

DEMANDA Y VELOCIDAD

# La alta velocidad, necesaria para mantener el tráfico ferroviario de larga distancia

## *High speed as a need to increase the share of long-distance rail traffic*

Alberto García Álvarez<sup>1</sup>

---

### RESUMEN

En 1991 el tráfico por ferrocarril en las 31 principales rutas españolas de larga distancia fue de 4,04 millones de viajeros. Si desde entonces no hubiera cambiado la velocidad ni otras características de la oferta, en 2015 se habría reducido el tráfico en estas rutas un 31 por ciento hasta los 2,46 millones de viajeros. Sin embargo, en este periodo se implantaron servicios de alta velocidad en 13 de estas rutas y en otras 15 se ofrecieron servicios que utilizan parcialmente la alta velocidad, lo que ha permitido que el número de viajeros se multiplique por 4,6, llegando a 18,74 millones.

El análisis que se realiza en este artículo confirma la observación de que el tráfico de viajeros de larga distancia convencional (entendiendo por tal el que no se desarrolla en altas velocidades) viene sufriendo una continuada pérdida de cuota de mercado desde las dos últimas décadas del siglo XX. En el artículo se estudian las razones de este deterioro, y el análisis permite dar respuesta a la pregunta de qué hubiera ocurrido con el tráfico de larga distancia en España de no haberse implantado la red de alta velocidad.

Desde luego, la caída del tráfico en trenes convencionales es, en parte, consecuencia del trasvase de viajeros a trenes de alta velocidad; también de la mejora de la oferta del coche, del autobús y del avión que han pasado de ser casi inexistentes hace 50 años a disponer hoy de una importante cuota de mercado.

Donde no hay alta velocidad, y con la oferta de otros modos de transporte estabilizada, se puede observar cómo el ferrocarril convencional de larga distancia no deja de perder cuota de mercado. En este artículo se cuantifica este fenómeno y se confirma la hipótesis de que, efectivamente, a igualdad de oferta, el ferrocarril solo consigue mantener y aumentar su cuota de mercado si es de alta velocidad.

Se concluye que este hecho es consecuencia del incremento del valor del tiempo de los viajeros a medida que aumenta la renta: Mayores valores del tiempo, derivados de la subida de la renta, hacen que los consumidores escojan los modos de transporte más rápidos y rechacen los lentos. El declive del ferrocarril convencional es por lo tanto consecuencia del aumento de la renta. La alta velocidad resulta imprescindible para mantener los viajeros del ferrocarril en un escenario de rentas más altas y para evitar que los viajeros se trasladen al avión y al coche particular con el consiguiente aumento de costes sociales.

### PALABRAS CLAVE:

Velocidad, demanda, valor del tiempo, planificación

---

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

## SUMMARY

In 1991 rail traffic in the 31 main Spanish long-distance routes accounted for 4.04 million passengers. If the speed or other characteristics of the offer had not changed since then, in 2015 traffic in these routes would have been reduced by 31 percent to 2.46 million passengers. However, in this period high-speed services were implemented in 13 of these routes while services that partially use high speed were offered in other 15, which has allowed the number of passengers to multiply by 4.6, reaching 18.74 million.

The analysis in this article confirms the observation that conventional long-distance passenger traffic (this being defined as the one that is not developed in high speeds) has been undergoing a continuous loss of market share since the last two decades of the 20th century. In the article we study the reasons for this decline, and the analysis allows us to answer the question about what would have happened with long-distance traffic in Spain if the high-speed network had not been implemented.

Clearly, the decrease in traffic in conventional trains is partly a consequence of the transfer of passengers to high-speed trains, but it is also a result of the improved offer of the car, bus and plane, which have gone from being almost nonexistent 50 years ago to now having an important market share.

Where there is not high speed and the offer of other modes of transport is stabilised, it can be seen how conventional long-distance railway is steadily losing market share. In this article we size up this phenomenon and confirm the hypothesis that, when the offer is the same, the railway only manages to keep and increase its market share if it is high-speed transport, indeed.

It is concluded that this fact is a consequence of the enhanced value of the time of the passengers as the income gradually increases: greater values of the time, as a result of an increased income, make consumers choose the fastest modes of transport and reject the slow ones. The decline of the conventional railway is therefore a consequence of the increase in the income. High speed is essential to keep railway passengers in a situation of higher incomes and thus prevent them from choosing the plane or the private car, with the consequent rise in social costs.

## KEY WORDS:

Speed, demand, value of the time, planning, conventional railway.

## SUMÁRIO

Em 1991, o tráfego por comboio nas 31 principais rotas espanholas de longa distância foi 4,04 milhões de viajantes. Se, desde então, a velocidade e outras características da oferta não tivessem sofrido alterações, em 2015, o tráfego nestas rotas teria sido reduzido em 31% até aos 2,46 milhões de viajantes. Não obstante, neste período foram implementados serviços de alta velocidade em 13 destas rotas e noutras 15 foram oferecidos serviços que utilizam parcialmente a alta velocidade, o que permitiu que o número de viajantes se multiplique em 4,6, chegando a 18,74 milhões.

A análise realizada com este artigo confirma a observação de que o tráfego de viajantes de longa distância convencional (ou seja, aquele que não ocorre em alta velocidade) tem sofrido uma perda contínua de quota de mercado desde as duas últimas décadas do século XIX. No artigo são estudados os motivos deste declínio e a análise permite dar resposta à pergunta "O que aconteceu com o tráfego de longa distância em Espanha por não se ter implementado a rede de alta velocidade?".

Desde então, a queda do tráfego em comboios convencionais é, em parte, consequência da mudança de viajantes para comboios de alta velocidade e também da melhoria da oferta de automóvel, autocarro e avião que passou de ser quase inexistente há 50 anos a ter hoje uma importante quota de mercado.

Onde não há alta velocidade, e com a oferta de outros meios de transporte estabilizada, é possível observar como o comboio convencional de longa distância não deixa de perder quota de mercado. Neste artículo, este fenómeno é quantificado e confirma-se a hipótese de que, efetivamente, a igualdade de oferta, o comboio só consegue manter e aumentar a sua quota de mercado se for de alta velocidade.

Concluiu-se que este fato é consequência do aumento do valor do tempo dos viajantes à medida que aumenta o rendimento: maiores valores do tempo, derivados da subida do rendimento, fazem com que os consumidores escolham os meios de transporte mais rápidos e rejeitem os lentos. O declínio do comboio convencional é, portanto, consequência do aumento do rendimento. A alta velocidade torna-se imprescindível para manter os viajantes do comboio no cenário de rendimentos mais altos e para evitar que os viajantes mudem para o avião ou automóvel particular com o consequente aumento dos custos sociais.

## PALAVRAS CHAVE:

Velocidade, procura, valor do tempo, planificação.

El análisis de la evolución de los tráficos ferroviarios en el largo plazo permite comprobar que en las rutas en las que opera el tren convencional la cuota de mercado del ferrocarril tiende a disminuir en el tiempo, mientras que donde el ferrocarril es de alta velocidad su cuota tiende a aumentar.

En este artículo se trata de cuantificar este hecho, analizando los datos de tráfico de los últimos 23 años en España. También se reflexiona sobre las posibles razones.

La teoría (aplicación de los modelos de reparto modal) indica que si en una ruta la oferta de cada uno de los modos de transporte (en términos de tiempo de viaje, frecuencia y velocidad) permanece invariable y si no hay tampoco variación en el valor del tiempo<sup>1</sup>, la cuota de mercado de cada modo de transporte no cambia.

El volumen total del mercado en una ruta cambia en función de ciertas variables socioeconómicas, singularmente el PIB, pero el crecimiento del PIB debería conducir a un crecimiento porcentualmente idéntico en todos los modos de transporte, a igualdad de oferta, lo que no ocurre en la realidad.

La cuestión de la evolución de la cuota de mercado del ferrocarril en función de su velocidad es de la máxima importancia en la planificación ferroviaria, porque cuando se trata de modernizar una red, debe ser tenida en cuenta al elegir entre las alternativas posibles. Estas alternativas, a grandes rasgos, suelen ser: a) "no hacer nada", manteniendo la red convencional con sus velocidades; b) realizar mejoras de líneas existentes para adaptarlas a 200-220 km/h; o c) construir nuevas líneas de alta velocidad para velocidades del orden de 300 km/h.

Los análisis coste-beneficio y las evaluaciones financieras y socioeconómicas se realizan comparando resultados de la alternativa que se estudia (por ejemplo, construir una línea de alta velocidad) con los resultados de mantener la situación anterior; y suele asumirse que si se no cambia la situación anterior ni la oferta, se mantiene la cuota de mercado de cada modo.

Pero eso no es así. La experiencia enseña (y en este artículo se demuestra) que, de no hacer nada, el ferrocarril va perdiendo progresivamente cuota de mercado si se mantiene en velocidades "convencionales" (con máximas del orden de 160 km/h, medias del orden de 110 km/h). Por contrario, si el ferrocarril ofrece los tiempos de viaje que se pueden conseguir con alta velocidad, puede aumentar la cuota de mercado.

La cuantificación de este hecho, permitiría comparar los resultados de la alternativa de construir una red de alta velocidad (como se ha hecho en España) con la de no hacer nada.

---

<sup>1</sup> En los estudios de economía y planificación del transporte se denomina *valor del tiempo* a la tasa de intercambio, para una persona, entre el ahorro del tiempo y el mayor coste del transporte. Se mide en euros por hora. Es decir, refleja cuántos euros más está dispuesta a pagar esa persona por reducir en una hora el tiempo de su viaje. Mas información sobre el concepto y los valores que se utilizan en los estudios del transporte puede verse en García Álvarez (2016).

## 1. Perspectiva histórica

Es conveniente comenzar con una perspectiva histórica de la evolución el tráfico de viajeros de larga distancia por ferrocarril. Desde que en la primera mitad del siglo XIX el ferrocarril comenzó a funcionar en toda Europa se convirtió en el modo de transporte dominante y hegemónico, tanto para viajeros como para mercancías, y se mantuvo en esa posición privilegiada durante más de un siglo.

En la segunda mitad del siglo XX, se extendió el uso de los automóviles, camiones y autobuses, y se expandió la red de carreteras, tanto convencionales como de alta capacidad, lo que hizo que progresivamente el automóvil fuera captando tráfico del ferrocarril y absorbiendo la mayor parte del crecimiento de la movilidad. Por su parte, el avión nació y creció en el siglo hasta ser un modo dominante en distancias mayores de 400 kilómetros y la aparición de las compañías de bajo coste, ya en la última década del siglo, supuso una expansión sin precedentes, haciendo al avión accesible a viajeros de todo rango de poder adquisitivo.

**Tabla 1. Evolución del tiempo de viaje en las principales rutas francesas entre 1960 y 1979**

Relación desde París	T. de viaje (h:min) y velocidad comercial (km/h)		Reducción tiempo de viaje de 1960 a 1979 (h:min)
	1960	1979	
Burdeos	4:48 (121)	3:50 (152)	0:58
Lille	2:35 (97)	1:52 (134)	0:43
Nantes	3:53 (102)	3:07 (126)	0:46
Estrasburgo	5:11 (97)	3:52( 130)	1:19
Toulouse	7:27 (96)	6:02 (118)	1:25
Marsella	7:33 (114)	6:33 (132)	1:00

Fuente: López Pita, 1993

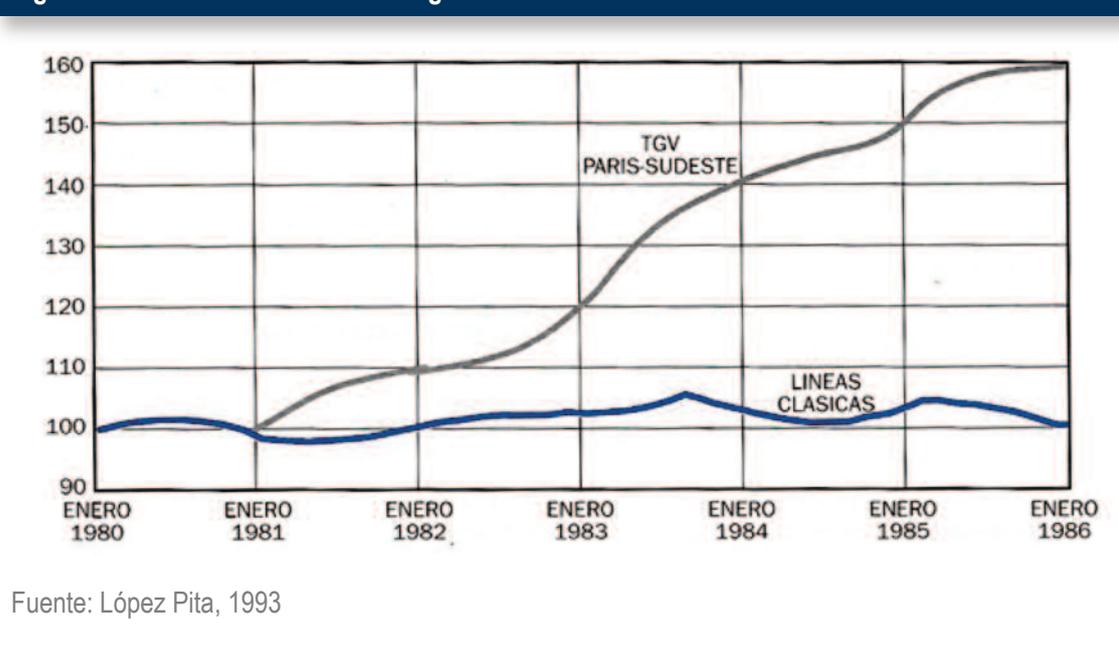
### La experiencia francesa

La experiencia francesa proporciona, posiblemente, la mejor visión respecto al declinar del ferrocarril en los servicios interurbanos de viajeros, a causa del desarrollo experimentado por los otros modos de transporte. Como señala López Pita (1993), durante el periodo comprendido entre 1960 y 1980 la SNCF llevó a cabo un importante esfuerzo de modernización y mejora de las prestaciones comerciales de sus principales itinerarios radiales desde París. De tal modo que, antes de la inauguración de la primera línea de alta velocidad en 1981, determinadas relaciones presentaban, sobre líneas convencionales, las velocidades medias indicadas en el cuadro adjunto.

Hubiera sido razonable pensar que el notable incremento logrado en la velocidad comercial, y el ahorro del tiempo de viaje asociado a ella, fuese acompañado de una positiva evolución en la demanda de viajeros en estas relaciones.

Sin embargo, la realidad observada en los primeros años de la década de los años 80 fue muy diferente. En efecto, la figura adjunta muestra cómo en la red clásica francesa, en la cual las prestaciones tenían el nivel de calidad explicitado en el cuadro anterior, el número de viajeros permaneció prácticamente estancado. Tan sólo en el corredor afectado por la nueva línea de alta velocidad Paris-Lyon, vió incrementado sensiblemente la demanda de tráfico.

**Figura 1. Evolución del tráfico de larga distancia en Francia 1980-1986**



Resulta posible, no obstante, profundizar de forma concreta en la evolución del tráfico de viajeros de dos de los itinerarios más significativas de la red francesa.

Si nos referimos, en primer lugar, a la relación Paris-Estrasburgo, el cuadro adjunto muestra la tendencia experimentada por el tráfico ferroviario y el tráfico aéreo en el periodo 1982-1990.

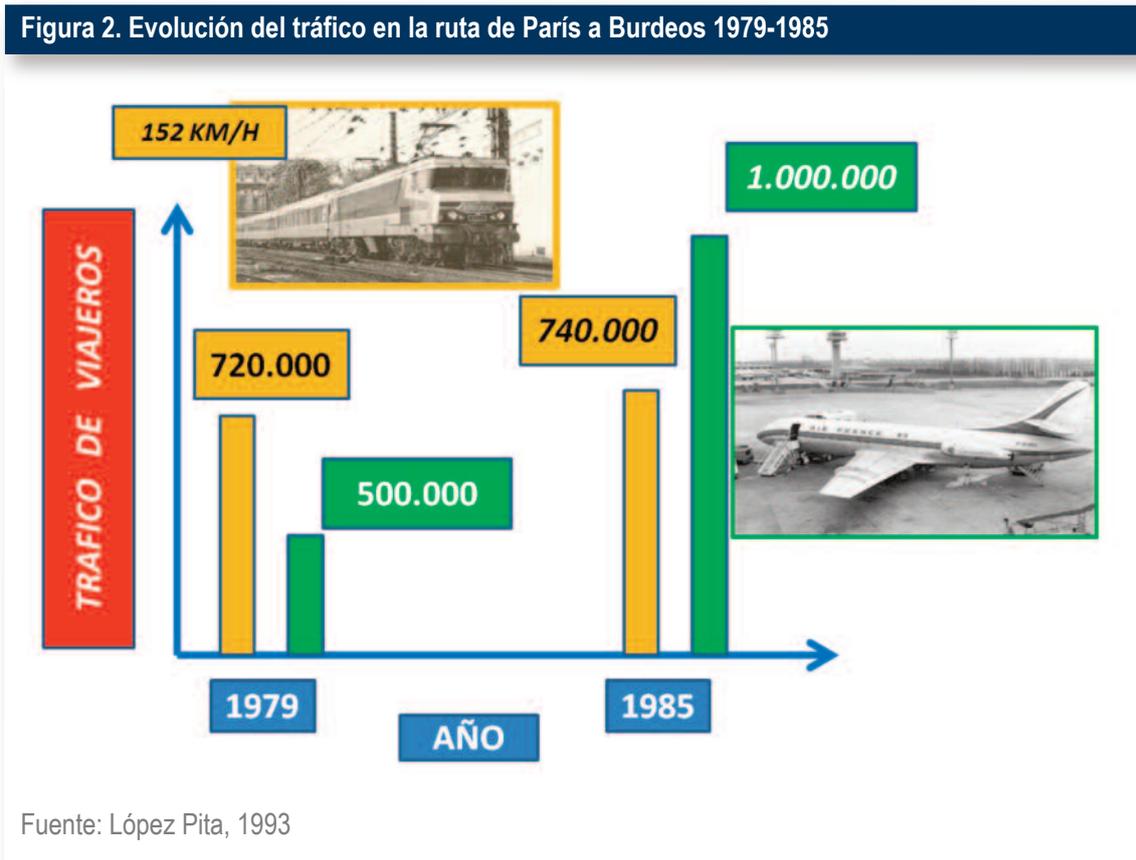
**Tabla 2. Evolución del índice de tráfico ferroviario y aéreo París Estrasburgo (1982-1990)**

	1982	1984	1986	1988	1990
<b>Tráfico ferrocarril</b>	100	101	97	101	106
<b>Tráfico aéreo</b>	100	136	172	209	259

Fuente: López Pita, 1993

Se constata que la demanda aérea se multiplicó por 2,5 en el período considerado. Por el contrario, la demanda de viajeros por ferrocarril permaneció prácticamente estancada, a pesar de ofrecer una velocidad comercial de 133 km/h en el año 1980.

Por lo que respecta a la relación París-Burdeos, el gráfico de la figura adjunta resulta por sí mismo explicativo.

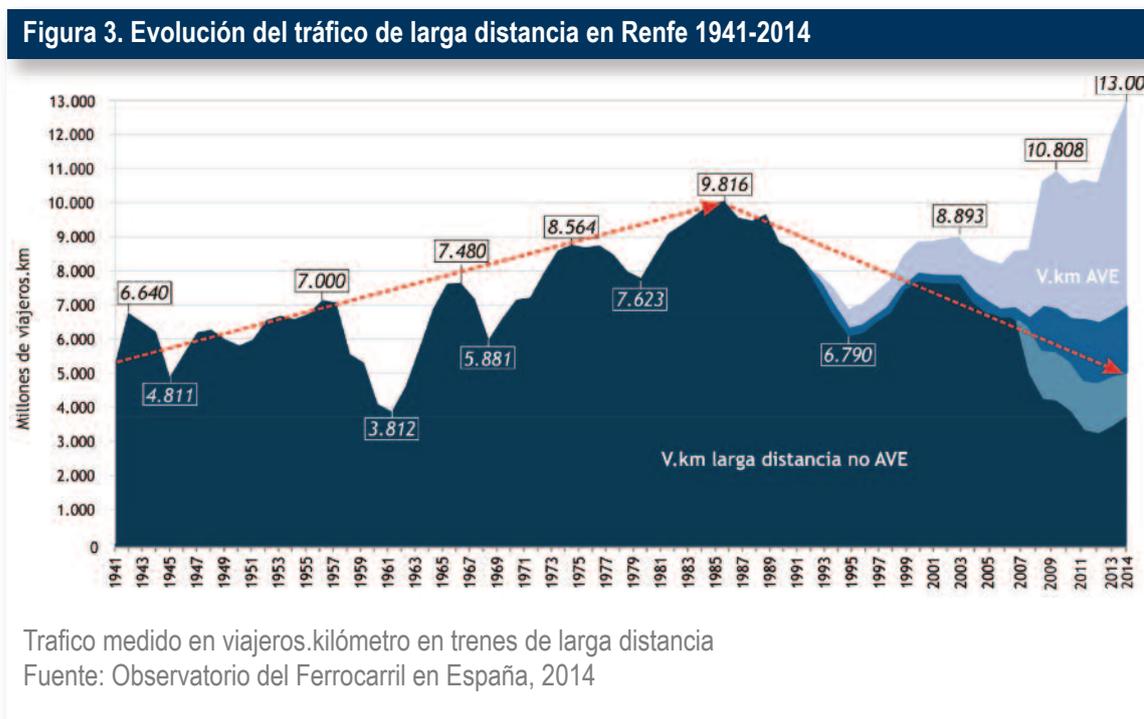


Nótese como a pesar de ofrecer el ferrocarril una velocidad comercial superior a 150 km/h, el tráfico de viajeros en este modo durante seis años permaneció inamovible. Por el contrario, la demanda aérea se duplicó.

### ***Evolución del tráfico en España***

En el caso de España, el ferrocarril fue totalmente hegemónico en el transporte de viajeros, hasta los años 60 del siglo XX, cuando sería rebasado por el coche particular, pero aún conservó durante tres décadas más el liderazgo del transporte colectivo.

El tráfico de viajeros de larga distancia por ferrocarril sigue una tendencia ascendente (aunque con oscilaciones derivadas de la evolución de la economía) hasta el año 1987, cuando se marca un máximo histórico y se inicia el declive. Desde entonces el tráfico por ferrocarril comienza a descender mientras crece el del avión y el autobús así como el coche particular. El tren deja de ser el líder del transporte colectivo de larga distancia en 1987, primero superado por el autobús y en luego también por el avión.



La aparición de la alta velocidad en España en 1992 permite incrementar notablemente el tráfico de viajeros en los corredores en los que se implanta, y el ferrocarril llega en 2014 a recuperar el liderazgo del transporte colectivo superando al autobús y al avión en estos corredores. Además, la entrada en servicio de líneas de alta velocidad hace posible ofrecer servicios que utilizan parcialmente estas líneas y por lo tanto mejoran de forma importante el tiempo de viaje con servicios tipo *Alvia* como Madrid a Gijón, Madrid a Santander o Madrid a Pamplona.

Los servicios convencionales van perdiendo progresivamente cuota de mercado en sus rutas, mientras en las que existen servicios de alta velocidad aumentan los tráficos, y también en las rutas con servicio *Alvia* se sitúa el ferrocarril en un papel digno en el mercado de transporte.

## 2. Análisis del caso español

Para comprobar la hipótesis de que cuanto menores sean las velocidades del tren, menor es su crecimiento a igualdad de oferta, se ha analizado el tráfico anual en las 31 rutas (relaciones) de larga distancia más importantes en España para el tren. El análisis se refiere al periodo 1993-2015 (totaliza 713 datos de tráfico como entrada).

El conjunto de estas rutas supone alrededor del 65 por ciento del tráfico ferroviario de larga distancia en España medido en viajeros y algo más de 70 por ciento si el tráfico se mide en viajeros kilómetro, por lo que en su conjunto se pueden considerar suficientemente representativas.

Estos tráficos anuales, obtenidos del Observatorio del Ferrocarril en España, están recogidos en la tabla 3.

**Tabla 3. Viajeros anuales en las principales rutas de la larga distancia españolas 1993-2015**

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Madrid Sevilla	1.233	1.207	1.380	1.421	1.558	1.699	1.854	2.006	2.159	2.308	2.315	2.322	2.309	2.535	2.521	2.537	2.391	2.213	2.137	1.974	2.161	2.329	2.429	
Madrid Zaragoza	325	276	311	424	475	509	532	566	562	528	499	718	873	1.054	1.275	1.784	1.364	1.258	1.175	1.087	1.170	1.281	1.318	
Madrid Córdoba	368	420	428	452	478	587	637	723	772	780	789	772	847	907	948	958	874	824	801	730	754	828	768	
Madrid Tarragona	36	32	41	38	37	39	46	55	53	54	54	66	73	81	370	362	321	313	295	291	299	308	321	
Madrid Lleida	41	38	38	42	42	46	47	51	55	53	54	67	238	291	295	288	270	255	239	226	230	246	258	
Madrid Huesca									8	8	7	23	34	51	55	63	68	60	57	53	60	65	68	
Madrid Barcelona	453	335	337	247	368	470	512	532	571	587	537	617	621	690	757	2.110	2.670	2.587	2.548	2.689	3.122	3.525	3.718	
Madrid Málaga	329	347	355	321	337	386	440	513	570	619	574	527	544	576	608	1.461	1.499	1.432	1.433	1.375	1.524	1.630	1.685	
Barcelona Zaragoza	149	124	139	140	138	147	144	147	160	152	134	154	174	168	194	564	590	613	601	566	613	724	768	
Madrid Valladolid	106	80	81	83	75	76	74	75	72	70	70	88	74	79	83	807	551	439	418	524	377	414	623	
Madrid Valencia	468	384	380	364	408	461	523	564	631	674	675	667	682	722	738	818	756	703	1.837	1.726	1.844	1.976	2.035	
Madrid Alicante	511	491	505	510	542	583	602	657	675	667	679	847	685	733	741	764	703	649	850	684	872	1.110	1.087	
Barcelona Valencia	273	248	286	319	481	675	714	749	630	610	636	665	620	643	619	905	878	818	847	833	672	992	708	
Madrid Pamplona	62	48	44	49	56	61	66	65	67	93	107	166	209	236	232	302	336	343	352	325	348	382	416	
Barcelona Alicante	79	83	84	92	122	172	214	244	290	304	299	292	289	260	253	252	250	241	242	227	272	314	262	
Madrid Albacete	177	167	172	180	177	205	212	218	217	211	208	203	218	229	241	257	247	237	249	210	235	289	221	
Madrid León	54	54	55	49	47	23	44	43	44	42	43	42	44	46	49	133	211	214	228	224	240	261	255	
Madrid Murcia	113	104	127	148	173	198	210	224	244	250	234	220	256	262	270	286	275	258	250	251	254	280	275	
Madrid Santander	108	90	118	127	120	120	122	92	112	105	101	92	96	98	95	138	146	146	138	132	146	191	256	
Madrid Oviedo	60	56	50	50	53	60	64	64	68	66	68	68	59	59	62	83	113	181	178	159	152	177	174	215
Madrid Cadiz										66	68	68	68	71	68	81	91	115	122	147	135	142	163	
Madrid Orense	46	46	53	57	60	59	49	46	45	45	42	43	38	40	38	48	55	56	56	71	106	134	140	
Madrid Granada	97	92	87	103	95	91	90	90	84	90	79	85	71	73	79	85	88	92	108	105	111	120	140	
Madrid Almería	129	99	94	129	132	135	135	132	124	122	116	105	111	108	89	105	124	124	109	107	116	119	113	
Madrid Coruña	81	62	63	57	64	72	72	70	68	66	58	52	45	42	34	48	47	47	45	89	110	113	99	
Madrid Algeciras	77	67	67	70	69	67	56	50	55	54	56	65	68	69	98	103	97	82	105	118	107	106	101	
Madrid S. Sebastian	71	71	71	69	71	76	83	81	84	85	71	60	59	63	60	77	91	91	94	88	99	105	101	
Madrid Gijón	30	15	26	25	26	29	32	31	45	47	45	39	41	42	42	70	106	98	91	87	105	105	130	
Madrid Vigo	89	72	80	81	84	90	72	69	64	67	58	50	45	45	36	48	49	49	50	59	87	101	94	
Madrid Bilbao	52	43	37	37	36	46	47	45	46	42	36	28	30	26	49	70	70	70	74	96	78	77	62	
Madrid Castellón	40	36	39	38	40	44	42	48	60	56	61	56	59	57	56	61	57	52	83	84	74	85	47	

Fuente: Observatorio del Ferrocarril en España 2014. Datos de 2015, RENFE-Viajeros. Elaboración propia

Llamamos  $VF_{r,a}$  al número de viajeros del ferrocarril en ambos sentidos en la ruta  $r$  en el año  $a$ . La tabla anterior se corresponde con la matriz  $VF$  para los valores de  $r$  de 1 a 31 y valores de  $a$  1993 a 2015.

Se han clasificado los servicios en tres categorías:

1. Servicios convencionales, con velocidades máximas de 160 km/h y medias del orden de 110 km/h. (El número de viajeros anuales de esta categoría en la ruta  $r$  en el año  $a$  se designa como  $VC_{r,a}$ )
2. Servicios de velocidad alta, entendiendo por tales los que tienen una velocidad máxima de 200 km/h y los que circulan en una parte de su recorrido por línea de alta velocidad con máximas de hasta 250 km/h y en otra parte por línea convencional con velocidades máximas de 160 km/h. En ambos casos, las velocidades medias son del orden de 130 a 150 km/h. (El número de viajeros anuales de esta categoría en la ruta  $r$  en el año  $a$  se designa como  $VB_{r,a}$ ).
3. Alta velocidad, con velocidades máximas de 300 km/h o más, que circulan en todo su recorrido por líneas de nueva construcción y alcanzan velocidades medias por encima de 180 km/h. (El número de viajeros anuales de esta categoría en la ruta  $r$  en el año  $a$  se designa como  $VA_{r,a}$ )

Esta clasificación no pretende tomar partido en las polémicas sobre la definición de alta velocidad o velocidad alta, sino únicamente establecer una categorización de los servicios en tres grupos en función de la velocidad, a los efectos de analizar si hay diferencias en la evolución del tráfico o de la cuota de mercado entre estas categorías de servicios.

A cada ruta y para cada año se asigna un tipo de servicio y uno solo (de los tres posibles, se asigna aquel que se ha prestado durante más tiempo a lo largo del año). Ello significa que para cada valor de  $r$  y de  $a$ , dos de los tres valores  $VC_{r,a}$ ,  $VB_{r,a}$ , y  $VA_{r,a}$  son iguales a cero, mientras que el otro refleja el número de viajeros del tipo de servicio en esa ruta y año.

Tabla 4. Ejemplo de la matriz de viajeros anuales un tipo de servicio (caso de alta velocidad)

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Madrid	Sevilla	1.233	1.237	1.380	1.421	1.558	1.889	1.854	2.009	2.159	2.308	2.315	2.322	2.329	2.535	2.521	2.537	2.381	2.213	2.137	1.974	2.191	2.329	2.429
Madrid	Zaragoza												873	1.054	1.275	x	x	1.258	1.175	1.087	1.170	1.281	1.318	
Madrid	Cordoba	388	420	426	452	478	587	637	725	772	780	789	772	847	907	948	956	874	824	801	730	754	826	768
Madrid	Tarragona																362	321	313	295	281	299	309	321
Madrid	Lleida											87	238	251	295	288	270	255	239	226	230	246	268	
Madrid	Huesca														51	55	63	66	80	57	53	60	85	88
Madrid	Barcelona																x	2.670	2.597	2.548	2.689	3.122	3.525	3.718
Madrid	Málaga																x	1.499	1.432	1.433	1.375	1.524	1.630	1.695
Barcelona	Zaragoza																x	590	613	601	596	613	724	768
Madrid	Valladolid																x	551	439	418	524	377	414	623
Madrid	Valencia																		x	1.728	1.844	1.976	2.035	
Madrid	Alicante																				x	1.110	1.067	
Barcelona	Valencia																							
Madrid	Pamplona																							
Barcelona	Alicante																							
Madrid	Albacete																			x	210	235	298	221
Madrid	León																							
Madrid	Murcia																							
Madrid	Santander																							
Madrid	Oviedo																							
Madrid	Cádiz																							
Madrid	Orense																							
Madrid	Granada																							
Madrid	Almería																							
Madrid	Coruña																							
Madrid	Algeciras																							
Madrid	S. Sebastian																							
Madrid	Gijón																							
Madrid	Vigo																							
Madrid	Bilbao																							
Madrid	Castellón																							

En la tabla se recogen los valores utilizados del tráfico de alta velocidad  $VA_{r,a}$ , en miles de viajeros al año en ambos sentidos.

Fuente: Elaboración propia

Ello da lugar a tres matrices que recogen respectivamente el número de viajeros de cada una de las tres categorías  $VC_{i,a}$ ,  $VB_{i,a}$  y  $VA_{i,a}$ . Naturalmente, en cada de una ellas hay numerosas celdas con valor 0 correspondientes a las rutas y años en los que no se ofrece el correspondiente tipo de servicio. Como muestra, en la tabla 4 se figura la matriz que corresponde a los tráficos de alta velocidad ( $VA_{r,a}$ ).

Una vez asignada a cada ruta y año una categoría de servicio (y por ello queda incluida en una matriz), se ha eliminado en cada ruta, a los efectos de la comparación, el valor correspondiente a los años en los que algunos meses hubo tráfico de las dos categorías. Por ejemplo, si en la ruta de Madrid Barcelona (ruta  $r=6$ ) se puso en marcha el AVE (de categoría A) en febrero de 2008 sustituyendo a un Alvia (de categoría B), entonces el año 2008 (en el que hay meses de una y otra categoría) no se considera ni en una ni en la otra categoría. Por ello,  $VB_{6,2007} \neq 0$ ;  $VB_{6,2008} = 0$ ; y  $VA_{6,2008} = 0$ .

También se elimina el primer año completo con un nuevo tipo de servicio para eliminar los efectos del *ramp up*<sup>2</sup>. En el caso del ejemplo anterior, en el año 2009 se prestó en todos los meses el servicio de AVE, pese a lo cual se considera  $VA_{6,2009} = 0$ .

<sup>2</sup> Se entiende por “ramp up” o “puesta en carga” al hecho de que se produce un retardo en alcanzar los tráficos predichos por los modelos al aplicar un cambio importante en la oferta, por ejemplo, la introducir un servicios de alta velocidad o al aplicar una reducción importante de precios.

Por otra parte, considerando que el estudio se realiza a igualdad de oferta, se eliminan para evitar distorsiones los datos de aquellos años en los que se ha producido algún hecho extraordinario o alguna anomalía en la oferta o la demanda que pueda hacer que no resulten adecuados para su comparación. Así por ejemplo, debido al efecto de la Expo de 2008 en Zaragoza, se elimina el tráfico de la ruta de Madrid a Zaragoza de este año y se compara el valor de 2009 con el de 2007. También se elimina el tráfico de Madrid a Granada en 2015 por haberse prestado en su mayor parte con transbordo en autobús; o el tráfico en los años 2011 y 2012 en la ruta de Madrid a Valencia por haberse producido una reducción importante del tiempo de viaje debido a la entrada en servicio de nuevas infraestructuras. Igualmente, se elimina el tráfico en los años 1986 a 1998 en las rutas de Madrid a Barcelona, Zaragoza, Sevilla, Valencia y Alicante ya que en estos años se produjeron muy relevantes reducciones de tiempo de viaje debidas a la “operación 160” en el llamado “triángulo de oro”, por lo que los importantes incrementos del número de viajeros que se observaron se deben en su mayor parte a estas reducciones de tiempo de viaje. También se elimina el crecimiento en todas las categorías en el año 2013, ya que si bien fue muy elevado, se debió en buena parte a la bajada de precios realizada en febrero de ese año.

Una vez agrupados los datos por tipo de servicio (y dentro de él por rutas y años); y eliminados los datos no comparables, se procede a evaluar la variación del número de viajeros en cada tipo de tráfico (C, B o A) y en cada año con respecto al año anterior. Para ello se suman, en cada tráfico y para cada año, los datos correspondientes a las rutas que hubo tráfico del tipo correspondiente en el año y además también lo hubo en el anterior. Luego se suman los tráficos correspondientes a estas mismas rutas para el año anterior ( $a=n-1$ ), obteniendo el porcentaje de crecimiento en el año con respecto al año anterior.

$$\text{VariaciónAltaVelocidaño} = \frac{\sum VA_m}{\sum VA_{m-1}}$$

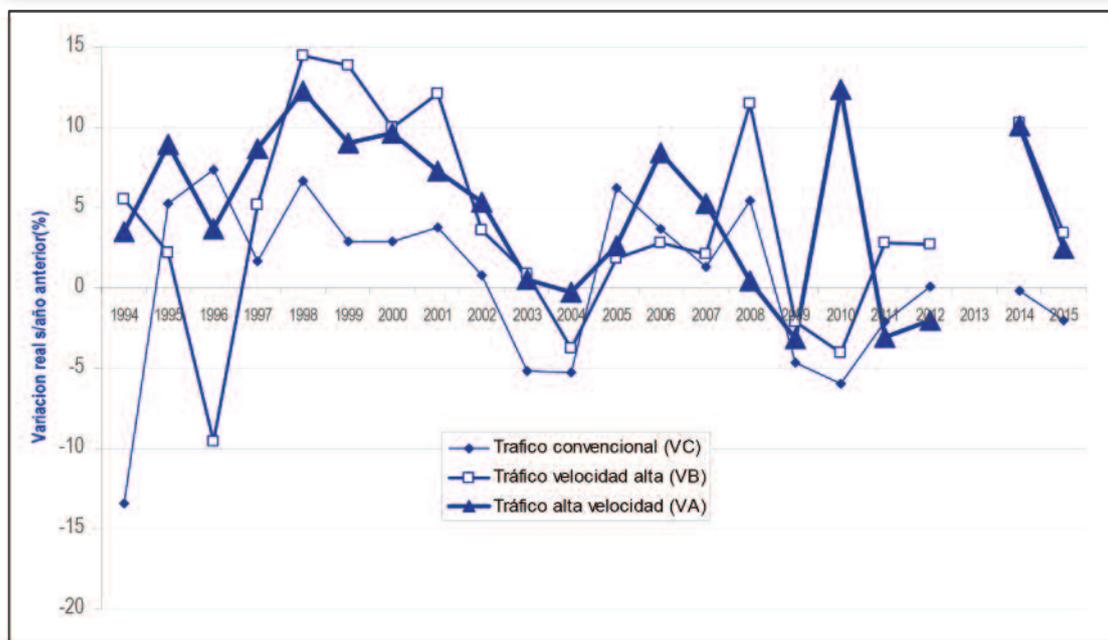
$\forall r: VA_m \neq 0$  y  $VA_{m-1} \neq 0$ . Y análogamente para VB y VC.

Así, por ejemplo, para el año 2007 se dispone de datos de alta velocidad (VA) en las rutas de Madrid a Sevilla, Córdoba, Zaragoza y Lleida; y en el año 2006 también se dispone de datos para las mismas rutas. Por lo tanto, se suman los viajeros en el 2007 en estas rutas, obteniendo 5,038 millones de viajeros en el año frente a los 4,778 millones de 2006, siendo la variación de la alta velocidad en 2007 por lo tanto del 8,5% ( $5,038/4,778$ ).

Una vez que para cada tipo de tráfico se dispone de la variación comparable en cada año con respecto al año anterior, se calcula la media de todo el periodo 1993-2015.

Los resultados que se obtienen para la variación anual en cada tipo de tráfico y año se representan en la figura 4.

Figura 4. Variación anual del tráfico ferroviario por categorías tipos de tráfico 1994-2015



Fuente: Elaboración propia

### 3. La variación del tamaño del mercado

Hasta aquí se ha calculado para cada año la variación comparable del número de viajeros por cada tipo de tráfico, siempre que la oferta en los dos años que se comparan sea similar. Pero una parte de la variación del número de viajeros de un año con respecto a otro obedece a la variación (positiva o negativa) del tamaño del mercado (número de personas que viajan en la ruta en todos los modos de transporte).

A su vez, el tamaño del mercado evoluciona en función de los cambios en las variables poblacionales y socioeconómicas. Para los viajes de larga distancia en España se ha comprobado que el inductor que mejor explica las variaciones de tamaño del mercado del transporte es el PIB.

Así, en Fernández Jáñez (2015) se muestra una expresión de origen empírico que relaciona la variación del tamaño del mercado conjunto del tren y del avión con la variación del PIB.

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

Donde *VarPIB* es la variación interanual del PIB en tanto por ciento. Como puede observarse en la fórmula, el mercado crece cuando el PIB crece más del 0,8817% y disminuye en caso contrario.

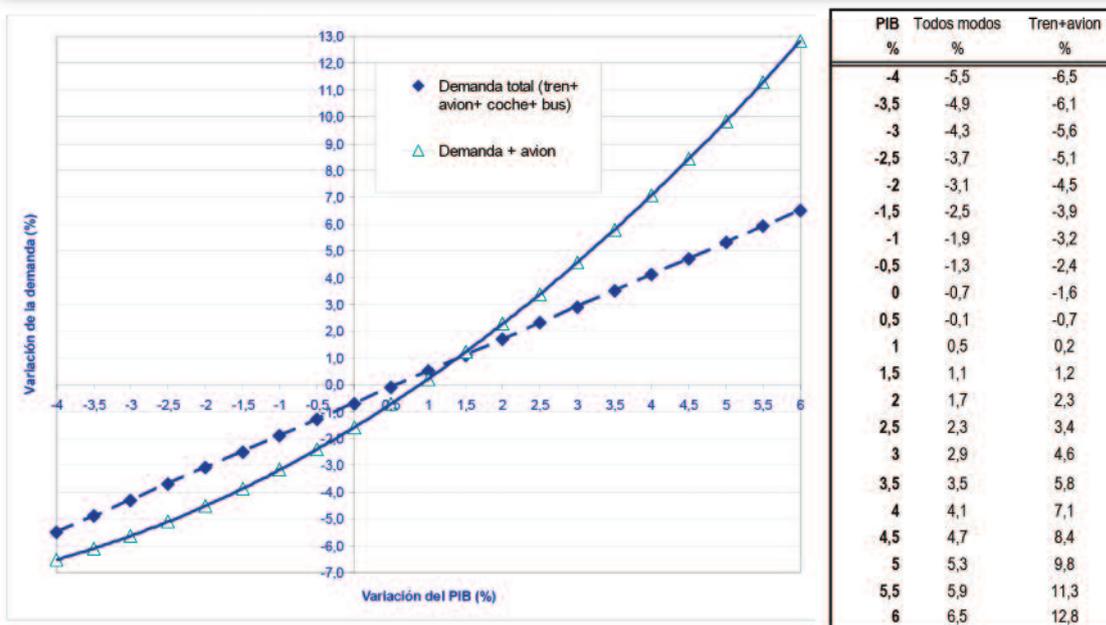
Para analizar la relación entre PIB y la evolución de la demanda en el conjunto de todos los modos de transporte, se utiliza la fórmula de García Álvarez (2016) que es el resultado del

análisis de las 34 principales rutas peninsulares en el periodo de 1998 a 2015 en todos los modos de transporte en largas distancias permite inferir una relación prácticamente lineal que vendría dada por la expresión:

$$\text{Variacion mercado global (\%)} = 1,2018 \times \text{Var PIB (\%)} - 0,7.$$

En la figura 5 están representados la tabla y el gráfico que relacionan tanto la variación de la demanda del tren y del avión como la del mercado global con la variación del PIB.

Figura 5. Evolución del mercado en función de la variación del PIB

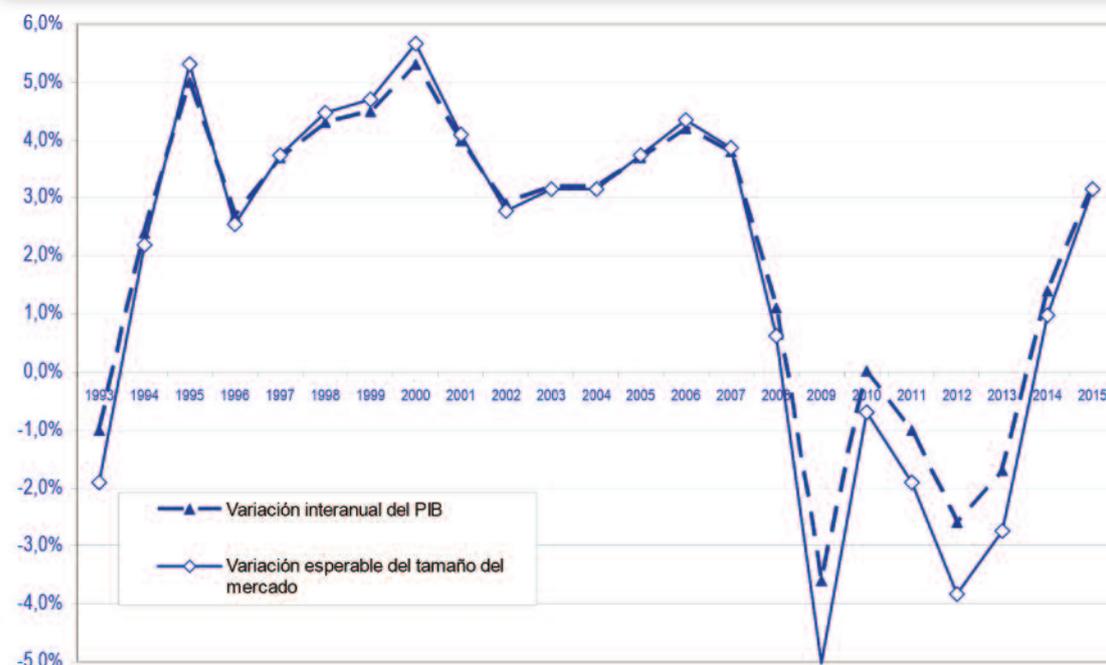


Fuente: Fernandez Jañez (2012), Garcia Álvarez (2016) y elaboración propia

En ella puede observarse cómo para crecimientos altos del PIB crecen tanto la demanda global como la del tren y del avión, y lo crece más la segunda; mientras que para crecimientos bajos y negativos del PIB disminuyen ambas, pero disminuye más la demanda de los modos más rápidos.

Según ello, el mercado global (en el conjunto de los modos de transporte) y por tanto el tráfico por ferrocarril (a igualdad de oferta) debería cada año crecer en el porcentaje resultante de la aplicación de la fórmula anterior a la variación interanual del PIB. Los valores del crecimiento del PIB en el periodo 1994-2015 y la tasa teórica de variación del tamaño del mercado están representados en la figura 6.

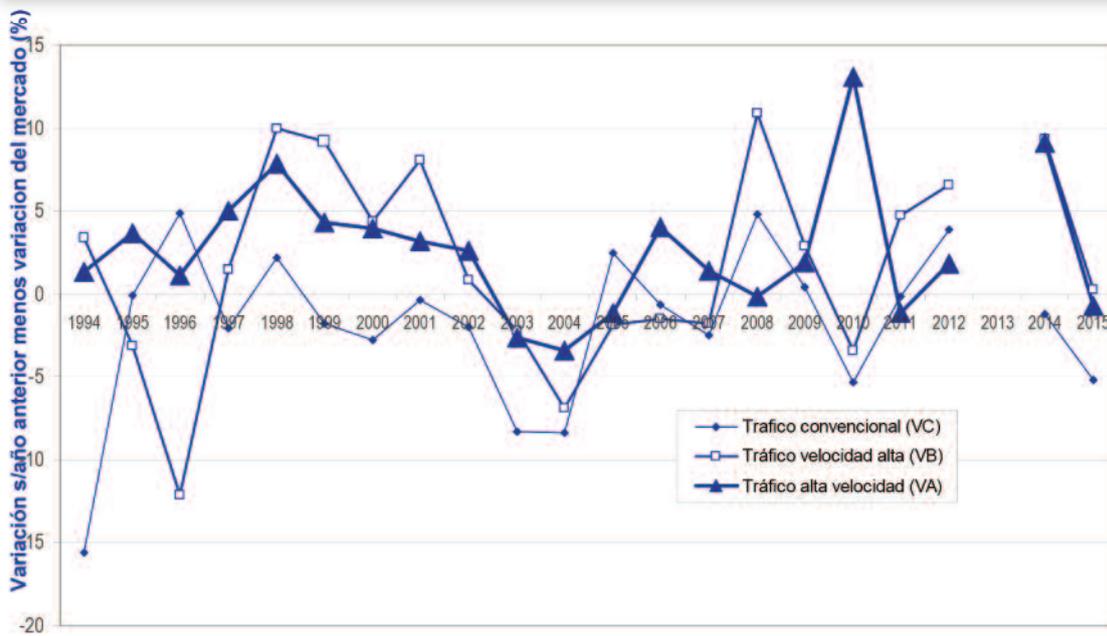
Figura 6. Variaciones anuales del PIB y del tamaño esperable del mercado 1994-2015



Fuente: Elaboración propia

Conociendo la variación esperable del mercado en cada año (que es la misma para las tres categorías de tráfico), se resta la variación esperable del mercado de la variación observada en la realidad para obtener una más cifra representativa de la variación anual en cada categoría del tráfico no atribuible a variaciones en la oferta ni a variaciones del tamaño del mercado. Los valores para cada año y para categoría del tráfico están recogidos en la figura 7.

**Figura 7. Diferencia entre la variación anual de la demanda y la variación esperable del tamaño del mercado por tipos de tráfico 1994-2015**



Fuente: Elaboración propia

Los valores medios observados del crecimiento anual son: para el ferrocarril convencional del 0,42%; para el de velocidad alta del 3,91%; y para la alta velocidad del 4,6%. Si se resta el porcentaje de variación esperable del mercado, los valores quedan respectivamente en -1,59 %, 1,89 % y 2,23%.

Ello significa que el tráfico en líneas convencionales crece 1,6 puntos porcentuales menos cada año que el volumen del mercado, es decir, se produce una pérdida de cuota modal para el ferrocarril. El tren convencional requiere un crecimiento anual del PIB mayor del 1,91 % para que el tráfico se mantenga o crezca en valores absolutos.

En el otro extremo, el tráfico de alta velocidad, a igualdad de oferta y de tamaño del mercado crece anualmente 2,63 p.p. por encima del mercado, lo que significa un aumento de cuota para el ferrocarril. El tráfico del ferrocarril de alta velocidad solo necesita para crecer que el PIB sea mayor que -1,6%.

**Tabla 5. Media de la variación anual observada en el tráfico por producto, de la diferencia con la variación del tamaño del mercado y valor del PIB necesario para que crezca el tráfico**

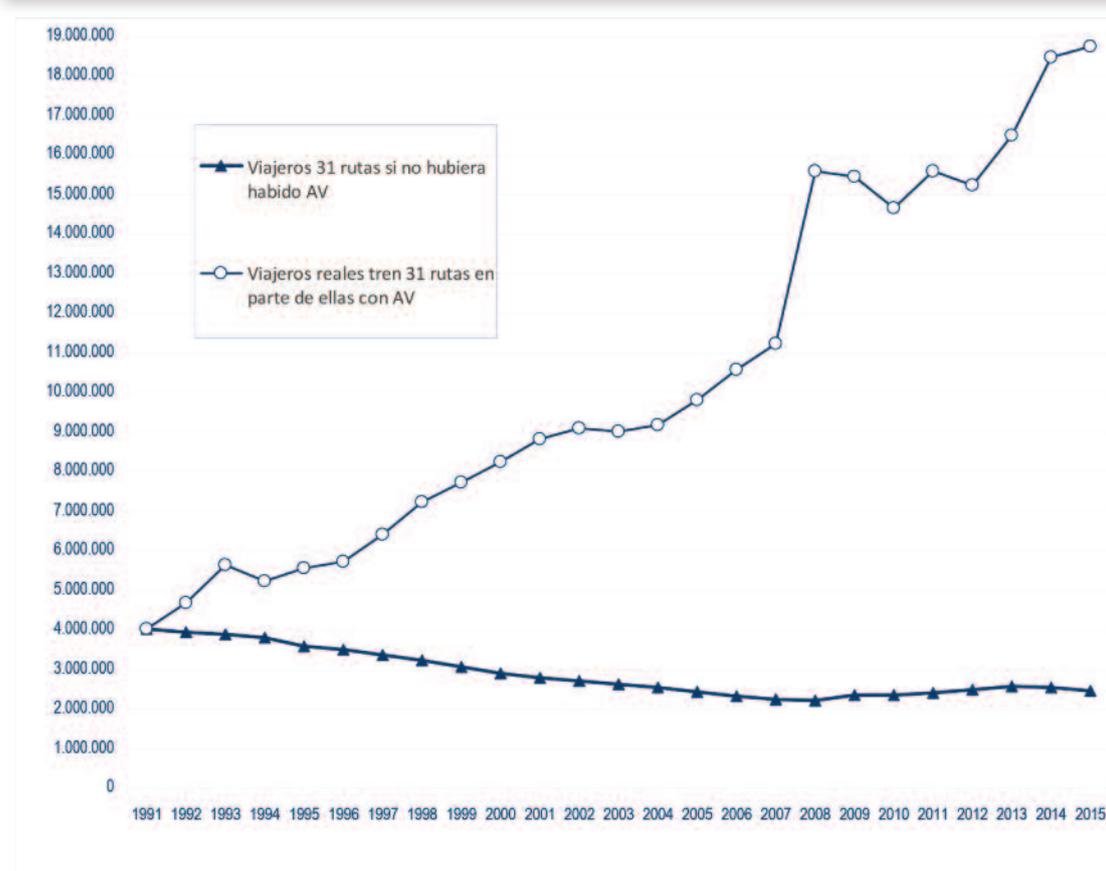
	Variación media anual del tráfico (%)	Variación media anual del tráfico sobre la variación del mercado (%)	Crecimiento interanual del PIB necesario para que crezca el tráfico (%)
Convencional Vmedia 110 km/h	0,421	-1,595	>1,91
Velocidad alta Vmedia 130-150 km/h	3,910	1,891	>-0,991
Alta velocidad. Vmedia > 180 km/h	4,641	2,626	>-1,602

Fuente: Elaboración propia

Los datos anteriores confirman la hipótesis formulada: a igualdad de oferta ferroviaria, el paso del tiempo hace crecer la cuota de mercado de los trenes de alta velocidad, mientras que disminuye la cuota de mercado de los trenes convencionales.

El efecto de la implantación de la alta velocidad parece claro: solo la reducción significativa del tiempo de viaje de los trenes permite aumentar la cuota del ferrocarril y crecer de forma importante el número de viajeros (con los consiguientes beneficios económico sociales). Como muestra, en la figura 8 se presenta la evolución (1992-2015) del tráfico de viajeros en ferrocarril en las 31 primeras rutas españolas en el supuesto de que se hubiera mantenido el ferrocarril en velocidades convencionales (y sin cambios en la oferta), comparándola con la realidad resultante de la puesta en servicio de nuevas líneas de alta velocidad (que supone que ésta se ha ido extendiendo progresivamente hasta hacer que en 2015 haya 13 rutas en alta velocidad y 15 rutas en velocidad alta o alta velocidad parcial).

**Figura 8. Evolución del tráfico en las 31 principales rutas 1991-2015 y evolución probable sin alta velocidad**



En 1991 el tráfico en las 31 principales rutas fue de 4,04 millones de viajeros. Si no hubiese cambiado la velocidad ni otras características de la oferta, en 2015 se habría reducido un 31 por ciento hasta 2,46 millones de viajeros. Sin embargo, en 13 de estas rutas se implantó la alta velocidad, lo que hizo pasar el número de viajeros a 18,74 millones.

Fuente: Elaboración propia

En 1991 el tráfico en estas rutas fue de 4,04 millones de viajeros al año y en 2015 ha sido de 18,74 millones de viajeros. Habría sido de tan solo 2,6 millones de viajeros si no hubiese alta velocidad en ninguna de las rutas (ni hubiera habido otros cambios en la oferta).

#### 4. El efecto de la evolución del valor del tiempo

Ante los resultados anteriores, cabría preguntarse si los modelos de demanda que pronostican un mantenimiento de la cuota de cada modo de transporte en una ruta si permanecen idénticas las características de la oferta presentan alguna laguna, ya que en la realidad en el transcurso del tiempo, a igualdad de oferta y con un cierto crecimiento de la economía en el largo plazo, cae la cuota del tren convencional y aumenta la del tren de alta velocidad.

La explicación puede residir en el aumento del *valor del tiempo*. Este parámetro tiene una gran importancia en el cálculo del *coste generalizado*, que mide la desutilidad del viaje. Efectivamente, diversos autores (véase Leboeuf, 2014) apuntan que un aumento del PIB trae consigo un aumento del valor del tiempo con elasticidades del orden de 0,8 a 1,4 (además, naturalmente, de que un aumento del PIB también provoca un aumento de la movilidad, según la fórmula expuesta).

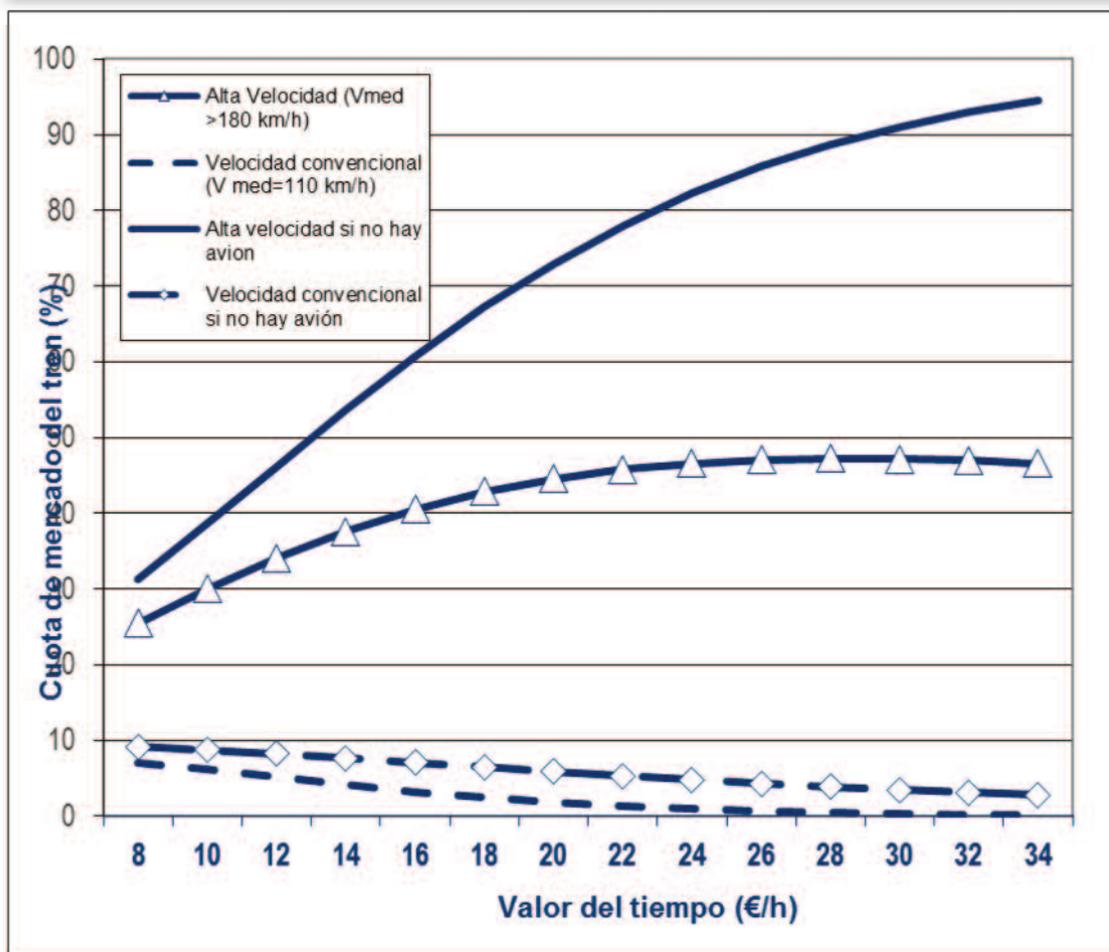
Y si el valor del tiempo aumenta, el viaje se hace “más costoso” para los modos del transporte más lentos, ya que el viajero emplea en ellos más tiempo (cuyo precio sube). Por ello, un aumento del valor del tiempo favorece en la cuota modal a los modos de transporte más rápidos (típicamente el avión y el tren de alta velocidad) mientras que perjudica a los modos más lentos (suelen ser el autobús y el tren convencional). Naturalmente, si ocurriera al revés, es decir, si el PIB disminuyera, cabría esperar que se prefieran los servicios más lentos y más baratos.

Para tratar de ofrecer una idea de la relación del valor del tiempo con la demanda del tren en función de la velocidad del servicio, se ha aplicado el modelo del coste generalizado a un caso teórico de una ruta de 450 kilómetros de longitud en la que coexisten coche particular, autobús, tren, y se ha hecho con y sin oferta avión. Los resultados se muestran en la figura 9.

Como puede observarse, en el caso de que la oferta ferroviaria sea de alta velocidad, al crecer el valor del tiempo, la cuota de mercado crece. Para valores muy altos del tiempo, el crecimiento va siendo menor, puesto que para estos valores altos la oferta del avión va siendo cada vez más atractiva. Pudiera ocurrir que para valores muy altos del valor del tiempo, incluso el tren de alta velocidad perdiera cuota (ocurriría si su “tiempo generalizado” o puerta a puerta es superior al del avión). Ello aconseja en las rutas con una fuerte competencia aérea que el tiempo generalizado del tren de alta velocidad sea menor que el del avión, ya que así se asegura, no solo una cuota de mercado inicial muy alta, sino su sostenibilidad en el tiempo. Si no hay avión en la ruta, al aumentar el valor del tiempo, la cuota del tren de alta velocidad sigue creciendo, pero llega un punto que lo hace de forma asintótica, cuando ya llega a monopolizar la totalidad del mercado.

En el caso del tren de velocidad alta (por ejemplo en líneas mejoradas para 200-220 km/h) con valores bajos del tiempo la cuota del tren aumenta al crecer el valor del tiempo, pero para valores más altos, el atractivo del avión hace que el tren pierda cuota. Solo en las rutas en las que no haya avión puede el tren asegurar el mantenimiento del cuota a largo plazo siempre que su tiempo generalizado sea menor que el del coche particular.

**Figura 9. Variación de la cuota de mercado del ferrocarril del ferrocarril por tipo de tráfico para diferentes valores del tiempo (en rutas con y sin avión)**



Fuente: Elaboración propia

En el caso del tren convencional siempre pierde cuota al crecer el valor del tiempo ya que siendo el tiempo generalizado mayor que el del coche, cuanto mayor sea el valor del tiempo, mayor será el trasvase de viajeros hacia el coche, tanto si hay avión como si no lo hay.

## 5. Resumen

El paso del tiempo hace que, aún manteniéndose idéntica la oferta de todos los modos de transporte en una ruta, el ferrocarril convencional vaya perdiendo cuota de mercado, mientras que el ferrocarril de alta velocidad va aumentando su presencia en el mercado. Incluso con crecimientos débiles de la economía (menores del 2,5% aproximadamente) el tren convencional perderá tráfico en valores absolutos, mientras que el tren de alta velocidad solo requiere que el crecimiento del PIB sea positivo para aumentar su tráfico.

Este hecho obedece a que un crecimiento de la economía aumenta el valor del tiempo de los viajeros, lo que hace que éstos prefieran los modos de transporte más rápidos como el tren de alta velocidad y el avión. Para que este fenómeno sea sostenible en las rutas en que hay competencia aérea es necesario que el tren de alta velocidad ofrezca en la ruta un tiempo generalizado (puerta a puerta) menor que el avión, mientras que el tren convencional solamente podrá garantizar su supervivencia a largo plazo si ofrece un tiempo puerta a puerta (incluyendo el de espera por falta de frecuencia) menor al del coche particular.

## 6. Agradecimientos

El autor quiere agradecer a Andrés López Pita sus contribuciones en el estudio anterior del tema y en la revisión del artículo que ha sido enriquecido con sus numerosas aportaciones, así como a Víctor Urbina García su colaboración en la recopilación y tratamiento de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

*Fernández Jáñez, J. (2015): "Una visión actualizada de la competencia entre el tren de alta velocidad y el avión", en 360.Revista de Alta Velocidad, N° 3, octubre de 2015. Ed.: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.*

*García Álvarez, A. (2016): "La demanda en el transporte de viajeros. Generación, evolución y reparto modal" en la colección "Explotación comercial y operación de los servicios de transporte de viajeros", n°3. Ed.: Fundación de los Ferrocarriles Españoles.*

*Leboeuf, M. (2014). "High speed rail". Ed.: Cherche Midi.*

*López Pita, A. (1993) "Criterios de planificación de las nuevas infraestructuras ferroviarias" Revista Situación. Número especial. Alta velocidad. Nueva era del ferrocarril, pág 37-64*

*M.Fomento (2015): Observatorio del ferrocarril en España, 2014*