

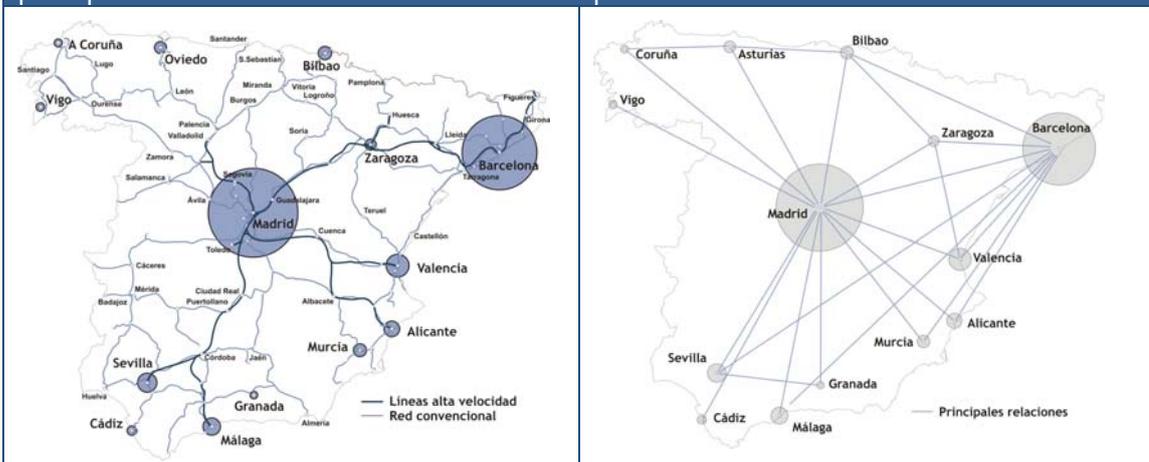
Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

núcleos urbanos, a excepción de Valladolid. Por último, la región de Andalucía, el norte Peninsular y el Valle del Ebro son otros sectores de cierta homogeneidad urbana donde se concentran el resto de las grandes áreas urbanas.

Las principales rutas dibujan un escenario en el cual aproximadamente el 70% de las más importantes relaciones de movilidad tienen como origen o destino el AU de Madrid. En un segundo nivel, se encuentran las relaciones existentes en el Corredor Mediterráneo y de éste con el valle del Ebro.

Figura 1. España: Áreas urbanas con población superiores a 500.000 habitantes y principales rutas entre ellas con distancias superiores a 200 km



Fuente: Elaboración propia

La media del indicador de movilidad potencial es de las principales AU es de 37, estableciéndose por encima de esta media, las rutas entre Madrid y las principales AU (Barcelona, Valencia, Sevilla, Málaga, Alicante, Zaragoza, Murcia, Murcia, Bilbao) y la conexión de Barcelona con Valencia y Zaragoza.

Tabla 2. Rutas con mayor indicador de movilidad potencial situadas a distancia superior a 200 kilómetros en España

Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)	Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)
1 Madrid-Barcelona	119	507	14 Barcelona-Bilbao	21	470
2 Madrid-Valencia	103	302	15 Barcelona-Murcia	20	471
3 Barcelona-Valencia	85	304	16 Valencia-Zaragoza	19	246
4 Madrid-Zaragoza	61	274	17 Madrid-Cadiz	17	485
5 Barcelona-Zaragoza	58	257	18 Madrid-Vigo	16	467
6 Madrid-Sevilla	52	388	19 Granada-Sevilla	15	213
7 Madrid-Bilbao	52	325	20 Bilbao-Oviedo-Gijón	13	237
8 Madrid-Alicante	50	358	21 Madrid-Coruña	13	511
9 Madrid-Murcia	44	347	22 Bilbao-Zaragoza	11	237
10 Madrid-Málaga	42	414	23 Coruña-Oviedo-Gijon	10	208
11 Madrid-Oviedo	36	375	24 Barcelona-Málaga	10	770
12 Barcelona-Alicante	32	407	25 Barcelona-Sevilla	10	831
13 Madrid-Granada	25	358			

Fuente: Elaboración propia

Alemania

Alemania tiene una población que supera los 80 millones de habitantes y una densidad de población que de más de 226 km/hab., muy alta para un país de su superficie.

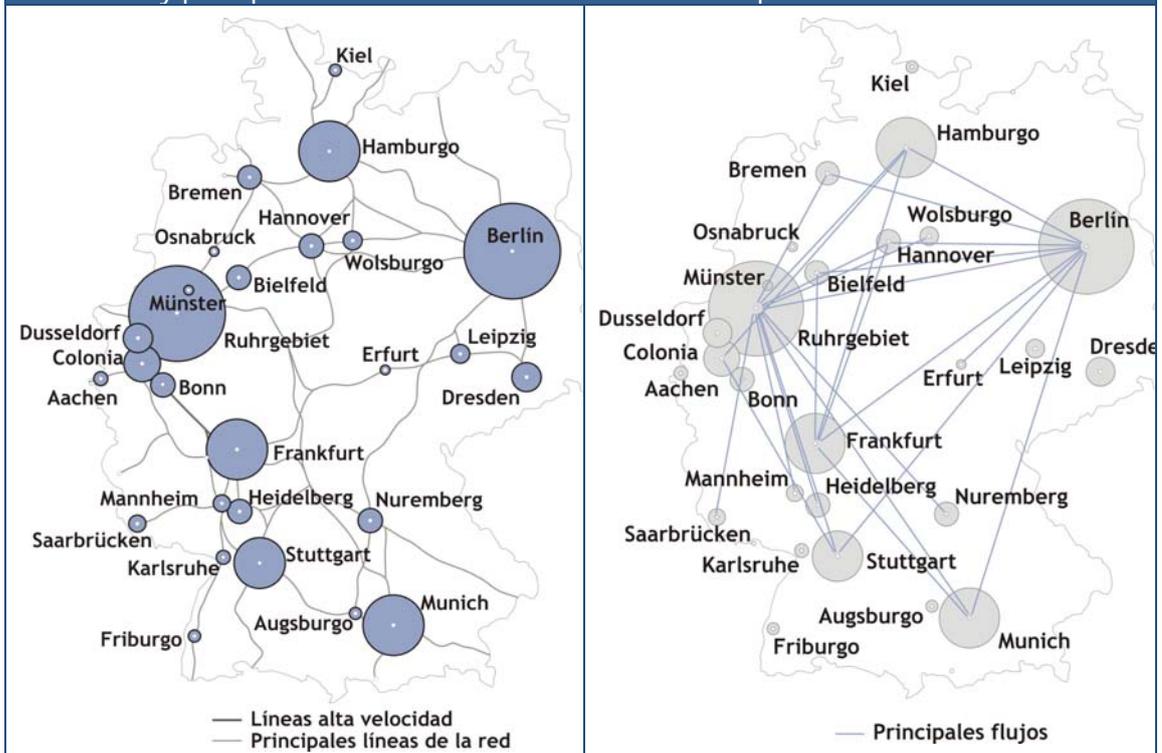
La distribución de la población presenta una estructura polinuclear y jerarquizada, si bien se pueden apreciar un importante contraste entre las áreas de Alemania occidental y Alemania oriental, fruto de la división del país tras la II Guerra Mundial.

En la Alemania occidental existe una distribución de la población uniforme y equilibrada con una red homogénea de grandes áreas urbanas que destacan por su alto grado de especialización funcional. Entre ellas destacan: Essen, Dusseldorf, Frankfurt, Colonia, Bonn y Mannheim. Por su parte, en el sector sur los centros urbanos más importantes son Stuttgart, Munich y Nuremberg con distancias en línea recta entre ellas inferiores a 200 km. La Alemania oriental se caracteriza por una menor densidad urbana y un mayor grado de concentración de la población, en este caso en el AU de Berlín con 5 millones de habitantes.

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

Figuras 2a y 2b. Alemania: Áreas urbanas con población superiores a 500.000 habitantes y principales rutas entre ellas con distancias superiores a 200 km



Fuente: Elaboración propia

En Alemania, la media del indicador de movilidad potencial de las principales rutas es de 86, estando distribuidas de forma homogénea por todo el país, debido al sistema de distribución de las principales ciudades y a las, por lo general, reducidas distancias que las separan.

Se aprecian dos zonas en donde se concentran las principales rutas de movilidad potencial: por un lado, las AU del norte del país: Berlín, Hamburgo, Ruhrgebiet, Bremen y Hannover; y por otro, la conexión del norte con el sur del país, dejando en la zona central un vacío debido a la ausencia de núcleos urbanos de relevancia.

El AU de Ruhrgebiet, se encuentra estratégicamente situada, ya que todas sus relaciones están por encima de la media, debido a su posición central y la concentración de la población. Berlín se considera un importante centro de conexión, pero su ubicación, más alejada de las principales AU del país, provoca que sus índices de atracción tenga un menor peso respecto a otras áreas geográficas.

Tabla 3. Rutas con mayor indicador de movilidad potencial situadas a distancia superior a 200 kilómetros en Alemania

Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)	Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)
1 Berlin-Hamburgo	244	255	14 Ruhrgebiet-Saarbrücken	65	249
2 Hamburgo-Ruhrgebiet	169	308	15 Colonia-Stuttgart	62	289
3 Ruhrgebiet-Hannover	153	205	16 Bremen-Berlin	62	316
4 Ruhrgebiet-Bremen	140	211	17 Ruhrgebiet-Munich	57	495
5 Ruhrgebiet-Berlin	122	455	18 Berlin-Bielefeld	57	336
6 Ruhrgebiet-Stuttgart	119	336	19 Berlin-Munich	55	500
7 Berlin-Hannover	101	251	20 Berlin-Stuttgart	52	509
8 Munich-Frankfurt	77	305	21 Hamburgo-Frankfurt	52	395
9 Ruhrgebiet-Mannheim	77	241	22 Ruhrgebiet-Nuremberg	51	359
10 Ruhrgebiet-Heidelberg	73	256	23 Hamburgo-Colonia	48	357
11 Bielefeld-Frankfurt	72	214	24 Berlin-Erfurt	47	235
12 Frankfurt-Berlin	71	426	25 Hannover-Frankfurt	47	263
13 Ruhrgebiet-Braunschweig	67	272			

Fuente: Elaboración propia

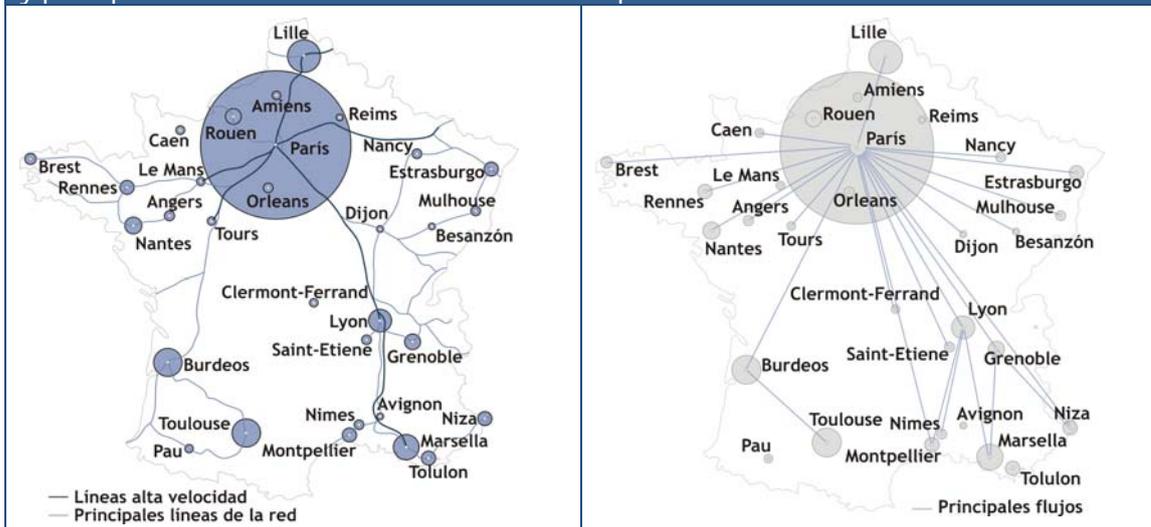
Francia

La característica principal del poblamiento urbano de Francia reside en la fuerte centralidad del AU de París, con sus más de 12 millones de habitantes, lo que supone el 18% de la población total del país. Por encima de 1,5 millones de habitantes existen otras cuatro AU localizadas en diferentes áreas geográficas de Francia: al norte, Lille con 2,5 millones de hab.; al sur, Marsella con 1,9 millones de habitantes; al este, Lyon con 1,8 millones de hab.; y al oeste, Bordeaux con 1,5 millones de habitantes.

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

Figuras 3a y 3b. Francia: Áreas urbanas con población superiores a 500.000 habitantes y principales rutas entre ellas con distancias superiores a 200 km



Fuente: Elaboración propia

En el caso de Francia la media del indicador de movilidad potencial es de 107, siendo la mayor de los países europeos estudiados, gracias a la elevada centralidad de París, en cuya AU tienen origen o destino el 75% de las rutas. El resto de las relaciones están localizadas en el suroeste del país, con poblaciones superiores al millón de personas.

Tabla 4. Rutas con mayor indicador de movilidad potencial situadas a distancia superior a 200 kilómetros en Francia

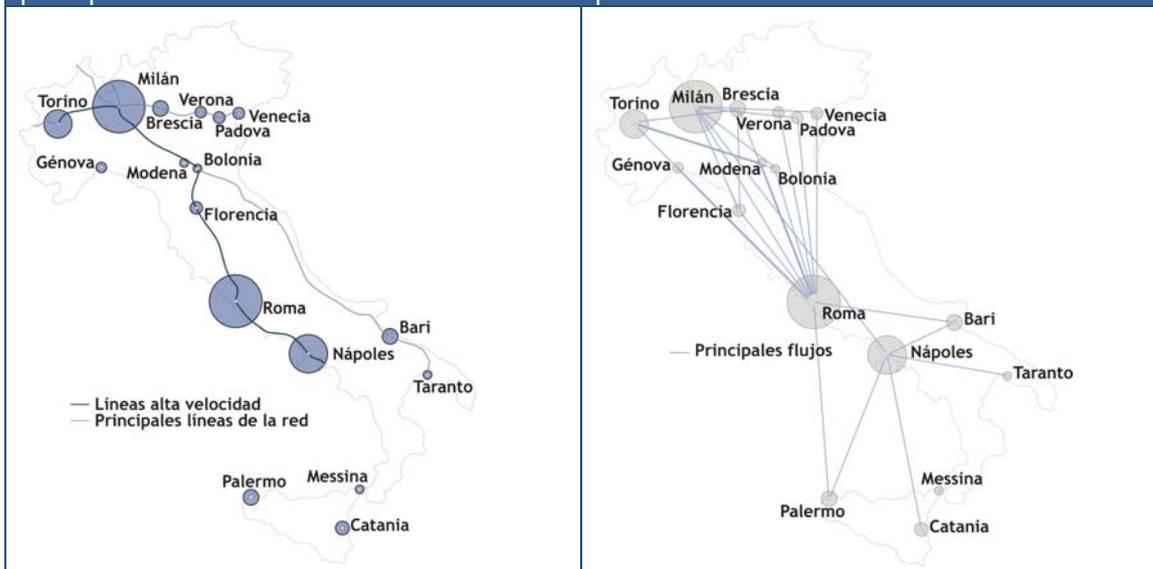
Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)	
1	Paris-Lille	756	203
2	Paris-Caen	203	202
3	Paris-Tours	172	205
4	Paris-Lyon	141	392
5	Paris-Angers	137	266
6	Paris-Nantes	136	344
7	Paris-Rennes	129	309
8	Paris-Nancy	111	282
9	Paris-Dijon	92	263
10	Paris-Strasbourg	84	399
11	Paris-Bordeaux	73	500
12	Paris-Grenoble	64	482
13	Paris-Clermont	64	347
14	Paris-Mulhouse	60	390
15	Paris-Besaçon	60	328
16	Marseille-Grenoble	55	212
17	Paris-Saint-etienne	54	410
18	Lyon-Marseille	46	588
19	Bordeaux-Toulouse	44	212
20	Paris-Brest	42	507
21	Paris-Montpellier	38	595
22	Lyon-Montpellier	32	251
23	Nice-Grenoble	32	205
24	Lyon-Nimes	28	218
25	Paris-Nice	28	686

Fuente: Elaboración propia

Italia

Las principales AU de Italia son Roma y Milán, ambas con más de 4 millones de habitantes. En un segundo nivel se sitúan las AU de Nápoles (a 189 km de Roma) y Torino (a 126 km de Milán). Entorno a estos dos ejes se localizan los principales ejes urbanos del país, con el corredor oeste-este Torino-Milán-Venecia y el corredor norte-sur Florencia-Roma-Nápoles.

Figuras 4a y 4b. Italia: Áreas urbanas con población superiores a 500.000 habitantes y principales rutas entre ellas con distancias superiores a 200 km



Fuente: Elaboración propia

En Italia la media del indicador de movilidad potencial se sitúa en 46 puntos. Las relaciones situadas por encima de este valor, dibujan un mapa en el que las principales AU quedan unidas por dos ejes fundamentales: uno Norte-Sur que une Milán, Bologna, Florencia, Roma y Nápoles, junto con un segundo eje que conecta Milán con Venecia.

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

Tabla 5. Rutas con mayor indicador de movilidad potencial situadas a distancia superior a 200 kilómetros en Italia

	Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)
1	Milano-Bologna	106	201
2	Milano-Padova	90	211
3	Roma-Firenze	82	231
4	Napoli-Bari	81	221
5	Milano-Roma	80	480
6	Milano-Firenze	69	250
7	Torino-Brescia	69	205
8	Milano-Venezia	61	245
9	Roma-Bologna	47	303
10	Napoli-Palermo	40	314
11	Roma-Bari	39	376
12	Roma-Torino	36	524
13	Milano-Napoli	31	658

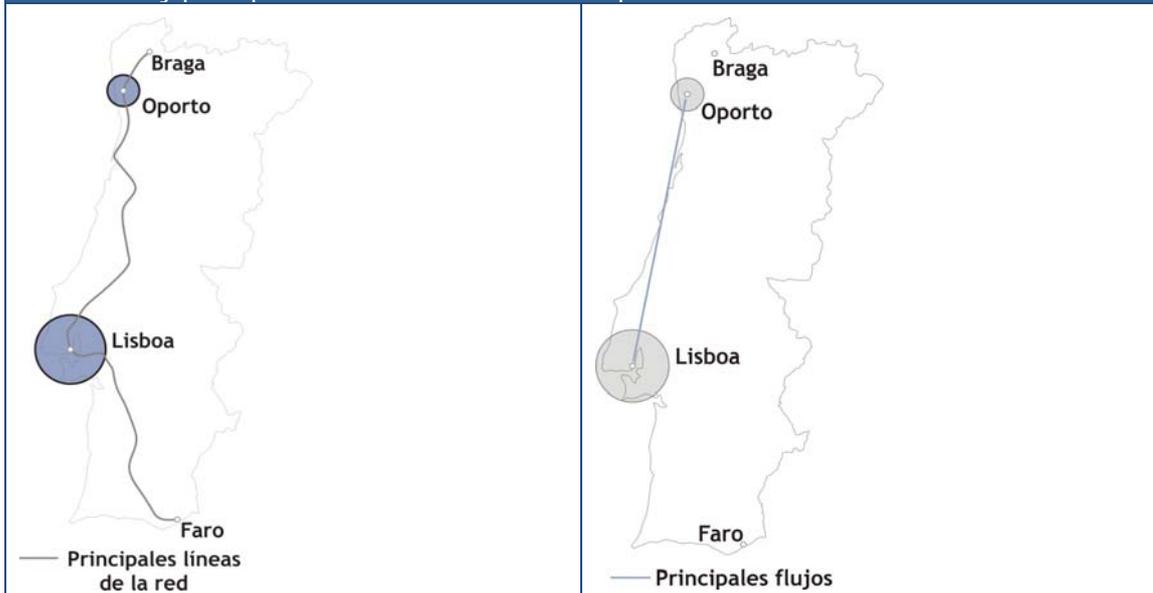
	Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)
14	Roma-Palermo	30	427
15	Roma-Modena	28	331
16	Roma-Brescia	28	444
17	Napoli-Taranto	28	256
18	Firenze-Brescia	28	214
19	Torino-Bologna	26	296
20	Roma-Padova	26	392
21	Napoli-Catania	24	378
22	Modena-Torino	24	260
23	Roma-Venezia	24	293
24	Roma-Verona	24	411
25	Roma-Genova	23	401

Fuente: Elaboración propia

Portugal

Lisboa y Oporto son las dos únicas AU de Portugal que cuentan con una población superior a 500.000 habitantes, mientras que en el resto del país no existen apenas ciudades de tamaño intermedio, siendo el poblamiento más característico del país los pequeños núcleos urbanos próximos a la costa.

Figuras 5a y 5b. Portugal: Áreas urbanas con población superiores a 500.000 habitantes y principales rutas con distancias superiores a 200 km



Fuente: Elaboración propia

El índice de movilidad potencial para Portugal se sitúa en 48, existiendo un único eje conecta las dos principales ciudades del país Lisboa y Oporto. Esta línea ha sido tradicionalmente la principal arteria ferroviaria del país.

Tabla 6. Ruta origen destino con mayor indicador de movilidad potencial con distancia superior a 200 kilómetros en Portugal

	Ruta	Índice de Movilidad Potencial	Distancia (km)
1	Lisboa-Porto	48	274

Fuente: Elaboración propia

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

Análisis

Distancias medias de los viajes de larga distancia por países

El análisis anterior permite determinar en cada país, cuáles son las distancias en las que se podría producir la movilidad de larga distancia.

Para ello, y para cada uno de los países estudiados se analizan -como se ha indicado- todas las rutas en los que la población de cada uno de los dos polos es mayor de 500.000 habitantes y la distancia es mayor de 200 kilómetros.

De las rutas seleccionadas se calculan tanto la media simple como la media ponderada en función del índice de movilidad potencial.

Tablas 7a y 7b. Distancias medias simples y ponderadas de las rutas con mayor indicador de movilidad potencial

País	Distancia media (km)		Distancia media relaciones > 200 km		Distancia media ponderada relaciones > 200 km	
España	504		541		394	
Francia	445		496		346	
Alemania	304		372		328	
Italia	487		593		366	
Portugal	274		274		274	

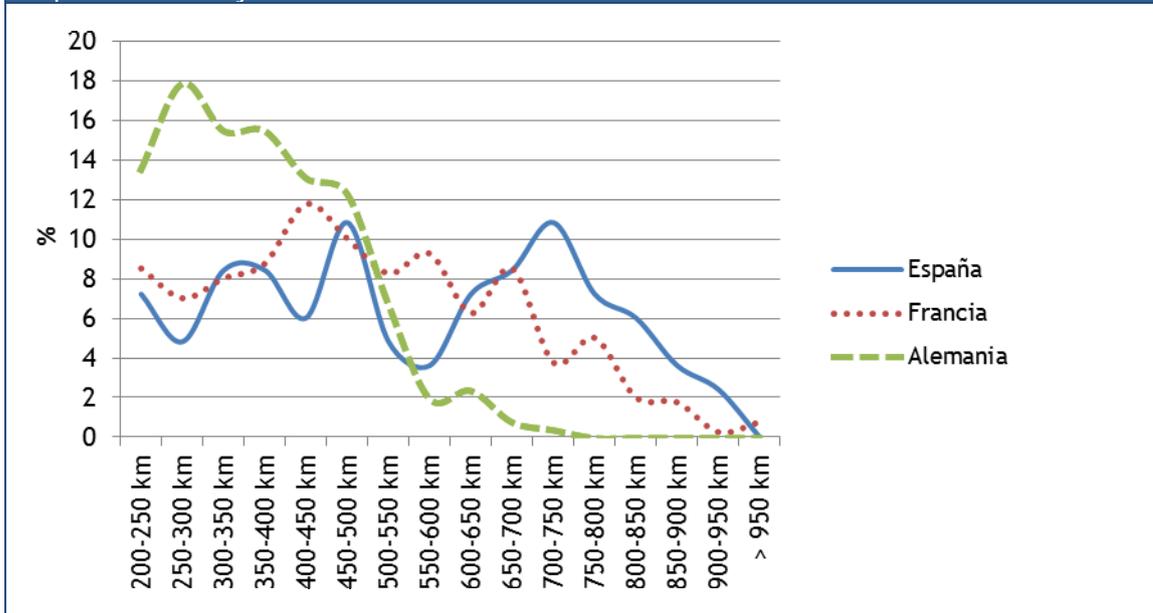
País	200-250 km		250-300 km		300-350 km		350-400 km		400-450 km		450-500 km		500-550 km		550-600 km		600-650 km		650-700 km		700-750 km		750-800 km		800-850 km		850-900 km		900-950 km		> 950 km		
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%			
España	6	7	4	5	7	8	7	8	5	6	9	11	4	5	3	4	6	7	7	8	9	11	6	7	5	6	3	4	2	2	0	0	
Francia	34	9	28	7	32	8	35	9	47	12	40	10	33	8	37	9	25	6	34	9	15	4	20	5	8	2	7	2	1	0	3	1	
Alemania	34	13	45	18	39	15	39	15	33	13	31	12	17	7	5	2	6	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Italia	8	7	8	7	7	6	7	6	10	8	4	3	7	6	6	5	7	6	10	8	11	9	33	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Portugal			1	100																													

Fuente: Elaboración propia

Puede apreciarse en la tabla 7a que, descartando el caso de Portugal donde el hecho de que haya una única ruta quita interés al análisis, las menores distancias se encuentran en Alemania (372 km.), muy por debajo de Francia (496 km.), España (541 km.) e Italia (593 km.)

Si el análisis se refiere a las medias ponderadas, las conclusiones son semejantes, con la salvedad de que en tal caso, la distancia media en España es la mayor de todos los países analizados, situándose incluso por encima de Italia.

Figura 6. Distribución de las distancias medias de movilidad de larga distancia en España, Francia y Alemania



Fuente: Elaboración propia

Adecuación de los diversos modos de transporte a las distancias

Cada modo de transporte (caracterizado por las velocidades máximas que permite y las frecuencias que ofrece) se adecua mejor a un cierto rango de distancia. En el modelo del coste generalizado se asigna un coste el tiempo de espera por falta de frecuencia, que es muy bajo en el coche particular (en el que la frecuencia se puede suponer infinita), y además el peso relativo de este coste de espera es más relevante en recorrido cortos, ya que en los largos pierde importancia relativa al ser mucho mayor el tiempo de viaje.

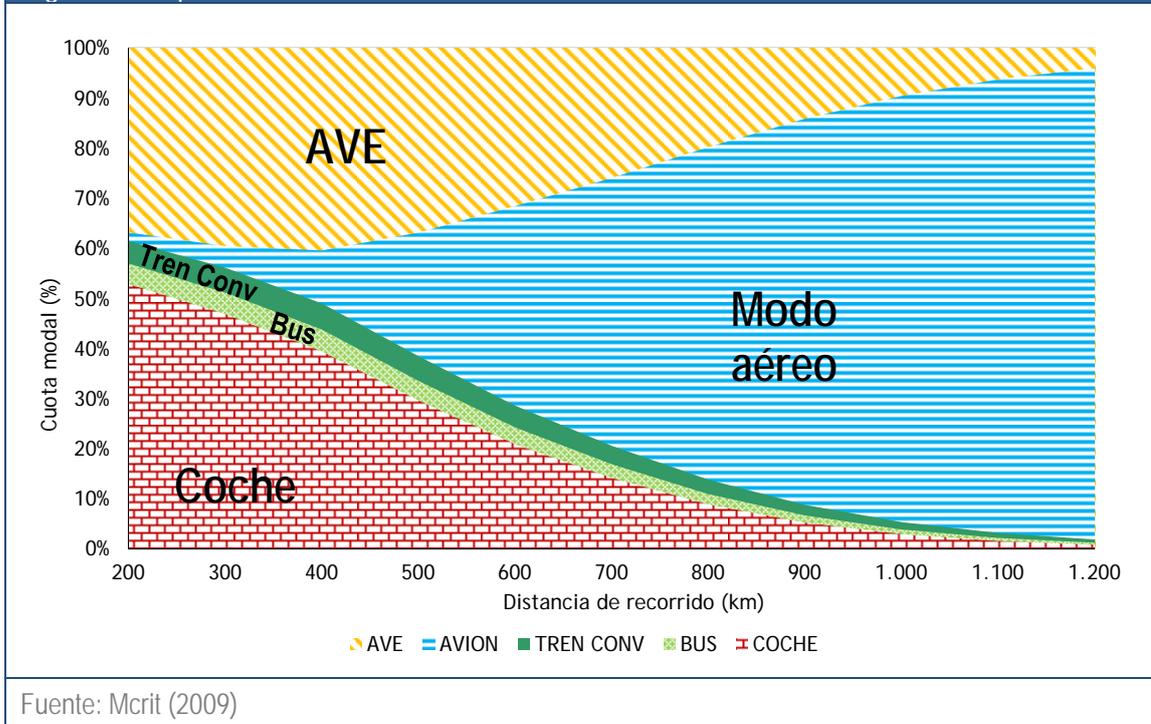
En cuanto al tiempo desplazamiento a las terminales y de estancia en las propias terminales por desplazamientos dentro de ellas, en el caso del coche no existen tales tiempos (o son muy pequeños) y en el caso del avión estos tiempos suelen ser elevados. Su peso dentro del tiempo global se diluye también al aumentar la distancia a recorrer.

Por la combinación de estos hechos, es lo normal que en las rutas en que coexisten coche, autobús, tren de alta velocidad y avión, el reparto de mercado muestre un claro dominio del coche en distancias cortas (hasta 350 kilómetros está por encima del 50%), del avión en distancias largas (es el modo dominante por encima de 625 kilómetros) y del tren en distancias intermedias, siendo mayor la cuota del tren cuanto mayor es su velocidad.

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

Figura 6. Reparto modal en función de la distancia



Puede apreciarse que el tren de alta velocidad (AVE) tiene una cuota de mercado por encima del 35% en aquellas rutas que tiene están 300 y 650 kilómetros aproximadamente. Para las más cortas, el coche será el modo dominante y para las más largas cede cuota en favor del avión.

De ello se podría inferir que en aquellos países en los que las distancias medias de la movilidad de larga distancia fueran reducidas (por ejemplo, por debajo de 300-350 km.), cabría esperar una buena red de autovías o autopistas; en aquellos en que las distancias medias fueran del orden de 300 a 650 kilómetros parece que podría esperarse una potente red de alta velocidad; y finalmente, cuando las distancias medias están por encima de los 650 kilómetros cabría esperar una buena red de aeropuertos (sería, por ejemplo, el caso de los Estados Unidos no analizado aquí).

La cuestión de la radialidad

La red española de alta velocidad (como, por otra, parte la red convencional) es de carácter marcadamente radial, y esto ha sido en algunas ocasiones cuestionado en cuanto a su utilidad o eficiencia.

Sin embargo, un análisis de los principales flujos de movilidad de larga distancia que se producen en la España peninsular muestra que son también radiales, con centro en Madrid.

Para comprobarlo se han analizado (empleando datos de Mcrit, 2012) los mayores flujos interprovinciales de movilidad considerando todos los modos de transporte, excluyendo, por considerarlos de carácter regional, aquellos que se producen entre provincias limítrofes o entre provincias de la misma comunidad autónoma.

Con estos datos puede observarse que hay en España 32 relaciones interprovinciales con más de 1,7 millones de viajeros anuales en ambos sentidos.

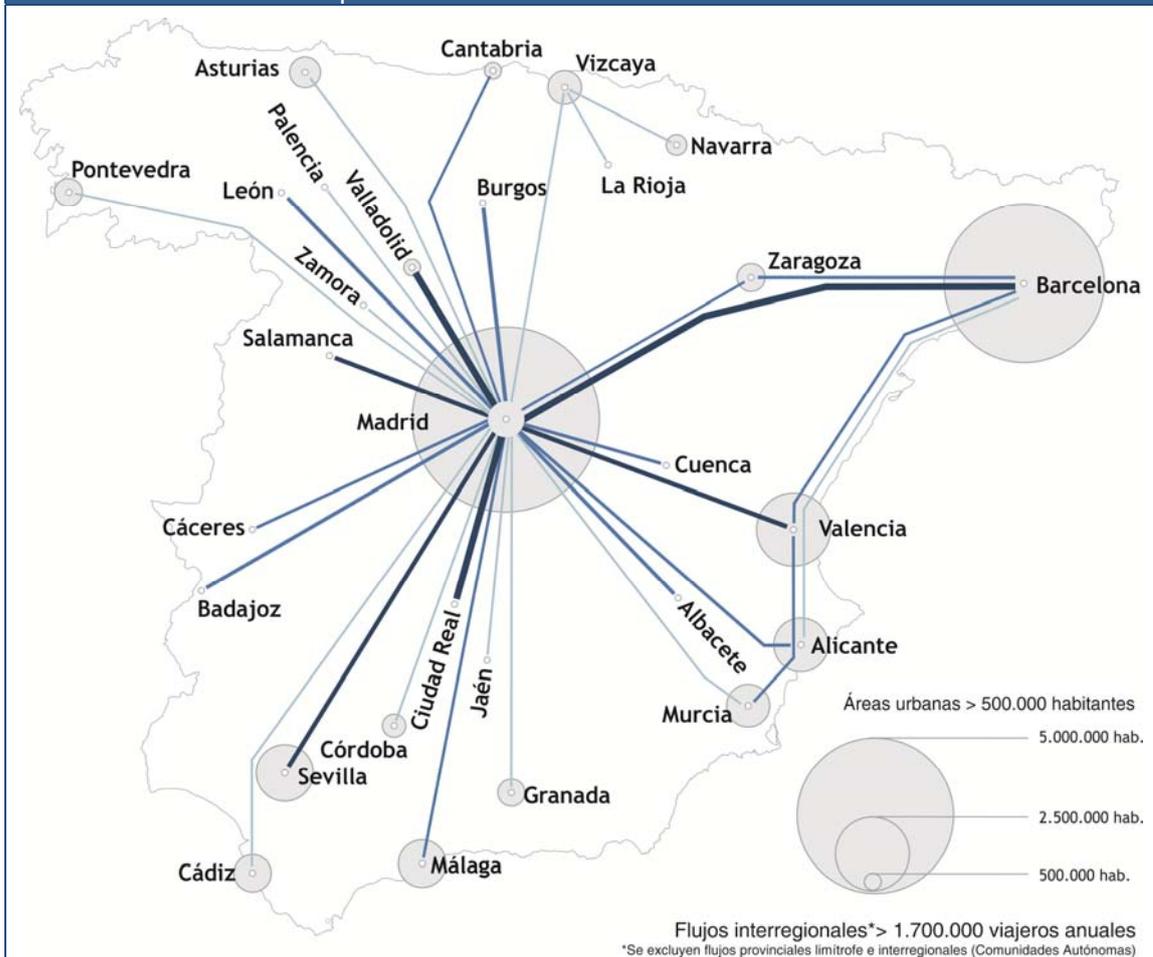
- De ellas, 26 tienen su origen o destino en Madrid, y por ello pueden considerarse de carácter claramente radial. Además, la relación Barcelona Zaragoza, que es una de las seis que no pasan por Madrid, se inscribe claramente en el corredor de Barcelona a Madrid.
- Otras cuatro relaciones (Barcelona a Valencia, Barcelona a Alicante y Valencia a Murcia), se comprenden en el llamado "Corredor Mediterráneo".
- Solo dos de las 32 (Vizcaya a Logroño y a Pamplona) no tienen cabida en líneas radiales ni el Corredor Mediterráneo.
- Cuatro de las relaciones pasan por Barcelona (a Madrid, Zaragoza, Valencia y Alicante).

Los datos indicados dejan de relieve que una red de estructura radial completada con el Corredor Mediterráneo es capaz de atender las mayores demandas de movilidad en España.

Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con la densidad y topología de la red de alta velocidad

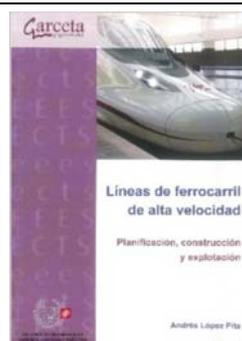
Figura 6. Relaciones de larga distancia con más de 1,7 millones de viajeros al año en todos los modos de transporte



Fuente: Elaboración propia con Mcrit, 2012

BIBLIOGRAFÍA

□ Mcrit, 2012: *Aproximación a la cuantificación del volumen de transporte en las rutas nacionales de media y larga distancia y estimación de la posible participación del ferrocarril en función del tiempo de viaje, la frecuencia y el precio*. Informe "Optired", dirigido por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles".

**RESEÑAS DE LIBROS, ARTÍCULOS Y
TESIS DOCTORALES****LIBROS****Líneas de ferrocarril de alta velocidad**

Andrés López Pita

Páginas: 286

Fecha: 2014

ISBN: 978-84-1545-285-0

En este libro se presenta una perspectiva de futuro, a corto o medio plazo, el desarrollo del transporte por ferrocarril de alta velocidad en los diversos países, que se beneficiarán de las ventajas asociadas a disponer de este denominado "nuevo modo de transporte".

En este contexto, la presente publicación tiene por finalidad poner a disposición del lector, los principales aspectos que presiden la planificación, construcción y explotación de líneas de alta velocidad.

Sin embargo, es indudable que cada día resulta más necesario disponer de una visión integrada y global de como configurar una línea de alta velocidad, para optimizar prestaciones comerciales y recursos económicos.

El lector encontrará respuestas precisas a cuestiones como las siguientes: ¿es posible la circulación de trenes de mercancías por líneas de alta velocidad?; ¿cuánto tiempo se requiere para disponer de una línea de alta velocidad y cual su coste económico?; ¿cuál es el coste de mantenimiento de una línea de alta velocidad?; cual es el tráfico de viajeros que se capta a la carretera y al avión?

Este es el primer libro publicado sobre el tema que publicado en la literatura técnica y ofrece una visión global de la gestión de las líneas de ferrocarril de alta velocidad.

Contenido: 1) Movilidad e infraestructuras. Necesidad del ferrocarril de alta velocidad. 2) La decisión de construir líneas de alta velocidad. 3) La línea de alta velocidad Sevilla-Madrid-Barcelona-frontera francesa. 4) El sistema de explotación como base para la planificación. 5) Parámetros geométricos de diseño de líneas de alta velocidad. 6) De la idea a la realización de una línea de alta velocidad. 7) Construcción y homologación de una línea de alta velocidad. 8) Recursos económicos necesarios. 9) La explotación de una línea de alta velocidad. 10) Impacto comercial de las líneas de alta velocidad.



Grande vitesse ferroviaire

Michel Leboeuf

Ed. SNCF - Cherche-midi. Collection Documents. París 2014.
853 pp.

En Francés ISBN : 978-2-7491-3453-6

En Inglés: ISBN: 978-2-7491-3455-0

Tras treinta años de explotación en todo el mundo, el libro se propone dar una visión global -técnica, económica, social y medioambiental- de lo que la alta velocidad ha supuesto y podrá suponer en el futuro del transporte ferroviario.

El ambicioso propósito del autor se apoya en una exhaustiva documentación y en un profundo conocimiento de todos los aspectos abordados, en los que entra de manera concreta y minuciosa para, en conjunto, completar una visión general y completa de la evolución de la alta velocidad.

Quizá la conclusión más evidente del libro Leboeuf sea que la alta velocidad, al margen de su sentido económico, tecnológico, social e incluso cultural, ha sido, sobre todo, la puerta del futuro para el ferrocarril, el paso imprescindible para asegurar su supervivencia y en un siglo, el XX, que llegó a pintar realmente mal para el tren.

Y a partir de ello, el análisis de esos treinta años, de su rentabilidad económica y social, su rapidez, su sostenibilidad, la competencia con otros modos, la vertiente industrial e internacional y un largo etcétera de cuestiones entorno a la alta velocidad.

Contenidos: 1) El sistema de alta velocidad ferroviaria. 2) Rentabilidad socioeconómica. 3) Impacto de la alta velocidad en el desarrollo y la competitividad de los territorios. 4) Financiación de las inversiones. 5) Tarifación por uso de la infraestructura. 6) Previsión de tráfico. 7) Modelo económico. 8) Energía y velocidad óptima. 9) La alta velocidad ferroviaria en Francia. 10) La alta velocidad ferroviaria en Île-de-France. 11) La red europea de alta velocidad. 12) La alta velocidad ferroviaria en el resto del mundo



Efecto de la alta velocidad ferroviaria en el consumo de energía y en los costes operativos

Alberto García Álvarez

Páginas: 350

Fecha: Octubre 2015

ISBN: 978-84-943462-3-1

Existen dos estereotipos muy extendidos sobre la alta velocidad según los cuales la alta velocidad supondría, en relación con el ferrocarril convencional, un aumento del consumo de energía, y por ello de las emisiones asociadas; y la alta velocidad implicaría un aumento de los costes operativos. Años de investigación y comprobaciones muestran que ambos estereotipos no responden a la realidad. El autor (que ha trabajado durante más de veinte años en la explotación y gestión de trenes e infraestructuras de alta velocidad y ha realizado una profunda labor investigadora sobre la materia) plasma en este libro de forma detallada las conclusiones de sus experiencias, estudios e investigaciones que conducen a conclusiones contrarias a con los estereotipos vigentes-

Este libro está basado en la tesis doctoral "Contribución al estudio del efecto de la alta velocidad en el consumo de energía y en los costes de explotación del ferrocarril" realizada bajo la dirección del doctor Andrés López Pita.

Explica que parte de la confusión se debe a que el consumo de energía y las emisiones en el ferrocarril presentan una gran variabilidad (mucho mayor que en otros modos de transporte) debido a la diferencia de tamaños y arquitecturas de los trenes; diversidad de sistemas de propulsión; diferencias de coeficientes de trayectoria y de aprovechamiento; de factores de emisión, etc. Como muestra señala que la relación observada entre las emisiones de gases de efecto invernadero en el caso más favorable y el caso más desfavorable de entre los verosímiles es de 1 a 45. Tan sólo en el sistema de alta velocidad, la relación entre el consumo de energía en el caso más favorable y el más desfavorable es de 1 a 7,8; y en emisiones de gases de efecto invernadero la relación es de 1 a 17,5.

Para obtener resultados concretos se comparan, en cada uno de dos campos de estudio, los resultados del sistema de alta velocidad (más de 250 km/h), el convencional mejorado para 200 km/h, el convencional eléctrico (160 km/h) y el convencional diésel.

En concreto, las emisiones en el sistema convencional mejorado (empleando en el cálculo los valores representativos) son superiores en un 11,5 % a las del sistema de alta velocidad; las del sistema convencional con tracción eléctrica son superiores en un 53,3 % al de alta velocidad; y las del convencional con tracción diésel son 4,2 veces superiores a las del sistema de alta velocidad.

En el ámbito de los costes de explotación, los menores costes se observan en el sistema de alta velocidad, tanto por unidad de oferta como por unidad de tráfico: por unidad de oferta, son un 43 % mayores en el sistema convencional mejorado que en el de alta velocidad; en un 58 % en el convencional eléctrico y un 85 % mayores en el convencional diésel.

Contenidos: 0) Introducción; 1) Conceptos generales sobre la alta velocidad y su balance económico social; 2) Relación entre la velocidad y el consumo de energía en el ferrocarril; 3) Relación entra la velocidad y los costes de explotación del ferrocarril; 4) Aplicación a los casos ejemplo; 5) Conclusiones, 6) Futuras líneas de investigación; 7) Bibliografía

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Martín Cañizares, M.P., García Álvarez, A., López Pita, A. (2014) Structure and topology of high-speed rail networks. *Transport. Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 168(5), 415-424.

Abstract: Transport infrastructures, including high-speed rail networks, are built to make efficient transport services possible. An analysis of the characteristics of the networks and sections they comprise can support design decisions and contribute to increase the efficiency of transport services. This paper is devoted to analysis of the structure and topology of three representative high-speed rail networks, in Japan, France and Spain. The Japanese network presents a mixed lineal and branching structure, while the French and Spanish networks are clearly branching. The efficiency and ratios of development of the systems are estimated. Two types of sections can be differentiated in branching railway networks - those located in the centre, denoted as backbone sections, and their ramifications at the periphery. The operating models and line equipment used on these two types of sections should not be the same as their roles are different.

- Pagliara, F. La Pietra, A. Gomez, J. Vassallo, J.M. (2015) High Speed Rail and the tourism market: Evidence from the Madrid case study, *Transport Policy*, Volume 37, Pages 187-194, ISSN 0967-070X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.10.015>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X14002273>)

Abstract: Marketing decisions and strategic planning of tourism provisions require improving the knowledge of factors affecting tourism demand, as well as making better forecasts of tourism flows in the short and long-term. In this respect, approaching how holidaymakers select their holiday destinations and investigating which factors determine their choices emerge as a key challenge. The aim of this paper is to analyze the role of High Speed Rail systems on destination choice, specifically on urban tourism destinations. To that end, a quantitative analysis is carried out through logistic regression models aimed at analyzing how different explanatory variables affect tourists' choice of a destination. A Revealed Preference survey was conducted in June 2013 in Madrid, where tourists were interviewed close to the most attractive tourist sites. Preliminary results show that the Spanish High Speed Rail system seems to have a significant effect on the tourists' choice to visit other cities close to Madrid, but the choice of Madrid as a tourist destination is not influenced by the presence of High Speed Rail. Indeed other factors play a significant role.

Keywords: High-Speed Rail; Tourism market; Destination choice; Quantitative analysis

- Álvarez-SanJaime, O. Cantos-Sanchez, P. Moner-Colonques, R. Sempere-Monerris, J. J. A model of internal and external competition in a High Speed Rail line, *Economics of Transportation*, Available online 17 June 2015, ISSN 2212-0122, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecotra.2015.05.004>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212012215000246>)

Abstract: This paper is a contribution to evaluate structural and behavioral changes in railway passenger markets. The novel elements of our analysis are the following: (i) the

consideration of inter-modal and intra-modal competition, (ii) the presence of public and private operators, and (iii) endogenous service frequency. After calibrating the model using actual data from two Spanish High Speed Rail lines, simulation exercises allow us to conclude the following. Privatization, whether entry occurs or not, would prompt an increase in prices and a reduction in the number of train services, eventually leading to welfare decreases, as compared with a regime where the incumbent rail operator remained public. Entry is found to be welfare improving only when it generates large increases in traffic. Otherwise welfare losses would materialize even though entry raised some efficiency gains.

Keywords: High Speed Rail; Privatization; Entry; Strategic interaction; Welfare

- Castillo-Manzano, J.I. Pozo-Barajas, R. Trapero, J.R. (2015) Measuring the substitution effects between High Speed Rail and air transport in Spain, *Journal of Transport Geography*, Volume 43, Pages 59-65, ISSN 0966-6923, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.01.008>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692315000101>)

Abstract: The main objective of this paper is to estimate the impact that the expansion of the HSR network has had on air transport in Spain by estimating the substitution effect between the two types of transportation. This paper considers the way that the HSR network has grown and how this growth could have affected air transport dynamically. The findings show that a dynamic vision of this substitution rate should be adopted, as opposed to assuming that the rate is constant, as has been the case in previous references. Although the rate varies significantly over the study period, only 13.9% of HSR passenger demand was found to have come from air travel during the 1999-2012 period, meaning that HSR and airlines would seem to offer more independent services than at first it might appear. This confirms the hypothesis as to the HSR's great ability to generate its own demand. The substitution rate between the two transport modes seems to be closely linked to the way that any new stations are incorporated into the HSR network. Convergence between the seasonality of HSR and air transport has also been examined. The results show that it is difficult to talk of a real HSR transport network in Spain.

Keywords: High Speed Rail; Airlines; Substitution effects; Dynamic Linear Regression; Time Varying Parameter; Spain

- Guirao, B. Campa, J.L. July 2015. The effects of tourism on HSR: Spanish empirical evidence derived from a multi-criteria corridor selection methodology, *Journal of Transport Geography*, Volume 47, Pages 37-46, ISSN 0966-6923, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.07.010>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692315001337>)

Abstract: The exorbitant cost of new High-Speed Rail (HSR) lines requires a selection methodology to define which HSR corridors within a network should be built first, and the most suitable evaluation tool appears to be the multi-criteria approach. In any corridor-ranking methodology, and especially in countries with high tourism attractiveness, tourism impacts on HSR should be considered as a variable.

In addition to economic geography and destination choice models, the current literature on tourism demand is dominated by econometric models using a single-equation time-series based approach. However little research has been done so far on methodologies to rank HSR corridors taking into account the tourism variable. In 2014, a ranking methodology

developed by Todorovich and Hagler was validated using the current Spanish HSR network. Twelve variables were used to create an index to assign scores to the city pairs, but tourism was not included as a variable. The findings showed the consistency of the model for ranking pairs mainly in the top O-D relations; however the tool failed to discriminate clearly between secondary groups of corridors.

The aim of this paper is to assess empirically the positive effect of tourism on HSR and to enhance the abovementioned ranking tool with a tourism database. The new methodology is tested by application to 1176 city pairs in Spain, and the results clearly show that the implementation of a tourism variable helps discriminate between secondary groups of corridors and offers a more effective approach for determining the implications of tourism on HSR.

Keywords: Multi-Criteria Analysis (MCA); High-speed rail; Tourism; Transport planning

- Roger Vickerman, *High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations*, *Journal of Transport Geography*, Volume 42, January 2015, Pages 157-165, ISSN 0966-6923, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.008>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692314001227>)

Abstract: High-speed rail has developed both nationally and internationally in Europe as a successful alternative to both air and road over distances of 400-600 km. Inter-city traffic, especially between the major metropolitan areas in North-west Europe has benefitted greatly from the investment in this network. This paper explores two issues: the impact on the intermediate areas between these major metropolitan areas and the creation of potential cross-border inter-regional services. The evidence shows how both levels of service and potential economic impacts have been much less pronounced in these intermediate areas. Such areas have been affected both by a failure to see greatly improved direct access to major cities other than within their own countries and a lack of new cross-border inter-regional services. The paper argues that the creation of the high-speed rail TEN-T has not met the primary objectives of reducing regional disparities in accessibility or reducing the effect of national borders on regional integration. To achieve this requires not just infrastructure provision but an appropriate regulatory framework for service provision and accompanying measures at the local level.

Keywords: High-speed rail; Regional development; Station location; Border regions

- Albalade, D. Bel, G. Fageda, X. January 2015. Competition and cooperation between high-speed rail and air transportation services in Europe, *Journal of Transport Geography*, Volume 42, Pages 166-174, ISSN 0966-6923, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.07.003>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692314001513>)

Abstract: New high-speed rail (HSR) lines may have an enormous influence on the provision of air services. The attention has been devoted to competition between both transportation modes but in some cases HSR services may also have an intermodal complementary role with air transportation. By taking a supply oriented empirical analysis, we study the impact of HSR on air service frequencies and seats offered by airlines in large European countries. We emphasize the distinction between routes with and without a hub airport as an endpoint and we also examine the influence of the location of the HSR station. We generally find direct competition between HSR and airlines, but we also provide some evidence that HSR can

provide feeding services to long haul air services in hub airports, particularly in hub airports with HRS stations.

Keywords: High-speed rail; Airlines; Competition; Cooperation

- D'Alfonso, T. Jiang, Ch. Bracaglia, V. April 2015. Would competition between air transport and high-speed rail benefit environment and social welfare?, *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 74, , Pages 118-137, ISSN 0191-2615, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2015.01.007>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191261515000181>)

Abstract: We develop a duopoly model to analyze the impact of air transport and high-speed rail (HSR) competition on the environment and social welfare. We show that the introduction of HSR may have a net negative effect on the environment, since it may result in additional demand, i.e., there is a trade-off between the substitution effect and the traffic generation effect. Furthermore, if environmental externalities are taken into account when assessing social welfare, the surplus measure may be higher when only air transport serves the market than when the two modes compete. When the airline and the HSR operator decide frequencies, the airline reduces the aircraft size in order to keep load factors high while offering lower frequency and carrying fewer passengers. In these circumstances, the introduction of HSR may be beneficial to the environment on a per seat basis only if the market size is large enough. When the HSR operator decides speed, it has incentive to keep it at the maximum level in order to reduce travel time. When the increase in the emissions of HSR due to the increase in the speed of the train is sufficiently high, the overall level of emissions grows after the introduction of HSR. Therefore, there can be a trade-off between the attractiveness of the service due to reduced travel time and the effects on the environment.

Keywords: High-speed rail; Airlines; Competition; Environment; Frequency; Speed

- Gutiérrez Gallego, J.A. Naranjo Gómez, J.M. Jaraíz-Cabanillas, F.J. Ruiz Labrador, E. E. Su Jeong, J. A methodology to assess the connectivity caused by a transportation infrastructure: Application to the high-speed rail in Extremadura, *Case Studies on Transport Policy*, Available online 7 July 2015, ISSN 2213-624X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cstp.2015.06.003>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X15300043>)

Abstract: High-speed rail (HSR) affects enormously on the territory and provokes intense socio-economic dynamics because it articulates the territory according to the distribution of the accessibility in the settlements. Thus, the easier it would be the access of the residents from a city to another, the better it would be its opportunities of socio-economic development.

These effects motivated by the different degree of accessibility produced in the territory are more acute in the less developed regions. In this regard, this work proposes a methodology applicable not only to any place in general, but in this particular case also to Extremadura because this region is the least developed in Spain.

This methodology in which importance resides that it is applicable before the physical implantation of the HSR in the territory allows to achieve the following objectives: delivers a judgment if the distribution of the population which will accede to the HSR is balanced, shows the future hierarchical organization of the territory in more or less favoured zones

and determines the degree of connection of the region on a national scale with Spain and an international scale with Portugal.

This paper is based on the use of tools for network design and the geographic information systems (GIS) and proposes a new indicator of absolute accessibility parameters application, together with the exploitation of information use of the descriptive statistics.

The obtained results show how the isolated areas, without adequate access to high-speed service, are going to continue to exist although it diminishes the lack of equity in the different zones of Extremadura, which is the object of study.

Keywords: High-speed rail; Accessibility; Geographical information systems; Regional dissymmetry; Tunnel effect

- Zhang, J. Analysis on line capacity usage for China high speed railway with optimization approach, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 77, July 2015, Pages 336-349, ISSN 0965-8564, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.022>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856415001081>)

Abstract: The purpose for the analysis of capacity usage is to utilize the rail infrastructure in a more efficient and practical way. The practical and theoretical challenge of the rail capacity is its dynamics and uncertainty, which are common in China and elsewhere. Based on the capacity balance, a train service-demand intention set (TSDIS) at High-Speed Rail (HSR) line ($t@I$ -TSDIS) is defined, which takes the number of trains, the average speed, the heterogeneity and the stability as the core elements for the capacity usage. For dynamics and uncertainty, we update the norm for capacity measure as the time needed to fulfill the task list $t@I$ -TSDIS. Then we develop the objectives and constraints for the Mathematical Program for Line Capacity (MPLC), which aims at minimization of heterogeneity and running time as well as maximization of reliability. For solving MPLC, the Pareto Archived Evolutionary Strategy (PAES) and fuzzy logic penalty function are introduced. Furthermore we propose a rolling optimization tactic oriented by the practical problem, which combines the improved Pareto Archived Evolutionary Strategy (iPAES) with an interactive technique. In a case study, we apply the proposed ideas and methodology to Beijing-Shanghai HSR (BS-HSR) line much closer to the railway practice. By using the computer language C# to compile the Console program, Pareto optimized results for MPLC are achieved, including the standard and practical values for the heterogeneity indices, reliability indices and running time indices. We also discuss the sensitivity of the heterogeneity index. This research demonstrates that it is useful to analyze the line capacity usage for China HSR with the proposed optimization approach.

Keywords: Rail capacity usage; China high speed rail (HSR); Mathematical Program for Line Capacity (MPLC); Improved Pareto Archived Evolutionary Strategy (iPAES); Interactive method; Rolling optimization strategy

- Nash, C. When to invest in high speed rail, *Journal of Rail Transport Planning & Management*, Volume 5, Issue 1, May 2015, Pages 12-22, ISSN 2210-9706, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrtpm.2015.02.001>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210970615000037>)

Abstract: This paper starts by a general review of the costs and benefits of high speed rail, of how they are measured in cost-benefit analysis and of the circumstances in which benefits may be expected to exceed costs. Two approaches are taken to the latter; first,

examining models in which values of key parameters are varied to see in what circumstances benefits exceed costs, and secondly looking at the limited evidence from ex post studies, mainly for France and Spain. We then turn to British experience of the appraisal of HS2 - the proposed line linking London to Birmingham, Manchester and Leeds. It is concluded that the main factors determining economic success for high speed rail projects are construction costs, value of time saving per passenger and traffic volume and degree of congestion of existing transport networks. The biggest uncertainty regarding the case for high speed rail surrounds the possibility of wider economic benefits.

Keywords: High speed rail; Investment; Appraisal

- Krishnan, V. Kastrouni, E. V. Pyrialakou, D. Gkritza, K. McCalley, J.D. An optimization model of energy and transportation systems: Assessing the high-speed rail impacts in the United States, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 54, May 2015, Pages 131-156, ISSN 0968-090X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trc.2015.03.007>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X15000868>)

Abstract: This paper presents a long-term investment planning model that co-optimizes infrastructure investments and operations across transportation and electric infrastructure systems for meeting the energy and transportation needs in the United States. The developed passenger transportation model is integrated within the modeling framework of a National Long-term Energy and Transportation Planning (NETPLAN) software, and the model is applied to investigate the impact of high-speed rail (HSR) investments on interstate passenger transportation portfolio, fuel and electricity consumption, and 40-year cost and carbon dioxide (CO₂) emissions. The results show that there are feasible scenarios under which significant HSR penetration can be achieved, leading to reasonable decrease in national long-term CO₂ emissions and costs. At higher HSR penetration of approximately 30% relative to no HSR in the portfolio promises a 40-year cost savings of up to \$0.63 T, gasoline and jet fuel consumption reduction of up to 34% for interstate passenger trips, CO₂ emissions reduction by about 0.8 billion short tons, and increased resilience against petroleum price shocks. Additionally, sensitivity studies with respect to light-duty vehicle mode share reveal that in order to realize such long-term cost and emission benefits, a change in the passenger mode choice is essential to ensure higher ridership for HSR.

Keywords: National infrastructure planning; Energy and transportation infrastructure optimization; Multimodal passenger transportation; High-speed rail; Sustainability; Resilience

- Delaplace, M. Dobruszkes, F. From low-cost airlines to low-cost high-speed rail? The French case, *Transport Policy*, Volume 38, February 2015, Pages 73-85, ISSN 0967-070X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.12.006>.

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X15000025>)

Abstract: This paper explores OUIGO (pronounced 'we go'), the low-cost high-speed rail (HSR) service launched by the French state-owned railways in April 2013. In this exploration, we (1) compare OUIGO with the traditional French HSR and the low-cost airlines (LCAs), and (2) analyse fares proposed by OUIGO and its competitors. We thus analyse the new service in terms of production conditions, communication, marketing, booking, network geography, at-terminal and on-board experience and fares. We find that the railway industry's constraints (including market regulations, technical rigidities and incumbent employment

relations) affect the OUIGO business model, which appears as a hybrid between LCAs and traditional French HSR carriers, although fares can be very attractive indeed.

Keywords: Low-cost airlines; High-speed rail; Low-cost high-speed rail; Intermodal competition; France

TESIS DOCTORALES

Título: ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN Y CAMBIO DEL SISTEMA FERROVIARIO EN ESPAÑA (1992-2012)

Autor: Soria Cáceres, Carlos Hugo

Universidad: VALLADOLID

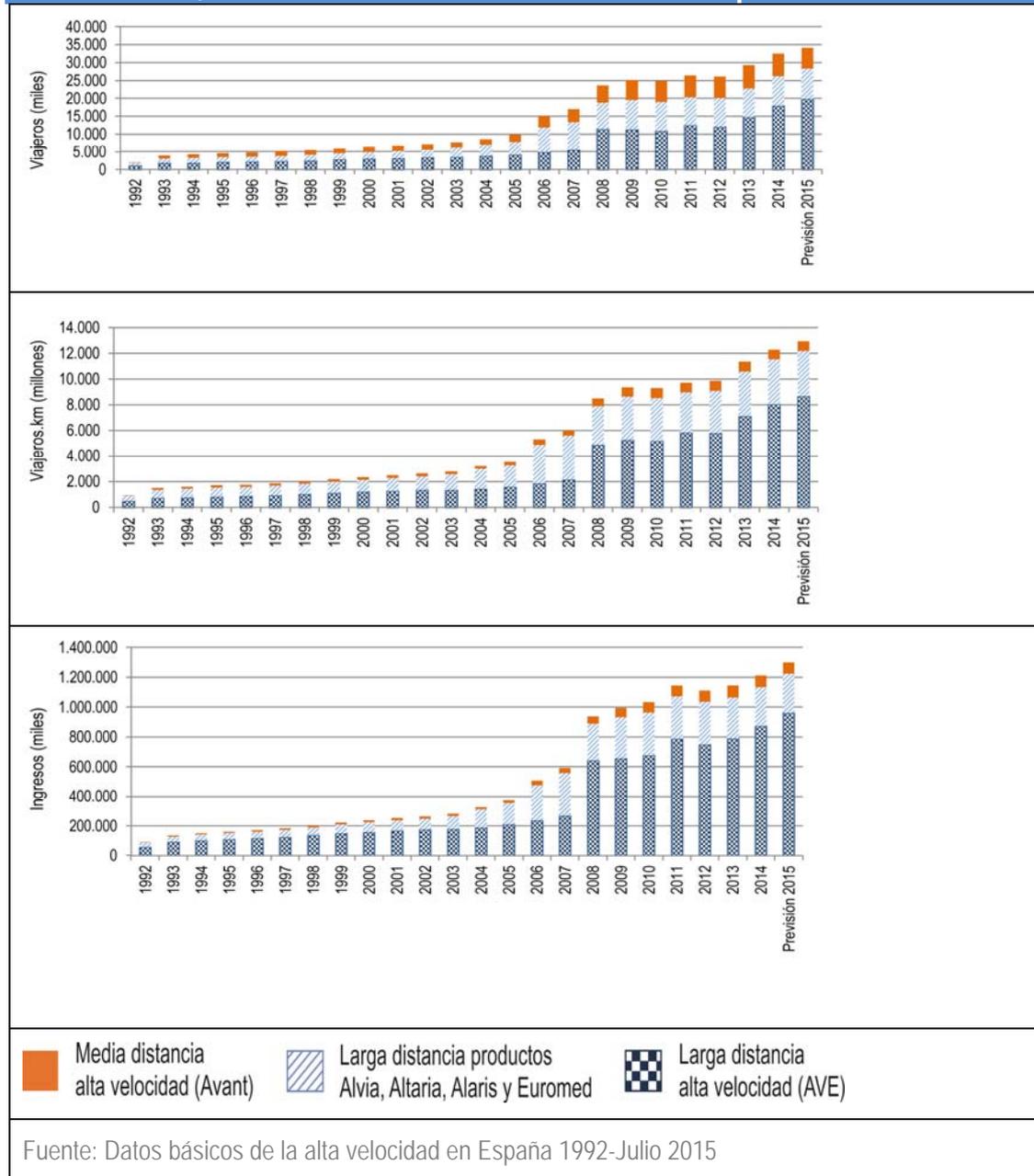
Departamento: GEOGRAFIA

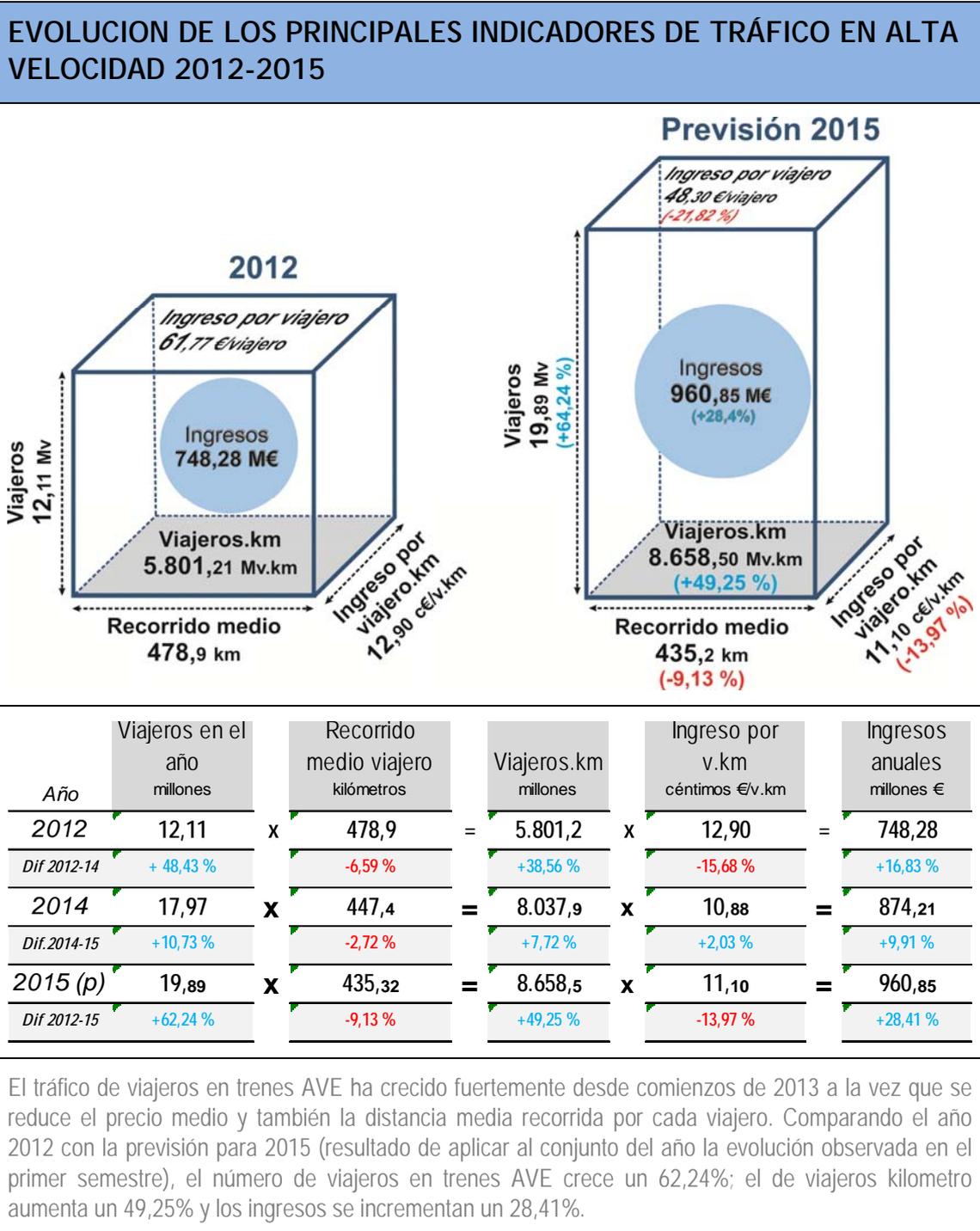
Fecha de Lectura: 23/07/2015

El ferrocarril ha sido desde su invención en el s. XIX un importante componente del territorio, protagonizando una relación densa y productiva a través de distintas etapas. La implantación del ferrocarril impuso un nuevo concepto en las relaciones espacio-tiempo gracias principalmente a la superación de distancias, el aumento de la velocidad y el desplazamiento de volúmenes de personas y mercancías hasta ese momento impensables. Ello transformó las dinámicas socioeconómicas y la morfología de muchos territorios y los impactos derivados tuvieron mayor incidencia en las ciudades, que hubieron de adaptar parte de su estructura a la nueva realidad ferroviaria. Actualmente este proceso de transformación y dinamización se repite cíclicamente con el incipiente impulso de las redes de alta velocidad. Las implicaciones sociales, económicas y territoriales de esta transformación han sido particularmente destacadas en países como España, donde se asiste desde hace más de dos décadas a una profunda revisión de la estructura territorial y planificación del transporte en función del desarrollo de este nuevo sistema ferroviario. Los medios de comunicación han tenido un papel muy destacado en esta transformación, puesto que han acompañado los cambios desde el sistema ferroviario convencional al de alta velocidad. Hoy día, y al igual que sucediera en sus inicios, el ferrocarril vuelve a ser una importante referencia y fuente de información canalizada a través de distintas estrategias de comunicación en los medios. Éstos actúan como portavoces del proceso hacia la sociedad, configurando una realidad mediática específica en torno a la alta velocidad ferroviaria. En esta investigación se plantea un análisis del ferrocarril bajo una doble perspectiva: por una parte como elemento territorial de primer orden y, por otra, como hecho mediático que suscita la atención de los medios, que lo comunican con una intención informativa y propagandística.

DATOS SOBRE ALTA VELOCIDAD

Realización: Grupo de estudios de Geografía y Tráficos Ferroviarios, Fundación de los Ferrocarriles Españoles.





REVISTA DE PRENSA Y BLOGS

Dos recientes informes de FEDEA y una presentación de Gines de Rus, han provocado un aluvión de informaciones haciéndose eco de las principales conclusiones de esos informes, y también algunas voces -expresadas en blogs- discrepantes con las publicaciones de referencia. Se recoge una muestra de estos textos.

En esta "Revista de Prensa y Blogs" se recogen algunas de las opiniones de uno y otro signo consideradas más relevantes, destacando que éstas expresan, exclusivamente, la opinión de sus autores y nunca las de la "360.revista de alta velocidad o su editora."

¿Qué hacer con el tren?

Ofelia Betancor y Gerard Llobet, El Mundo, 20 de abril de 2015

Recientemente hemos publicado para la Fundación de Estudios de Economía Aplicada (Fedea) un trabajo en el que calculamos la rentabilidad financiera y social de la alta velocidad ferroviaria en los cuatro corredores en los que opera en nuestro país. Sus resultados muestran, como muchos estudios anteriores, que el AVE no ha sido una buena inversión para la sociedad española.

Nos gustaría destacar que no somos ni defensores ni detractores de la alta velocidad, simplemente somos defensores de que la inversión del dinero de todos se evalúe con el rigor con que se hace en otros sitios. Este ha sido nuestro objetivo: evaluar las inversiones de AVE en España aplicando el análisis económico y haciendo el mejor uso de la información disponible y de manera consistente con la práctica internacional. Para ello, hemos utilizado la metodología de evaluación recomendada por la Unión Europea para la realización de análisis coste-beneficio de proyectos y políticas públicas. La evaluación económica basada en elementos objetivos ayuda a tomar decisiones más informadas y así distinguir entre proyectos buenos y malos. Permite responder a preguntas como las siguientes: ¿Deberíamos invertir en aeropuertos, carreteras o ferrocarriles? Y, en este último caso, ¿mejorar la línea convencional, hacer líneas de alta velocidad o mejorar la red de mercancías? Se trata de ver el diseño de los proyectos de transporte no como un fin sino como la búsqueda de la mejor manera de resolver los problemas existentes (congestión, falta de conexiones, elevada accidentalidad, etc.) sin apostar por un medio en particular, sino buscando aquel que sea mejor en cada circunstancia. El análisis económico es una herramienta mucho más útil

para la toma de decisiones de inversión que el criterio subjetivo de difícil cuantificación que se esgrima en cada caso.

No hay nada malo en la tecnología del tren de alta velocidad y la experiencia de otros países nos muestra que puede ser una inversión rentable bajo las condiciones adecuadas, como la conexión entre grandes ciudades con carreteras y aeropuertos congestionados. Desgraciadamente, en España no se dan ninguna de esas condiciones. El análisis financiero y social que nosotros hemos llevado a cabo indica que en ningún corredor se cubre el coste de la inversión (que globalmente se acercaría a los 50.000 millones de euros), y que, por tanto, estas inversiones no son rentables ni para las empresas ni para la sociedad. Esta conclusión ha generado un importante debate que esperamos contribuya en el futuro a un mejor diseño de la política de infraestructuras en España.

Una primera pregunta es si debería importarnos si el AVE es financieramente rentable para el Estado. ¿No deberíamos preocuparnos únicamente de la rentabilidad social? En realidad, la rentabilidad social y la financiera están relacionadas. Evidentemente, sólo los proyectos que presenten una rentabilidad social positiva deben ser considerados. Sin embargo, en presencia de restricciones presupuestarias puede que incluso los mejores proyectos no se acometan. Por tanto, poder disponer del análisis financiero nos ayuda a tomar mejores decisiones, más aún en contextos de crisis y restricciones presupuestarias. Se trata, por tanto, de identificar, en primer lugar, entre todos los posibles proyectos aquellos que mejor resuelven un mismo problema para la sociedad; en segundo lugar, se trata de saber qué peso imponen sobre las arcas públicas y determinar si nos lo podemos permitir, sobre todo, cuando en muchos casos la alta velocidad compite con alternativas como el avión que ya cumplían un propósito parecido.

Es evidente que la mayoría de los usuarios del AVE están satisfechos con la calidad del servicio obtenido e incluso con la relación calidad-precio.

Cualquier economista respondería en la misma línea, aunque seguramente preguntándose a continuación por el coste de oportunidad, o lo que es igual, por otros usos de ese dinero a los que hemos renunciado como sociedad para poder disponer de servicios de alta velocidad. Desgraciadamente, este coste de oportunidad no es un coste del que podamos olvidarnos. Sus consecuencias se manifiestan todos los días y persistirán en el tiempo. Esta idea de que "nada es gratis" es fácil de entender. Basta con que nos preguntemos si preferimos viajar en AVE un par de veces al año (si es que es el caso) o, por ejemplo, acceder a la atención sanitaria especializada sin problemas ni demoras. Poner de manifiesto las alternativas a las que renunciamos aporta otra dimensión que a menudo se olvida y que es muy relevante en el debate.

Creemos que para evitar discusiones estériles y basadas en posiciones meramente ideológicas es imprescindible aportar toda la transparencia posible. Nuestro trabajo está disponible en la página de Fedea para quien quiera leerlo, comentarlo y criticarlo sobre la base de los supuestos, datos y metodología que hemos empleado. Como es habitual en el mundo de la investigación, el debate a ese nivel es enriquecedor porque permite mejorar la calidad de nuestros resultados. Sin embargo, el debate hasta el momento se ha movido mayoritariamente en el campo de la política donde cualquier argumento es útil si permite sostener una posición ideológica, independientemente de que tenga base científica alguna. No es así como se toman las mejores decisiones.

Entre los argumentos esgrimidos hasta ahora hemos oído hablar del AVE como una inversión que mejora la cohesión territorial, la vertebración del país, promueve el crecimiento económico y genera empleo. En los casos en que son efectos cuantificables no se ha aportado evidencia alguna y, de hecho, los estudios que existen apuntan a que de existir estos efectos serían pequeños o incluso podría ir en la dirección contraria. En otros casos, como con la idea de cohesión territorial, no tenemos claro lo que significan. ¡Pero si ni siquiera en la Unión Europea nos hemos puesto de acuerdo en cuanto a su definición! Es más, España es el segundo país del mundo, después de China, en kilómetros de alta velocidad. ¿Acaso somos los dos únicos países que necesitamos cohesión territorial? ¿Y desde cuándo la cohesión territorial significa que todos los ciudadanos deban tener exactamente lo mismo y no que deban tener las mismas

oportunidades? ¿El que no vaya a haber AVE significa que las islas y las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla no estarán cohesionadas con el resto del territorio?

Además, muchos de los supuestos beneficios adicionales del AVE ya están contabilizados en nuestro análisis. Por ejemplo, si sube el precio de las viviendas cercanas a las estaciones de tren, este efecto no es adicional a los ahorros de tiempo del AVE sino simplemente su reflejo, su materialización. Este ejemplo ilustra que hay que conocer bien la metodología para no incurrir en la doble contabilización cuando nos movemos en el terreno de efectos económicos indirectos y adicionales. En estos últimos suelen englobarse los impactos sobre el empleo y los denominados efectos multiplicadores. Sin embargo, resulta que estos impactos los tendría cualquier inversión. Incluso si regalamos el dinero o si hacemos una infraestructura en medio de la nada habría efectos multiplicadores. La pregunta que debemos hacernos es ¿para qué?, ¿cuál es el sentido? Recurrir a este tipo de argumentos sin la conveniente justificación metodológica puede ser el reflejo, por un lado, del desconocimiento de la metodología de evaluación; o, por otro, porque se usa como justificación comodín cuando existen serias dudas sobre la rentabilidad real del proyecto.

Pero, ¿qué hacemos con el AVE? Nuestro trabajo no aboga por cerrar las líneas ya existentes en España, como algunos han dicho. Lo que nos indica este informe es que hay que hacer un estudio serio de todas las líneas en construcción y planificación y determinar si éste es el mejor uso del dinero público. Si nos preguntaran qué preferimos y se pusiera de manifiesto el verdadero coste de oportunidad de la inversión en AVE, seguramente veríamos este tema desde otra perspectiva. Saber que el tren de alta velocidad no es rentable debería permitir que ese dinero se empleara en promover otras políticas que aumenten el bienestar de los ciudadanos como la mejora de la educación, las políticas activas de empleo, la investigación u otras infraestructuras cuyo efecto sobre el desarrollo haya sido contrastado. Ese debe ser nuestro objetivo. □

Ofelia Betancor es profesora titular del Departamento de Análisis Económico Aplicado de la Universidad de Las Palmas y Gerard Llobet es profesor de Economía en el CEMFI.

Descarga del documento:

<http://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2015-08.pdf>

Rentabilidad nula del AVE, ¿y ahora qué?**Un estudio plantea parar las obras no concluidas. “Ninguna línea de AVE debería haberse construido en España”, según FEDEA***Bolsamanía, 27 de marzo de 2015*

“Ya que está la red, usémosla”. Descorazonadora y, sobre todo, muy penosa económicamente es esta conclusión cuando se habla de la Alta Velocidad ferroviaria española. Pero es a la que llegan los expertos de la Fundación de Estudios de Economía Aplicada-FEDEA tras un análisis de infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias en España, donde plantean si compensa seguir poniendo en funcionamiento nuevas líneas, después de que ninguna de las que operan hayan sido rentables y no se prevea que lo sean ni en 50 años.

Según las previsiones para este 2015 del ministerio de Fomento, el AVE llegará a Cádiz, Granada, Murcia, Castellón, Extremadura (Mérida, Badajoz y Cáceres), Salamanca, Zamora, Burgos, Palencia, León, Oviedo, Vigo y Pontevedra. Más de una quincena de ciudades se beneficiarán de una red de Alta Velocidad que para los expertos de la Fundación de Estudios de Economía Aplicada-FEDEA que no solo no es rentable económicamente, sino que supone un coste para los contribuyentes que no se puede justificar ni con razones sociales.

El equipo de Ginés de Rus, de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, ha calculado además de la cuenta financiera de los corredores de AVE que ya existen, su cuenta social y, en ningún caso, ha obtenido rentabilidad alguna en las actuales líneas de Alta Velocidad de España. Por lo tanto, la conclusión drástica es que ninguna línea de AVE en España es rentable, ni económica, ni socialmente.

Se da la paradoja de los costes hundidos: si no está hecho es evitable, pero si ya está hecho...

En términos económicos, “porque no hay demanda. No es un problema de costes, porque en España construimos más barato que en otros países, pero no hay viajeros”; y sociales, porque el AVE no resuelve un problema de movilidad de los ciudadanos, ya que la red de aeropuertos es sustitutiva, no complementaria.

Demanda

Por ejemplo, líneas de igual distancia con costes parecidos tienen demandas totalmente

diferentes en otros países. La red completa de alta velocidad en España registra 25 millones de

viajeros al año, la misma cifra que el trayecto París- Lyon en solitario.

La cuenta financiera, esto es, el porcentaje de la inversión cubierto con los ingresos por pasajero, haciendo una proyección optimista a 50 años de la demanda, asciende en la línea más rentable, la Madrid-Barcelona al 45,94%. Es decir, que en la línea más eficiente, los ingresos no cubren ni la mitad de los costes en 50 años. Otras redes, arrojan una cuenta financiera mucho más deficitaria: Madrid-Andalucía, 11,37%; Madrid-Valencia, menos del 10%; y en la Madrid-Norte, donde aún quedan tramos por inaugurar, los ingresos de los pasajeros no dan ni para cubrir los costes.

Aeropuertos no complementarios, sino sustitutivos

“Hemos construido dos sistemas sustitutivos, que no son complementarios en absoluto. No llevan mercancías, se ejecuta el tráfico entre ciudades con dos sistemas alternativos y públicos, hay un exceso de capacidad y una duplicidad impresionante”, explica de Rus, que recuerda las elevadas cifras de deuda de ambas empresas: ADIF, 18.000 millones de euros; AENA, 10.000 millones.

En este punto, de Rus destaca la bipolaridad en las decisiones sobre infraestructuras en España, porque mientras que en la red de ferrocarriles se sigue construyendo, en la de aeropuertos se ajusta y privatiza.

Costes medioambientales: tendrían que pasar 30 años de media para compensar lo destrozado

Despilfarro manifiesto, según Fedea, en el que ni siquiera se incluyen los costes medioambientales, excluidos porque la contaminación durante el periodo de construcción es tal que “tendrían que pasar 30 años de media para compensar lo destrozado”. Rus recuerda que los ahorros de CO2 que se consiguen durante la operación de los servicios de Alta Velocidad son prácticamente compensados por las emisiones producidas durante la fase de construcción. Y además, hay otro conjunto de impactos sobre el medioambiente como el efecto barrera, la ocupación de suelo, el impacto sobre las aguas subterráneas, la intrusión visual y el ruido, que también habría que incorporar en la evaluación, y que nadie ha valorado.

¿Y ahora qué hacemos?

Llegados a este punto se produce la “paradoja de los costes hundidos: si no está hecho es evitable, pero si ya está hecho... Es un argumento pernicioso pero es el que hay”, se resigna de Rus.

En Fedea instan a no seguir construyendo líneas de AVE con una demanda tan débil, y abren el debate sobre si convendría plantearse parar proyectos que todavía no están en operación porque, recuerdan tajantes y elocuentes: “Todas las líneas de alta velocidad existentes en España presentan una rentabilidad social y financiera negativa y, por lo tanto, no deberían haberse construido”.

No debería haberse construido ninguna de las líneas de AVE

Rus propone que en Renfe entre capital privado, y que la empresa privada y la pública “no sean amigos, sino colaboradores”; se redefinan los concursos y las responsabilidades del Estado en las infraestructuras que se adjudican a empresas privadas. “Tenemos un largo recorrido para mejorar en los aspectos de la relación público privada, como concesiones o privatización”. Añade además que “la planificación no deberían

hacerla sólo los políticos que después inauguran las obras, porque ya han decidido invertir en una infraestructura previa construcción, sino una agencia independiente”.

“En España, no hay política de planificación de infraestructuras (...) La evaluación económica brilla por su ausencia en las infraestructuras. Se ha ido a la parte más vistosa de que crea actividad económica, pero en Economía huimos de la parte grandilocuente y vistosa (...) Lo que hay que contar en historia económica, lo que hubiera pasado si no se hubiera hecho algo y... ¿Qué hubiera pasado sin AVE? Nada”, concluye devastador Ginés de Rus. Ángel de la Fuente, director ejecutivo de Fedea, usuario reconocido y feliz del AVE, considera la alta velocidad en España “un lujo que no nos podemos permitir (...) Una vez que están, hay que usarlas, pero no sería buena idea construir más. No hagamos más”. □

El AVE: ¿Despilfarro o racionalidad?

Antonio Serrano, Sistema digital, 16 de abril de 2015

<http://fsistema.netmadrid.com/el-ave-despilfarro-o-racionalidad/>

El 6 de abril Renfe presentaba sus resultados de 2014 y comunicaba a los medios que está diseñando un Plan Estratégico para, en sólo dos años, entrar en rentabilidad por primera vez en su historia, lo que no es novedad en históricos comunicados de Renfe, nunca materializados. Y, en paralelo, señalaba que las líneas de Alta Velocidad Ferroviaria (AVE) ganaron 9 millones de euros en 2014, aunque en su conjunto la compañía perdió 209 millones de euros en 2014, pese al aumento del tráfico registrado. Las razones que aducía la compañía para el empeoramiento de sus resultados son el aumento del canon a ADIF por el uso de las infraestructuras ferroviarias (110 millones de euros sobre 2013, lo que implica un incremento, en 2014, del 22% sobre lo pagado en 2013), el ERE realizado en la empresa (30 millones) y el proyecto de AVE a La Meca (gastos financieros de 146 millones). Pero aunque los ingresos totales de Renfe en 2014 crecieron un 5,7% (hasta 2.966,5 millones), los gastos se incrementaron en un 7% (hasta 2.751 millones), con lo que el beneficio bruto de explotación (214,6 millones) representa un descenso del 9,3% respecto a 2013.

Pocos días antes se presentaban cuatro estudios promovidos por FEDEA sobre la Alta Velocidad Ferroviaria y sobre Aeropuertos, así como unas

conclusiones que los entrelazaban, por parte del catedrático de Rus. El estudio más significativo a los efectos de este artículo es el centrado sobre la evaluación de los efectos del AVE, preparado por Ofelia Betancor (Universidad de las Palmas de Gran Canaria) y Gerard Llobet (CEMFI). En él se analizan los costes y beneficios sociales y financieros de las líneas de alta velocidad actualmente operativas en España, con resultados que pueden resumirse en que, bajo las hipótesis contempladas en ese estudio, todas las líneas de alta velocidad existentes en España presentan una rentabilidad social o financiera negativa y, por lo tanto, no deberían haberse construido.

Tras la publicación de estos estudios varias personas me han preguntado sobre la fiabilidad de los resultados de los mismos, conocedoras de mi implicación en el tema de evaluación de planes y proyectos de infraestructuras, como consultor (desde 1975 a 1981 fui director de estudios en Senda 3 elaborando para el primer Plan de Carreteras la metodología de evaluación de inversiones en la red, habiendo realizado con posterioridad estudios de evaluación de actuaciones en el campo del transporte, particularmente en el caso de Valencia y del AVE), como investigador (desde mi tesis doctoral -2008- sobre la evaluación de los accidentes de tráfico en el diseño de la red de carreteras, o los efectos del ex post del AVE), y desde la administración general del estado (director general de política territorial y urbanismo, en la realización del Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 y en la investigación ex post de los efectos de las mismas; o como Secretario general para el territorio y la

biodiversidad, 2004-2008, con particular valoración del papel de las infraestructuras en el territorio).

Y la respuesta a sus cuestiones, tras la atenta lectura de los estudios señalados, es la del acuerdo con algunos de los resultados de los mismos, aunque con importantes matizaciones, tanto metodológicas como de validez e interpretación de los resultados. Diferencias que son aún mayores con la versión de algunas de las Conclusiones planteadas por parte de Ginés de Rus, catedrático de Economía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, que textualmente señalan que: 1º). La alta velocidad en España no es ni financiera ni socialmente rentable (conclusión no aceptable con esta generalidad). 2º). La demanda es muy baja para unos costes fijos de infraestructura tan elevados (no es problema sólo de demanda y de costes fijos; hay que tener en cuenta otros factores). 3º). No resuelve ningún problema de movilidad importante. Simplemente sustituye al avión de manera ineficiente (en algunas relaciones su función principal es la sustitución del tráfico por carretera, y no sólo el aéreo). 4º) Se siguen construyendo líneas con una demanda aún más débil que las anteriores. En las últimas líneas construidas, los ingresos no permiten la cobertura de los costes variables (absolutamente de acuerdo).

Primera consideración. Los resultados comparados entre corredores son válidos.

La primera y fundamental consideración parte de la advertencia/conclusión que siempre he reiterado a mis alumnos sobre la evaluación de efectos de las infraestructuras en sus distintas versiones: evaluación económico-financiera; evaluación coste-eficacia; evaluación coste-beneficio, o evaluación multicriterio. Las metodologías que se utilizan para la evaluación tienen una validez indiscutible para definir preferencias relativas, cuando se utilizan para comparar entre alternativas a las que se puedan aplicar unas hipótesis de evolución futura homogéneas e inter-consistentes, para los largos períodos prospectivos (normalmente entre 20 y 50 años) a los que se extiende el proceso de evaluación de efectos. Esto quiere decir que los resultados comparativos que obtienen en el citado estudio para los corredores Madrid-Barcelona, Madrid-Andalucía, Madrid-Levante y Madrid-Norte (que suman más del 70% del tráfico registrado por Renfe y cerca del 60% de la inversión contabilizada por ADIF, Fomento y la propia Renfe) son perfectamente válidos en términos relativos. Es decir, la actuación más lógica es la del corredor Madrid-Barcelona con las hipótesis consideradas, aunque sean muy discutibles, como luego veremos, las cifras de

que sólo recupera a largo plazo el 46% de los costes de inversión, en términos financieros, y el 79,6% del coste social de la inversión; le seguiría en racionalidad (o irracionalidad) el corredor Madrid-Andalucía (con cifras del 11% y 45%, respectivamente); en tercer lugar estaría el de Madrid-Levante (con cifras del 10% y 42%, respectivamente) y, por último, se situaría el de Madrid-Norte, en el que la explotación sería deficitaria (el coste para las arcas públicas crecería cada año con su explotación) y, considerando los beneficios sociales no se llegaría más allá de una recuperación del 19% de las inversiones realizadas.

Hay que matizar que pequeños cambios en las hipótesis consideradas en el estudio podrían modificar el orden de preferencia entre los corredores Madrid-Andalucía y Madrid-Levante, pero, básicamente manteniéndoles en niveles semejantes en sus resultados. Por lo tanto, acuerdo con los resultados relativos encontrados que, por otra parte, son consistentes con el sentido común (población y renta de los orígenes-destinos de la población) y con los resultados a los que nos hubiera llevado un simple modelo gravitatorio de los que se usaban en el siglo XIX para prever las relaciones de transporte.

Segunda consideración. La escasa consistencia del valor actual neto o de las tasas de retorno de los estudios de evaluación de infraestructuras de efectos significativos a largo plazo.

Si los anteriores resultados relativos intentan validarse en términos absolutos para cada actuación, y con ello justificar la afirmación de que ninguna de las líneas ferroviarias de alta velocidad debería haberse ejecutado, el acuerdo ya no puede ser posible por varios motivos fundamentales. En primer lugar, fundamentalmente, por la sensibilidad de los resultados a las hipótesis de partida y, en segundo lugar, por la inmensa dificultad de hacer previsiones consistentes con lo que posteriormente suele ser la realidad, a 20 o 50 años.

Ya se ha comentado en otros artículos de esta sección que, por ejemplo, el Fondo Monetario Internacional, con equipos de prospectiva de muy alta valoración científica y modelos contrastados durante largos períodos de tiempo, han tenido errores de hasta el 3.000% en predicciones de evolución del PIB a sólo 5 años. Y cambia estas predicciones de semestre en semestre con variaciones que a veces alcanzan el 50% o el 100% para ciertos países o regiones. Por otra parte no hay que olvidar que el PIB, o la evolución del precio del petróleo –por citar sólo

otra variable fundamental para el sistema de transporte de difícil previsión futura-condicionan fuertemente la población de un territorio (migraciones) y sus relaciones de transporte con otros territorios. Una variación desde una demanda constante de transporte a una demanda con una tasa de crecimiento de sólo un 1% medio anual, a 50 años, tiene un efecto de restar una demanda acumulada de 50 veces la original al resultado de sumar $1,01 + 1,012 + \dots + 1,0150$, cuyo valor es 65,11 veces la demanda estable del primer supuesto; es decir, una diferencia de 15,11 veces la demanda inicial, lo que representa más de un 30% de la misma y de los correspondientes ingresos (suponiendo precios constantes invariables). Cifra que por sí sola da una idea de cómo los supuestos de evolución (crecimiento de la demanda, la tasa de descuento, el precio de transporte, etc.) pueden afectar a los resultados absolutos de la evaluación (valor actual neto, tasa de retorno, etc.) cuando las hipótesis afectan a periodos de prospectiva muy lejanos. A menos que la tasa de descuento que se considere para ingresos y gastos sea elevada, en cuyo caso la incidencia de los resultados a largo plazo decrece fuertemente con el aumento de esa magnitud.

Un análisis de sensibilidad sobre cómo varían valor actual neto (VAN) o tasa de retorno (TIR) de una inversión con distintas hipótesis de partida, nos muestra la posible consistencia (y por lo tanto fiabilidad) de los resultados. Consistencia que en mis experiencias como consultor e investigador se ha demostrado desgraciadamente muy reducida para los valores absolutos del VAN o de la tasa de retorno de distintas inversiones en infraestructuras de transporte. Sólo en estudios "ex-post" y una vez transcurrido un tiempo suficiente, es posible hacer estimaciones con la suficiente garantía de cómo han afectado determinadas inversiones singulares al territorio, a su economía y a la sociedad. Y una conclusión demostrada (que, por otra parte es de sentido común) es que a medida que la estructura del sistema de transporte se hace más compleja los efectos marginales de nuevas intervenciones son decrecientes, salvo en la solución de cuellos de botella en elementos estructurales básicos del sistema.

En la dirección de cuestionar los resultados de estos estudios, Renfe y el Ministerio de Fomento señalan que la reducción de las tarifas del AVE, en 2013, incrementaron la demanda y los ingresos tanto en 2013 como en 2014 (incremento del 16%, hasta los 29,7 millones de viajeros y 9 millones de euros de beneficios de explotación del AVE) y que la demanda en los próximos 5 años puede llegar a duplicar los volúmenes actuales de demanda, perspectivas

difícilmente asumibles con la dinámica previsible para el próximo lustro en España, aún en el supuesto de que entraran en funcionamiento todas las ampliaciones previstas para el 2020, muchas de las cuales van a aportar incrementos marginales a la demanda total. También señalan que estudios relativamente recientes sobre el AVE Madrid-Valencia u otros anteriores (de la Fundación de Ferrocarriles, INECO, etc.) llegan a resultados muy distintos de los publicados por FEDEA y tienen toda la razón.

¿Están todos estos estudios mal hechos o son los publicados por FEDEA los incorrectos? Pues lo cierto es que ni unos ni otros son incorrectos. Sus muy diferentes resultados se basan en distintas hipótesis de futuro y lo único que demuestran es la anterior conclusión señalada: la consistencia en términos absolutos de estos estudios es muy reducida (llevan a muy distintos resultados según las hipótesis asumidas).

Como conclusión, desde el punto de vista económico es difícil precisar si efectivamente el mejor corredor (Madrid-Barcelona) terminará siendo rentable desde la perspectiva económico-financiera (depende de la que finalmente sea la demanda futura, del diferencial de costes de una electricidad crecientemente renovable respecto al petróleo, de la imputación de costes obligada por la UE por emisiones de gases de efecto invernadero que finalmente imponga la lucha contra el cambio climático/calentamiento global, del valor diferencial del tiempo de transporte y de los accidentes de tráfico que se quiera asumir, etc.). Pero, en todo caso, incluso en el mejor de los supuestos, esa rentabilidad económico-financiera para las explotadoras no va a ser muy elevada (¿mejorará si finalmente entran en el servicio empresas privadas como Ryanair?); y en términos sociales, si se considera que los beneficiados/usuarios de los servicios del AVE no afectan precisamente a la población en riesgo de pobreza o a la que por sus niveles de renta tiene una movilidad anual mínima y restringida al ámbito metropolitano, no puede valorarse que esta actuación haya ayudado mucho a la cohesión social. Por supuesto, el resto de corredores muy previsiblemente tendrán resultados peores.

Lo que no justifica la valoración implícita que subyace en los trabajos de los equipos canarios al destacar la negativa incidencia del AVE sobre la demanda de transporte aéreo. Porque las inversiones que favorecen este sistema aéreo de transporte son socialmente todavía menos cohesionadoras que las del AVE (tipología de usuarios) y los beneficios de su explotación, en principio, inciden fundamentalmente sobre multinacionales privadas, lo que no obsta para

que las pérdidas de beneficios y beneficiados por demanda transferida de uno a otro modo, también deba considerarse en la evaluación. Al igual que debe hacerse con la mejora de la calidad de un servicio de transporte que, sin duda alguna, el AVE ha proporcionado a los usuarios, nuevos o tradicionales del ferrocarril, que pueden asumir las tarifas del AVE. Los autores, canarios, están acostumbrados a una valoración muy positiva del avión (fundamental para las relaciones de transporte de unas islas) y quizás no tengan una experiencia profunda (por edad y residencia) en el cambio que ha significado el AVE para la calidad del viaje en relaciones de transporte terrestre de aquellos usuarios que pueden afrontar las tarifas del AVE, que eran usuarios de la carretera y han sido transferidos a este modo; ni para usuarios del ferrocarril tradicional, desviados al AVE; o para los usuarios del avión que cada viaje en el mismo era un auténtico suplicio, y encuentran en el AVE una alternativa en tiempo de viaje y precio competitiva.

¿Justifica todo lo señalado la inversión pública, o ésta sólo ha servido para alimentar un lujo sobredimensionado de los españoles, sufragado en gran parte con impuestos de nuestros socios europeos como señalan algunos de los Gobiernos de la UE o miembros de la propia Comisión Europea?

Tercera consideración. La rentabilidad económica financiera es sólo uno de los aspectos a tener en cuenta en las decisiones de actuación pública.

Cuando se analizan “ex-post” los resultados de una actuación infraestructural significativa es imprescindible comprender la historia de su creación y evolución, enmarcando en la misma los errores y aciertos, ventajas y desventajas, beneficios y costes registrados, que son los que pueden validar, o invalidar socialmente, las decisiones adoptadas. Ni todo es medible en euros (mucho menos la mayoría de los costes y beneficios sociales que se cuantifican en estos estudios, para los que la sensibilidad de los resultados es altísima: por ejemplo el tiempo de viaje) ni sus valoraciones unitarias (accidentes, tiempo de viaje, emisiones de CO₂, etc.) son unívocas ni indiscutibles; por no hablar de que los beneficiados o perjudicados de, por ejemplo, una inversión en el sistema aéreo o en el transporte de cercanías son radicalmente distintos; y que la priorización de inversiones de uno u otro tipo también tienen importantes consecuencias en los equilibrios sociales y territoriales. Lo que refuerza lo señalado en epígrafes anteriores en el sentido de que estos estudios de evaluación no deberían utilizarse más allá de la comparación de preferencias en la

toma de decisiones entre alternativas de resultados comparables bajo las mismas hipótesis y escenarios de futuro. Es decir, sirven para ordenar-priorizar inversiones pero no para “justificar” una inversión en particular, ya que esta justificación siempre va a ser posible “asumiendo las hipótesis adecuadas”. No es la metodología la que falla, sino, en su caso, la falta de honradez de los técnicos que se avienen a esta justificación, sin considerar la gama de escenarios futuros previsibles que permitan valorar el campo de rentabilidad (o irrentabilidad) socioeconómica y de adecuación (o inadecuación) multicriterio de una actuación a los objetivos perseguidos con la misma.

Dicho esto, para valorar la racionalidad o irracionalidad de las decisiones adoptadas respecto al AVE, necesariamente nos hemos de remontar a la década de los ochenta, en la que el ferrocarril en España seguía una dinámica tremendamente regresiva, tanto en viajeros como en mercancías, con un horizonte futuro en el que no era impensable su desaparición, o absoluta marginalización en el sistema de transporte; como, en la práctica, ha terminado casi ocurriendo en el tráfico de mercancías. El tráfico remanente se concentraba en escasos corredores y ámbitos (cercanías) y, paradójicamente, en dos de los principales corredores de demanda - Despeñaperros, en el de Madrid-Andalucía, y Valencia-Tarragona en el del Mediterráneo- eran imprescindibles actuaciones para resolver los graves cuellos de botella existentes.

La variante de Ciudad Real fue la solución propuesta al primer cuello de botella. Y el aprovechar la nueva línea para convertirla en Alta Velocidad una decisión que, junto a las actuaciones en cercanías, iban a significar un vuelco en la situación del ferrocarril en España, y una vuelta a su relevancia en el sistema de transporte. Aprovechar el reto de la Expo de Sevilla para forzar la realización de esta línea en un tiempo record y el éxito en esta misión, junto a la indudable propaganda que significó su puesta en funcionamiento para dicho evento, tuvieron un valor inapreciable para eso que ahora se llama la “marca España”, y para la valorización de las empresas constructoras españolas en el sector. Aspectos ambos que se podrían evaluar monetariamente, con fiabilidad similar a la de otros efectos externos, a través del uso de precios sombra, pero que no suelen integrarse en los análisis al uso.

No obstante, no todo fue positivo en el marco señalado y algunas de las decisiones que se adoptaron están arrastrando consecuencias muy negativas. Así, por desgracia, se adoptó la decisión de utilizar el ancho europeo en una línea a cientos de kilómetros de la red europea

que utiliza ese ancho, pese a las opiniones de muchos de los expertos que nos oponíamos a ese sinsentido. Significaba crear un nuevo ancho en la red ferroviaria española con los problemas graves de explotación que iban a ir materializándose poco a poco (imposibilidad de uso de la infraestructura y material disponible, obligación de explotación separada, ...) cuando estaba claro que la conveniente adaptación del ancho español al europeo (recomendable para toda Europa, a la vez que la homogeneización de las tensiones en la red eléctrica, los mecanismos y sistemas de señalización y seguridad, etc.) debía hacerse incrementalmente, empezando por la frontera francesa y en sus conexiones a los puertos de Bilbao y Barcelona, pero no tenía ningún sentido empezar por el tramo Madrid-Sevilla. Según se fuera extendiendo la adecuación al ancho europeo desde Francia, se podrían ir trasladando hacia el interior los puntos de cambio de ancho, haciendo valer la experiencia ya existente en España en esos mecanismos de transformación de anchos para trenes y vagones.

El segundo error fue que la sobre-dedicación de las inversiones al AVE y la mucha más justificada socialmente a las cercanías, relegaron las imprescindibles inversiones propiciadoras del tráfico de mercancías a larga distancia (que no podía circular por una red de alta velocidad que se había hecho incompatible con este tráfico) y a su conexión adecuada con los principales puertos de España.

Hubo un tercer error menos comprensible en la definición de las prioridades de las actuaciones. En vez de elegir el itinerario Madrid-Valencia-Barcelona como segunda gran actuación en la red de AVE, se optó por el Madrid-Zaragoza-Barcelona, cuando un estudio elemental de la demanda previsible en uno y otro caso demostraba la clara prioridad del primero desde la perspectiva de la sostenibilidad económica. Y los análisis correspondientes dejaban claro que pocos corredores más iban a tener una demanda que pudiera justificar su ejecución en ese marco creado con la opción por el ancho europeo para el AVE, en el que se necesitaban nuevas infraestructuras para el mismo, a la vez que las mercancías y las relaciones de viajeros tradicionales tenían que seguir transitando por las antiguas infraestructuras, que había que seguir manteniendo y reponiendo. El corredor Lisboa-Madrid-País Vasco-París quedaba como una posibilidad que necesitaría años de maduración y una decisión fuerte por parte de la Unión Europea para su financiación. Sin embargo, se adoptó la decisión política de crear una nueva, compleja y diferenciada red ferroviaria radial de AVE, nuevamente primando

la centralidad de Madrid (por otra parte el mayor generador de demanda) con la ilógica pretensión (manifestada explícitamente por Aznar) de que se accediera desde todas las capitales de provincia a la red, transformando ésta en una especie de equipamiento territorial básico, con una incomprensión absoluta del sentido y función de las infraestructuras y servicios de los sistemas de transporte.

La cosa empeoró en esta borrachera de inversión en la alta velocidad con la creación de ramales absolutamente incomprensibles, la apertura de servicios que posteriormente hubo que cerrar por la ausencia de demanda, o la decisión de subir la velocidad de diseño hasta los 350 km/h, que hacía competitivo al AVE con el avión en la relación Madrid-Barcelona, pero que hacía crecer exponencialmente los costes de mantenimiento de la red, y aumentaba de forma importante algunos de los efectos de explotación del servicio. Nuevas concesiones a "barones" regionales o para garantizar el apoyo de CiU al Gobierno de Aznar llevaron a trazados que incrementaban su coste para unir capitales provinciales regionales, con efectos sobre la demanda y el territorio que necesitarán largos plazos para materializarse, si es que llegan a hacerlo.

Los resultados se han criticado amplia y profundamente con toda razón, tanto por expertos del sector, por ecologistas, por FEDEA o por los socios europeos cuyas aportaciones a los fondos europeos (FEDER y Cohesión) en base a los que se ha financiado un porcentaje importante del coste de la red ha llevado a que España presente una dotación y exceso de capacidad de una red ferroviaria de lujo (como se califica a la alta velocidad) mucho mayor que la suya y desproporcionada a los volúmenes de demanda existentes y previsibles. La oposición de la Comisión Europea para seguir incorporando en los Fondos europeos 2014-2020 la cofinanciación de muchos tramos de la red de AVE no es ajena a estas críticas, por otra parte absolutamente fundadas: la red española, con más de 2.500 kilómetros en servicio y otros 1.200 en proyecto o construcción avanzada, es la segunda mayor del mundo, solo detrás de la china. En términos de dotación (km de red por millón de habitantes) el elevado valor de España contrasta con el de nuestros socios europeos (54 km por millón de habitantes, frente a los del segundo valor: 31 de Francia) mientras que la demanda se encuentra muy lejos de los estándares medios correspondientes europeos (11.800 pasajeros por kilómetro operativo de AVE, en España, frente a los 61.400 de Francia) por no hablar de valores del mayor impulsor inicial de esta tecnología-Japón- donde se

alcanzan cerca de los 160.000 pasajeros por kilómetro, tal y como corresponde a un país cuya estructura territorial y población justifican el papel y funciones de esta alta velocidad ferroviaria.

Cuarta consideración. ¿Deben pararse o ralentizarse las inversiones necesarias para completar la red de AVE prevista?

Es evidente que el AVE, junto a la ósmosis inversa (desalación y depuración) los aerogeneradores (energía eólica) o la construcción de otras grandes infraestructuras se han convertido en elementos de la “marca España” que están facilitando la implantación internacional de empresas españolas, con los correspondientes retornos económicos para este país. El cumplimiento de plazos en la Madrid-Sevilla y el conseguir en un país con una orografía compleja, como la española, un coste por kilómetro de infraestructura de los más bajos del mundo es un aval adicional en este sentido. Pero estos hechos no justifican, como pretende el Ministerio de Fomento, que se sigan ampliando líneas (más de 2.500 de infraestructuras para AVE realizadas, del orden de 1.300 en construcción y otros 1.700 km asumidos en el PITVI y en las previsiones del ADIF) o haciendo infraestructuras que no vengan avaladas por los servicios proporcionados a una demanda cierta. Y difícilmente van a cumplir este criterio las obras programadas para AVE en el año electoral de 2015 (del orden de la mitad del presupuesto de inversión en infraestructuras de transporte ejecutable en este año está asociado a dicha red AVE) en el que hay previsto poner en servicio más de 1.000 km de nueva red con los objetivos de llegar a Zamora, León, Palencia, Burgos, Castellón, Murcia, Cádiz y Granada, además de integrar itinerarios varios: Plasencia-Mérida-Cáceres-Badajoz; A Coruña-Santiago con Pontevedra-Vigo; adaptar la red convencional entre Gijón y León; o adaptar la unión de Salamanca a la red AVE. Lo que nos lleva a una red AVE de niveles muy diferenciados de racionalidad socioeconómica, ambiental y territorial.

Mientras el acceso a Castellón de la Plana y Murcia, como prolongación del corredor Madrid-Levante y la constitución del germen del corredor del Mediterráneo en alta velocidad, al igual que sucede con la prolongación de Sevilla a Cádiz, o con los Valladolid-Palencia-León y Valladolid-Burgos tienen coherencia marginal en la situación actual alcanzada, mucho más difícil de asumir son la prolongación hasta Zamora, para justificar un injustificable Madrid-Galicia (salvo por el origen de sucesivos Ministros de Fomento y, ahora del propio Presidente de Gobierno) o los tramos Santiago-Vigo y, en el

colmo de lo incomprensible, el Plasencia-Cáceres-Mérida-Badajoz tras la renuncia de Portugal a su conexión con Lisboa. Para este último segmento se están estudiando soluciones para minimizar costes y compaginar anchos con la utilización de trenes tipo Alvia con cambio de ancho y velocidades máximas de 200 a 250 km/h. Esta misma solución debería ser la aplicable al corredor Zamora-Ourense, al León-Gijón y al resto de red convencional no sustituida (y deberíamos decir que ni de deseable sustituibilidad) o duplicada para alta velocidad.

Completar el corredor Mediterráneo de forma planificada y coordinada con el transporte de mercancías en dicho corredor Mediterráneo y en la conexión Burgos-Y vasca- Frontera francesa, deberían ser las últimas actuaciones en alta velocidad en España en, al menos, las dos próximas décadas, poniendo el foco de las inversiones en cercanías, mercancías de largo recorrido europeo y de conexión con puertos de elevado tráfico y base de autopistas marítimas, a la vez que se asegura el carísimo mantenimiento e inversiones de reposición asociados a la red AVE a 250-350 km/h. Y ello sin olvidar la imprescindible conservación y reposición de una red de carreteras, cuyo número de usuarios no tiene comparación con los del AVE, que empieza a tener efectos externos (accidentes, incrementos de costes de transporte) preocupantes por su falta de adecuado mantenimiento; y en la que contrastan los 818 millones de euros, en 2014, o los previstos 856 millones en los presupuestos de 2015 dedicados a esa conservación (del orden de la mitad de la inversión que el Gobierno destina a carreteras y algo menos del 10% de los cerca de 8.100 millones presupuestados para Fomento en 2015), con las cantidades previstas para el desarrollo del AVE (en total, previsiblemente más de 3.500 millones de inversión en 2015, con un incremento de cerca del 50% sobre 2014).

Conclusiones

Creo que ha quedado demostrado que la conclusión más llamativa de los estudios promovidos por FEDEA, de que ninguna línea de AVE debería haberse construido, no es correcta.

Sí lo es el que la extensión de esta red y la pretensión de llegar a todas las capitales de provincia con el AVE es un derroche de recursos e inversiones que se deberían haber dedicado (y que se deberían dedicar, al menos en el próximo lustro, revisando las previsiones del actual Gobierno) a otros objetivos ferroviarios y de transporte (cercanías, mercancías, conservación de la red de carreteras) por no hablar de objetivos como la I+D+i de mucha mayor

incidencia sobre la productividad potencial de España y, por lo tanto, de mucha mayor deseabilidad económica y social.

Es evidente que el uso de las infraestructuras existentes debe optimizarse con servicios en precio y condiciones que maximicen la demanda, pero sin olvidar que las subvenciones directas o cruzadas a este servicio AVE repercuten positivamente sólo sobre una parte de la sociedad, que no es precisamente la más desfavorecida; por lo que su magnitud debe estar acotada y proporcionada a las necesidades de acción social en una España como la actual.

En la historia del AVE, los errores han estado más en decisiones colaterales antes comentadas: programación de la adaptación al ancho de vía europeo, selección de itinerarios, velocidad en la red, etc., que en lo que ha sido un acicate para la revitalización del sistema ferroviario español, cuyo saldo de ventajas globales, en el marco histórico en que se han registrado, podría haber sido muy positivo con cambios en esas

decisiones colaterales que hubieran permitido mantener una red integrada, una mayor colaboración en servicios a velocidades de 200-250 km/h, y una mejor integración de los servicios para todo el sistema urbano español, con dotaciones relativas más en consonancia con la demanda. En todo caso, un estudio en profundidad de los procesos registrados llevaría a resultados indudablemente más positivos para el sistema ferroviario que para algunas de las experiencias registradas en puertos, aeropuertos o algunas autopistas de peaje. Lo que más que consuelo, nos lleva a la necesidad de que se produzca una fuerte y radical revisión de las pautas que han fundamentado las políticas españolas (del Gobierno central y de las Comunidades autónomas) en materia de transportes. □

Antonio Serrano es Catedrático de Urbanística y ordenación del Territorio en la Universidad Politécnica de Valencia.

La rentabilidad del ferrocarril en España y el mundo

Publicado en Rueda y Carril, el 27 marzo de 2015 (ruedaycarril.wordpress.com)

Desde FEDEA han lanzado dos informes sobre ferrocarril en muy poco tiempo, uno a nivel internacional y otro sobre la rentabilidad financiera de las LAV en España.

Como FEDEA en general y los autores en particular de estos informes son los mejores expertos sobre economía del transporte a nivel nacional y sus informes tienen mucho tirón mediático conviene leerlos con detenimiento.

Ambos informes son largos y hay mucha información que procesar así que esto son solo unas notas iniciales.

Los temas tratados ya han sido desarrollados y a los lectores habituales todo os resultará conocido.

Como punto inicial hablan de que la red española de AV es la segunda mayor del mundo, más que la francesa o alemana, que podrían ser comparables. Aunque el dato puede ser real conviene contextualizarlo. El abandono de la red convencional en España durante muchos años y su falta de actualización hace que no sean comparables con la red convencional francesa o

alemana. Su red no está tan obsoleta como la nuestra y sus velocidades medias son más grandes. Nosotros no tenemos red intermedia de ahí que, cuando se ha invertido, se ha hecho nueva de alto nivel. Esa decisión es discutible pero de ahí que sea tan llamativa, si pudiéramos comparar kilómetros de línea de velocidad superior a 160 km/h entre redes la situación sería muy diferente.

Cuando tienes una red convencional de mejor calidad no te hace falta una LAV completa sino que puedes combinar una red de alta velocidad para trayectos intermedios o dedicados y la convencional para la entrada a los núcleos urbanos y las antenas de la red de alta velocidad.

De igual forma los datos de viajeros de alta velocidad en otras redes equivalen a todos los viajeros de larga distancia en España, actualmente 60 millones en 2013 (observatorio del ferrocarril), ya que esos servicios en Francia se hacen con TGV e intercitis. A fin de cuentas el ferrocarril convencional no existe. Tener líneas convencionales no obsoletas permite que el tráfico haya sido más alto históricamente y la política comercial de Renfe es mejorable.

Por lo anterior usar un 2% como crecimiento de la demanda anual durante la vida útil del proyecto no es una estimación realista. A mi entender es el mínimo, suponiendo un crecimiento económico medio del 2%. Teniendo en cuenta que tanto la línea a Valencia como la de Alicante están puestas en servicio muy recientemente y que el nivel de uso es bajo

(según Ferropedia y la relación tráfico/población), comparando con las líneas más antiguas, usando la misma fuente, los niveles de uso deberían seguir creciendo mucho a medio plazo.

Vuelven a salir los 9 millones una vez son 9 otras 8 y otras 10, algo que ya rebatí y no merece ampliarlo.

Se pone el ejemplo de la propuesta de paralización de LAVs del tribunal de cuentas francés pero ese informe se refiera a sustituir las antenas de convencional actuales por líneas nuevas, algo que aquí no se está haciendo.

Estoy de acuerdo en que el ministerio, ADIF y RENFE deberían ser mucho más transparentes en su información, los análisis ACB realizados y sobre todo el cambio en la metodología. La propia Betancor ya lo dijo en trabajos previos.

Pese a las quejas sobre la calidad de los estudios realizados y las desviaciones en los resultados, 9 de cada 10 proyectos los tienen a nivel mundial, como se puede ver en el informe. Aunque, los estudios internos de Renfe para programar servicios, realmente daban una estimación mucho más realista, basada en el uso previsto por Renfe, lo que demuestra que no es falta de conocimientos ni capacidad sino falta de transparencia y de discusión pública de las decisiones de inversión.

Como aparece en el propio informe NO se pueden usar medias para calcular los costes de los proyectos, la varianza es muy grande. Desgraciadamente para poder hacer una estimación de costes de un proyecto una infraestructura ferroviaria son necesarios al menos cubrir 4 perfiles de especialistas en infraestructura (puentes y túneles), superestructura (vía), electrificación (línea aérea de contacto y subestaciones), señalización (señales, ERTMS) y telecomunicaciones (telemando, Da Vinci, etc..)

Si además se tiende a hablar de proyectos "tipo", ¿una línea tipo tiene el túnel de pajares o llanea por la mancha?, la variación en costes puede ser tremenda y mas, cuando el coste no es completamente fijo sino que depende de la

TGV y Alvia: una comparativa

27 mar, 2015 - Roger Senserrich - @egocrata

No quiero añadir demasiado hoy (más este fin de semana, si tengo tiempo) al excelente artículo de Rueda y Carril sobre el informe de FEDEA sobre líneas de alta velocidad. El análisis de Betancor y Llobet tiene bastantes problemas, y RyC los cubre bien. Aún así, me gustaría desarrollar un poco una idea que suele escaparse a los críticos

capacidad máxima a conseguir, que depende de la demanda estimada.

Evidentemente la solución no pasa por no hacer nada, sino por realizar mejores evaluaciones de proyectos, con expertos de todas las disciplinas necesarias y con un estudio real de varias alternativas, para conocer realmente cual es la mejor. Estamos hablando de proyectos singulares que requieren estudios específicos con muy poca capacidad de generalización de uno a otro.

Lo que si que es fundamental es la revisión externa de la evaluación (CBO o NAO) nos puede ayudar a mejorar la calidad de la información que usan nuestros representantes para tomar decisiones de política de transporte que tienen consecuencias durante muchos años.

También suponen un coste de mantenimiento de 109.000 €/km de vía al año pero en el informe internacional calculan ese mismo valor para España en el 80.000/km al año, una bajada del 20% en uno de los gastos principales afectando mucho al resultado económico obtenido. Otra fuente habla de 67.000 €/km año con importantes economías de escala.

En cuanto a la paralización de las obras restantes, está el famoso Powerpoint de ADIF filtrado marca como terminar gran parte de las actuaciones en marcha con menor coste es muy interesante.

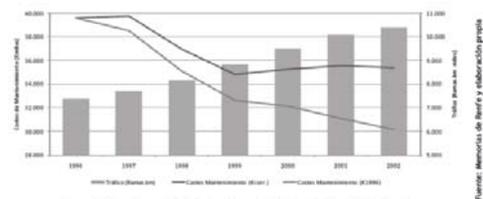


Figura 4. Costes de mantenimiento y volumen de tráfico de la línea Madrid-Sevilla

Como resumen de las primeras impresiones, Es bueno que se haya abierto camino, el método de evaluación es bueno, la intención también lo parece, pero los resultados dependen de suposiciones y estimaciones poco fiables por lo que los resultados no son concluyentes. □

de las LAV en España, sobre todo cuando lo comparan con la red francesa: nuestra horrible red convencional.

Permitidme un ejemplo rápido comparando dos viajes en ambas redes: Madrid-Irún (470 km) y París-Hendaya (800 km). El tren más rápido, en el lado español, hace el recorrido en 5 horas 38 minutos; en el lado francés, para casi el doble de distancia, el tiempo de viaje es 5 horas 43 minutos. La velocidad máxima permitida por las líneas a ambos lados de la frontera es la misma,

300 km/h; en el lado español el material utilizado tiene una punta de 250 km/h (un s120, habitualmente), en el francés, 300 km/h (un TGV Atlantique).

La diferencia entre ambos viajes, sin embargo, está menos en los trenes que en el recorrido que deben completar. En Francia, el TGV sale de París-Montparnasse y entra en la LGV Atlantique, hasta Tours, circulando a 300 km/h. Entre París y Tours hay 226 Km; de ahí en adelante entra en la vieja línea Paris-Burdeos. Aunque es una línea convencional, el TGV no frena demasiado; la velocidad máxima no baja de 160 km/h, con largos tramos a 200 y 220. De Burdeos hasta Dax la línea es un poco peor, con máximas de 160; los últimos 50 km hasta la frontera oscilan entre 100 y 140. En agregado, el tren utiliza una LAV menos de un tercio de su recorrido, y sufre líneas con velocidades por debajo de 160 durante 50 km escasos.

El recorrido en el lado español es bastante distinto. El tren sale de Madrid vía la LAV de Valladolid, de 180 km. Es una línea espléndida con un trazado 70 km más corto que la vía convencional por Ávila; ha costado una pasta, pero ahorra más de 90 minutos de viaje (de 2h30 a menos de una hora). Al salir de la

ciudad, el tren cambia de ancho, perdiendo algunos minutos (este es el motivo por el que los Alvia no pasan de 250 km/h – son trenes de ancho variable), y entra en la vieja línea imperial en dirección a Burgos. Aunque el trazado es bastante llano (video), la velocidad máxima en este tramo de 126 km es 160 km/h, en parte porque la catenaria y vía no están diseñadas para más, en parte porque el trazado tiene algunas

El vuelo del AVE

Jorge de Esteban, El Mundo, 20 de abril de 2015

Cuando en vísperas de las elecciones generales de 1982 le preguntaron a Felipe González en qué consistía el lema "Por el cambio" que el PSOE había escogido para su campaña electoral, éste respondió lacónicamente: "El cambio es que España funcione". El resultado de esas elecciones supuso para el PSOE la más amplia mayoría absoluta que hemos conocido hasta ahora en democracia, lo que significaba, por tanto, que el pueblo español daba un cheque en blanco para que se realizase ese cambio que descansaba esencialmente en tres pilares: la modernización de España, la consolidación de un régimen democrático y la adhesión de nuestro país a la Comunidad Económica Europea.

curvas en medio de ninguna parte que no permiten ir mucho más rápido. De Burgos a Miranda de Ebro el tren cruza el desfiladero de Pancorbo, un tramo precioso pero increíblemente revirado y plagado de limitaciones; durante 84 km el tren apenas pasa de 120 km/h, con largos tramos a 100 km/h. Este es el último tramo bueno de la línea; aunque de Miranda a Vitoria no está mal del todo, de ahí a la frontera (¡otro video!) son 145 km de rodeos (Altsasu, Zumárraga) curvas cerradas y parsimoniosos paseos entre montañas entre 60 y 100 km/h.

Dicho en otras palabras, el tren circula menos de un tercio de su recorrido por una LAV estupenda, una cuarta parte en una convencional más o menos decente, y se pasa el resto del trayecto en una convencional abominable. El tramo Valladolid-Burgos probablemente podría adaptarse a 220 km/h sin demasiados problemas (aunque sabiendo lo que ha costado el Sevilla-Cádiz, 14 años en obras y 700 millones, tampoco sería una ganga) ahorrando unos 15 minutos de viaje; Pancorbo es básicamente insalvable sin hacerse nuevo de arriba a abajo, sea la velocidad que sea, y Vitoria-Donostia es aún peor.

La red de alta velocidad francesa tiene una ventaja enorme sobre la española: un TGV, cuando sale de la LAV, circula por líneas que salvo contadas excepciones son competitivas y tienen velocidades decentes. En España, salvo un par de líneas aisladas (Sevilla-Cádiz y Valencia-Castellón) los Alvia se meten en auténticos berenjenales decimonónicos. Esto quiere decir primero que llenar TGVs que no circulen exclusivamente por la LAV es bastante más fácil que llenar Alvias, y segundo que una cantidad considerable de viajes y viajeros de TGV en las estadísticas están ocurriendo fuera de las LAV. □

En la primera y segunda legislaturas socialistas esos objetivos se consiguieron en gran medida, antes de que la corrupción política y económica se fuese extendiendo como una mancha de aceite. Sea lo que fuere, lo que me interesa analizar aquí es que el objetivo del cambio -es decir, el que España funcionase- se logró en muchos sectores, mientras que en otros fracasaría rotundamente. Así las cosas, el mayor de los fracasos, a mi entender, consistió en que no se logró imbuir a toda la sociedad la idea de que para que las cosas funcionen hay que hacerlas no sólo con la competencia indispensable, sino también con el deseo asumido de que salgan bien. En tal sentido, habría que imitar lo que dijo el dramaturgo francés, Jean Anouilh: "Yo sólo amo una cosa: hacer bien lo que tengo que hacer".

"El tren ha representado en España la idea del progreso, de la cultura y del desarrollo económico"

Por supuesto, en la España de hoy semejante desiderátum no es seguido por demasiadas personas. Por el contrario, en todos los sectores de la sociedad, es decir, en la política, en la empresa, en la universidad, en la judicatura, en los comercios, en las oficinas, lo que abunda es un ingente ejército de personas que no son competentes para el trabajo que realizan o, aun siéndolo, lo hacen desganadas, sin ningún deseo de que las cosas funcionen razonablemente bien. En otros términos, las cosas salen mal porque pocos son los que tienen interés en que salgan bien. Naturalmente esta situación es mucho más grave en el terreno de la política, como, por ejemplo, ha puesto de manifiesto Carles Casajuana, en su sugestivo

libro 'Las leyes del castillo': "Hay que haber visto el poder muy de cerca para llegar a imaginarse la cantidad de acciones que la historia atribuye a propósitos malvados o maquiavélicos y que son solo fruto de la incompetencia". De ahí que cuando en España hay algo que funcione realmente bien, se deberían echar las campanas al vuelo para que todo el mundo se entere del prodigio y siga el ejemplo de algo que resulta tan insólito en un país en donde, en cambio, se ha inventado la chapuza como método y solución.

Por eso me sorprende que últimamente haya surgido un sector de opinión que ha puesto en entredicho la existencia del AVE en España, cuando hay que anticipar desde ahora que el tren español de alta velocidad es uno de los escasos ejemplos en la España actual de algo que funciona extraordinariamente bien, al margen de otras valoraciones que luego veremos. Por lo demás, el AVE se gestó en la época precisamente de Felipe González. A su llegada al poder en 1982, España, aun habiendo mejorado su desastrosa red de ferrocarriles, estaba a años luz de las que existían en la mayor parte de los países europeos. Es más: ni siquiera nuestros trenes podían transitar por las vías férreas de los países vecinos, a causa de que nuestro ancho de vía era diferente del normal en Europa. En principio, hay que señalar que el ferrocarril llega a España con un retraso de 20 años con respecto, por ejemplo, a Gran Bretaña, aunque es cierto que fue en Cuba, todavía posesión española, donde se inauguró ya una línea férrea en 1837, esto es, siendo el segundo país en América -después de Estado Unidos- que dispondría del ferrocarril. Pero en la península hubo que esperar hasta después de 1848 para ver circular un tren. Poco antes, una Comisión de varios expertos,

convocada por Narváez y presidida por el ingeniero Juan Subercase, nos condujo a un absurdo aislacionismo que ha durado más de un siglo, a causa de que escogieron un ancho de vía diferente del que sería el común de Europa. La razón que se esgrimió para esa opción fue que el ancho de la vía española, en principio mayor que la de otros países, lograría una mayor estabilidad, permitiendo asimismo una mayor potencia adecuada a la tortuosa orografía española. Lo cual, aunque fuese cierto, era ir contracorriente y meter absurdamente a España en un callejón sin salida con respecto al resto de Europa. En consecuencia, se inauguró el primer tren peninsular con la línea Barcelona-Mataró y se siguieron creando nuevas líneas en diferentes partes del territorio español. La idea de la excepcionalidad de nuestro ancho de vía era tan aberrante que algunos la justificaron diciendo que de esta forma Francia no podría invadir nuestro territorio, como si los ejércitos invadiesen los territorios al igual que los alegres turistas. En definitiva, esta interpretación demostraba una escasa perspicacia con respecto al futuro, pues aun siendo comprensible ese error inicial, no se entiende cómo no se modificó enseguida semejante obstáculo que nos impidió transitar por Europa hasta nuestros días, ya que hacia 1850 se acabó unificando la medida standard de 1.435 milímetros en toda Europa, en lugar de los 1.672 milímetros de la vía española. Una vez más se había impuesto la incompetencia en estas tierras.

Por supuesto, el ferrocarril, antes que el automóvil y el avión, ha sido durante un siglo el medio más adecuado para acercar los países, para que las ideas y los hombres circularan por Europa. Sin embargo, en España nos empeñamos en levantar otros Pirineos adoptando ese ancho de vía diferente que dificultaban esta circulación. El hecho es que el tren, a pesar de todo, ha representado en España la idea del progreso, de la cultura, del desarrollo económico. Pero desgraciadamente la situación en que se encontraban nuestros ferrocarriles hasta hace muy poco era lamentable. Por ejemplo, José Luis Sampedro describe así en una de sus obras cómo lo veía él: "Aquel tren de hace medio siglo, con sus traqueteantes vagones de tercera es difícil hoy de imaginar. Sucio, incómodo, lento, de horarios imprevisibles y atestado de gentes heteróclitas que hasta en los pasillos se hacinaban de pie o sentado sobre sus propias maletas de madera, recelosos los paisanos de los soldados, regresando unos al hogar de donde les desterró la guerra y preguntándose otros por lo que podía esperarles al llegar a su destino".

Cualquiera que por motivos de estudios o de trabajo se vio obligado a abandonar España en los años del franquismo, recordará con pavor el

traslado de la estación de Irún a la de Hendaya, cargado de bultos y maletas, porque los trenes españoles no podían continuar por el territorio francés. Entretanto se había logrado la conexión desde París hasta Estambul, en el mítico Oriente Express, gracias al mismo ancho de vía en toda Europa.

La modernización de España pasaba, por tanto, por superar estos errores, creando una buena vertebración ferroviaria entre las diferentes provincias y logrando la conexión con Europa. A ello iba a responder la adopción del AVE, aunque es cierto que por razones conocidas la primera línea no fue, como era lógico, la de Madrid con Barcelona o con Irún, para facilitar cuanto antes la circulación normalizada con Europa. Pero es igual, se comenzó con la línea Madrid-Sevilla, inaugurada en 1992, y desde entonces han ido creciendo otras por toda España. El impacto socioeconómico que comporta el AVE ha sido ya impresionante, como se puede comprobar en ciudades como Valencia, Ciudad Real, Córdoba o Zaragoza, aunque muchos no lo quieran ver. Por el contrario, se imputa al tren de alta velocidad que ha supuesto un derroche que no nos podemos permitir, que no tiene rentabilidad o que está infrutilizado. Hace poco el Premio Nobel de Economía Paul Krugman sostenía en un artículo que las cosas que hace el Estado, aunque sean costosas, merece que se hagan si funcionan bien,

El AVE no es el problema, es la solución

Domingo Cuéllar en su blog "Clío sobre ruedas, economía e historia del transporte", 5 de abril de 2015

Dos recientes estudios sobre el ferrocarril de alta velocidad en España publicados por FEDEA han destapado la caja de los truenos para este medio de transporte. A modo de síntesis diremos que estos trabajos consideran errónea la política de inversiones en la construcción de ferrocarriles de alta velocidad en España en los últimos 25 años. Se señala aquí que se ha gastado una gran cantidad de recursos públicos que no han tenido una correspondencia adecuada posterior debido a su falta de rentabilidad económica y social. La distorsión ha sido provocada por el uso político del plan de construcción que no justificaba este gasto ya que la demanda real está muy por debajo de otros países europeos.

Los autores aportan un amplio despliegue estadístico y analizan todos los datos disponibles sobre el desarrollo de la oferta de transporte de alta velocidad en España y la demanda resultante de dicho proceso. Estos estudios han sido patrocinados por FEDEA (Fundación de Estudios

porque en definitiva en esto consiste el éxito de toda política.

Dentro de poco es posible que se pueda ir en el AVE -o trenes similares- desde Madrid o Barcelona hasta París en pocas horas, algo que parecía un sueño hace solo unas décadas, al mismo tiempo que las grandes ciudades españolas se hallen mejor comunicadas entre sí, con todo lo que eso significa. Para ello es necesario que el AVE siga funcionando tan bien como hasta ahora y para conseguirlo es indispensable que se racionalice el trazado de lo que queda por hacer, que se reduzcan en lo posible los costos, que se evite cualquier tipo de corrupción en sus obras y, especialmente, que se siga mejorando aún más el plan de abaratamiento de sus tarifas, a fin de que todos puedan disfrutar de un medio de transporte que es envidiable para muchos extranjeros que lo utilizan. No dejemos, pues, que los incompetentes obtengan otro triunfo logrando el fracaso de algo que sigue funcionando bien hasta ahora en este país. □

Jorge de Esteban es catedrático de Derecho constitucional y presidente del Consejo editorial de EL MUNDO.

de Economía Aplicada), institución sin ánimo de lucro cuyo patronato está formado por empresas que han tenido precisamente un papel protagonista en buena parte de estas inversiones que el estudio considera desproporcionadas y de baja rentabilidad. Es el caso de Abertis, BBVA, Banco Sabadell, Banco de España, La Caixa, Banco Popular, Iberdrola, Bolsa de Madrid, Fundación Ramón Areces, Bankia, Banco Santander, Repsol, Corporación Financiera Alba SA, Telefónica y Fundación ACS.

La historia económica española está repleta de amplios debates sobre los costes de oportunidad que han tenido las inversiones públicas en grandes infraestructuras, como es el caso de los ferrocarriles. El nacimiento del ministerio de Fomento a mediados del siglo XIX y el incipiente desarrollo de las políticas liberales en nuestro país a partir de ese momento generaron un vasto programa de inversiones en carreteras, ferrocarriles y puertos que configuraron las bases de nuestras redes de transporte modernas. Los recursos eran escasos, debido a las limitaciones fiscales que tenía un Estado todavía a caballo entre el antiguo régimen y los nuevos tiempos, mientras que los costes eran muy altos, motivado esto por la práctica ausencia de obras públicas de

entidad anteriores y los serios obstáculos que imponía el relieve al desarrollo de estas infraestructuras lineales. Además, el mercado político propiciaba que los grupos de interés fomentaran el desarrollo de unas construcciones sobre otras. No había suficiente dinero para afrontar las construcciones programadas, por lo que el parlamento español y los despachos del ministerio de Fomento se convirtieron en lugares de negociación habitual nada transparentes. El sistema político de la Restauración (1874-1923) fue paradigma de esta situación generándose un capítulo muy especial denominado “carreteras parlamentarias”, denunciado en el cambio de siglo como un ejemplo del mercadeo político al que se había llegado. El Estado era el único inversor en la construcción de las entonces modernas carreteras de macadán y los intereses políticos de un sistema caciquil provocaron un enorme sobredimensionamiento en la planificación de las carreteras que resultaba imposible de llevar a cabo, por lo que gastaba enormes recursos en vías de escasa utilidad.

El mercado ferroviario no tuvo estas características, ya que el sistema concesional de construcción y explotación a empresas privadas por un periodo de 99 años introdujo la variable de la rentabilidad como regulador de la inversión. Aun así, los elevados costes de construcción y explotación, y los pobres resultados de tráfico obtenidos, presentaron pronto un escenario de insuficiencia en la explotación de nuestros ferrocarriles. Por ello, para atraer la inversión (sobre todo extranjera), se optó por aportar una serie de estímulos económicos que se concretaron en la exención fiscal en el pago de derechos aduaneros en la importación de material ferroviario (necesario debido al escaso desarrollo de nuestra industria), la entrega de una subvención a fondo perdido por cada kilómetro puesto en explotación que llegó en algunos casos a superar el 50%, y, finalmente, en la creación a partir de la década de 1920 de una Caja Ferroviaria que cubría las inversiones que debían realizar las compañías privadas en compras de material y mejoras salariales de los ferroviarios.

Como es conocido, tras la guerra civil, en 1941 todo el sistema ferroviario de vía ancha se nacionalizó, creándose Renfe. Militarizada e intervenida por el régimen la empresa pasó sin solución de continuidad de la penuria de la autarquía a la crisis cíclica, de carácter internacional, del sistema tradicional ferroviario que se veía superado por nuevos medios más eficientes y atractivos, como eran la carretera y el avión. El cierre de líneas y la valoración negativa del ferrocarril como un sistema lento, caro e inseguro fue la herencia recibida por la recién recuperada democracia española en

materia ferroviaria. Se intuía un fin de ciclo, pero en la década de 1980 se comenzaron a pergeñar nuevas políticas ferroviarias que tendrían dos objetivos principales: el desarrollo de los servicios ferroviarios en las grandes ciudades y la construcción de líneas de alta velocidad. Cercanías y AVE han sido los referentes de modernización ferroviaria de nuestro país en los últimos 25 años.

Si nos centramos en el caso de la alta velocidad, es obligado preguntarse el porqué de esa apuesta. Sin entrar en grandes detalles que harían excesivamente largo este texto, resumamos diciendo que las comunicaciones ferroviarias de larga distancia en España habían llegado a un límite operacional que hacía inviable su continuidad. Al igual que ocurrió a mediados del siglo XIX con la irrupción del ferrocarril, cuando el transporte tradicional de tracción de sangre había llegado a una situación de límite en la que no era capaz de atender la nueva demanda que se generaba en los tiempos de cambio de la incipiente revolución industrial española. Se optó entonces por implantar un sistema nuevo, el ferrocarril, por la vía del exceso de capacidad, es decir, había más oferta que demanda, sí, pero sin esa decisión la construcción de ferrocarriles se habría demorado muchos decenios y habría estado capitidismuido. A pesar de todo, la densidad de nuestra red ferroviaria ha sido y es una de las más bajas de Europa.

Hace 25 años la alta velocidad era una alternativa casi única al ostracismo y desaparición del ferrocarril convencional, diseñado en el siglo XIX y con unas prestaciones de velocidad fuera del mercado. Así de simple.

Cuando se hacen comparaciones con otros países europeos deberían tenerse también en cuenta factores territoriales y económicos que aporta la singularidad española. Por un lado, está la cuestión orográfica. Nuestro país, como nos enseñaron los maestros de la geografía cuando la comparaban con un inmenso castillo, presenta una continua sucesión de fosos, murallas y almenas que obliga a abrir continuas puertas para pasar de unos espacios a otros. En esto no hay determinismo geográfico, solo la certificación de una serie de obstáculos que es necesario superar con grandes infraestructuras. La gran llanura occidental europea no presenta estas dificultades y el desarrollo de la red ferroviaria se ha prestado a una progresiva adaptación de la infraestructura a las nuevas capacidades de los trenes. En España, no: es necesario construir nuevas líneas que estén equiparadas a las prestaciones de los nuevos trenes.

Por otro lado, hemos de tener presente la baja densidad demográfica de nuestro país. De este

modo, por ejemplo, con nuestra extensión (0,5 millones de km²) y la densidad demográfica de Alemania tendríamos una población cercana a los 100 millones de habitantes, más del doble de los habitantes reales. Así, comparar los tráficos de las líneas más exitosas europeas con las nuestras debe tener en cuenta ese condicionante. Tampoco la distribución de la población española favorece la ocupación, ya que las mayores densidades se encuentran en el centro (Madrid) y en la periferia (arco mediterráneo y cornisa cantábrica) lo que ha generado una amplia corona intermedia en la que se atraviesan auténticos desiertos demográficos que generan costes pero no ingresos de tráfico. La construcción de las líneas de alta velocidad ha puesto de manifiesto esta situación.

Inversión pública en AVE: Un debate incorrectamente formulado

Fernando J. Cascales Moreno en Asintra, mayo de 2015

Hemos asistido en los últimos meses a un debate sobre las inversiones públicas referidas al AVE, originado, de una parte, por el reciente estudio de la Fundación FEDEA, y de otra, por el programa del partido político Ciudadanos, en los que se sostienen posturas en parte coincidentes, combatidas con énfasis por la Ministra de Fomento.

La Fundación FEDEA, en conclusión, afirma que el AVE no es rentable ni económica ni socialmente, en tanto que el partido político Ciudadanos mantiene que las inversiones en este modo de transportes relativas a proyectos no iniciados deben de paralizarse, por constituir un despilfarro, liberándose así fondos públicos para inversión en investigación y desarrollo. Por su parte, la Ministra de Fomento ha defendido las inversiones en AVE, remarcando que “es un elemento clave para España”, pues “ha sido un generador de cambio allá donde ha llegado”, por lo que “tiene, por tanto, rentabilidad social al vertebrar el territorio nacional”, llegando a afirmar que “si hay un modo de transporte público que tiene rentabilidad, no ya solo social, sino también económica, es el AVE”.

El estudio de la Fundación FEDEA parte, a mi entender, de planteamientos erróneos para llegar a conclusiones que pueden ser parcialmente acertadas, puesto que la rentabilidad de un modo de transportes no se mide porque los ingresos de explotación puedan cubrir los costes de la infraestructura, si bien en todo caso, y por

Para concluir habría que tener presente, pues, que el rechazo a la construcción de las líneas de alta velocidad por su elevado coste supone, en el caso español, situar al ferrocarril en una posición marginal en la que pasaría a estar cuestionada su utilidad para los servicios de largo recorrido por su imposibilidad de competir con el transporte por carretera o el aéreo. El AVE no es el problema, es la solución.

El debate en todo caso está abierto, lo que sin duda es positivo. Ahora es un buen momento para poner sobre la mesa todas las alternativas, discutir seriamente y consensuar el futuro de nuestras infraestructuras de transporte. □

tratarse de un modo cuya explotación (servicios) no puede ser objeto de subvención con arreglo a la normativa comunitaria (sí, en cambio, los servicios de cercanías ferroviarios), tales ingresos deben cubrir totalmente los costes operativos o de explotación (servicios).

En lo concerniente a la posición de Ciudadanos, a mi juicio (y en contra de lo que se ha trasladado en algunos medios de comunicación) no representa una posición contraria a las inversiones en AVE, sino la muy distinta de mantener que éstas se han excedido, en lo concerniente a la longitud y otras características de la red, de lo justamente equilibrado, postura que al menos en parte es coincidente con la pregunta que irónicamente

expresó el ex Presidente de Gobierno José María Aznar, cuando desde todos los puntos se le reclamaba el AVE, en el sentido de que si para implantar una red AVE que pare por todas las capitales de provincia e incluso otras localidades importantes (lo que conlleva una reducción de la velocidad media de la línea), no era mejor poner un tranvía (actuación menos costosa), dado el elevado coste de las inversiones en alta velocidad (recuérdese que en 1995 y 1996, no existía un discurso de ningún candidato a Diputado por cualquier provincia que no prometiera que llegaría el ansiado AVE, incluso hasta el centro de la ciudad y soterrado en este último tramo urbano). De otro lado, lo que Ciudadanos proclama no es sino un principio de buena planificación y gestión de las infraestructuras, recomendado por la UE y seguido por Estados nada sospechosos de una deficiente programación al respecto, como Francia y Alemania, al expresar dicho partido político que “en la especial situación de crisis en que nos encontramos, la estrategia de infraestructuras

pública debe priorizar criterios de desarrollo económico aunque sin olvidar otros como la cohesión territorial. Los planes de infraestructuras tendrán como principio básico invertir solo en aquellos proyectos que generen una rentabilidad social que supere el coste de oportunidad de los recursos utilizados, en términos coste-beneficio. Es más importante la eficiencia de las inversiones que la cantidad”.

Esta postura es coincidente, aunque con matices, con la que vengo defendiendo desde siempre, concretada y desarrollada en un artículo publicado en esta misma Revista de ASINTRA en 2.010 (nº 128), bajo el título “Planificación y creación de infraestructuras y servicios de transportes; decálogo para una gestión eficiente”. Dentro de este decálogo, afirmaba la necesidad de “despolitización en la planificación y gestión pública del transporte (infraestructuras y servicios), por cuanto que las decisiones de las autoridades competentes en esta materia no deben fundamentarse sino en independientes y rigurosos estudios que, siguiendo los anteriormente meritados principios, avalen la creación de un modo de transportes concreto. En este orden de cuestiones, cabe afirmar que como se ha indicado al principio, existe un “mimetismo” cuyos efectos son catastróficos para el gasto público”. Pero lógicamente, y dada la extensión de la red AVE actual (tanto terminada como en construcción), estimo que ya no es viable políticamente, en contra de lo que sostiene Ciudadanos, dejar ningún rincón de la Península sin este modo de transporte, puesto que si se han puesto en funcionamiento servicios deficitarios en ciertas zonas o trayectos, es imposible fundamentar ahora que a otras similares se les niegue la misma actuación pública.

Por lo que a la posición del Ministerio de Fomento se refiere (que en este sector, como en tantos otros, se encontró al cambio de Gobierno con una situación muy lamentable, que poco a poco va mejorando), apoyada desde otras altas instancias del PP, es indudable que las afirmaciones enunciadas son totalmente ajustadas a la realidad, si bien teniendo en cuenta un posible horizonte de necesidad de pactos post-electorales, quizás debieran haber tenido ciertos matices, puesto que si bien el estudio de FEDEA sí es extremadamente crítico con el AVE, no así la posición de Ciudadanos, que en modo alguno es contraria, sino la muy distinta que se ha explicitado. (...)

Ha de ponderarse, pues, si España está ahora pagando la factura no solo de una red AVE demasiado extensa, en parte innecesaria (sin la debida demanda, e incluso sin suficiente valor vertebrador del territorio y de cohesión social en algunos servicios), y en parte también que

hubiera podido ser objeto de una infraestructura y material rodante de mucho menos coste y grandes prestaciones de velocidad, sino también derivada de la creación de aeropuertos fantasmas, de la proliferación de tranvías y metros ligeros con una demanda que no justifica las enormes inversiones realizadas, y un largo etcétera; o si por el contrario la red AVE se ha desarrollado tal y como debe ser. Debate que no se puede resumir en la invocación de que nuestra red AVE es socialmente favorable y elemento vertebrador del territorio, pues no se trata de negar esta evidencia, sino de hacer autocrítica poniendo en la balanza todos los posibles efectos negativos para el conjunto de los españoles de estas políticas de inversiones públicas tal y como se han realizado, así como también su potencial efecto negativo para otras actuaciones en infraestructuras y distintos modos de transporte que por razones presupuestarias se han visto relegadas, e incluso olvidadas.

Justamente todo este debate surge cuando el Gobierno presenta un anteproyecto de Ley del Sector Ferroviario que, a mi entender, adopta en parte las estrategias que ya han implantado otros Estados de la UE, como Alemania y Francia (integrando la administración ferroviaria de la infraestructura junto con la operación ferroviaria), esencialmente para limitar las ineficiencias y falta de competitividad que la liberalización provoca en las empresas nacionales que operan los servicios (SCNF/Francia y Deutsche Bahn/Alemania), y teniendo en cuenta, además, por lo que se refiere a la alta velocidad (viajeros), que nos encontramos ante servicios no subvencionables con arreglo a la normativa comunitaria. En suma, se trata de un anteproyecto de Ley que, siguiendo una línea parecida a la de Alemania y Francia, que no desean contemplar cómo sus empresas nacionales pierden cuota de mercado interno, asegura los privilegios de la empresa operadora nacional estatal, estableciéndose un nuevo régimen de cánones, con relación al actualmente vigente mucho más beneficioso. El objetivo de esta profunda reforma de los cánones no estriba solamente en la potenciación de la iniciativa privada en proyectos de explotación de servicios AVE (eliminando barreras de entrada), sino que, a mi juicio, se basa fundamentalmente en fomentar la rentabilidad de la red AVE de titularidad pública, lo que en todo caso puede llevar a la conclusión de que esta rentabilidad no es la debida en la actualidad. No obstante, lo que no se paga por un lado, se paga por otro, puesto que si bien la reducción de los cánones provoca una mejor cuenta de explotación de los servicios de Renfe, a su vez constituye un mayor déficit del administrador de la infraestructura (como así

advierte el Tribunal de Cuentas en el Informe del que más adelante se deja constancia), alargándose todavía más los plazos de amortización de las inversiones (suponiendo, por tanto, que la amortización de la infraestructura se soporte con mayor intensidad por todos los ciudadanos, utilicen o no el AVE). También podría resultar que esta modificación de los cánones, que supone un importante decremento de las cuantías a abonar por las empresas operadoras, derivase en nuevas rebajas en las tarifas que han de satisfacer los usuarios (convirtiendo el AVE en una asequible “red para todos”, pero fuertemente sufragada por cuantos no la utilizan) como modo de incrementar la demanda y los ingresos de explotación, lo que además de constituir un decremento de ingresos para el administrador de la infraestructura, alargándose la liquidación de la deuda (déficit público), podría provocar la insostenibilidad de la mayor parte de los servicios regulares de transporte de viajeros por carretera.

Se trata, pues, de que por vía de las tarifas que abonan los usuarios se asegure el equilibrio de las cuentas de explotación del AVE (que no pueden ser objeto de subvenciones públicas), lo que a pesar de la política seguida de bajar notoriamente los precios como modo de incrementar la demanda (haciendo este modo de transporte más asequible a los ciudadanos), siempre será contestado, puesto que una gran parte de la ciudadanía, a pesar de esta política, piensa que se trata de un modo inaccesible a su economía (“ferrocarril para ricos”, se ha venido diciendo), lo que a su entender no es socialmente admisible (rentabilidad social de la que se beneficia solamente un pequeño segmento de la ciudadanía), por cuanto que estas infraestructuras se han sufragado con cargo a los impuestos de todos los españoles. Por el contrario, desde otros foros se aduce que el AVE se trata de un modo de transportes de lujo, de donde existiendo otros modos (tanto ferroviarios, como por carretera) alternativos que no pueden soportar esta calificación, las tarifas deben de ser mucho más elevadas. Como puede fácilmente colegirse, estas posturas, sin más matices y profundidades, tienen cada una su parte razonable, ocurriendo con ellas lo mismo que respecto del debate en torno a AVE sí o AVE no, esto es, que la cuestión suscitada, esto es, el debate sobre la red AVE, no se puede resumir de una forma tan simple y sesgada. Y si se reducen las tarifas, hay que rebajar los cánones, lo que provoca un problema de sostenibilidad económico-financiera de la red AVE, esto es, del abono del déficit que soporta ADIF.

En todo caso, debemos fijarnos siempre, dentro del seguimiento de una política global de transportes, en la repercusión que una medida en

un modo puede tener en otros, así como valorar esta clase de medidas en su conjunto, y no solo las posibles repercusiones positivas que pueda tener en el modo para el que se deciden, sino que también las negativas para el resto de modos en competencia. Es sobre esta principal cuestión que, independientemente de las reglas que deben primar en orden a una competencia equitativa entre modos, en torno al debate que plantea la presente colaboración debemos preguntarnos si la planificación y gestión de nuestra red AVE se acomoda o no al seguimiento de una política integral de transportes, coordinada y optimizada entre los distintos modos.

Este debate entre el transporte ferroviario y el transporte por carretera ha venido marcando la política común de transportes (UE) desde su inicio, con un tratamiento siempre privilegiado a favor del ferrocarril, penalizando a la carretera, como modo de incrementar la demanda del ferrocarril, lo que no solo no se ha conseguido, sino que a mi juicio, que ha provocado el mantenimiento de las ineficacias tradicionales de este modo de transporte. También es lo cierto que en las últimas décadas, a nivel interno o nacional, igualmente se ha venido favoreciendo inmensamente más al ferrocarril que al transporte por carretera, lo que no se asevera que no sea acertado, sino la muy distinta ponderación en torno a si la atención (presupuestaria) al transporte por carretera ha venido siendo o no deficitaria (estaciones, carriles-bus, subvenciones en reformas para la accesibilidad y aplicación de las nuevas tecnologías, zonas de descanso, financiación de líneas deficitarias y del transporte escolar, subvenciones al transporte urbano, y un largo e interminable etc.). (...)

Así pues, si muchas son las problemáticas que este modo de transporte suscita en la actualidad, más serán las que se viertan a corto y medio plazo, dentro de un entorno en el que se dibuja un horizonte que bien podría aconsejar la privatización total mediante concesiones administrativas de la prestación de esta clase de servicios, que han de seguir siendo de titularidad estatal, conservando el Estado, claro está, la propiedad de la infraestructura. En todo caso, a mi juicio, y como vengo defendiendo desde hace más de una década, y así se pronunció también el extinguido Comité de Regulación Ferroviaria, si ya en aras de una competencia más perfecta entre los distintos modos de transportes, la empresa pública ferroviaria no debe depender del Ministerio de Fomento (sino de la SEPI), ello se hace aún más patente una vez que se ha establecido que dentro del modo ferroviario exista la posibilidad legal de competencia con empresas privadas.

Pero sea cual fuere la posición de cada cual sobre todas las reflexiones explicitadas, no puede negarse que si en una primera fase de nuestro relanzamiento de las infraestructuras el objetivo fueron los aeropuertos (como modo de facilitar el turismo) y la reconstrucción de la vía férrea destrizada por la fratricida Guerra civil, y en una segunda lo fue la red de autovías (gracias a los fondos de la UE), esta tercera fase, esencialmente de predominio de la infraestructura ferroviaria (AVE), ha cambiado a mejor nuestras expectativas económicas y valores de modernidad, teniendo sin duda alguna una rentabilidad económica y social innegable, así como un incremento notorio de nuestra proyección internacional (proyectos similares de construcción adjudicados a empresas españolas), lo que es distinto del debate tal y como se debe plantear, que no es otro diferente del referido a ponderar todas aquellas cuestiones que se han plasmado en esta colaboración, en el sentido de reflexionar si se podrían y deberían haber hecho mejor, y principalmente, si muchas de las inversiones llevadas a cabo y algunas de las programadas o en ejecución, resultan proporcionadas en función del grado de utilización de los servicios". Es la idea de la "imprescindibilidad" de las infraestructuras, necesaria para valorar con equidad la existencia de equilibrio entre la inversión y la demanda que se satisface, puesto que ciertamente existen infraestructuras imprescindibles, como los servicios ferroviarios de cercanías, que moviendo un importante número de millones de viajeros, sus tarifas ni siquiera pueden pagar el 20% del coste, no obstante lo cual constituyen un servicio público que nadie cuestiona porque es imprescindible. Cabe, pues, preguntarse, si el AVE es imprescindible, y además, insustituible por otra clase de servicios ferroviarios, al objeto de que le pueda ser aplicada o no esta acertada doctrina.

Sobre este particular merece resaltarse el muy reciente estudio realizado por la consultora Boston Consulting Group, que valorando la intensidad de uso, la calidad del servicio y la seguridad, sitúa al ferrocarril español en el duodécimo puesto de una clasificación europea de calidad global, que analiza distintos parámetros propios, además de los fondos públicos invertidos. El estudio analiza veinticinco ferrocarriles europeos y los clasifica con un indicador numérico que denomina RPI (Railway Performance Index), que valora fundamentalmente tres aspectos: el nivel de utilización de la red, la calidad del servicio y la seguridad. De acuerdo con estos parámetros, el estudio valora el buen nivel de calidad y seguridad de la alta velocidad del ferrocarril

español, pero se hace notar su baja intensidad de su uso. (...)

El Tribunal de Cuentas, en su reciente Informe de 30 de abril ("Informe de fiscalización de la financiación de las infraestructuras ferroviarias en el periodo 2011 – 2013"), es sumamente incontestable en relación con gran parte de las cuestiones a que se ha venido haciendo mérito, advirtiendo sobre la insostenibilidad de los 3.000 kilómetros de la red de alta velocidad si no se racionalizan las inversiones pendientes y se asegura la financiación de la deuda acumulada, que este año superará los 18.000 millones de euros, según los Presupuestos Generales del Estado. Es en este orden de cuestiones que en el Informe se dice que "teniendo en cuenta la coyuntura económica actual, los problemas de financiación, el cumplimiento del objetivo de estabilidad presupuestaria y la sostenibilidad financiera de ADIF-AV a largo plazo, es especialmente aconsejable en las inversiones deficitarias introducir el principio de racionalidad en la ejecución del gasto público, limitando las inversiones que sean altamente deficitarias" (situación que podría agravarse en el futuro, una vez venzan los periodos de carencia de los préstamos que el Banco Europeo de Inversiones ha concedido a Adif, promotor y gestor de la red ferroviaria). El Tribunal de Cuentas insta a que se reestructuren los cánones que se cobran a Renfe para que Adif pueda cubrir sus costes, así como que se reconsideren los criterios de amortización de las vías hacia previsiones más realistas y se sea más transparente en la presentación de cuentas. Este consejo es ciertamente incompatible con la rebaja en los cánones y tasas, solicitada por los posibles operadores privados como único modo de que la liberalización de la alta velocidad pueda ser un hecho, y contemplada, como se ha expuesto más atrás, en el proyecto de Ley del Sector Ferroviario, máxime si tenemos en consideración que los actuales cánones que Adif cobra a los trenes que circulan por las líneas AVE cubren solamente entre el 49% y el 50,6% de los costes de esta infraestructura. Es por todo ello que en este pormenorizado y muy motivado Informe, se aconseja al Ministerio de Fomento "introducir el principio de racionalidad en la ejecución del gasto, limitando las inversiones que sean altamente deficitarias", así como a "ajustar mejor las inversiones en infraestructuras a las perspectivas de financiación existentes, priorizando la evaluación socioeconómica de los proyectos que primen la eficiencia en la aplicación de los recursos, no iniciando proyectos no rentables".

Como puede fácilmente colegirse, este Informe da respuesta a muchas de las preguntas suscitadas

en la presente colaboración, centrando el debate en los términos justos y objetivos, si bien no puede dejarse de ponderar, sin perjuicio de todos los excesos habidos, que como argumenta el diputado popular Andrés Ayala, portavoz de su grupo en la Comisión de Fomento, y auténtico experto en materia de infraestructuras, la finalidad sigue siendo que todas las capitales estén conectadas por AVE, pues “lo que no se puede es hacer análisis unidireccionales y cínicos”, que desconozcan o menosprecien los beneficios inducidos, como la cohesión del territorio y los objetivos de redistribución y desarrollo regional, pues “ninguna infraestructura alcanza el break even [punto de equilibrio] de rentabilidad. A su juicio, y ello es totalmente cierto, no puede dejarse de valorar en torno a toda esta problemática, que el AVE cohesionaría territorios y además permite que un país pueda hacer una oferta para sus visitantes, no debiéndose de omitir que el retorno de inversión es de un 58%.

No debe omitirse, pues ello es sumamente ilustrativo en torno al debate de que se trata, que los recientes proyectos de Ley del Sector Ferroviario y de Carreteras, aprobados en el Consejo de Ministros del día 8 de mayo, contemplan que antes de proceder a la construcción de nuevas líneas ferroviarias y de carreteras, habrá de superarse un estudio previo de rentabilidad social y económica. En principio, y a la espera de conocer cuales vayan a ser los

parámetros mínimos exigibles y su forma de valoración, esta futura exigencia legal es una noticia positiva, que se produce en pleno debate sobre la rentabilidad de las infraestructuras ferroviarias de alta velocidad, debate que como se ha expuesto no carece de motivación, como lo acredita que en estos proyectos de Ley se haya decidido incluir esta acertada medida. (...)

En virtud de cuanto se ha expuesto, puede concluirse, frente a discursos políticos electoralistas imposibles de mantener si los que los hacen gobernarán, que en la situación actual de planificación de la red AVE, la cuestión principal debatida en torno a la rentabilidad del AVE es una materia de análisis histórico, sin que pueda tener efectos sobre el presente y futuro. Y ello es así, entre otros motivos, porque ningún partido político, en la actual situación de desarrollo del AVE, castigaría a una Comunidad concreta a no disponer de este modo de transporte cuando la práctica totalidad cuenta con él. Frente a este debate, a mi juicio estéril, en este momento el asunto a plantear, sobre el que debe girar la discusión, es el relativo a la sostenibilidad económico-financiera de la red, tal y como ha apuntado muy certeramente el Tribunal de Cuentas en su Informe del pasado 30 de abril. Así pues, termino afirmando que el debate sobre la inversión pública en AVE, tal y como se ha suscitado, está incorrectamente planteado. □

Por qué el AVE tiene sentido

Roger Senserrich. Publicado en El blog de El español, 11 de abril de 2015

Tras años en que toda la clase política española (y casi todos los votantes) estaba obsesionada con el ferrocarril de alta velocidad, parece que finalmente ha llegado la hora de hablar en contra. Estos últimos días hemos visto dos informes altamente críticos con la política de inversión en ferrocarril en España, ambos salidos de Fedea; desde los partidos, Ciudadanos ha hecho de la reducción en inversión en líneas de alta velocidad uno de sus objetivos en la presentación de su programa.

Es un debate necesario. Durante años, los sucesivos ministros de Fomento y presidentes de Gobierno españoles han hecho de dibujar líneas en el mapa y prometer infraestructuras una de sus estrategias políticas preferidas. Para desgracia del erario público, muchas de estas obras se han acabado construyendo sin prestar atención alguna a si eran necesarias o no. España, tras años de

bonanza presupuestaria derivada de la burbuja, ha acabado con un montón de elefantes blancos.

Esto no quiere decir, sin embargo, que el debate sobre la inversión en ferrocarril esté bien planteado, o que los argumentos que se están lanzando sean demasiado congruentes. Por tanto, es importante empezar por repasar

primero las inversiones realizadas y su coste. Después hay que hablar sobre qué queda por hacer y qué podemos esperar del ferrocarril en el futuro.

La necesidad de modernizar

El punto de partida al hablar de trenes en España debe ser un vistazo al estado de la red antes de la llegada de las líneas de alta velocidad en 1992. Ana Cabanes y Raúl Gonzalez, de la Fundación de Ferrocarriles Españoles, han hecho un trabajo monumental al compilar horarios de circulaciones en España en los últimos 150 años. Su repaso a los tiempos de viaje y velocidades comerciales de la red basta para darse cuenta que

estábamos ante unas infraestructuras obsoletas. En 1990, el tren más rápido entre Madrid y Sevilla necesitaba seis horas, a 95 km/h de media, para unir ambas ciudades. El recorrido Madrid-Barcelona era ligeramente más rápido, con un tiempo de viaje de seis horas y media a 112 km/h. La capital de provincia con el tren más veloz a Madrid era Albacete, y ni siquiera recorriendo llanuras manchegas Renfe daba velocidades medias por encima de 130.

La realidad es que España nunca había tenido buenas líneas férreas. Con muy contadas excepciones, la red de 1936 era básicamente la misma que en 1990, exceptuando muchas líneas cerradas y alguna variante puntual. Renfe operaba en infraestructuras diseñadas para locomotoras con velocidades máximas de 100 km/h, sin apenas tramos de doble vía. Cuando se aprueba la construcción de la línea Madrid-Sevilla se diseña completamente nueva no por capricho, sino porque la vía antigua daba un rodeo de 100 kilómetros, era imposible renovar el paso por Despeñaperros sin hacer un trazado completamente nuevo y de Linares a Córdoba apenas se podía aprovechar nada de la vía existente.

Esta misma historia se repite, una y otra vez, en otros corredores de alta velocidad. Hacia Barcelona, la vía entre Guadalajara y Calatayud era increíblemente revirada. El cruce del Sistema Ibérico era aún peor. De Zaragoza a Barcelona, las dos líneas convencionales daban enormes rodeos por Tardienta o por Caspe, en ambos casos evitaban el recorrido directo y llano por los Monegros. La línea hacia el norte o bien daba un rodeo tremendo por Ávila, con un ascenso lento y con fuertes pendientes, o bien iba directa por Aranda de Duero, en una línea apenas mejor. Hacia Valencia, aunque la línea sí tenía un buen trazado, el tren daba otro rodeo por Albacete y malgastaba otros 100 kilómetros.

La realidad es que muchas líneas antiguas no podían renovarse a estándares modernos (doble vía, 220 km/h) sin hacerlas casi completamente nuevas. Es imposible hacer gran cosa cuando el trazado no tiene grandes rectas, todo está en vía única y la orografía es tan complicada que la única manera de evitar curvas cerradas es tunelar o demoler montañas.

La decisión que se ha tomado en España en la mayoría de los trazados troncales de la red (que son los que están ya construidos) ha sido que, puestos a hacer obra nueva, era mejor hacerla bien (300-350 km/h de velocidad máxima) que conformarse con trazados aceptables para Alemania en 1960.

La nueva red: rentabilidad económica y social

Dicho esto, vale la pena revisar alguno de los argumentos del informe más reciente de Fedea sobre la rentabilidad social del AVE. Su idea es partir de un estudio coste-beneficio para comparar costes de construcción, mantenimiento y operación de las líneas de alta velocidad españolas con los ingresos que generan y sus beneficios sociales, evaluando su balance económico. La metodología empleada es bastante habitual y los autores dibujan un modelo claro. El problema, sin embargo, es que muchos de los parámetros utilizados en el cálculo son poco realistas.

Para empezar, los autores sólo consideran una parte de los ingresos del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) en su análisis; el canon de mantenimiento de la infraestructura. El canon es, por así decirlo, el “peaje” que paga el operador ferroviario (Renfe) para mover un tren en la red. Las líneas de alta velocidad, sin embargo, generan otros ingresos para el gestor de infraestructuras: la energía para la tracción de los trenes, el alquiler de instalaciones, el uso de estaciones y locales comerciales. En realidad, los cánones de circulación son sólo la mitad de los ingresos totales del ADIF. Incluir el resto, aunque sea parcialmente, mejora y mucho el panorama de ingresos de la red. En el apartado de costes, además, los autores utilizan la cifra de 109.000 euros en gastos de mantenimiento por kilómetro al año. Cálculos más recientes para la red española reducen ese importe a 67.000 euros.

Los autores también dan una cifra de crecimiento de viajeros anuales muy modesta, un 2%. Durante los dos últimos años, el número de viajeros por línea (sin incluir trazados nuevos) ha aumentado por encima del 10% en casi toda la red de alta velocidad gracias a la nueva política comercial de Renfe y, sobre todo, al enorme margen de crecimiento en uso del ferrocarril en España.

Podemos comparar la línea Madrid-Barcelona con la que los autores dan como ejemplo de rentabilidad en Europa, la París-Lyon. Las dos ciudades francesas y sus áreas metropolitanas suman 12 millones de habitantes; el tráfico anual de viajeros entre ellas en TGV es de cerca de siete millones. El ratio entre tráfico y población es, por tanto, de 0,49 viajes por habitante. Las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona suman unos 10,5 millones de habitantes. La línea de alta velocidad que une ambas ciudades movió algo más de tres millones, dejando el ratio en 0,3.

Dicho en otras palabras: los franceses utilizan el tren un 60% más que los españoles. No hay nada que impida que podamos explotar las líneas de alta velocidad con un ratio de uso similar; es más,

algunas relaciones de alta velocidad ya lo hacen (Madrid-Córdoba). Por desgracia, la red española sigue teniendo muchos tramos con trazados del siglo XIX que impiden que muchas relaciones tengan velocidades comerciales competitivas, así que costará ver estos niveles de uso en todas partes a corto plazo. Los TGV circulan más tiempo en líneas convencionales que en líneas de alta velocidad, pero lo hacen en vías excelentes, mientras que los Alvia a menudo sufren caminos de cabras decimonónicas.

Más allá de los costes y tráficos, los factores que utiliza el estudio para analizar los beneficios y costes sociales son demasiado restrictivos. En los costes evitados, por ejemplo, no incluye el gasto en otras infraestructuras que deberían construirse para cubrir el tráfico de las líneas de alta velocidad si éstas no existieran, ni incluyen el ahorro de energía, enorme incluso en comparación al ferrocarril convencional. Tampoco incluyen los aumentos inducidos a la productividad, que van más allá del ahorro de tiempo. Por añadido, los autores excluyen los beneficios de explotación de la infraestructura en la cuenta social de sus análisis, aunque si incluyen su coste; incluirlos haría que tres de las cuatro líneas de alta velocidad (el corredor de Valladolid hacia el País Vasco está inacabado, y no es comparable) sean rentables socialmente.

La realidad es que, atendiendo a los datos, todas esas líneas cubren los gastos de explotación sobradamente, tanto para Renfe como para el ADIF. Las infraestructuras ya construidas puede que no vayan a recuperar los costes de la inversión realizada (aunque otros estudios señalan que sí cubre amortizaciones), pero no cuestan dinero al contribuyente una vez en operación. Si miramos los costes sociales es difícil decir que el ferrocarril de alta velocidad en España no da resultados como mínimo neutros a largo plazo.

El futuro de la red: el final de la expansión

Cuando Ciudadanos promete reducir la inversión en líneas de alta velocidad si llega al Gobierno está omitiendo un detalle importante: la red de alta velocidad española está prácticamente acabada. A finales del 2016, cuando un hipotético nuevo gobierno pueda aprobar sus primeros presupuestos, las únicas obras ferroviarias de envergadura aún en construcción será el acceso a Galicia y la 'Y-Vasca'.

La 'Y-Vasca' no es una línea de alta velocidad pura: está construida para velocidades máximas de 220 km/h y es mixta, para viajeros y mercancías. Es la clase de línea de altas prestaciones que se reclama a menudo como alternativa al AVE y está costando un dineral en

parte por la espantosa orografía del País Vasco, en parte porque la línea convencional era tan mala que era imposible aprovecharla. La de Galicia será un ejemplo de una línea de altas prestaciones adaptada a baja demanda, no una línea de alta velocidad al uso, y va a salir bastante más barata.

Hace un par de años, los técnicos del ADIF completaron un informe hablando de cómo racionalizar las inversiones en ferrocarril ahora que las cuatro líneas "troncales" (Sevilla, Barcelona, Valencia y Valladolid-Burgos-Euskadi) estaban casi acabadas. La idea central era que dado que las "antenas" de estas líneas no necesitan tener la capacidad de los troncos centrales, había que buscar fórmulas para aumentar velocidades comerciales y eliminar potenciales cuellos de botella, pero a un coste razonable. El responsable de la filtración, en un ejercicio muy español de gestión pública, fue destituido. Pero la realidad es que éste es el modelo de inversiones de Fomento para completar la red. La época de vías dobles con velocidades máximas de 350 km/h se ha acabado; donde eran necesarias (y en algunos lugares donde no lo eran) ya están hechas.

Esto quiere decir evitar construir nuevos (y carísimos) accesos a ciudades, vías dobles donde basta con una única bien diseñada, y variantes carísimas para tramos de vía lo suficiente cortos como para que implique un gran ahorro de tiempo. La línea de Galicia, por tanto, combinará tramos en vía único con tramos en vía doble, reutilizará los accesos de la línea convencional a Orense y se abrirá con capacidad para 15-20 trenes por sentido al día, no los 200 que puede manejar el Madrid-Barcelona. Los tiempos de viaje serán ligeramente superiores (unos 25-30 minutos en Madrid-Ourense) pero costará 3.800 millones menos. Si la demanda o las necesidades operativas justifican ampliar la inversión, se ampliará. Cuando sea necesario, pero no antes.

El gasto en líneas de alta velocidad va a bajar en los próximos años, gobierne quien gobierne. Las tres grandes obras que están paradas ahora mismo (Sevilla-Antequera, Murcia-Almería y Madrid-Extremadura-Portugal), o seguirán durmiendo el sueño de los justos, o serán completadas siguiendo esta política de ahorro. Las antenas de las líneas actuales se harán paso a paso, pero sin los dispendios de líneas ya construidas.

Aunque los políticos insistan en fingir lo contrario, las inversiones en ferrocarril llevan un par de años siendo realizadas según este guión y el gasto futuro será mucho más moderado que el que hemos visto hasta ahora. Ciudadanos está prometiendo hacer lo que el ADIF tiene planeado, por mucho que Fomento disimule.

Una inversión más racional de lo que parece

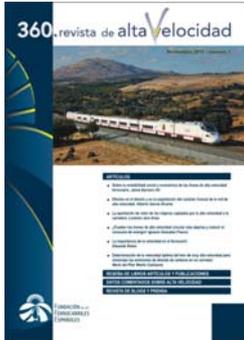
La historia del ferrocarril de alta velocidad en España está llena de contradicciones: la inversión era necesaria pero se construyó sin planificar demasiado. Los tráficos son menores de lo previsto, pero cambios en Renfe y la liberalización probablemente harán que acabe funcionando. Aunque se construyó demasiado en algunos puntos, la red acabará siendo bastante racional una vez esté completa, en no poca

medida por la tozudez de los funcionarios del ADIF.

Es fácil hacer demagogia con el AVE. Las cifras son enormes, las obras gigantes, el ego de los políticos que los impulsan incontenible, las promesas un tanto ridículas. En realidad ha acabado siendo un programa de infraestructuras que ha salido bastante bien de precio, cubre (como mínimo) el coste de mantenimiento, y nos van a durar la tira de años. □

ARTICULOS DE LOS NÚMEROS ANTERIORES DE LA REVISTA

Número 1. Noviembre de 2011



ALTA VELOCIDAD Y TERRITORIO

Sobre la rentabilidad social y económica de las líneas de alta velocidad Ferroviaria. Jaime Barreiro Gil

PLANIFICACIÓN

Efectos en el diseño y en la explotación del carácter troncal de la red de alta velocidad. Alberto García Álvarez

EVALUACIÓN SOCIO ECONÓMICA

La aportación de valor de los viajeros captados por la alta velocidad a la carretera. Lorenzo Jaro Arias

ENERGÍA Y MEDIOAMBIENTE

¿Pueden los trenes de alta velocidad circular más deprisa y reducir el consumo de energía?. Ignacio González Franco

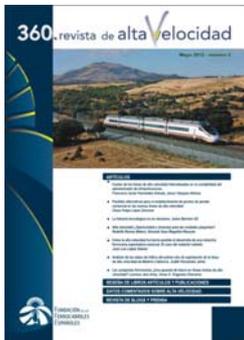
EXPLORACIÓN

La importancia de la velocidad en el ferrocarril. Eduardo Romo

EXPLORACIÓN

Determinación de la velocidad óptima del tren de muy alta velocidad para minimizar las emisiones de dióxido de carbono en un corredor. María del Pilar Martín Cañizares

Número 2 abril de 2012



ECONOMÍA

Costes de las líneas de alta velocidad internalizados en la contabilidad del administrador de infraestructuras. Francisco Javier Fernández Arévalo, Jesús Vázquez Atienza

EXPLORACIÓN

Posibles alternativas para el establecimiento de puntos de parada comercial en las nuevas líneas de alta velocidad. César Felipe López Sánchez

POLÍTICA DEL TRANSPORTE

La alta velocidad como una necesaria modernización de las infraestructuras. Ferroviarias. Jaime Barreiro Gil

ALTA VELOCIDAD Y TERRITORIO

Alta velocidad ¿Oportunidad o amenaza para las ciudades pequeñas?. Rodolfo Ramos Melero, Gonzalo Sanz Magallón-Rezusta

INDUSTRIA

Cómo la alta velocidad ha hecho posible el desarrollo de una industria ferroviaria exportada nacional. El caso del material rodante. José Luis López Gómez

EXPLORACIÓN

Análisis de los datos de tráfico del primer año de explotación de la línea de alta velocidad de Madrid a Valencia. Judith Fernández Jáñez

EXPLORACIÓN/ TRÁFICO MIXTO

Las autopistas ferroviarias ¿Una apuesta de futuro en líneas mixtas de alta velocidad?. Lorenzo Jaro Arias, César A. Folgueira Chavarria

360.revista de alta velocidad

360. revista de alta velocidad pretende servir de foro de discusión serena y plural, a la vez que profundiza en todos los temas relacionados con la alta velocidad ferroviaria: planificación, efectos económicos y sociales, explotación, tecnología, etc.

Octubre 2015
número 3

ARTÍCULOS

El efecto perverso de la predeterminación de la tarifa en el análisis coste beneficio de las nuevas infraestructuras de alta velocidad
Alberto García Álvarez, Ignacio González Franco y Álvaro Rubio García

Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión
Judith Fernández Jánez

El efecto de la velocidad de diseño en el coste de construcción de la infraestructura
Ignacio González Franco

Ubicación de la población en el territorio en España y su relación con las distancias de los viajes
Jesús Vega Galán, Luis E. Mesa Santos e Iván Palacio Vijande

RESEÑAS DE LIBROS, ARTÍCULOS Y TESIS DOCTORALES

DATOS COMENTADOS SOBRE ALTA VELOCIDAD

REVISTA DE BLOGS Y PRENSA



FUNDACIÓN DE LOS
FERROCARRILES
ESPAÑOLES