

**NUEVAS LINEAS FERROVIARIAS DE
ALTA VELOCIDAD EN ESPAÑA Y
SUS EFECTOS ECONOMICOS***

por

Oscar Alvarez** y Jose A. Herce***

Documento de Trabajo 92-10

Resumen:

Este trabajo comienza con la caracterización del "producto TAV" en base a su coste generalizado y frente a otras alternativas convencionales y la descripción de posibles escenarios de realización de una red española de alta velocidad. Posteriormente, a partir de una batería de modelos microeconómicos, macroeconómicos y sectoriales se simulan y/o estiman los efectos derivados de la realización de nuevas infraestructuras de alta velocidad ferroviaria. Tales efectos pueden ser transitorios, durante la fase de realización (producción, empleo) o permanentes (ganancias de bienestar) y en todo caso importantes dada la envergadura de las inversiones. Se concluye con una serie de ilustraciones sobre el rendimiento económico y social de tales proyectos utilizando los resultados del análisis microeconómico.

* Este trabajo es un resumen de una serie de memorias realizadas por los autores para FEDEA en el marco de un contrato de investigación celebrado entre ésta, por una parte, y la Fundación de los Ferrocarriles Españoles y CICYT (nº PBS91-0118-C04-04) por otra no pudiendo atribuirse las opiniones aquí contenidas a ninguna de estas instituciones. Los autores agradecen la asistencia a la investigación prestada por Bienvenido Ortega y la ayuda de Javier Velázquez y Carlos Fernández. Se agradecen, igualmente los esimulantes comentarios de un evaluador anónimo. Todos los errores que subsistan son de la exclusiva responsabilidad de los autores.

Los autores desean dedicar este trabajo a la memoria de Gonzalo Mato.

** Universidad de Valencia.

*** FEDEA y Universidad Complutense de Madrid.

INDICE

- 1.- Introducción
- 2.- El "producto TAV"
- 3.- Los nuevos proyectos españoles
 - 3.1 Trazado, características e inversiones
 - 3.2 Demanda
 - 3.3 Ahorro de tiempo y coste generalizado
- 4.- Efectos económicos
 - 4.1 Microeconómicos
 - 4.2 Sectoriales
 - 4.3 Macroeconómicos
 - 4.4 Regionales
- 5.- Ilustraciones sobre la rentabilidad económica y social de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona.
- 6.- Conclusión

Referencias

1. Introducción

La alta velocidad ferroviaria supone la aparición en el mercado de servicios de transporte de un "producto" cuyas características lo convierten en un fuerte competidor de otros productos establecidos (avión, vehículo particular, tren convencional). Por otra parte, implica la construcción de costosas infraestructuras cuya oportunidad habrá que juzgar en función de sus méritos relativos a los de otros proyectos y cuya realización tendrá importantes efectos económicos traducidos en ahorros de tiempo considerables para los usuarios y por lo tanto ganancias de bienestar de los mismos cosechadas de forma permanente, o en otros efectos sectoriales, macroeconómicos, regionales, etc., producidos durante la fase de realización de los proyectos. Finalmente, hay que ver en la alta velocidad ferroviaria la existencia de una oportunidad estratégica para el ferrocarril español aunque desde un punto de vista multimodal la pregunta relevante es si aquella constituye una oportunidad estratégica para el sistema de transportes en su conjunto.

En la sección siguiente se analizan las características del producto TAV y su potencial para conquistar partes de mercado a otros servicios de transporte competitivos. La sección 3 describe los posibles proyectos de realización de la red española de alta velocidad, y las proyecciones disponibles de demanda, estimación de los ahorros de tiempo y efecto sobre el coste generalizado. En la sección 4 se estiman los efectos económicos.

Mediante la simulación de un modelo propuesto por Kay, 1989 y modificado para este ejercicio se calculan las ganancias de bienestar (excedente del consumidor) derivadas de la introducción del tren de alta velocidad en la línea Madrid-Barcelona. Teniendo en cuenta, además de los flujos de tráfico principales, los flujos secundarios, la consideración de este beneficio social podría aumentar en varios puntos porcentuales la tasa interna de rendimiento económico del proyecto.

Igualmente, se calculan los efectos sectoriales (valor añadido, empleo, importaciones, etc.) a partir de la Tabla input/output de la economía española (1986) derivados de la realización de los proyectos. En dicha estimación se comparan inversiones en infraestructura de alta velocidad con inversiones en infraestructura de carreteras advirtiéndose efectos sensiblemente diferentes debido al elevado contenido en importaciones de la primera. Mediante la utilización del modelo MOISEES (Molinas et al., 1990) se

estiman los efectos macroeconómicos (producción, empleo, precios, saldo exterior y déficit público) derivados igualmente de la realización de los proyectos. Finalmente se exploran los efectos regionales del tren de alta velocidad constatando las dificultades existentes para una determinación precisa de los mismos a causa de la escasez de datos.

La sección 5 contiene una serie de ilustraciones relativas a la rentabilidad económica y social del proyecto para la línea Madrid-Barcelona basadas en hipótesis alternativas sobre la magnitud de los beneficios de explotación de la línea, conocido su coste e incorporando al análisis los resultados obtenidos en la sección anterior sobre las ganancias de bienestar de los usuarios del TAV.

Una última sección contiene las conclusiones sumarias de esta investigación.

2. El producto TAV

El producto "alta velocidad" está caracterizado por poseer propiedades que lo diferencian de otros productos similares (tren convencional, avión, automóvil), que lo hacen potencialmente capaz de captar un número importante de usuarios desde los demás modos alternativos de transporte.

Tradicionalmente en transporte, la evaluación de los costes (soportados por el consumidor) de un viaje se realiza en términos de **coste generalizado**¹, y no en términos de tarifas, siendo el tiempo una variable fundamental, dependiendo del valor que se le asigne, para determinar la ventaja de un modo de transporte sobre otro.

Para desplazamientos con origen-destino idéntico, pero realizados en modos diferentes (avión, tren convencional o coche), con precios y tiempos distintos, puede existir un valor unitario de tiempo tal que haga que el viajero potencial que aplique tal valoración sea indiferente entre los distintos modos. Si comparamos tre modos, avión, tren convencional y coche, tenemos que todos los individuos para quienes el tiempo tenga un

¹ El coste generalizado es la suma de la tarifa pagada por el usuario, más el valor del tiempo consumido durante el desplazamiento (calculado como el producto del número de unidades de tiempo empleadas por el valor asignado a cada unidad).

valor superior elegirán el avión y aquellos para quienes el tiempo tenga un valor inferior al valor de indiferencia elegirán el tren convencional.

En el Gráfico 1, V representa el valor de indiferencia entre el avión y el tren convencional. Cuando se introduce el producto alta velocidad con las características precio-tiempo señaladas en el gráfico, surgen dos nuevos valores de indiferencia (Avión-TAV y TAV-Tren) que hacen redundante V como línea divisoria entre las alternativas relevantes. También se muestra el reparto modal, mediante la ordenación de los valores de indiferencia de los pares de alternativas relevantes. Todos los individuos que atribuyen al tiempo un valor comprendido entre 0 y V' elegirán el tren convencional. Quienes valoran el tiempo entre V' y V'' elegirán el TAV y quienes valoran el tiempo por encima de V'' elegirán el avión, para un origen-destino dado.

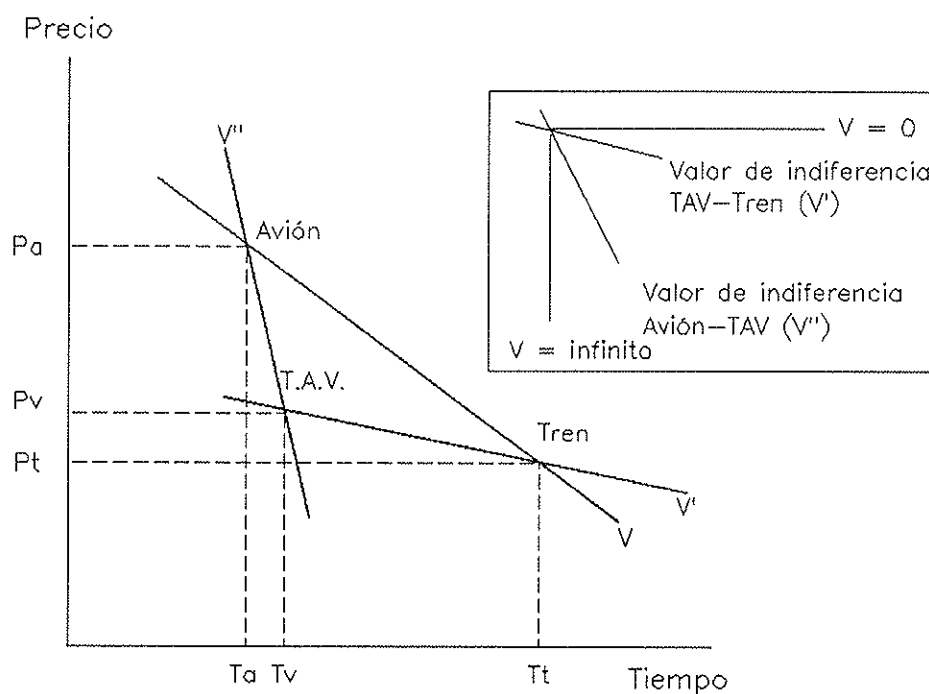


Gráfico 1

Podemos observar como el TAV puede ser capaz de obtener una parte importante del mercado, cuando la combinación precio-tiempo que ofrece es suficientemente favorable. La desaparición de tiempos de ruptura y transbordos, propios del avión y del coche, y la mejora en la calidad del servicio (existe certidumbre sobre los tiempos estimados de viaje), hacen que en términos relativos y absolutos el coste final del TAV sea inferior. Además, cualquier modo alternativo avión o coche, se caracteriza bien por tener

importantes costes en tiempos de ruptura, de incertidumbre o de ambos, esto hace que los tiempos estimados para realizar un viaje estén por encima de la media y por lo tanto el coste final estimado del viaje puede ser excesivamente alto.

3. Los nuevos proyectos españoles

3.1 Trazados, características e inversiones

La red española de alta velocidad cuenta, desde abril de 1992, con el tramo Madrid-Sevilla realizado en ancho internacional y por el que circulan TAVs a 250Km/h. En un futuro próximo circularán igualmente trenes TALGO que desarrollarán velocidades de 200Km/h pero que al estar dotados de tecnología de cambio de ancho de vía podrán penetrar en red andaluza convencional con reducidas rupturas de carga en las estaciones de Córdoba y Sevilla. Estas características marcan las que serán también las de las futuras ampliaciones del tramo ya existente. En el futuro pues coexistirán dos redes de ancho de vía diferente interconectadas sin embargo mediante la tecnología de cambio de ancho incorporada a los trenes TALGO. De esta manera muchas relaciones ferroviarias tendrán parte de su recorrido en la red de alta velocidad y las ganancias de tiempo que ésta permite se trasladarán también en parte a la red convencional.

Las ampliaciones posibles, ya analizadas de forma preliminar por RENFE, son las recogidas en el cuadro 1 donde se presentan en forma de escenarios contruidos a partir del escenario de base constituido por la línea Madrid-Sevilla. Conviene notar que ni las estimaciones de costes ni los parámetros de trazado son definitivos y que deben de tomarse como ilustrativos con un elevado grado de aproximación. Todo los cálculos posteriores se basan en estos datos.

CUADRO 1

Escenarios incrementales de la Red Española de Alta Velocidad:
descripción sumaria y coste (en millones de pesetas de 1991)

Escenario	Interconexiones A.V.	Cambio de ancho	Kms.	Coste ejec. contrata	Coste por Km.
I. Base (M-S) Este escenario está constituido por el NAFA, es decir la línea Madrid-Sevilla. Por otra parte, se consideran una serie de mejoras sobre la red RENFE como son duplicaciones en La Encina-Jávita, Castellón-Tarragona, León-Ponferrada y Variante de Amposta y mejoras en Madrid-Albacete-Valencia y Corredor Mediterráneo para permitir velocidades de 200 Km/h. Las columnas a la derecha solo contemplan el NAFA.		Córdoba Sevilla	471,0	389.958	827,9
II. M-B (variante N-N-S) Este escenario contempla la realización de la línea Madrid-Zaragoza-Lérida-Barcelona en sus variantes Norte (M-Z)-Norte (Z-L)-Sur (L-B). Via nueva con parámetros 18/5000 soportando circulación de TAVs a 250 Km/h y TALGO a 200 Km/h.	Madrid Bellvey-Tarragona	Zaragoza Tarragona	653,4	532.630	815,2
Variante S-N-S			595,9	510.321	856,4
III. M-B+F Escenario II más el tramo Barcelona-Frontera Francesa con parámetro 20/3250-6000 y circulaciones TAV y TALGO.	Barcelona	no	798,1	669.516	838,9
Tramo Barcelona-Frontera			144,7	136.886	946,0
IV. M-B+F+E Escenario III más el tramo Borja-Tolosa-Irún o corredor navarro.	Borja (Z)	Castejón Zuasti (?)	1021,2	897.395	878,8
Tramo Borja-Tolosa-Irún (Corredor navarro).			223,1	227.879	1021,4
V. M-B+F+E+Y Escenario IV más la red vasca de AV que uniría las tres capitales.	Tolosa Nudo Vasco	Vitoria	1154,8	1.078.663	934,1
Tramo Y Vasca (sin Tolosa-Irún).			133,6	181.268	1356,8
VI. M-B+F+E+Y+V Escenario V más tramo Riaza-Valladolid con salida hacia Medina del Campo.	Riaza Nudo Valladolid	Valladolid Medina	1280,3	1.152.367	900,1
Tramo Riaza-Valladolid.			125,5	73.704	587,3
VII. Red Española de A. Velocidad Este escenario resulta de añadir al escenario VI el tramo de AV Madrid-Sevilla. El mismo se configura en alta y gran velocidad con trenes circulando a 250 Km/h (TALGOs) respectivamente. Los parámetros de trazado de las vías oscilarían, según tramos, alrededor de 18 mil./5000 mts.. Toda la red es en ancho internacional. Los puntos de cambio de ancho conectan la REAV con la RENFE.	Madrid Bellvey-Tarragona Barcelona Borja (Z) Tolosa Nudo Vasco Riaza Nudo Valladolid	Córdoba Sevilla Zaragoza Tarragona Castejón Zuasti (?) Vitoria Valladolid Medina	1751,3	1.542.325	880,7
Fuente: RENFE, Fundación de los Ferrocarriles Españoles y elaboración propia. Nota: En los costes no se incluye el material rodante					

De todos los escenarios considerados, el de más concebible realización a medio plazo es el II que incluye la línea Madrid-Zaragoza-Lérida-Barcelona, posiblemente ampliando en un futuro más lejano hasta la frontera francesa. El tramo Riaza-Valladolid tiene propiedades interesantes por la fuerte penetración de que dota a la red de alta velocidad en la red convencional del Noroeste.

La decisión del ancho de vía internacional no deja de pesar en el hecho de que las dos redes quedan "sembradas" de estaciones de cambio de ancho y de que solamente los trenes dotados de la tecnología adecuada, española por cierto, pueden circular por ambas. Ello es, no obstante, necesario para crear el "efecto red" que multiplique y extienda los beneficios derivados de la introducción de la alta velocidad en nuestro país.

El cuadro 2 permite una caracterización más completa de los escenarios anteriores desde los criterios de población y valor añadido potencialmente afectados por las nuevas líneas. Cada escenario es acumulativo respecto al anterior.

CUADRO 2

Características de los escenarios

Escenario	Población (a)	VAB (b)	Viajeros (c, miles)	Longitud (Kms.)	V/Km.
I. Base (M-S) (d)	19.8 %	21.3 %	3885	471	8.248
II. M-B (vte. N-N-S) (e)	36.1 %	41.2 %	12799	1134	11.287
III. M-B+F (f)	37.4 %	43.0 %	16699	1279	13.056
IV. M-B+F+E (g)	40.5 %	46.5 %	17779	1503	11.829
V. M-B+F+E+Y (h)	44.1 %	50.5 %	18646	1617	11.531
VI. M-B+F+E+Y+V (i)	45.3 %	51.8 %	21265	1734	12.264
Indíces					
I. Base (M-S) (d)	100	100	100	100	100
II. M-B (vte. N-N-S) (e)	183	194	329	241	137
III. M-B+F (f)	189	202	430	271	158
IV. M-B+F+E (g)	205	219	458	319	143
V. M-B+F+E+Y (h)	223	238	480	343	140
VI. M-B+F+E+Y+V (i)	229	244		368	149
a) Población de las provincias atravesadas en % de la Población nacional, 1989. b) VAB de las provincias atravesadas en % del VAB nacional, 1989. c) Tráficos totales largo recorrido en las relaciones afectadas por los nuevos proyectos, TAV y TALGO 200, hipótesis C (baja), año 2000. d) Incluye las provincias de Madrid, C. Real, Córdoba y Sevilla. e) Anterior más Zaragoza, Lérida, Tarragona y Barcelona. f) Anterior más Gerona. g) Anterior más Navarra y Guipúzcoa. h) Anterior más Alava y Vizcaya. i) Anterior más Valladolid.					
Fuente: Fundación de los Ferrocarriles Españoles, INE, BBV y elaboración propia.					

La población considerada es la de las provincias atravesadas por las líneas y en las que éstas tienen previstas estaciones de parada de los trenes de alta velocidad. Al mismo criterio responden los datos de valor añadido bruto. La acumulación de escenarios va cubriendo cada vez más población y valor añadido expresados como porcentajes de los totales nacionales. Así el escenario más ambicioso afectaría a un conjunto de catorce provincias españolas que representan al 45% de la población española y el 52% del Valor Añadido Bruto de la economía. El tráfico anual en el conjunto de las valoraciones afectadas por los nuevos proyectos (ambas redes) sería, según la estimación de la FFE, de unos 21 millones de viajeros año.

Puede adoptarse un criterio grosero de densidad de tráfico dividiendo el tráfico anual de viajeros estimado, en cada uno de los escenarios, por la longitud de Kms. del mismo lo cual se realiza en la última columna de cuadro 2.2. Puede apreciarse que los tramos que añaden densidad al conjunto son Madrid-Barcelona, Barcelona-Frontera Francesa y Ríaza-Valladolid, mientras que el corredor navarro y la Y vasca rebajan, debido a sus menores densidades específicas, la densidad general de la red.

El escenario III (Sevilla-Madrid-Barcelona-Frontera) presenta la máxima densidad aunque la población y el Valor Añadido Bruto de las provincias afectadas son, respectivamente, el 37,4% y el 43,0% de sus totales nacionales. Porcentajes que se incrementan hasta el 45% y el 52% en el caso del escenario más ambicioso de los considerados (el VI) debido a la incorporación de las provincias vascas y de Navarra

3.2 Demanda

La unidad de demanda utilizada mide el número de viajes totales realizados entre origen-destino, sin considerar dirección y suponiendo que no existen problemas de oferta ni de capacidad. La importancia de la demanda viene determinada, no sólo por su incidencia en los resultados de explotación de la empresa operadora y sus competidoras, sino también por que de su volumen dependerá el incremento de bienestar generado. La FFE (Fundación de los Ferrocarriles Españoles) ha estimado distintos escenarios de demanda para los distintos corredores de alta velocidad a construir, de entre estos escenarios ha sido elegida para la simulación la denominada "Hipótesis C" (baja), que se presenta en el Cuadro 3.

CUADRO 3

DEMANDAS DE LA RED ESPAÑOLA DE ALTA VELOCIDA AÑO 2000 HIPOTESIS "C" (baja) (en miles de viajeros año)						
	Esc. de Base M-S ¹	M-B				
		M-B	+E	+E+Y	+E+Y+V	+F ²
1.1 Relación M-B		5.942	5.942	5.942	5.942	
Flujos principales		3.329	3.329	3.329	3.329	
Otros Flujos		2.613	2.613	2.613	2.613	
1.2 Otras Relaciones		2.972	4.052	4.919	7.538	
1 Subtot (1.1+1.2)		8.914	9.994	10.861	13.480	5.950
2 Relaciones NAFA ³	3.885	3.885	3.885	3.885	3.885	
TOTAL (1 + 2)	3.885	12.799	13.879	14.746	17.365	5.950
Ferroc. Convencional	1.645	4.164	3.886	3.714	2.704	
1 El escenario base incluye el NAFA y una serie de modernizaciones de infraestructura ya en curso. 2 Datos obtenidos de la Generalitat de Catalunya. 3 Demanda estimada para el Nuevo Acceso Ferroviario a Andalucía (NAFA). Fuente FFE y elaboración propia.						

Se puede también apreciar la evolución de la demanda del TAV al incrementarse la red. La extensión de la red produce un crecimiento importante de tráfico en "otras relaciones", esto es debido a que cada vez son más los flujos que, directa o indirectamente, se benefician de la alta velocidad, extendiendo sus beneficios a un mayor número de usuarios.²

A partir de las demandas obtenidas por la F.F.E., se ha calibrado el modelo de bienestar para reproducir las demandas estimadas por la F.F.E., lo que ha permitido calcular las variaciones de bienestar que se obtendrían con las demandas previstas por la F.F.E.. En cualquier caso, los resultados de demanda ofrecidos por el modelo no pretenden ser una estimación alternativa, sino puramente orientativa para los cálculos del excedente (ver cuadro 6, sección 4.1).

² Al extender la red hasta Valladolid, el corredor del Noroeste se ve beneficiado, disminuyendo los tiempos de recorrido, ya sea con la utilización del propio TAV o con la utilización de los Talgo 200.

3.3. Ahorro de tiempo y coste generalizado.

La construcción de un nuevo enlace de transporte o la mejora de uno ya existente, genera ahorros de tiempo o lo que es lo mismo, *ceteris paribus*, una disminución del coste generalizado, determinando aumentos en la demanda y ganancias de bienestar. Sin embargo, las ganancias de bienestar dependen directamente del **valor del tiempo ahorrado**.

La construcción de la red de alta velocidad permite un ahorro importante de tiempo, no sólo en el corredor donde se realiza la inversión, sino también en otros flujos que se apoyan total o parcialmente en el mismo. En el Gráfico 2 se puede observar la evolución de la ganancia media de tiempo en la red, al extenderse la alta velocidad.

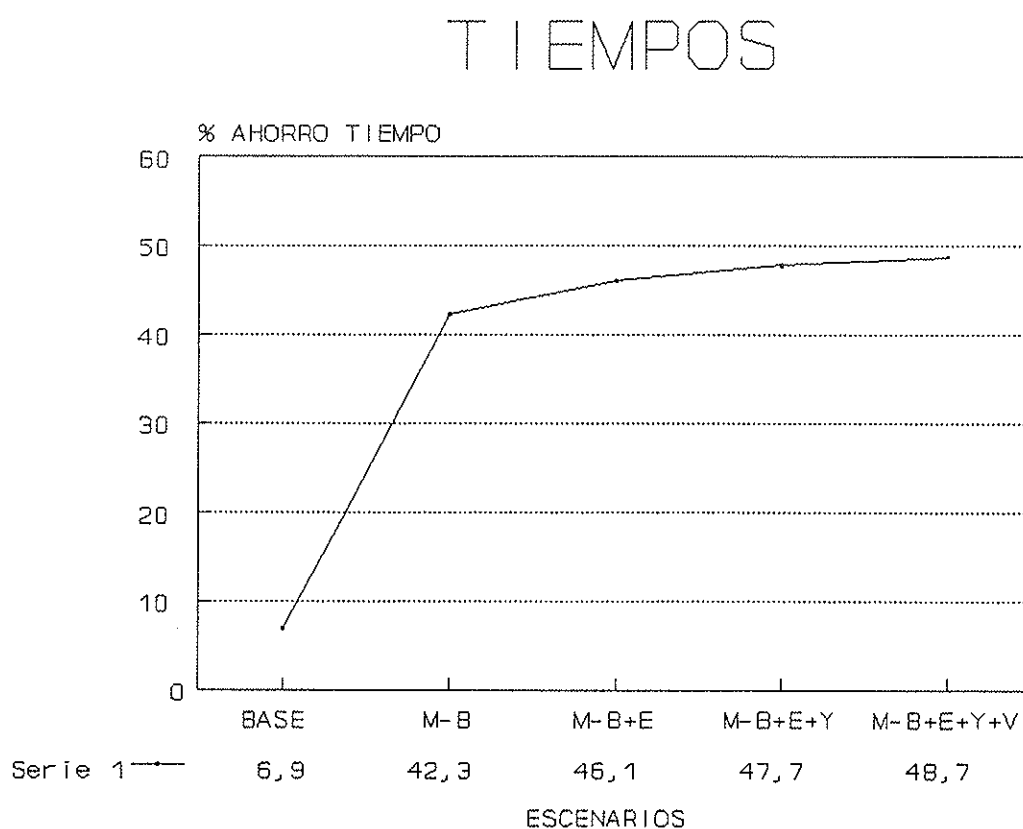


Gráfico 2

Este ahorro en el tiempo de viaje incide directamente en el coste final, para un mismo origen-destino, del modo elegido. Es el cambio en el "coste generalizado" lo que determina los cambios en el bienestar producidos por la inversión en un nuevo modo de transporte, dado que la utilización del coste generalizado como precio final pagado por el consumidor, en un determinado modo, nos permite calcular los costes totales ahorrados y los incrementos de bienestar.

El cálculo del coste generalizado exige conocer las tarifas pagadas y los tiempos empleados en cada modo considerado. En nuestro caso, las tarifas utilizadas han sido las tarifas medias para un viaje³, tomadas de las tarifas oficiales de los propios operadores. En el caso del TAV, la tarifa utilizada como referencia ha sido la presentada como hipótesis de trabajo por F.F.E. e INECO⁴. Para el coche se considera un coste de 25 pesetas-kilometro⁵, estando todos los precios valorados en pesetas del año 2000 para una tasa de inflación del 5% anual. En el Cuadro 4 se presentan estos datos.

CUADRO 4

TARIFAS Y TIEMPOS UTILIZADOS EN LOS DISTINTOS MODOS				
(en pesetas del año 2000)				
	AVIÓN	COCHE	TREN	TAV
TARIFAS	20.283	35	11.400	13.827
TIEMPOS¹ (en	150	334	400	178
(1) El tiempo de avión contempla el viaje más los desplazamientos a/desde el aeropuerto, el tiempo de coche es considerando una velocidad media de 110 km/h. Fuente FFE y Elaboración propia.				

Naturalmente, el desplazamiento desde un punto cualquiera de una zona geográfica a la estación del T.A.V. supone el consumo de tiempo en taxi o en vehículo particular. Dado

³ En los casos del avión y del tren convencional, se ha tomado en consideración la tarifa de ida y vuelta, y la existencia de dos categorías de billete.

⁴ Sistema Español de Alta Velocidad: Viajeros, pág.41 de FFE

⁵ En el vehículo privado, se ha contemplado un único coste por kilometro recorrido, independientemente del tipo de coche utilizado, sin considerar posibles peajes de uso de autopista.

que las estaciones se localizan en el "centro" y los aeropuertos en la periferia se ha apreciado la consideración de los desplazamientos a la estación aunque en una aproximación rigurosa a este cálculo debieran de utilizarse.

Para calcular el valor del tiempo, se ha utilizado los valores del tiempo proporcionados por el MOPT (1990), en pesetas del año 2000, y aplicando un valor del tiempo para cada modo de transporte⁶.

Con las tarifas, tiempos y valores del tiempo de cada uno de los distintos modos, se ha calculado el coste generalizado de un viaje en cada modo (Cuadro 5). Siendo estos costes generalizados los utilizados para simular la variación del excedente del consumidor debido a la introducción del TAV.

CUADRO 5

COSTE GENERALIZADO POR MODOS					
(en pesetas del año 2000)					
		AVIÓN	COCHE ¹	TREN	TAV
TARIFAS		20.283	21.420 ²	11.400	13.827
VALOR DEL TIEMPO	Tiempo (min.)	150	334	400	178
	V.T. Unitario	71,1	16,8	31	51
	Sub-Total	10.665	5.611	12.400	9.078
COSTE GENERALIZADO		30.948	27.031	23.800	22.905
1 Se considera un coste por km de 35 ptas y no se considera la existencia de pagos de peaje. 2 La tarifa del coche es el resultado de multiplicar el coste por km y el número de kms. Madrid-Barcelona, estimados en 612 kms. Elaboración propia.					

En este cuadro se observa la formación del coste generalizado para cada modo, comprobando que, al valorar el coste del servicio de transporte teniendo en cuenta el tiempo empleado en cada modo, aparecen importantes diferencias entre los costes finales de los respectivos modos. Podemos percibir como las diferencias de tarifas entre tren convencional

⁶ No se ha hecho distinción entre los diferentes usos del tiempo (espera, desplazamiento etc.) ni al carácter de su uso, fijo (se conoce de antemano) o aleatorio (es adicional).

y TAV son favorables al primero, y el coste generalizado se torna favorable al último. Advertimos también que con los valores manejados, el TAV se transforma en el modo más económico, lo que explica su gran potencial de penetración en el mercado.

El valor elegido para el tiempo en caso del T.A.V. resulta de calcular la media aritmética de los valores de indiferencia TAV/TREN (= 31 pts/minuto) y AVION/TAV (= 71,7 pts/minuto) estimados por las encuestas oficiales. Podrían haberse ponderado estos extremos por la participación relativa de nuevos usuarios entre los distintos modos, pero nos ha parecido al final que la media aritmética era el procedimiento más natural a utilizar.

4. Efectos Económicos

4.1 Efectos microeconómicos

Como ya se ha explicado, la aparición del nuevo servicio TAV altera los precios relativos de los servicios de transporte y modifica el bienestar de los usuarios. Además, se pueden producir cambios en el comportamiento de las empresas operadoras, lo que alterará el excedente del productor. En cualquier caso, los efectos microeconómicos pueden ser cuantificados en las variaciones de bienestar social, midiendo los cambios de los excedentes del consumidor y del productor.

Para calcular las variaciones del excedente del consumidor, es necesario determinar los beneficiarios de la puesta en marcha del nuevo servicio. Estos beneficiarios serán en primer lugar, los usuarios directos del TAV, y en segundo lugar, los usuarios de modos alternativos (en caso de existir problemas de congestión) y aquellos que utilizan la infraestructura de las líneas de alta velocidad, sin utilizar el propio TAV (aparición de economías de red⁷).

Para medir las variaciones del excedente del consumidor se ha elegido el criterio de la **Variación Compensadora (VC)**, que nos permite valorar la cantidad de renta que un individuo (en nuestro caso la sociedad en su conjunto) estaría dispuesto a pagar para poder disponer de un bien o servicio que en la actualidad no existe, comparando la situación sin el nuevo servicio y con el nuevo servicio.

⁷ La existencia de **economías de red**, puede tener una importancia crucial para los resultados finales de una inversión de estas características.

En nuestro caso, el análisis de bienestar se ha realizado, para el flujo Madrid-Barcelona de la futura línea de TAV, tomando como referencia la situación actual de coste generalizado (sin TAV) y comparandola con la situación con TAV.

El modelo propuesto, para calcular la VC, está representado por una función indirecta de utilidad de tecnología CES (elasticidad sustitución entre bienes constante) en precios (en nuestro caso representados por los costes generalizados), que nos permite medir el bienestar en términos de deseos de pago por parte de la sociedad. Este modelo consiste en una adaptación para nuestro caso del utilizado en Kay, Manning y Szymanski, 1983 para simular la rentabilidad del tunel bajo La Mancha.

En la función propuesta, se incluyen los segmentos del mercado que se consideran competitivos del TAV esto es, el coche y el avión, así como la demanda del tren convencional, en estas condiciones la función utilizada es,

$$V_t = - \sum_{i=1}^n [\alpha_i [(1-A_i) P_{it}^{-\beta_i} + A_i P_{TAVt}^{-\beta_i}]^{-\frac{1}{\beta_i}}] + \frac{1}{\alpha_0} Y_t^{\alpha_0} \quad (1)$$

donde i representa cada mercado específico (avión, coche, tren), P representa el coste generalizado de los bienes competitivos con el TAV, P_{TAV} es el coste generalizado del TAV, Y es la renta (PIB), y el resto α_i , β_i , A_i etc. son parámetros representativos de elasticidades y gasto, y específicos de cada mercado. Tales parámetros cobran el valor que la calibración del modelo para reproducir las demandas obtenidas por FFE arroja para los mismos. Las funciones de demanda para los diferentes modos se obtienen aplicando a (1) la identidad de Roy. Los valores de los parámetros son, pues en cierta medida arbitrarios, el ejercicio es una simulación más que una estimación.

La evaluación de la función anterior, con TAV y sin TAV, nos permite conocer la valoración que la sociedad hace en ambos casos, de tal suerte que su diferencia nos proporciona la cantidad de renta que la sociedad estaría dispuesta a pagar para mejorar su bienestar, esta cantidad viene dada por,

$$\Delta Y_t = Y_t - [Y_t^{\alpha_0} + \alpha_0 (U_{1t} - U_{2t})]^{-\frac{1}{\alpha_0}}$$

donde U_{1t} y U_{2t} son los términos en precios de la expresión (1) en ambas situaciones.

La otra componente del bienestar social, es el excedente del productor. Para su calculo, es preciso tener en cuenta al operador del TAV y a los operadores de los modos alternativos. En nuestro caso, no ha sido posible calcular los efectos que sobre la cuenta de resultados de IBERIA tendrá la puesta en funcionamiento del TAV, por no disponer de información adecuada de sus costes de explotación en la ruta estudiada, imposibilitando el conocimiento de las funciones de reacción para estos dos operadores e impidiendo conocer los efectos que este comportamiento tendr a sobre las variaciones de bienestar de los consumidores ya que, lógicamente, IBERIA reaccionar a bajando tarifas⁸. La liberalización comunitaria en curso, y a partir de 1997, producir a también un resultado similar que deber a ser tomado en cuenta.

Tomando como referencia las tarifas y valor del tiempo citadas anteriormente, así como el PIB en año 2000, se ha simulado de la demanda de los distintos modos calibrando el modelo con arreglo a las demandas estimadas por la FFE y la evaluación de la variación del excedente del consumidor inducido por la puesta en funcionamiento del TAV (cuadro 6). El principal incremento de bienestar se genera en el trayecto Madrid-Barcelona, por ser donde el incremento de utilidad por viaje y el ahorro de tiempo en términos relativos y absolutos es mayor. Sin embargo, los incrementos de bienestar generados en el resto de flujos principales más los secundarios⁹ conjuntamente alcanzan más del 50 % de los de la relación Madrid-Barcelona.

La consideración de un valor del tiempo más reducido para el T.A.V. (ver cuadro 5) hubiera tornado las demandas más favorables al T.A.V. pero el incremento del excedente del consumidor ser a menor ya que cada unidad de tiempo ahorrado es menos valorada. De entre los efectos precio y tiempo, determinantes de la demanda es el segundo el que tiene una mayor elasticidad.

⁸ El modelo permite calcular las funciones de reacción para un equilibrio a la Cournot. Sin embargo, no conociendo los precios de equilibrio resultantes de la competencia entre RENFE e IBERIA, el excedente del consumidor calculado es de caracter est tico para las tarifas de avión y TAV vigentes en la actualidad, y que no tienen porque ser las de equilibrio de la industria. No obstante las demandas calculadas por la FFE, y utilizadas para calibrar el modelo consideran reacciones competitivas de IBERIA.

⁹ La variación del excedente del consumidor para el flujo Madrid-Zaragoza, otros flujos y los flujos secundarios, se ha calculado multiplicando la ganancia media por viajero y unidad de tiempo, calculada en el flujo principal, por el número de viajeros.

**EXCEDENTES DEL CONSUMIDOR PARA LOS FLUJOS
PRINCIPALES Y SECUNDARIOS**
(en pesetas del año 2000)
valor del tiempo constante

PERÍODO	PIB(c)	VARIACIÓN DEL EXCEDENTE CONSUMIDOR (a)				SIMULACIÓN DE DEMANDA (b)			
		MADRID- BARCELONA	MADRID- ZARAGOZA	OTROS FLUJOS		AVIÓN	COCHE	FERROCARRIL	
				principales	secundarios			TREN	TAV+ T 200
2000	73510	41462	3295	9423	14199	1570	739	479	3529
2001	75347	42000	3334	9536	14369	1591	748	486	3575
2002	77231	42544	3374	9649	14539	1611	758	492	3622
2003	79162	43096	3413	9763	14710	1632	768	498	3669
2004	81141	43656	3453	9876	14880	1653	778	505	3716
2005	83169	44222	3492	9989	15050	1675	788	511	3764
2006	85249	44796	3532	10102	15221	1696	798	518	3813
2007	87380	45377	3572	10215	15391	1718	808	525	3863
2008	89564	45966	3611	10328	15562	1741	819	531	3913
2009	91803	46562	3651	10441	15732	1763	829	538	3964
2010	94099	47166	3690	10554	15902	1786	840	545	4015
2011	96451	47778	3730	10667	16073	1809	851	552	4067
2012	98862	48398	3769	10780	16243	1833	862	560	4120
2013	101334	49026	3809	10893	16414	1857	873	567	4173
2014	103867	49662	3848	11006	16584	1881	885	574	4227
2015	106464	50306	3888	11120	16754	1905	896	582	4282
2016	109125	50959	3927	11233	16925	1930	908	589	4338
2017	111854	51620	3967	11346	17095	1955	920	597	4394
2018	114650	52290	4006	11459	17265	1980	931	605	4451
2019	117516	52968	4046	11572	17436	2006	944	612	4509

(a) El excedente del consumidor está medido en millones de pesetas. Dividiéndose el mismo en cuatro apartados.

Mad-Bar: estimado directamente por el modelo.

Mad-Zoza: calculado para una demanda estimada de 724 mil viajeros (Hipo. C) (Fuente F.F.E.).

Flujos Principales: calculado para una demanda estimada de 977 mil viajeros (Hipo. C) (Fuente F.F.E.).

Flujos Secundarios: calculado según la ganancia en horas estimada (Hipo. C) (Fuente F.F.E.).

(b) Demandas estimadas medidas en miles de viajeros.

(c) PIB medido en miles de millones de pesetas.

4.2 Efectos sectoriales

La realización de los proyectos descritos en la sección 3 implica, como se vió, inversiones voluminosas y, por lo tanto, aumentos de la demanda dirigida a una serie de sectores de la economía. Cuando un sector cualquiera registra un aumento de su demanda, repercute parte de ese aumento en sus proveedores, éstos en los suyos y así sucesivamente. La matriz de relaciones interindustriales de una economía permite pues calcular los efectos que un aumento de la demanda final de la economía, inducido por la realización de los proyectos considerados, tendría sobre el valor añadido, el consumo intermedio, las importaciones y el empleo de todos los sectores económicos. La tabla input/output de la economía española para 1986, publicada por el INE, se ha utilizado para los cálculos de esta sección. Se ha mantenido la desagregación a 56 sectores.

En el caso de una inversión en infraestructura ferroviaria, los sectores a quienes llega la demanda en primera instancia (Edificios y obra civil, Material eléctrico, Productos siderúrgicos y Servicios prestados a las empresas, además de importantes cantidades de material eléctrico y material rodante directamente importadas) son diferentes de los correspondientes a una inversión en infraestructura de carreteras (Edificios y obra civil y Servicios prestados a las empresas).

Los cuadros 7 a 9 presentan la simulación de, respectivamente, las inversiones correspondientes a la línea Madrid-Barcelona (488.286 millones de pesetas) de la que se han deducido importaciones directamente realizadas (cuadro 7); la misma suponiendo que todo el material rodante (20% de la inversión en infraestructura) y el material eléctrico es de fabricación nacional (cuadro 8) y una inversión similar a esta última (639.156 millones, cuadro 9) supuestamente realizada en infraestructura de carreteras concentrada la mayor parte de ella en el sector 37 de Obra civil y el resto en el sector 48 de Servicios prestados a las empresas, (proyectos).

CUADRO 8

**EFFECTOS SECTORIALES DE LA REALIZACIÓN DE LA LÍNEA MADRID-BARCELONA
INCLUYENDO LA TOTALIDAD DEL MATERIAL RODANTE Y LA TOTALIDAD
DEL MATERIAL ELÉCTRICO DE FABRICACIÓN NACIONAL (a)**

CUADRO 7
EFFECTOS SECTORIALES DE LA REALIZACION DE LA LINEA MADRID-BARCELONA (a)

Como consecuencia de un aumento de la demanda final de una serie de sectores de la economía (primera columna de los cuadros), el conjunto del sistema productivo registra sucesivamente el impacto inicial y prácticamente todos los sectores acaban generando valor añadido (2ª columna), consumos intermedios (5ª columna), importaciones (columnas 3ª y 4ª) y empleo (6ª columna) tal y como muestran los cuadros 7 a 9. Las magnitudes económicas se expresan en millones de pesetas de 1991 y el empleo en unidades. Hay que notar que la estructura productiva es la de 1986 y que, generalmente, algunos cambios suelen producirse en la misma en el curso de un lustro (ver Segura y Restoy, 1986). Los efectos sectoriales están calculados a partir de la matriz de coeficientes técnicos interiores ya que la utilización de los coeficientes técnicos totales produce un aumento artificial, en particular de los efectos sobre el empleo, al suponer que los inputs importados necesarios se producen dentro del país, por lo tanto con empleo nacional.

Además de los seis sectores que inicialmente reciben el grueso de la demanda, entre los que destacan los sectores 9 y 48 por el impulso extra que reciben posteriormente ya que su VAB es considerablemente superior a la demanda final inicialmente registrada, sectores como Cementos (14), Tierra y productos cerámicos (16), Productos químicos (18), Productos metálicos (19), Comercio (39) y Transporte por carretera (42) registran efectos igualmente significativos. El empleo creado es de casi 105 mil empleos fundamentalmente en los sectores citados, esto es aproximadamente 1 empleo por cada 4,5 millones gastados (cuadro 7).

Suponiendo que todo el material rodante y el material eléctrico es de procedencia nacional, el cuadro 8 muestra como el empleo aumentaría, respecto al caso anterior, en otros 35.000 empleos. Esta misma inversión en infraestructura de carreteras (obra civil fundamentalmente) generaría otros casi 13.000 empleos adicionales según se aprecia en el cuadro 9.

Puesto que el sector de obra civil es más intensivo en mano de obra que la media de los sectores es natural que el empleo generado en este caso sea mayor para una inversión similar a la del cuadro 8. Este es un aspecto que no debe ser dejado de lado si se considera además que las inversiones en infraestructura ferroviaria implican importaciones mucho mayores tanto intermedias como finales pesando sobre todo el material rodante.

Es cierto, no obstante, que frente a este argumento conviene esgrimir el tipo de efectos que tiene para la economía de nuestro país el que se desarrolle la tecnología avanzada de transporte ferroviario aunque hay que constatar que este aspecto fue inicialmente descuidado en la realización Madrid-Sevilla.

En lo que se refiere a los efectos sectoriales de las realizaciones más ambiciosas de la REAV, el cuadro 10 ofrece información sumaria sobre los mismos. Todo lo anteriormente descrito sobre la distribución sectorial de los efectos totales se aplica, con la corrección de escala oportuna, a los demás escenarios.

CUADRO 10
EFFECTOS SECTORIALES TOTALES DE LOS ESCENARIOS DE LA
RED ESPAÑOLA DE ALTA VELOCIDAD (REAV) (a)

Escenario	Inversión (b)	VAB	Importaciones	Consumo Intermed.	Empleo
M-B	488386	424215	64171	432225	104882
M-B+F	613901	533238	80663	543307	131837
M-B+F+E	822851	714733	108118	728229	176709
M-B+F+E+Y	982851	859105	129957	875326	212403
M-B+F+E+Y+V	1056643	917807	138837	935137	226917
REAV	1314209	1228390	185819	1251584	303705
(a) Efectos durante la fase de construcción de los proyectos. En millones de pesetas de 1991.					
(b) Una vez deducida la parte directamente importada (material eléctrico) y sin considerar el material rodante.					

El análisis I/O permite, por otra parte, la caracterización de un sector cualquiera en base a su capacidad de arrastre hacia adelante (impulso) o hacia atrás (estrangulamiento) del resto de la economía (véase Segura y Restoy, 1986 para un análisis detallado). El sector beneficiario de las infraestructuras consideradas es el de servicios de transporte por ferrocarril. Según el cálculo convencional de los factores de impulso y estrangulamiento, este sector posee un elevado factor de impulso, de hecho, el más elevado de la economía.

Esta perspectiva es, sin embargo, engañosa ya que nos encontramos ante un sector cuya producción efectiva apenas cubre sus consumos intermedios, es decir un sector fuertemente subsidiado y, por otra parte, con un escaso peso en el abastecimiento tanto final como intermedio del conjunto de la economía si se le compara con su principal competidor: el transporte por carretera.

Los proyectos considerados pueden tener la virtud de restaurar el valor añadido del transporte por ferrocarril y de aumentarlo. Este sector necesita claramente actuaciones de ruptura como la que representa la introducción del Tren de Alta Velocidad. Pero, precisamente, por la naturaleza de tales actuaciones, es difícil inferir sus efectos a largo plazo. Esta sección se ha limitado a estimar los efectos, para el conjunto de los sectores, derivados de la realización de los proyectos.

4.2 Efectos macroeconómicos

Las inversiones en infraestructura de transporte acometidas por el sector público forman parte de la formación de capital de una economía y, por lo tanto, de su demanda agregada. Una mayor demanda, debida a un aumento de las inversiones del sector público, traerá consigo aumentos de la producción, el empleo, y los precios y deterioros, en general, de los equilibrios presupuestarios y exterior. El deterioro presupuestario dependerá de la fórmula de financiación elegida y del estímulo de la producción y, por consiguiente, de la renta de la economía, mientras que el deterioro de la balanza por cuenta corriente dependerá, en general, del efecto sobre la producción y la renta y, en particular, del volumen de importaciones específicas a que den lugar los proyectos en cuestión.

En términos macroeconómicos, un aumento de la inversión pública puede financiarse de diversas maneras: mediante deuda, es decir generando un déficit público por el montante del gasto y tomando prestado del sector privado o del resto del mundo; mediante un aumento de los impuestos lo cual disminuye la renta disponible del sector privado y por lo tanto su demanda o, finalmente, mediante una reducción de otros gastos del sector público tanto corrientes como prestaciones o transferencias (gastos sociales). Generalmente la financiación con deuda ofrecerá los mejores resultados en términos de producción y empleo pero es inflacionaria y eleva los tipos de interés además de, naturalmente, aumentar el déficit público y la relación deuda/PIB de la economía elementos, todos estos últimos, sometidos a fuertes restricciones en cuanto a su evolución deseable

desde el punto de vista de los objetivos de política económica a los que se añaden los económicos y monetarios de la Unión Europea que han surgido de los acuerdos Maastricht.

El análisis macroeconómico de esta sección trata las inversiones en infraestructura ferroviaria como formación bruta de capital de las administraciones públicas. Los efectos obtenidos, pues, podrían atribuirse a cualquier otro proyecto de infraestructura, no necesariamente ferroviaria. Las inversiones que se consideran en esta sección son las descritas en la sección 3.1 aunque se han periodificado a lo largo de cinco años para adaptarlas al modelo macroeconómico utilizado. Su magnitud, como puede apreciarse en el cuadro 11, es importante en relación al PIB y tal que, además, representan porcentajes muy significativos de las inversiones anuales previstas por el Plan de Transporte Ferroviario (PTF) de 1986 que ha quedado, tras la decisión de la alta velocidad, obsoleto en la triple dimensión económica, tecnológica y estratégica.

CUADRO 11

INVERSIONES POR AÑO EN CADA ESCENARIO (a)

Escenario	t + 1	t + 2	t + 3	t + 4	t + 5	Total	% del PIB p/a
M-B	99	103	106	110	114	533	0.18
M-B+F	125	129	134	138	143	670	0.22
M-B+F+E	168	173	179	185	192	897	0.30
M-B+F+E+Y	201	208	215	223	231	1079	0.36
M-B+F+E+Y+V	215	222	230	238	247	1152	0.38
REAV	288	298	308	319	330	1542	0.51
(a) En millones de pesetas de 1991.							

Por, otra parte, la financiación mediante deuda de los proyectos considerados implicaría aumentos del déficit público de un orden de magnitud similar al de los esfuerzos necesarios para cumplir, a partir de la situación actual, con el requisito presupuestario establecido en Maastricht. En caso de financiarse, tales proyectos, mediante aumentos de la presión fiscal o reducción de otras partidas de gasto, sus efectos macroeconómicos serían despreciables por lo que en esta sección nos concentramos en los efectos macroeconómicos

derivados de la realización de las inversiones consideradas financiadas mediante emisión de deuda pública.

El modelo utilizado para la estimación de tales efectos es el modelo MOISEES (Molinas et al., 1990). Dicho modelo permite la estimación de los efectos de diversas medidas de política económica y su contraste con un escenario de referencia de la economía española. Su característica más notable es que calcula endógenamente la situación de las unidades productivas de la economía sometidas a situaciones, mutuamente excluyentes, de restricción de demanda, de capacidad productiva o de mano de obra. La distribución del número de empresas en cada una de estas situaciones es cambiante en cada momento del tiempo y ello influye en la eficacia de las diferentes políticas que se adopten.

Se supondrá, en las simulaciones, que 1991 es el año base siendo el escenario base el del cuadro 12. Dicho escenario base va de 1992 a 1996. Entre estos años se concentrarían los efectos macroeconómicos derivados de la realización de los proyectos lo cual no quiere decir que en la realidad tuviera que ser así ya que los plazos de realización serían más largos. Se trata, no obstante, de una limitación impuesta por la estructura del modelo que no afecta, sin embargo, a las conclusiones generales. Los efectos se presentan como desviaciones del escenario de base.

CUADRO 12

ESCENARIO DE REFERENCIA DEL MODELO MOISEES (1992-1996)

Los efectos macroeconómicos de la realización de las inversiones correspondientes a los escenarios de la REAV se resumen en el cuadro 13. Las magnitudes y equilibrios macroeconómicos considerados son: producción, formación de capital, precios, empleo, saldo exterior y déficit público. Las cifras representan desviaciones respecto a la que sería la situación macroeconómica en ausencia del proyecto, es decir el escenario macroeconómico de referencia descrito en el cuadro 12 de forma que, por ejemplo, en el caso de la realización de la línea Madrid-Barcelona el PIB crecería en el primer año un 0,11% más que en el escenario de referencia, un 0,14% más en el segundo año, etc. Igualmente para la formación de capital y los precios. El empleo aumentaría, de realizarse la línea Madrid-Barcelona, en 11.320 empleos más que en la situación de referencia el primer año, 16.170 el segundo, etc. el saldo exterior y el déficit público se deteriorarían, respectivamente, en un 0,02% del PIB y un 0,11% del PIB en el primer año, etc.

En general, todos los efectos macroeconómicos siguen un patrón similar para cada uno de los proyectos considerados. Los efectos son máximos al segundo año y disminuyen gradualmente en lo sucesivo. No obstante, en el caso del saldo exterior el efecto negativo cambia de signo a partir del cuarto año y en el del déficit público la tendencia al deterioro se acelera a partir del tercer año.

Aunque los efectos parecen reducidos, su magnitud va haciéndose apreciable a medida que se consideran inversiones más voluminosas. Al final del período, la construcción de la línea Madrid-Barcelona que representaría una inversión de 533 mil millones de pesetas de 1991 habría provocado un aumento extra de PIB de 372 mil millones (un multiplicador de 0,7) y la creación de unos 56.000 empleos (1 empleo por cada 9,5 millones invertidos) mientras que la inversión correspondiente al escenario M-B+F+E+Y+V (1,15 billones de pesetas) habría provocado un aumento extra del PIB de 806 mil millones y la creación de 122 mil puestos de trabajo. Para el escenario REAV (Madrid-Sevilla incluida) las cifras serían, respectivamente, de 1,08 billones de pesetas y de 163 mil empleos de lo que puede inferirse que los efectos macroeconómicos de la línea Madrid-Sevilla cifrados en estas dos macromagnitudes (PIB en Ptas. de 1991 y empleo) pueden haber ascendido a, respectivamente, 273 mil millones y 41 mil empleos.

CUADRO 13
EFFECTOS MACROECONOMICOS DE LAS INVERSIONES EN ALTA VELOCIDAD

Escenario	t + 1	t + 2	t + 3	t + 4	t + 5
PIB (var. % s/la base)					
M-B	0.11	0.14	0.14	0.12	0.11
M-B+F	0.13	0.18	0.18	0.15	0.13
M-B+F+E	0.18	0.24	0.24	0.21	0.18
M-B+F+E+Y	0.21	0.29	0.29	0.25	0.21
M-B+F+E+Y+V	0.23	0.30	0.30	0.27	0.23
REAV	0.31	0.41	0.41	0.36	0.31
Formación Bruta de Capital (var. % s/la base)					
M-B	0.76	0.84	0.84	0.77	0.72
M-B+F	0.95	1.06	1.06	0.97	0.91
M-B+F+E	1.27	1.42	1.42	1.30	1.22
M-B+F+E+Y	1.53	1.71	1.71	1.57	1.46
M-B+F+E+Y+V	1.64	1.83	1.83	1.68	1.56
REAV	2.19	2.45	2.45	2.24	2.09
Inflación-IPC (var. % s/la base)					
M-B	0.14	0.19	0.19	0.16	0.11
M-B+F	0.18	0.24	0.24	0.20	0.13
M-B+F+E	0.24	0.33	0.33	0.27	0.18
M-B+F+E+Y	0.29	0.39	0.39	0.32	0.21
M-B+F+E+Y+V	0.30	0.42	0.42	0.34	0.23
REAV	0.41	0.56	0.56	0.46	0.31
Empleos creados (miles, var. absoluta s/la base)					
M-B	11.32	16.17	14.16	9.64	4.92
M-B+F	14.23	20.32	17.80	12.12	6.19
M-B+F+E	19.08	27.24	23.86	16.25	8.29
M-B+F+E+Y	22.93	32.74	28.68	19.53	9.97
M-B+F+E+Y+V	24.50	34.98	30.64	20.86	10.65
REAV	32.79	46.81	41.00	27.92	14.25
Saldo exterior en % del PIB (var. absoluta s/la base)					
M-B	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	0.02
M-B+F	-0.02	-0.04	-0.04	0.00	0.02
M-B+F+E	-0.03	-0.06	-0.06	0.00	0.03
M-B+F+E+Y	-0.04	-0.07	-0.07	0.00	0.04
M-B+F+E+Y+V	-0.04	-0.08	-0.08	0.00	0.04
REAV	-0.05	-0.10	-0.10	0.00	0.05
Déficit de la AA.PP. en % del PIB (var. absoluta s/la base)					
M-B	-0.11	-0.11	-0.11	-0.12	-0.16
M-B+F	-0.13	-0.13	-0.13	-0.15	-0.20
M-B+F+E	-0.18	-0.18	-0.18	-0.21	-0.27
M-B+F+E+Y	-0.21	-0.21	-0.21	-0.25	-0.32
M-B+F+E+Y+V	-0.23	-0.23	-0.23	-0.27	-0.34
REAV	-0.31	-0.31	-0.31	-0.36	-0.46

Los efectos sobre la formación de capital son, naturalmente, los más importantes y entre los que cabe registrar un cierto estímulo a la inversión privada. No pueden despreciarse los efectos inflacionarios cuya acumulación en el período situarían el IPC entre 0,8 y 2,3 puntos% por encima del de la situación de referencia. Menos importantes serían los efectos sobre el saldo exterior de la economía aunque podrían agravarse si el contenido en importaciones de los proyectos en cuestión fuera particularmente elevado. Por último, los efectos sobre el déficit público son marcados lo cual choca frontalmente con el deseo de las autoridades económicas de controlar el mismo y con los requisitos de convergencia comunitarios. En particular, el déficit acumulado a lo largo del período 1992/1996 resultante de la inversión correspondiente a la línea Madrid-Barcelona podría ascender a 360 mil millones de pesetas ciertamente inferior a la inversión en cuestión (524 mil millones) debido a la recaudación extra inducida por el aumento de la renta. La inversión tendría pues un coeficiente de "autofinanciación fiscal" de $1-365/533$, es decir del 32% aunque, de todas formas, el déficit subsiste en un 68% de la inversión inicial. Recuérdese, además, el "precio" pagado a causa de una mayor inflación difícil de evaluar en términos de producto.

4.4 Efectos regionales

En las secciones anteriores se vio que los efectos macroeconómicos y sectoriales de los proyectos considerados serían significativos durante su fase de realización debido al volumen de las inversiones.

Un proyecto de infraestructura puede afectar, durante su realización, a una región dada de diversas maneras:

- a) porque el proyecto se realice en su territorio y movilice por lo tanto el empleo y ciertas actividades locales como la construcción, el comercio, el transporte, etc.
- b) porque el proyecto, aún desarrollándose en una región lejana, se abastezca de inputs, subcontratas o actividades principales de determinados sectores localizados preferentemente en la misma.

En este segundo caso, las especializaciones económicas de una región pueden movilizarse gracias a la realización de infraestructuras en otras regiones. Claramente, la

complejidad de la infraestructura en cuestión determinada cuales serán las regiones beneficiadas y, a este respecto, es interesante enfatizar algo que se constató en el análisis sectorial, es decir cuanto mayor sea el contenido en importaciones de un proyecto determinado más empleo y actividad se generará en regiones de otros países en detrimento del empleo y actividad en regiones del nuestro. El contenido en importaciones de un proyecto está generalmente correlacionado con su sofisticación. Este es el caso de los proyectos de alta velocidad.

La realización de los escenarios de la Red Española de Alta Velocidad, cuyo eje, en los nuevos proyectos, es Madrid-Barcelona, movilizaría los recursos locales en las regiones descritas en el cuadro 14. De entre ellas cabría destacar las CC.AA. de Cataluña, Madrid y País Vasco dadas las líneas y nudos que en su territorio se realizarían. Los recursos y actividades movilizados serían fundamentalmente empleo, construcción subcontratada, suministros de materiales diversos, comercio, servicios locales de transporte, etc. No es posible cuantificar con precisión estos efectos pero en lo relativo, por ejemplo, al empleo, si puede estimarse que cada región podría aportar en término medio algunos miles de empleos durante cada año en que durase el proyecto suponiendo que el mismo empieza y acaba simultáneamente en todas las regiones afectadas por la construcción.

CUADRO 14

Comunidades Autónomas por las que atraviesan las líneas de los escenarios considerados (a)	
<u>Escenario</u>	<u>Comunidades Autónomas</u>
M-B	Cataluña, Madrid, Aragón, Castilla-León
M-B+F	Cataluña, Madrid, Navarra, Aragón, Castilla-León
M-B+F+E+Y	Cataluña, País Vasco, Madrid, Navarra, Aragón, Castilla-León
M-B+F+E+Y+V	Cataluña, País Vasco, Madrid, Navarra, Aragón, Castilla-León
REAV	Cataluña, País Vasco, Madrid, Andalucía, Navarra, Aragón, Castilla-La Mancha, Castilla-León
a) Las CC.AA. se listan por orden decreciente de importancia de cada tramo según su longitud, estaciones de parada y cambio de ancho, etc. teniendo en cuenta la superficie de cada una.	

Pero parte del empleo y de la actividad se generará en las regiones donde se localicen los principales sectores suministradores de los proyectos. La información sumaria a este respecto se encuentra en el cuadro 15 y combina los resultados sectoriales con la distribución regional de actividades económicas procedentes de las cuentas regionales elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística. De nuevo, es imposible cuantificar los efectos o incluso, asegurar que hayan de producirse como sugiere el cuadro 15 ya que para ello habría que disponer de una información mucho más fina sobre relaciones sectoriales inter-regionales, lo cual, sencillamente, no existe.

CUADRO 15

Sectores favorecidos por los proyectos y CC.AA. en las que los primeros se encuentran más desarrollados	
<u>Sectores (a)</u>	<u>Comunidades Autónomas (b)</u>
Productos Energéticos (2,4%)	Cataluña (14,8) Galicia (12,1) Andalucía (11,7) Castilla-León (11,0) P. Vasco (9,7) Asturias (8,4)
Minerales y metales férreos y no férreos (3,3%)	P. Vasco (30,7) Asturias (19,9) Andalucía (14,2) Galicia (8,2)
Minerales no metálicos y sus derivados (5,3%)	C. Valenciana (19,0) Cataluña (18,7) Madrid (12,0)
Productos metálicos y material eléctrico (11,2%)	Cataluña (27,5) P. Vasco (20,0) Madrid (12,0)
Construcción (35,7%)	Andalucía (18,0) Cataluña (16,1) Andalucía (13,5) C. Valenciana (9,4)
Transporte y Comunicaciones (2,0%)	Madrid (19,7) Cataluña (16,1) Andalucía (13,5) C. Valenciana (9,0)
Servicios no financieros destinados a la venta (7,5%)	Cataluña (20,2) Madrid (20,0) Andalucía (11,5) C. Valenciana (10,4)
a) Entre paréntesis la participación del sector en el VAB generado por los proyectos. Los sectores considerados suman el 67% del VAB generado.	
b) Entre paréntesis, la participación de la Comunidad Autónoma en el VAB del sector a escala nacional.	

Basándose en la especialización regional en los diferentes sectores, medida por el % del Valor Añadido Bruto (nacional) del sector generado en cada región, se sugiere que las CC.AA. de Cataluña, Madrid, País Vasco, Andalucía, C. Valenciana, Galicia y Asturias, podrían ser las regiones sede de los sectores abastecedores principales de los proyectos y por lo tanto las beneficiadas por este concepto durante la realización de los mismos.

El panorama que surge de la interpretación, con todas las reservas pertinentes, anterior es que, las regiones más beneficiadas durante la realización los proyectos serían las que se encuentran en el grupo de regiones con crecimiento autosostenido (Madrid, Navarra, Aragón y Cataluña) que caracteriza el Plan de Desarrollo Regional y regiones en expansión como Valencia o industriales en declive como el País Vasco. En todo caso, zonas en las que se concentran población y actividades económicas, y en las que, en otros países, inicialmente se han desarrollado los proyectos de alta velocidad.

Los efectos duraderos derivados de la mejora de las infraestructuras de transportes contribuirían a aumentar la eficiencia de la inversión privada. El análisis consistiría en lo siguiente. A partir del modelo mecánico (véase Padoa-Schioppa, 1987):

$$\frac{\dot{Q}_i}{Q_i} = \frac{\dot{Q}_i}{I_i} \cdot \frac{I_i}{Q_i}$$

en el que $\dot{Q}_i / Q_i$ es la tasa de crecimiento porcentual del producto de la región i y $\dot{Q}_i / I_i$ es la eficiencia marginal de la inversión (EMI) en la región i , se trataría de obtener la distribución de EMI por comunidades autónomas y ver en que medida tal distribución se explica por la diferente dotación en infraestructuras (de transporte y otras) de las diferentes regiones.

La hipótesis a contrastar con este sencillo modelo es que cuanto mayor sea la dotación en infraestructuras de una región, mayor es la eficiencia marginal de la inversión productiva y por lo tanto el crecimiento del producto regional. Los cálculos efectuados utilizando la capacidad eléctrica instalada como "proxy" de la inversión productiva y los datos sobre infraestructura de transporte facilitados por el Ministerio de Economía y Hacienda arrojan un efecto positivo de las infraestructuras sobre la eficiencia marginal de la inversión con una elasticidad cercana a la unidad pero este resultado no es

estadísticamente significativo y cambia el signo cuando se altera la muestra de regiones analizada. Sin duda, la "proxy" utilizada para paliar la no existencia de datos de inversión productiva por comunidades autónomas es inadecuada.

5. Ilustraciones sobre la rentabilidad económica y social de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona

Un elemento crucial en la decisión de realizar o no una inversión de la envergadura de las consideradas en este estudio, es su tasa interna de rendimiento. El tratamiento que se ha hecho en la sección 4.1 permite una distinción relevante entre rendimiento económico y rendimiento social. El segundo incluye no solamente los elementos de beneficio y coste estrictamente económicos sino, además, los sociales cifrados, en este trabajo, a partir de las ganancias de bienestar registradas por los usuarios.

En esta sección se presentan cálculos ilustrativos de TIR económico y social para la línea Madrid-Barcelona realizados a partir de los costes estimados del proyecto y el excedente del consumidor obtenido en la sección 4.1. Los beneficios de explotación de la línea se han establecido por hipótesis alternativas. El horizonte temporal es de 1999 a 2019. Se supone que en 2000 la línea es plenamente operativa. El valor residual de la infraestructura y material rodante en 2019 se han obtenido aplicando los criterios del correspondiente manual de RENFE.

Los resultados de tales cálculos se presentan en el cuadro 16. El cuadro 17 detalla los flujos de fondos correspondientes a la hipótesis II del cuadro 16. Puede apreciarse que para supuestos de beneficios de explotación comprendidos entre 30 y 60 mil millones de pesetas en el primer año (2000) la tasa interna de rendimiento (nominal) económico del proyecto variaría entre el 3,8% y el 10% comparable, esta última, al coste de la deuda. A partir del año 2090 los beneficios de explotación crecen a la tasa constante real del 1,92% anual y los nominales lo hacen, además, a una tasa del 5% anual supuesta para el crecimiento del IPC. El crecimiento real se debe al crecimiento del tráfico. Las tarifas y el valor del tiempo se suponen constantes en términos reales.

CUADRO 16
Rendimiento económico y social bajo diferentes hipótesis
Línea de alta velocidad MADRID-BARCELONA

Hipótesis	TIR Económico	TIR Social
I. Beneficio operativo el 1 ^{er} año de 58,5m.m.. Crecimiento del 1,92% año. Pts. del 2.000.	5,0% (TIR real)	13,4% (TIR real)
II. Beneficio operativo el 1 ^{er} año de 63,0m.m.. Crecimiento del 1,92% año. Pts. corrientes. Inflación del 5% a. (ver detalle en el cuadro 17).	10%	19,4%
III. Beneficio operativo el 1 ^{er} año de 30,0m.m.. Crecimiento del 1,92% año. Pts. corrientes. Inflación del 5% a.	3,8%	14,9%
IV. Beneficio operativo el 1 ^{er} año de 63,0m.m.. Crecimiento del 1,92% año. Pts. corrientes. Inflación del 5% a. Subvención a fondo perdido del 30% de la inversión en 1999.	14,3%	26,2%
V. Beneficio operativo el 1 ^{er} año de 30,0m.m.. Crecimiento del 1,92% año. Pts. corrientes. Inflación del 5% a. Subvención a fondo perdido del 30% de la inversión en 1999.	6,8%	20,4%

Cuadro 17 Rendimiento económico y social de la línea Madrid-Barcelona. Hipótesis II Cuadro 16 (M.m. pts. corrientes)						
Año	Inversión	Valor residual	Beneficio explotación	Saldo	Variación del Excedente del consumidor	Saldo Total
1999	928586			-928586		-928586
2000			63000	63000	68379	131379
2001			67420	67420	72701	140121
2002			72150	72150	77292	149442
2003			77212	77212	82171	159383
2004			82630	82630	87352	169982
2005			88427	88427	92853	181280
2006			94631	94631	98699	193330
2007			101270	101270	104906	206177
2008			108375	108375	111499	219874
2009			115979	115979	118500	234479
2010	40378		124116	83738	125933	209671
2011			132824	132824	133831	266655
2012			142143	142143	142214	284357
2013			152116	152116	151120	303235
2014			162788	162788	160572	323361
2015			174209	174209	170613	344823
2016			186432	186432	181275	367706
2017			199512	199512	192594	392106
2018			213510	213510	204611	418120
2019		352548	228489	581037	217373	798410
VAN (12%)				-148201	777203	629002
TIR				10.0%		19.4%

Si el proyecto se beneficiara de una subvención, digamos comunitaria, a fondo perdido, del 30% del coste de la infraestructura, las TIR económico oscilarían entre el 6,8% y el 14,3%. Otra forma de observar este resultado es recordar que en la sección 4,3 se estableció que el aumento de la recaudación fiscal debido a la expansión de la producción y de la renta inducida por la realización del proyecto producía un "retorno fiscal" del proyecto que equivalía aproximadamente a ese mismo porcentaje (32%).

Las TIR social son significativamente superiores a las TIR económico y en todas las hipótesis del cuadro 16 permiten al proyecto traspasar la barrera de la rentabilidad, justificando la financiación pública del mismo en una proporción significativa. Naturalmente los beneficios de explotación considerados en las hipótesis tendrían que ser demostrables. Piénsese que 60.000 millones de pts. en el año 2000, con el supuesto de inflación adoptado, equivalen a 40.600 de 1992.

6. Conclusión

Este trabajo ha intentado una aproximación al análisis de los efectos, a medio plazo y duraderos, derivados de la realización de nuevas líneas de alta velocidad ferroviaria en nuestro país. No se ha realizado una evaluación coste/beneficio o multicriterio ya que los elementos de las mismas son mucho más numerosos de los que aquí se han desarrollado.

Sin embargo, se aporta una caracterización económica de los proyectos considerados y estimaciones de algunos de los efectos más importantes. Dada la naturaleza de los proyectos, los nuevos servicios de transporte que permiten y el volumen de las inversiones que implican, los efectos sobre el bienestar de los usuarios, la producción, el empleo, las finanzas públicas, regionales, etc. son importantes.

En particular, la recuperación de la demanda ferroviaria debido a la reducción de los costes generalizados aumentaría de manera permanente el excedente del consumidor lo cual, en un cálculo hipotético de rentabilidad elevaría en varios puntos porcentuales las tasas internas de rendimiento de los proyectos considerados. Esto coincide con la experiencia de proyectos similares (TGV París-Lyon) y puede considerarse verosímil. Los efectos durante la realización de los proyectos incluirían aumentos de la renta y de la producción, del empleo, de la actividad de los sectores ligados a los mismos y deterioros

de los saldos públicos y exterior. Este último aspecto es importante ya que las infraestructuras de alta velocidad ferroviaria se nutren de considerables importaciones directas de materiales rodantes y eléctricos o electrónicos dada su sofisticación. Ello las desfavorece frente a inversiones en carreteras, por ejemplo, más intensivas, además, en mano de obra.

De aquí la recomendación de internizar al máximo el componente importado de las mismas mediante compromisos con los proveedores extranjeros de los proyectos o potenciación de la tecnología doméstica, afortunadamente disponible, para aspectos cruciales del futuro ferroviario español tras la adopción de la alta velocidad en ancho internacional.

Un análisis detallado de los efectos regionales exige mejores datos y conocimiento preciso de las relaciones económicas inter-regionales. La realización de la línea Madrid-Barcelona restablecería el principio de "conventional wisdom" y experiencia histórica de que estos proyectos surgen siempre en los ejes consolidados de desarrollo regional (Tokio-Osaka, Paris-Lyon) en los que se concentran población y actividad económica.

En un país como el nuestro, en el que las necesidades son acuciantes y los recursos escasos, los grandes proyectos como los considerados han de decidirse tras un fino análisis de su rentabilidad social (pública) y económica (privada). El ejercicio de la sección 5 aporta datos para esta cuestión. Como sucede a menudo una clara línea divisoria separa ambas rentabilidades de forma que el atractivo social suele ser muy superior al económico por lo que cabe plantearse la financiación mixta de los proyectos. Por financiación privada no puede entenderse, sin embargo, el que las familias adquieran la deuda que el tesoro (o RENFE) emite para financiar la inversión. Se trata más bien de la inversión privada que obtiene la concesión y realiza la operación del servicio. Cuando se habla de inversión privada en alta velocidad se alude, quizás sin saberlo, a un modo de operación del ferrocarril español que no tiene nada que ver con el actual.

Por último, conviene matizar todavía más las conclusiones ilustrativas del capítulo 5 sobre el rendimiento social. De haberse procedido en una valoración de los efectos macroeconómicos y sectoriales de signo negativo estimados la tasa de rendimiento social disminuiría. La valoración de los efectos medioambientales también afectaría a aquélla.

BIBLIOGRAFÍA

- Kay, J., Manning, A. and Szymanski, S., 1989: "The Channel Tunnel" Economic Policy. Abril 1989.
- Molinas, C. et al., 1990: **MOISEES. Un modelo de investigación y simulación de la economía española.** Antoni Bosch editor. 1990.
- Mohring, H., 1976: **Transportation Economics.** Ballinger Publishing Company, 1976.
- MVA Consultancy et al., 1987: **The Value of Travel Time Savings.** Policy Journals, 1987.
- Padoa-Schioppa, T. 1987: **Efficiency, Stability and Equity: A strategy for the Evolution of the Economic Systems of the European Community.** Comisión de la Comunidad Europea. Bruselas, abril 1987.
- Segura, J. y F. Restoy, 1986: "Una Explotación de las tablas Input/output de la economía Española para 1975 y 1980". Documento de Trabajo nº 8608. Fundación Empresa Pública. 1986.
- Shiloy, Y., 1981: "A Methodological Note on Welfare Calculus". Journal of Transport and Policy, Enero, 1981.
- Shiloy, Y., 1983: "More Methodological Notes on Welfare Calculus". Journal of Transport and Policy, Enero, 1983.