

RENTABILIDAD SOCIAL DE PROYECTOS DE INVERSIÓN: EL CASO DEL TREN DE ALTA VELOCIDAD.

1. INTRODUCCIÓN.

Paralelamente a la tendencia observada en las economías modernas hacia un mayor grado de liberalización en los diferentes mercados de productos y factores se ha ido consolidando la relevancia del papel del Estado no solamente en su papel de regulador del funcionamiento del mercado sino en la instrumentación de determinadas políticas insertadas en el estado del bienestar.

Entre las políticas donde el sector público sigue manteniendo un papel protagonista cabe destacar la inversión en infraestructuras de transporte. Particularmente a partir del trabajo seminal de Aschauer (1989), donde se definía un nuevo papel de la inversión pública como impulsora de la productividad y en definitiva, de la competitividad de cualquier economía, complementario al tradicional keynesiano basado en una óptica de demanda. No es de extrañar, por tanto, que la inversión en infraestructuras constituya uno de los pilares esenciales en los programas económicos de numerosos Gobiernos.

Pero estos indudables beneficios económicos y sociales no nos deben hacer olvidar los importantes costes que tiene que soportar la sociedad para poder financiar los proyectos de infraestructuras. Es necesario, en definitiva, desde la óptica de toda la sociedad, no sólo desde la perspectiva de los agentes o personas directamente involucrados, comparar los costes y beneficios anejos a cualquier proyecto de inversión. En este sentido, las herramientas metodológicas que la economía del bienestar nos proporciona, como es el caso del análisis coste beneficio, son especialmente útiles para la evaluación de la variación del beneficio social neto generado por la realización de un proyecto de inversión.

El objetivo básico de este trabajo es la evaluación socio-económica del tren de

alta velocidad (AVE) en el corredor Madrid-Barcelona-frontera francesa. Su estructura es la siguiente: Comienza con la descripción de los rasgos básicos del corredor y del AVE, en sus diferentes tipos de oferta: lanzaderas, ancho variable y alta velocidad propiamente dicha. A partir de las encuestas realizadas y de los datos de las compañías operadoras de transporte en este trayecto es factible estimar las dos componentes de la demanda del AVE -inducción y sustitución-, que son necesarias para la evaluación de este proyecto. Como referencia básica se considera el impacto producido sobre el reparto modal en el trayecto Madrid-Sevilla como consecuencia de la introducción del AVE. Finalmente, utilizando la metodología del análisis coste-beneficio y los resultados obtenidos en anteriores capítulos, se estiman los costes y beneficios sociales producidos por la implantación del AVE en este corredor. El valor actual de la corriente de estos beneficios netos nos define la ganancia (o pérdida) de beneficio social mero como consecuencia de la adopción de esta política de inversión en el transporte ferroviario. Dada la importancia de los efectos red en este tipo de inversiones se realiza un ejercicio de simulación comparando al escenario básico con el correspondiente a la hipotética ampliación de la infraestructura francesa de alta velocidad hasta la frontera con España.

2. El tren de alta velocidad.

2.1. Rasgos básicos.

En el ámbito del sector transporte un hecho de especial relevancia es la aparición del tren de alta velocidad como modo de transporte esencialmente de viajeros. Desde su introducción en Europa en la década de los setenta en el corredor París-Lyon, el tren de alta velocidad ha supuesto un cambio revolucionario en el mercado de transporte permitiendo al ferrocarril remontar su marcada tendencia descendente, observada desde hace 40 años, que le había convertido en un modo marginal en el transporte de viajeros. En España, desde su inauguración en Abril de 1992, el tren de alta velocidad (AVE) Madrid-Sevilla ha tenido un gran

éxito comercial, con un grado de aceptación muy alto por parte de los viajeros. Los usuarios valoran significativamente las cualidades que caracterizan esta nueva tecnología ferroviaria -rapidez, comodidad, puntualidad y seguridad-. Ello se traduce en un grado de ocupación elevado y en la obtención de resultados de explotación positivos para la compañía operadora aunque cabe recordar que en estos resultados no se consideran los costes de mantenimiento y amortización de la infraestructura.

El alto número de viajes generados por este nuevo producto y su elevado grado de absorción de la demanda de los demás modos de transporte, especialmente del transporte aéreo, han contribuido para que el AVE sea el modo predominante en este trayecto, lo que constituye sin duda un hito histórico para el transporte ferroviario. Es indudable su éxito comercial y el alto nivel de satisfacción que manifiestan los usuarios de este modo de transporte.

Asimismo, desde la propia Comisión Europea, basándose en consideraciones ambientales y de otras componentes del coste social del transporte, se alzan numerosas e influyentes voces reclamando el importante papel que el ferrocarril debe tener en el futuro dentro del mercado de transporte europeo de viajeros y mercancías.

No es de extrañar, por lo tanto, que en el contexto dibujado, las actuaciones en alta velocidad constituyan el capítulo más importante de las inversiones en infraestructuras de transporte planificadas en el territorio español durante la presente década, superando, incluso, a las previstas en la red viaria.

Sin embargo, sin despreciar en absoluto sus indudables ventajas, no debe olvidarse que la realización de un proyecto de este tipo supone la movilización de un volumen importante de recursos públicos que podían haber sido destinados a otra actuación diferente. Desde una perspectiva de eficiencia económica, este coste de oportunidad en que incurre la sociedad debe considerarse a la hora de abordar un

proyecto de este tipo, comparándolo con los indudables beneficios consustanciales al AVE. En este sentido, junto a estos aspectos positivos del AVE, existen otros relacionados con su elevado coste de implantación (infraestructura y material móvil) que deben considerarse para evaluar, desde una perspectiva económica, la variación del beneficio social neto producida por la adopción de esta política de inversión ferroviaria. La herramienta metodológica del análisis coste-beneficio nos servirá para determinar la pérdida o beneficio social producida por la implementación del AVE, mientras que el reparto modal antes y después del AVE se obtendrá a partir de los datos suministrados por los operadores y la experiencia del corredor Madrid-Sevilla.

2.2. Rasgos del corredor.

Tradicionalmente y en forma esquemática, los rasgos más sobresalientes del corredor Madrid-Barcelona son los siguientes:

■ Altos niveles de renta y de población.

Las áreas metropolitanas de Madrid y Barcelona superan los 4 millones de habitantes y Zaragoza supera los 500.000. Cataluña y Madrid son dos de las regiones con mayor nivel de renta en España superando a la media de la Unión Europea. Todo ello se traduce en los elevados niveles de movilidad existente entre estos territorios. Un dato revelador es que el “puente aéreo” entre Madrid y Barcelona es utilizado por más de 4 Millones de personas durante el año 2001.

■ Conexión con Francia.

Este corredor es uno de los dos enlaces terrestres más relevantes con Francia, y en definitiva, con Europa. Canaliza un importante flujo turístico de viajeros con el Sur y el Levante español. Además existen significativas relaciones comerciales y culturales entre Cataluña y Aragón con las regiones del sur de Francia.

■ Importantes inversiones en marcha.

En este corredor se están realizando importantes inversiones en diferentes modos de transporte. Aparte de las correspondientes al AVE cabe destacar las ampliaciones de los aeropuertos de Barajas (Madrid) y El Prat (Barcelona).

3.3. Caracterización del AVE.

Este nuevo modo de transporte se caracteriza por su elevada velocidad, mayor del doble de la del ferrocarril convencional, pero también por un alto coste de su infraestructura que por su carácter de coste fijo, prácticamente independiente del número de viajeros, necesita soportar altos niveles de demanda para alcanzar un nivel aceptable de rentabilidad. La introducción de la Alta Velocidad ferroviaria trae consigo una reducción significativa en el coste generalizado del modo ferroviario. Esta reducción no se produce en la componente monetaria de dicho coste, sino en el resto de las componentes (tiempo, comodidad, etc.).

En el corredor Madrid-Barcelona, que es el objeto de nuestro estudio, un análisis más detallado nos permite diferenciar dentro de la denominada alta velocidad, tres subproductos claramente diferenciados que denominamos: Lanzaderas, Largo Recorrido y ancho variable¹. La oferta denominada “Lanzaderas” se caracteriza por menor precio de sus trayectos como consecuencia de la reducción en horas punta, introducción de bonificaciones y puesta en servicio de unidades con mayor oferta de plazas en clase turista. Se trata de un Cercanías de gran calidad que permite ayudar a rentabilizar la infraestructura. Finalmente, el segmento denominado “Ancho variable” permite utilizar con el mismo material rodante la nueva línea con ancho UIC y las líneas convencionales con ancho español.

Los factores discriminantes primordiales entre Lanzaderas y Largo Recorrido son

¹ La nueva línea de Alta Velocidad, se ha construido con ancho UIC, diferente del ancho español. Es necesario, por tanto, utilizar sistemas que permitan utilizar ambos tipos de vía con una mínima pérdida de tiempo en el intercambio de ambas infraestructuras.

el tipo de demanda atendida y el precio, mientras que el segmento de ancho variable se distingue de los demás, esencialmente, por tener que emplear diferente material móvil, debido a la necesidad de utilizar infraestructura con anchos de vía diferentes. Este hecho, junto a la necesaria operación de cambio de ancho en el intercambiador, hace que su velocidad media, y por lo tanto, la reducción del coste generalizado sea menor que en los otros segmentos de oferta de Alta Velocidad. Un análisis más pormenorizado nos hace ver que el segmento de Lanzaderas, con tarifas bajas y donde predomina el uso de billetes con descuento, genera una demanda formada esencialmente por viajes de tipo conmuter, con la ida y la vuelta efectuadas el mismo día. Este hecho es consecuencia del descenso del coste generalizado del transporte -esencialmente de tiempo y precio-, que a su vez produce una reducción en el precio de un bien complementario como es la vivienda.

3.4. Características y parámetros modales.

En Inglada y Coto (2003) se estudian detenidamente las magnitudes de las diferentes componentes del coste generalizado en cada uno de los modos de transporte que compiten en el corredor Madrid-Barcelona. En relación con las componentes monetarias cabe señalar que la tarifa en el AVE es superior a la de todos los modos de transporte excepto al avión pero incluso en este caso, si se considera en el AVE a la categoría de máxima calidad, su precio es muy próximo al del avión.

Asimismo, el tren de alta velocidad es el modo más rápido en el corredor después del avión. Este hecho se debe no solamente a una velocidad elevada sino también a los menores tiempos de acceso al servicio. En este sentido, los tiempos de acceso al servicio del AVE son los menores de todos los modos de transporte debido, entre otros factores, a la situación céntrica de sus estaciones, su elevado grado de puntualidad y a sus óptimas facilidades de embarque.

La introducción del tren de alta velocidad trae consigo no solo una reducción significativa en el tiempo de viaje sino también en otras componentes del coste generalizado como son la seguridad y comodidad. En este sentido, de acuerdo con las encuestas realizadas en el Madrid-Sevilla, cabe destacar que, dentro de los motivos principales para elegir el AVE, la comodidad tiene un peso (29%) prácticamente similar al del tiempo (30%) y sensiblemente superior al del precio (11%). Este resultado es especialmente significativo dentro del colectivo de viajeros procedentes del avión, donde el peso de la componente comodidad (31%) es muy superior al precio (19%), igualándose incluso a la suma de las componentes "tradicionales" del coste generalizado: precio y tiempo.

Finalmente, para poder efectuar el análisis coste-beneficio de este proyecto también son necesarios los valores monetarios del tiempo para cada modo de transporte. En este trabajo se han considerado los valores suministrados por el Departamento administrativo responsable del transporte en nuestro país, convenientemente actualizados y que se detallan en MOPT(1991). En la tabla 1 se expresan los valores considerados.

Tabla 1. Valores considerados del tiempo (céntimos de euro de 2002 por hora).			
-Coche-	-Avión-	-Autobús-	-Tren-
6,04	25,56	3,25	13,01
Fuente: MOPT (1991) y elaboración propia.			

3.5. Demanda.

La introducción del tren de alta velocidad produce en la demanda de transporte, a través de la correspondiente reducción drástica en los valores de las componentes no monetarias del coste generalizado, dos efectos claramente diferenciados que denominamos, respectivamente, de inducción y sustitución y que corresponden respectivamente a los viajes que no se habrían realizado si no existiera este nuevo servicio y a los que se habrían desarrollado en otro modo de

transporte.

La componente de la demanda del AVE, que se suele denominar inducida, está formada por todos los nuevos desplazamientos. Dentro de este "efecto generación" debe incluirse no sólo a los viajeros que nunca habían realizado dicho desplazamiento, sino que existe otra componente formada por el aumento de la frecuencia de los viajes de las personas que ya efectuaban dicho desplazamiento con anterioridad a la existencia del AVE. Por ejemplo, la media de viajes anuales realizados por los usuarios en el trayecto Madrid-Sevilla aumentó muy significativamente desde 11,1 hasta 15,2 debido a la introducción del AVE (Inglada y Coto, 2002).

Asimismo, debido a la elevada magnitud del efecto sustitución, la introducción del tren de alta velocidad produce efectos muy significativos sobre la demanda de los demás modos de transporte que compiten con él en el corredor Madrid-Barcelona. Un análisis más detallado nos permite comprobar la elevada virulencia de este efecto en el caso del tren convencional, que le hace perder cerca del 75% de su tráfico anterior a la introducción del AVE, y produce su práctica desaparición en el corredor. Asimismo, en el transporte aéreo, la introducción de la Alta Velocidad ha supuesto un importante descenso de la demanda en el trayecto Madrid-Barcelona, próximo al 40%, como muestra la tabla 2. En el caso del coche, las pérdidas son menores que en los casos anteriores, aproximándose al 20% en el trayecto Madrid-Barcelona. Finalmente, para el caso del autocar, no parece existir un fuerte impacto (10% de pérdidas), ya que ambos productos son escasamente sustitutivos.

Por lo tanto podemos concluir que la introducción del tren de alta velocidad produce un drástico cambio en la distribución modal de la demanda, pudiéndose hablar con propiedad del mercado del transporte, antes y después del AVE. En este sentido, cabe señalar que el ferrocarril con el 43,5% consigue llegar a ser el modo preponderante en el trayecto Madrid-Barcelona superando nítidamente al

transporte aéreo.

Tabla 2. Cambio en el reparto modal en el trayecto Madrid-Barcelona debido a la introducción del AVE. (Miles de viajeros en ambos sentidos)				
Modo de Transporte	Antes del AVE	(%)	Después del AVE	(%)
Coche	1312,1	19,9	1049,7	14,6
Avión	4582,8	69,4	2749,7	38,2
Bus	300,8	4,6	270,7	3,7
Tren Convencional	408,0	6,1	100,8	1,4
Ave	-----	-----	3034,9	42,1
FUENTE: Elaboración propia.				

4. ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO.

La metodología empleada en el análisis coste beneficio de este proyecto es una generalización de la utilizada en Dodgson (1984) y que se describe ampliamente en De Rus e Inglada (1993 y 1997) e Inglada y Coto (2003).

Análogamente a cualquier otro producto, los costes del AVE pueden clasificarse en fijos, semifijos y variables, dependiendo, claro está, del plazo que se considere. Los costes fijos son los correspondientes a la construcción de infraestructura (en sentido amplio) y su mantenimiento (aunque en el largo plazo probablemente estos costes evolucionan de forma paralela a la demanda). Los semifijos corresponden a la adquisición del material móvil y finalmente los variables son aquellos denominados comúnmente de explotación caracterizados por poseer una alta sensibilidad a la evolución de la demanda. La metodología empleada para la cuantificación de cada uno de dichos capítulos de costes se describe extensamente en Inglada y Coto (2003):

Los capítulos de beneficios considerados han sido los siguientes:

- Reducción de costes en los otros operadores de transporte.
- Ahorros de tiempo de los usuarios del AVE.
- Ahorros de tiempo para los usuarios de la carretera por reducción de la

congestión.

- Reducción del impacto ambiental (contaminación local, global y ruido).
- Reducción de otras componentes del coste generalizado del viaje (comodidad, seguridad, etc...)
- Reducción de los índices de siniestralidad (carretera y ferrocarril).
- Reducción de los costes de conservación de la infraestructura viaria y ferroviaria convencional.

La metodología empleada para la valoración de los capítulos citados de los beneficios se detalla en Inglada y Coto (2003). No se han considerado directamente los efectos estratégicos de índole macroeconómica, sectorial y regional que son analizados en profundidad por Alvarez y Herce (1993) y por Inglada (1993). Una primera lectura de dichos trabajos nos hace ver que los efectos macroeconómicos producidos durante la construcción de la infraestructura, comunes a todo tipo de inversión pública, son de diversa índole. Entre los positivos cabe destacar el fuerte impacto sobre la generación de empleo, mientras que por el contrario, otras macromagnitudes, como la inflación y los saldos de los sectores público y exterior, empeoran. También es conocido el fuerte efecto arrastre sobre los demás sectores de la inversión pública, así como del sector transporte.

Sin embargo, cabe señalar que en nuestro caso analizado podría ser menor que en otros proyectos alternativos, ya que una parte de los inputs incorporados proceden de otras economías. Finalmente, es evidente el beneficio que, desde la perspectiva del equilibrio regional, trae consigo la introducción del AVE para los territorios correspondientes, teniendo en cuenta la situación periférica de España, respecto a los centros de decisión y producción de la economía europea. Sin embargo, este efecto es difícilmente cuantificable, especialmente si se intenta separar del beneficio inherente a las reducciones de tiempo de transporte generadas por el AVE, que sí ha sido considerado en el trabajo. Bonnafous (1987) describe los efectos regionales producidos por el TGV, señalando que el mayor

impacto se ha producido sobre la región parisina, y destacando que también han empeorado determinados sectores como el de la hostelería.

Otro capítulo no incluido en el análisis, es el correspondiente a los beneficios asociados al retraso en la realización de las inversiones públicas motivado por el descenso del tráfico que soportan las infraestructuras de los modos alternativos al AVE. Sin embargo, debido principalmente al hecho, de la fuerte expansión de la oferta acaecida en los años de la implantación del nuevo proyecto², existirá, un exceso de capacidad en los modos alternativos, especialmente aéreo, causante de que la magnitud de este efecto sea muy pequeña. Por lo tanto, se ha optado por no incluirlo en la cuantificación realizada, suponiendo que forma parte del propio margen de error del trabajo.

Por ejemplo, la disminución, en términos relativos, del tráfico en el aeropuerto de Barajas debido al nuevo proyecto sería muy pequeña³, no constituyendo un hecho decisivo para la decisión sobre una posible ampliación de este aeropuerto. Asimismo, otro beneficio del proyecto consiste en el retraso en la ampliación de la infraestructura en la autovía Madrid-Zaragoza respecto a la alternativa consistente en el mantenimiento del "status quo", que se ha estimado en aproximadamente dos años. En cualquier caso, la congestión en esta carretera no se alcanzaría hasta después del año 2015; y por lo tanto, su influencia sobre los resultados de la evaluación realizada sería muy poco significativa.

4.4. Otros elementos de la evaluación.

a) La demanda.

² Las ampliaciones en marcha de los aeropuertos de Barajas (Madrid) y El Prat (Barcelona) traerán una importante aumento de la capacidad de la oferta en ambos aeropuertos, prácticamente en las mismas fechas del comienzo de la explotación del AVE.

³ De acuerdo con las estimaciones realizadas la reducción de viajeros en el aeropuerto de Barajas a consecuencia de la introducción del AVE Madrid-Barcelona no superaría el 7%.

Se ha determinado la demanda inicial en el corredor antes de la introducción del AVE utilizando los datos de las empresas de transporte operadoras y las encuestas de movilidad realizadas. A partir de los resultados del AVE Madrid-Sevilla (Inglada, 1994) se han determinado los factores de sustitución y de generación de la nueva demanda de viajes.

De forma análoga al proceso de introducción de un nuevo producto en el mercado, la demanda potencial nacional del AVE se alcanza después de un periodo de maduración. Para la evolución durante este periodo, que se ha estimado de 4 años, se ha partido de la hipótesis frecuentemente utilizada de que la evolución de la demanda del producto es similar a la curva logística. El primer año (2005) alcanza el 50%, el segundo alcanza el 70%, el tercero el 90% y finalmente en el 2008 se obtiene toda la demanda potencial que se ha estimado en 5.055,8 millones de viajeros-kilómetros.

Para la demanda internacional se ha partido del supuesto de que comienza la explotación en el año 2007, una vez finalizada la prolongación de esta línea (tramo Figueras-Perpignan con un túnel que atraviesa los Pirineos) que conectaría con la red ferroviaria francesa de alta velocidad. Se ha supuesto que la evolución de esta demanda internacional a lo largo de su periodo de maduración de 4 años sigue las mismas pautas que la nacional a partir de su inicio en 2007.

Dadas las incertidumbres existentes sobre la fecha de finalización de la red francesa de alta velocidad⁴ se han considerado en la evaluación dos escenarios de demanda correspondientes, respectivamente, a la demanda nacional y a la suma de la nacional e internacional⁵.

Para la aplicación de esta metodología es necesario conocer no sólo la demanda

⁴ Por ejemplo, el tramo Nimes-Montpellier que conecta ambas líneas no tiene fecha decidida de comienzo de las obras por parte del gobierno francés.

⁵ La demanda internacional es muy importante ya que podría llegar a representar en el caso de que Francia completara su red de alta velocidad, cerca del 40% de la nacional y el 29% del total.

inicial del AVE sino también su evolución durante el periodo de explotación considerado, desagregada en sus dos componentes: tráfico generado y desviado, así como los ingresos que son necesarios para la valoración de los beneficios producidos por los viajes generados. Para solventar esta cuestión, se ha considerado que la demanda del AVE evoluciona con una elasticidad respecto al PIB de 1,4. Este valor es similar al obtenido en el transporte aéreo en nuestro país (Coto y otros, 1997) y está en consonancia con los obtenidos en otros países (Owen y Philips, 1987).

En el escenario base se ha supuesto que la tasa de crecimiento anual del PIB es de 2,5% durante todo el proyecto. Este valor correspondería a la tasa de crecimiento del PIB potencial español. Alternativamente se ha considerado un escenario de crecimiento tendencial del 3,5% para el PIB.

b) Asimismo, se consideran dos periodos de vida de vida del proyecto de 30 y 40 años. Este último periodo parece indicado dada la envergadura del proyecto. La evaluación se realiza a precios constantes de 2002. Se supone el mantenimiento de los precios relativos de los diferentes bienes y servicios durante la vida del proyecto.

c) Todos los costes y beneficios se actualizan a una tasa social de descuento del 6% en términos reales⁶. La rentabilidad social del AVE se obtiene mediante la comparación de los costes y beneficios descritos anteriormente, actualizados al año base mediante la tasa de descuento social elegida. Para ello se determina el valor actual de esta corriente de beneficios sociales netos.

4.5. Valoración del beneficio social.

⁶ Esta tasa social de descuento se ha utilizado en otros proyectos de infraestructura (especialmente carreteras) realizados en España durante la década de los noventa. En Riera (1993) se utilizan incluso tasas superiores (8 y 10%) para la evaluación económica de las rondas de Barcelona.

Tabla 3. Beneficio social de la alta velocidad en el corredor Madrid-Barcelona. Hipótesis de solamente tráfico interior. (Millones de Euros de 2002).		
	Beneficio básico del AVE ⁷	Beneficio en el escenario más favorable ⁸
Coste Total de infraestructura, mantenimiento y explotación		
Infraestructura	4658,0	4285,3
Valor residual	252,9	71,9
Material móvil	919,7	1026,5
Mantenimiento infraestructura	624,3	683,4
Explotación	3593,6	4402,2
Ahorros de tiempo de usuarios que proceden del:		
Otros modos de transporte	1333,1	1636,6
Viajes generados	1168,8	1434,9
Reducción de costes en:		
Ferrocarril convencional	496,1	609,0
Avión	1763,7	2165,3
Autobuses	50,0	61,4
Costes operativos coche	1097,8	1347,7
Congestión	187,1	229,7
Accidentes	458,4	844,1
Ambiental	372,8	457,7
Conservación	416,8	511,7
Valor actualizado neto del AVE	-2198,0	-1027,5
Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología especificada en el texto.		

Dadas las elevadas incertidumbres acerca la fecha en que se llevará a cabo la ampliación de la red de alta velocidad ferroviaria francesa hasta la frontera española para su conexión con la red española, se ha preferido realizar un primera evaluación del proyecto, considerando solamente el tráfico potencial español nacional.

En la tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación social del tren de alta velocidad Madrid-Barcelona-Frontera francesa para el caso de considerar solamente el tráfico nacional. Se observa que los costes sociales exceden a los beneficios sociales en 2.198 millones de euros de 2002. Incluso con las hipótesis

⁷ Se corresponde con un valor básico de los accidentes (0,93 millones de euros), crecimiento del 2,5% del PIB y 30 años de duración del proyecto.

⁸ Corresponde al valor máximo de los accidentes 1,39 euros, crecimiento del 3,5% del PIB, 40 años de duración del proyecto y consideración del precio sombra del factor trabajo

más favorables a la rentabilidad del proyecto (crecimiento tendencial del 3,5%, valor máximo de la vida humana, etc) el beneficio social neto es negativo (-1027,5 millones de euros de 2002). La razón básica de este resultado negativo radica en la existencia de un nivel bajo de la demanda que hace que la disposición a pagar por la capacidad sea inferior a los propios costes de la capacidad⁹. En este sentido, al comparar con otros modos de transporte, la rentabilidad de la alta velocidad ferroviaria es mucho más dependiente de la densidad de tráfico del corredor ya que la oferta de unidades adicionales de servicio ferroviario incorpora un coste adicional mucho más pequeño debido a un intenso efecto de las economías de escala¹⁰.

Por el contrario, la consideración del tráfico potencial internacional que captaría el AVE en caso de la extensión de la red de alta velocidad francesa hasta la frontera con España hace cambiar drásticamente los resultados sobre la rentabilidad del proyecto. Como se observa en la tabla 4 en el caso de considerar el segmento de demanda internacional, el beneficio social neto generado por el AVE Madrid-Barcelona-Frontera francesa es de 617,1 millones de euros para el escenario base con 40 años de duración del proyecto.

Tabla 4. Beneficio social de la alta velocidad en el corredor Madrid-Barcelona. (Hipótesis de máximo tráfico internacional) (Millones de euros de 2002)	
	Beneficio del AVE ¹¹
Coste Total de infraestructura, mantenimiento y explotación	
Infraestructura	4568,0
Valor residual	97,3
Material móvil	1338,3
Mantenimiento	683,4
Explotación	5793,3

⁹ De Rus (2001).

¹⁰ La disparidad entre costes fijos y variables es mayor en el tren de alta velocidad que en el transporte por carretera y más aún en el transporte aéreo. Los costes fijos de esta nueva tecnología pueden llegar a ser dos o tres veces superiores a los de la carretera.

¹¹ Se corresponde con un valor básico de los accidentes (0,93 euros crecimiento del 2,5% del PIB y 40 años de duración del proyecto. Dada la envergadura de este proyecto parece lógico considerar este periodo de duración.

Ahorros de tiempo de usuarios que proceden del:	
Otros modos de transporte	3252,4
Viajes generados	1978,8
Reducción de costes en:	
Ferrocarril convencional	740,7
Avión	2796,1
Autobuses	115,2
Costes operativos coche	1808,0
Congestión	310,2
Accidentes	753,4
Ambiental	595,3
Conservación	642,7
Valor actualizado neto del AVE	617,1
Fuente: Elaboración propia a partir de la metodología especificada en el texto.	

5. CONCLUSIONES.

La introducción de la Alta Velocidad ferroviaria trae consigo una reducción significativa en el coste generalizado del modo ferroviario. Esta reducción, que se produce en las componentes no monetarias de dicho coste (tiempo, comodidad, etc.), produce dos efectos en la demanda claramente diferenciados que denominamos, respectivamente, de inducción y de sustitución y que corresponden respectivamente a los viajes que no se habrían realizado si no existiera este nuevo servicio y a los que se habrían desarrollado en otro modo de transporte.

Debido a la elevada magnitud del efecto sustitución, la introducción del tren de alta velocidad produce efectos muy significativos sobre la demanda de los demás modos de transporte que compiten con él en el corredor Madrid-Barcelona. Aparte de la práctica desaparición en el corredor del tren convencional, la introducción del AVE supondrá previsiblemente un importante descenso del tráfico aéreo en el trayecto Madrid-Barcelona, próximo al 40%. En el caso del coche, las pérdidas son menores que en los casos anteriores, aproximándose al 20% en el trayecto Madrid-Barcelona. Finalmente, para el caso del autocar, no parece existir un fuerte impacto en los trayectos de largo recorrido (11% de pérdidas), ya que ambos productos son escasamente sustitutivos.

En definitiva, cabe concluir que la introducción del tren de alta velocidad produce un drástico cambio en la distribución modal de la demanda, pudiéndose hablar con propiedad del mercado del transporte, antes y después del AVE. En este sentido, cabe destacar que el ferrocarril consigue llegar a ser el modo preponderante en el trayecto Madrid-Barcelona, superando en cuota del mercado al avión.

Por tanto, este tipo de política de mejora de la infraestructura ferroviaria, incardinada en el lado de la oferta, con la consiguiente sensible reducción de la componente temporal del coste generalizado del modo ferroviario se muestra muy eficaz para alterar el reparto modal, aunque a cambio de un elevado coste social.

Comparando con los resultados obtenidos en el corredor Madrid-Sevilla (De Rus e Inglada, 1997) se observa que la rentabilidad social del AVE en el Madrid-Barcelona es muy superior. Todo ello muestra la importancia la realización de un estudio pormenorizado de cada proyecto en función de las características específicas del corredor analizado y que las conclusiones extraídas sobre la rentabilidad de un proyecto pueden no resultar válidas para otro lugar o momento de tiempo.

Asimismo, es importante resaltar que el análisis de sensibilidad realizado nos muestra la elevada dependencia que la rentabilidad de este proyecto tiene respecto a la extensión de la alta velocidad en Francia hasta la frontera. En el caso de no realizarse esta ampliación el beneficio social neto es negativo, incluso considerando las hipótesis más favorables para el proyecto. Se trata de una prueba interesante de los efectos de las denominadas "externalidades red" sobre la rentabilidad social de un proyecto.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alvarez, O. y J. A. Herce (1993): "Líneas ferroviarias de alta velocidad en

España", *Economía Aplicada*, vol 1, nº 1, Pág: 5-32.

Aschauer, D.A. (1989): Is public expenditure productive?, *Journal of Monetary Economics*, 23, pp.177-200.

Bonnafous, A. (1987): "The Regional Impact of the TGV", *Transportation*, 14, pp 127-137.

Coto, P., Baños J. y V. Inglada (1997); "Marshallian demands of intercity passenger transport in Spain: 1980-1992: An economic analysis", *Transportation Research- E* 33(2), pp. 79-96.

De Rus, G. (2001): *Análisis Coste-Beneficio*, Editorial Ariel, Barcelona.

De Rus, G. y V. Inglada (1993): "Análisis Coste-Beneficio del Tren de Alta Velocidad en España", *Revista de Economía Aplicada*, 3 (vol. I), pp. 27-48.

De Rus, G. y V. Inglada (1997): "Cost-Benefit Analysis of the High-Speed Train in Spain", *The Annals of Regional Science*, 31, pp. 175-188.

Dogson, J. (1984): "Railways Costs and Closures", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. XVIII, n.º 3, pp. 219-235.

Inglada, V. (1993): "El Papel de las Infraestructuras en la Competitividad y el Desarrollo Económico", *Estudios Territoriales*, vol.1, tercera época n.º 97, pp. 397-409.

Inglada, V. (1994): "Análisis empírico del impacto del AVE sobre la demanda de transporte en el corredor Madrid-Sevilla", *Revista de Estudios de Transportes y Comunicaciones*, nº 62.

- Inglada, V. y P. Coto, (2002): "Introduction of an Innovative Product": The High Speed Train", Capítulo 3 de *Essays in Microeconomics and Industrial Organization*, 1ª edición, Editorial Springer-Verlag-Heidelberg.
- Inglada, V. y P. Coto, (2003): "Social Benefits of Investment Projects: the Case for High-Speed Rail", with Pablo Coto, Capítulo 23 de *Essays on Microeconomics and Industrial Organization*, 2º edition, Ed. Physica-Verlag-Springer, Heidelberg (en prensa).
- MOPT (1991): *Manual de Evaluación de Inversiones en Ferrocarril de Vía Ancha*, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.
- Owen, A.D. y G.D.A. Phillips (1987): "The Characteristics of Railways Passenger Demand", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 21, nº 3, September, pp. 231-253.
- Riera, P. (1993): *Rentabilidad Social de las infraestructuras: un Análisis Coste-Beneficio*, Civitas, Madrid.