

**TESIS DOCTORAL**



**AÑO 2015**

**LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO EN EUROPA: EFECTOS  
SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y SOBRE LOS MERCADOS DE  
TRANSPORTE**

**AUTOR: Carlos Lériða Navarro**

**LICENCIADO EN ECONOMÍA. LICENCIADO EN DERECHO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL EDUCACIÓN A DISTANCIA (UNED)  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA APLICADA Y GESTIÓN PÚBLICA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DIRECTOR: Dr. D. Gustavo Nombela Merchán**

**CODIRECTOR: Dr. D. José Manuel Tranchez Martín**

---

Departamento de ECONOMÍA APLICADA Y GESTIÓN PÚBLICA

Facultad de CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO EN  
EUROPA: EFECTOS SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA Y  
SOBRE LOS MERCADOS DE TRANSPORTE**

Carlos Lérída Navarro

Licenciado en Economía. Licenciado en Derecho

DIRECTOR: Dr. D. Gustavo Nombela Merchán

CODIRECTOR: Dr. D. José Manuel Tranchez Martín

---

A todos los que me habéis acompañado en este camino, gracias por vuestra comprensión, paciencia y relevantes consejos.

---

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN: PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS</b>	<b>9</b>
--	----------

<b>CAPÍTULO I: MARCO DE ANÁLISIS: LAS INDUSTRIAS EN RED Y CARACTERÍSTICAS DEL FERROCARRIL</b>	<b>26</b>
---	-----------

SECCIÓN I.1.- INDUSTRIAS ORGANIZADAS EN RED	26
I.1.1.- CONCEPTO DE INDUSTRIAS ORGANIZADAS EN RED	26
I.1.2.- RASGOS DIFERENCIALES DE LAS INDUSTRIAS EN RED	28
SECCIÓN I.2.- EL TRANSPORTE FERROVIARIO COMO INDUSTRIA EN RED	35
SECCIÓN I.3.- MODELOS ORGANIZATIVOS DE SISTEMAS FERROVIARIOS	40
SECCIÓN I.4.- SITUACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO EN LA UE	46
I.4.1.- EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA COMUNITARIA (1991-2013)	46
I.4.2.- PANORÁMICA DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN LA UE	53
I.4.3.- EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA	57

## **CAPÍTULO II: DETERMINANTES DE LA CUOTA MODAL EN EL TRANSPORTE**

<b>FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA</b>	<b>71</b>
--	-----------

SECCIÓN II.1.- REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS	72
SECCIÓN II.2.- MODELO TEÓRICO	77
SECCIÓN II.3.- DATOS UTILIZADOS	83
SECCIÓN II.4.- MODELO DE COSTE GENERALIZADO PRIVADO (CGP)	91
SECCIÓN II.5.- MODELO DE COSTE GENERALIZADO SOCIAL (CGS)	110
SECCIÓN II.6.- PRINCIPALES RESULTADOS	124

## **CAPÍTULO III: HOMOGENEIDAD Y EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS FERROVIARIOS**

<b>EUROPEOS</b>	<b>126</b>
-----------------	------------

SECCIÓN III.1.- ESTUDIO DE LA HOMOGENEIDAD DE LOS FERROCARRILES EUROPEOS	127
SECCIÓN III.2.- ANÁLISIS DE EFICIENCIA	136
III.2.1.- CONCEPTO DE EFICIENCIA	136
III.2.2.- CÁLCULO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA: MODELOS DE FRONTERA VS MODELO DEA	147
III.2.3.- VARIABLES UTILIZADAS	151

III.2.4.- ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS PARAMÉTRICOS SFA Y DFA. FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN	155
III.2.5.- ANÁLISIS DE FRONTERA ESTOCÁSTICA (SFA)	163
III.2.6.- ANÁLISIS DE FRONTERA DETERMINÍSTICA (DFA)	169
III.2.7.- MODELOS NO PARAMÉTRICOS. ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA). DEA POR PROGRAMAS	173
III.2.8.- COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DISTINTOS MODELOS DE EFICIENCIA. ROBUSTEZ DE LOS RESULTADOS.	179
SECCIÓN III.3.- PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS	181
<b>CAPÍTULO IV: RELACIÓN ENTRE LIBERALIZACIÓN Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LOS SISTEMAS FERROVIARIOS EUROPEOS</b>	<b>182</b>
SECCIÓN IV.1.- LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO EN EUROPA	182
IV.1.1.- MEDICIÓN DEL GRADO DE LIBERALIZACIÓN	183
IV.1.2.- RESULTADOS DEL ÍNDICE DE LIBERALIZACIÓN (LIB INDEX)	193
IV.1.3.- ANÁLISIS DEL GRADO DE LIBERALIZACIÓN POR TIPO DE MODELO	216
IV.1.4.- ALGUNAS CONCLUSIONES	235
SECCIÓN IV.2.- ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LIBERALIZACIÓN Y EFICIENCIA	238
IV.2.1.- INTRODUCCIÓN	238
IV.2.2.- ANÁLISIS EXPLORATORIO PRELIMINAR	239
IV.2.3.- CONTRASTE KRUSKAL-WALLIS	250
IV.2.4.- CONTRASTE DE MANN-WHITNEY	252
IV.2.5.- PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS	253
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES</b>	<b>255</b>
PRINCIPALES RESULTADOS DE LA TESIS	257
RETOS PARA EL TRANSPORTE FERROVIARIO	262
TEMAS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES PARA EL SECTOR FERROVIARIO	266
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>270</b>
<b>APÉNDICES DOCUMENTALES</b>	<b>292</b>
APÉNDICE DOCUMENTAL 1: ANÁLISIS JERÁRQUICO DE CONGLOMERADOS	292
APÉNDICE DOCUMENTAL 2: TRABAJOS SOBRE EFICIENCIA FERROVIARIA	296
APÉNDICE DOCUMENTAL 3: DETALLE DE SISTEMAS FERROVIARIOS	306

---

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Comparativa de la importancia económica del transporte en España y la UE _____	10
Cuadro 2: Modelos de gestión y organización de los sectores organizados en red _____	41
Cuadro 3: Clasificación de los diferentes modelos de organización del sector ferroviario _____	44
Cuadro 4: Cuadro comparativo internacional del estado de cambio de modelo de gestión _____	45
Cuadro 5: Resumen de la evolución de la normativa europea sobre el ferrocarril _____	48
Cuadro 6: Distribución modal del transporte de mercancías en Europa (2011) _____	58
Cuadro 7: Toneladas transportadas por ferrocarril en relación al número de habitantes _____	59
Cuadro 8: Evolución de las Tn-Km del modo ferroviario (1980-2011) _____	62
Cuadro 9: Tráfico de mercancías operado por RENFE 1986-2001 _____	69
Cuadro 10: Clasificación de los estudios económicos sobre el transporte de mercancías _____	72
Cuadro 11: Elasticidades cruzadas calculadas en diferentes estudios _____	74
Cuadro 12: Tipos de vehículos de transporte por carretera introducidos en el modelo. _____	87
Cuadro 13: Valoraciones monetarias del tiempo de trayecto introducidas en el modelo _____	89
Cuadro 14: Resumen de hipótesis sobre los costes recogidos en el modelo _____	91
Cuadro 15: Coste del Tiempo de Trayecto en el modelo CGP _____	92
Cuadro 16: Costes intermedios en cálculo de costes variables y fijos en el modelo CGP _____	93
Cuadro 17: Resultados de costes variables y fijos para el modo ferroviario. CGP _____	94
Cuadro 18: Resultados de costes variables y fijos para el modo Carretera. CGP _____	95
Cuadro 19: Resultados de Costes Generalizados por modo de transporte. Modelo CGP _____	97
Cuadro 20: Coste del Tiempo de Trayecto en el modelo CGP (Escenario Alternativo) _____	103
Cuadro 21: Resultados de C G por modo de transporte para el Escenario Alternativo _____	104
Cuadro 22: Evolución del número de víctimas mortales por modo de transporte. España _____	115
Cuadro 23: Consumo energético por modo de transporte _____	116
Cuadro 24: Emisiones de CO <sub>2</sub> por modo de transporte _____	118
Cuadro 25: Cuantificación costes externos introducidos en CGS por modo de transporte _____	118
Cuadro 26: Cuantificación costes externos introducidos _____	119
Cuadro 27: Valores medios variables. Análisis jerárquico de conglomerados. _____	129
Cuadro 28: Clasificación de los métodos analíticos de cálculo de la eficiencia _____	148
Cuadro 29: Variables utilizadas en los modelos de eficiencia. _____	153
Cuadro 30: Valores medios de las variables de los modelos de eficiencia (2002-2011) _____	154
Cuadro 31: Resultados para la función de producción Cobb-Douglas _____	160
Cuadro 32: Resultados para la función de producción translog _____	161
Cuadro 33: Estimadores máximo-verosímiles Función translog _____	166
Cuadro 34: Estimación de las (in)eficiencias técnicas a partir del modelo SFA _____	168
Cuadro 35: Estimación de las (in)eficiencias técnicas a partir del modelo DFA _____	172
Cuadro 36: Resultados de eficiencia aplicando la técnica DEA _____	178
Cuadro 37: Eficiencias medias y número de sistemas eficientes para cada técnica _____	179
Cuadro 38: Correlación de Rangos de Spearman, SFA C-D, SFA T-L, DEA y DFA. _____	180

---

Cuadro 39. Características y composición del índice de liberalización _____	188
Cuadro 40. Composición del subíndice LEX _____	189
Cuadro 41. Composición del subíndice ACCESS _____	191
Cuadro 42. Composición del COM Index _____	193
Cuadro 43. Grupos formados a partir de los resultados del Índice de liberalización _____	204
Cuadro 44. Detalle de la puntuación de España para LEX, ACCESS y COM (2011) _____	208
Cuadro 45: Clasificación modelos de organización del sector ferroviario en Europa _____	217
Cuadro 46. Comparación de eficiencia SFA y liberalización entre sistemas _____	240
Cuadro 47. Comparación de eficiencia DEA y liberalización entre sistemas _____	242
Cuadro 48. Comparación eficiencia DEA por programas y liberalización. _____	244
Cuadro 49. Resultados de ineficiencia media por escenario _____	248
Cuadro 50. Resultados de liberalización media por escenario _____	249
Cuadro 51. Resultados de liberalización agregada por escenario _____	251
Cuadro 52: Estadístico U-Mann-Whitney _____	252

---

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Principales tipos de arquitecturas de red básicas _____	27
Gráfico 2: Costes Medio y Marginal en el monopolio natural _____	33
Gráfico 3: Tarifación media de la infraestructura en los sistemas europeos (2011) _____	55
Gráfico 4: Distribución modal del transporte de mercancías en la UE (1970-2005) _____	60
Gráfico 5: Cuotas modales en el transporte de mercancías en la UE (1996-2011) _____	61
Gráfico 6: Curvas de indiferencia en el mercado de transporte (usuario 1) _____	78
Gráfico 7: Curvas de indiferencia en el mercado de transporte (usuarios 1 y 2) _____	79
Gráfico 8: Curva que indica indiferencia entre los dos modos del mercado _____	80
Gráfico 9: Introducción de un nuevo modo en el mercado de transporte _____	81
Gráfico 10: Transporte de mercancías por carretera en función de la capacidad de carga ____	86
Gráfico 11: Costes variables unitarios del transporte por carretera _____	96
Gráfico 12: Costes Directos Totales por unidad de vehículo para ambos modos. CGP. ____	98
Gráfico 13: Costes Generalizados Totales por unidad vehículo para ambos modos. CGP ____	99
Gráfico 14: Costes Generalizados Unitarios por tipo de vehículo para ambos modos. CGP _	100
Gráfico 15: Costes Generalizados Totales por vehículo para ambos modos _____	105
Gráfico 16: Costes Generalizados Unitarios por vehículo para ambos modos _____	107
Gráfico 17: Costes externos medios por modo y componente de coste (UE) _____	113
Gráfico 18: Costes Generalizados Sociales Totales por unidad de vehículo _____	120
Gráfico 19: Costes Generalizados Sociales Unitarios _____	123
Gráfico 20: Eficiencia técnica en el modelo de Farrell _____	142
Gráfico 21: Eficiencia en el modelo de Farrell _____	146
Gráfico 22: Ajuste función de producción T-L valores reales vs estimados. _____	163
Gráfico 23: Situación del Índice de Liberalización en 2011 _____	195
Gráfico 24: Evolución del índice de Liberalización (2002-2011) _____	196
Gráfico 25: Gráfico de dispersión entre los resultados de LEX y ACCESS _____	197
Gráfico 26: Gráfico de dispersión entre los resultados de LIB y COM _____	200
Gráfico 27: Ratio de liberalización traducida en competencia (COM / LIB) _____	201
Gráfico 28: Gráfico de dispersión entre los resultados para mercancías y pasajeros _____	203
Gráfico 29: Situación del Índice de Liberalización en 2011 por modelos organizativos ____	232
Gráfico 30: Evolución Índice de Liberalización (2002-2011) por modelos organizativos ____	232
Gráfico 31: Desagregación de subíndices LEX y ACCESS por sistemas de cada grupo ____	234
Gráfico 32: Dispersión eficiencia y liberalización 2002, 2004, 2007 y 2011 _____	247
Gráfico AD1: Cuotas modales en transporte de mercancías en EEUU _____	339



## INTRODUCCIÓN

# PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

El transporte es una de las industrias de más alto valor estratégico para cualquier sociedad. La actividad por sí sola implica una multiplicidad de servicios directos y conexos. La infraestructura sobre la que se asienta lleva inherentes entre otras, actividades de construcción, administración y mantenimiento. Además el transporte genera un importante efecto arrastre sobre el conjunto de la economía, en la medida en que es una actividad esencial para el desarrollo de la mayoría de sectores productivos. Finalmente supone un elemento básico del consumo necesario para la realización de la mayoría de las distintas actividades sociales para las que se aplica tiempo de ocio.

A lo largo del siglo XX los ferrocarriles europeos han constituido un auténtico engranaje del que, desafortunadamente, la red española ha estado al margen por su situación periférica y por su diferente ancho de vía<sup>1</sup> (también existen diferencias solventables en el voltaje de electrificación de las líneas y en los sistemas de señalización). Las diferencias técnicas entre los sistemas ferroviarios de los Estados europeos responden a la necesidad histórica de proteger los intereses propios de cada Estado o los de su industria ferroviaria, lo que genera una clara pérdida de competitividad del modo ferroviario.<sup>2</sup> Paralelamente, el transporte por carretera ha aprovechado la inexistencia de barreras técnicas de la red sobre la que opera para reforzar su posición modal en el mercado de transporte.

El protagonismo del sector transporte, que ha mantenido un ritmo de crecimiento sostenido de un punto por encima del PIB en Europa desde los años 70, hasta representar en la actualidad cerca del 6% del PIB europeo,

---

<sup>1</sup> El ancho internacional es de 1,435 metros mientras que el ibérico (España y Portugal) es de 1,668 metros de distancia entre interiores de cabezas de carriles. Además existen los anchos de Turquía, Irán, China y Corea (1,520 m); Rusia y todos los países de la antigua Unión Soviética más Finlandia (1,524 m) e India y Pakistán (1,676 m).

<sup>2</sup> Se diagnostica que la competitividad del ferrocarril es limitada, debido a las diferencias que hay entre los Estados europeos en cuanto a material rodante, tecnología, señalización, normas de seguridad, frenado, corrientes de tracción y limitaciones de velocidad. Esta situación obliga a los trenes que atraviesan varios Estados a detenerse en las "fronteras", generando en algunos casos, como sucede en los pasos entre España y Francia, costes adicionales derivados de la denominada "ruptura de carga".

según el Libro Blanco del Transporte de 2011, es previsible que continúe incrementándose en el futuro, dado que así lo demandan tanto los nuevos sistemas productivos (que tienden a trabajar con un volumen de existencias muy bajo), como la interdependencia espacial creciente de las economías desarrolladas.

De una comparativa entre la Unión Europea (UE) y España, se desprende que la importancia relativa del sector transporte respecto al resto de sectores, en las magnitudes que miden su ponderación en el conjunto de la economía, es superior en España frente a la UE, a excepción de los datos relativos al transporte ferroviario, tal y como se muestra en el *cuadro 1*. En lo referente a los datos de la UE, el Estado que más contribuye con un efecto positivo al dato de VAB del sector del transporte en su conjunto para la UE es Reino Unido, mientras que en el caso del transporte ferroviario la mayor ponderación corresponde a Alemania. Por otra parte, es necesario advertir cómo en los países con mayor nivel de desarrollo el transporte representa indirectamente cerca del doble de las magnitudes presentadas.

Cuadro 1: Comparativa de la importancia económica del transporte en España y la UE

Variable	España	Unión Europea
Participación relativa del Valor Añadido Bruto del transporte en la economía (2010)	6,0 %	5,63 %
Participación del ferrocarril en el VAB del sector transporte según modo (2010)	6,84 %	11,2 %
Inversión pública en infraestructuras de transporte, como porcentaje del PIB (2010)	1,79 %	0,8 %
Población ocupada en el sector transporte (2011)	4,87 %	3,60 %

Fuentes: Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento, Contabilidad Nacional, Eurostat y OCDE.

La importancia del sector transporte no se limita a la operación del servicio sino que el stock de infraestructuras de transporte y comunicaciones ha pasado de representar aproximadamente en torno al 23% del total del capital público en 1994, (Argimón, González-Páramo, Martín y Roldán, 1994), hasta alcanzar el stock de capital neto real en transporte y comunicaciones, el 46,24% del stock total de capital neto real en 2005, lo que supone una cifra absoluta de 224.338,668 millones de euros constantes del año 2000, (Mas,

Ivars y Cucarella, 2009) superando igualmente a las cifras presentadas por el conjunto de la Unión Europea.

En este sentido la teoría económica en general y la evidencia empírica revelan una fuerte relación entre la inversión en infraestructuras y el crecimiento económico (Aschauer 1989a, 1989b, Stern 1991a, 1991b, Munnell 1992, Nombela 2008). El stock de infraestructuras existente en una zona genera una mayor elasticidad del PIB respecto del nivel de inversión en infraestructuras de transportes y comunicaciones. Se debe matizar, sin embargo, que las infraestructuras, sobre todo una vez construidas, son una condición necesaria, aunque no suficiente, para el crecimiento. En la primera fase de construcción de una red básica el impacto de la inversión pública sobre el PIB de un país es sensiblemente superior que cuando se construyen nuevas infraestructuras que amplían dicha red básica. Los efectos positivos durante la ejecución de proyectos de inversión ferroviaria incluyen aumentos de renta, de producción, de empleo, de la actividad de los sectores ligados a los mismos, aunque se pueden producir igualmente efectos negativos como deterioros de los déficit público y exterior. Este último punto puede ser importante, si los materiales rodantes y electrónicos de seguridad son principalmente importados, como sucede en nuestro país.

A lo anterior se añade el “efecto red” que supone la multiplicación y extensión de los beneficios derivados de la introducción de una infraestructura ferroviaria o de una nueva relación en un territorio determinado. La extensión de la red produce por un lado 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 nueva infraestructura o relación, extendiendo sus beneficios a un mayor número de usuarios. Y por otro un incremento del valor de los servicios cuantas más interconexiones puedan garantizarse a través de los centros nodales (*hubs*). Este segundo efecto se manifiesta claramente en sistemas ferroviarios de estructura radial (*hub and spokes*) como es el caso español.

A pesar de los elementos beneficiosos descritos que lleva inherentes, actualmente el transporte se enmarca en una situación de conflicto entre, por un lado, la creciente demanda de movilidad de personas y mercancías, y por

otro una menor disposición a tolerar la congestión de algunas redes, el deterioro medioambiental y la baja calidad ofrecida por algunos servicios de transporte. Entre las soluciones que se barajan para remediar esta situación se plantea la necesidad de potenciar aquellos modos de transporte con menores externalidades negativas. En este contexto, surge en Europa la idea de promover un mayor desarrollo del transporte ferroviario, por sus menores impactos ambientales y su capacidad para evitar la congestión.

Atendiendo a la realidad del transporte ferroviario, cabe destacar que se trata de un modo que ha quedado durante muchos años relegado a un segundo plano dentro del transporte, con una pérdida progresiva de cuota de mercado, frente a otros modos de transporte, como la carretera, sin reflejar en su participación de cuota modal la estrategia de las instancias comunitarias. Así, la cuota modal media de transporte ferroviario de mercancías que presentan los sistemas ferroviarios de la UE con red ferroviaria (más Noruega y Suiza) asciende hasta un 20,65%, mientras que en España se queda solamente en un marginal 4,1% (cuarto sistema con menor cuota). Para el transporte ferroviario de pasajeros la cuota modal media europea alcanza un 6,55%, mientras que en España esta cuota modal de pasajeros (5,2%) sí está próxima a la media europea.

A la hora de decantarse por un modo de transporte u otro, un consumidor del servicio de transporte atiende principalmente a las siguientes variables: el coste (factor clave), la puntualidad, la velocidad (dado que generalmente los consumidores de estos servicios trabajan cada vez con menos inventario y un sistema de entrega de los pedidos *just in time* o *just in sequence*), la seguridad y la trazabilidad<sup>3</sup> del producto. En este sentido, la oferta de transporte de mercancías por carretera cuenta con un altísimo grado de flexibilidad para adaptarse a la demanda. Esta flexibilidad resulta más acusada aún en el caso español, dado que queda atomizada en buena parte en empresarios-conductores (“un camión, una empresa”) hasta llegar a sumar en

---

<sup>3</sup> Término derivado del inglés *tracing and tracking* que se podría traducir también como rastreabilidad o posibilidad de realizar un seguimiento en ruta del producto o mercancía transportada.

2006, 133.990 empresas de transporte de mercancías por carretera de un total de 199.822 empresas de transporte por carretera).<sup>4</sup>

Esta estructura implica que el transporte de mercancías por carretera constituya el ejemplo más claro de un mercado competitivo de transporte que hace que los fletes de servicios por carretera estén muy ajustados a los costes. Esta situación ha provocado que la mayoría del crecimiento en el transporte haya sido absorbido por la carretera, dadas las facilidades que ofrece este modo en proporcionar una respuesta rápida, casi inmediata, a las solicitudes de servicio. Como resultado, tanto la evolución como la situación actual de la brecha existente entre el transporte de mercancías por carretera y por ferrocarril son mucho más acusadas, en contra del ferrocarril, en el caso de España que en el caso de la media de la UE. Además, España es el país que mayores descensos ha experimentado respecto al conjunto de sistemas estudiados en la última década.

En la actualidad en lugar de existir exclusivamente una competencia modal en los mercados de transporte, se produce una conjunción de competencia modal e intramodal. Los flujos de transporte de mercancías están vinculados a las características de los sistemas productivos territoriales y los mercados de materias primas y productos elaborados, por lo que la distribución geográfica de los principales flujos de transporte de mercancías es mucho menos radial que en el caso de los servicios de transporte de viajeros. Es por ello que en el transporte de mercancías, es donde existe un mayor potencial de desarrollo del transporte intermodal, en el cual el ferrocarril y el transporte marítimo están llamados a representar un papel estratégico.<sup>5</sup> En este sentido, las estimaciones del comercio basadas en modelos de gravedad, (Krugman, 1997), que relacionan las interacciones entre ciudades en forma de viajes y de transporte de mercancías con sus poblaciones y la distancia entre ellas, muestran una gran influencia negativa de la distancia, sobre todo medida en

---

<sup>4</sup> Encuesta Anual de Servicios, INE. Del total de empresas de transporte de mercancías por carretera un 29,2% tiene como actividad principal el transporte de mercancías en vehículos pesados de ámbito nacional y un 12,5% el transporte de mercancías en vehículos pesados de ámbito reducido.

<sup>5</sup> De los 457,2 MTn que se manipularon en el sistema portuario de interés general en el año 2011, solamente un 2,29% entraron o salieron de los puertos por ferrocarril. Sin embargo los puertos representaban en 2011, el origen o destino del 49% (10,5 MTn) de todo el tráfico ferroviario de mercancías que se mueve en España, frente al 25% (7,7 MTn) del año 2000.

tiempo de trayecto necesario para recorrerla, sobre el volumen de transacciones entre ciudades.

A los efectos de paliar estas desfavorables cuotas, la Comisión Europea está promoviendo entre los Estados Miembros,<sup>6</sup> ya desde los años noventa, políticas activas con el objetivo de revitalizar y fomentar el tráfico ferroviario frente a otros modos. La política de transporte de la UE tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de transporte sostenible social, económica y medioambientalmente, para lograrlo estima que es necesario minorar el crecimiento del transporte por carretera y aéreo y compensar la balanza a favor de sistemas de transporte medioambientalmente respetuosos.

Para alcanzar ese trasvase la política de transporte de la UE entiende que la competitividad del transporte ferroviario debe mejorar sustancialmente, considerando que la introducción de competencia se erige como un instrumento de importancia capital. La competencia sería una precondition obligatoria para la revitalización del transporte ferroviario y la creación de unos servicios de transporte ferroviario más competitivos, ya que la lógica del mercado supondría que la apertura a la competencia del transporte ferroviario afectaría a los precios relativos del transporte. En este sentido, se estima que la simple amenaza de competencia obligaría a descender el nivel de precios, dado que los operadores entrantes en su objetivo de atraer clientes mejorarían las relaciones calidad-precio existentes y el operador tradicional tendría que bajar sus precios para poder mantener una elevada cuota de mercado. Por otro lado, la competencia tendría efectos beneficiosos en la dinamización del sector de transporte ferroviario: así, muchos potenciales consumidores del servicio que desconocían los servicios ferroviarios empezarían a interesarse por la actividad,<sup>7</sup> en un efecto inducido propiciado por la introducción de nuevos operadores.

---

<sup>6</sup> La competencia en materia de transportes y redes transeuropeas se incluía entre las competencias compartidas entre la UE y los Estados Miembros del artículo 4 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. *De facto*, supone que es la Unión la encargada de legislar en materia de transportes, en la medida en que se anticipa a las legislaciones nacionales.

<sup>7</sup> En Preston et al. (1999) se llega a la conclusión de que la demanda de transporte ferroviario en Gran Bretaña es más bien inelástica dado en general presenta un número fijo de operadores frecuentes y de bienes a transportar en la mayoría de las rutas, por lo que una bajada de precios no supone una expansión significativa de la demanda.

Sin embargo, los nuevos operadores tienen difícil competir con los operadores públicos tradicionales, dado que estos cuentan con plantillas experimentadas, flota propia de tracción y remolcada, conocimiento contrastado de la operativa del negocio y carecen de algunas de las incertidumbres de supervivencia de un operador privado recién llegado. Por tanto los nuevos operadores, además de la eventual reducción de costes y por tanto de precios, pueden orientarse a una competencia que venga dada por alguna pequeña diferenciación que limitadamente pueda permitir el servicio prestado, como por ejemplo un sistema de seguimiento vía GPS del contenedor, sabiendo el consumidor del servicio de transporte dónde está su carga en todo momento.

Entre las políticas que se están promoviendo en Europa para incrementar el peso relativo del transporte ferroviario respecto a otros modos como un modo más atractivo desde el punto de vista social, destaca la liberalización del sector adoptada en diferentes plazos e intensidades por los sistemas ferroviarios europeos. Este aspecto diferencial, unido a la naturaleza multiservicio del sector ferroviario permite observar distintos grados de liberalización tanto en el servicio de que se trate (mercancías o pasajeros) como respecto al sistema ferroviario nacional que implementa la medida. Sin embargo, los resultados positivos en términos de eficiencia de estas políticas de liberalización no encuentran soporte unánime desde la evidencia empírica.

Los estudios desarrollados hasta ahora sobre el sector ferroviario<sup>8</sup> analizan los efectos sobre la eficiencia productiva de medidas concretas vinculados a la liberalización. La más común de las medidas estudiadas es la separación vertical de las actividades de gestión de infraestructura y operación de la red en entidades independientes. Los estudios previos consideran el hito de la separación vertical entre las actividades de administración y operación de la infraestructura como un paso hacia la liberalización, cuando este aspecto debería considerarse realmente como un elemento organizativo del sistema ferroviario más que como un hito en la liberalización, tal y como será argumentado en la presente tesis.

---

<sup>8</sup> Para una panorámica de los trabajos más importantes puede consultarse el Apéndice Documental 2.

Lo que la literatura denomina liberalización de los sistemas (centrada únicamente en la separación de las funciones de administración y operación) entra en los modelos directamente como una variable explicativa del output y no es evaluada su posible correlación con otras variables fundamentales de este sector como es la eficiencia, sino que en el mejor de los casos se incorpora en la misma estimación. Finalmente la consideración estricta de separación o integración del sistema ferroviario obliga a adoptar una variable dicotómica de tipo dummy que supone perder matices de algunos modelos intermedios como Francia o Chequia, además delimitar el análisis de la liberalización a un solo aspecto potencial como es la estructura del modelo organizativo.

Así por ejemplo, Pham (2013) trata de comprobar en su primera estimación el impacto de la separación vertical sobre el output de la red en 12 países a partir de una variable dummy que toma el valor 0 en los años anteriores a la separación y 1 en los posteriores a su implementación llegando a la conclusión de la existencia de una relación positiva ligera entre la variable dummy y el output junto con constantes o pequeños rendimientos crecientes a escala. En una segunda estimación sustituye la variable dummy anterior por una variable cuantitativa explicativa que mide el grado de competencia de cada sistema ferroviario, para comprobar el efecto de la apertura del mercado sobre el output de 21 sistemas, obteniendo una relación positiva apenas apreciable.

Cantos et. al (2010) tratan de contrastar a partir de la experiencia de 16 sistemas ferroviarios europeos si las reformas concretas de separación vertical y horizontal inciden positivamente sobre la eficiencia productiva. El hecho de tener que reducir la inclusión en un grupo a la adopción completa de una medida o no sin admitir variantes lleva a incluir en el grupo de sistemas ferroviarios verticalmente integrados solamente a Alemania y Suiza. Esta circunstancia obliga a interpretar los resultados obtenidos de una mejora significativa de los niveles de eficiencia sólo para los países que han completado los procesos de separación vertical y horizontal con mucha cautela.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Los propios autores advierten de este hecho al señalar que: *"no significant changes in efficiency (...) levels are observed in countries where the industry has only been reformed at a horizontal level, and*



Friebel et al. (2010) introducen como variable proxy de la desregulación en su modelo de frontera de producción (función Cobb Douglas) una variable multiplicativa que recoge el tiempo que el sistema ferroviario lleva liberalizado. El modelo trata de medir el efecto de la desregulación en el output del sistema, llegando a la conclusión de que existe un mayor impacto positivo cuando las reformas se realizan de forma secuencial que cuando se introducen en un solo paquete (2 ó 3 reformas en un solo año).

En cambio Asmild et al. (2009) emplean los costes operativos en lugar del output, para determinar el impacto de la desregulación sobre el sistema. Según sus resultados la separación vertical reduce los gastos en material y mano de obra, lo que les lleva a generalizar que la implementación de medidas liberalizadoras ayuda incrementar la eficiencia operativa medida a partir del nivel de costes de operación.

En Wetzel (2008) se utiliza como unidad de análisis la empresa ferroviaria, en lugar del sistema en su conjunto. En total 31 empresas de 22 países son introducidas en un modelo que pretende contrastar si determinadas reformas y variables de entorno tienen incidencia sobre la eficiencia. En relación con las variables de entorno el resultado más concluyente es que la omisión de variables como la densidad de la red conduce a estimaciones sesgadas. Respecto a las reformas, en la medida en que ninguna de las variables que recogen la separación institucional tiene una influencia estadísticamente significativa sobre la eficiencia, no es posible derivar conclusiones en sentido alguno. Tampoco los resultados derivados del análisis de una mayor competencia son concluyentes.

Growitsch y Wetzel (2007) utilizan la técnica DEA para medir el efecto de la separación vertical en la eficiencia-coste de 54 empresas ferroviarias europeas, llegando a la conclusión de que los modelos de integración vertical presentan en término medio mejores resultados de eficiencia-coste debido a un mejor aprovechamiento de las economías de escala que presentan hasta un 65% de las empresas introducidas en el análisis.

---

*vertical separation has not subsequently been introduced (...). However, since this is the experience of only two railway systems, we must be careful to conclude that this type of reform is ineffective since the result is dominated by the German experience”.*

Driesen et al. (2006) utilizan también la técnica DEA para medir la relación entre la forma de introducir la competencia en el sistema ferroviario y la eficiencia productiva. El estudio concluye que los diferentes modelos de competencia en la operación de los sistemas ferroviarios pueden incidir en distintos niveles de eficiencia de la red. En concreto los procedimientos de licitación pública (competencia por el mercado) utilizados habitualmente en las cercanías y media distancia de los sistemas europeos influyen significativamente de forma positiva sobre la eficiencia productiva. Por el contrario, un modelo de libre entrada de operadores (competencia en el mercado) tiene un efecto negativo en la eficiencia coste de la red ferroviaria.

Ivaldi y Vibes (2005) parten de los datos de 11 sistemas ferroviarios al efecto de comprobar si algunas medidas concretas introducidas como transposición de la normativa europea tienen efecto sobre la eficiencia. Los resultados terminan centrándose más en el orden de introducción de la reforma que en el efecto de la propia reforma e indican que se obtienen mejores resultados con una introducción secuencial de las medidas que si esta se realiza de manera simultánea. El hecho de tener que acudir a una variable cualitativa no permite recoger plenamente la intensidad de la reforma y sólo el orden de su introducción termina resultando relevante en este estudio.

Finalmente en Cantos (2001) se acude a un modelo de función de coste translogarítmica obteniendo como resultado la existencia de deseconomías de escala entre las operaciones de transporte de mercancías y pasajeros. Los costes de transporte de mercancías son complementarios a los costes de la infraestructura mientras que los costes del transporte de pasajeros son sustitutivos de los costes de administración de la infraestructura.

Como se puede comprobar, la evidencia empírica de los estudios que tratan esta cuestión no es concluyente sobre los resultados de este proceso. En el mejor de los casos muestran cómo algunas medidas liberalizadoras concretas afectan, en algunos casos, positivamente a la eficiencia, sin que se obtengan conclusiones del proceso liberalizador en su conjunto. Además no han logrado encontrar ninguna ventaja comparativa en la separación de la infraestructura ferroviaria respecto de la explotación de los trenes, sin aplicar reformas estructurales en una o ambas actividades, por ejemplo Friebel et al.

(2003). El problema que presenta el modelo de separación de la infraestructura es que implica una potencial pérdida de eficiencia como resultado de que las sinergias entre la infraestructura y la explotación no pueden ser explotadas con la misma intensidad que en el caso del modelo de integración vertical.

No obstante, la falta de resultados concluyentes puede atribuirse en parte al hecho de reducir la medida del grado de liberalización a una variable cualitativa (en el mejor de los casos, cuasi-cuantitativa), lo cual impide recoger la totalidad de matices y peculiaridades que rodean los procesos de liberalización de los sistemas ferroviarios. Ningún estudio adopta una variable proxy del grado de liberalización integral que recoja todos los aspectos que agrupa este concepto, la mayoría introducen la separación vertical como una variable que recoge la liberalización del sistema ferroviario y sólo algunos casos puntuales acuden a otro aspecto parcial de la liberalización como es la competencia que admite el sistema.

Esta tesis trata de responder entre otras a tres importantes preguntas cuya resolución podría orientar las políticas de transporte que se plantearan en el futuro tanto a nivel nacional como comunitario:

- (i) Qué determinantes motivan la reducida y decreciente cuota modal ferroviaria del transporte de mercancías en España en comparación con Europa.
- (ii) Cuáles son los sistemas ferroviarios europeos que presentan una mayor eficiencia productiva y qué características organizativas tienen dichos sistemas.
- (iii)Cuál es la relación entre las políticas de liberalización y el grado de eficiencia de los sistemas ferroviarios.

Al efecto de responder a estas preguntas la tesis desarrolla en primer lugar un modelo de Coste Generalizado en el que se incorporan todas aquellas variables que pudieran afectar a la cuota modal. Este modelo tiene por objeto el análisis empírico de la influencia causal de distintos posibles determinantes sobre la muy baja cuota modal comparativa del transporte ferroviario de mercancías en España y el elevado diferencial frente al modo de transporte por carretera. La explicación de los determinantes del actual descenso de la cuota

modal del transporte por ferrocarril, es el punto de partida necesario para poder llevar a cabo cualquier política de transporte ferroviario en general, y de mercancías en particular, como segmento más afectado

En segundo lugar, se contrasta empíricamente si el conjunto de sistemas ferroviarios analizados presenta la suficiente homogeneidad como para poder llevar a cabo un análisis riguroso de las cuestiones a estudiar mediante técnicas cuantitativas. Este ejercicio se realiza mediante la aplicación de la técnica de conglomerados a las principales características físicas inherentes a los sistemas.

A continuación se aplican técnicas paramétricas (Análisis de Fronteras Estocásticas y Análisis de Fronteras Determinísticas) y no paramétricas (DEA, Análisis Envolvente de Datos) al efecto de estimar qué sistemas ferroviarios presentan los mayores índices de eficiencia relativa.

Finalmente se incorporan al modelo los datos de cuantificación del grado de liberalización a través de un índice que permite recoger los aspectos diferenciales particulares de cada sistema y compararlos a partir de una medida homogénea de la liberalización. Esta incorporación, previo análisis de los resultados principales del grado de liberalización cuantificado, permite contrastar la existencia de correlación entre esta variable y la eficiencia calculada para los sistemas ferroviarios que se deriva del análisis anterior de fronteras y DEA. Se trata de medir empíricamente los efectos que los diferentes grados de liberalización puedan tener en los sistemas ferroviarios que los han adoptado y a la luz de este análisis, examinar si es posible determinar un grado de liberalización óptimo en términos de eficiencia para un sistema ferroviario.

Este análisis es posible gracias a que el sector ferroviario europeo se encuentra actualmente inmerso en un proceso de transformación a diferentes velocidades en los distintos países de la Unión, lo que permite una comparativa del ritmo, adecuación y eficiencia de las medidas adoptadas en los diferentes Estados Miembros. En cualquier caso, las unidades que son objeto de estudio por la presente tesis son los sistemas ferroviarios en su conjunto, incluyendo tanto los servicios de operación de la red ferroviaria como la actividad de mantenimiento y gestión de la infraestructura operativa en cada momento.

Entre las novedades que presenta esta tesis respecto de los estudios previos cabe destacar respecto del primer ejercicio empírico (modelo de coste generalizado) que parte de dos perspectivas: una de tipo privado referida a los costes que soporta directamente el particular al optar por un modo u otro de transporte, y otra de tipo social que incluye todas las externalidades que inciden sobre la sociedad en su conjunto. Además destaca la incorporación en el modelo de una variable que mide la incertidumbre asociada a que los trayectos se realicen en el tiempo estipulado.

La siguiente novedad tiene que ver con el análisis previo de homogeneidad de los sistemas ferroviarios. La aplicación de las técnicas cuantitativas de cálculo de la eficiencia exige como requisito previo que el conjunto objetivo sobre el que se quiere estimar la eficiencia sea lo suficientemente homogéneo. El contraste de esta homogeneidad es generalmente pasado por alto en los estudios previos sobre el sector ferroviario, a pesar de que resulta de una importancia capital para que la estimación de la eficiencia no derive en resultados sesgados.

Una tercera novedad va referida a la metodología con que hasta ahora se ha abordado el cálculo de la relación entre eficiencia y liberalización. Como se ha comentado anteriormente, el enfoque habitual consiste en incorporar en un mismo modelo ambas variables: alguna medida de productividad y eficiencia como output y la liberalización como una de las variables explicativas en forma de dummy. Si bien esta inclusión es correcta parece más adecuado realizar la estimación de esta relación en dos pasos: (i) calcular la eficiencia con los modelos pertinentes incorporando únicamente variables que verdaderamente constituyen input productivos (la liberalización, y menos como está concebida en muchos de estos estudios, no puede considerarse a priori como un input); (ii) utilizar herramientas cuantitativas para contrastar la relación entre las dos variables.

Una de las principales aportaciones de la tesis es incorporar en el análisis empírico una medida de la liberalización de tipo cuantitativo como es el Índice de Liberalización Ferroviaria calculado por Kirchner (2002, 2004, 2007 y 2011). Esta incorporación permite recoger toda la gama de matices que presenta el conjunto de sistemas ferroviarios en cuanto a su forma y grado de

liberalización se refiere. La liberalización incorporada no se limita a medidas concretas sino que explora las barreras legales y de tipo práctico antes de cuantificar una medida del grado de apertura del mercado.

Otro de los aspectos destacados y novedosos del estudio es su extensión geográfica al considerar los 25 sistemas ferroviarios de la UE que cuentan con red ferroviaria más otros dos sistemas europeos importantes como Noruega y Suiza.

Finalmente en lo que respecta a la estructura organizativa de la tesis, el primer capítulo dedicado al marco de análisis describe en primer lugar las peculiaridades del sector ferroviario a través de la presentación de los rasgos específicos y modelos teóricos de organización de las industrias de red, entre las que se incluye el ferrocarril. En concreto se comentan aquellos rasgos comunes que presentan estas industrias tratando de determinar si los rasgos propios de estos sectores, en contraposición a los presentes en los clásicos mercados de competencia perfecta, impiden completamente su consideración y tratamiento económico como mercados competitivos (en la línea de lo que ha sucedido hasta mediados de la década de los noventa del siglo pasado) o si, por el contrario, existen algunas actividades dentro de estos sectores que sí pudieran liberalizarse y funcionar con mecanismos de mercado (en la línea de las últimas reformas llevadas a cabo en dichos sectores).

El *capítulo 1* se completa con un estudio de los aspectos más destacados que presenta la industria ferroviaria en Europa, una clasificación de los sistemas ferroviarios europeos a partir de su modelo organizativo, una breve descripción de la evolución normativa comunitaria del ferrocarril entre 1991 y 2013, y un análisis del transporte ferroviario de mercancías en España con una perspectiva comparativa con el transporte por carretera que permita identificar en el plano teórico qué variables influyen sobre el flujo de mercancías transportadas por ferrocarril. En base a los limitados datos disponibles se intenta determinar el tipo de mercancías que históricamente han sido cargas habituales para el transporte ferroviario y si éstas presentan algún rasgo común identificable que las haga más propensas a utilizar dicho modo de transporte. En el Apéndice Documental 3 se presenta un análisis comparado de

los rasgos y la evolución del proceso liberalizador de los sistemas ferroviarios europeos objeto de estudio y de otros sistemas mundiales.

A partir del estudio del marco de análisis anterior se pone de manifiesto la grave situación en la que se encuentra el sistema ferroviario español en lo referente a su segmento de mercancías, lo que motiva el desarrollo del *capítulo 2*, en el que se pretende analizar la existencia de aspectos concretos de este servicio que incidan en la muy escasa cuota modal del transporte ferroviario de mercancías en España. En este segundo capítulo se presenta un modelo de Coste Generalizado (CG) del transporte ferroviario frente al modo de la carretera en el que se introduce como variable explicativa del modelo, entre otras, la incidencia de la incertidumbre en relación con la entrega de la mercancía en el plazo acordado.

El propósito de este modelo consiste en identificar si la causa del diferencial entre las cuotas existente entre el transporte ferroviario de mercancías y por carretera en España se puede encontrar, de manera prevalente, en la existencia de un diferencial en el coste de utilización de los dos modos de transporte analizados. En este sentido se pretende estimar un modelo que permita acudir a una noción amplia de coste y que incluya no solamente el coste monetario directo sino también otras variables, siempre que conlleven un coste añadido al servicio de transporte que se presta según los diferentes modos y que puedan ser traducidas en términos monetarios, para posibilitar la viabilidad del modelo, como por ejemplo el tiempo. El modelo se desarrolla a partir de los últimos datos disponibles de cada una de las variables para una sola empresa hipotética, lo más representativa posible de la generalidad del sector al que pertenece, que cuenta con diversas opciones de prestar el servicio de transporte tanto por carretera como por ferrocarril.

*El capítulo 3* tiene un doble contenido. En la primera parte se lleva a cabo como requisito previo a la correcta aplicación empírica de las técnicas de cálculo de eficiencia, un análisis que permite contrastar si existe un grado de homogeneidad suficiente en el conjunto de sistemas ferroviarios que se va a evaluar. Este contraste se lleva a cabo mediante la técnica de conglomerados de tipo jerárquico. Tanto la justificación de la técnica, como su presentación teórica y su aplicación empírica se describen de forma resumida, mientras que

los detalles completos del ejercicio realizado se recogen en el Apéndice Documental 1.

La segunda parte del *capítulo 3* desarrolla el cálculo de indicadores de eficiencia productiva para los 27 sistemas ferroviarios europeos considerados a partir de tres de las técnicas más empleadas en la literatura. En primer lugar se presentan brevemente las teorías que desarrollan los conceptos de eficiencia, así como la justificación del significado que se emplea en esta tesis. A continuación se procede a la aplicación práctica de dos técnicas paramétricas de medición de la eficiencia productiva: Análisis de Fronteras Estocásticas (SFA) y Análisis de Fronteras Determinísticas (DFA), junto con el cálculo previo de la función de producción que resulta más adecuada de entre los dos modelos típicos en la literatura: Cobb-Douglas y translog.

Posteriormente se emplea, con la inclusión de diferentes escenarios, la técnica no paramétrica denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA) y su variante DEA por programas, adecuada para contextos multiproducto como es el caso de la operación ferroviaria. Disponer de unos resultados de eficiencia robustos es condición necesaria para avanzar en el análisis de la tesis, por lo que el capítulo finaliza con un estudio de la robustez de los resultados obtenidos a través de las tres técnicas (SFA, DFA, DEA) mediante un análisis del coeficiente de rangos de Spearman.

El *capítulo 4* aborda la cuestión principal que se estudia en la tesis y trata de contrastar la existencia de una relación estadísticamente significativa entre las variables liberalización, entendida en su conjunto y no sólo con medidas simples tal y como se ha hecho en la literatura hasta ahora, y los resultados de eficiencia productiva que alcanza cada sistema ferroviario estudiado. La consecución de este objetivo permite apreciar si las políticas de liberalización adoptadas en Europa con diferentes grados de intensidad tienen incidencia en la eficiencia productiva de los sistemas que las adoptan, y si dichas políticas son decisivas a la hora de encarar una reactivación del sector ferroviario.

Dentro del *capítulo 4*, se realiza una primera aproximación analítica al estado de liberalización efectiva del transporte ferroviario en los sistemas



estudiados a partir del Índice de Liberalización Ferroviario introducido por Kirchner (2002, 2004, 2007 y 2011) que será tomado como cuantificación del grado de liberalización en el contraste empírico de la relación existente entre las variables eficiencia productiva y liberalización de los sistemas ferroviarios. Con ocasión de la explicación del cálculo del índice se comentan los grados de liberalización que presentan los diferentes sistemas incluidos en el estudio a partir de los diferentes subíndices que componen y complementan el índice liberalización, del tipo de servicio de transporte, de los grupos conformados a partir de los diferentes modelos de gestión. Se incluye una breve referencia analítica a los resultados detallados obtenidos por el sistema ferroviario español en los diferentes aspectos que conforman el índice de liberalización.

La segunda parte del *capítulo 4* comienza con un análisis exploratorio de datos que permita identificar, en su caso, esa posible relación entre ambas variables. A continuación con la misma finalidad se aplica el estadístico Kruskal-Wallis con la finalidad de contrastar la relación señalada para el caso de la eficiencia calculada a partir de la técnica DEA y se utiliza un contraste de Mann-Whitney para determinar la existencia de relación entre la eficiencia productiva calculada por métodos paramétricos y la cuantificación del grado de liberalización en los sistemas ferroviarios estudiados.

La tesis concluye con una recapitulación de las conclusiones que se han ido alcanzando a lo largo de su desarrollo y que parecen decisivas en la determinación del futuro modelo de gestión que resulte del proceso liberalizador. Además se presenta una serie de reflexiones acerca de posibles líneas futuras y desafíos a los que se deberá enfrentar la política de transporte ferroviario en general, y el transporte ferroviario de mercancías en particular.

## CAPÍTULO I

# MARCO DE ANÁLISIS: LAS INDUSTRIAS EN RED Y CARACTERÍSTICAS DEL FERROCARRIL

En este primer capítulo se aborda la presentación del marco de análisis del sector ferroviario. Para ello se revisan los fundamentos teóricos de aquellos sectores, entre los que se encuentra el transporte ferroviario, que por sus características estructurales no encajan habitualmente en el tipo de mercados donde puede existir un elevado grado de competencia y que denominaremos *industrias organizadas en red*, o simplemente, *industrias en red*.

A continuación se adapta el marco anterior al ámbito propio del transporte ferroviario, prestando una especial atención a la diversidad de modelos organizativos con los que se ha regulado el sector ferroviario en los diferentes sistemas de la UE. Finalmente se analizan las cuestiones más relevantes que definen la situación actual del sector ferroviario en la UE.

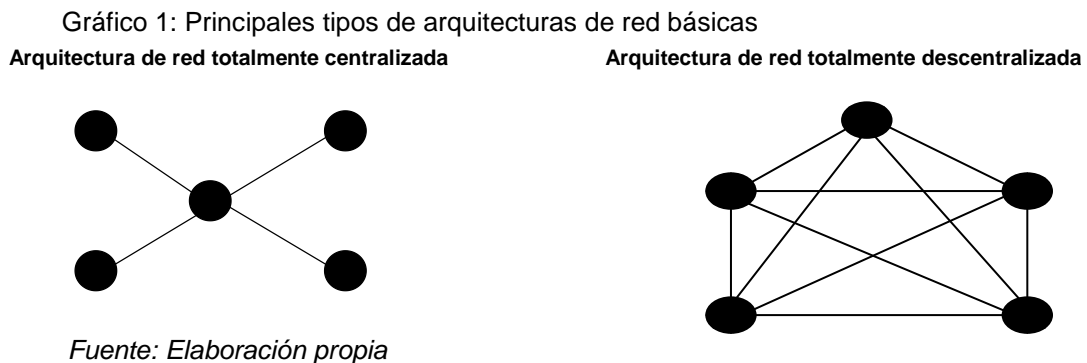
## SECCIÓN I.1.- INDUSTRIAS ORGANIZADAS EN RED

### I.1.1.- CONCEPTO DE INDUSTRIAS ORGANIZADAS EN RED

La denotación *sectores productivos organizados en red* hace referencia a la provisión de un determinado tipo de bienes y servicios que presenta unos rasgos específicos en cuanto a la estructura y forma de producción, entre los que ocupa un papel central la necesidad de contar con un conjunto de infraestructuras especialmente complejas que den soporte a dicha provisión.

Este conjunto de infraestructuras mínimas para dar soporte a la provisión de este tipo de bienes y servicios conforman la *arquitectura de red*. En este sentido, se entiende por *red* el conjunto de nodos y las líneas de interconexión que los unen, organizados con el fin de permitir el suministro de bienes (electricidad, gas, agua) o la prestación de servicios (transporte).

Una arquitectura de red se puede encontrar en cualquier punto del continuo que tiene como extremos los límites espaciales. Una arquitectura de red puede ser totalmente centralizada, en la que sólo existe línea de conexión entre cada nodo y un nodo central, o una arquitectura de red totalmente descentralizada, en la que existen líneas de conexión entre todos los nodos. Además estas líneas de conexión pueden funcionar direccional o bidireccionalmente, creando una gama muy variada de arquitecturas alternativas y de redes diferentes. El gráfico siguiente muestra la representación de los dos tipos principales de arquitecturas de red básicas.



En el caso de arquitecturas de red totalmente descentralizadas, con líneas de conexión bidireccionales se cumple de la “*Ley de Metcalfe*” según la cual el número de posibles líneas de conexión en una red con  $N$  nodos es igual a  $N^2 - N$ . De esta manera, el número de posibles líneas de conexión en toda la red crece mucho más rápidamente que el número de nodos que forman parte del conjunto subyacente.

La delimitación del concepto de industrias en red supone diferenciarlo del denominado *efecto red* (*netweaving*). Este efecto supone la posibilidad de que se produzcan desde el lado de la demanda externalidades positivas que generen rendimientos crecientes a escala. Un ejemplo claro de este efecto se produce en el sector de la telefonía. La clientela de una compañía telefónica es el resultado del efecto red en la medida en que cuanto más grande sea una red de clientes de una compañía telefónica, mayor es la ganancia del individuo que

se introduce en ella. Si bien el ejemplo del sector de la telefonía coincide con el de un sector organizado en red, dada su estructura con una arquitectura de red mínimamente compleja, el efecto de red no se produce en todos los sectores organizados en red. Así, el sector eléctrico, es un ejemplo de sector organizado en red en el que, sin embargo, no funciona el efecto red.

Algunos ejemplos de sectores productivos organizados en red son la energía (electricidad, gas, agua), el transporte (aéreo, ferroviario) o las telecomunicaciones (telefonía).

### **I.1.2.- RASGOS DIFERENCIALES DE LAS INDUSTRIAS EN RED**

Los *sectores productivos organizados en red* presentan unos rasgos específicos que los hacen quedar lejos del modelo teórico de competencia perfecta de los mercados tradicionales de bienes y servicios. A continuación se describen los principales.

1. En primer lugar destaca la posición central que en el proceso de producción de este tipo de bienes y servicios ocupan las redes organizadas o infraestructuras básicas a las que están vinculados. Debido a los muy elevados costes de inversión de dichas infraestructuras no es posible que se puedan reproducir para tantos productores como quieran intervenir en su producción por tanto la posibilidad de aumentar su oferta a corto plazo es muy limitada. Esta infraestructura que forma parte del capital riqueza y productivo de la nación donde se encuentra, suele incorporar además elevadas dosis de tecnología que inciden en ese elevado coste de inversión. Además, los altos costes asociados a las infraestructuras tienen la condición de costes hundidos irre recuperables (*sunk costs*) dado que raramente pueden destinarse a ningún otro uso que no sea aquel para el que fueron construidas. Por otro lado, se trata de activos con una vida útil muy larga, entre treinta y cuarenta años.

2. Existe por tanto una limitación física y tecnológica que determina la capacidad de la infraestructura y limita el máximo número de operadores que pueden explotarla al mismo tiempo, además de la limitación habitual que viene dada por el tamaño de la demanda de todo bien o servicio. Este aspecto condiciona necesariamente el número de competidores posibles que oferten un

mismo tipo de servicio, que pueden concurrir en este tipo de industrias dada la existencia de una capacidad máxima de la red. Por ello no es posible alcanzar las condiciones teóricas del mercado de competencia perfecta con numerosos productores de pequeño tamaño sin poder de mercado, quedando raramente su provisión a una libre interacción de oferta y demanda. Dadas las características de los costes inherentes a las infraestructuras mencionadas anteriormente, ningún nuevo operador tiene incentivos para crear una nueva infraestructura que le permita competir con el operador u operadores ya establecidos, lo que supone una importante barrera de entrada. Esta limitación natural a la competencia hace que estos sectores sean propensos a la existencia de posiciones de dominio del mercado por parte de pocas empresas que explotan su situación de privilegio mediante tarifas y niveles de servicios que persiguen maximizar sus beneficios privados.

3. A ello se une la necesidad general de un alto grado de coordinación, que debe existir entre la gestión de la infraestructura (acceso a la red, mantenimiento) y la producción de los bienes y servicios propios de estos sectores a través de la misma. El nivel de coordinación varía entre sectores y viene determinado por la tecnología, siendo muy elevado en algunas industrias de red (ej: electricidad) y menor en otras (agua). Este es uno de los aspectos que explican la integración tradicional de los dos tipos de actividad (gestión y operación de la infraestructura) dentro de una misma organización.

4. Por regla general los costes de explotación de la infraestructura de red (ni en menor medida aún los de inversión), no son trasladados íntegramente a los operadores que la explotan, de modo que la cobertura de los mismos requiere de subvenciones públicas. Este rasgo se presenta de forma muy diferente entre los sectores analizados. Así, por ejemplo, en el caso del ferrocarril, si la tasa de utilización se fijara en términos equivalentes a los costes de explotación e inversión de la infraestructura, se haría prácticamente inviable cualquier explotación económicamente rentable, al menos en el caso de tráficos convencionales. Por otro lado, esta característica propia de los sectores organizados en red conlleva la presencia de la característica que se comenta a continuación.

5. Es habitual también la marcada presencia en la mayoría de estos sectores de numerosos elementos de servicio público que deben tutelarse por el poder público. Entre estos intereses destacan los siguientes:

- (a) garantizar el suministro y abastecimiento regulares a la población de determinados bienes esenciales (agua, energía, etc).
- (b) promover un funcionamiento correcto de redes e infraestructuras.
- (c) proteger a los consumidores y operadores frente a abusos de posiciones de dominio.
- (d) dotar de seguridad jurídica su funcionamiento.
- (e) controlar ex ante y ex post la actividad de los distintos agentes en estos sectores.

En concreto, dado que la provisión de servicios e infraestructuras en este tipo de sectores a través del mercado no garantiza que los precios pagados por los usuarios/consumidores vayan a estar determinados por los costes, en algunas ocasiones el principio de equidad orienta las decisiones sobre cuál es la producción social óptima de servicios y qué tarifas deberían pagar los usuarios. Estas consideraciones llevan a las autoridades a imponer en la mayoría de estos sectores las "obligaciones de servicio público o servicio universal" a las empresas proveedoras, como una forma de hacer accesible estos servicios a todos los individuos de una sociedad. Bajo esta regulación, las empresas están obligadas a producir una serie de servicios que no son comercialmente atractivos (se utilizan tarifas muy por debajo del coste marginal), y que son financiados a través de fórmulas de "subsidiados cruzados" (consistentes en obtener ingresos extraordinarios de algunos servicios para poder cubrir los costes de los servicios deficitarios), mediante el pago de subvenciones, o a prorrata por todos los operadores en función de su cuota de mercado en el sector de referencia. Este rasgo de tutela necesaria de intereses públicos ha llevado en ocasiones a calificarlos como sectores estratégicos de la economía de una nación.

6. Otro de los rasgos que pueden presentar los sectores organizados en red es la existencia de economías de escala, densidad, alcance, y efectos de red. Las *economías de escala* se producen cuando el coste unitario decrece

con el tamaño de la empresa. Desde las posturas partidarias de una intervención mínima o nula del Estado en la economía, se defiende que la existencia de rendimientos crecientes a escala por sí sola no es una condición suficiente para el control o la regulación pública, que se centran más sobre las barreras de entrada y la existencia de costes hundidos. Las *economías de densidad* se producen cuando el coste unitario de producción decrece ante incrementos en la intensidad de explotación de la infraestructura, manteniendo constante la red. Las *economías de alcance*<sup>10</sup> tienen lugar cuando existe un menor coste al producir dos o más outputs conjuntamente con una única empresa que producirlos separadamente de forma especializada por empresas independientes. Por último, los *efectos de red* suponen que unidades adicionales de infraestructuras (derivadas o no de un incremento de consumidores) inciden en una mayor utilidad para todos los consumidores del bien o servicio prestado a través de toda la red y no sólo para los destinatarios iniciales de la mejora.

7. Si la infraestructura es de propiedad pública, o la empresa que la explota no trabaja también como operador de servicios, la supervisión del sector puede limitarse a la regulación del acceso a la infraestructura, más allá de asegurar un acceso a la infraestructura en las mismas condiciones a todas las empresas. Cuando la infraestructura se explota por una empresa, pública o privada, que a la vez sea proveedora de servicios, el propietario de la infraestructura tiene una posición privilegiada frente a sus competidores, a los que puede negar el acceso, o cobrarles unas tarifas que se convierten en un arma estratégica en el mercado de servicios a los usuarios finales, por lo que las necesidades de regulación son mayores. La propiedad privada de infraestructuras es menos común, debido a que los gobiernos no ceden la misma por razones de planificación estratégica, y porque el sector privado habitualmente no tiene interés por la propiedad por razones de responsabilidad legal y por las elevadas inversiones que habitualmente se requieren.

---

<sup>10</sup> La justificación de las economías de alcance se encuentra en que la producción de diversos bienes y servicios requiere muchas veces la utilización conjunta de varios factores productivos que generan sinergias asociadas a su empleo conjunto. Kim (1987) estimó las economías de alcance entre los servicios de pasajeros y mercancías para las compañías ferroviarias americanas en 1963, obteniendo un valor de -0,41 (deseconomías de alcance entre pasajeros y mercancías).

Por todas las razones diferenciales expuestas anteriormente propias de los sectores organizados en red, el funcionamiento tradicional de este tipo de sectores (entre los que se incluyen el suministro de energía y los servicios de transporte) ha estado protagonizado por una única empresa, de titularidad pública en la que se integraban verticalmente la infraestructura que forma la red y la operación del servicio. La justificación económica de esta estructura organizativa ha estado fundamentada en el carácter de industria multiservicio (la mayoría de las empresas que los operan suministran múltiples servicios simultáneamente), las indivisibilidades del servicio y sobre todo en la existencia de elevados costes asociados a la infraestructura que conforma la red. Muchos de estos costes presentan además la característica de ser “costes hundidos”, comentada anteriormente en el primero de los rasgos de la lista anterior. A ello se le une la concepción de estos como servicios públicos de interés social. Todos estos argumentos han justificado principalmente un modelo organizativo basado en la propiedad, organización y gestión totalmente controlada por el Estado en forma de monopolio público.

La intervención pública en estos sectores organizados en red por la vía de la regulación económica, está justificada desde un punto de vista teórico en el caso de producirse alguna de las siguientes tres situaciones:

- (i) cuando hay empresas que tienen poder de mercado.
- (ii) cuando el equilibrio al que llega un mercado competitivo no es socialmente aceptable.
- (iii) cuando una empresa es propietaria de una infraestructura importante a la que se quiere dejar acceso a otros competidores (caso del ferrocarril).

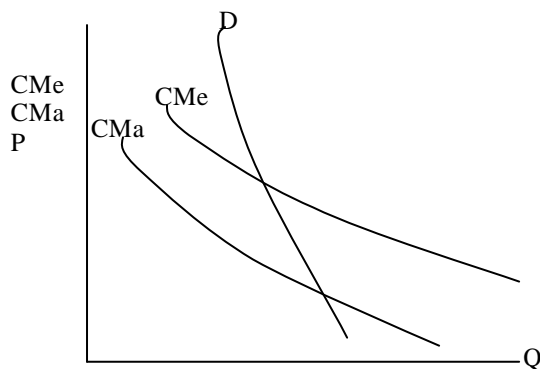
Un rasgo no necesariamente presente en los sectores en red es el carácter de monopolio natural. Cuando en una industria hay economías de escala en la producción y costes decrecientes, las grandes empresas pueden producir con unos niveles de coste que las empresas pequeñas no pueden equiparar. Conforme la producción aumenta la empresa encuentra procedimientos más eficientes, vías de especialización adecuadas y se muestra capaz de organizar los sistemas de trabajo de forma que los costes se reducen indefinidamente, de manera que una empresa puede expandirse hasta



monopolizar todo el mercado. En este caso, la solución más eficiente sería que sólo la gran empresa abasteciera a todos los consumidores dada su capacidad de absorber toda la demanda.

A continuación se representan gráficamente las curvas de coste medio y coste marginal para el caso de un monopolio natural. Dado que la curva de demanda del sector (D) y la de costes medios (CMe) encuentran su intersección en el tramo decreciente de esta última, la empresa puede expandirse hasta monopolizar el sector.

Gráfico 2: Costes Medio y Marginal en el monopolio natural



Fuente: *Elaboración propia*

El monopolio, en este caso, tendría su origen en las características tecnológicas de la industria concretadas en estructuras de costes que permitirían la existencia de economías de escala y, por tanto, costes medios decrecientes para elevados niveles de producción. La disminución de costes durante todo el rango de producción requerido se debe a la existencia de unos costes fijos muy elevados de forma que al aumentar la producción el coste medio total disminuye. Así, cualquiera que sea el nivel de producción puede alcanzarse de una forma más eficiente por una sola empresa que por varias.

El argumento del tamaño y las economías de escala se ha utilizado con frecuencia para defender la presencia de monopolios de tipo natural en algunas industrias en red. En este sentido el exceso de competencia reduciría el nivel de producción de cada empresa, impidiendo aprovechar los rendimientos crecientes asociados a niveles de producción elevados. Sin embargo, si a partir

de un cierto punto las economías de escala se agotan y los costes medios empiezan a crecer no se da el monopolio natural y lo normal será que un grupo reducido de grandes empresas sean los únicos operadores en el sector.

En un monopolio natural, donde la existencia de una sola empresa es considerada como el único equilibrio posible, las empresas necesitan utilizar una infraestructura con unos costes fijos muy elevados, y de difícil duplicación, no siendo sencilla la aparición de competidores una vez que una compañía dispone de la infraestructura necesaria. Existen motivos tecnológicos que hacen que en los sectores organizados en red el número de competidores sea generalmente bajo. Los activos que conforman las infraestructuras difícilmente pueden ser replicados por cada productor, por lo que la propiedad de activos estratégicos (redes de transporte de electricidad o gas, estaciones, vías, terminales) otorga posiciones de privilegio a las empresas que los poseen. Por otro lado, la falta de competencia suele ir ligada a problemas de incentivos para que las empresas sean eficientes en costes.

En un modelo tradicional de competencia perfecta los efectos de una inversión en infraestructura que disminuye el coste de transporte suponen una reducción del coste marginal, beneficios extraordinarios en el corto plazo, entrada de nuevas empresas y nuevo equilibrio en el largo plazo con un precio menor y mayor nivel de producción, siendo los consumidores los beneficiarios finales de la disminución de costes.

Si una industria se enfrenta a una curva de costes a largo plazo decreciente (hay economías de escala por explotar), un precio igual al coste marginal a largo plazo estará por debajo del coste medio y originará un déficit. Esto equivale a decir que si se dispone de una tecnología que conduce a indivisibilidades en la producción, que no se utiliza plenamente, parece sensato ofrecer subsidios para utilizar la capacidad disponible a un coste que sea superado por el beneficio, los costes unitarios se reducirán. Este es uno de los argumentos tradicionales para subsidiar los ferrocarriles.

Por todo lo expuesto anteriormente, puede concluirse que la causa que explica la aparición del monopolio en los sectores en red en algunos casos es la existencia de condiciones de monopolio natural (provisión de capacidad a

través de la infraestructura de red), al menos en algunas de las actividades relacionadas con la producción, como suelen ser las asociadas a la provisión de infraestructura. Por el contrario, en otros casos el origen del monopolio se encuentra en razones legales (ejemplo: gestión de la infraestructura). En estos casos es la propia ley, y no las condiciones técnicas, la que confiere el carácter de monopolista al sector de que se trate.

En los monopolios no naturales el deseo de introducir competencia tiene la finalidad ideal de que los beneficios extraordinarios sean eliminados en forma de menores tarifas y mayores niveles de servicio (eliminación del beneficio del monopolista a favor de los consumidores). Sin embargo en el caso de los monopolios naturales, el carácter de monopolio deberá ser aceptado y sólo quedará la posibilidad de regularlo. Así, antes de optar por la regulación de un monopolista, por ejemplo en una industria de transporte ferroviario, debe valorarse la posibilidad de separar las diferentes actividades que realiza la empresa, y considerar si se puede introducir competencia en aquellas en las que sea factible.

## **SECCIÓN I.2.- EL TRANSPORTE FERROVIARIO COMO INDUSTRIA EN RED**

El transporte ferroviario se puede analizar como una red (conjunto de orígenes y destinos conectados por infraestructuras) que integra distintas actividades individuales. Los tres principales tipos de conexiones existentes en una red ferroviaria son: ruta directa o principal entre dos estaciones, un ramal que genera una ruta secundaria que sale de una ruta principal, y una ruta indirecta o con transbordo. Una red también puede describirse en función de si el conjunto de líneas es servido por el mismo operador (red monoperador) o por varios operadores diferentes (red multioperador).

Tanto el transporte de carga como el de pasajeros tienen en común que su producción no es almacenable (rasgo compartido con la electricidad), ni transportable para ser utilizada en otro lugar. De manera que no se pueden acumular/desplazar excesos de oferta registrados durante determinados momentos del tiempo o en determinadas zonas geográficas para atender

excesos de demanda existentes en otros momentos/lugares. El transporte es una actividad que debe producirse/consumirse en el momento y lugar en el que se prestan los servicios. De esta manera las cantidades producidas y consumidas de servicio de transporte pueden diferir, aunque esto no sea deseable, dado que todas aquellas unidades producidas y no consumidas se terminan perdiendo irremediabilmente. Esta característica implica que las empresas de transporte ferroviario deben dar una dimensión adecuada a sus niveles de oferta de acuerdo con las características de la demanda.

La función de producción que relaciona combinaciones de factores productivos con un nivel de producción determinado presenta una forma funcional que permanece estable en sus parámetros o coeficientes hasta que se produce algún avance tecnológico relevante. Este aspecto es importante de cara al cálculo de la función de producción que se realiza en el *capítulo III*. Este rasgo implica, dado que los cambios tecnológicos son en cierta medida poco predecibles y puntuales, que el tiempo que los usuarios invierten en los desplazamientos tanto de pasajeros como de mercancías resulte un input imprescindible en la producción como se verá también en el modelo de Coste Generalizado desarrollado en el *capítulo II*.

Por último, la naturaleza estocástica de la función de producción de servicios de transporte está asociada a factores como la variabilidad de los precios de los inputs (coste de la energía) o a condiciones externas a la empresa (climatología que altera las condiciones bajo las que se realiza el transporte). Las diferencias entre los diversos modos de transporte se deben en parte a motivos tecnológicos que se ven afectados en mayor o menor medida por estos factores estocásticos.

Dada la naturaleza espacial del transporte, la utilización de magnitudes absolutas (aquellas que no tienen en cuenta la distancia recorrida, como las toneladas transportadas) no resultan adecuadas. Y ello porque, por ejemplo, no es posible hacer comparaciones entre la producción del servicio de transporte prestado por operadores distintos, sobre diferentes trayectos ni agregar unidades de *output* de una misma empresa cuando las cantidades ofertadas o demandadas han sido transportadas a distancias diferentes.

Para evitar estos problemas, la producción y la demanda de servicios de transporte suelen expresarse siempre haciendo referencia explícita a la distancia recorrida (De Rus et al, 2003). Se trata por tanto de variables relativas referidas a la cantidad de kilómetros recorridos por la carga transportada y condicionadas por las paradas intermedias que conlleven una variación de la carga transportada efectuadas durante el trayecto entre el origen y el destino. Estas variables permiten establecer comparaciones modales de ofertas y demandas de servicios de transporte aunque las distancias de los trayectos recorridos sean diferentes. Sin embargo existen limitaciones dado que se trata toda la carga (por ejemplo toneladas transportadas) como si fuera igual y esto no siempre es cierto, dado que puede diferir tanto en el volumen que ocupa como en los servicios complementarios que precisa.

El argumento del monopolio natural debe matizarse para el sector ferroviario en la medida en que los rendimientos crecientes a escala únicamente aparecen en situaciones concretas, mientras que en otros casos es factible algún grado de competencia. Así, aún en condiciones estrictas de servicio público monopolizado es posible liberalizar parte de las actividades, incluso en la fijación de precios y tarifas al efecto de hacer frente a la competencia ofrecida por el transporte aéreo o por carretera.

El transporte por ferrocarril sólo podría llegar a tener las características propias de un monopolio natural (al menos en el área geográfica donde da servicio y donde sería impensable el solapamiento físico de los trazados) cuando no exista competencia de otros modos de transporte para el mismo trayecto. En este escenario es en el que las medidas encaminadas a eliminar la posición de una única empresa como propietaria de la infraestructura y prestadora de servicios podrían llegar a tener la máxima justificación.

Este sería el punto de partida para diferentes modelos de gestión y organización dado que las condiciones de monopolio natural se asocian únicamente a las características propias de la infraestructura, de manera que es posible introducir competencia en la operación y mantener la infraestructura como un monopolio natural de propiedad pública o regulado. El problema que se plantea es si una nueva configuración de este tipo permitiría la explotación de las economías de alcance y densidad presentes en la operación del servicio.

Por otro lado, la competencia en la operación de la red y sus servicios auxiliares y complementarios se ve muy reducida dada la limitada diferenciación que admite el servicio prestado, en muchos casos ni siquiera en términos de calidad, lo que deja solamente posible una competencia vía precios. Unos precios más reducidos solo son factibles si se logra prestar servicios con menores costes, lo que se hace difícil en sectores en los que los herederos de los antiguos monopolios públicos cuentan con plantillas experimentadas, activos de contrastada eficacia y un conocimiento envidiable del negocio.

Cuando el mercado de servicios se liberaliza, abriendo la posibilidad para que otros operadores utilicen las mismas vías férreas (dado que no es factible aumentar la oferta a corto plazo de infraestructura), surgen dificultades para determinar las condiciones de acceso a la infraestructura, así como las tarifas de acceso. Si estos dos parámetros básicos para la competencia son fijados libremente por la empresa propietaria, la posibilidad de un uso estratégico de estas variables surge de forma inmediata. Por ello, resulta necesaria la intervención de una autoridad externa que fije las reglas de uso de la infraestructura común, para que dentro de lo posible todas las empresas competidoras actúen en igualdad de condiciones, y se imponga algún límite a las tarifas de acceso para evitar un abuso de posición dominante por parte de la empresa propietaria.

En este sentido, en estos nuevos modelos de gestión es característica la creación, paralelamente a la liberalización, de agencias y organismos que tratan de vigilar el cumplimiento de las regulaciones en materia de acceso, tarifas, condiciones del servicio y derechos de los usuarios. Estos órganos nacionales independientes se encargan de velar por el buen funcionamiento de los mercados abiertos a la competencia y de su regulación.

En el caso español, el proceso de transformación de los antiguos monopolios públicos llevó a la creación de órganos especializados por el mercado que regulaban. Así por ejemplo se creó el Comité de Regulación Ferroviaria en el caso del sector ferroviario español y la Comisión Nacional de la Energía (CNE) para el sector energético. Sin embargo, una reciente reforma ha creado un único órgano a nivel nacional que empezó a funcionar en octubre

de 2013<sup>11</sup>. En cualquier caso, ya sea su estructura especializada en un mercado completo, o se trate de un órgano conjunto para todos (o la mayoría) de sectores en red, su misión es la de complementar a nivel nacional la función de la Comisión Europea como garante de la competencia en el mercado único.

En términos generales los requisitos para la entrada de un operador en el mercado del transporte ferroviario abierto a la competencia son cuatro: (i) la obtención de un certificado de seguridad, en el que se establecen las condiciones que la operadora ferroviaria debe cumplir en materia de control y seguridad en la circulación, requisitos del personal a cargo, características técnicas del material rodante y condiciones para su mantenimiento; (ii) una licencia de operación que habilite a la empresa para el desarrollo de esta actividad en todo o en parte de la red ferroviaria; (iii) una asignación de capacidad en la red ferroviaria, lo que tradicionalmente se conoce con el nombre de “surcos”, que otorgan el derecho a operar en una parte de la red para la que se cuenta con licencia en el intervalo temporal asignado en ese surco; (iv) un contrato de acceso entre la operadora y el administrador de la infraestructura que recoja los términos en que va a ser utilizada la infraestructura ferroviaria y el resto de servicios adicionales, complementarios y auxiliares<sup>12</sup> (en terminología del sistema ferroviario español, dadas las múltiples denominaciones utilizadas para este tipo de servicios en cada sistema).

---

<sup>11</sup> Se trata de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) que agrupa las funciones reguladoras y supervisoras de ocho organismos reguladores sectoriales: las Comisiones, Nacional de la Competencia (CNC), Nacional de la Energía (CNE), del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT), Nacional del Sector Postal (CNSP), de Regulación Económica Aeroportuaria, Nacional del Juego, así como el Consejo Estatal de Medios Audiovisuales (CEMA) y el Comité de Regulación Ferroviaria (CRF). Este modelo sigue la tendencia escandinava de agrupar en una única entidad, los organismos de vigilancia y control de la competencia de los distintos mercados liberalizados. Así, a partir del 1 de enero de 2010 se creó en Finlandia una nueva agencia de infraestructuras de transporte (*Liikennevirasto*). En Suecia, con fecha 1 de abril de 2010 inició su actividad la nueva administración horizontal sectorial de transporte (*Trafikverket*), autoridad estatal unificada de infraestructuras de transporte, que engloba las anteriores Administración Ferroviaria (*Banverket*), la Agencia Nacional de Carreteras (*Vägverket*) y parte de las funciones de la Administración Marítima.

<sup>12</sup> La distinción entre las instalaciones esenciales y no esenciales se ilustra en el Anexo II de la Directiva 2001/14 de la Unión Europea (Parlamento y Consejo, 200190, Recuadro 9.4). La Directiva comprende una lista de servicios que pueden ser suministrados por las empresas de ferrocarriles. El Grupo 1, el acceso mínimo, y el Grupo 2, el acceso por las vías a instalaciones de servicio y el suministro de servicios, se refieren a los servicios que serían demasiado caros de reproducir y para los cuales el acceso debe ser necesariamente provisto por el administrador (véase Artículo 5). El Grupo 3 concierne a los servicios adicionales, que pueden ser ofrecidos o no; si lo son, el administrador de la infraestructura debe suministrarlos a la demanda. Finalmente, los servicios del Grupo 4, los servicios auxiliares, pueden ser ofrecidos, pero el proveedor no está bajo obligación de suministrarlos.

### **SECCIÓN I.3.- MODELOS ORGANIZATIVOS DE SISTEMAS FERROVIARIOS**

La intervención pública en el sector ferroviario puede extenderse a diferentes actividades en distintos grados y a partir de formas alternativas, lo que da lugar a una clasificación teórica de modelos de gestión y organización atendiendo fundamentalmente al criterio de la intensidad del grado de control público sobre el sector y al grado de competencia que si bien limitada se puede presentar en cada modelo. A grandes rasgos cabría distinguir cuatro modelos principales aplicables de forma general a las industrias en red que se recogen a continuación en el *cuadro 2*.



Cuadro 2: Modelos de gestión y organización de los sectores organizados en red.

Modelo	Principales rasgos	Ejemplos	Inconvenientes
1 Monopolio público Integración vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supone el máximo grado de control por parte de las Administraciones públicas que admite un sector en red.</li> <li>- La misma empresa pública titular y administradora de la red se encarga completamente y de forma única de la provisión del servicio, de manera que el funcionamiento integral de la industria recae sobre ella. Todas las actividades se confunden a efectos prácticos en una sola: "el transporte ferroviario", "la electricidad".</li> <li>- Con este modelo se garantiza la aplicación de criterios de inversión y tarificación óptimos desde el punto de vista social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antiguo modelo ferroviario español (Renfe antes 2005)</li> <li>- Antiguo modelo eléctrico español (Endesa antes 1988)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posibilidad de que existan unos menores incentivos de reducción de costes.</li> <li>- La transición a otro modelo se puede encontrar con el llamado "cuello de botella del monopolista".</li> <li>- Dado que este modelo no suele permitir la recuperación de los elevados costes fijos asociados a la infraestructura lleva generalmente asociada la necesidad de pago de subvenciones.</li> </ul>
2 Monopolio privado regulado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanto la gestión de la infraestructura como su operación única recaen sobre una sola empresa privada.</li> <li>- No es compatible con una desregulación completa de la industria, exige una nueva regulación. Puede implicar mayores posibilidades de control por parte del poder público cuando la gestión de la red quede en manos públicas y su explotación bajo concesión a una sola empresa privada en régimen de exclusividad.</li> <li>- A priori existen mayores incentivos para reducir costes y lograr eficiencia organizativa por las competencias modal y por el mercado.</li> <li>- Este modelo se utiliza en aquellos sectores, en los que principalmente por sus características tecnológicas, puede resultar preferible la existencia de una sola compañía, porque no sea posible la competencia o porque la competencia pueda resultar no deseable, por ser destructiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte y distribución de electricidad en España (REE).</li> <li>- Algunos sectores en red en Nueva Zelanda</li> <li>- Railtrack (Reino Unido)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se genera <i>per se</i> una mayor eficiencia, la privatización sin una previa liberalización está negativa y significativamente correlacionada con la eficiencia del mercado, no genera mayores niveles de eficiencia. La transformación de un monopolio público en privado no altera la esencia del problema de la eficiencia asignativa.</li> <li>- La existencia de intereses privados puede ser perjudicial, si la competencia es escasa, las empresas privadas sometidas a regulación no se comportarán mejor que las públicas, quizá peor. En un contexto no competitivo, las privatizaciones probablemente serán netamente perjudiciales.</li> </ul>
3 Provisión de servicios en competencia con infraestructura pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Varios operadores compiten operando simultáneamente en infraestructura compartida sometida a gestión pública por cuyo acceso pagan un canon.</li> <li>- El control público ejercido a través de licencias o autorizaciones es mucho menor que el de los contratos de concesión. Se reduce el campo de regulación a la infraestructura. Usuarios y tarifas -&gt; Clientes y precios</li> <li>- Claros incentivos a la minimización de costes en la parte de operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aeropuertos españoles (AENA)</li> <li>- Ferrocarriles españoles (ADIF)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No es aplicable a servicios públicos no rentables al desaparecer las transferencias-subsidios entre servicios rentables y servicio público universal.</li> </ul>
4 Provisión de servicios en competencia con infraestructura privada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se obliga al concesionario privado a financiar la construcción de la infraestructura previo a su explotación en régimen de exclusividad. Puede explotar la red directamente o ceder su explotación a terceros.</li> <li>- Se busca obtener el mayor beneficio social, pero con el menor coste, dado por el inversor privado "más eficiente".</li> <li>- Permite paliar la falta de financiación de las administraciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aeropuertos privados</li> <li>- Navieras privadas con terminales propias</li> <li>- Autopistas peaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Riesgo de desatender inversiones de mantenimiento y mejora por no ser rentables</li> <li>- Incertidumbre de demanda. Largos plazos de amortización.</li> <li>- Renegociación de concesión</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

A pesar de que el grado de competencia factible en el ferrocarril está limitado en gran parte por restricciones técnicas, al tener que compartir una infraestructura común y no poder incrementar su oferta a corto plazo por razones físicas y relativas a las externalidades que potencialmente se generarían<sup>13</sup>, el modelo tradicional está atravesando por un periodo en el que se están produciendo dos procesos paralelos de liberalización y privatización, ensayándose diferentes opciones para permitir la existencia de operadores ferroviarios privados y la posibilidad de algún grado de competencia, dado que el número de empresas ferroviarias que ofertan servicios en una misma línea férrea raramente es superior a tres.

En este sentido se entiende liberalización como el proceso por el cual una actividad o mercado se acondiciona (bien aumentando la regulación, bien desregulando) para la entrada de agentes con la finalidad de que compitan de forma efectiva. Privatización en cambio sería la transferencia o cambio en la propiedad de una empresa o actividad desde una titularidad pública a un control privado.

Estos procesos paralelos se proyectan sobre dos dimensiones en el sector ferroviario. La dimensión vertical es la vinculada a la relación entre la gestión y la operación de infraestructuras, mientras que la dimensión horizontal abarcaría la relación entre los diferentes servicios que se prestan sobre la infraestructura ferroviaria, principalmente transporte de pasajeros y de mercancías.

La proyección de los procesos de liberalización y privatización sobre las dimensiones definidas anteriormente generan una serie de modelos organizativos del sector ferroviario que se pueden reducir a cuatro modelos básicos, si bien siempre existirán modelos intermedios o híbridos en el continuo espacial existente entre los modelos puros. Normalmente los sistemas ferroviarios no presentan todas las características propias de los modelos puros en su máximo grado, pero dada la preeminencia de unos rasgos es posible

---

<sup>13</sup> La situación del mercado ferroviario no es directamente comparable con la de otros sectores en red, como las telecomunicaciones, donde un incremento del número de redes competitivas es factible. En el sector ferroviario esto sólo puede ocurrir bajo circunstancias excepcionales, como en el caso de la provincia japonesa de Kansai (Osaka-Kobe-Kyoto) donde las ciudades están conectadas por compañías ferroviarias competidoras, cada una de las cuales opera en su propia infraestructura. La construcción de nuevas infraestructuras ferroviarias competitivas es sin embargo inconcebible hoy en día en los países desarrollados, considerando tan sólo un aspecto como puede ser el medioambiental.

encuadrarlos desde una perspectiva teórica en alguno de los modelos considerados.

El *cuadro 3* incluye los diferentes modelos de organización para un sistema ferroviario. Están clasificados en función del nivel de separación entre las actividades de gestión y operación de la infraestructura y del nivel de competencia efectiva existente en la actualidad en la operación de su red ferroviaria, frente a la potencial que admitiría el sistema dadas sus características y condiciones vigentes. Respecto al criterio de separación de las actividades de administración y operación de la infraestructura se ha considerado que el modelo de separación implica una separación completa del administrador de la infraestructura. Para la valoración del nivel de competencia efectiva se ha atendido a los criterios de cuota modal y número que representan los operadores entrantes frente al operador establecido.

En cuanto a los modelos, el primero que aparece es el de integración vertical donde existe un administrador de la infraestructura separado incluso legal y/o funcionalmente, pero que forma parte de un grupo de empresas o holding que es a su vez titular de al menos una empresa que opera en su red. El segundo modelo viene representado por los sistemas ferroviarios en los que las actividades de operación y administración de la red se residen en entidades completamente independientes. Finalmente existiría un tercer modelo, híbrido, que no ha sido explicitado en el cuadro por simplificación, más cercano al modelo de separación que al de integración en el que la sociedad independiente encargada de administrar la infraestructura delega tareas específicas propias de la función de administrador de infraestructura al operador incumbente estatal en el marco de un contrato de agencia.

Entre estas tareas estarían por ejemplo, las de asignación de capacidad en la red ferroviaria. Este modelo estaría representado por los sistemas ferroviarios de Francia y Chequia. Sakamoto (2012) critica el modelo francés y señala que la creación de RFF fue acometida únicamente como respuesta a la regulación comunitaria, pero que en la práctica RFF y SNCF siguen funcionando como un sistema integrado. En 2004 RFF pagó a SNCF 2,6 billones de euros por ejercer la función delegada de mantenimiento de la infraestructura a cambio de los 2,3 billones de euros pagados como canon de

acceso a la infraestructura pagado por SNCF. Un estudio completo de estos modelos para los sistemas ferroviarios europeos se desarrolla en el *capítulo IV*.

Cuadro 3. Clasificación de los diferentes modelos de organización del sector ferroviario

Nivel de separación	Nivel de competencia efectiva	
	<i>Nulo o escaso</i>	<i>Libre competencia efectiva</i>
Integración vertical pública	Lituania, Luxemburgo, Irlanda, Croacia Rusia, China	Alemania, Austria, Italia, Polonia, Suiza, Bélgica, <sup>14</sup> Letonia, Eslovenia, Hungría
Integración vertical privada	—	Estonia, <sup>15</sup> EE.UU. Japón <sup>16</sup>
Separación infraestructura en gestor público	Francia, <sup>17</sup> España, Portugal, Grecia, Finlandia, Eslovaquia	Suecia, Holanda, Dinamarca, Chequia, Noruega, Rumanía Bulgaria
Separación en gestor privado	—	Reino Unido, <sup>18</sup> Nueva Zelanda, Australia <sup>19</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

A la vista del cuadro resumen se deduce que muchos sistemas europeos (hasta 14) se han decantado por la separación total de las actividades de gestión de infraestructuras respecto de la operación de la red ferroviaria. Esta opción simplifica la tarea de regular el acceso a la red de nuevas empresas ferroviarias, al no existir a priori incentivos para actuar de un modo discriminatorio. Los defensores de este modelo de separación argumentan que el riesgo de discriminación hacia los operadores externos es menor que en el modelo de integración vertical.

Por otro lado, los Estados no buscarían una administración de la infraestructura verticalmente separada, solamente como medio para introducir la participación del sector privado. En cambio el modelo integrado permite un

<sup>14</sup> Hasta 2012, cuando el conglomerado SNCB/NMBS queda desmantelado resultando como entidades distintas e independientes las 2 preexistentes (Infrabel y SNCB) con una filial común responsable de los recursos humanos.

<sup>15</sup> Atendiendo a la breve experiencia de privatización parcial de *Eesti Raudtee* entre el 31/08/2001 y enero de 2013.

<sup>16</sup> En lo referente a las 3 principales compañías ferroviarias de pasajeros del país.

<sup>17</sup> Francia queda incluida en el modelo de separación de la infraestructura respecto a su operación, a pesar de que algunas funciones que típicamente corresponden al administrador de la infraestructura, como la asignación de la capacidad en la red, son delegadas en el operador tradicional SNCF. Se podría definir un modelo híbrido, que también presentaría Chequia, más cercano a la separación que a la integración.

<sup>18</sup> Reino Unido constituye la única excepción europea al modelo de integración vertical o separación pública en los últimos 30 años. Su red dominada por el tráfico de pasajeros fue privatizada, si bien el proceso fue objeto de una reversión posterior.

<sup>19</sup> La inclusión de Nueva Zelanda y Australia en este modelo responde a la presencia de los rasgos propios del mismo con diferentes intensidades en algún momento a lo largo de su historia ferroviaria reciente, como consecuencia de los procesos de privatización experimentados por estos sistemas.

mejor aprovechamiento de las eventuales sinergias entre la infraestructura y su operación lo que incide positivamente en la eficiencia organizativa del sistema ferroviario en su conjunto.

Finalmente, el *cuadro 4* resume la situación actual dentro del proceso de cambio en el modelo tradicional, para los sistemas ferroviarios más relevantes.

Cuadro 4: Cuadro comparativo internacional del estado de cambio de modelo de gestión

	<b>Gestión Infraestructuras</b>	<b>Operadores</b>	<b>Tarifas a operadores</b>	<b>Mercado mercancías</b>
<i>Reino Unido</i>	Network Rail (sin ánimo de lucro) en sustitución de Railtrack	Franquicia <sup>20</sup> a operadores privados	Tarifas comerciales "Retorno comercial"	Se han incrementado en un 61% las cargas
<i>Alemania</i>	Deutsche Bahn Netze filial del operador DB, integración vertical	Licencias, destaca DB (antiguo monopolio)	Tarifas que cubran costes totales	Crecimiento del tonelaje transportado del 30%
<i>Suecia</i>	Empresa pública y Consejo Nacional del Ferrocarril	Concesiones, unas veinte (20)	Menor nivel medio de cargas en UE-25	Cuota de mercado de los nuevos operadores 45%
<i>Estados Unidos</i>	Los propios operadores son propietarios de la red ferroviaria	Se dividen en tres grupos según ámbito	<i>No existen</i>	Cuota modo ferroviario 42%, tendencia al alza
<i>Francia</i>	Réseau ferré France (RFF), 1997 estatal, delega gestión en SNCF	Licencias, SNCF ( <i>operador histórico</i> )	Cánones mínimos, equipamientos, mitad	Cuota modal del 16%
<i>España</i>	ADIF, EPE con personalidad jurídica separada desde 2003	Licencias, escasa importancia privados	Acceso, Capacidad, Circulación, servs ACA	Cuota modal del 4,1% dominio de RENFE: 95%

Fuente: *Elaboración propia*

<sup>20</sup> La franquicia es el nombre que se le da al título habilitante en el sistema ferroviario británico para operar una determinada ruta en su red de forma exclusiva obtenida a través de procedimientos de licitación (competencia por el mercado). Desde el año 2005 el proceso de franquicia es desarrollado por el Ministerio de Transporte (Department for Transport, DfT) que realiza las invitaciones de los potenciales licitadores para cada ruta específica cuyo contrato de franquicia previo haya expirado. Los criterios de adjudicación de la franquicia pueden ser múltiples: frecuencia en el servicio, pago de la infraestructura, nivel de subsidio público requerido para realizar la operación del servicio. DfT pone especial énfasis en el criterio financiero de las franquicias de tal forma que las franquicias que requieren subsidios públicos (denominadas sociales, como Northern Rail, Arriva Train Wales o First ScotRail) han de cumplir con estrictos requisitos de frecuencia generalmente cercanos a los niveles de servicio que prestaba British Rail antes de la privatización del sistema. Sin embargo las franquicias rentables que pagan tarifas de infraestructura en lugar de recibir subsidios públicos (conocidas como comerciales, entre otras South West Trains, First Capital Connect o Southern) disfrutaban de una mayor autonomía en sus servicios de operación de la red. Desde la introducción del sistema de franquicias en el sistema británico (1995) hasta el año 2012, la financiación estatal materializada en subvenciones ha crecido un 6%, con un incremento desproporcionado durante los años 2001-2005 (150%). La duración habitual de la franquicia ferroviaria es de 7 años, si bien existe una opción de franquicias más prolongadas para operadores titulares de franquicia que hayan acometido inversiones adicionales. Este aspecto positivo se ve matizado por las advertencias que realiza la Comisión Europea desde 2010 (Comisión Europea, 2010) alertando que la tendencia cortoplacista de las inversiones realizadas por los operadores franquiciados va en detrimento del mantenimiento y durabilidad del sistema ferroviario británico. En cualquier caso solamente 3 de las 47 franquicias que se han operado en el sistema británico han fracasado. El material rodante no es propiedad del operador franquiciado sino que son provistos por empresas propietarias de estos activos (ROSCOS) a partir de contratos de leasing independientes de la franquicia. De esta forma en teoría los operadores entrantes tienen un acceso igualitario a todos los recursos necesarios para operar la infraestructura ferroviaria: derechos de acceso a la red, material rodante y subsidios estatales. A pesar de ello el número medio de licitadores que optan a una franquicia ha descendido desde los 5,4 entre 1996-2000 hasta los 3,8 entre 2005-2012, en parte debido a que los costes por participar en los procesos se ha duplicado hasta los 10 millones de libras. El sistema de franquicia competitiva ya fue empleado en el transporte por autobús en Alemania. Para Lalive y Schmutzler (2008) el sistema de franquicia exige una separación completa entre la administración de la infraestructura y los servicios de operación.

## **SECCIÓN I.4.- SITUACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO EN LA UE**

### **I.4.1.- EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA COMUNITARIA (1991-2013)**

El transporte es una de las primeras políticas comunes de la Unión Europea. Desde la entrada en vigor del Tratado de Roma en 1958, esta política se ha centrado en la eliminación de los obstáculos en las fronteras entre los Estados miembros y, de este modo, ha contribuido a la libre circulación de personas y bienes. El primer antecedente explícito de una actuación común en materia de transportes seguramente se encuentre en el Libro Blanco del transporte de 1979 “Directrices para una nueva política de transportes”, que concluía en articular una política de transporte en que la legislación en materia de transporte de cada Estado se adaptara a la de la Comunidad Europea.

La Comisión Europea, ante la necesidad de afrontar fundamentalmente el problema económico y la paulatina pérdida de tráfico del sector ferroviario en Europa, principalmente en mercancías, presentó en 1990 la comunicación, sin carácter legislativo, titulada “Política Ferroviaria Comunitaria”. Este documento ha servido de base para diseñar el actual sistema ferroviario común, que se ha concretado, entre otros aspectos, en la separación económica, jurídica o empresarial de las áreas de infraestructura de las de operaciones, y en el desarrollo de procesos de liberalización y apertura al mercado caracterizados por la incorporación de nuevos operadores.

Las propuestas de esta comunicación han sido desarrolladas en varias Directivas, ya con carácter legislativo, que se agrupan en los denominados “Paquetes Ferroviarios”, y que han sido ampliadas por otras normas y proposiciones. La incorporación y adaptación de esta legislación comunitaria a la nacional compete exclusivamente a cada Estado. Estas Directivas se han ido incorporando a la legislación de los diferentes países comunitarios a un ritmo muy desigual, no respetándose en algunos casos las fechas de transposición previstas, e incluso cuando se ha producido, su aplicación no ha sido total.

A pesar de ello, esta legislación ha permitido un replanteamiento de las estructuras organizativas de las empresas nacionales ferroviarias, obligándolas a procesos de separación institucional de la infraestructura y la explotación,

que posteriormente han sido aprovechados para llevar a cabo una importante reestructuración organizativa interna, e incluso para cambios en la propiedad, como el ocurrido en el Reino Unido. Sin embargo, aún queda margen por avanzar en muchos sistemas en cuanto a los procesos de liberalización.

El 29 de julio de 1991<sup>21</sup> se aprobó la Directiva 91/440 que sentó las bases para la apertura del mercado ferroviario en Europa, con el objetivo de facilitar la adaptación de los ferrocarriles comunitarios a las necesidades del mercado único. Constituye el punto de origen legislativo de una política común europea en el sector ferroviario.

En el cuadro siguiente se resumen los principales hitos de la evolución normativa en el sector ferroviario europeo acontecida hasta la actualidad.

---

<sup>21</sup> La Directiva 91/440 CE ha sido recientemente derogada por la Directiva 2012/34/UE de 21 de noviembre de 2012. Esta nueva Directiva establece un espacio ferroviario único; pasando así en veinte años (1991-2012), en lo referente a las políticas europeas de transporte, de facilitar la adaptación de los ferrocarriles comunitarios a las necesidades del mercado único a establecer un espacio ferroviario europeo único.

Cuadro 5. Resumen de la evolución de la normativa europea sobre el ferrocarril

Década de los noventa	<p><b>Directiva 91/440/CEE</b> Apertura del mercado ferroviario</p> <p><b>Directiva 95/18/CE</b> Criterios para la licencia ferroviaria</p> <p><b>Directiva 95/19/CE</b> Adjudicación de capacidad infraestructura</p> <p><b>Directiva 96/48/CE</b> Especificación Técnica Interoperabilidad AV</p>	3er Paquete Ferroviario	<p><b>Directiva 2007/58/CE</b> modifica las Directivas 91/440/CEE y 2001/14/CE</p> <p>Apertura del mercado internacional de viajeros para 1/1/2010</p> <p><b>Directiva 2007/59/CE</b> de la Certificación de Maquinistas</p> <p><b>Reglamento 2007/1370/CE</b> relativo al servicio Público de Pasajeros</p> <p><b>Reglamento 2007/1371/CE</b> sobre Derechos y Obligaciones de Pasajeros</p>
1er Paquete Ferroviario	<p><b>Directiva 2001/12/CE</b> modifica Directiva 91/440 CE.</p> <p>Independencia gestión AIF y liberación del transporte internacional</p> <p><b>Directiva 2001/13/CE</b> modifica Directiva 95/18/CE.</p> <p>Ampliación licencias nacionales ámbito comunitario</p> <p><b>Directiva 2001/14/CE</b> deroga Directiva 95/19/CE.</p> <p>Adjudicación de capacidad, cánones e incorpora seguridad</p> <p><b>Directiva 2001/16/CE</b> Especificación Técnica Interoperabilidad Red Conv.</p>	Periodo 2007-2012	<p><b>Directiva de Interoperabilidad</b> deroga Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE. Unifica las Directivas de Interoperabilidad AV y RC</p> <p><b>Reglamento 913/2010/UE</b> de Mercancías</p> <p><b>Directiva 2012/34/UE</b> Espacio Ferroviario Europeo (Recast)</p> <p>Objeto de incrementar competencia, potencial papel órganos regulares, clarificar marco inversión publico-privada.</p>
2do Paquete Ferroviario	<p><b>Directiva 2004/51/CE</b> modifica Directiva 2001/12/CE.</p> <p>Nuevos plazos apertura mercado: viajeros Internacionales: 1/1/2010. Mercancías Internacionales 1/1/2006. Nacionales 1/1/2007</p> <p><b>Directiva 2004/49/CE</b> sobre Seguridad en el Ferrocarril</p> <p><b>Directiva 2004/50/CE</b> modifica las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE</p> <p>Mejora la interoperabilidad vía ETIS</p> <p><b>Reglamento 881/2004/CE.</b> Creación de la Agencia Ferroviaria Europea (ERA)</p>	4to Paquete Ferroviario	<p>Propuesta modificación Directiva 2013/34/UE</p> <p>Propuesta modificación Reglamento 1370/2007/UE</p> <p>Propuesta modificación Unificación Directiva 2004/49/CE y actos posterior</p> <p>Propuesta modificación Unificación Directiva 2008/57/CE y actos posterior</p> <p>Propuesta modificación Reglamento Agencia Ferroviaria, rol y funciones</p> <p>Propuesta normalización cuentas empresas ferroviarias derogaría Reglamento 1192/69/CEE</p>

Fuente: elaboración propia

El primer Libro Blanco del Transporte de la Comisión<sup>22</sup> publicado en 1992 sobre el desarrollo de una política común de transporte de la UE ya se centraba en la liberalización del mercado de transporte. Este primer Libro Blanco es coetáneo al tratado de la Unión Europea de Maastrich, que recoge los nuevos objetivos para la política de transportes, en torno a la seguridad en

<sup>22</sup> Los Libros Blancos de la Comisión son documentos programáticos (planes de medidas o planes de acción) en los que la Comisión tras un Libro Verde anuncia cuales serán las medidas que propondrá para conseguir una política o un objetivo determinados.



el transporte, la Red Transeuropea y la protección del entorno. Más adelante, primero en el Consejo europeo de Essen de 1994, y después en la Decisión 1962/96/CE de 23 de julio de 1996 se trataban entre otros asuntos el relativo a las Redes Transeuropeas en los sectores del transporte.

La Comisión Europea aprobó, el 26 de febrero de 2001, un conjunto de disposiciones, denominadas en su conjunto "Primer Paquete Ferroviario", e integrado por tres Directivas, 2001/12, 2001/13 y 2001/14 que amplían las medidas para aumentar la liberalización y el acceso a la infraestructura y disminuir los obstáculos que la impiden.

Este primer paquete ferroviario, conocido como *de infraestructura*, fue diseñado para liberalizar el transporte ferroviario internacional de mercancías, garantizando los derechos de acceso a la red transeuropea de transporte de mercancías por ferrocarril a todos los operadores ferroviarios autorizados de forma transparente y no discriminatoria, estableciendo un régimen normativo transparente para la asignación de las capacidades y tarifas de acceso a la infraestructura ferroviaria en toda la UE, creando así un marco para la concesión de licencias a operadores de trenes en cada Estado miembro y garantizando la competitividad del transporte de mercancías internacional.

El primer paquete ferroviario preveía la apertura del mercado de los servicios internacionales de mercancías en dos etapas: en 2003, a los 50.000 kilómetros de vías férreas que conforman la Red Transeuropea de Transporte Ferroviario de Mercancías, y en 2008 se debía producir la apertura de toda la red ferroviaria europea.

En 2001, la Comisión Europea elaboró el segundo Libro Blanco del Transporte ("La política europea del transporte hacia 2010: Tiempo para decidir"), que establecía las futuras acciones legislativas para revitalizar y acelerar la integración del sector ferroviario. En él se defendía el objetivo de la liberalización del mercado de transportes, señalando que unos sistemas de transporte eficientes eran la base del crecimiento de la economía. Este Libro Blanco establecía un plan de acción de sesenta medidas cuyas principales disposiciones eran: una nueva organización del transporte de mercancías y viajeros, una nueva política de infraestructuras, la armonización de las condiciones de la competencia y una mayor seguridad.

El 16 de marzo de 2004 se adoptó un nuevo conjunto de disposiciones, conocido como "Segundo Paquete Ferroviario", conformado por tres Directivas y un Reglamento con el objetivo de reforzar la seguridad, interoperabilidad y apertura del mercado de transporte de mercancías.

Las principales propuestas de este "Segundo Paquete Ferroviario" fueron: (i) la apertura total de los mercados ferroviarios de mercancías para el 1 de enero de 2007 esta medida suponía una aceleración respecto a la tomada en el Primer Paquete Ferroviario, dado que se adelantaban los plazos previstos; y (ii) la creación de una Agencia Ferroviaria Europea encargada de dirigir la labor técnica en material de seguridad e interoperabilidad, concebida como un organismo independiente sin competencias decisorias, aunque con capacidad para presentar propuestas a la Comisión.

El 23 de octubre de 2007 se aprobaron una nueva serie de medidas relativas a la adjudicación de capacidad y sobre la regulación de los permisos y certificaciones, conocidas como "Tercer Paquete Ferroviario". A diferencia de los anteriores, este Paquete se orientó al transporte de viajeros y tenía como objetivo revitalizar el transporte ferroviario internacional y reforzar los derechos de los pasajeros. Para ello se programaba la apertura a la competencia internacional en 2010 y se regulaban, para finales de 2009, los derechos de los pasajeros tanto en trayectos nacionales como internacionales. Este Tercer Paquete perseguía promover la constitución del mercado interior de los servicios ferroviarios mediante: un escenario que permita la competencia, un marco estricto de normas de seguridad y la protección de los derechos de los viajeros. Asimismo, se creaba la articulación necesaria de la legislación comunitaria sobre los contratos de servicio público; y se incorporó una propuesta para los servicios internacionales de transporte de viajeros.

El 28 de marzo de 2011, la Comisión publicó su extenso y esperado tercer Libro Blanco del Transporte en el que se establecían los objetivos y áreas de trabajo de interés hasta el año 2020. El Libro Blanco, al concentrarse en la movilidad sostenible y los ambiciosos objetivos sobre protección climática, promueve la consolidación de las alternativas respetuosas con el medio ambiente frente a la carretera, explotando mejor la ventaja de la eficacia del ferrocarril para liderar el trasvase modal. También planifica la mejora de la

integración de los diferentes modos de transporte mediante soluciones de transporte intermodal.

Por último, la Comisión sigue utilizando en el Libro Blanco los indicadores de precios resultantes de la internalización de los costes externos, como instrumento para desarrollar un sistema de transporte más sostenible. En definitiva este nuevo Libro Blanco constituye una auténtica hoja de ruta hacia un Espacio Único Europeo de Transporte, un sistema de transportes competitivo y eficiente en la utilización de recursos.

Este tercer Libro Blanco tiene como objetivos específicos: (i) lograr una transferencia modal del 50% del transporte por carretera al ferroviario y fluvial en distancias medias (de más de 300 kilómetros) para pasajeros. En el caso del transporte de mercancías esta transferencia modal ha de ser del 30% hasta el año 2030; (ii) triplicar la longitud de la red de alta velocidad ferroviaria hasta 2030 (iii) conectar a la red ferroviaria todos los aeropuertos (principalmente líneas de Alta Velocidad) y puertos principales; y (iv) implantar sistemas inteligentes de gestión del transporte (ITS), incluyendo ATO, ERTMS y Galileo<sup>23</sup>.

El borrador del “Cuarto Paquete Ferroviario” presentado el 30 de enero de 2013, comprende seis propuestas legislativas destinadas a dar más competencia a los gestores de infraestructuras y a las empresas nacionales que explotan el servicio ferroviario, para que mejoren su fiabilidad. En concreto se da cobertura a los siguientes cuatro ámbitos de actuación:

- (i) disminuir costes temporales y monetarios en las homologaciones a nivel de la UE mediante la agilización en la puesta en servicio del material rodante y la creación de un certificado único de seguridad;

---

<sup>23</sup> Con los sistemas **ATO (Automatic Train Operation)** se consigue la total automatización de las circulaciones, es decir, la conducción automática en la que es posible operar sin intervención humana, evitando sus posibles errores. El sistema **ERTMS, (European Rail Traffic Management System)**, de gestión del tráfico ferroviario que implica a los tres factores básicos: señalización, comunicaciones y gestión de la circulación y además de una eficiente seguridad, permite un uso más eficaz de las capacidades de las líneas. Unido al desarrollo de la interoperabilidad, va a permitir unificar los seis sistemas dispares existentes, mejorando el tránsito y fluidez de las circulaciones en las fronteras. **Galileo** es el sistema de radionavegación por satélite civil que utiliza el espectro radioeléctrico europeo.

- (ii) mejorar el funcionamiento de la estructura del sector ferroviario a partir de una gestión más eficiente de la red, reforzando el rol de los gestores de infraestructura y profundizando en la separación de las actividades de operación y gestión (en este punto, es donde Alemania defiende que una separación estructural de las dos actividades no influye en la competencia en modo alguno);
- (iii) proceder a la apertura de los mercados nacionales de transporte de viajeros y regular las obligaciones de servicio público;
- (iv) un aspecto de índole más social, como es considerar la cualificación de los trabajadores del sector ferroviario como un elemento fundamental para la competitividad del sector y que, por tanto, es necesario proteger especialmente en el caso de contratos de servicio público.

El Cuarto Paquete Ferroviario, por tanto, pretende reforzar el papel de los gestores de la infraestructura, que controlarán todas las funciones esenciales relacionadas con la explotación de la red, incluida la planificación de la inversión en infraestructuras, la explotación diaria, el mantenimiento así como el establecimiento de horarios. Además este borrador recoge que las empresas de servicios ferroviarios y los operadores de infraestructuras deberán estar separados estrictamente.

En caso de no cumplirse, incluye como novedad la cláusula de verificación que permitirá a la Comisión Europea impedir a las filiales de ferrocarriles verticalmente integrados circular en otros sistemas de países miembros si no han puesto en práctica todas las salvaguardias para garantizar la justa competencia en sus respectivos mercados nacionales. Sin embargo, flexibiliza su postura anterior, apoyando el mantenimiento de la estructura integrada verticalmente en un holding, concesión realizada a países miembros como Alemania, Austria e Italia, siempre que los gestores de la infraestructura sean operativa y financieramente independientes de los operadores.

Este Cuarto Paquete Ferroviario no ha sido aprobado aún, actualmente se encuentra debatiéndose en el Parlamento Europeo y posiblemente se haga en el plazo de dos años a contar desde su presentación, dado que se presume

difícil que se apruebe en primera lectura por la pretendida adaptación del texto a la realidad de su sistema ferroviario por parte de algunos países, en especial Alemania.

#### **I.4.2.- PANORÁMICA DEL TRANSPORTE FERROVIARIO EN LA UE**

Los servicios ferroviarios de pasajeros son en gran medida servicios nacionales representando un 94% del total de pax-km. Los servicios internacionales suponen solamente el 6% restante siendo importantes en Luxemburgo, donde suponen hasta un 30% del total de pax-km transportados. Precisamente sobre estos servicios nacionales de viajeros no existe actualmente ninguna obligación a nivel de la UE para su apertura a la competencia, mientras que los internacionales fueron liberalizados en 2010.

La mitad de los trayectos ferroviarios se pueden encuadrar en los servicios regionales y cercanías, y la otra mitad en servicios a larga distancia y alta velocidad. Sin embargo dentro del conjunto de los sistemas ferroviarios europeos existen importantes diferencias, así existe un grupo de sistemas donde dominan claramente los servicios regionales y cercanías como Portugal (69%), Grecia (68%), Dinamarca (66%) o Reino Unido (62%, con un importante segmento de cercanías) frente a otro en el que es patente el predominio de los servicios de larga distancia y alta velocidad en el que se encuentran sistemas como Finlandia (78%), Francia (72%) o Irlanda (71%). Dentro del servicio de larga distancia y alta velocidad hay sistemas donde el segmento de alta velocidad tiene una ponderación muy elevada dentro del servicio, como son Francia (58%) y España (49%).

Respecto al régimen de prestación cabe destacar como un 65% de los pax-km son transportados bajo de obligaciones de servicio público (que abarcan todos los servicios regionales y cercanías, y dos tercios de los de larga distancia). Mientras que el 35% restante corresponde con servicios comerciales, incluidos todos los de alta velocidad y un tercio de los de larga distancia.

La cuota modal del ferrocarril en la UE para el mercado de pasajeros se sitúa en un 6,2%, habiéndose duplicado desde 2003. Sin embargo sigue siendo

una cuota modesta en comparación con otros modos como el automóvil o el avión.

En relación con el transporte ferroviario de mercancías cabe destacar en primer lugar su concentración en unos pocos sistemas. Alemania representa por sí sola el 27% del total de Tn-km transportadas en la UE, Polonia el 12%, Francia el 8% e Italia y Reino Unido el 5% cada una. La cuota del transporte ferroviario de mercancías en la UE ha descendido desde el 12,6% que presentaba en 1995 hasta el 10,9% en 2012. Este transporte no está sujeto a obligaciones de servicio público y está formalmente abierto a la competencia desde 2007.

En cuanto al tipo de mercancías transportadas sigue estando concentrada en materias primas (productos agrarios y minerales) y en productos industriales semielaborados (metales básicos, productos químicos). El carbón, los minerales brutos, los derivados del petróleo y los productos químicos representan el 57% del total de Tn-Km transportadas. El transporte de productos químicos es el único que ha aumentado tanto en términos absolutos como relativos desde 2007 (7%). Cabe destacar como el transporte ferroviario de carbón en Polonia es por sí sólo más importante que todo el mercado del transporte ferroviario de mercancías de 20 sistemas europeos.

A pesar del estrecho margen de beneficio con que operan los tráficos ferroviarios de mercancías, y de que estos tráficos son los más sensibles a las variaciones de los cánones pagados por el uso de la infraestructura,<sup>24</sup> el canon medio de acceso a la infraestructura es más elevado para los trenes de mercancías (formalmente liberalizado) que para la media de los trenes de pasajeros (en proceso de liberalización). El canon medio de tarificación de acceso a la infraestructura en 2011 para trenes de mercancías en Europa es de 3,8 € por tren y km.

En los Estados bálticos existen cánones relativamente más elevados dado que los administradores de infraestructuras atraen un importante tráfico

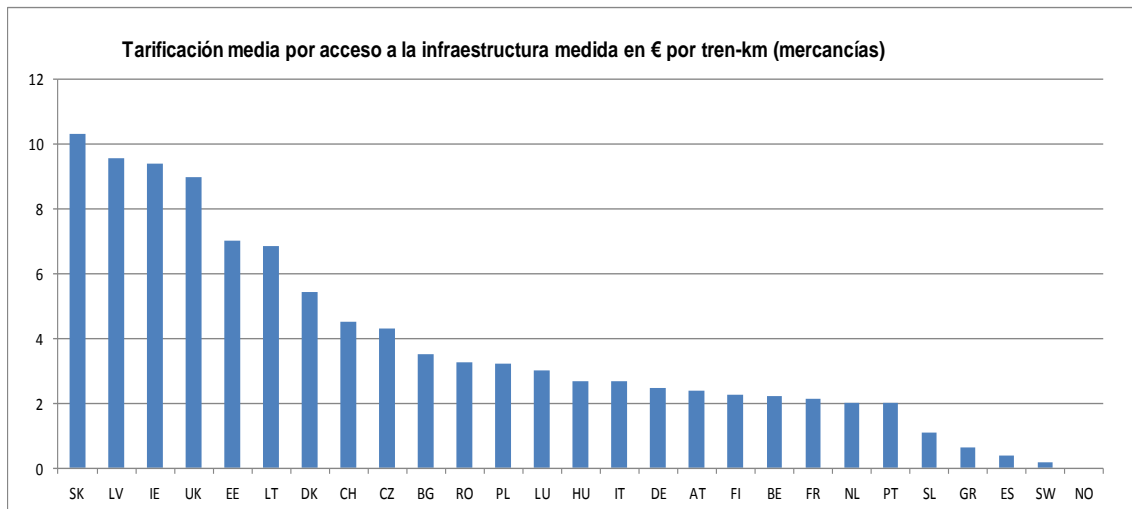
---

<sup>24</sup> En algunos sistemas es complejo distinguir entre subvenciones públicas y cánones de infraestructura. Así en Francia, las regiones pagan directamente a RFF la "*redevance d'accès*" de los servicios ferroviarios sujetos a obligaciones de servicio público que compran a SNCF.

interior de Rusia que opera en distancias muy largas con trenes con una masa media superior. Además, en los sistemas ferroviarios del este de Europa existe una compensación insuficiente por la prestación de transporte de viajeros en régimen de servicio público, lo que obliga a imponer cánones más elevados para los servicios de mercancías con el fin de recuperar parte de ese déficit.

En el sentido opuesto, los sistemas de la periferia de Europa (a excepción de Irlanda que presenta los terceros cánones más elevados, 9,41 €/tren-km) y los sistemas menos extensos, presentan por lo general cánones comparativamente más bajos. Lo mismo sucede con los bajos cánones de la mayoría de los sistemas nórdicos: Noruega, Suecia, y Finlandia. En relación a los principales sistemas individuales, Alemania, la red más transitada de Europa, con un sistema en malla, presenta unos cánones inferiores a la media (2,46 €/tren-km), mientras que en Reino Unido el hecho de que este sistema opte por los ingresos por canon como fuente importante para la financiación de sus inversiones explica la razón de las altas tarifas (9 €/tren-km). España cuenta con una de las tarificaciones más bajas de toda Europa.

Gráfico 3. Tarificación media de la infraestructura en los sistemas europeos (2011)



Fuente: elaboración propia

En términos generales a pesar de que todo el conjunto presenta una tarificación muy dispar, se está produciendo un proceso de convergencia progresiva hacia el canon medio por los diferentes cánones nacionales de los sistemas ferroviarios europeos en los servicios de mercancías. A este proceso

de menor dispersión están tardando en sumarse los sistemas de Polonia y los Estados bálticos. En relación con los cánones para servicios de pasajeros un análisis de su evolución a lo largo del tiempo muestra la existencia de una mayor dispersión entre los sistemas ferroviarios que para el caso de los cánones en el segmento de mercancías.

En cuanto a la productividad de la infraestructura ferroviaria medida en intensidad de uso de la red (trenes-km operados por km de red) es superior en los sistemas de Holanda, Reino Unido y Alemania, mientras que Estonia, Bulgaria y Rumanía presentan las redes ferroviarias relativamente más infrautilizadas. Las redes ferroviarias europeas son utilizadas mayoritariamente por trenes de viajeros (78% del total de trenes-km).

Precisamente son las redes con una mayor intensidad de tráfico, como Holanda y Reino Unido, junto con Irlanda y Luxemburgo, los sistemas en los que la proporción de trenes-km de viajeros respecto al total de trenes que operan en la infraestructura es mayor, superando en los cuatro casos el 90%. Estos sistemas son los que conceden una mayor priorización para el transporte ferroviario de pasajeros en la asignación de surcos, cubriendo más del 85% de todos los pax-km. En cambio, en las redes de los sistemas bálticos, más infrautilizadas, esta proporción no alcanza el 40% en Letonia ni Lituania y apenas lo supera en el caso de Estonia.

Desde 1995 los sistemas que más kilómetros de infraestructuras ferroviarias han cerrado han sido Letonia, Estonia y Alemania (8.412 km), todos ellos con descensos superiores al 20% de los kilómetros de infraestructura de que disponían. En cambio Eslovenia, Croacia y España (1.624 km) son los sistemas que más han aumentado su red ferroviaria. Sólo el 53,2% de las infraestructuras ferroviarias de la UE están electrificadas. El grado de electrificación es escaso en Reino Unido y Chequia (33% de la red), y excepcional en Grecia (17%) y los Estados bálticos (6%).

Un aspecto global de todo el sector ferroviario europeo viene determinado por las importantes cantidades de fondos públicos dedicadas al ferrocarril, alrededor de 36.000 millones de euros en subvenciones para infraestructuras y obligaciones de servicio público. La subvención del transporte bajo obligación de servicio público varía según el sistema ferroviario que se



considerare. Así Francia, Alemania e Italia (en estos últimos dos sistemas el contribuyente sufraga más del 70% de su coste) realizan ayudas públicas directas, mientras que Holanda y Reino Unido optan por una financiación transversal de estos servicios deficitarios.

#### **I.4.3.- EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA**

El transporte de mercancías es uno de los que más ha sufrido, desde mediados del siglo XX, el avance de la carretera, un proceso especialmente duro en España. Muy lejos queda el año 1951 cuando la participación del ferrocarril en el mercado de transporte terrestre en España era de un 53%, principios de los años 1960, cuando se mantenía en niveles del 30%, o los años 1970 cuando aún se encontraba en un todavía aceptable 12%, frente al 59% de la carretera.

En el caso de España esta situación dramática del sector se ve agravada por las características distintivas del sistema de transporte ferroviario de nuestro país que llevan a que España sea el cuarto país de la UE con menos cuota de mercado en el transporte ferroviario de mercancías, sólo por delante de Luxemburgo, Grecia e Irlanda.

La escasa cuota del transporte ferroviario de mercancías en España tiene su compensación en una muy elevada cuota del transporte de mercancías por carretera. En Europa la mayor cuota de transporte ferroviario de mercancías (12%) tiene su correspondencia con una menor cuota de transporte de mercancías por carretera (60%) y un mayor peso de otros modos como el tráfico por vías fluviales navegables (6%), según los datos más recientes de Eurostat. En España el gran volumen de demanda de transporte ferroviario se produce en el ámbito nacional, con casi el 84% de las Tn transportadas. Este transporte de mercancías por el interior del país muestra un claro predominio modal de la carretera con un 85,3% de las Tn-Km transportadas en el año 2011 según datos del Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda PITVI (2012).

Cuadro 6: Distribución modal del transporte de mercancías en Europa (2011)

PAÍS	MODO	FERROCARRIL	CARRETERA	FLUVIAL	TUBERÍA
LETONIA		59,56	33,76	0,00	6,68
ESTONIA		51,60	48,40	0,00	0,00
SUIZA		45,51	53,70	0,00	0,79
LITUANIA		40,58	57,81	0,00	1,61
SUECIA		38,28	61,72	0,00	0,00
AUSTRIA		34,92	49,09	3,61	12,38
RUMANIA		27,45	49,21	21,29	2,05
FINLANDIA		25,85	73,87	0,28	0,00
ALEMANIA		22,32	63,78	10,83	3,07
CHEQUIA		20,10	77,08	0,00	2,81
POLONIA		18,84	72,85	0,07	8,24
ESLOVENIA		18,77	81,23	0,00	0,00
HUNGRÍA		18,75	71,15	3,71	6,39
ESLOVAQUÍA		18,57	67,73	2,09	11,61
BÉLGICA		14,75	64,28	18,05	2,91
NORUEGA		13,90	74,12	0,00	11,97
FRANCIA		13,85	75,18	3,64	7,33
DINAMARCA		11,81	73,21	0,00	14,99
ITALIA		11,46	82,69	0,06	5,79
REINO UNIDO		11,40	83,06	0,05	5,48
BULGARIA		11,26	72,36	14,67	1,71
PORTUGAL		5,87	93,10	0,00	1,02
HOLANDA		4,86	55,78	35,18	4,18
<b>ESPAÑA</b>		<b>4,31</b>	<b>91,87</b>	<b>0,00</b>	<b>3,82</b>
LUXEMBURGO		3,18	93,64	3,18	0,00
GRECIA		1,89	97,17	0,00	0,94
IRLANDA		0,98	99,02	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EU transport in figures, Statistical Pocketbook 2013.

Nota: medido como porcentaje de las Tn-Km transportadas totales

Por otra parte, España es el tercer país con menor número de toneladas transportadas por ferrocarril en relación al número de habitantes, sólo por delante de Grecia e Irlanda. Del estudio de la variable toneladas por habitante transportadas por ferrocarril se desprende como en relación con España (0,67 T/hab.), Portugal transporta un 60% más (1,07 T/hab.), Francia casi el cuádruple (2,35 T/hab.) y Alemania casi seis veces más (3,61 T/hab.). Solamente Grecia (0,35 T/hab.) e Irlanda (0,23 T/hab.) presentan cifras menores que España para esta variable.

Cuadro 7: Toneladas transportadas por ferrocarril en relación al número de habitantes

País	Toneladas / habitante
Austria	10,79
Finlandia	8,38
Bélgica	7,16
Suecia	4,76
Alemania	3,61
Francia	2,35
Reino Unido	1,81
Italia	1,27
Portugal	1,07
<b>España</b>	<b>0,67</b>
Grecia	0,35
Irlanda	0,23

*Elaboración propia a partir de los datos de Acciona Rail Services.*

Nota: se muestran en el cuadro únicamente los países con resultados más relevantes.

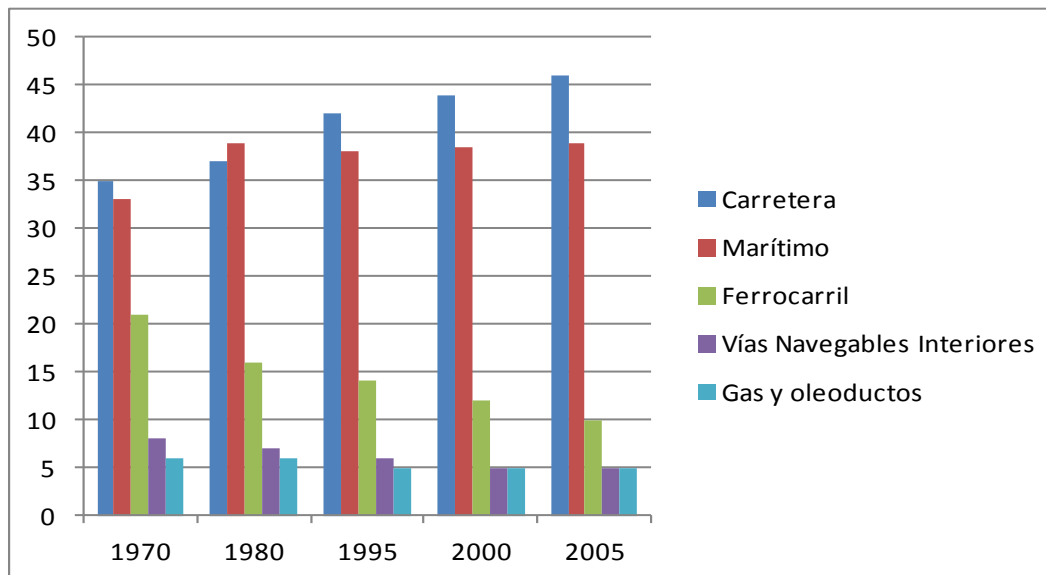
El segmento de mercancías incluido en los servicios de transporte ferroviario ha sido el primero en liberalizarse y adaptarse al modelo competitivo propugnado por las autoridades comunitarias competentes en materia de transporte. Sin embargo es en este segmento donde la brecha a favor del resto de modos competitivos, principalmente la carretera, más ha crecido en Europa. Esta circunstancia es especialmente grave en el caso del transporte ferroviario de mercancías en España, dado que presenta una gran diferencia en términos cuantitativos respecto al transporte por carretera.

En general la competencia modal del transporte ferroviario de mercancías viene a priori sobre todo de la mano del transporte por carretera, si bien en algunos países como Holanda cabe destacar la existencia de otros modos muy competitivos como el transporte a través de la red de canales, que si bien supone multiplicar los tiempos de transporte por tres, los costes son entre un 30% y un 50% inferiores. Por su parte el avión ofrece rapidez, pero no volumen.

La cuota modal del ferrocarril en el sector del transporte de mercancías ha mantenido una tendencia descendente en Europa desde 1970, cuando se situaba en el 20%, y su caída ha sido tan acelerada que, en la actualidad se encuentra por debajo del 10%, su nivel más bajo desde 1945, mientras que en ese mismo periodo, el transporte de mercancías ha experimentado un

crecimiento aproximado del 2,5% anual. El volumen de mercancías transportadas por ferrocarril se ha reducido en la mitad de los países de la Unión Europea.

Gráfico 4: Distribución modal del transporte de mercancías en la UE (1970-2005)



Fuente: *EU Energy & Transport in figures: Statistical pocketbook 2006 y Panorama of transport 1970-2001. Eurostat.*

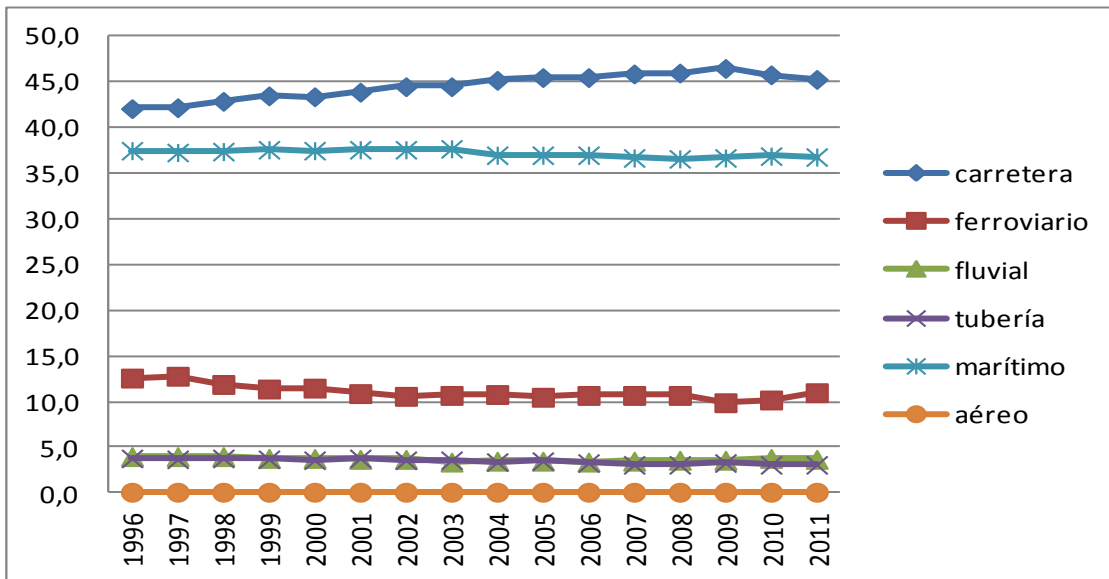
Nota: medido como porcentaje de las Tn-Km totales

En un análisis más reciente de la evolución de la cuota de los diferentes modos se aprecia cómo se mantiene el paulatino descenso del ferrocarril a una tasa decreciente, hasta caer por debajo del 10% en el año 2009, si bien se produce un muy ligero repunte en los dos años siguientes.

Si el transporte por ferrocarril continúa perdiendo cuota de mercado, se prevé que, con la red de carreteras proyectada para los próximos años, el transporte por carretera no podrá absorber el 3,9% de crecimiento en la demanda de transporte de mercancías por carretera esperado en la Unión Europea,<sup>25</sup> dado el supuesto de que las necesidades de transporte aumentan entre 2 y 3 veces el PIB anual.

<sup>25</sup> European Transport Policy for 2010: Time to decide. Commission of the European Communities, White Paper. Bruselas.

Gráfico 5: Cuotas modales en el transporte de mercancías en la UE (1996-2011)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de "EU transport in figures, Statistical Pocketbook 2012".

Nota: medido como porcentaje de las Tn-Km totales.

A todo lo anterior se suma que en España la operativa del sector ferroviario se ve además influida por la clásica estructura radial de las comunicaciones terrestres (que deberá verse complementada con un mallado de líneas transversales que permeabilicen el territorio en un futuro)<sup>26</sup> y por una red lastrada por la dura topografía que supone un incremento de los costes de tracción y de las distancias en comparación con la carretera.

A la vista de los datos relativos a volúmenes de mercancías transportados por ferrocarril en España (solamente se tienen en cuenta los servicios de RENFE-Operadora, suficientemente representativos del total debido a su predominante cuota) presentados en el *cuadro 8*, se observa durante las tres últimas décadas una situación de estancamiento prolongado, con unas cifras que han fluctuado, sin variaciones importantes, en torno a los 10.000 millones de toneladas-kilómetro. Solamente las crisis económicas de los años 1992-1993 y del 2008-2009 afectaron de forma muy acentuada a la evolución de la variable estudiada con un descenso de un 27%, en relación al

<sup>26</sup> En este sentido el PEIT trata de acelerar la transformación de la España radial a la España en red, para que cada punto del país sea centro y no periferia.

volumen de mercancías transportadas en 1990 y un dramático 36% respecto a las del año 2007 respectivamente.

Sin embargo, mientras que para la primera de las mencionadas crisis los niveles anteriores a la misma se recuperaron a finales de la década de los noventa, con una vuelta a una tendencia no muy pronunciada, la crisis cuyo punto álgido tuvo lugar en 2009, ha generado un descenso tan importante que todavía no muestra visos de recuperación hacia los niveles pre crisis. Es significativo el hecho de que pese a no existir grandes variaciones del volumen de mercancías transportadas en el periodo de tiempo estudiado, con las salvedades ya comentadas, desde el año 2003 se produce de nuevo una tendencia decreciente.

Cuadro 8: Evolución de las Tn-Km del modo ferroviario (1980-2011)

<b>AÑO</b>	<b>Toneladas Kilómetro</b>	<b>Tasa variación</b>	<b>AÑO</b>	<b>Toneladas Kilómetro</b>	<b>Tasa variación</b>
1980	10.888	N/A	1996	9.794	- 2,80 %
1981	10.603	- 2,61 %	1997	11.027	12,58 %
1982	10.504	- 0,93 %	1998	11.316	2,62 %
1983	10.599	0,90 %	1999	11.465	1,31 %
1984	11.645	9,86 %	2000	11.620	1,35 %
1985	11.654	0,07 %	2001	11.749	1,11 %
1986	11.292	- 3,10 %	2002	11.667	- 0,69 %
1987	11.475	1,62 %	2003	11.866	1,70 %
1988	11.716	2,10 %	2004	11.454	- 3,47 %
1989	11.619	- 0,82 %	2005	11.071	- 3,34 %
1990	11.206	- 3,84 %	2006	11.011	- 0,54 %
1991	10.507	- 6,23 %	2007	10.547	- 4,21 %
1992	9.252	- 11,94 %	2008	9.737	- 7,67 %
1993	7.801	- 15,68 %	2009	6.973	- 28,38 %
1994	8.702	11,54 %	2010	7.417	6,36 %
1995	10.077	15,80 %	2011	7.564	1,98 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE y de RENFE

El máximo histórico de Tn-Km transportadas por ferrocarril se produjo en 200, coincidiendo con el máximo histórico de los tráficos de mercancías, con 11.866 MTn-Km. Mientras que en 2011, el tráfico de mercancías se queda tan sólo en cerca de 7.500 MTn-Km. A la vista de los datos temporales analizados se comprueba cómo el ferrocarril en España sigue en tendencia descendente o en el mejor de los casos estancado en unos niveles de transporte de mercancías relativamente muy bajos. Aunque haya una tendencia de aumento nominal de toneladas transportadas, salvo en los últimos años dada la

coyuntura económica más reciente, dicho incremento es en todo caso menor que el crecimiento general de la actividad económica. Constatándose así el resultado empírico Inglada (2003) que indica que la demanda de transporte personal crece más rápidamente que la población o el PIB en la mayoría de los países, mientras que la demanda de transporte de mercancías típicamente crece más lentamente en relación al PIB que el transporte de pasajeros.

En relación al tipo de mercancías transportadas, tradicionalmente el ferrocarril se ha destinado al transporte de bienes voluminosos, con poco valor unitario y generalmente con naturaleza de bienes intermedios utilizados en el proceso de producción de otros bienes finales. Estas características se corresponden principalmente con las materias primas. Los motivos se encuentran en que los productos intermedios tienen un mercado muy concentrado, y unos flujos masivos y recurrentes, lo que hace que los costes unitarios del tren sean asequibles, con una puntualidad en el caso de trenes completos más aceptable y una trazabilidad del producto buena. Por el contrario, cuando se trata de productos finales, los pedidos son más dispersos y puntuales, de manera que los costes del transporte por ferrocarril no son tan asequibles para volúmenes pequeños y la puntualidad en el caso de vagones sueltos decrece, con una cobertura geográfica del ferrocarril que no permite envíos puerta a puerta y conlleva una trazabilidad más complicada.

Las reestructuraciones de la producción industrial española iniciadas en la década de los 80 con el declive de industrias pesadas tradicionales y diversos procesos de privatización (siderurgia, minería, astilleros), han supuesto que las mercancías que tradicionalmente eran transportadas por ferrocarril (bienes intermedios) hayan perdido importancia relativa de manera acusada dentro de la producción industrial total, siendo los productos que presentan unas menores tasas de crecimiento. Por otro lado, sectores productivos caracterizados por un mayor precio unitario y un menor volumen de sus productos (bienes finales), y por tanto más susceptibles de ser transportados por carretera, han experimentado fuertes ganancias de su peso relativo respecto del total de la producción industrial.

Analizando las series temporales entre 1986 y 2001, de la variable “tráfico de mercancías por RENFE operadora”<sup>27</sup> en función del tipo de mercancía transportada que se muestran en el *cuadro 9*, al final del capítulo, se pueden extraer las conclusiones siguientes:

1.- El carbón, un clásico tráfico mercante del ferrocarril, por tratarse de grandes cargas y volúmenes que exigen grandes capacidades a precios bajos, muestra una tendencia decreciente en el periodo considerado con valores entre el 8% y 9% del total de Tn-Km transportadas que descienden hasta 5%-6% a partir de 1998 y marcan un mínimo del 4,53% en 2001. Mínimo que coincide con el presentado por el tráfico de esta misma mercancía medido en toneladas totales. En este sentido cabe destacar que la explicación de dicho descenso se halla en que la participación de la rama de actividad *Extracción de productos energéticos, otros minerales y refino de petróleo* en el Valor Añadido Bruto medido a precios constantes desciende y marca un mínimo relativo precisamente en el año 2000,<sup>28</sup> cuando pasa a representar un 0,86%.

2.- En un sentido parecido los minerales que en 1986 llegan a suponer un 9,17% del total de Tn-Km y un 23,01% de las toneladas transportadas, descienden bruscamente hasta representar en 1997 un 0,38% del total de T-Km y un 0,55% de las toneladas transportadas, año a partir del cual no recuperará su nivel anterior durante todo el periodo considerado.

3.- Los cereales que en términos de toneladas absolutas no alcanzan para ningún año el 9%, en el caso de Tn-Km representan un 15,41% en 1986, hecho derivado de un mayor trayecto relativo de dicha mercancía, sufren una ligera tendencia regresiva que les lleva a caer hasta el 6,55% de las Tn-Km.

4.- Los abonos y productos químicos son otra de las mercancías que retroceden en su participación en el volumen total de mercancías transportadas por ferrocarril al pasar de un 17,64% en 1986 a un 6,69% en 2001. Este descenso parece más acusado que el correspondiente a la evolución del peso de la *Industria química* en el Valor Añadido Bruto medido a precios constantes, dado que para el periodo 1995-2002 su participación en esta variable presenta una tendencia ligeramente bajista, pasando de un 1,8% a un 1,74% en 2002.

---

<sup>27</sup> Variable proxy muy cercana al volumen total de mercancías transportadas por ferrocarril, dada la muy elevada cuota de mercado de RENFE operadora, sobre todo en esos años.

<sup>28</sup> Fuente para los datos del VAB entre 1995 y 2001: INE.



5.- Cabe destacar igualmente como los combustibles, salvo en los años 1993 y 1994 como consecuencia de la crisis energética petrolífera mundial, mantienen una cuota constante en todo el periodo estudiado en torno a 6,3% - 7,9% del total de mercancías transportadas por ferrocarril, medidas en Tn-Km. En un sentido parecido las maderas, salvo en los años que van desde 1993 a 1996 mantienen una cuota constante durante todo el periodo estudiado entre el 6,5% y el 9,1%; y el butano y propano entre el 2,5% y el 5,5%, salvo el año de la crisis energética petrolífera, 1993, cuando pasan a representar un 7,15%.

6.- Entre los productos que ganan cuota relativa dentro del transporte ferroviario de mercancías destacan los productos siderúrgicos que pasan de representar un 20,5% del total de Tn-Km transportadas en 1986 a un 30,45% en 2001, con un máximo relativo en 1995 (33,49%) y un incremento paralelo aunque de menor grado en la proporción de la *Metalurgia y productos metálicos* en el VAB a precios constantes, pasando de un 2,46% en 1995 a un 2,61% en 2001.

Otras cargas que presentan una tendencia alcista en su participación en el volumen de mercancías transportadas por ferrocarril, medido en T-Km, son los automóviles nacionales que pasan de representar un 2,8% en 1986 a un 6,57% en 1999 y los cementos y calizas que pasan de un 3,61% en 1986 a un 7% en 1999, en ambos casos para descender ligeramente durante 2000 y 2001. La explicación del incremento de la participación en el caso de los automóviles debe encontrarse en la integración de Seat en el seno del grupo Volkswagen, precisamente en 1986, que permite una mayor producción en los años sucesivos, hasta un incremento del 57,93% en los coches marca Seat en el año 1991.<sup>29</sup> Este dato viene acompañado del incremento de la participación de la *Fabricación de material de transporte* en el VAB a precios constantes, pasando de un 2,14% en 1995 hasta un 2,34% en 1999. El caso del cemento puede ser explicado en el inicio del enorme desarrollo de la construcción residencial que tiene lugar en España desde finales de los años 90. Dato comprobable a partir del aumento del peso de la *Construcción* en el VAB a precios constantes, pasando de un 7,89% en 1995 hasta un 8,07% en 1999.

---

<sup>29</sup> Fuente: Memorias de Seat. En este mismo periodo posterior a la integración, la producción de coches marca Volkswagen se incrementa un 315,85%.

Más recientemente, el descenso en la demanda de materiales de construcción y productos siderúrgicos, así como la desaceleración del sector automovilístico en 2008 parecen pronosticar una caída del peso de estas mercancías en el total del volumen de mercancías transportadas por ferrocarril. El tipo de mercancías más transportadas en España en 2011 fueron las máquinas, vehículos, objetos manufacturados y transacciones especiales (29,5% de las Tn-km transportadas por este modo), productos alimenticios y forrajes (21,6%), productos agrícolas y animales vivos (16,4%) y minerales en bruto o manufacturados y materiales de construcción (13,7%).

Comparando estos resultados con los que presentan los países de la UE en la proporción del total de Tn-km que representa cada tipo de mercancía por término medio entre 1980 y 2005, cabe destacar:

- (i) el peso de los combustibles minerales sólidos (carbón principalmente) pasa de representar en torno a un 6% del total de Tn-Km transportadas en 1980 a sólo un 2,5% en 2005, de forma similar a la tendencia observada en España.
- (ii) los minerales descienden desde representar en 1980 un 7,8% de la carga transportada a un 5,8% en 2005, de forma menos acusada que en el caso español.
- (iii) los productos agrícolas y animales vivos en las mercancías transportadas por ferrocarril, mantienen un peso constante entre un 9% y un 14%, en línea con las cifras presentadas en España para el transporte de cereales.
- (iv) los abonos y productos químicos mantienen una evolución media similar al caso español, con una tendencia descendente pero mucho menos acusada, pasando del entorno de un 15% en los años 80, hasta un 9% a partir de 2000.
- (v) el transporte de combustibles y de vehículos en UE muestra una situación muy similar a la ya analizada para el caso español.
- (vi) el cemento y los materiales de construcción presentan una evolución media prácticamente estable, manteniéndose en el entorno del 10%, probablemente fruto de un menor dinamismo del

sector constructor y de un punto de partida superior al caso español.

- (vii) los productos siderúrgicos mantienen igualmente una tendencia plana en torno al 15% de la carga total transportada durante el periodo estudiado, por tanto, las diferencias están en una menor participación de estos productos en el transporte ferroviario total de mercancías y por la ausencia de una tendencia creciente como sucedía en el caso español.

En un análisis comparativo de la naturaleza de las mercancías transportadas por carretera en España, cabe apreciar la existencia de importantes diferencias. Analizando las series temporales entre 1993 y 2007,<sup>30</sup> de la variable tráfico de mercancías por carretera en función del tipo de mercancía, medida en millones de Tn-km destacan los siguientes resultados:

1.- Si en el caso del ferrocarril, los productos siderúrgicos eran los que suponían una mayor carga, en el caso del transporte por carretera son las manufacturas las que suponen una cuota mayor, con una tendencia además creciente que va desde un 31% en 1997 hasta superar el 40% en 2003.

2.- En el transporte por carretera el peso de los productos agrícolas, alimenticios y animales vivos es claramente superior al analizado para el caso del transporte ferroviario. Entre 1993 y 2007 se sitúa entre el 40% y el 30%, con una constante tendencia negativa de crecimiento en su participación en el transporte total de mercancías medido en Tn-Km.

3.- Para el caso de los combustibles y productos petrolíferos la tendencia, al igual de lo que sucedía con el caso del transporte ferroviario, se mantiene plana, con una participación en el total de mercancías transportadas constante en torno al 3% - 4% para los años analizados. Esta cuota es inferior a la que dicha carga suponía para el transporte ferroviario.

4.- Respecto a los materiales de construcción se mantienen en una cuota en el rango del 6% - 7%, con un incremento en los últimos años de la serie derivado del aumento en el dinamismo del sector de la construcción residencial, en cualquier caso en la misma línea que el transporte ferroviario.

---

<sup>30</sup> Fuentes: INE y EPTMC (Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera) del Ministerio de Fomento

Comparando estos resultados con las cuotas de participación de los diferentes tipos de mercancías en el transporte por carretera que presentan los países de la UE y Noruega por término medio entre 2002 y 2006,<sup>31</sup> no existen grandes desviaciones. Sólo se aprecian algunas diferencias en la menor proporción que suponen los productos agrícolas, alimenticios y animales vivos en el total de la carga transportada por carretera en la UE+NOR (en torno al 28%) y el todavía mayor peso en dicho total, si bien sólo ligeramente, de las manufacturas (en torno al 42%).

---

<sup>31</sup> Fuente: Comisión Europea. Eurostat. Transport.

Cuadro 9. Tráfico de mercancías operado por RENFE 1986-2001

TRÁFICO de MERCANCÍAS por RENFE OPERADORA										
Toneladas/km (millones)										
Concepto/Años-%	1986		1987		1988		1989		1990	
Abonos	601	8,84%	508	7,83%	436	7,04%	395	6,36%	314	5,48%
Automóviles nacionales	189	2,78%	267	4,11%	250	4,04%	265	4,27%	232	4,05%
Butano y propano	172	2,53%	148	2,28%	187	3,02%	214	3,45%	248	4,33%
Carbones	573	8,43%	571	8,80%	516	8,33%	576	9,28%	523	9,12%
Cementos y calizas	245	3,61%	267	4,11%	255	4,12%	282	4,54%	296	5,16%
Cereales	1.047	15,41%	846	13,04%	800	12,92%	613	9,88%	641	11,18%
Combustibles	443	6,52%	518	7,98%	388	6,26%	386	6,22%	397	6,92%
Iberiatarif	427	6,28%	354	5,45%	224	3,62%	153	2,47%	121	2,11%
Maderas	445	6,55%	413	6,36%	422	6,81%	490	7,90%	447	7,80%
Minerales	623	9,17%	412	6,35%	422	6,81%	403	6,49%	253	4,41%
Productos químicos	598	8,80%	614	9,46%	588	9,49%	571	9,20%	606	10,57%
Productos siderúrgicos	1.393	20,50%	1.526	23,51%	1.633	26,36%	1.778	28,65%	1.582	27,59%
Transportes militares	39	0,57%	46	0,71%	73	1,18%	80	1,29%	73	1,27%
Otros										
<b>TOTALES</b>	<b>6.795</b>	<b>%</b>	<b>6.490</b>	<b>%</b>	<b>6.194</b>	<b>%</b>	<b>6.206</b>	<b>%</b>	<b>5.733</b>	<b>%</b>

Nota: Iberiatarif corresponde a la tarifa especial aplicada al tráfico ferroviario internacional de mercancías fijadas por las administraciones ferroviarias por cuyo territorio pasaba esa circulación

TRÁFICO de MERCANCÍAS por RENFE OPERADORA										
Toneladas/km (millones)										
Concepto/Años-%	1991		1992		1993		1994		1995	
Abonos	316	5,90%	225	4,79%	171	4,39%	179	4,16%	182	3,78%
Automóviles nacionales	213	3,98%	241	5,13%	181	4,64%	229	5,32%	239	4,96%
Butano y propano	262	4,89%	256	5,45%	279	7,16%	242	5,62%	228	4,73%
Carbones	506	9,45%	397	8,45%	286	7,34%	308	7,16%	412	8,55%
Cementos y calizas	313	5,84%	286	6,08%	253	6,49%	265	6,16%	308	6,39%
Cereales	492	9,18%	422	8,98%	364	9,34%	415	9,64%	417	8,65%
Combustibles	336	6,27%	296	6,30%	148	3,80%	198	4,60%	274	5,68%
Iberiatarif	91	1,70%	95	2,02%	113	2,90%	102	2,37%	45	0,93%
Maderas	513	9,58%	431	9,17%	191	4,90%	392	9,11%	488	10,12%
Minerales	310	5,79%	234	4,98%	208	5,34%	192	4,46%	192	3,98%
Productos químicos	560	10,45%	511	10,87%	421	10,80%	392	9,11%	405	8,40%
Productos siderúrgicos	1.407	26,26%	1.277	27,16%	1.263	32,40%	1.368	31,79%	1.614	33,49%
Transportes militares	38	0,71%	30	0,64%	20	0,51%	21	0,49%	16	0,33%
Otros										
<b>TOTALES</b>	<b>5.357</b>	<b>%</b>	<b>4.701</b>	<b>%</b>	<b>3.898</b>	<b>%</b>	<b>4.303</b>	<b>%</b>	<b>4.820</b>	<b>%</b>

TRÁFICO de MERCANCÍAS por RENFE OPERADORA Toneladas/km (millones)										
Concepto/Años-%	1996		1997		1998		1999		2000	
Abonos	209	3,74%	232	4,04%	205	3,25%	193	3,05%	170	2,67%
Automóviles nacionales	242	4,33%	304	5,29%	383	6,06%	416	6,57%	388	6,09%
Butano y propano	271	4,85%	256	4,46%	255	4,04%	246	3,89%	242	3,80%
Carbones	391	7,00%	430	7,49%	324	5,13%	411	6,49%	390	6,13%
Cementos y calizas	291	5,21%	293	5,10%	444	7,03%	443	7,00%	389	6,11%
Cereales	420	7,52%	457	7,96%	460	7,28%	522	8,25%	533	8,37%
Combustibles	358	6,41%	339	5,90%	401	6,35%	426	6,73%	448	7,04%
Iberiatarif	77	1,38%	10	0,17%	3	0,05%		0,00%		0,00%
Maderas	240	4,30%	387	6,74%	429	6,79%	439	6,94%	489	7,68%
Minerales	155	2,78%	22	0,38%	48	0,76%	44	0,70%	47	0,74%
Productos químicos	436	7,81%	412	7,18%	410	6,49%	385	6,08%	351	5,51%
Productos siderúrgicos	1.555	27,84%	1.742	30,34%	1.825	28,89%	1.823	28,80%	1.751	27,50%
Transportes militares	18	0,32%	20	0,35%	24	0,38%	23	0,36%	25	0,39%
Otros	922	16,51%	838	14,59%	1.106	17,51%	959	15,15%	1.144	17,97%
<b>TOTALES</b>	<b>5.585</b>	<b>%</b>	<b>5.742</b>	<b>%</b>	<b>6.317</b>	<b>%</b>	<b>6.330</b>	<b>%</b>	<b>6.367</b>	<b>%</b>

Tráfico Mercancías Renfe T/Km (mill.)		
Concepto/Años-%	2001	
Abonos	148	2,28%
Automóviles nacionales	366	5,64%
Butano y propano	188	2,90%
Carbones	294	4,53%
Cementos y calizas	403	6,21%
Cereales	425	6,55%
Combustibles	517	7,97%
Iberiatarif		0,00%
Maderas	446	6,88%
Minerales	37	0,57%
Productos químicos	286	4,41%
Productos siderúrgicos	1.975	30,45%
Transportes militares	29	0,45%
Otros	1.372	21,15%
<b>TOTALES</b>	<b>6.486</b>	<b>%</b>

Fuente: "Datos estadísticos" publicados por RENFE. Nota: medido en millones de Tn-Km

## CAPÍTULO II

### **DETERMINANTES DE LA CUOTA MODAL EN EL TRANSPORTE FERROVIARIO DE MERCANCÍAS EN ESPAÑA**

El transporte ferroviario de mercancías en España está altamente infrautilizado, si se compara la situación del sector con la de otros países de nuestro entorno, y en particular con sistemas ferroviarios con características similares. La cuota modal media de transporte ferroviario de mercancías que presentan los sistemas ferroviarios de la UE con red ferroviaria, más Noruega y Suiza, es de 20,65%, mientras que esta cuota en España sólo alcanza el 4,1%.

Si los datos se ponen en relación con sistemas ferroviarios de rasgos similares la brecha sigue siendo muy relevante: Francia (16%), Italia (11,7%). Además si se tiene en cuenta la evolución histórica de la cuota, como se ha visto en el marco de análisis del Capítulo I, este *gap* con el resto de sistemas en lugar de minorarse se ha incrementado abruptamente. Este enorme diferencial en la cuota ferroviaria en mercancías de más de 16 puntos porcentuales resulta un hecho sorprendente, y más aún si se tiene en cuenta que el transporte ferroviario de pasajeros en España alcanza una cuota modal del 5,2% cercana a la cuota modal media europea (6,55%).

El modelo desarrollado en el presente capítulo trata de identificar los determinantes de esta menor cuota, para lo cual se van incorporando al mismo diferentes parámetros y variables que en teoría pudieran explicar el elevado diferencial. En concreto, las variables explicativas que se evalúan son: (a) los costes monetarios directos que supone un trayecto en el modo ferroviario frente a la carretera, (b) el coste del tiempo como componente del coste generalizado, (c) la incertidumbre en el envío y la recepción de la mercancía, y (d) el valor de las principales externalidades generadas.

## SECCIÓN II.1.- REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

En el área de Economía del Transporte se han desarrollado diversos modelos para explicar variables como el output del servicio de transporte, la productividad, las diferencias modales o la eficiencia de uno o más modos de transporte. En general, el volumen de trabajos dedicados al transporte de mercancías es bastante inferior a aquellos que tienen por objeto el transporte de pasajeros. Esta diferencia es todavía mayor si se considera el ámbito del transporte ferroviario. Esta escasez relativa, sin embargo, contrasta con la importancia que tiene el transporte de mercancías en muchos ámbitos, siendo la competitividad de la economía uno de los más destacados.

Además, el estudio del transporte de mercancías no se ha visto sometido al mismo grado de formalización teórica y matemática que el análisis del transporte de pasajeros. A pesar de ello se pueden diferenciar los siguientes enfoques metodológicos apreciados en los estudios sobre la materia:

Cuadro 10: Clasificación de los estudios económicos sobre el transporte de mercancías

<b>Modelos de análisis de demanda</b>	<b>Modelos coste-beneficio en sentido amplio</b>
Estiman la función de demanda del modo de transporte considerado, bien directamente o bien haciendo referencia explícita a la función de costes originaria.	Se utilizan principalmente para la evaluación de proyectos de nuevas infraestructuras.
<i>1.- Enfoque Input-Output</i> Estudia las interrelaciones entre diferentes sectores de una economía [Leontieff y Strout (1963)]	<i>1.- Coste Beneficio en sentido estricto</i> Evaluación económica de proyectos incluyendo en el apartado de costes el Coste Generalizado, habitualmente Social.
<i>2.- Modelos de interacción espacial</i> Tratan de localizar superávits y déficits de productos en puntos concretos del espacio [Harker (1987)]	<i>2.- Coste eficiencia</i> Utilizan únicamente el apartado de costes para la toma de decisiones, sin tener en cuenta los ingresos del proyecto. [Levinson y otros (1997)]
<i>3.- Enfoque microeconómico</i> Unidad de decisión es la empresa y el transporte se considera un factor productivo más.	

Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a la distinción realizada por Winston (1983), los modelos pueden ser agregados, en los que la unidad básica de información es la participación en costes de cada modo de transporte a nivel regional o nacional,



y desagregados,<sup>32</sup> que son aquellos para los que la unidad básica de información la constituye la elección individual de un modo de transporte concreto para un envío determinado y utilizan principalmente modelos de elección discreta. El empleo de modelos de elección discreta sólo se justifica ante la presencia de alternativas excluyentes, algo que parece ser común *a priori* en el caso de modos de transporte diferentes.

Otros estudios parten de una idea tan simple como la siguiente: El transporte permite superar el obstáculo de la distancia espacial entre agentes económicos, y la efectividad con la que se realiza este servicio de transporte puede ser aproximado en términos cuantitativos por la evaluación de todos los costes en los que se incurre al mover geográficamente las mercancías. De manera que los costes de transporte son un elemento más entre los que configuran los costes de producción total de un bien. En este sentido el enfoque “iceberg” o modelo de “evaporación” (Casas y Choi, 1985, 1990), parten de la idea de que la prestación de un servicio de transporte y los costes asociados a ella pueden hacerse equivalentes a la pérdida de una fracción del bien transportado.

Muchas veces la línea divisoria entre los modelos que ponen énfasis en la estimación de la función de demanda y los que realizan un análisis coste beneficio no está tan marcada como pudiera parecer, siendo el punto de conexión el cálculo de elasticidades. En ambos tipos de modelos se utilizan datos de elasticidades precio y elasticidades cruzadas,<sup>33</sup> bien estimadas en el propio modelo o bien como datos asumidos de otros estudios. En la mayoría de los pocos estudios que calculan las elasticidades para el transporte de mercancías resulta una demanda inelástica tanto para el modo ferroviario como para la carretera, tal y como se muestra en el siguiente cuadro.

---

<sup>32</sup> Dentro de los modelos de elección discreta Winston (1983) reconoce dos enfoques diferentes: el enfoque conductista y el enfoque logístico en función de la persona dentro de la organización empresarial encargada de tomar la decisión del servicio de transporte. Para un análisis más detallado, véase Borra y Palma (2004).

<sup>33</sup> La elasticidad cruzada mide cómo cambia el volumen de mercancías transportadas en un modo (ferrocarril) cuando se modifican los precios cobrados en otro modo de transporte alternativo.

Cuadro 11: Elasticidades cruzadas calculadas en diferentes estudios

<b>Estudio</b>	<b>Camión</b>	<b>Ferrocarril</b>
Winston (1981)	- 0,30	- 0,30
Frödström (1992)	- 0,05	- 0,08
Oum (1979)	- 0,15	- 0,29
Oum, Waters, Jong (1992)	- 0,69	- 0,39

*Fuente: Elaboración propia*

Del estudio de las elasticidades cruzadas se desprende la existencia de una competencia modal muy pequeña, dado que no existen elasticidades cruzadas significativas. Winston (1981) apunta el tiempo de trayecto y la calidad del servicio como variables más influyentes que los precios cruzados en la determinación de la demanda. Frödström et al. (1992) llegan incluso a encontrar relaciones de complementariedad entre ambos modos. Por otro lado, en la mayoría de estudios que calculan elasticidades del transporte ferroviario de mercancías respecto al PIB obtienen resultados inferiores a la unidad, mientras que para el transporte por carretera dicha elasticidad es mayor que uno (Inglada, 2003).

El objetivo de este capítulo consiste en identificar si la causa del *gap* existente entre el transporte ferroviario de mercancías y por carretera en España se puede encontrar, de manera prevalente, en la existencia de un diferencial en el coste de utilización de los dos modos de transporte analizados, empleando para ello una noción de coste más amplia y no sólo el coste monetario directo del servicio de transporte.

Para lograr tal fin, la técnica más aconsejable puede ser acudir a alguna de las versiones del análisis coste-beneficio (ACB). Esta técnica surgió en Estados Unidos en los años 30 y fue desarrollada posteriormente en los años 60 y 70 con grandes aportaciones del Reino Unido. El análisis coste-beneficio es una metodología que, a través de la cuantificación física y monetaria de los costes y beneficios de cada alternativa planteada, calcula la más rentable desde el punto de vista adoptado, permitiendo el acercamiento a una asignación óptima de los recursos.

El coste de desplazamiento de mercancías o pasajeros no sólo se reduce a la tarifa o coste operativo del modo de transporte de que se trate, sino

que también conlleva un consumo de otros recursos, como por ejemplo el tiempo. La inclusión de variables no estrictamente monetarias como el tiempo de desplazamiento o el número de accidentes se encuentra ya en Pearce y Nash (1981).

Por esta razón, en Economía del Transporte se utiliza el concepto de Coste Generalizado, que incluye, además de los costes directos del transporte, la valoración económica de las variables que influyen en las decisiones de los consumidores de los servicios de transporte. En este sentido muchas de las estrategias competitivas de los operadores de transporte van dirigidas no solamente a bajar los precios sino también a reducir el Coste Generalizado para los usuarios del servicio.<sup>34</sup> El Coste Generalizado es un reflejo directo de la idea de utilidad indirecta que a su vez representa la desutilidad de viajar, tal y como se detalla en Deaton y Muellbauer (1980).

Esta técnica, en sus diferentes versiones, ha sido utilizada para la evaluación económica de proyectos ferroviarios de alta velocidad de líneas concretas proyectadas o ya construidas, entre otros, Álvarez y Herce (1992); De Rus e Inglada (1993, 1997); Levinson et al. (1997); Coto-Millán e Inglada (2004); Gonzalez-Savignat (2004); De Rus y Román (2006) y para análisis económicos de carácter general sobre el transporte ferroviario de alta velocidad De Rus y Nombela (2007); De Rus y Nash (2007).

Sin embargo, ninguno de estos estudios, hasta donde se conoce, se dedica al transporte ferroviario de mercancías. Quizás el que más se aproxime, si bien no supone el objeto principal de estudio, es el análisis desarrollado en Inglada (2003). En definitiva, sí existen modelos de estimación de demanda en el ámbito del transporte ferroviario de mercancías, tal y como se ha comentado anteriormente, pero no se han llevado a cabo estudios de análisis coste-beneficio aplicado en este ámbito sectorial.

---

<sup>34</sup> En este sentido resulta muy ilustrativo el servicio de transporte para pasajeros que ofrecen los ferrocarriles de alta velocidad. Dicho servicio reduce el tiempo de trayecto que ofrecen otros modos (coche particular, autobús, ferrocarril convencional) y pese a no reducir el tiempo de trayecto en que incurre el avión, supone una mayor comodidad (no hay que llegar con mucha antelación a la estación, ni pasar exhaustivos controles de seguridad y durante el trayecto permite realizar llamadas y conectarse a Internet). Estos aspectos pueden tener o no repercusión directa en los precios relativos de los diferentes modos, pero sí se recogen necesariamente en la variable Coste Generalizado.

Por tanto este trabajo presenta la novedad de realizar un análisis coste-beneficio en sentido amplio (coste-eficiencia) aplicado al ámbito del transporte ferroviario de mercancías, incluyendo variables sin un mercado explícito que determinen sus precios, como son el tiempo, la incertidumbre o las externalidades.

El análisis coste-eficiencia adopta la perspectiva de un consumidor racional del servicio de transporte que debe elegir entre dos alternativas excluyentes y que representa el comportamiento promedio del conjunto de consumidores. En este sentido coincide con la perspectiva utilizada por los modelos de demanda de enfoque microeconómico, y más en concreto con los modelos desagregados en los que la unidad básica de información la constituye la elección individual de tipo discreto de un modo de transporte concreto para un envío determinado. Adoptar esta perspectiva tiene la ventaja que, al realizarse la estimación a nivel individual, es posible evaluar en términos económicos características de los medios de transporte que no disponen de un mercado donde extraer su precio.

Entre los estudios que aplican el modelo de Coste Generalizado al ferrocarril, todos relativos al segmento de pasajeros, destacan Álvarez y Herce (1992) cuyo objetivo es la estimación de los efectos más importantes derivados de la introducción de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona. Para ello, estos autores representan los precios a partir de los costes generalizados y concluyen que existe un incremento del excedente del consumidor principalmente en el trayecto Madrid-Barcelona. De Rus y Román (2006) realizan una evaluación económica ex ante de la línea Madrid-Barcelona, introduciendo en el modelo variables como la puntualidad o la comodidad. El resultado es que existe una elevada disposición a pagar por reducir el tiempo de retraso, si bien la disposición no es tan clara por aumentar la comodidad.

En el apartado siguiente se realiza una presentación teórica del modelo de Coste Generalizado que tiene como punto de partida el desarrollo llevado a cabo en el trabajo de Álvarez y Herce (1992).

## SECCIÓN II.2.- MODELO TEÓRICO

Al trasladar mercancías entre distintos lugares no solamente se consumen ciertas cantidades de factores productivos tradicionales, sino que también forma una parte importante del coste de transporte el tiempo invertido. En el transporte de mercancías el tiempo invertido es importante, ya que la rapidez y fiabilidad de las entregas está inversamente relacionada con el coste de mantener un *stock* determinado de mercancía.

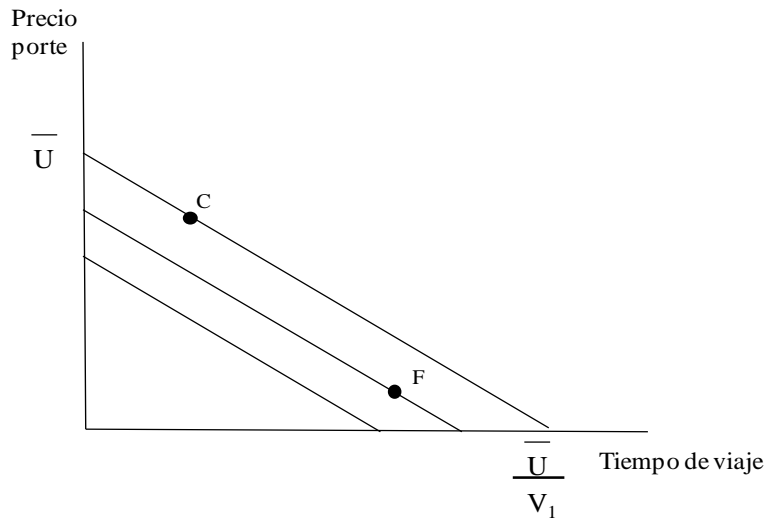
Como se ha comentado anteriormente, en Economía del Transporte el coste soportado por un consumidor de un servicio de transporte se cuantifica en términos de Coste Generalizado, definido como la suma de la tarifa o precio pagado (por el consumidor del servicio del transporte) o, en su caso, los costes (en que incurre el productor del servicio de transporte) más el valor del tiempo consumido durante el desplazamiento. Siendo por tanto el tiempo (y el coste de oportunidad que implica su utilización) una variable influyente para determinar la ventaja de un modo de transporte sobre otro.

Suponiendo que  $\bar{U}$  es la desutilidad en la que incurre un usuario al transportar por sí mismo o a través de terceros mercancías de un punto de origen a otro de destino. Esta desutilidad para un usuario 1 sería:

$$\bar{U}_1 = P + V_1 T \quad \text{[II.1]}$$

donde,  $P$  es el precio del porte,  $V_1$  la valoración monetaria que hace del tiempo el usuario 1 y  $T$  el tiempo de transporte. La representación gráfica de esa curva de indiferencia en el mapa de preferencias del usuario 1, suponiendo la existencia de dos modos de transporte alternativos, vendría dada por el gráfico siguiente:

Gráfico 6. Curvas de indiferencia en el mercado de transporte (usuario 1)

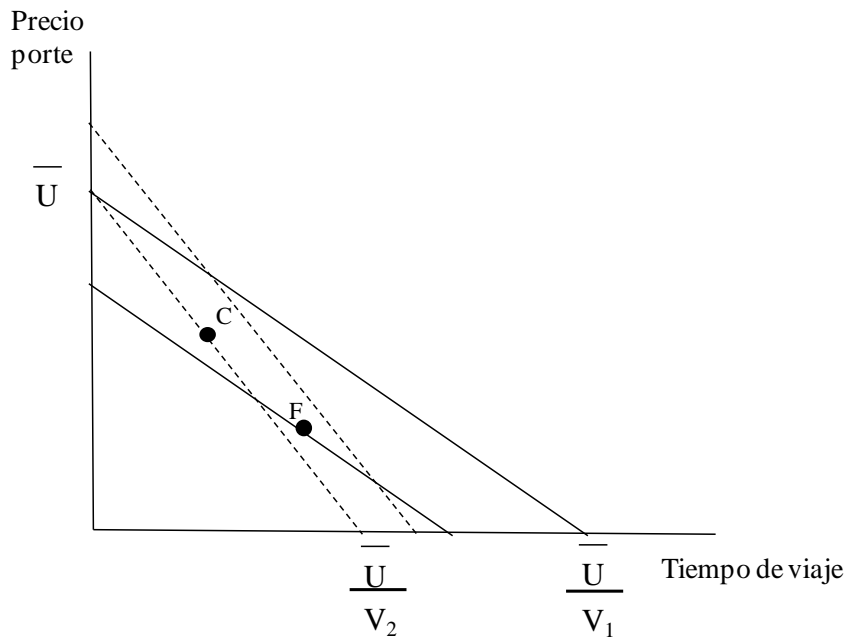


Fuente: elaboración propia

De tal forma que cuanto más cerca se sitúe el usuario 1 del origen, menor será su desutilidad. En el gráfico 6 el punto F que representa las combinaciones de precio del porte y tiempo de transporte del modo ferroviario sería preferido respecto al C (modo carretera) para el individuo 1.

Consideremos ahora el caso de otro usuario 2, quien tiene una valoración del tiempo de trayecto mayor que la del usuario 1 ( $V_2 > V_1$ ). La comparación de su mapa de preferencias con el gráfico anterior resulta en curvas con una mayor pendiente, tal como se representa a continuación:

Gráfico 7. Curvas de indiferencia en el mercado de transporte (usuarios 1 y 2)

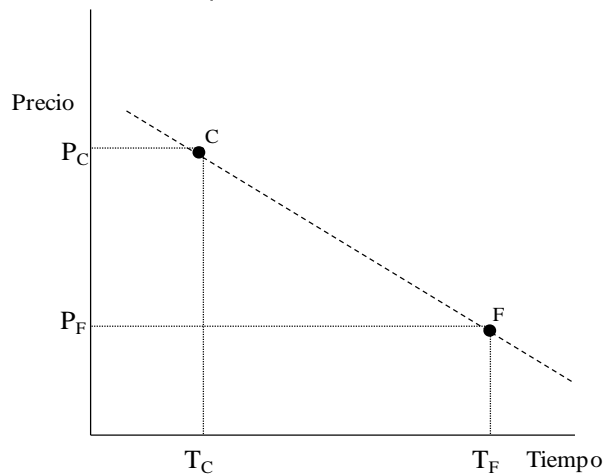


Fuente: elaboración propia

Para este usuario 2 que tiene una mayor valoración del tiempo, genera menos desutilidad optar por el modo carretera (punto C) que le permite ahorrar tiempo de trayecto aun incurriendo en un mayor precio de porte, que por el modo ferroviario (punto F).

Comparando estos mapas de indiferencia con las combinaciones de precios de porte y tiempos de viaje que ofrece cada uno de los dos modos presentes en el mercado de transporte en un momento dado, se deduce que existe otro usuario 3 para el que ambos modos son indiferentes. Es decir presenta una valoración del tiempo ( $V_3$ ) tal que permite que los puntos C y F se sitúen sobre una misma curva de indiferencia. Para este usuario, su valoración del tiempo  $V_3$  es igual al ratio que existe entre el diferencial de precios de ambos modos de transporte y el diferencial de tiempos de trayecto ofertados.

Gráfico 8. Curva que indica indiferencia entre los dos modos del mercado



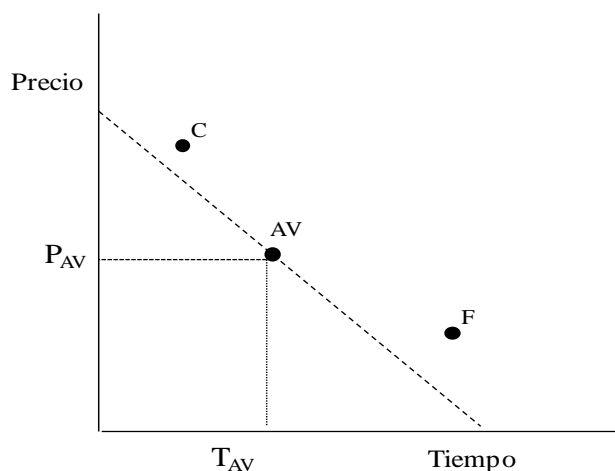
Fuente: elaboración propia

Por tanto en el caso de trayectos con un origen-destino idénticos realizados en modos diferentes, con precios y tiempos distintos, puede existir un valor del tiempo tal que un usuario del servicio de transporte que aplique dicha valoración estaría indiferente entre los diferentes modos.

Al introducirse en el mercado un tercer modo de transporte alternativo (por ejemplo, alta velocidad ferroviaria), cuya tecnología genera la posibilidad de un nuevo intercambio entre precio de porte y tiempo de transporte en relación con las dos opciones disponibles en el estado inicial del mercado, se permite a los usuarios situarse en una posición intermedia que supone menor tiempo de trayecto que el ferrocarril convencional, pero mayor que la carretera, a costa de un mayor precio de porte que el ferrocarril convencional, pero menor que la carretera.



Gráfico 9. Introducción de un nuevo modo en el mercado de transporte



Fuente: elaboración propia

Con la introducción del nuevo modo, un usuario que presentara una valoración del tiempo  $V^*$  mayor que la del usuario 1 (cuya valoración  $V_1$  le hacía preferir el modo ferroviario), pero menor que la del usuario 2 (con un valor  $V_2$  que le dirigía a que su modo preferido fuese la carretera) preferiría este nuevo modo, situándose en el punto AV, más cerca del origen que los puntos C y F.

Así, el tren de alta velocidad podría ser capaz a priori de obtener una cuota modal importante del mercado, cuando la combinación precio-tiempo de trayecto ofrecida sea suficientemente favorable. La minimización de tiempos de ruptura de la carga y sobre todo una buena calidad del servicio que permita la existencia de certidumbre sobre los tiempos estimados de viaje, evitando costes adicionales de incertidumbre, provocan que el coste final de aquel modo que presente una buena calidad del servicio sea inferior en muchos casos. La reducción de los Costes Generalizados aumentaría de manera permanente el excedente del consumidor.

De manera que el Coste Generalizado (CG) de cualquier modo de transporte se puede cuantificar a través de la ecuación siguiente:

$$CG = P + (V T) + C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad [11.2]$$

donde  $P$  es la tarifa monetaria de cada modo de transporte para el trayecto analizado,  $V$  es la valoración monetaria unitaria del tiempo en función del modo de transporte considerado,  $T$  es el tiempo empleado en el trayecto y  $C_1, C_2, C_n$  son los diferentes componentes del Coste Generalizado considerados (por ejemplo los costes de las externalidades, accidentes, y otros costes a incluir en el modelo).

Así, la competencia entre los diferentes modos se realiza fundamentalmente a través de los diversos componentes del Coste Generalizado (valor monetario del tiempo empleado en el trayecto, seguridad, fiabilidad) y no solamente a través del precio o tarifa pagados por el consumidor del servicio de transporte.

Una vez presentados analítica y gráficamente los fundamentos teóricos del modelo de Coste Generalizado se estudian los diferentes ámbitos subjetivos que puede desempeñar el modelo y que servirán para la aplicación práctica que del mismo se realiza en la presente tesis.

El modelo de Coste Generalizado se aborda desde dos perspectivas subjetivas diferentes: una privada que atiende a los costes en que incurre un usuario de transporte en su ámbito particular y otra relativa a la sociedad en su conjunto que incorpora las externalidades de diferentes signos que exceden de la esfera privada de los agentes que intervienen en el servicio de transporte. En relación con la perspectiva privada se plantean dos escenarios: un escenario base y otro alternativo que incorpora la variable incertidumbre en el tiempo de trayecto respecto al horario previsto. Sobre este escenario alternativo se añaden las externalidades que permiten pasar a la segunda perspectiva, la de tipo social.

En el presente trabajo, la perspectiva privada, en sus dos escenarios, se aborda en el *apartado II.4* desde una metodología que será denominada de Coste Generalizado de carácter privado, es decir evaluando los costes que se generan únicamente en el ámbito privado del usuario del servicio de transporte. Al no disponer de información fiable acerca de las tarifas aplicadas, se realiza una estimación de los costes soportados por los operadores, ya que las tarifas deben a priori cubrir esos costes y solo habría que sumarles el margen comercial aplicado por cada empresa, que no es conocido, o en el caso del

ferrocarril, cuando las tarifas no cubran los costes, sería preciso restar a esos costes las subvenciones recibidas.

La segunda perspectiva, la del conjunto de la sociedad es analizada en el *apartado II.5* a partir de la extensión del modelo de Coste Generalizado Privado con la introducción de determinados componentes de coste externo, como son los costes de congestión o medioambientales. Al modelo resultante de dicha extensión se le denominará modelo de Coste Generalizado Social, por su incidencia en el bienestar social de todo un colectivo.

Al desarrollar el modelo de coste generalizado en sus distintas perspectivas, se pretende obtener evidencia empírica para el sector de transporte ferroviario de mercancías sobre la influencia que tienen diferentes variables como el tiempo de transporte, los costes monetarios directos o la incertidumbre en la llegada de la mercancía, en la elección económica racional que se realiza entre los dos modos de transporte de mercancías alternativos que se estudian: el transporte ferroviario y por carretera.

### **SECCIÓN II.3.- DATOS UTILIZADOS**

Para el desarrollo del ejercicio empírico se utilizan como fuentes de información estadística los datos utilizados en el cálculo han sido obtenidos de las últimas publicaciones del Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera y del Observatorio del Ferrocarril en España.<sup>35</sup>

Dada la enorme variabilidad de mercancías transportadas y de vehículos y material rodante que las transportan, cada uno con características propias que pueden hacer muy complicada la comparabilidad entre los dos modos de transporte, es necesario adoptar una serie de hipótesis para el cálculo del Coste Generalizado:

- 1.- Para permitir una comparación de Costes Generalizados entre modos en términos homogéneos se adoptan como variables de control la distancia recorrida por la mercancía medida en kilómetros (km) y el tonelaje del

---

<sup>35</sup> Ambos observatorios dependen del Ministerio de Fomento. El Observatorio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera de la Dirección General de Transporte Terrestre y el Observatorio del Ferrocarril en España a través de la Fundación de los Ferrocarriles Españoles.

vehículo o material rodante que transporta la carga medido en toneladas (T).

2.- En relación con la naturaleza de los costes utilizados para el cálculo del Coste Generalizado Privado modal, se tienen en cuenta únicamente los costes directos que corresponden con la explotación del transporte y deben ser soportados por cualquier empresa operadora o prestadora del servicio de transporte de mercancías por ferrocarril. Dentro de los costes directos se distingue entre costes fijos, independientes del número de toneladas-kilómetro recorridos y costes variables que se incrementan a medida que las toneladas-kilómetro aumentan.

De manera que quedan excluidos los costes indirectos, como son los de gestión, local, personal de oficina, comercialización o publicidad, que no guardan una relación directa con el volumen de mercancías transportado. Para el caso del transporte ferroviario, en principio los costes objeto de estudio deben ser similares para todas las empresas operadoras o prestadoras del servicio, por lo que se pueden definir como los costes medios directos nacionales de un operador tipo de transporte ferroviario de mercancías. En el caso del transporte por carretera se ha optado por estimar dentro de la enorme variedad y complejidad de situaciones posibles cuál es la más significativa dentro del sector.

3.- En la medida en que los costes señalados en el párrafo anterior sean cubiertos sin excesivas desviaciones por los precios cobrados por los operadores a los consumidores de estos servicios de transporte, el Coste Generalizado Privado calculado será común y válido para estos dos agentes del mercado. Sin embargo, el hecho de que las empresas ferroviarias hayan sido siempre muy reacias a proporcionar datos sobre los costes de cada uno de los factores productivos que intervienen en la generación de este servicio de transporte ferroviario, hace sospechar la existencia de algunos casos de diferencias entre el precio que deben abonar los consumidores del servicio de transporte y los costes generados por dicha actividad.

Esta escasez de información en los componentes de coste para el transporte ferroviario de mercancías es común en todo el ámbito europeo, si bien la estructura de costes no es esencialmente diferente de unos países a

otros. De forma paralela en el caso del transporte por carretera, el pretexto de la confidencialidad comercial de cada uno de los componentes de costes utilizado por las empresas de transporte puede encubrir una diferencia relevante entre los costes inherentes al proceso de producción del servicio de transporte y el precio abonado por el consumidor del mismo.

4.- En el transporte ferroviario de mercancías el ámbito de los costes va referido al régimen de vagón completo e intermodal, siempre en el caso de trenes completos. No se han contemplado costes de los transportes en régimen de vagón disperso o aislado, ni de carga fraccionada, dado que la explotación en España del régimen de vagón aislado es prácticamente nula. Para el caso del transporte por carretera dada la complejidad de situaciones y variedad de posibilidades se ha optado por contemplar aquellos vehículos cuyas cargas tengan una mayor posibilidad de ser transportada por el ferrocarril, de manera que sea posible una comparación de costes generalizados, en la medida en que el consumidor del servicio de transporte tenga opciones reales de elegir entre un modo u otro para el transporte de su carga.

5.- Para cada servicio ferroviario existe un tipo de material rodante más apropiado dadas sus prestaciones, capacidad o costes. En la práctica del transporte ferroviario de mercancías se utilizan tanto locomotoras<sup>36</sup> eléctricas (LE) serie 269, como locomotoras diesel (LD) serie 319, en los dos casos con vagones con una carga máxima por eje de 20 toneladas. Conviene señalar además que los nuevos operadores ferroviarios de mercancías parecen decantarse por máquinas de tracción diesel con bajos costes de explotación y mantenimiento y velocidades máximas entre 100 y 120 kilómetros por hora. En relación con el material rodante que se ha tomado como referencia para el cálculo de costes, se han adoptado como tipo, locomotoras tanto de tracción diesel como de tracción eléctrica, que remolcan trenes tipo de 800 toneladas (composiciones de 9 vagones de 90 toneladas de carga aproximadamente)<sup>37</sup> por líneas ferroviarias de perfiles medios. Esta cifra está en consonancia con el peso bruto medio de los

---

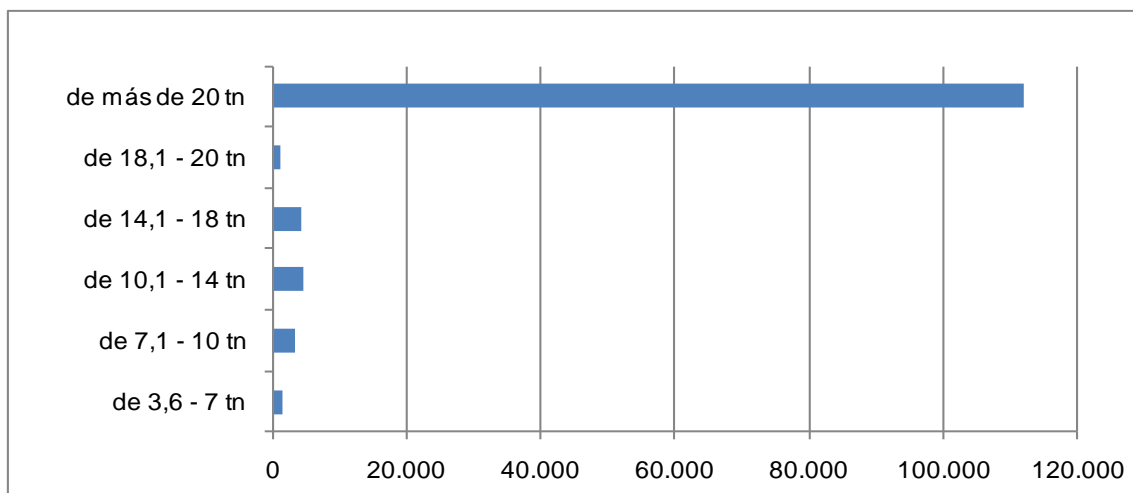
<sup>36</sup> En el transporte de mercancías se emplean únicamente trenes convencionales formados por locomotora y coches, no trenes autopropulsados o automotores.

<sup>37</sup> Para asegurar la circulación de un tren medio de 9 vagones, se requieren 9,9 vagones, dado que un 10% son reemplazo.

trenes en el año 2007, que fue de 785 toneladas.<sup>38</sup> La carga neta media utilizada es de 307 T. En el transporte ferroviario un 45% de la carga corresponde a la estructura porteadora y contenedores. En el caso de la carretera un 25% del peso de la carga total corresponde a los embalajes y otros materiales, entre ellos los contenedores.

6.- En el caso del transporte interior de mercancías por carretera, es importante destacar que, tal y como se recoge en el gráfico siguiente, un 88,14% de las toneladas-kilómetro por carretera son transportadas por camiones de más de 20 toneladas. El siguiente intervalo en importancia es el de 10,1-14 toneladas con sólo un 3,58% del total de toneladas-kilómetro transportadas por carretera. Por tanto será con este tipo de camiones de mayor carga con los que especialmente se realizará el análisis comparativo de coste generalizado privado.

Gráfico10: Transporte de mercancías por carretera en función de la capacidad de carga



*Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Encuesta Permanente del Transporte de Mercancías por Carretera (Ministerio de Fomento, 2013)*

Sin perjuicio de lo comentado anteriormente, y dado que la variabilidad de los costes entre la gran gama de vehículos existente es muy elevada, en este modelo CGP se consideran cinco tipos de camiones de carga general y otros dos de carga especializada. En concreto los tipos de vehículos, cargas

<sup>38</sup> De ellas 697 corresponderían a las toneladas remolcadas y 88 al peso del motor (en el caso de la LE serie 269) y 675 a las toneladas remolcadas y 110 al peso del motor (para la LD serie 319).

útiles, Masas Máximas Autorizadas (MMA), kilometrajes anuales estimados (en función del tipo de vehículo) y referencias cortas de cada tipo, utilizados para el cálculo de los costes generalizados se recogen en el cuadro siguiente.

Cuadro 12: Tipos de vehículos de transporte por carretera introducidos en el modelo.

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Carga Útil (Kg)</b>	<b>MMA (kg)</b>	<b>Kilometraje (Km/año)</b>	<b>Referencia</b>
Articulado carga general	25.000	40.000	120.000	CG 25
Rígido carga general	16.000	26.000	95.000	CG16
Rígido carga general	9.500	18.000	90.000	CG 9,5
Rígido furgoneta - 2 ejes	6.000	12.000	70.000	R/F 6
Furgoneta	1.500	3.000	50.000	F 1,5
Articulado portacontenedor	26.250	44.000	100.000	Cont. 26,25
Articulado graneles	24.000	40.000	120.000	Gran. 24

*Fuente: Elaboración Propia*

7.- De manera coherente con la perspectiva de costes adoptada, la del operador, los costes corrientes (mantenimiento) y de capital (amortización de la construcción y costes financieros) de la infraestructura, además de los costes de gestión del tráfico solamente serán tenidos en cuenta en la medida en que el gestor de la infraestructura ferroviaria denominada “Red Ferroviaria de Interés General”, i.e. ADIF, los repercuta a los operadores ferroviarios a través de Tasas, Cánones y Tarifas. En este sentido la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario señala que debe regir el principio general de viabilidad económica de la infraestructura, explotación eficaz, situación del mercado y equilibrio financiero en la prestación de los servicios. Esta Ley establece para cada componente del canon por utilización de las líneas ferroviarias de la Red de Interés General qué costes se deben cubrir:

- Canon de Acceso: supone repercutir los costes de los procesos de gestión administrativa vinculados a la relación del gestor de la infraestructura con los operadores.
- Canon por Reserva de Capacidad: para repercutir en los operadores los costes fijos de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura.

- Canon de Circulación: repercutiéndose en los operadores los costes variables de mantenimiento, explotación y gestión de la infraestructura.
- Canon por Tráfico: implica repercutir los costes de amortización del inmovilizado, de carácter financiero y aquellos que resultasen necesarios para garantizar el desarrollo razonable de las infraestructuras.

En relación con su aplicación en el transporte de mercancías, destaca en primer lugar que uno de los parámetros aplicados para la obtención de las diferentes tarifas como es el periodo horario se aplica de un modo especial en el caso del transporte de mercancías<sup>39</sup> y en segundo que el Canon por Tráfico únicamente afecta a los trenes de pasajeros. De este sistema resulta que la tarifa media equivalente medida en €/km es un 48,2% superior en el caso del transporte ferroviario de pasajeros respecto al coste equivalente del tren de mercancías.

8.- Tal y como se ha comentado en la presentación del modelo de Coste Generalizado, el tiempo juega un papel fundamental en la utilización del mismo. De manera que es necesario emplear valoraciones unitarias del tiempo de transporte de mercancías por carretera y por ferrocarril que permitan calcular costes generalizados homogéneos y comparables entre los dos modos. En este sentido cabe señalar la existencia de muy escasos estudios sobre valoraciones monetarias de tiempos de trayecto atendiendo a los diferentes modos de transporte.

Para el ámbito de estudio geográfico español y el segmento del transporte de pasajeros uno de los más utilizados es el elaborado por el antiguo Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT, 1991). Dado que se trata de un dato con demasiada antigüedad y que desafortunadamente no ha sido objeto de una actualización periódica, en el presente trabajo se ha optado por utilizar unos valores de tiempo empleados en estudios

---

<sup>39</sup> En los servicios de mercancías sólo será de aplicación el período punta (el que da lugar a la tarifa más elevada) en la distancia de los 100 km anteriores a los núcleos urbanos de Madrid, Barcelona, Valencia y Bilbao. Al resto del trayecto les será de aplicación el período normal o valle.



desarrollados en el ámbito de la UE (véase Comisión Europea, 2006)<sup>40</sup> y cuya utilización es recomendada en trabajos que fijan referencias para la cuantificación de los costes en proyectos de evaluación económica como Betancor et al. (2009). Para España los valores en euros de 2002 por Tonelada transportada por una hora de trayecto y con valoraciones a coste de factores son los siguientes:

Cuadro 13. Valoraciones monetarias del tiempo de trayecto introducidas en el modelo.

<b>Variable / modo</b>	<b>Carretera</b>	<b>Ferrocarril</b>
Euro/hora por T transportada	2,84	1,17
Euro/min por T transportada	0,0473	0,0195

Fuente: *Elaboración Propia*

Hay que destacar la enorme diferencia existente entre estos valores y los obtenidos en ese mismo estudio para el transporte de pasajeros, aproximadamente 9,20 € por pasajero y hora para ambos modos (carretera y ferrocarril).

9.- El dato de las velocidades medias es igualmente necesario para su aplicación en el modelo de Coste Generalizado, a los efectos de calcular el tiempo empleado por cada uno de los modos y vehículos para cada recorrido. En este sentido, dado que no se adopta un trayecto de referencia en particular sobre el que aplicar los costes generalizados, se introduce la longitud del trayecto como variable de control del modelo, calculando el coste generalizado para trayectos mínimos de 200 kilómetros y máximos de 600 kilómetros.<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Se trata de los VTTS (*value of travel time savings*) calculados en el documento *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*, cuya última revisión data de 2006

<sup>41</sup> Esta acotación en la longitud de los trayectos considerados se basa en dos circunstancias: 1.- el recorrido medio de las mercancías transportadas en 2011 por todos los operadores que realizan transportes en la red fue de 398,2 kilómetros, frente a los 400,1 kilómetros alcanzados en 2010, 400 km es el punto intermedio entre los dos extremos considerados, 2.- los costes calculados para los vehículos de transporte de mercancías por carretera tienen como hipótesis una circulación mínima por trayecto de 200 kilómetros. Por otro lado la adopción de un trayecto concreto sobre el que realizar el estudio iría en contra de la pretendida generalidad aplicativa de los resultados obtenidos. Para el modo ferroviario se omiten los trayectos y la manipulación adicional en que se podría incurrir si la mercancía no se encontrase en la terminal ferroviaria de mercancías.

Para la velocidad media del modo ferroviario se emplea el dato proporcionado por el Observatorio del Ferrocarril en España en su informe de 2012, según el cual la velocidad media de los trenes de mercancías en España en 2011 fue de 55,6 km/h, calculada como media ponderada de los trenes de los diferentes operadores. En dicha media la gran cuota relativa correspondiente a RENFE hace que la velocidad de sus trenes tenga mucha influencia (55,4 km/h en 2011, frente a 56,9 km/h de los operadores privados).

Este dato parece además contar con cierta estabilidad dado que en el año 2005 se situó en 54,21 km/h, 2006 en 54,5 km/h, 2007 y 2008 en 54,3 km/h y en 2009 y 2010 en 54,8 km/h. En el caso del transporte por carretera se adopta una velocidad comercial media, considerando una congestión vial estándar, según el tipo de vehículo: *articulados* (CG 25, Cont.26, Gran.24) 80 km/h; *rígidos* (CG 16, CG 9,5) 85 km/h, *intermedio* (R/F6) 90 km/h y *furgoneta* (F 1,5) 95 km/h.

Cabe señalar en último lugar que se ha optado por emplear en el modelo los datos más actualizados de cada una de las variables empleadas, el lugar de recurrir a las medias de las variables de los últimos años, que podría ser otra opción igualmente válida. El único inconveniente de la opción elegida es la utilización en el modelo de datos que pueden estar medidos con uno o dos años de diferencia, sin embargo existe la garantía de que son los últimos publicados y por tanto los costes resultantes serán la mejor estimación de los costes que tienen lugar a fecha de hoy.

Como resumen de las hipótesis anteriores las estructuras de costes utilizadas en el cálculo para cada modo se recogen en el siguiente cuadro.

Cuadro 14: Resumen de hipótesis sobre los costes recogidos en el modelo.

<b>TIPO DE COSTE</b>	<b>TRANSPORTE POR CARRETERA</b>	<b>MODO FERROVIARIO</b>
<b>COSTES VARIABLES (POR KILÓMETRO RECORRIDO)</b>		
<i>Costes de Tracción</i>	Combustible	Combustible propio (LD) Tarifa eléctrica ADIF (LE)
<i>Mantenimiento</i>	Incluye neumáticos y reparaciones	De locomotoras (LD y LE) y vagones
<i>Peajes</i>	En función del % de km en los que se paga peaje	<u>No aplicables</u>
<i>Cánones y tarifas por servicios ACA</i>	<u>No aplicables</u>	Excepto tarifa eléctrica
<i>Dietas del personal</i>	En función de los kilómetros recorridos	<u>Se incluyen como costes fijos</u>
<b>COSTES FIJOS (INDEPENDIENTES DE LOS KILÓMETROS RECORRIDOS)</b>		
<i>Personal de conducción</i>	Coste conductor sin dietas	Retribución, costes sociales y dietas del maquinista
<i>Amortización</i>	Cuotas constantes	De locomotoras (LD y LE) y vagones
<i>Financiación</i>	Interés, Euribor a un año	De locomotoras (LD y LE) y vagones

Fuente: Elaboración Propia

#### **SECCIÓN II.4.- MODELO DE COSTE GENERALIZADO PRIVADO (CGP)**

Una vez planteadas las hipótesis anteriores se calculan en esta sección cada uno de los componentes del Coste Generalizado privado, distinguiendo entre el Coste del Tiempo de Trayecto, por una parte, y Costes Variables y Costes Fijos, por otra.

Empezando por el coste monetario del tiempo de viaje, a partir de las valoraciones monetarias unitarias del tiempo, velocidades medias y recorridos (se toman como ejemplos únicamente los casos de los trayectos de 200 y 600 kilómetros) expuestos en las hipótesis, se llega a los siguientes resultados.

Cuadro 15: Coste del Tiempo de Trayecto en el modelo CGP.

<b>COSTE DEL TIEMPO DE TRAYECTO</b>					
	<b>ARTICULADOS</b>	<b>RÍGIDOS</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>FURGONETA</b>	<b>FERROCARRIL</b>
<i>Velocidad media</i>	80 km/h	85 km/h	90 km/h	95 km/h	54,4 km/h
<b>TRAYECTO DE 200 KILÓMETROS</b>					
<i>Tiempo (min)</i>	150 minutos	141,1 minutos	133,3 minutos	126,3 minutos	220,6 minutos
<i>C. T. T.</i>	150*0,0473 = <b>7,09 €/T</b>	141,1*0,0473 = <b>6,67 €/T</b>	133,3*0,0473 = <b>6,30 €/T</b>	126,3*0,0473 = <b>5,97 €/T</b>	220,6*0,0195 = <b>4,30 €/T</b>
<b>TRAYECTO DE 600 KILÓMETROS</b>					
<i>Tiempo (min)</i>	450 minutos	423,5 minutos	400 minutos	379 minutos	661,76 minutos
<i>C. T. T.</i>	450*0,0473 = <b>21,28 €/T</b>	423,5*0,0473 = <b>20 €/T</b>	400*0,0473 = <b>18,92 €/T</b>	379*0,0473 = <b>17,92 €/T</b>	661,76*0,0195 = <b>12,90 €/T</b>

Fuente: Elaboración Propia

De estos resultados se deduce que el coste monetario del tiempo empleado por el ferrocarril en el transporte de mercancías supone solamente entre un mínimo de un 60,6% (vehículos articulados) y un máximo de un 72% (furgoneta) del coste monetario del tiempo empleado por el transporte por carretera, con una diferencia máxima de 8,38 €/T para el recorrido más largo considerado en el presente estudio, el de 600 kilómetros, lo que suponen 0,0139 €/Km. Es importante destacar que estas diferencias en términos de coste monetario del tiempo de trayecto, se producen aun cuando existe una clara disparidad en términos de velocidades medias entre ambos modos de transporte a favor del transporte por carretera (en todos sus vehículos). Esto lleva inmediatamente a señalar la enorme relevancia que tiene la valoración monetaria del tiempo en el cálculo de los Costes de Tiempo de Trayecto.

En relación con los costes variables y fijos de cada uno de los modos, dadas las hipótesis de partida, se indican en la siguiente tabla los datos de costes intermedios tenidos en cuenta para el cálculo.

Cuadro 16: Costes intermedios en cálculo de costes variables y fijos en el modelo CGP.

TIPO DE COSTE	TRANSPORTE POR CARRETERA	MODOS FERROVIARIO
<b>COSTES VARIABLES (POR KILÓMETRO RECORRIDO)</b>		
<i>Costes de Tracción</i>	-Precio del gasóleo en surtidor: 0,86 €/l -Consumo medio: según vehículo	-Precio gasóleo trac. ferrov.: 0,41 €/lit <sup>42</sup> -Consumo medio: 4,5 lit/Km -Tarifa 2009: 2,45 €/1000 TKbr
<i>Mantenimiento</i>	-Coste según tipo de vehículo	-Produc. media locom. 100.000 km/año -Produc. media vagón 40.000 km/año
<i>Peajes</i>	-Coste medio del peaje según vehículo	<u>No aplicables</u>
<i>Cánones y tarifas por servicios ACA</i>	<u>No aplicables</u>	-Canon de acceso: 0,062 €/km tren <sup>43</sup> -Canon reserva capacidad: 0,05€/km y 0,32€/km en las cercanías de los núcleos -Canon de circulación: 0,06 €/km
<i>Dietas del personal</i>	-Coste medio de dieta según vehículo	<u>Se incluyen como costes fijos</u>
<b>COSTES FIJOS (INDEPENDIENTES DE LOS KILÓMETROS RECORRIDOS)</b>		
<i>Personal de conducción</i>	-Coste conductor: 28.470,14 €/año	-Coste total del maquinista: 96.200 €/año -Producción media: 40.000 Km/año
<i>Amortización</i>	-Precios de venta, valores residuales y vidas útiles según tipo de vehículo	-Coste adquisición locomotoras: 3M €, -Coste adquisición vagones: 1.188.000 € -Plazo amortización, vida útil: 25 años
<i>Financiación</i>	-Euribor a un año: 2,622% diferenc.: 2% -Periodo de devolución: 5 años -Cuantía del precio a financiar: 70% <sup>44</sup>	-Tipo de interés anual: 5% -Periodo de devolución: 12 años -Cuantía del precio a financiar del 50%

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta todas las hipótesis y datos intermedios analizados anteriormente se obtienen los siguientes cuadros de resultados por modo de transporte.

<sup>42</sup> Basado en la evolución del índice PLATT y los contratos de aseguramiento del administrador de la red ferroviaria. No incluye los costes de gestión y dispensación que carga el administrador a los operadores.

<sup>43</sup> Se supone un nivel de tráfico de 1 millón de km-tren/año. Una barrera de entrada se presenta para un pequeño operador que sólo explotara 40.000 km-tren/año, este canon se elevaría hasta 1,56 €/km.

<sup>44</sup> Salvo en el caso de la furgoneta que es del 100%.

Cuadro 17: Resultados de costes variables y fijos para el modo ferroviario. CGP

<b>MODO FERROVIARIO. COSTES VARIABLES</b>	
<i>Costes de Tracción</i>	Locomotora diesel: <b>1,84</b> €/ km-tren Locomotora eléctrica: <b>1,96</b> €/km/tren
<i>Mantenimiento</i>	Locomotora diesel: <b>2</b> €/km; Locomotora eléctrica: <b>0,9</b> €/km Vagones: <b>0,89</b> €/km-tren
<i>Cánones / tarifas servicios ACA</i>	<b>0,26</b> €/km tren (un 30% de producción en cercanías núcleos urbanos)
<b>MODO FERROVIARIO. COSTES FIJOS</b>	
<i>Personal de conducción</i>	<b>2,4</b> €/km tren
<i>Amortización</i>	Locomotora: <b>1,08</b> €/km; Vagones: <b>1,188</b> €/km-tren
<i>Financiación</i>	Locomotora: <b>0,21</b> €/km; Vagones: <b>0,19</b> €/km - tren
<b>COSTE TOTAL</b>	Locomotora diesel: <b>10,058</b> €/km – tren Locomotora eléctrica: <b>9,078</b> €/km – tren

Fuente: Elaboración Propia

En el modo ferroviario la principal componente de gasto corresponde al personal de conducción, un 23,86% del gasto total para trenes propulsados por locomotoras diesel y un 26,43% en el caso de locomotoras eléctricas.

El coste de tracción es otro componente importante del gasto generado por este modo alcanzando un 21,59% en el caso de locomotora eléctrica y un 18,29% en el caso del diesel, si bien el coste de mantenimiento tiene una participación superior en este último caso (19,88% frente al 9,91% de la locomotora eléctrica).

Es destacable la alta sensibilidad de la estructura de gastos del tren con tracción diesel a la variación, por otro lado frecuente, del precio del combustible. En concreto, considerando un precio del gasóleo para tracción ferroviaria en España de 0,6 € / litro, (precio de referencia del pasado año) la participación de dicho coste en el nuevo coste total (que ascendería a 10,918 €/km – tren) pasaría a ser del 24,73%.

Cuadro 18: Resultados de costes variables y fijos para el modo Carretera. CGP

Unidad: € / km - T	<b>MODO CARRETERA POR TIPO DE VEHÍCULO (POR REFERENCIA)</b>						
<b>COSTES VARIABLES</b>	<b>CG 25</b>	<b>CG 16</b>	<b>CG 9,5</b>	<b>R/F 6</b>	<b>F 1,5</b>	<b>Cont. 26,25</b>	<b>Gran. 24</b>
<i>Costes de Tracción</i>	0,277	0,216	0,187	0,141	0,086	0,277	0,277
<i>Mantenimiento</i>	0,100	0,076	0,057	0,047	0,041	0,109	0,103
<i>Peajes</i>	0,014	0,012	0,012	0,008	0	0,014	0,014
<i>Dietas del personal</i>	0,116	0,134	0,109	0,120	0,049	0,110	0,100
<b>COSTES FIJOS</b>	<b>CG 25</b>	<b>CG 16</b>	<b>CG 9,5</b>	<b>R/F 6</b>	<b>F 1,5</b>	<b>Cont. 26,25</b>	<b>Gran. 24</b>
<i>Personal conducción</i>	0,237	0,299	0,316	0,406	0,569	0,285	0,237
<i>Amortización</i>	0,116	0,067	0,051	0,042	0,040	0,098	0,120
<i>Financiación</i>	0,016	0,008	0,006	0,005	0,007	0,013	0,016
<b>COSTES TOTALES</b>	<b>0,876</b>	<b>0,812</b>	<b>0,738</b>	<b>0,769</b>	<b>0,792</b>	<b>0,907</b>	<b>0,867</b>

Fuente: Elaboración Propia

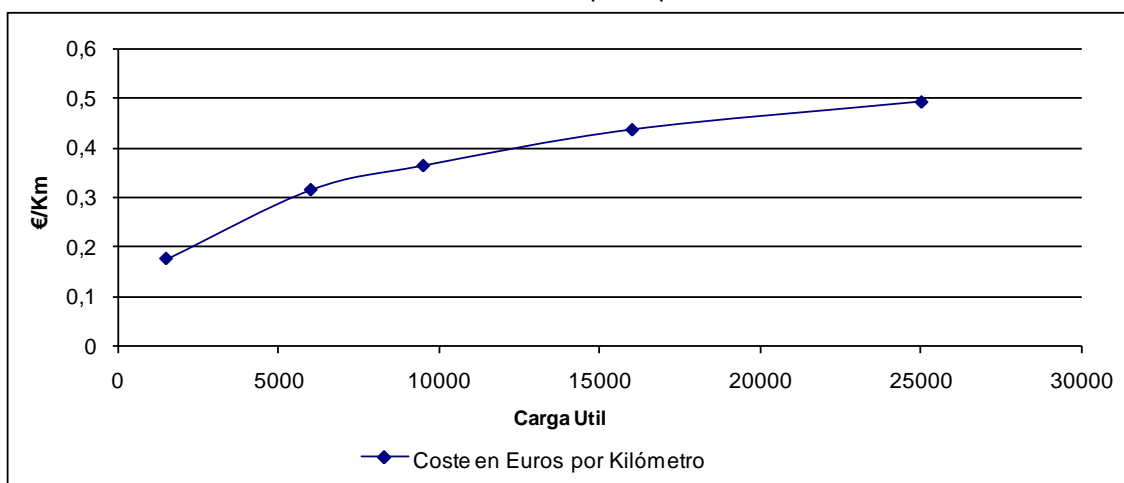
En el modo del transporte por carretera los costes con una participación mayor en el coste total son, al igual de lo que sucedía con el modo ferroviario, el coste de combustible (tracción) cuya importancia relativa alcanza desde un 31,95% y 31,62% de los camiones de graneles y carga general de 25 T respectivamente hasta tan sólo un 10,86% de la furgoneta y el coste del personal de conducción que va desde un 71,84% de la furgoneta hasta tan sólo un 27,33% y 27,05% de los camiones de graneles y carga general de 25 T respectivamente. Nuevamente en este modo se observa el fenómeno de la alta influencia de los precios del gasóleo en surtidor sobre el volumen y la estructura de los costes totales, dada además su enorme variabilidad. En este sentido, con los precios de referencia del año anterior del gasóleo en surtidor (1,11 € / litro), los costes totales de los dos vehículos con un mayor peso del coste de combustible en sus costes totales pasarían a ser de 0,92 € / km-T y de 0,929 € / km-T, en los camiones de graneles y carga general de 25 T respectivamente, con nuevos pesos relativos del coste de combustible del 37,3% y del 36,4% respectivamente.

Otro aspecto a destacar, atendiendo al tipo de vehículo, es el efecto de las economías de escala sobre los costes variables (aquellos dependientes de los kilómetros recorridos). En este sentido conforme se incrementa la carga útil transportada por la utilización de vehículos de mayor capacidad, el incremento que experimentan los costes variables unitarios va siendo cada vez menor,

hasta el límite del paso al vehículo articulado de carga general de 25 Toneladas, vehículo de carga general con mayor capacidad de entre los considerados. Este fenómeno tiene una consecuencia importante sobre la denominada “ruptura de carga”, dado que desde el punto de vista de los costes variables es más eficiente el transporte de cargas elevadas realizado en el menor número de vehículos posibles. En este sentido un servicio de transporte realizado en dos vehículos diferentes con la mitad de carga cada uno supone un sobrecoste respecto a la opción de transportar toda la carga en un solo vehículo.

Gráficamente se constata como la curva de costes variables unitarios en función de la carga útil del tipo de vehículo empleado tiene lógicamente una pendiente positiva, pero inferior a la unidad ( $45^\circ$ ), lo que denota el mencionado efecto de incrementos cada vez menores de los costes variables conforme aumenta la carga útil.

Gráfico 11: Costes variables unitarios del transporte por carretera



Fuente: *Elaboración propia*

La tabla resumen de los costes generalizados calculados por modos de transporte y por tipos de vehículo atendiendo únicamente a los trayectos más corto (200 Km) y largo (600 Km) de entre todos los considerados, quedaría de la manera que a continuación se expone, siendo “LD” (tren propulsado por locomotora diesel), “LE” (tren propulsado por locomotora eléctrica) y el resto de referencias cortas, las utilizadas anteriormente para los diferentes vehículos



considerados en el transporte por carretera. De su análisis se desprende la mayor eficiencia del modo ferroviario frente al transporte por carretera en términos de Coste Generalizado Privado, sobre todo en el trayecto más largo y los pobres resultados que presentan los vehículos con menor carga útil, que pese a alcanzar unas velocidades medias superiores y por tanto unos Costes Tiempo Trayecto menores, sus altos costes directos relativos lastran sus CGP.

Cuadro 19: Resultados de Costes Generalizados por modo de transporte. Modelo CGP

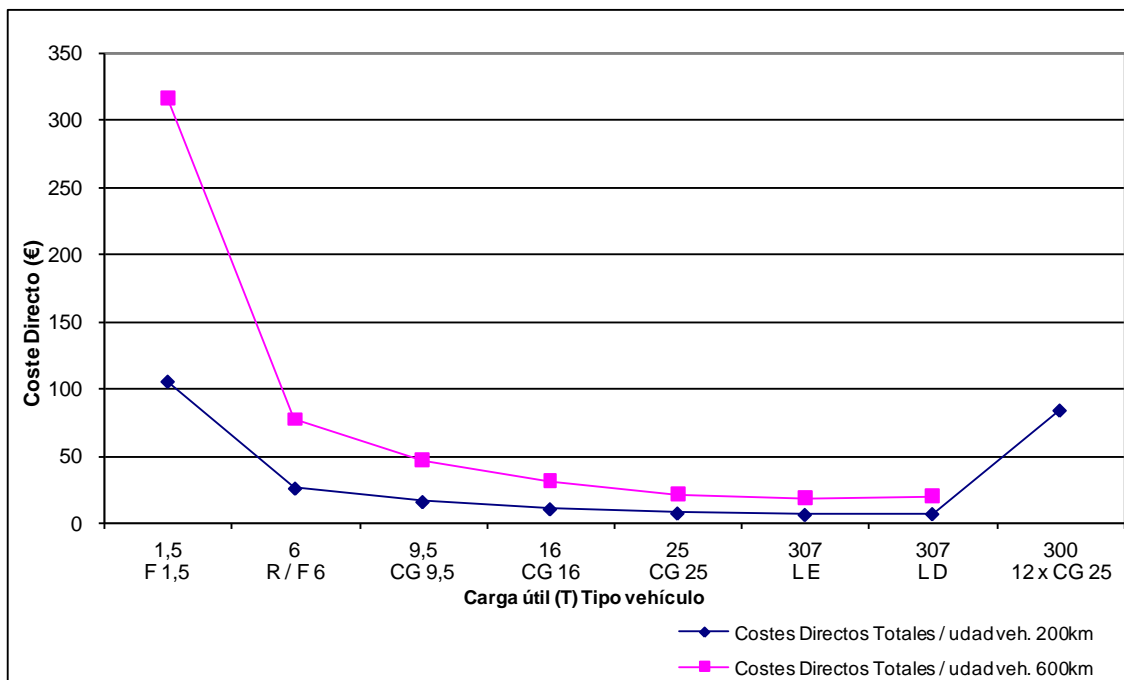
<b>COSTES GENERALIZADOS POR MODOS Y DISTANCIAS</b>									
<i>Para un trayecto de 200 kilómetros. Coste unitario por tonelada neta transportada (€ / T).</i>									
Tipo de vehículo	<i>L D</i>	<i>L E</i>	<i>CG 25</i>	<i>CG 16</i>	<i>CG 9,5</i>	<i>R/F 6</i>	<i>F 1,5</i>	<i>Cont.26,25</i>	<i>Gran. 24</i>
<b>COSTE TIEMPO</b>	4,30	4,30	7,09	6,67	6,67	6,30	5,97	7,09	7,09
<b>COSTE DIRECTO</b>	6,54	5,92	7	10,14	15,54	25,62	105,6	6,9	7,22
<b>COSTE GENERAL.</b>	<b>10,84</b>	<b>10,22</b>	<b>14,09</b>	<b>16,81</b>	<b>22,21</b>	<b>31,92</b>	<b>111,57</b>	<b>13,99</b>	<b>14,31</b>
<i>Para un trayecto de 600 kilómetros. Coste unitario por tonelada neta transportada (€ / T)</i>									
Tipo de vehículo	<i>L D</i>	<i>L E</i>	<i>CG 25</i>	<i>CG 16</i>	<i>CG 9,5</i>	<i>R/F 6</i>	<i>F 1,5</i>	<i>Cont.26,25</i>	<i>Gran. 24</i>
<b>COSTE TIEMPO</b>	12,90	12,90	21,28	20	20	18,92	17,92	21,28	21,28
<b>COSTE DIRECTO</b>	19,62	17,76	21	30,42	46,62	76,86	316,8	20,7	21,62
<b>COSTE GENERAL.</b>	<b>32,52</b>	<b>30,66</b>	<b>42,28</b>	<b>50,42</b>	<b>66,62</b>	<b>95,78</b>	<b>334,72</b>	<b>41,98</b>	<b>42,94</b>

Fuente: Elaboración propia

Atendiendo a los Costes Directos Totales incurridos en la prestación de un servicio de transporte de mercancías destaca que los costes por unidad de vehículo contratado son claramente superiores en el caso del transporte por ferrocarril, debido sobre todo a la mayor carga útil que permite este modo por unidad de vehículo. En este sentido para cargas pequeñas siempre será más rentable el modo de transporte por carretera, pero si el volumen de la carga transportada se acercase a la carga útil ofrecida por el modo ferroviario esta opción es claramente más beneficiosa que la prestación del servicio de transporte a partir de unidades adicionales de vehículos de transporte por carretera.

Así por ejemplo el servicio de (12) vehículos articulados de carga general, para obtener una carga útil de 300 Toneladas en un trayecto de 200 km supone incurrir en unos costes (84 €) superiores a la prestación del servicio mediante un tren con tracción diesel (10,058 €) o con tracción eléctrica (9,078 €), ambos con cargas netas medias de 307 Toneladas (véase Gráfico 12).

Gráfico 12: Costes Directos Totales por unidad de vehículo para ambos modos. CGP.

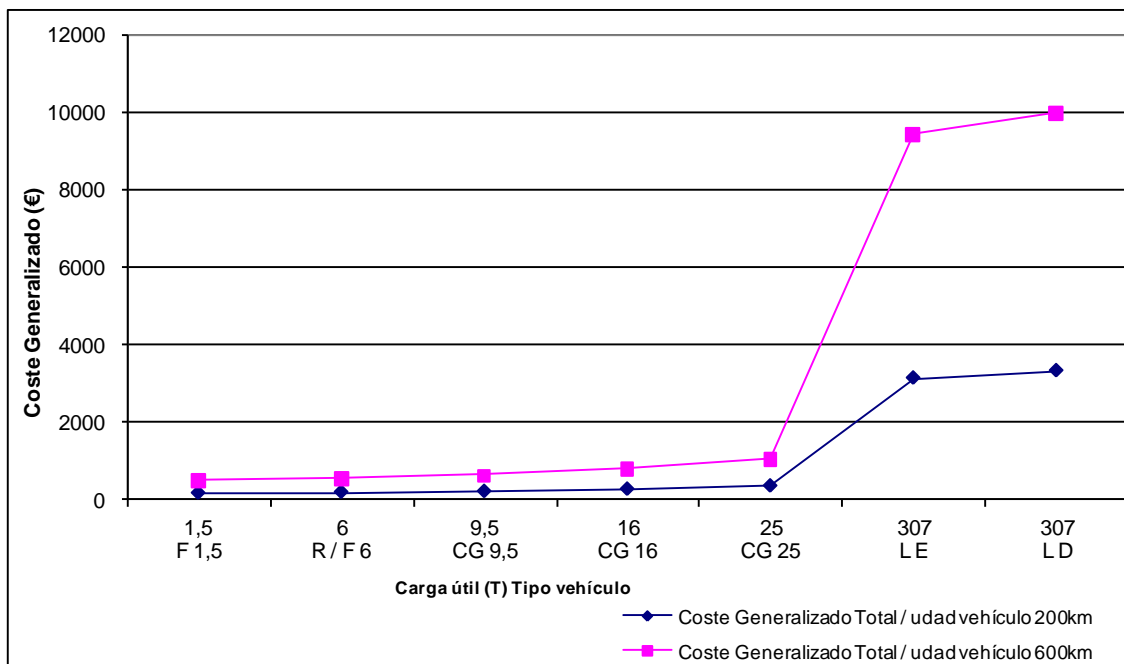


Fuente: Elaboración propia

La influencia de estos mayores Costes Totales por unidad de vehículo propios del modo ferroviario se vuelve a presentar cuando lo que se analizan son los Costes Generalizados Totales por unidad de vehículo, que incluyen los costes por tiempo de trayecto. A la vista de esta variable se observan unas mayores diferencias de costes a favor del transporte por carretera en términos absolutos para el trayecto de 600 km., que se reducen para el caso del trayecto de 200 km., ya que en este caso las diferencias en términos de costes en tiempo de trayecto entre los dos modos considerados son lógicamente menores.

En términos relativos las diferencias porcentuales del peso que tienen los costes del modo de transporte por carretera en los del ferroviario se mantienen para los dos trayectos considerados. Queda reflejado igualmente en esta variable el efecto comentado anteriormente de unos mayores Costes Directos Totales en el modo ferroviario provocados por el mayor coste que supone el movimiento de un tren mucho más pesado y con capacidad de carga superior.

Gráfico 13: Costes Generalizados Totales por unidad vehículo para ambos modos. CGP



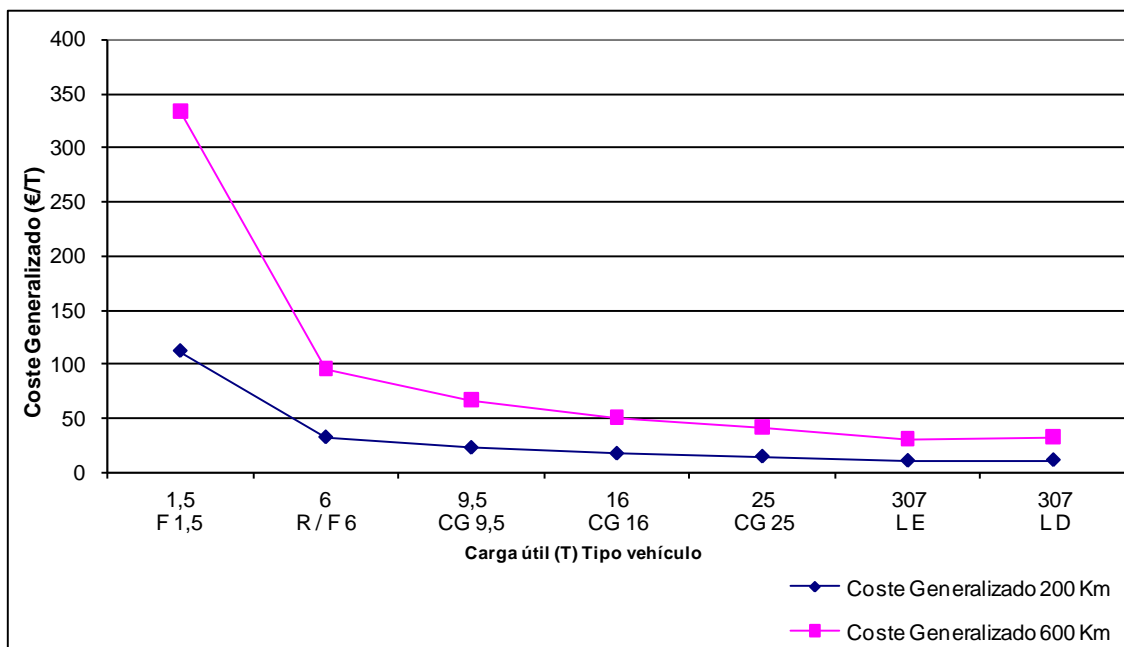
Fuente: Elaboración propia

La principal causa de las diferencias en los Costes Generalizados por unidad de vehículo, reside en el diferente volumen de carga de cada tipo de vehículo, muy superior en el caso del modo ferroviario. De manera que la prestación de un servicio de transporte de mercancías que suponga una carga útil de 225 Toneladas o más, (lo que implicaría la intervención de 9 o más vehículos CG 25), sería más eficiente, en términos de Costes Generalizados, operarlo a través del modo ferroviario, con tracción eléctrica, en lugar de con el transporte por carretera, como consecuencia de los importantes efectos sobre los costes que provoca la “ruptura de carga”. Así la intervención de 9 vehículos CG 25 para un trayecto de 200 km supondría incurrir en un Coste Generalizado de 3.170,25 €, frente a los 3.137,54 € del tren con locomotora eléctrica y los 3.327,88 € del tren con tracción diesel. En el caso del trayecto de 600 Km., la opción de 9 vehículos CG 25 supondría un desembolso de 9.513 €, frente a los 9.412,62 € del tren con locomotora eléctrica y los 9.983,64 € del tren con tracción diesel.

Si se analiza una variable relativa en función de las toneladas transportadas, como es el Coste Generalizado Unitario, se observan claras

diferencias a favor del modo ferroviario como consecuencia de los considerables efectos de economía de escala que se producen en el transporte ferroviario de mercancías, gracias sobre todo a su mayor capacidad de carga. En el modo del transporte por carretera (y por ende en el total de los vehículos) sin embargo, destaca que el mayor Coste Generalizado Unitario lo presenta el vehículo con una menor carga útil de los considerados, la furgoneta con una carga útil de 1,5 T, lo que parece indicar la existencia igualmente de efectos de economías de escala dentro de este modo de transporte de mercancías.

Gráfico 14: Costes Generalizados Unitarios por tipo de vehículo para ambos modos. CGP



Fuente: Elaboración propia

En general de los resultados de los Costes Generalizados obtenidos se desprende que, al igual de lo que sucede con el transporte de pasajeros, aunque en un grado menor en el caso del transporte de mercancías, el tiempo y por lo tanto la velocidad de transporte, constituyen un factor determinante en el Coste Generalizado Unitario, dado que el componente de coste por tiempo de trayecto supone normalmente una parte equivalente al 50% del coste generalizado, salvo en los vehículos de menor carga útil.

Si a la vista del modelo desarrollado hasta ahora se ha observado que los costes del tiempo de trayecto y que los costes monetarios directos no son

variables que puedan explicar una brecha tan abrumadora a favor de la cuota modal que presenta el transporte de mercancías por carretera frente al ferrocarril, como la que ya fue analizada en el capítulo I, deben existir otras razones que expliquen de algún modo dicha diferencia.

En la presentación del modelo, *apartado II.2*, se ha comentado en el plano teórico la existencia de unos costes adicionales denominados costes de incertidumbre que se basan en la existencia o no, de previsibilidad y certidumbre sobre los tiempos estimados de viaje. Dichos costes de incertidumbre están inversamente relacionados con la calidad del servicio de transporte suministrado.

La medición de dichos costes puede ser llevada a cabo mediante la variable puntualidad, o de manera más precisa, a través de la diferencia entre el compromiso de puntualidad adquirido a la hora de concretar las condiciones del servicio y la puntualidad efectivamente alcanzada una vez se ha finalizado el mismo.

En este sentido hay que destacar que los trenes de mercancías han sido tradicionalmente discriminados frente a la preferencia que se les otorga a los de pasajeros en la ordenación de la circulación. Así en los cuellos de botella de la red ferroviaria son penalizados con infinitas paradas, dando prioridad al tráfico de pasajeros y haciendo inviable cualquier compromiso de puntualidad adquirido con anterioridad. De forma simplificada la operativa de circulación ferroviaria sería la siguiente: si un tren de pasajeros llega tarde, el tren de mercancías ha de detenerse y desviarse de su ruta en los apeaderos, con el fin de dejar paso al primero, lo que supone un retraso que en el caso de que esta situación vuelva a producirse se va acumulando, hasta hacer inviable llegar al destino en el horario previsto.

Las cifras de cualquier variable que trate de medir la puntualidad de los trenes de mercancías son muy diferentes en función de las fuentes manejadas, dada su altísima sensibilidad comercial y la disparidad de criterios de medición. Sirva sin embargo señalar algunos datos muy reveladores:

- Sobre la base de la baja velocidad efectiva de los trenes de mercancías cuando circulan y sobre todo de los costes de incertidumbre antes

mencionados, materializados en sustanciales retrasos, que tan negativamente afectan a la circulación de las mercancías, se ha llegado a calcular una velocidad media de circulación de los trenes de mercancías de tan sólo 15-20 kilómetros/hora.<sup>45</sup>

- Según las estadísticas de la Unión Internacional del Transporte Combinado Ferrocarril – Carretera (UIRR), en 2006 sólo el 53% de los trenes de transporte combinado llegaban a su destino con menos de 30 minutos de retraso, puntualidad que es menor aún para el transporte de mercancías clásico.<sup>46</sup>

- Fuentes independientes señalan que el 60% de los trenes mercantes llegan en hora, en una progresión creciente desde comienzos de la década, cuando sólo el 43% cumplía con sus horarios. Un 24% de los servicios acumulan retrasos de hasta 3 horas y un 10% de 24 horas o más. En relación con los trenes de transporte combinado internacional, más del 40% se retrasaron más de 30 minutos respecto a su horario previsto en 2003.

Si se introducen estos datos en el modelo de Coste Generalizado Privado planteando un nuevo escenario (alternativo), y utilizando para ello como herramienta el cálculo de probabilidades se podría alcanzar un modelo que explicase mejor el comentado desfase entre los dos modos de transporte de mercancías considerados.

Dado que el dato sobre velocidad media de los trenes de mercancías proporcionado por el Observatorio del Ferrocarril en España en su informe de 2007 (54,4 km/h), no incluye las paradas antes comentadas basadas en la existencia de cuellos de botella en líneas de explotación mixta y en la gestión de la circulación del tráfico ferroviario y que son las que principalmente provocan los retrasos y costes de incertidumbre señalados, sería posible recoger esta circunstancia en la determinación de los costes vinculados al tiempo de trayecto.

---

<sup>45</sup> Dato proporcionado por el Plan para Potenciar el Transporte de Mercancías por Ferrocarril presentado el 17 de marzo de 2009.

<sup>46</sup> Documento de trabajo de la Comisión: “Hacia una red ferroviaria con prioridad para las mercancías” Bruselas 18/10/2007.

Considerando que el 60% de los trenes llegan actualmente de forma puntual (con retrasos aceptables) se asignaría a la realización de los dos trayectos considerados (200 y 600 km.) en el tiempo previsto (220,6 y 661,76 minutos respectivamente) una probabilidad del 63%, supuesto que llegan con dicha puntualidad dado que respetan la velocidad media empleada en el cálculo. Para el caso de los trenes con retrasos de hasta tres horas, se asigna una probabilidad del 26% a la contingencia de que exista una penalización de 90 minutos sobre el tiempo de trayecto empleado en condiciones normales. Por último para el caso de trenes con retrasos de 24 horas o más, principalmente debido a la pérdida de surcos (derechos a circular por una determinada vía durante un intervalo de tiempo concreto) que obligan a esperar al día siguiente para poder explotar ese mismo surco, se asigna una probabilidad del 11% a la contingencia de sufrir una demora de 1.440 minutos.

De manera que el nuevo cuadro de resultados de los Costes del Tiempo de Trayecto (CTT) quedaría tal y como se presenta a continuación:

Cuadro 20. Coste del Tiempo de Trayecto en el modelo CGP (Escenario Alternativo)

<b>COSTE DEL TIEMPO DE TRAYECTO (CTT)</b>					
<b>MODO</b>	<b>ARTICULADOS</b>	<b>RÍGIDOS</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>FURGONETA</b>	<b>FERROCARRIL</b>
<i>Velocidad media</i>	80 km/h	85 km/h	90 km/h	95 km/h	54,4 km/h
<b>TRAYECTO DE 200 KILÓMETROS</b>					
<i>Tiempo (min)</i>	150 minutos	141,1 minutos	133,3 minutos	126,3 minutos	$(220,6*0,63)+(310,6*0,26)+(1660,6*0,11) = 402,4$ minutos
<i>C. T. T.</i>	$150*0,0473=$ <b>7,09 €/T</b>	$141,1*0,0473$ <b>= 6,67 €/T</b>	$133,3*0,0473$ <b>= 6,30 €/T</b>	$126,3*0,0473$ <b>= 5,97 €/T</b>	$402,4*0,0195=$ <b>7,85 €/T</b>
<b>TRAYECTO DE 600 KILÓMETROS</b>					
<i>Tiempo (min)</i>	450 minutos	423,5 minutos	400 minutos	379 minutos	$(661,76*0,63)+(751,76*0,24)+(2101,76*0,11) = 828,5$ minutos
<i>C. T. T.</i>	$450*0,0473=$ <b>21,28 €/T</b>	$423,5*0,0473$ <b>= 20 €/T</b>	$400*0,0473=$ <b>18,92 €/T</b>	$379*0,0473=$ <b>17,92 €/T</b>	$828,5*0,0195=$ <b>16,15 €/T</b>

Fuente: Elaboración propia

Aplicando a estos costes del tiempo de trayecto los Costes Totales anteriormente calculados y que en este nuevo escenario permanecen constantes, resulta el siguiente cuadro resumen de Costes Generalizados para el escenario alternativo.

Cuadro 21. Resultados de C G por modo de transporte para el Escenario Alternativo

<b>COSTES GENERALIZADOS POR MODOS Y DISTANCIAS (ESCENARIO ALTERNATIVO)</b>									
<i>Para un trayecto de 200 kilómetros. Coste unitario por tonelada neta transportada (€ / T)</i>									
Tipo de vehículo	<i>L D</i>	<i>L E</i>	<i>CG 25</i>	<i>CG 16</i>	<i>CG 9,5</i>	<i>R/F 6</i>	<i>F 1,5</i>	<i>Cont.26,25</i>	<i>Gran. 24</i>
<b>COSTE TIEMPO</b>	7,85	7,85	7,09	6,67	6,67	6,30	5,97	7,09	7,09
<b>COSTE DIRECTO</b>	6,54	5,92	7	10,14	15,54	25,62	105,6	6,9	7,22
<b>COSTE GENERAL</b>	<b>14,39</b>	<b>13,77</b>	<b>14,09</b>	<b>16,81</b>	<b>22,21</b>	<b>31,92</b>	<b>111,57</b>	<b>13,99</b>	<b>14,31</b>
<i>Para un trayecto de 600 kilómetros. Coste unitario por tonelada neta transportada (€ / T)</i>									
Tipo de vehículo	<i>L D</i>	<i>L E</i>	<i>CG 25</i>	<i>CG 16</i>	<i>CG 9,5</i>	<i>R/F 6</i>	<i>F 1,5</i>	<i>Cont.26,25</i>	<i>Gran. 24</i>
<b>COSTE TIEMPO</b>	16,15	16,15	21,28	20	20	18,92	17,92	21,28	21,28
<b>COSTE DIRECTO</b>	19,62	17,76	21	30,42	46,62	76,86	316,8	20,7	21,66
<b>COSTE GENERAL</b>	<b>35,77</b>	<b>33,91</b>	<b>42,28</b>	<b>50,42</b>	<b>66,62</b>	<b>95,78</b>	<b>334,72</b>	<b>41,98</b>	<b>42,94</b>

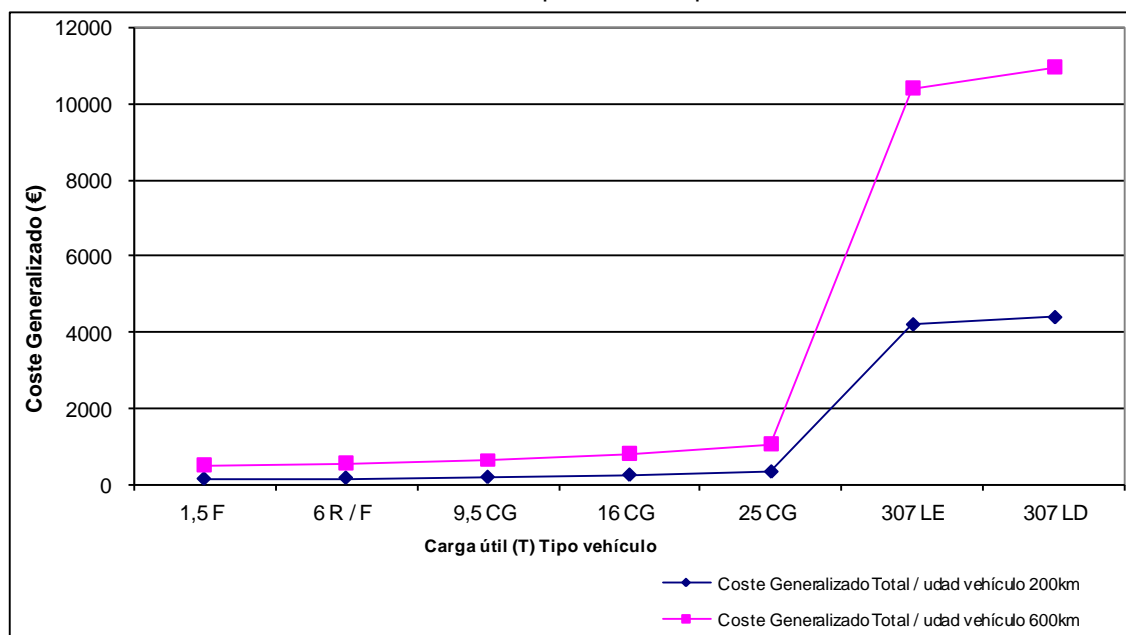
*Fuente: Elaboración propia*

A la vista de estos datos, lo primero que destaca es comprobar como en este escenario alternativo del modelo de Coste Generalizado Privado el modo ferroviario ya no es el más económico, al menos para el trayecto más corto (200 km.). Dado que los trenes con tracción diesel incurren en un coste por Tonelada 30 céntimos superior al del vehículo articulado de carga general.

En relación con la variable Costes Generalizados Totales por unidad de vehículo se muestra el gráfico siguiente.



Gráfico 15: Costes Generalizados Totales por vehículo para ambos modos



Fuente: Elaboración propia

En él se observa claramente cómo la introducción del nuevo escenario no ha tenido otro efecto más que acrecentar las diferencias en esta variable tanto en términos absolutos como relativos entre el modo ferroviario y el transporte por carretera. En términos relativos, el porcentaje de los Costes Generalizados Totales de los modos correspondientes al transporte por carretera sobre los del modo ferroviario se incrementa en mayor medida para el trayecto más largo que para el más corto, debido al menor efecto relativo que tiene en un trayecto más largo la incorporación al modelo de los costes de incertidumbre. El reflejo de este menor efecto puede ser el de una mayor asunción de riesgo de sufrir este tipo de costes cuando se contrata un servicio de transporte para trayectos más largos, costes que en términos relativos (por unidad de distancia) son lógicamente menores.

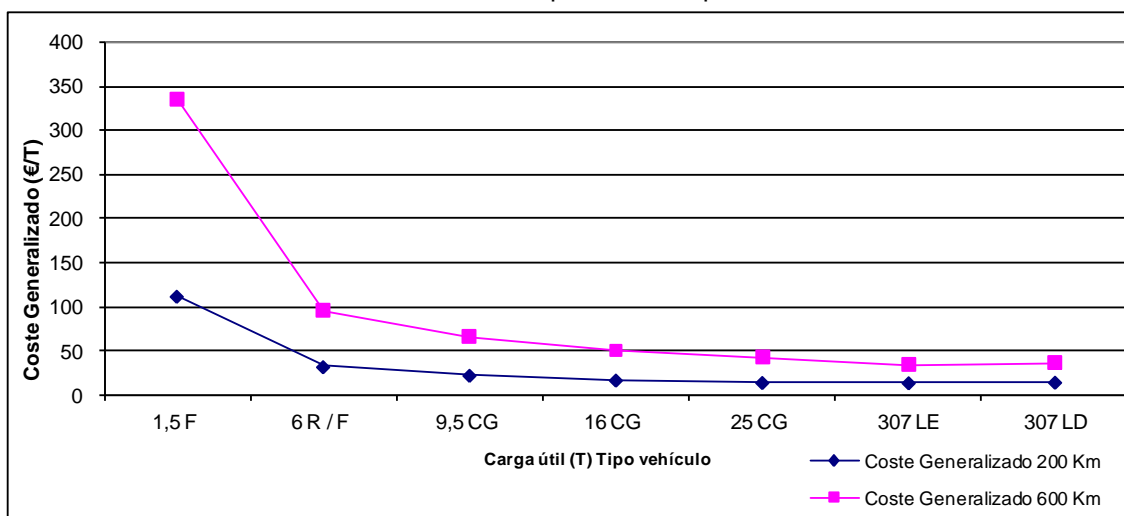
La principal causa de estos mayores costes totales se encuentra ya no solamente en el mayor volumen de carga que presenta el modo ferroviario sino también en los costes de incertidumbre. La conjunción de estos dos efectos en un mismo sentido provoca que a la hora de realizar un servicio de transporte de mercancías de hasta 300 toneladas (cifra similar a la carga neta media del tren tipo considerado) para un trayecto de 200 km., sea más eficiente optar por la

prestación del servicio mediante el transporte por carretera, lo que implica emplear 12 vehículos CG 25, incurriendo en un Coste Generalizado Total de 4.227 €, en lugar de utilizar un tren ya sea con tracción eléctrica (4.227,39 €, coste ligeramente o superior) o diesel (4.417,73 €).

En el trayecto de 600 km. son los servicios de transporte con cargas de hasta 250 toneladas los que son más rentables operarlos por carretera en función del tipo de tracción ferroviaria escogida (con un Coste Generalizado de 10.570 €, frente a los 10.410,37 € del tren con tracción eléctrica y los 10.981,390 € del tren con tracción diesel. Esta diferencia en el volumen de carga hasta la que es rentable utilizar el transporte por carretera entre el trayecto corto y el largo se explica en la menor influencia de los costes de incertidumbre en los trayectos más largos, como se ha comentado anteriormente. Conviene recordar además que este punto de inflexión se encontraba en el escenario base en aquellos servicios de transporte con cargas de hasta tan solo 225 Toneladas.

Cuando se pasa a analizar la variable Coste Generalizado Unitario, medida en función de las toneladas transportadas, se observa cómo la introducción de los costes de incertidumbre ha provocado sustanciales diferencias en el trayecto de 200 kilómetros, donde el modo ferroviario ha dejado de ser el menos oneroso en términos de Coste Generalizado Unitario, si se emplea la tracción ferroviaria diesel. En el trayecto de 600 kilómetros el modo ferroviario se mantiene como el modo menos gravoso, probablemente debido al efecto advertido anteriormente de una menor influencia de los costes de incertidumbre en los trayectos largos en comparación con los trayectos cortos aunque con una diferencia relativa, lógicamente, menor.

Gráfico 16: Costes Generalizados Unitarios por vehículo para ambos modos



Fuente: Elaboración propia

La principal consecuencia que se extrae del nuevo escenario desarrollado no puede ser otra que la enorme importancia en el transporte de mercancías de la fiabilidad y el cumplimiento del compromiso de puntualidad frente al mero coste monetario del servicio. Estos aspectos del servicio permiten entre otras cosas una mejor planificación de los transportes de mercancías a realizar y una mayor efectividad de la producción “*just in time*”. Tanto es así que la introducción en el modelo de los denominados costes de incertidumbre ha provocado, en términos de Coste Generalizado Unitario, un vuelco en el trayecto más corto (200 km.), pasando el modo ferroviario a no ser el más económico, por lo que se refiere a la tracción diesel. En el caso del trayecto largo (600 km.), el modo ferroviario sigue siendo el menos gravoso, aunque con una diferencia menor respecto al transporte por carretera. La explicación se encuentra en la ya comentada menor influencia de los costes de incertidumbre en los trayectos más largos.

Siendo esta la principal consecuencia, no cabe duda que intervenir de algún modo sobre los costes de incertidumbre que a día de hoy presenta el transporte ferroviario de mercancías podría revertir la situación de pérdida progresiva de cuota de transporte que presenta este modo.

Con todas las cautelas que conlleva todo pronóstico, cabe señalar que desde el sector empresarial, consumidor del servicio de transporte, se ha

afirmado que sólo con el cumplimiento horario (sin incluir ni siquiera la variable tiempo de viaje), se aseguraría para el transporte ferroviario un porcentaje mínimo del 20% de las cargas terrestres.

En esta misma línea se pronuncian los nuevos operadores privados cuando señalan que el ferrocarril podría recuperar la cuota de mercado que tenía en los años 1970 en tan sólo 6 años, únicamente con el cumplimiento del compromiso de entregar a tiempo sus pedidos, para lo que es fundamental establecer el reparto de la capacidad de las vías entre el transporte de pasajeros y el de mercancías.

Para finalizar esta sección se presentan de forma resumida, a modo de conclusión, algunas de las debilidades y fortalezas de cada modo de transporte, puestas de manifiesto en el desarrollo del modelo de Coste Generalizado Privado.

- Factores en contra del modo ferroviario y a favor del transporte por carretera:

1.- La fortaleza comparativa mostrada en el modelo desarrollado por el modo ferroviario frente al transporte por carretera se basa en un grado elevado en la valoración monetaria del tiempo de transporte por ferrocarril frente al del transporte por carretera, de manera que un cambio en dicha valoración, provocado por ejemplo por un cambio en la percepción del consumidor del servicio de transporte ("*willingness to pay*") puede provocar un cambio en los resultados obtenidos. Sin embargo bajo el supuesto adoptado en esta tesis se parte de un consumidor para el que los valores del tiempo de trayecto en su curva de indiferencia entre modos de transporte le vienen dados de forma exógena, por ejemplo porque no tiene formadas preferencias sobre el modo de transporte.

2.- Los costes de incertidumbre, de carácter aleatorio. Su efecto puede desembocar en un incremento variable de los tiempos de trayecto y consecuentemente de los Costes de Tiempos de Trayecto. Su influencia relativa es mayor en el caso de trayectos cortos que de trayectos largos.

3.- El transporte de mercancías por carretera es más competitivo en servicios de transporte de cargas pequeñas (hasta unas 200 Toneladas) y

trayectos cortos y medianos (hasta 300 – 400 Km.) debido a que la gran variedad de tipos de vehículos que tiene a su disposición le permite incurrir en menores Costes Generalizados Unitarios para el transporte de cargas pequeñas, sin necesidad de soportar los mayores costes asociados a un tipo de vehículo más pesado y con mayor capacidad de carga.

4.- Tal y como se apuntó en la parte descriptiva del trabajo queda demostrado que el transporte ferroviario en la modalidad de vagón aislado es poco eficiente, salvo en el caso de que el consumidor del servicio de transporte tenga unas necesidades de carga de transporte cercanas a la capacidad máxima del tren. De otro modo el consumidor tendría que soportar la mayoría de los costes asociados al modo ferroviario como son los Costes de Tiempo de Trayecto por la carga transportada y los Costes Directos generados para el movimiento de la locomotora y algunos vagones, para la obtención de un *output* menor.

- Factores en contra del transporte por carretera y a favor del modo ferroviario:

1.- La dependencia de los Costes Totales respecto al precio del combustible es superior, para la mayoría de los casos, en el caso del transporte por carretera (hasta un 32% de la estructura de Costes Totales) que en el de los trenes de tracción diesel (18,29 %).

2.- Los costes provocados por la ruptura de carga, si bien es posible predecirlos con anterioridad al inicio del servicio de transporte. El efecto es un incremento de Coste Generalizado en la misma proporción en la que se debe incrementar el número de vehículos empleados para realizar el transporte y, muy posiblemente, una dilatación indeseada en el tiempo de trayecto de las mercancías, por el tiempo empleado en dividir y preparar la carga.

3.- El transporte ferroviario es un modo más competitivo en los servicios de transporte con una carga de transporte elevada (más allá de las 310 toneladas) merced a unos Costes Generalizados Unitarios por Tonelada menores y realizados en trayectos largos (de más de 500 km.) dado que en este tipo de trayectos el efecto negativo de los costes de incertidumbre es

menor en términos relativos y de esa manera parece ser percibido por el consumidor del servicio de transporte, que muestra una mayor aceptación de este tipo de riesgos en trayectos largos.

4.- La puesta en el mercado de servicios de transporte ferroviario que permitan repartir, vía precios, entre todos los consumidores del servicio, sin excesivas desviaciones, el Coste Generalizado Total inherente al material rodante que opera este modo en función de la carga transportada, puede hacer de este modo un fuerte competidor del transporte por carretera. En este sentido el transporte en contenedores, si bien aumenta la carga transportada bruta por el peso del contenedor, puede permitir el reparto de costes en el sentido apuntado.

#### **SECCIÓN II.5.- MODELO DE COSTE GENERALIZADO SOCIAL (CGS)**

La presente sección supone abordar los costes del transporte de mercancías en términos de bienestar social. Para ello, se procede a la introducción en el modelo anteriormente presentado y desarrollado de las valoraciones monetarias de aquellos costes relativos a factores que exceden del ámbito objetivo del modelo de Coste Generalizado Privado. En relación con el este propósito, cabe indicar que aparte de los costes incluidos en el apartado anterior existen otros costes por los que históricamente el consumidor del servicio de transporte e incluso el proveedor del servicio no han pagado, estos son los costes externos o externalidades.

En el Libro Blanco del Transporte denominado “La política de transporte europea para el 2010: tiempo de decidir” (Comisión Europea, 2001) se identificaba como un problema clave que afecta al transporte europeo el hecho de que el crecimiento desigual de los diferentes modos de transporte fuera la consecuencia de no haber incluido todas las externalidades en el precio del transporte y de no haberse respetado algunas regulaciones sociales y de seguridad, siendo el caso más claro el del transporte por carretera. Este Libro Blanco propone además un reequilibrio de la oferta de los distintos modos de transporte, de forma que el transporte marítimo y ferroviario alcancen el 20% del total. En concreto para el transporte ferroviario, se pretende alcanzar para

el año 2020 el objetivo de una cuota del 16%. Este dato es uno de los pocos objetivos de carácter cuantitativo que se han formulado hasta la fecha en relación con la recuperación de cuota de transporte de mercancías para el ferrocarril.<sup>47</sup>

La Directiva 2001/14, en su artículo 7, establece que el operador deberá abonar un canon al administrador de la infraestructura ferroviaria por su uso, siendo obligatorias las tarifas basadas en costes marginales, pero dejando libertad para incluir los costes externos o recargos para aumentar el nivel de recuperación de costes. Esta posibilidad de incluir los costes externos dentro de la tarificación del ferrocarril, queda sujeta a la condición de que se aplique un canon comparable también a los modos de transporte competitivos.

En este sentido cabe destacar que la Ley 39/2003, de 17 de noviembre, del Sector Ferroviario, también contempla la posibilidad de incluir en los cánones que repercute el gestor de la infraestructura los costes medioambientales y de accidentes. Incluso, acepta la aplicación de medidas que reflejen el grado de congestión de la infraestructura o que fomenten el uso de líneas infrautilizadas.

A la vista de la normativa analizada, que deja la puerta abierta a la inclusión de externalidades en las tasas a pagar por los operadores, parecería más adecuado un sistema que trasladase al menos en parte los costes ocasionados por dichos efectos externos a los agentes que en última instancia los generan. Sin embargo, los sistemas de tarificación e imposición no suelen estar vinculados a los costes, ni diferenciados. Los precios pagados por los usuarios deberían reflejar el coste real de los recursos utilizados, no cubriendo solamente los costes materiales asociados a la provisión de estos servicios sino también los costes externos de cada alternativa de transporte. De esta forma se internalizarían los costes externos y de infraestructura.

Por tanto, parece más completo desde el punto de vista del bienestar general el análisis a través de un modelo que adopte la óptica de toda la

---

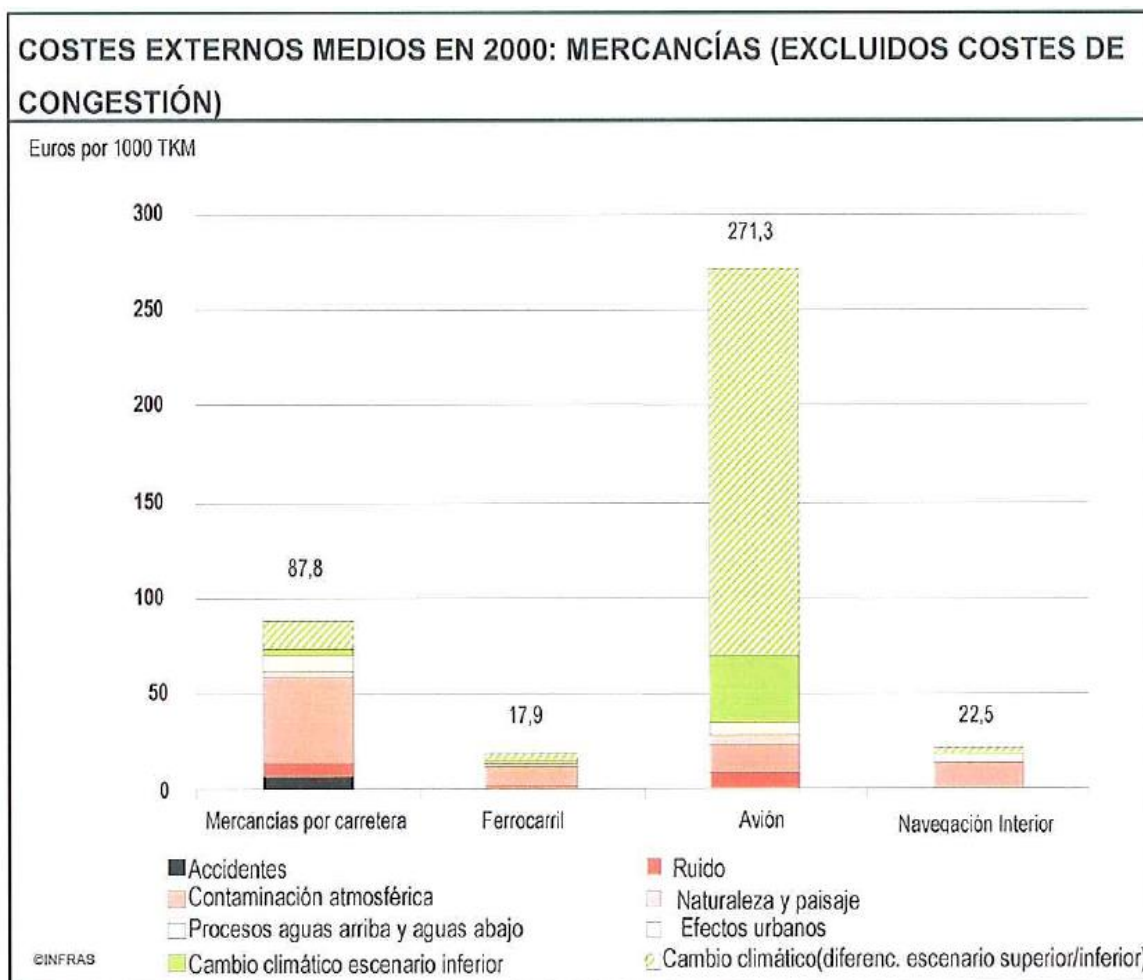
<sup>47</sup> En un sentido parecido, el Plan de Infraestructuras del Transporte de Cataluña (PITC) contempla como objetivo que el ferrocarril asuma una cuota modal superior al 10% (30,23 millones de toneladas anuales) en el 2026, actualmente dicha cuota está en torno al 4%. Para ello las mercancías transportadas por ferrocarril tienen que aumentar un 8,5% anual y el transporte por carretera mantenerse en los niveles actuales.

sociedad, pagadora última de los costes generados por las externalidades, y no sólo el punto de vista de los agentes o personas directamente involucrados en la prestación del servicio de transporte. Este cambio de la perspectiva del modelo se consigue a través de la introducción de las valoraciones monetarias de todas aquellas externalidades que afectando directamente a toda una colectividad y no sólo a los agentes de un servicio de transporte exceden de sus esferas privadas, en la medida en que generalmente no sufren dichos costes en su totalidad, y pasan a ser soportados por toda la sociedad en su conjunto.

Los costes externos del transporte son considerables. El informe INFRAS/IWW (2000) estima que los costes externos totales del transporte son del 7,8% del PIB para la UE-15. El 92% de ellos están ocasionados por el tráfico de carretera, de los que el 30% corresponde al transporte de mercancías por carretera. Los costes externos de los ferrocarriles suponen el 2% del total y la cuota correspondiente al transporte de mercancías por ferrocarril es inferior al 1%.



Gráfico 17 Costes externos medios por modo y componente de coste (UE)



Fuente: INFRAS / IWW (2000)

De forma agregada, cabe destacar que por cada tonelada-kilómetro que se transfiere de la carretera al ferrocarril se calcula una reducción en los costes externos (accidentes, contaminación, congestión) hasta del 50%. El Informe sobre el ahorro de costes externos de RENFE en 2008<sup>48</sup>, realizado según los criterios del Informe sobre costes externos del transporte fijados por la Unión Internacional de Ferrocarriles (Universidad de Karlsruhe, 2004) afirma que el modo de transporte que genera más costes externos es el automóvil (43%), seguido del camión (34%) y de la aviación (14%). El ferrocarril, con un 2%, es considerado el modo más sostenible. El ferrocarril resulta, en general, menos

<sup>48</sup> En este informe se cuantifican los costes, desde un punto de vista social y medioambiental, en que se hubiera incurrido si los desplazamientos de personas y cargas que absorbió el tren en 2008 se hubieran tenido que producir en otros medios de transporte como el avión, el camión, el autocar o el automóvil.

agresivo en cuanto a vidas humanas, contaminación ambiental u ocupación del suelo.

Para la inclusión de externalidades en el modelo se consideran las cuatro categorías de costes externos que a continuación se detallan y de las que se dan valoraciones monetarias para los dos modos de transporte de mercancías considerados, el ferroviario y el transporte por carretera.

#### 1.- COSTES GENERADOS POR LA CONGESTIÓN DE CARRETERAS

Se estima que los costes externos asociados a la congestión, con la pérdida de productividad para las empresas logísticas que operan en ese medio y consumo adicional de combustible entre otras consecuencias que la congestión lleva implícitas, suponen un 0,5% del PIB de la UE. Y si no se toman medidas para cambiar la tendencia actual, estos costes podrían alcanzar el 1% del PIB en el año 2010.

En concreto el transporte de mercancías por carreteras es responsable del 20% de los atascos causados en la UE, y eso a pesar de que sólo representan el 3% de los vehículos que a diario circulan por las mismas.<sup>49</sup>

Para la introducción de los efectos de dicho coste en el modelo de Coste Generalizado se presume que los costes debidos a la congestión del modo ferroviario son nulos.

#### 2.- CONSERVACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE

A pesar del pago de peajes en algunas carreteras e impuestos generales para las demás vías, el escaso porcentaje de carreteras de peaje en España y de la cuantía de los pagos de diferentes impuestos (que en su mayoría no tienen carácter finalista) para el resto de carreteras en comparación con los altos costes de conservación y mantenimiento, hacen aconsejable introducir en el modelo estos costes dentro de la categoría de externalidades.

Además el impacto de los vehículos pesados sobre el pavimento es especialmente relevante, provocando una reducción de los niveles de calidad del pavimento que puede afectar negativamente a los demás usuarios, incrementando sus costes operativos de mantenimiento y depreciación del vehículo, combustible y valor del tiempo consumido en el viaje. En este sentido

---

<sup>49</sup> CE Delft (2009).

el daño provocado a la carretera aumenta más que proporcionalmente a la carga transportada. El parámetro clave para medir este deterioro no es el peso total del vehículo sino el peso por eje, de manera de multiplicar por dos el número de ejes que soportan una misma carga supone que la magnitud del daño queda reducida a 1/8 del nivel inicial.

### 3.- ACCIDENTALIDAD Y SINIESTRALIDAD

En relación con la menor siniestralidad, cualquier comparación de estadísticas de accidentes por modo de transporte muestra la mayor seguridad del ferrocarril frente a la carretera. El número de muertos durante 2001 en la Unión Europea por millardo de viajeros-kilómetro fue de 2,3 en el ferrocarril (sumando las víctimas que no eran usuarios del ferrocarril) y 8,7 en la carretera.<sup>50</sup> La cifra media de siniestralidad en las carreteras europeas es de 41.000 muertes anuales. Por kilómetro de conducción, el camión es responsable del doble de muertes en accidente de tráfico que los causados por utilitarios.<sup>51</sup>

En España el número de víctimas mortales en accidentes ha descendido desde el año 1990, cuando se contabilizaron 9.032, hasta las 4.104 que se produjeron en el año 2006. Sin embargo las diferencias de siniestralidad entre los dos modos considerados se han mantenido muy elevadas a pesar de la reducción experimentada por el transporte por carretera tal y como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 22: Evolución del número de víctimas mortales por modo de transporte. España

<b>Año</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
CARRETERA	5.456	6.522	9.032	5.777	4.749	4.442	4.104
FERROCARRIL	17	17	4	0	16	0	1

Fuente: CARE database (DG Energy and Transport), International Transport Forum, estadísticas nacionales y OCDE. Se considera víctima mortal a aquella cuyo deceso se produzca hasta 30 días después del accidente.

<sup>50</sup> PEIT (2005).

<sup>51</sup> CE Delft (2009).

Este aspecto representa uno de los componentes principales del coste social externo en el transporte interurbano por carretera, tal y como se comprobará a la hora de calcular los Costes Generalizados Sociales.

#### 4.- EFICIENCIA ENERGÉTICA Y COSTES DE LOS IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES

El transporte sigue siendo el sector de mayor consumo de energía final (25,5%), seguido de la industria. La carretera consume más del 90% de la energía total del transporte doméstico en España. Le siguen los transportes aéreo y marítimo con casi un 4% del total cada uno.

La eficiencia energética del ferrocarril es del orden de 5 veces la del transporte por carretera y superior 30 veces a la del transporte aéreo.

En relación con el consumo de carburantes, un litro de combustible permite desplazar en un kilómetro para el avión entre 2 y 3 toneladas de mercancía, mientras que el coche transporta entre 19 y 22, el camión entre 65 y 85; una vía de agua 127 toneladas y el tren unas 320 toneladas. La baja resistencia de las locomotoras y vagones al circular por las vías de acero hace que el ferrocarril, sea un modo de transporte muy eficiente en el gasto de energía, particularmente en distancias medias y largas.

El consumo energético del transporte por carretera supone más del 83% del total del consumo energético debido al transporte, que se sitúa por encima del 30% del consumo total de energía de la UE. En España el ferrocarril representa en torno al 3% de los consumos energéticos tal y como se deduce de la siguiente tabla.

Cuadro 23: Consumo energético por modo de transporte

<b>CONSUMOS ENERGÉTICOS FINALES DEL SECTOR DEL TRANSPORTE POR MODOS</b>		
<i>Modo de Transporte</i>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Ferrocarril	1.171	1.092
Carretera	31.560	32.473
Aéreo	5.334	5.579
Marítimo	1.544	1.678
<b>TOTAL</b>	<b>39.609</b>	<b>40.822</b>

Fuente: Estadísticas recopiladas en el marco del proyecto ENERTRANS de Eurostat y Agencia Europea de Medioambiente.

Nota: medido en Miles de Toneladas equivalentes de petróleo.<sup>52</sup>

<sup>52</sup> La Tonelada Equivalente de Petróleo es la unidad que mide la energía que hay en una tonelada de petróleo y se emplea para comparar los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que se producen al quemar distintos elementos.

En lo relativo a la contaminación ambiental, haciendo abstracción de la contaminación acústica, de las emisiones de gases de efecto invernadero debidas al transporte en la UE, (el 23% de las emisiones totales de dióxido de carbono y el 37% de óxidos de nitrógeno), un 84% corresponden a la carretera.

En concreto, las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el ferrocarril sobre el conjunto de los distintos modos de transporte en la UE alcanzan el 1,6%, frente a la carretera que asume el 72%. Los tráficos ferroviarios emiten 3,86 veces menos de CO<sub>2</sub> que la carretera, por cada UT transportada y 7,74 veces menos que el avión. El reciente informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente (2008) estima que la eficiencia en términos de CO<sub>2</sub> del transporte ferroviario de mercancías es cuatro veces superior a la del transporte de mercancías por carretera. Además está previsto que las emisiones de dióxido de carbono a causa del transporte de mercancías por carretera se incrementen en una tasa del 54% hasta el año 2030.<sup>53</sup>

El Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda (PITVI) 2012-2024 señala que del total de emisiones de CO<sub>2</sub> en el conjunto del país, las del sector transporte constituyen el 22,6%. De ese porcentaje, el transporte por carretera aporta aproximadamente el 90%, es decir el 20,34% del total. Sin embargo otros estudios señalan que las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, principalmente) debidas al transporte por carretera suponen hasta un 55% del total en España.<sup>54</sup>

Por otra parte si bien es cierto que aunque los trenes eléctricos *per se* no contaminan, la producción de la electricidad que utilizan sí lo hace, salvo que se trate de fuentes renovables. A igualdad de carga transportada, un tren con tracción diesel emite sólo la tercera parte de óxido de nitrógeno y de monóxido de carbono, y sólo la décima parte de partículas contaminantes que los camiones.

---

<sup>53</sup> CE Delft (2009)

<sup>54</sup> García Álvarez (2007)

Cuadro 24: Emisiones de CO<sub>2</sub> por modo de transporte

<b>EMISIONES DEL SECTOR TRANSPORTE POR MODOS</b>		
<i>Modo de Transporte</i>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Ferrocarril	311	309
Carretera	94.412	96.748
Aéreo	6.899	7.251
Marítimo	2.614	2.873
<b>TOTAL</b>	<b>104.236</b>	<b>107.181</b>

Fuente: Estadísticas recopiladas en el marco del proyecto ENERTRANS de Eurostat y Agencia Europea de Medioambiente

Nota: Medido en Gigagramos o Miles de Toneladas de CO<sub>2</sub>

Por último, en relación con los impactos ambientales se debe advertir que la impenetrabilidad de las líneas ferroviarias modifica necesariamente los hábitats de la fauna en las zonas seccionadas por las alambradas, si bien este mismo efecto se produce en las carreteras de alta capacidad.

Una vez presentados los efectos externos cuyos costes asociados van a ser introducidos en el modelo de coste generalizado, se resumen en la siguiente tabla la cuantificación mediante sus valores monetarios, expresados en € / T-Km., por tipo de externalidad que van a ser utilizados en el modelo de Coste Generalizado Social:<sup>55</sup>

Cuadro 25: Cuantificación costes externos introducidos en CGS por modo de transporte

<b>COSTES DE LOS COMPONENTES EXTERNOS DEL MODELO CGS</b>		
<i>Componente Externo</i>	<i>Transporte por carretera</i>	<i>Modo ferroviario</i>
Congestión	5,172	—
Conservación	8,621	25,592
Accidentalidad <sup>56</sup>	19,511	0,816
Medioambiental, desglose:	19,602	8,893
- Ruido	7,26	5,717
- Contaminación	12,342	2,8132
<b>TOTAL EXTERNALIDADES</b>	<b>52,908</b>	<b>35,302</b>

Fuente: Elaboración propia. Unidad: euros por 1.000 T-km

<sup>55</sup> Valores calculados a partir de los datos aparecidos en Inglaterra (2003).

<sup>56</sup> Calculado sobre la base de un valor estándar de vida humana de 601.012,10 €. Para otro valor utilizado (901.518,15 €) los costes serían de 0,0280425 €/T-km para la carretera y 0,0011797 €/T-km para el tren.

Como era previsible inicialmente los costes unitarios ocasionados por las externalidades son superiores en el caso del transporte por carretera, respecto al modo ferroviario. En concreto los costes externos inherentes al modo ferroviario son del orden de un 66,72% de los debidos al transporte por carretera.

Sumando los costes obtenidos anteriormente a los Costes Generalizados (escenario alternativo), se calculan los Costes Generalizados Sociales. A partir de la fórmula [II.2] indicada en la presentación del modelo se deduce que:

$$\text{CGS} = \text{CGP} + \text{Valoraciones Monetarias de las Externalidades} \quad [\text{II.3}]$$

Aplicando la fórmula [II.3] a los diferentes modos y vehículos considerados se obtiene el siguiente cuadro-resumen de resultados en el cálculo de Costes Generalizados Sociales.

Cuadro 26: Cuantificación costes externos introducidos

<b>COSTES GENERALIZADOS SOCIALES (CGS) POR MODOS Y DISTANCIAS</b>									
<i>Para un trayecto de 200 kilómetros. Coste unitario por tonelada neta transportada (€/ T)</i>									
Tipo de vehículo	<i>LD</i>	<i>LE</i>	<i>CG 25</i>	<i>CG 16</i>	<i>CG 9,5</i>	<i>R/F 6</i>	<i>F 1,5</i>	<i>Cont.26,25</i>	<i>Gran. 24</i>
<b>COSTE TIEMPO</b>	7,85	7,85	7,09	6,67	6,67	6,30	5,97	7,09	7,09
<b>COSTE DIRECTO</b>	6,54	5,92	7	10,14	15,54	25,62	105,6	6,9	7,22
<b>COSTES EXTERNOS</b>	7,060	7,060	10,581	10,581	10,581	10,581	10,581	10,581	10,581
<b>C. G. S.</b>	<b>21,450</b>	<b>20,830</b>	<b>24,671</b>	<b>27,391</b>	<b>32,791</b>	<b>42,501</b>	<b>122,151</b>	<b>24,571</b>	<b>24,891</b>
<i>Para un trayecto de 600 kilómetros. Coste unitario por tonelada neta transportada (€/ T)</i>									
Tipo de vehículo	<i>LD</i>	<i>LE</i>	<i>CG 25</i>	<i>CG 16</i>	<i>CG 9,5</i>	<i>R/F 6</i>	<i>F 1,5</i>	<i>Cont.26,25</i>	<i>Gran. 24</i>
<b>COSTE TIEMPO</b>	16,15	16,15	21,28	20	20	18,92	17,92	21,28	21,28
<b>COSTE DIRECTO</b>	19,62	17,76	21	30,42	46,62	76,86	316,8	20,7	21,66
<b>COSTES EXTERNOS</b>	21,181	21,181	31,745	31,745	31,745	31,745	31,745	31,745	31,745
<b>C. G. S.</b>	<b>56,951</b>	<b>55,091</b>	<b>74,025</b>	<b>82,165</b>	<b>98,365</b>	<b>127,525</b>	<b>366,465</b>	<b>73,725</b>	<b>74,685</b>

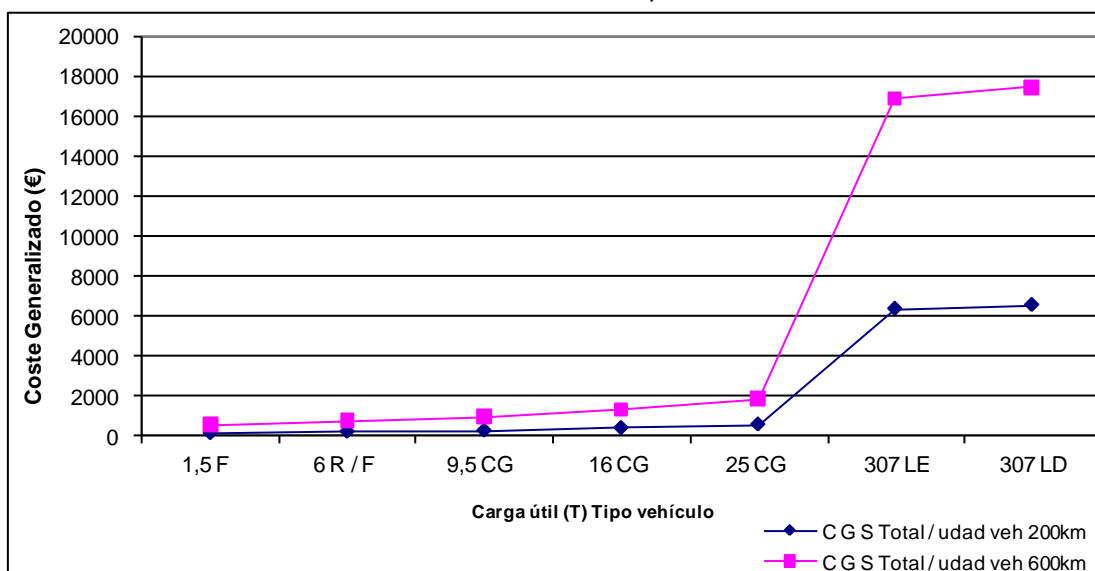
Fuente: Elaboración propia

A la vista del cuadro de resultados se constata la importancia de los costes debidos a factores externos, dado que suponen prácticamente un tercio del Coste Generalizado Social en todos los modos y vehículos, salvo el caso del vehículo intermedio y de la furgoneta, casos en los que debido a la enorme importancia de los costes directos, sobre todo en el caso de la furgoneta, los costes generados por las externalidades apenas alcanzan un 24,89% en el caso del vehículo intermedio y sólo un 8,66% en el de la furgoneta.

Por otra parte, el efecto de la inclusión de externalidades en el modelo parece claro a efectos de la elección modal, dado que el transporte de mercancías por ferrocarril se muestra más competitivo socialmente tanto en trayectos cortos como largos, aunque en mayor medida en estos últimos. La furgoneta es muy poco eficiente sobre todo en los trayectos largos, y sale aún peor parada en la comparación de su Coste Generalizado Social con el que presenta el ferrocarril, de lo que salía en la cuantificación del Coste Generalizado Privado.

Analizando la variable Costes Generalizados Sociales Totales por unidad de cada tipo de vehículo.

Gráfico 18: Costes Generalizados Sociales Totales por unidad de vehículo



Fuente: Elaboración propia



Se puede apreciar como la introducción de los costes generados por factores externos supone una reducción de las diferencias existentes en esta variable entre el modo ferroviario y el transporte por carretera. Dicha reducción tiene una mayor intensidad en los trayectos largos debido a que en ellos los costes asociados al efecto de las externalidades es superior, costes que por otro lado son mayores en el transporte por carretera como ya ha sido comentado anteriormente.

La principal causa de que el modo ferroviario presente unos mayores Costes Generalizados Sociales Totales por unidad de vehículo sigue siendo su mayor volumen de carga por vehículo respecto al transporte por carretera. Sin embargo, en este caso la introducción del coste asociado a las externalidades tiene el efecto de contrarrestar las diferencias que habían sido calculadas en el escenario alternativo del modelo de Coste Generalizado Privado.

En consecuencia a la hora de prestar un servicio de transporte con una carga de hasta 250 toneladas (cuantía inferior a la carga neta media del tren tipo considerado) para un trayecto de 200 km., sería socialmente más eficiente optar por su prestación mediante el transporte por carretera, lo que implica diez (10) vehículos tipo CG 25, incurriendo en un Coste Generalizado Social Total de 6.167,92 €, en lugar de utilizar un tren ya sea con tracción eléctrica (6.394,97 €) o diesel (6.585,31 €). Es necesario advertir que socialmente es preferible la prestación de un servicio de transporte de 200 km. con una carga de 275 toneladas o más en el modo ferroviario con un tren que no alcance su carga útil máxima, que con 11 vehículos tipo CG 25, aunque éstos sí estén en el límite de su carga útil máxima.

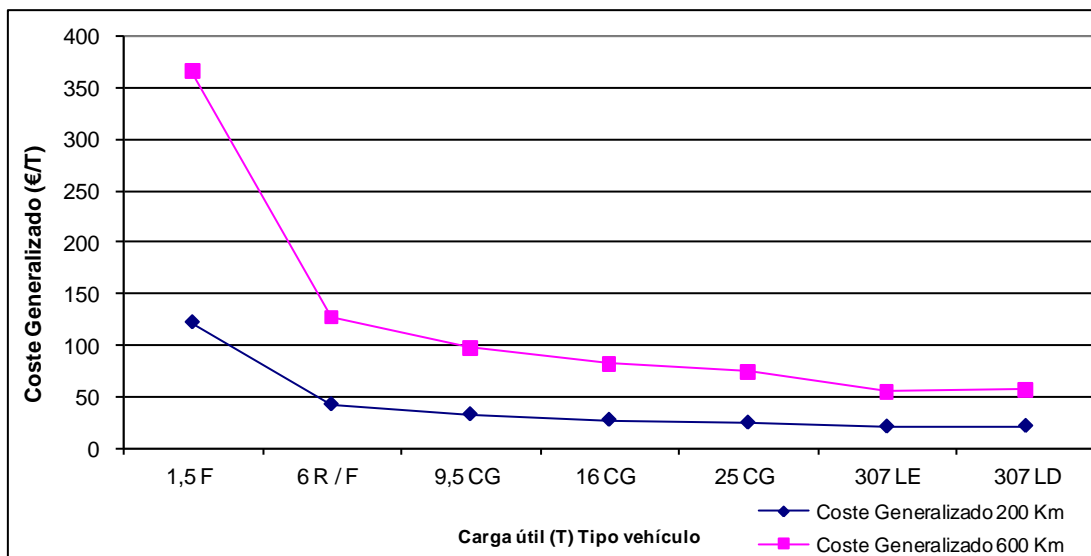
Para el trayecto de 600 km. son solamente los servicios de transporte de cargas de hasta 225 toneladas los que su prestación es socialmente preferible mediante el transporte por carretera. Con un Coste Generalizado Social Total de 16.655,63 € frente a los 16.913,11 € del tren con tracción eléctrica y los 17.484,13 € del tren con tracción diesel. Para esta distancia de trayecto se advierte que socialmente es preferible la prestación de un servicio de transporte de 250 toneladas o más mediante el ferrocarril, incluso aun no llegando al límite de su carga útil, que desagregar la carga transportada en 11

vehículos tipo CG 25 para los que sí se alcanzaría el tope de su carga útil máxima.

Esta diferencia entre el trayecto corto y largo relativa al volumen de carga hasta la que es socialmente preferible utilizar el transporte por carretera se explica por la menor influencia negativa para el modo ferroviario que tienen las externalidades en los trayectos largos respecto a los cortos, como se ha mencionado anteriormente. Conviene recordar además que este punto de inflexión que supone un incentivo al cambio modal en términos de Coste Generalizado, a partir de una determinada carga se había calculado para el escenario alternativo del modelo C.G.P que se encontraba en los servicios de transporte con cargas de hasta tan sólo 300 T en el trayecto de 200 km. y 250 T en el de 600 km., muy por debajo, desde luego, de la capacidad máxima de carga útil que permite el tren tipo considerado.

El análisis de la variable Coste Generalizado Social Unitario, medida en función de las toneladas transportadas, permite reafirmar una de las conclusiones mostradas en el cálculo del Coste Generalizado Privado, en sus dos escenarios. Los vehículos con menor capacidad de carga siguen mostrando unos Costes Generalizados Sociales Unitarios muy superiores a los que presentan el resto de vehículos. Por otra parte el ferrocarril se muestra como el modo socialmente preferible en ambos trayectos incorporando además las ventajas adicionales que presenta en términos de costes debidos a externalidades.

Gráfico 19: Costes Generalizados Sociales Unitarios



Fuente: Elaboración propia

La consecuencia más importante que permite extraer el modelo de Coste Generalizado Social y que añade algo nuevo a las ya comentadas anteriormente, es que la inclusión de los costes derivados de externalidades supone incorporar ventajas adicionales al modo ferroviario frente al transporte por carretera, con un Coste Generalizado Social por Tonelada transportada inferior en el caso de trayectos de 200 km. y sensiblemente inferior en el caso de trayectos de 600 km. En un 25%, en este último caso, en comparación con el vehículo con una mayor carga útil y menor C.G.S. unitario, el de carga general de 25 toneladas.

Por otra parte para los que han sido denominados vehículos para transportes especializados, transporte de graneles y de contenedores, los datos obtenidos no varían prácticamente nada respecto del vehículo de carga general de 25 toneladas sobre 5 ejes, dado que mantienen entre ellos una estrecha similitud en cuanto a la carga útil y a todos los tipos de costes considerados. De manera que, con la finalidad de que no existan reiteraciones, las conclusiones extraídas para el vehículo de carga general son perfectamente aplicables para los vehículos de transporte de graneles y de contenedores.

## SECCIÓN II.6.- PRINCIPALES RESULTADOS

Al efecto de identificar los determinantes de la acusadamente menor relativa cuota modal de transporte ferroviario de mercancías se ha desarrollado en este capítulo un modelo de Coste Generalizado en el que se van incorporando diferentes parámetros que pudieran incidir sobre esa brecha: costes monetarios directos en que incurren trayectos estándar de transporte de mercancías por carretera y ferrocarril, valor monetario del tiempo, incertidumbre de que la mercancía llegue a su destino en el tiempo de trayecto prefijado y externalidades que suponen uno y otro modo desde una perspectiva de la sociedad.

Los principales resultados muestran como (i) el modelo es sensible a la valoración monetaria del tiempo de trayecto que se incorpore, (ii) los costes de incertidumbre bajo determinadas circunstancias provocan que el Coste Generalizado sea mayor en el modo afectado por estos costes, sobre todo en el caso de trayectos cortos, (iii) el transporte por carretera es más competitivo para cargas pequeñas (hasta 200 T) y trayectos cortos y medios (300-400 km) (iv) el precio del combustible y los costes de ruptura de carga juegan a favor del modo ferroviario y (v) la inclusión de los costes derivados de externalidades implica ventajas adicionales para el modo ferroviario frente a la carretera incluso para trayectos cortos (200 km), donde el ferrocarril presenta un menor Coste Generalizado Social.

Con el desarrollo de este modelo empírico se consigue explicar gran parte de la peor situación relativa del transporte ferroviario de mercancías en España respecto al resto de sistemas europeos e incluso respecto al modo ferroviario en sus servicios para pasajeros. De la aplicación del modelo se deduce que esta brecha relativa creciente se explica por (i) la peor percepción relativa del consumidor hacia el tiempo de transporte ferroviario, (ii) la mala gestión de los costes de incertidumbre, (iii) el no potenciar aquellos servicios donde el transporte ferroviario es competitivo frente a la carretera y (iv) la falta de incorporación de las externalidades a los costes de cada modo. Estas explicaciones son coherentes con la práctica actual del transporte ferroviario de mercancías en España y su estado de escasa actividad.

Mediante la aplicación de este modelo se podrían también explicar las elevadas cuotas modales del transporte ferroviario de mercancías en sistemas como Alemania, Suiza o los países del Este. Así, en Alemania y Suiza la incorporación de buena parte de los costes derivados de las externalidades generadas por cada modo en el importe directo a pagar por sus usuarios (por ejemplo a través de la Euroviñeta) hacen que ya en el cálculo del Coste Generalizado Privado (escenario base), el modelo muestre un mayor equilibrio entre los costes generalizados de cada modo y un menor coste para el modo ferroviario en más casos que para el sistema ferroviario español.

En lo que respecta a buena parte de los países de Este, el desarrollo de un modelo de Coste Generalizado supondría una variación sustancial en lo referente a los costes de incertidumbre, dado que en ellos el mal estado de conservación y menor desarrollo de las carreteras unido a una comparativa prioridad mayor en la circulación ferroviaria del transporte de mercancías respecto al de pasajeros, haría que los costes de incertidumbre jugasen en contra del transporte por carretera frente al modo ferroviario con el consecuente incremento relativo de los costes generalizados para aquel modo.

**CAPÍTULO III****HOMOGENEIDAD Y EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS FERROVIARIOS EUROPEOS**

La búsqueda de la eficiencia en el sector transporte, no como resultado de un proceso de liberalización sino como un fin en sí mismo, se muestra como objetivo primordial en la mayoría de los textos normativos y programáticos que emanan de la UE y que abordan esta cuestión.

En este sentido uno de los más recientes sería el documento titulado Estrategia Europa 2020 donde se señala: “*Un transporte eficiente es una conditio sine qua non para mantener la prosperidad de la UE*”. Por ello, el análisis del grado de eficiencia que alcanza un sistema ferroviario es una cuestión clave a la hora de medir los resultados de este modo de transporte.

El objetivo de este capítulo es calcular la eficiencia productiva de los sistemas ferroviarios europeos como un primer paso para contrastar si las políticas de liberalización del sector ferroviario, promovidas desde la Comisión Europea para incrementar el peso relativo del transporte ferroviario respecto a otros modos de transporte, han tenido un impacto positivo en aquellos países europeos que las han adoptado.

La evaluación de la eficiencia técnica de los sistemas ferroviarios europeos, entendida ésta como relación entre cantidades de inputs y outputs, se realiza en dos planos. Por un lado, en un plano individual, donde se estima el grado de eficiencia técnica de cada sistema ferroviario con relación a la frontera de sistemas ferroviarios más eficientes. Por otro lado, en un plano agregado, donde se procede a la construcción de dos escenarios agrupando sistemas ferroviarios basándose en el grado de liberalización alcanzado y se procede a la comparación entre los mismos.

Para llevar a cabo correctamente un estudio de eficiencia, resulta deseable contar con un conjunto de unidades lo más homogéneas posibles y que utilicen aproximadamente los mismos inputs. En el ámbito ferroviario, en particular, es conveniente delimitar el estudio a sistemas ferroviarios lo

suficientemente homogéneos para que no queden incluidas diferencias significativas entre sistemas que interfieran el análisis de eficiencia.<sup>57</sup>

Por ello, inicialmente se lleva a cabo un contraste de homogeneidad de los sistemas ferroviarios de la UE, como paso previo al estudio de eficiencia que se realiza posteriormente en la sección II de este capítulo.

### **SECCIÓN III.1.- ESTUDIO DE LA HOMOGENEIDAD DE LOS FERROCARRILES EUROPEOS**

Para analizar la homogeneidad de los sistemas ferroviarios en la UE utilizaremos la técnica de *análisis jerárquico de conglomerados*. Este análisis permite evidenciar la existencia o no de diferentes grupos de sistemas ferroviarios con características propias. En el caso de existir muchos grupos y/o ser estos muy numerosos lo recomendable será configurar diferentes modelos de cálculo de eficiencia, de tal forma que, se puedan comparar en ellos sistemas ferroviarios que guarden homogeneidad en las variables estudiadas.

Por el contrario, si se garantiza la existencia de un número reducido de grupos podrían incorporarse en un único modelo todos los sistemas ferroviarios, sin riesgo a obtener resultados sesgados por falta de homogeneidad de los sistemas estudiados.

El análisis jerárquico de conglomerados permite aglomerar tanto casos como variables, por tanto es adecuado para nuestro análisis en el que se estudian variables. Este análisis se inicia con el cálculo de la matriz de distancias entre los elementos de la muestra que contiene las distancias existentes entre cada elemento y los restantes del grupo muestral. A partir de la misma se buscan los dos elementos más próximos (i.e. los dos sistemas más similares en términos de distancia) y se agrupan en lo que se denomina *conglomerado*.

---

<sup>57</sup> Estas entidades deben ser unidades comparables, en el sentido que todas las entidades consumen los mismos inputs, en diferentes cantidades, para producir el mismo conjunto de outputs, en distintas cantidades, Pastor (2000)

En cada una de las iteraciones se van agrupando los elementos en cada vez más conglomerados con menos integrantes y más heterogéneos hasta llegar a la última iteración.

Se trata, por tanto, de una técnica aglomerativa, dado que partiendo de los sistemas individuales va creando grupos cada vez menos homogéneos. El objetivo que se plantea con esta técnica es el de descubrir la existencia de grupos homogéneos “naturales”. El análisis de conglomerados jerárquicos permite elegir entre una gran variedad de métodos de aglomeración y medidas de distancia. Para este caso se ha optado por el método de vinculación intergrupos, dado que aprovecha la información de todos los miembros de los conglomerados que se comparan, lo cual es muy útil para nuestro caso en el que se está utilizando esta técnica no como fin en sí misma sino como forma de analizar la homogeneidad de los sistemas ferroviarios estudiados y, en función del resultado, enfocar el análisis de eficiencia que se efectúa en una siguiente fase. Por otro lado se trata del método de aglomeración más utilizado.

La distancia entre dos conglomerados  $r$  y  $s$  ( $d_{rs}$ ) se cuantifica como la distancia promedio existente entre todos los pares de elementos de ambos conglomerados, o dicho de otro modo como la media de las disimilitudes entre elementos de ambos conglomerados que vendría dada por:

$$d_{rs} = \frac{1}{n_r n_s} \sum_{j \in r} \sum_{k \in s} d(j, k) \quad [\text{III.1}]$$

donde  $d(j, k)$  es la distancia entre los objetos  $j$  y  $k$ ; y  $n_r$ ,  $n_s$  son los tamaños de los grupos  $r$  y  $s$ , respectivamente.

En cuanto a la medida empleada para cuantificar la distancia entre los elementos se opta por la medida de disimilaridad más conocida, la distancia euclídea al cuadrado. Las medidas de disimilaridad, al contrario que las de similitud, evalúan el grado de diferencia o lejanía existente entre dos elementos. Los valores más altos indican una mayor diferencia o lejanía entre los elementos comparados. Con la opción adoptada, ese grado de diferencia o lejanía entre los valores de las variables viene medido por el cuadrado de la longitud del segmento lineal que une dos elementos.



El resumen de unidades introducidas en el cálculo junto con los valores medios que presentan para cada uno de los input y output empleados se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro 27: Valores medios variables. Análisis jerárquico de conglomerados.

SISTEMA FERROVIARIO	Población (millones)	Densidad Poblac (hab / Km2)	Longrail (km)	Locomotoras	Personal medio (miles)	PaxKm (millon)	TonKmMerc (millones)
Austria	83,9	98,0	5.647,5	1.214,4	45,6	9.267,0	18.904,3
Bélgica	30,9	339,2	3.529,8	693,3	38,1	9.612,7	7.574,0
Bulgaria	110,9	68,1	4.159,4	579,1	32,6	2.362,5	4.492,7
Chequia	78,9	130,0	9.497,1	2.008,8	609,2	6.638,0	15.266,2
Dinamarca	43,0	127,0	2.134,3	631,0	19,3	6.377,3	2.355,5
Estonia	45,0	29,2	893,1	114,4	2,9	233,0	8.055,4
Finlandia	338,4	15,5	5.867,9	536,0	10,3	3.662,6	9.981,0
Francia	569,1	97,3	30.809,6	4.279,0	165,3	81.011,4	38.254,3
Alemania	357,0	230,5	34.374,5	5.071,4	234,0	74.275,9	89.596,9
Grecia	132,0	83,0	2.509,0	165,3	6,7	1.725,1	588,0
Hungría	96,9	108,7	7.924,8	829,9	43,1	6.547,7	7.966,8
Irlanda	70,0	60,1	1.919,0	82,8	5,1	1.753,2	220,0
Italia	301,4	196,1	16.795,8	3.158,9	95,8	46.011,9	18.807,8
Letonia	64,9	34,9	2.173,7	207,6	13,5	846,6	17.015,5
Lituania	65,0	52,6	1.770,6	251,9	11,2	415,7	12.783,2
Luxemburgo	2,9	160,1	274,9	102,8	3,2	305,4	366,7
Holanda	40,5	444,0	2.860,8	135,2	19,7	15.084,4	4.889,3
Polonia	317,3	122,3	19.696,4	3.501,2	123,5	17.222,9	41.465,5
Portugal	92,0	114,6	2.554,1	180,6	8,4	3.626,7	2.352,0
Rumania	238,4	91,5	10.889,4	1.987,9	66,4	7.277,2	13.279,3
España	506,2	87,5	14.771,1	701,6	33,3	21.665,8	10.966,9
Eslovaquia	49,0	110,4	3.635,0	921,1	35,6	2.296,3	8.898,3
Eslovenia	20,0	100,0	1.226,4	160,3	8,2	793,2	3.284,6
Suecia	450,0	20,1	9.902,9	418,2	11,4	6.330,4	10.800,8
Reino Unido	243,9	249,6	18.335,2	432,2	49,0	48.531,1	20.095,8
Noruega	348,6	14,4	4.094,4	69,5	6,4	2.528,8	1.959,7
Suiza	41,0	182,9	3.416,9	1.618,4	29,2	15.693,0	11.654,8
<b>Valor medio</b>	<b>175,4</b>	<b>124,7</b>	<b>8.209,7</b>	<b>1.113,0</b>	<b>64,0</b>	<b>14.522,0</b>	<b>14.143,5</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan y comentan los resultados de la aplicación de la técnica de conglomerados jerárquicos con dos variantes.<sup>58</sup> En la primera se emplean las variables input y output relacionadas con el nivel de población (número de habitantes) de cada país donde se asienta el sistema ferroviario estudiado.

Como herramienta de análisis de la técnica empleada se utiliza el *historial de conglomeración* que detalla los conglomerados o sistemas fusionados en cada etapa (columna “Conglomerado que se combina”); el valor de la distancia a la que se encuentran cada uno de los sistemas que se introducen en cada conglomerado con cada iteración (“Coeficientes”); la iteración en que se formó cada conglomerado (“Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez”, un valor de 0 indica que ese conglomerado corresponde a un sistema individual y un valor mayor que en la etapa que corresponde a ese valor ya se había formado un conglomerado con ese sistema). La etapa en la que el conglomerado formado volverá a fusionarse con otros sistemas figura en la columna “Próxima etapa”.

---

<sup>58</sup> Un análisis más detallado de las herramientas utilizadas en la aplicación de esta técnica se recoge en el Apéndice Documental 1 de la Tesis.

## Historial de conglomeración

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglom erado 1	Conglom erado 2		Conglom erado 1	Conglom erado 2	
1	7	24	84,255	0	0	2
2	7	26	570,057	1	0	15
3	10	12	741,152	0	0	11
4	22	23	755,066	0	0	10
5	19	21	766,269	0	0	9
6	6	15	917,052	0	0	14
7	3	20	941,746	0	0	9
8	5	8	1147,451	0	0	19
9	3	19	1909,092	7	5	11
10	18	22	2419,551	0	4	17
11	3	10	2509,890	9	3	15
12	1	4	5707,438	0	0	18
13	13	25	5881,405	0	0	19
14	6	14	5919,571	6	0	20
15	3	7	6076,829	11	2	23
16	11	16	6489,912	0	0	17
17	11	18	7928,179	16	10	18
18	1	11	10752,872	12	17	20
19	5	13	15283,053	8	13	24
20	1	6	21457,733	18	14	23
21	2	9	22760,188	0	0	22
22	2	27	33495,889	21	0	25
23	1	3	34283,277	20	15	24
24	1	5	39094,110	23	19	26
25	2	17	73039,807	22	0	26
26	1	2	159621,149	24	25	0

Adoptando como solución óptima de conglomerados el número de 2 existiría por un lado un conglomerado 1 con 23 sistemas ferroviarios y otro conglomerado 2 (que denominaremos “centroeuropeo”), con 4 sistemas: Bélgica, Alemania, Holanda y Suiza, países que presentan los siguientes rasgos comunes:

- Por un lado una densidad de población muy elevada que va desde los 182,9 hab/Km<sup>2</sup> de Suiza (un 46,64% por encima de la media) a los 444,0 hab/Km<sup>2</sup> de Holanda (255,8% superior a la media, la mayor densidad de todos los países estudiados). De hecho, en este conglomerado se encuentran los dos países con una densidad más elevada dentro del total de países: Holanda y Bélgica.
- Densidad de red elevada y bastante por encima de la media, entre un 29% (Holanda) y un 108% (Bélgica).

- Stock de locomotoras por habitante superior a la media salvo en el caso de Holanda que es inferior. En este sentido destacar que Suiza presenta el mayor valor en este ratio.
- Pasajeros por habitante y pasajeros-km por habitante en valores máximos. En estas dos variables parece estar una de las claves del conglomerado. Son los sistemas ferroviarios que muestran los cuatro mayores valores de todos los sistemas estudiados.
- Servicios de transporte de mercancías elevados, en todos los casos por encima de la media y con máximos de Bélgica y Suiza. Las cifras de Holanda son las menores dentro del conglomerado pero siempre algo superiores a la media total (entre un 4% y un 19%).

La adopción de 3 conglomerados supone formar un conglomerado unitario, solo con Holanda (sistema que presentaba rasgos más distintivos dentro del *conglomerado "centroeuropeo"*), y mantener el conglomerado del grupo principal y el conglomerado "centro europeo" sin Holanda.

La siguiente iteración hacia 4 conglomerados mantiene lógicamente a Holanda sólo en un conglomerado, el *conglomerado "centroeuropeo"* y desgaja del grupo central un nuevo conglomerado formado por Dinamarca, Francia, Italia y Reino Unido. En esta nueva iteración es más difícil encontrar similitudes entre los países que forman este nuevo conglomerado, porque parecen menos evidentes. Cabría destacar:

- El nivel de stock de infraestructura ferroviaria (kilómetros de líneas operativas) por habitante es bastante homogéneo en Dinamarca, Francia e Italia y se encuentra en torno a la media del conjunto.
- El número medio de empleados en el sistema es relativamente cercano en los cuatro sistemas y en todos los casos moderadamente inferiores a la media del conjunto.
- Las cifras de pasajeros por kilómetro y toneladas de mercancía por kilómetro anuales no son excesivamente distantes, sobre todo en los casos de Dinamarca, Francia e Italia.

Las conclusiones a la primera variante en la que se emplean las variables input y output relacionadas con el nivel de población son:

1.- Se forma un *conglomerado "centroeuropo"*, que recoge sistemas ferroviarios distintos entre sí en cuanto a la gestión, pero similares al menos 3 de ellos (Bélgica, Holanda y Suiza) en cuanto a muchas de las características que inciden en la explotación del sistema.

2.- En los conglomerados no se discrimina por el grado de liberalización de los sistemas ferroviarios. Si bien resulta destacable que el *conglomerado "centroeuropo"* se encuentra en la parte alta de los países que presentan mayor índice de liberalización, faltan algunos de los que ocupan sus primeras posiciones como Suecia, Gran Bretaña o Austria.

En la segunda variante del análisis jerárquico de conglomerados se emplean los ratios de las variables input relacionadas con el nivel de población (número de habitantes) y las variables output medidas en función de los kilómetros de red ferroviaria operativa para cada país donde se asienta el sistema ferroviario estudiado (variable "Longrail" presentada en el *cuadro 27*).

## Historial de conglomeración

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglom erado 1	Conglom erado 2		Conglom erado 1	Conglom erado 2	
1	7	26	35,963	0	0	3
2	8	23	63,785	0	0	6
3	7	24	91,554	1	0	12
4	12	15	114,337	0	0	10
5	10	21	124,179	0	0	15
6	1	8	154,413	0	2	11
7	11	22	167,672	0	0	14
8	5	18	195,042	0	0	16
9	6	14	220,399	0	0	12
10	3	12	282,982	0	4	15
11	1	20	326,080	6	0	14
12	6	7	466,090	9	3	20
13	16	27	654,412	0	0	19
14	1	11	746,146	11	7	16
15	3	10	785,235	10	5	20
16	1	5	889,493	14	8	18
17	9	25	970,771	0	0	21
18	1	19	1609,151	16	0	22
19	13	16	2525,508	0	13	21
20	3	6	2654,419	15	12	23
21	9	13	5003,742	17	19	25
22	1	4	5011,755	18	0	23
23	1	3	7229,934	22	20	25
24	2	17	13236,789	0	0	26
25	1	9	20910,628	23	21	26
26	1	2	92854,194	25	24	0

Para la primera división en dos conglomerados aparece separado del grupo principal un conglomerado de dos países muy similares Holanda y Bélgica (conglomerado "Bene") de los que se aprecian los siguientes rasgos comunes:

- Se trata de los dos países con la densidad de población más elevada dentro del total de países, muy por encima de la media y del resto de países. El siguiente país en cuanto al valor de dicha variable (Reino Unido) se encuentra a más de un 35,87% del valor de Bélgica.
- Densidad de red elevada y bastante por encima de la media, un 29% superior en el caso de Holanda y un 108% en el de Bélgica.
- Pasajeros-km por kilómetro de red muy superiores a la media del total de sistemas y que además marca un máximo en el caso de Holanda.
- Valores inferiores a la media en el caso de las Toneladas-km por kilómetro de red. Diferencia más acusada en el sistema holandés.
- En relación con el grado de liberalización, que como ya quedó expuesto, no se ha incluido directamente en el cálculo de los conglomerados,

conviene destacar que Holanda y Bélgica presentan valores del índice de liberalización cercanos ocupando posiciones similares en el ranking de países con un sector ferroviario más liberalizado: Holanda es quinta con 817 puntos del índice en 2011 y Bélgica es séptima con 753 puntos.

La siguiente iteración que presenta tres conglomerados separa del conglomerado principal de sistemas, además del comentado *conglomerado "Bene"*, un conglomerado formado por los siguientes sistemas ferroviarios: Alemania, Italia, Luxemburgo, Reino Unido y Suiza. En esta segunda iteración, por definición, las similitudes dentro del conglomerado son menos evidentes, pero aún así podemos apuntar:

- Presentan densidades de población cercanas y notablemente por encima de la media.
- Salvo en el caso de Italia que estando por encima de la media es sólo ligeramente, el resto de sistemas del conglomerado gozan de una densidad de red ferroviaria casi dos veces superior a la de la media del total.
- Luxemburgo y Suiza son los dos sistemas ferroviarios que presentan un mayor nivel de stock de locomotoras por habitante.
- Los niveles de servicio de transporte de pasajeros son en general superiores a la media, siendo esta diferencia acusada en algunos casos como Suiza o Gran Bretaña.
- No se pueden obtener conclusiones determinantes en el caso de los servicios de transporte de mercancías.

Como conclusiones generales a los resultados derivados de la aplicación de la técnica de conglomerados jerárquicos con ratios, en sus dos variantes destacan:

1.- Todos los conglomerados se forman a partir de sistemas ferroviarios de países económicamente más avanzados en términos relativos, quedando en el conglomerado principal los países menos avanzados: Luxemburgo, Suiza y Holanda ocupan las posiciones más elevadas en términos de PIB per cápita dentro de la UE.

2.- Los conglomerados formados en todos los casos son de países cuyos sistemas ferroviarios aparecen en las primeras posiciones del ranking

por índice de liberalización: Gran Bretaña, Alemania, Dinamarca y Holanda están dentro del grupo de países con un estado de liberalización de su sector ferroviario avanzado. Sin embargo en este grupo se encuentran también países como Suecia y Austria que no forman parte de ninguno de los conglomerados estudiados. Además Italia, Francia y sobre todo Luxemburgo figuran en posiciones retrasadas del mencionado ranking por lo que no es posible concluir que los grupos formados en los conglomerados respondan implícitamente al grado de liberalización de los mismos.

Por tanto, como resultado común a ambas variantes del modelo de conglomerados que se ha utilizado, se puede concluir que la primera iteración no produce en ninguna de ellas dos grandes conglomerados, lo que implicaría una heterogeneidad estructural dentro del grupo de sistemas estudiado. Los conglomerados formados son pequeños (4 y 2 sistemas respectivamente) y con coeficientes de heterogeneidad bajos en relación con los 27 sistemas estudiados, lo que no justifica su separación del grupo. Tampoco las segundas iteraciones provocan grandes conglomerados separados del grupo principal. A lo que se añade que, de conformidad con la metodología empleada, según se avanza en el número de conglomerados el grado de homogeneidad dentro del conglomerado disminuye. Queda así contrastado que no existe una heterogeneidad suficiente en el grupo de sistemas ferroviarios estudiados que impida su inclusión conjunta como grupo de referencia en los modelos empíricos de cálculo de la eficiencia que se van a desarrollar a continuación.

## **SECCIÓN III.2.- ANÁLISIS DE EFICIENCIA**

### **III.2.1.- CONCEPTO DE EFICIENCIA**

Para el análisis de la actividad de las empresas se han desarrollado mediciones notablemente precisas de los inputs y outputs de cada industria, si bien no siempre han existido técnicas adecuadas para combinar esas mediciones con la finalidad de obtener una cuantificación satisfactoria de la eficiencia. A partir de los años 90, los intentos han sido realizados para



construir “índices de eficiencia”, en los que una medida ponderada de los inputs es comparada con los outputs.

En primer lugar es necesario deslindar los conceptos teóricos de eficacia y eficiencia. La eficacia se puede definir como la capacidad de establecer y lograr metas preestablecidas, mientras que la eficiencia alude a la capacidad de obtener objetivos por medio de una relación deseable entre inputs y outputs o, en otros términos, de existencia de máxima productividad de los inputs empleados y/o de mínimo coste de obtención del producto (Bardhan 1995, Albi 1992).

La eficiencia está vinculada al concepto de asignación óptima de recursos en una industria, según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B, si y sólo si, con la primera asignación (A) al menos algún elemento de la industria mejora y ninguno empeora, es decir un óptimo, en este sentido, es una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de algún elemento de la industria sin empeorar la de otro/s, Gravelle y Rees (1981).

La garantía de la existencia de este tipo de equilibrio conlleva el cumplimiento de tres condiciones relacionadas con el término eficiencia: eficiencia productiva, eficiencia de intercambio y eficiencia global. La primera se cumple cuando se igualan las relaciones marginales técnicas de sustitución entre los recursos empleados para generar los outputs. La segunda, cuando la relación marginal de sustitución entre los bienes son las mismas para todos los consumidores y, la tercera, necesita de la igualdad entre las relaciones marginales de sustitución entre pares de bienes y su relación marginal de transformación para la totalidad de los individuos, Fuentes (1987).

Lindbeck (1971) consideró la diferenciación de tres extensiones adicionales de la idea de eficiencia: asignativa, técnica y coordinativa e informativa. Teniendo las dos primeras además dimensiones estáticas y dinámicas.

Eficiencia asignativa o precio: supone lograr el coste mínimo de producción de una cantidad determinada de output al cambiar las relaciones proporcionales de los inputs utilizados en función de sus precios y

productividades marginales. En su versión estática coincidiría con la optimalidad paretiana, mientras que desde el punto de vista dinámico fuerza a que los inputs se agrupen en función de los gustos de los individuos ocasionando que la curva de transformación se expanda.

La eficiencia asignativa tiene su base en la teoría microeconómica, específicamente en la teoría de Pareto. Deben cumplirse tres condiciones básicas para lograr la eficiencia en la asignación:

- Eficiencia económica. Implica la eficiencia tecnológica (o técnica), así como la utilización de los factores de producción en proporciones que minimicen los costes.
- Eficiencia del consumidor. Se produce cuando los consumidores no logran mejorar asignando de nuevo sus presupuestos.
- Igualdad del coste marginal y del beneficio social marginal

Por su parte, Hernández Laos (1985) sostiene que la eficiencia asignativa se refiere a la asignación de recursos, lo cual corresponde al criterio de asignar una cantidad fija de recursos entre situaciones alternativas con el propósito de maximizar la cantidad del producto o satisfacción, ya sea que el análisis se concentre en la esfera de la producción o en la del consumo. Yarad (1990) menciona que la eficiencia asignativa o de costes se alcanza cuando el gasto monetario total en inputs utilizados para producir una cantidad dada de bienes sea el mínimo posible de acuerdo a los precios de los inputs. González-Páramo (1995) afirma que la eficiencia asignativa o de precios se da cuando una empresa maximiza beneficios o minimiza costes.

Eficiencia técnica: función de producción, relación entre cantidades de inputs y outputs y no sus precios. La proporción de factores de una asignación eficiente puede variar si se modifica la técnica de producción, pero no si cambian los precios y/o las productividades marginales. Además la eficiencia técnica en su versión estática, tendría, a su vez, una doble acepción. La primera de ellas, la macroeconómica, implicaría la reasignación de los recursos productivos para alcanzar un punto en la curva de transformación de una economía. La segunda, la microeconómica haría referencia a la ubicación de cada unidad productiva en el conjunto de producción. En su versión dinámica, necesita del empleo urgente de nuevos métodos de producción así como del

máximo posible incremento y dispersión de los nuevos outputs. Por último, acerca de la eficiencia técnica, cabe decir que su expresión puede realizarse en función de un punto de vista doble: desde el punto de vista de los inputs (refleja la cantidad mínima de inputs necesaria para producir un nivel determinado de output) y desde el punto de vista de los outputs (la cantidad máxima de producto alcanzable con una cantidad determinada de inputs).

Un tipo particular de eficiencia técnica es la eficiencia X. Una asignación ineficiente bajo este concepto supondría emplear más factores de los necesarios producir menos output del posible, pero los motivos no se basarían en el tipo de técnica empleada en la producción sino en el comportamiento de los individuos que forman parte de la unidad productiva (reducción de capacidad de esfuerzo, existencia de escasa presión competitiva, primacía de su nivel de utilidad sobre la obligación de reducción de costes al usar más recursos de los necesarios, etc.) propiciado por la carencia de alicientes profesionales en el ámbito del sector que se analice. Salinas (1995), Albi (1992) y Leibenstein (1966).

La eficiencia coordinativa e informativa se alcanza mediante la minimización de los costes de la información necesaria para la toma de decisiones.

Del conjunto de teorías revisadas que desarrollan el concepto de eficiencia se empleará aquí la eficiencia técnica estática en su versión microeconómica (eficiencia definida por Farrell, 1957).

En relación al concepto de eficiencia técnica, Koopmans (1951) definió la situación de eficiencia técnica como aquella en la que un incremento en cualquiera de los outputs, exige una reducción en al menos alguno de los restantes o el incremento de alguno de los inputs, o bien, en la que la disminución de un input cualquiera exige, al menos, el aumento de algún otro o la disminución de algún output. Debreu (1951) y Farrell (1957) conceptualizaron a la eficiencia técnica como la diferencia entre uno y un cociente que representa la mayor reducción proporcional en todos los inputs que aún permite la producción de todos los outputs, o como uno más el mayor crecimiento proporcional permitido en todos los outputs con el mismo consumo de inputs.

Yarad (1990) menciona que la eficiencia técnica consiste en obtener la máxima producción física factible, dada la tecnología existente, a partir de una cierta cantidad de inputs.

Por su parte, González-Páramo (1995) afirma que la eficiencia productiva o eficiencia técnica de una empresa está dada por su capacidad para transformar unos inputs (trabajo, capital y otros factores) en outputs (bienes o servicios) en el contexto de una tecnología, que puede sintetizarse mediante una función de producción, que marca el valor máximo o “frontera” de output alcanzable a partir de diversas combinaciones de inputs. Trillo (2002) menciona que el estudio de la eficiencia técnica o productiva centra su atención en el uso de los recursos humanos o de capital en la producción de uno o varios bienes y servicios. Es decir, se basa en utilizar unidades físicas, lo que implica que queda fuera del análisis el coste o precio de los factores y la valoración de los ingresos obtenidos de la producción.

La definición de la función de producción eficiente implica que la eficiencia técnica de cualquier unidad de decisión es relativa al conjunto de unidades a partir de las cuales la función es estimada. Si son introducidas más unidades en el análisis, podrían reducir, pero nunca podrían incrementar la eficiencia técnica de una unidad de decisión dada. Es interesante notar que la simple heterogeneidad de los factores no importará, siempre y cuando se distribuya de manera equilibrada con respecto a las empresas. En los casos en que existen diferencias entre las firmas en el promedio de calidad (o más estrictamente, en la distribución de calidades) de un factor, es donde la eficiencia técnica de una unidad de decisión reflejará la calidad de sus inputs además de la eficiencia de su administración.

Si esas diferencias en la calidad son físicamente medibles, podría ser posible reducir este efecto definiendo un amplio número de factores de producción relativamente homogéneos, aunque en la práctica nunca sería posible eliminarlos completamente. Por tanto, la eficiencia técnica de una unidad siempre debe, hasta cierto punto, reflejar la calidad de sus inputs; es imposible medir la eficiencia de su producción separada de los factores. Así, la eficiencia técnica es definida en relación a un conjunto de unidades de decisión

dado, con respecto a un conjunto dado de factores medidos de una forma específica y cualquier cambio en esas especificaciones afectará la medición.

A partir del trabajo inicial de Farrell, otros autores han propuesto conceptos alternativos. Así, por ejemplo, Førstund y Hjalmarsson (1974) y Førstund et al. (1980), desagregan la eficiencia técnica, asignativa y de escala. Posteriormente Banker, Charnes y Cooper (1984) dividieron la eficiencia técnica (o eficiencia técnica global) en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala.

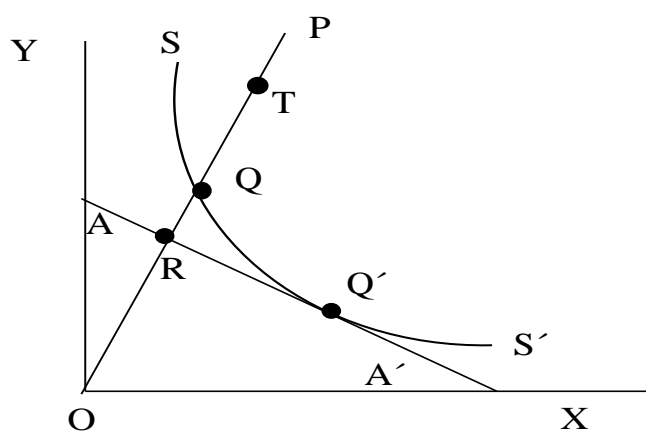
La eficiencia técnica pura muestra en qué medida la unidad productiva analizada está obteniendo el máximo rendimiento de los recursos físicos a su disposición. Mientras que la eficiencia de escala es relevante cuando la tecnología de producción presenta rendimientos de escala variables. Este tipo de eficiencia muestra si la unidad productiva analizada ha logrado alcanzar el punto óptimo de escala.

De esta forma, la eficiencia técnica global es el producto de las eficiencias técnica pura y de escala. Partiendo del concepto de eficiencia técnica, se considera a la tecnología como un elemento clave para entender éste término. Las empresas se enfrentan a restricciones tecnológicas, puesto que sólo existen algunas combinaciones de factores viables para obtener una cantidad dada de producción, por lo que las empresas deben limitarse a adoptar planes de producción que sean factibles desde un punto de vista tecnológico. Así, al conjunto de todas las combinaciones de factores y de productos tecnológicamente factibles, se le denomina conjunto de producción. Este conjunto muestra las elecciones tecnológicas posibles de la empresa.

Por otro lado, es necesario examinar la producción máxima posible correspondiente a una cantidad dada de factores, esto es lo que se denomina como frontera del conjunto de producción y mide el volumen máximo de producción que puede obtenerse con una cantidad dada de factores. De aquí se deriva el concepto de isocuanta, que es el conjunto de todas las combinaciones posibles de los factores que son suficientes para obtener una cantidad dada de producción.

A partir de la primera definición, Farrell supuso una empresa que empleara dos factores para generar un output bajo rendimientos constantes a escala y total conocimiento de la función de producción. El supuesto de rendimientos constantes a escala permite que toda la información relevante sea presentada en una isocuanta. Esta restricción es abandonada posteriormente, al trabajar un modelo alternativo donde mide la eficiencia bajo condiciones de rendimientos no constantes a escala, Farrell y Fieldhouse (1962).

Gráfico 20. Eficiencia técnica en el modelo de Farrell



Fuente: elaboración propia

El gráfico 20 representa la isocuanta-isocoste para un único output producido por 2 inputs ( $X$ ,  $Y$ ) cuyos precios relativos se recogen en la pendiente de la isocoste  $AA'$ . La recta  $OP$  representa un vector de inputs de los dos factores por unidad de producto. La isocuanta unitaria  $SS'$ , representa combinaciones mínimas de inputs necesarias para generar una unidad de producto. Cualquier combinación de inputs de esta isocuanta será eficiente para producir una unidad de output.

El punto  $Q$  representa una empresa eficiente que usa los dos factores en la misma proporción que la empresa  $T$ . Sin embargo  $Q$  mide la máxima reducción proporcional en los inputs que permite producir la misma cantidad de output. Por tanto, la razón  $OQ/OT$  define la ineficiencia técnica de la empresa  $T$  (Farrell, 1957). La eficiencia técnica es una medida de eficiencia que relaciona

la combinación de factores que utilizaría la empresa más eficiente existente en el mercado en esos momentos.

En el anterior razonamiento no se han considerado los precios de los factores. Farrell los introdujo en su trabajo al considerar la eficiencia precio. La pendiente de la recta  $AA'$  (restricción presupuestaria o curva de isocostes) refleja la relación existente entre los precios de los dos factores. Introduciendo este supuesto  $Q$  infravalora claramente el grado de ineficiencia. Reasignando la utilización de inputs a favor de  $X$  podría producirse la misma cantidad de output a un menor coste. En este sentido  $Q'$  y no  $Q$  sería la asignación eficiente puesto que tal vez ambas fuesen eficientes técnicamente pero sólo  $Q'$  puede ser adquirida a los precios preestablecidos con el mínimo coste posible, es decir sólo  $Q'$  es asignativamente eficiente.

La medición de la ineficiencia precio o asignativa de  $Q$  vendría dada por  $OR/OQ$ . Es decir, si se desearan cambiar las proporciones de inputs hasta el mismo tipo que la reflejada por  $Q'$  y mantener la eficiencia técnica constante, los costes deberían ser disminuidos en una proporción  $OR/OQ$ .

En relación con la cuantificación de la eficiencia, la teoría que primero aborda la cuestión se remonta hasta los años 50, cuando Koopmans y Debreu comienzan sus investigaciones con relación al uso eficiente de los recursos empresariales y al análisis de producción.

Debreu (1951) ofrece ya una definición de medida de eficiencia basándose en un ratio de distancias que cuantifica la proporción en que la situación obtenida en una economía se aleja de la óptima, considerando como tal aquella en la que fuera imposible aumentar la satisfacción de algún individuo sin, al menos disminuir la de otro. Este modo de concebir la cuantificación de la eficiencia, si bien no dependía de las unidades de medida, presentaba la dificultad de necesitar la existencia de un sistema intrínseco de precios que homogeneizara las magnitudes de bienes comparadas en el proceso del cálculo del parámetro de eficiencia mediante el cómputo del ratio de distancias.

Koopmans (1951) partiendo de la consideración de un marco de posibilidades técnicas muy similar al modelo Input-output de Leontief<sup>59</sup> define un punto eficiente como aquella combinación de producto neto que, siendo factible, posee la propiedad de que cualquier incremento en una de las coordenadas puede ser lograda sólo a costa de disminuir al menos una de las restantes. Sin embargo, Koopmans no establece ninguna referencia al modo de medir esa eficiencia.

Fue Farrell (1957) quien, sobre la base de los trabajos de Koopmans y Debreu, estudió la forma de medir la eficiencia, dividiéndola en dos conceptos distintos: eficiencia técnica y eficiencia precio. La primera la definió como la lograda al producir lo máximo posible a partir de unos inputs dados. La segunda entendió que la obtenía aquella unidad productiva que utilizara una combinación de inputs que, con el mínimo coste, alcanzara un output determinado a unos precios preestablecidos. El producto de ambas eficiencias provee una medida de la eficiencia económica o eficiencia global. Por tanto, la eficiencia global es el tipo de eficiencia que presentaría una asignación en caso de ser eficiente desde el punto de vista técnico y asignativo, siendo igual al producto de ambas medidas de eficiencia.

$$OR / OT = (OR / OQ) * (OQ / OT) \quad [III.2]$$

Farrell (1957) también hizo explícito el modo de medición de la eficiencia y su interpretación geométrica para el caso en que la función de producción no fuera conocida. En este último caso, obtuvo una expresión analítica de medida de la eficiencia relativa (la obtenida por una unidad productiva en referencia a la conseguida por otras) de diferentes unidades productivas bajo las hipótesis de convexidad de las isocuantas, rendimientos constantes a escala y pendiente no positiva de la isocuanta. Implícitamente también consideró el supuesto de libre disponibilidad de inputs y outputs, dado que unidades de producción con más inputs o menos outputs pertenecen al conjunto de producción.

---

<sup>59</sup> La diferencia estriba en que Koopmans considera la posibilidad de la existencia de coeficientes técnicos negativos, en este caso el bien es usado y no producido por la rama pertinente, y el vector de producción final es definido en términos netos.

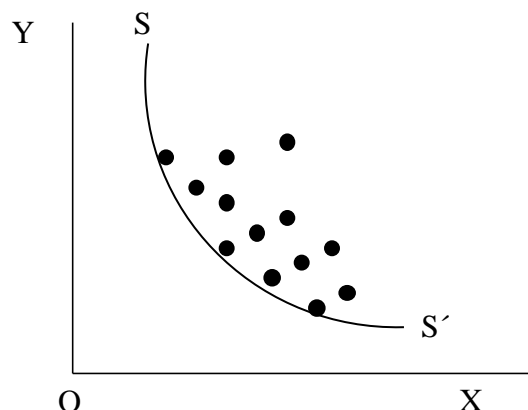


La convexidad de las isocuantas, implicaba que si dos puntos eran obtenibles en la práctica, entonces la combinación convexa de ambos también. Los rendimientos constantes a escala suponían eliminar la posibilidad de existencia de efectos de escala en la eficiencia para que esta fuera únicamente técnica. La no positividad de la pendiente de la isocuanta era necesaria para evitar que cualquier incremento en ambos factores conllevara una reducción del output. La condición ideal hubiera sido la negatividad estricta para así evitar posibles tramos de pendiente nula que estarían ocupados por combinaciones de producción que emplearan más de uno de los 2 inputs para generar el mismo output.

Dado que la función de producción eficiente estará representada por isocuantas, el problema de Farrell, es estimar la isocuanta de la empresa más eficiente. Este autor la estima introduciendo una frontera (gráfico 18), que envuelve los puntos localizados en el plano de producción. El autor supone que la isocuanta eficiente es convexa al origen y que si en la práctica es posible alcanzar dos de esos puntos, también lo es obtener un punto que represente el promedio ponderado de dos de las firmas más eficientes; el peso de cada punto se determina de forma tal que se obtenga la proporción de factores deseada.

Farrell (1957), además del estudio de la eficiencia al nivel de la empresa introduce medidas de eficiencia agregadas para toda la industria. Esto es lo que él llama "eficiencia estructural", e indica el grado en que una industria se mantiene al nivel del comportamiento de sus empresas más eficientes. La eficiencia estructural de una industria es mayor en la medida en que la distribución de las empresas se concentra en la proximidad de su frontera hacia el origen en el plano de los inputs.

Gráfico 21. Eficiencia en el modelo de Farrell



Fuente: elaboración propia

En el *gráfico 21* la isocuanta eficiente ( $SS'$ ) estaría constituida por el conjunto de puntos más cercanos al origen y las combinaciones convexas entre ellos (combinaciones hipotéticas o ficticias) puesto que cualquier vector de recursos fuera de la misma emplearía más de al menos uno de los inputs para obtener la misma cantidad unitaria de output.

Farrell consideró que las diferencias en la calidad media de un factor de producción podrían ser problemáticas ya que, en ese caso, el índice reflejaría tanto la eficiencia por la calidad de factores como por la adecuada gestión. No obstante, si las diferencias cualitativas fueran mensurables el problema también podría evitarse mediante la homogeneización de la calidad.

En resumen, Farrell (1957) fue el primero en introducir el marco teórico básico para estudiar y medir la eficiencia. Proporcionó una definición de eficiencia aún hoy empleada, un modo de medición de la misma y un método de aproximación empírica a la frontera de eficiencia cuando la función de producción es desconocida y lo único posible es utilizar las observaciones de inputs empleados y outputs generados. Propuso abordar la estimación de la eficiencia desde una perspectiva real y no ideal, donde cada firma o unidad productiva sea evaluada en relación a otras tomadas de un grupo representativo y homogéneo. De esta forma, la medida de la eficiencia será relativa y no absoluta, donde el valor agregado de eficiencia para una firma

determinada corresponde a una expresión de la desviación observada respecto a aquellas consideradas como eficientes.

### **III.2.2.- CÁLCULO DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA: MODELOS DE FRONTERA VS MODELO DEA**

La idea original de Farrell ha podido trasladarse a su aplicación empírica a través fundamentalmente de dos metodologías: la estimación de fronteras estocásticas y las mediciones mediante técnicas de Análisis Envolvente de Datos (DEA). La primera implica el uso de la econometría y para la segunda se recurre a algoritmos de programación lineal y al benchmarking. Todo problema de programación lineal conocido como el problema primal tiene su problema correspondiente denominado el problema dual. Esto es, si el problema primal es la maximización de producción el problema dual es la minimización de inputs y viceversa.

Para medir la eficiencia de un conjunto de unidades productivas es necesario conocer la función de producción o el conjunto de producción y la frontera de eficiencia. Para ello existen diversos métodos que pueden clasificarse en función de dos factores: su carácter paramétrico y/o determinístico. Los métodos paramétricos parten de la presunción de que la función de producción sigue una forma determinada, mientras que los no paramétricos no presuponen ninguna forma de la función mencionada. Los métodos determinísticos asumen que la distancia de la unidad analizada a la frontera es fruto de la ineficiencia, mientras que los estocásticos parten de la hipótesis de que al menos parte de esa distancia es debida a perturbaciones aleatorias, Hollingsworth (1999) y Salinas (1995).

Cuadro 28. Clasificación de los métodos analíticos de cálculo de la eficiencia

<b>Métodos analíticos</b>	<i>Paramétricos</i>	<i>No paramétricos</i>
<i>Determinísticos</i>	Programación matemática paramétrica y análisis de frontera determinístico	Análisis DEA
<i>Estocásticos</i>	Análisis estocástico de frontera	Análisis DEA estocástico

*Fuente: elaboración propia*

La estimación de funciones de producción frontera bajo condiciones de rendimientos crecientes a escala, es importante y difícil. Farrell y Fieldhouse (1962), discuten dos soluciones para este problema:

- La primera, consiste en agrupar observaciones de acuerdo a los productos y entonces estimar la función de producción eficiente para cada grupo de productos separadamente. Los autores llamaron a este procedimiento Método de Agrupamiento. La estimación de las funciones de producción eficientes por este método, contempla dos clases de variaciones: primero, errores de observación (el tipo de error aleatorio comúnmente tratado con trabajo estadístico) y en segundo lugar, variaciones en la eficiencia, lo que puede conducir a desviaciones de las observaciones en una sola dirección respecto a la función de producción eficiente.
- La segunda solución conocida como Método Global, considera una función de producción que relaciona la cantidad  $X$  de un solo producto con los inputs  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Esta función de producción puede interpretarse como la mayor cantidad de  $X$  que puede lograrse de cualquier conjunto de inputs dado.

Farrell más tarde propuso computar los parámetros de la función frontera, a través de la forma Cobb-Douglas. Aigner y Chu (1968) fueron los primeros en seguir la sugerencia de Farrell. Ellos especificaron una función de producción frontera Cobb- Douglas, que requería que todas las observaciones estuvieran en o bajo la frontera.

En el caso del estudio de la eficiencia de sistemas ferroviarios, se dan las siguientes circunstancias que condicionan su cálculo: ausencia de mercado

que dificulta la valoración del producto, el carácter monopolístico de su oferta, la existencia de múltiples criterios en la naturaleza de los objetivos del sector (eficiencia, equidad, servicio público) la carencia de competitividad y de mecanismos de expulsión de las unidades productoras ineficientes, la frecuente utilización de múltiples inputs y la generación de numerosos outputs por un mismo sistema ferroviario incluso por un operador del mismo y en algunos casos la inexistencia de mecanismos de incentivos hacia una producción eficiente Wolf (1979, 1987 y 1988).

Entre los trabajos clásicos de cálculo de la eficiencia en la industria ferroviaria destacan Oum y Yu (1994), que aplican la técnica DEA a una muestra de 19 compañías ferroviarias de la OCDE para el periodo 1978-1989 obteniendo que las compañías con menor dependencia de subsidios públicos y mayor autonomía de gestión se muestran más eficientes. Coelli y Perelman (1999) utilizaron por primera vez funciones de distancia a través de dos métodos paramétricos, analizando 17 compañías europeas para 1988-1993 y comparando la robustez de los resultados con los obtenidos por DEA. Estos autores encontraron que las compañías de Gran Bretaña y Holanda resultan ser las más eficientes. Finalmente Cantos et al. (2000) aplicando el método DEA alcanzan el resultado de que los indicadores de ineficiencia medidos para el output "tren-km" penalizan a las compañías con altos índices de carga.

El debate entre la conveniencia de aplicar métodos no paramétricos (Análisis Envolvente de Datos, DEA, principalmente) o métodos paramétricos (Análisis de Fronteras Estocásticas, SFA y Análisis de Fronteras Determinísticas, DFA) en sectores que han sido recientemente liberalizados o que están en pleno proceso de liberalización y que provienen de un modelo de monopolio público, está lejos de resolverse.

Aunque ambos métodos se basan en el análisis de fronteras de eficiencia que tiene su fundamento original en los conceptos de eficiencia desarrollados por Farrell (1957), existen diferencias esenciales entre los métodos de programación matemática y la técnica econométrica para construir las fronteras de producción y calcular las medidas de eficiencia respecto a las fronteras.

Entre los inconvenientes que presenta la técnica DEA se encuentra la elevada sensibilidad de sus resultados a las unidades de decisión introducidas en el modelo. De tal forma que la inclusión de alguna unidad de decisión que presente rasgos no homogéneos con el resto puede implicar una desviación importante en la frontera eficiente y por ende en la caracterización de los sistemas como productivamente (in)eficientes.

El método SFA se basa en la teoría económica cuantitativa y en la justificación de la decisión racional de optimización de beneficios. Generalmente se ha recomendado el empleo de las SFA cuando se trata de sectores o empresas cuyo objetivo es la maximización de los beneficios. Mientras que tradicionalmente se ha aconsejado aplicar la técnica DEA para medir la eficiencia de sectores con múltiples inputs/outputs que no tienen en la maximización del beneficio su principal política, como servicios públicos, educación, sanidad, justicia, sector público (Doyle y Green, 1994; Coelli, 1996). Sin embargo en los últimos años son cada vez más los estudios que aplican la técnica DEA para evaluar la eficiencia de organizaciones que tienen como fin esencial la maximización de beneficios.

El sector de transporte ferroviario está en pleno proceso de liberalización, con el servicio de mercancías formalmente ya liberalizado y el servicio de pasajeros próximo a hacerlo. Este parece ser el campo apropiado para realizar una aportación a ese debate con el mencionado sector como objeto de aplicación de las técnicas de eficiencia comentadas.

Los métodos paramétricos, a diferencia de los no paramétricos requieren de la asunción de una forma funcional de la función de producción y una distribución de probabilidad del término error, que en el caso de los análisis SFA es la suma de dos componentes: el primero es simétrico y recoge el ruido aleatorio fuera del control de los sistemas ferroviarios estudiados, mientras que la segunda parte representa la ineficiencia técnica de los sistemas.

Los métodos paramétricos más utilizados son los modelos de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y el comentado Análisis de Fronteras Estocásticas (SFA). La diferencia principal entre estos modelos consiste en que el método MCO atribuye todas las desviaciones a la ineficiencia, mientras que los

modelos SFA atribuyen parte de las desviaciones a la ineficiencia y parte de ellas al ruido aleatorio. En otras palabras, los modelos SFA toman en consideración tanto la ineficiencia como el ruido aleatorio. Entre los modelos de frontera estocástica más utilizados se encuentran el modelo de frontera de producción estocástica, el modelo de frontera de costes estocástica y el modelo de función de distancia estocástica.

El modelo de frontera de producción revela las relaciones técnicas entre los inputs y los outputs de los sistemas ferroviarios y representa una alternativa cuando no es posible calcular fronteras de costes debido a la falta de datos, como sucede en el presente caso, en el que los datos sobre costes o no figuran explícitamente dada la naturaleza de monopolios públicos naturales que han tenido estos sistemas, o forman parte de la información estratégica de compañías privadas. El producto estimado es el máximo producto posible para los inputs dados para cada sistema. La diferencia de producto que se obtiene en el cálculo se interpreta como ineficiencia técnica de cada sistema en particular. En la frontera de producción, la opción más recomendable es la de utilizar retornos variables a escala, y es necesario incluir cambios de eficiencia a escala apropiada al calcular la productividad total de los factores.

### **III.2.3.- VARIABLES UTILIZADAS**

Una vez contrastado el carácter homogéneo del grupo de sistemas ferroviarios europeos y definido el concepto de eficiencia empleado es momento de aplicar las técnicas de cálculo de eficiencia a los datos disponibles. Para ello es necesario presentar con carácter previo las variables que van a ser utilizadas en la aplicación de las diferentes técnicas.

La presentación de las variables input/output de los sistemas ferroviarios se realiza a partir de sus valores bien en media de un periodo de tiempo (como se presentan en este apartado) bien a partir de sus valores individuales para años concretos, que serán los valores introducidos en los diferentes ejercicios empíricos desarrollados a partir de las técnicas cuantitativas utilizadas.

Es necesario advertir que las variables output empleadas distinguen entre servicios de transporte de pasajeros y servicios de transporte de mercancías, lo que permite una mayor riqueza en el análisis que en nuestro

caso se traduce en la posibilidad de estudiar separadamente los servicios de pasajeros y mercancías conjuntos y los servicios de mercancías de forma independiente. Ello permite poder contrastar si existen conclusiones comunes aplicables a ambos servicios conjuntamente o si por el contrario alguna evidencia de las encontradas se aplica solamente o en mayor grado a uno sólo de los servicios de transporte.

Los datos utilizados para medir la eficiencia de los sistemas ferroviarios analizados se han obtenido de la *Union Internationale des Chemin de Fer* (UIC) que cuenta con información sobre las variables necesarias para realizar estimaciones siguiendo las técnicas de cálculo de eficiencia técnica (inputs y outputs) para todos los países objeto de estudio entre 1991 y 2011.<sup>60</sup> Las variables introducidas en los modelos de cálculo de eficiencia desarrollados, junto con las unidades utilizadas para su medición, las fuentes de información estadística de las que han sido obtenidas y el modo de introducirse en el modelo (como variable input o como output) se resumen en el siguiente cuadro.

---

<sup>60</sup> UIC (2011) Railways time-series data 1991-2011



Cuadro 29: Variables utilizadas en los modelos de eficiencia.

VARIABLE	UNIDAD	FUENTE	MODO
<b>[DEN]:</b> Densidad de población del país titular del sistema ferroviario.	Habitantes por kilómetro cuadrado (hab / km <sup>2</sup> )	UIC	In put <sup>61</sup>
<b>[LON]:</b> Longitud de las líneas operativas en el sistema ferroviario a final de cada año.	Kilómetros	UIC	Input
<b>[LOC]:</b> Stock de locomotoras y locotractores (dresinas) operativos a final de cada año.	Unidades	UIC	Input
<b>[PER]:</b> Media anual de la fuerza de trabajo en las empresas que componen el sistema ferroviario <sup>62</sup>	Miles de trabajadores	UIC	Input
<b>[PKM]:</b> Pasajeros-kilómetro transportados en servicios de tráfico ferroviario comercial	Millones de pasajeros-kilómetro transportados	UIC	Output
<b>[TKM]:</b> Toneladas-kilómetro de mercancías transportadas en servicios de tráfico ferroviario comercial	Millones de toneladas-kilómetro de mercancías transportadas	UIC	Output

Fuente: *Elaboración propia*

El siguiente cuadro presenta los valores medios de las variables introducidas en los modelos, para el periodo considerado.

<sup>61</sup> La densidad de población no es realmente un input sino una característica del país donde se asienta el sistema ferroviario, sin embargo en los transportes en general y en el modo ferroviario en particular desempeña un papel muy relevante como variable explicativa.

<sup>62</sup> Sería más preciso, incluir las horas de trabajo medias, por las posibles diferencias en las jornadas de trabajo, pero no existen datos al respecto.

Cuadro 30. Valores medios de las variables de los modelos de eficiencia (2002-2011)

Sistema ferroviario	DEN (hab/km <sup>2</sup> )	LON (km)	LOC (unidades)	PER (miles personas)	PKM (miles paxkm)	TKM (miles tonkm)
Alemania	230,5	34.374,5	5.071,4	234	74.275,9	89.596,8
Austria	98	5.647,5	1.214,4	45,6	9.267	18.904,3
Bélgica	339,2	3.529,8	693,3	38,1	9.612,7	7.574
Bulgaria	68,1	4.159,4	579	32,6	2.362,5	4.492,7
Chequia	130	9.497,1	2.008,8	609,2	6.638	15.266,2
Dinamarca	127	2.134,3	631	19,3	6.377,3	2.355,5
Eslovenia	100	1.226,4	160,3	8,2	793,2	3.284,6
Eslovaquia	110,4	3.635	921,1	35,6	2.296,3	8.898,3
España	87,5	14.771,1	701,6	33,3	21.665,8	10.966,9
Estonia	29,2	893,1	114,4	2,9	233	8.055,4
Finlandia	15,5	5.867,9	536	10,3	3.662,6	9.981
Francia	97,3	30.809,6	4.279	165,3	81.011,4	38.254,3
Grecia	83	2.509	165,3	6,7	1.725,1	588
Holanda	444,0	2.860,8	135,2	19,7	15.084,4	4.889,3
Hungría	108,7	7.924,8	829,9	43,1	6.547,7	7.966,7
Irlanda	60,1	1.919	82,8	5,1	1.753,2	220
Italia	196	16.795,8	3.158,9	95,8	46.011,9	18.807,8
Letonia	34,9	2.173,77	207,6	13,5	846,6	17.015,5
Lituania	52,6	1.770,6	251,9	11,2	415,7	12.783,2
Luxemburgo	160,1	274,9	102,8	3,2	305,4	366,7
Noruega	14,4	4.094,4	69,5	6,3	2.528,8	1.959,7
Polonia	122,3	19.696,4	3.501,2	123,5	17.222,9	41.465,5
Portugal	114,6	2.554,1	180,6	8,4	3.626,7	2.352
Reino Unido	249,6	18.335,2	432,2	49	48.531,1	20.095,8
Rumania	91,5	10.889,4	1.987,9	66,4	7.277,2	13.279,3
Suecia	20,1	9.902,9	418,2	11,4	6.330,4	10.800,8
Suiza	182,9	3.416,9	1.618,4	29,2	15.693	11.654,8

Fuente: Elaboración propia a partir de UIC

### III.2.4.- ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS PARAMÉTRICOS SFA Y DFA. FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

A continuación se procede al cálculo de la eficiencia productiva a partir de los dos modelos paramétricos presentados (SFA y DFA). Como paso previo a su cálculo, en estos modelos, dada su naturaleza, es necesario plantear una función de producción sobre la que proyectar las eficiencias calculadas con cada técnica. En concreto se utilizan dos de las formas funcionales más comunes: la función Cobb-Douglas y la función translogarítmica, utilizando como métodos paramétricos para el cálculo de la eficiencia el Análisis de Fronteras Estocásticas y el Análisis de Fronteras Deterministas. En ambos casos, la frontera de producción se estima mediante el método de máxima verosimilitud en tres fases, de conformidad con la técnica propuesta por Coelli (1996). Por tanto, el presente apartado se centra fundamentalmente en dos etapas: (i) la estimación de funciones de producción Cobb-Douglas y Logarítmico Trascendental (Translog) y (ii) el cálculo de Fronteras Estocásticas (apartado III.2.5) y Fronteras Determinísticas (III.2.6) construidas sobre ellas.

En relación con el cálculo de las funciones de producción, hay que señalar que la utilización de funciones de coste exige, a diferencia de lo que ocurre con una función de producción, disponer de información sobre precios de los factores de producción, que los precios sean exógenos, así como suponer un comportamiento maximizador/minimizador de beneficios/costes. Ninguno de estos supuestos se cumple en el sector ferroviario estudiado. Por un lado no se dispone de información de precios, porque en muchos casos son o han sido tarifas fijadas por los poderes públicos sin que se formasen en el mercado. Por otro, la estructura tradicional del sector como monopolio público, en el que una misma empresa controlada por la administración pública monopolizaba las actividades de operación y gestión de la infraestructura, con trayectos no rentables pero que al ser considerados servicios públicos debía prestar, es incompatible con el supuesto de conducta maximizadora de beneficios. Por tanto en el presente trabajo se desarrolla una función de producción al considerarse más adecuada para el caso ferroviario que una función de costes.

Cuando en los parámetros de un modelo aparecen productos, cocientes u otras operaciones sobre los parámetros distintos de la suma o la resta, se está frente a un modelo no lineal en los parámetros. La linealización de los modelos presenta la ventaja de permitir que su estimación sea realizada por medio de la aplicación de operaciones de álgebra matricial, y no mediante procesos de estimación iterativos, en los que no siempre se garantiza conseguir una estimación final adecuada Uriel y Aldás (2005).

Un tipo de función que utiliza la metodología de linealización es la siguiente, definida por Cobb y Douglas en 1928. Su forma general se basa en la siguiente expresión:

$$Y = A \prod V_i^{\alpha_i} \quad [\text{III.3}]$$

siendo:

- $Y$  la cantidad de output producida.
- $A$  es el denominado parámetro constante de eficiencia o Productividad Total de los Factores, que puede interpretarse como una medida de la eficiencia técnica del sistema ferroviario, en la medida en que para cualquier combinación de inputs, el output aumenta con  $A$ .
- $V_i$  es el vector que incluye las cantidades de los factores productivos empleados, en la formulación original solamente capital y trabajo.
- $\alpha_i$  se corresponde con las elasticidades-producto de los factores productivos. Estos valores son constantes determinadas por la tecnología disponible. La elasticidad-producto mide *ceteris paribus* la respuesta del mismo ante un cambio en el nivel de input utilizado en la producción del bien o servicio de que se trate.

A partir de lo comentado anteriormente, la función Cobb-Douglas puede ser obtenida a través de dos métodos:

1.- método directo o estimación por regresión multiplicativa. Se define la fórmula general del modelo y las variables explicativas conforme a [III.3]

2.- método indirecto a través de distintos tipos de regresiones. Estimación por regresión lineal de los datos transformados. En el caso de la función de producción Cobb-Douglas, es habitual la transformación de los

datos originales (o normalizados por su media geométrica tanto variables independientes como la dependiente) mediante su logaritmo. Al tomar logaritmos se reduce la escala de valores de las variables, por lo que la estimación de la función Cobb-Douglas en su forma logarítmica puede reducir los problemas de heterocedasticidad. En el caso de tres inputs para datos de sección cruzada su formulación sería:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + (V_i - U_i) \quad [\text{III.4}]$$

siendo:

- $Y_i$ , el output o cuantificación del producto para el sistema ferroviario  $i$ -ésimo.
- $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  los inputs empleados por el sistema ferroviario  $i$ -ésimo.
- $V_i$  variables aleatorias, bajo el supuesto de una distribución  $N(0, \sigma^2)$  e independientes de  $U_i$ .
- $U_i$  son variables aleatorias no negativas que cuantifican la ineficiencia técnica en la producción y para las que se asume una distribución Normal truncada.
- $\beta_k$  son los parámetros desconocidos a estimar, siendo  $k = 0, 1, \dots, 3$ .

La función Cobb-Douglas es homogénea, de manera que la suma de las elasticidades output de todos los inputs es igual al grado de homogeneidad de la función. Existe una relación directa entre homogeneidad y rendimientos a escala. Los rendimientos a escala son constantes a lo largo de toda la función. En otros términos, las elasticidades output son constantes para cualquier vector de inputs utilizados y para cualquier nivel de producción. La elasticidad de sustitución entre cualquier par de inputs es igual a uno. Estos resultados provienen exclusivamente de la forma funcional especificada, lo que puede condicionar los resultados empíricos obtenidos.

Para tratar de solventar estos problemas de especificación del modelo se han intentado diferentes formas de generalización de la función de producción Cobb-Douglas<sup>63</sup>, buscando una mayor flexibilidad para la elasticidad

<sup>63</sup> Entre otros intentos destaca la forma funcional CES surgida en 1961, la función de producción generalizada sugerida por Zellner y Revankar (1969), la función de producción generalizada potencial introducida por De Janvry (1972) y las funciones de producción radio-homotéticas de Färe (1975).

de escala. Sin embargo todos esos intentos no fueron enteramente satisfactorios, dado que son funciones difíciles de estimar y plantean problemas de interpretación de los parámetros. La investigación continuó buscando formas funcionales cada vez menos restrictivas, proceso que ha llevado al desarrollo de las llamadas formas funcionales flexibles.

La mayor parte de las formas funcionales flexibles utilizadas en la literatura se basan en aproximaciones polinómicas en un punto a una función arbitraria realizadas mediante series de Taylor.

La forma funcional flexible más empleada en el análisis empírico es la función de producción logarítmico trascendental o translog (Christensen, Jorgenson y Lau, 1973), cuya expresión es:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \beta_3 \ln X_3 + \beta_4 (\ln X_1)^2 + \beta_5 (\ln X_2)^2 + \beta_6 (\ln X_3)^2 + \beta_7 (\ln X_1 \ln X_2) + \beta_8 (\ln X_1 \ln X_3) + \beta_9 (\ln X_2 \ln X_3) + (V_i - U_i) \quad [\text{III.5}]$$

siendo:

- $Y_i$ , el output o cuantificación del producto para el sistema ferroviario  $i$ -ésimo.
- $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$  los inputs empleados por el sistema ferroviario  $i$ -ésimo.
- $V_i$  variables aleatorias, bajo el supuesto de una distribución  $N(0, \sigma^2)$  e independientes de  $U_i$ .
- $U_i$  son variables aleatorias no negativas que cuantifican la ineficiencia técnica en la producción y para las que se asume una distribución Normal truncada.
- $\beta_k$  son los parámetros desconocidos a estimar, siendo  $k = 0, 1, \dots, 9$

Se deduce fácilmente que una forma particular de la función translog es la función Cobb Douglas, que supone la presencia solamente de los términos de primer orden, sin interacciones entre los inputs ni términos de segundo orden de los inputs. Al incluir términos de segundo orden no impone que las elasticidades (de escala, de sustitución) sean iguales para todos los sistemas ferroviarios.

Derivando [III.5] con respecto a  $\ln X_1$  se obtiene la elasticidad de producción para el input 1. Existe un caso interesante, cuando los valores de los inputs son 1, lo que puede obtenerse normalizando los valores de las variables por su media geométrica, resultando así que las elasticidades output son iguales a los parámetros de primer orden de la función de producción.

La función translog puede interpretarse de dos formas alternativas: 1) suponer que la tecnología subyacente viene dada exactamente por la función translog en todo el dominio de datos, y la ecuación se estima sin transformación alguna; 2) interpretarla como una aproximación de segundo orden a una función arbitraria, estimando lo que se conoce como una forma aproximada. Aunque los coeficientes estimados de la función translog en la forma exacta y aproximada son distintos, las características económicas que se estiman son las mismas. La tecnología estimada es la misma tanto si se estima una función translog en forma exacta o aproximada.

Si se estima la translog en forma exacta y se calculan las elasticidades de producción en la media geométrica de las variables originales, se obtienen los mismos valores que en la forma aproximada. Cuando se emplea la función translog como una aproximación en serie de Taylor, al evaluar las elasticidades usando como punto de expansión la media geométrica de los datos transformados, los coeficientes de primer orden son las elasticidades del output respecto a cambios en cada uno de los inputs. Esta es una ventaja de la forma aproximada dado que los estadísticos t asociados a los coeficientes de primer orden permiten el contraste estadístico de la hipótesis de elasticidades de producción significativamente distintas de cero. En la forma exacta los coeficientes de la translog no tienen una interpretación directa.

A continuación se presentan en diferentes tablas los resultados de las estimaciones realizadas para los valores que presentan todas las variables incluidas en el estudio entre 2002 y 2011, especificando forma funcional, método y si existe alguna transformación de los datos originales. Se han omitido los resultados obtenidos en el cálculo referido a la estimación directa o regresión multiplicativa de las funciones, pero cuando han existido conclusiones relevantes son objeto de comentario.

Cuadro 31: Resultados para la función de producción Cobb-Douglas

<b>Forma funcional</b>	<b>Modelo Cobb Douglas estimación indirecta</b> (con datos transformados en logaritmos) y con tres inputs M (infraestructura medida en Km de red operativos), K (número de locomotoras) y L (número medio de empleados)		
<i>Coficiente</i>	<i>Estimado</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>p-valor</i>
<i>A</i>	-2,2E-011	0,000	1
$\alpha_M$	0,521**	12,357	0,000**
$\alpha_K$	0,061	1,143	0,254
$\alpha_L$	0,391**	6,480	0,000**
<i>F (p-valor)</i>	562,588** (0,000**) significatividad parámetros del modelo en conjunto		
<i>R<sup>2</sup></i>	$R^2 = 0,864$ ; $R^2$ corregida = 0,862		
<i>Durbin-Watson</i>	2,157		

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: El número de observaciones es de 270 por cada variable.

Para el caso del modelo Cobb-Douglas de estimación indirecta<sup>64</sup> con dos inputs y datos transformados por su logaritmo, destacan dos conclusiones. Por un lado resultan dos estimaciones significativas, la de los parámetro  $\alpha_K$  y  $\alpha_L$ . Por otro lado, la suma de las elasticidades estimadas se queda ligeramente por debajo de la unidad (0,973) por lo que parece presentar rendimientos decrecientes a escala.

Existen por tanto resultados contradictorios en relación con la existencia y sentido de las economías de escala. Los primeros estudios que estimaron funciones de producción Cobb-Douglas encontraron que los rendimientos a escala eran casi siempre igual a 1, además las estimaciones de los coeficientes eran muy cercanas a las cuotas de participación observadas para cada input (0,75 para el trabajo y 0,25 para el capital aproximadamente). No está claro que existan muchas actividades productivas que puedan proporcionar rendimientos crecientes a escala. Samuelson y Nordhaus (2005) ponen como ejemplo un oleoducto, otro ejemplo que suele utilizarse figura en el campo de las telecomunicaciones, la instalación de líneas telegráficas (Krugman, 1999) o más recientemente las redes de transmisión de datos.

A continuación se presentan los resultados de los parámetros resultantes de la estimación realizada de la función de producción translog.

<sup>64</sup> En el modelo Cobb-Douglas de estimación directa o regresión multiplicativa con tres inputs y datos sin transformar se obtiene por un lado que el único coeficiente estadísticamente significativo es la elasticidad de la infraestructura ferroviaria y la suma de las elasticidades de los factores, supera la unidad (1,251) lo que parece denotar la existencia de rendimientos crecientes a escala en el sector.



Cuadro 32: Resultados para la función de producción translog

Forma funcional	Modelo Translog con tres inputs: M, K y L		
Coefficiente	Estimado	Estadístico t	p-valor.
$\beta_0$	-0,045	-0,45	0,653
$\beta_M$	<b>1,429**</b>	12,038	<b>0,000**</b>
$\beta_K$	<b>0,301**</b>	2,26	<b>0,025**</b>
$\beta_L$	<b>0,775**</b>	4,6	<b>0,000**</b>
$B_M^2$	-0,196	-1,444	0,15
$\beta_K^2$	<b>1,113**</b>	9,055	<b>0,000**</b>
$\beta_L^2$	<b>1,090**</b>	5,704	<b>0,000**</b>
$\beta_{MK}$	-0,35	-1,84	0,067
$\beta_{ML}$	<b>1,048**</b>	3,093	<b>0,002**</b>
$\beta_{KL}$	<b>-2,786**</b>	-9,859	<b>0,000**</b>
F (p-valor)	270,980** (0,000**) significatividad parámetros del modelo en conjunto		
R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> = 0,904; R <sup>2</sup> corregida = 0,900		
Durbin-Watson	2,045, p-valor=0,4935		

Fuente: Elaboración propia

Nota: El número de observaciones es de 270 por cada variable.

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo así ajustado explica 90,4% de la variabilidad en la variable dependiente Y. El estadístico R-Cuadrado ajustado, más apropiado, para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es del 90%.

El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en los datos. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%. No existen residuos atípicos.

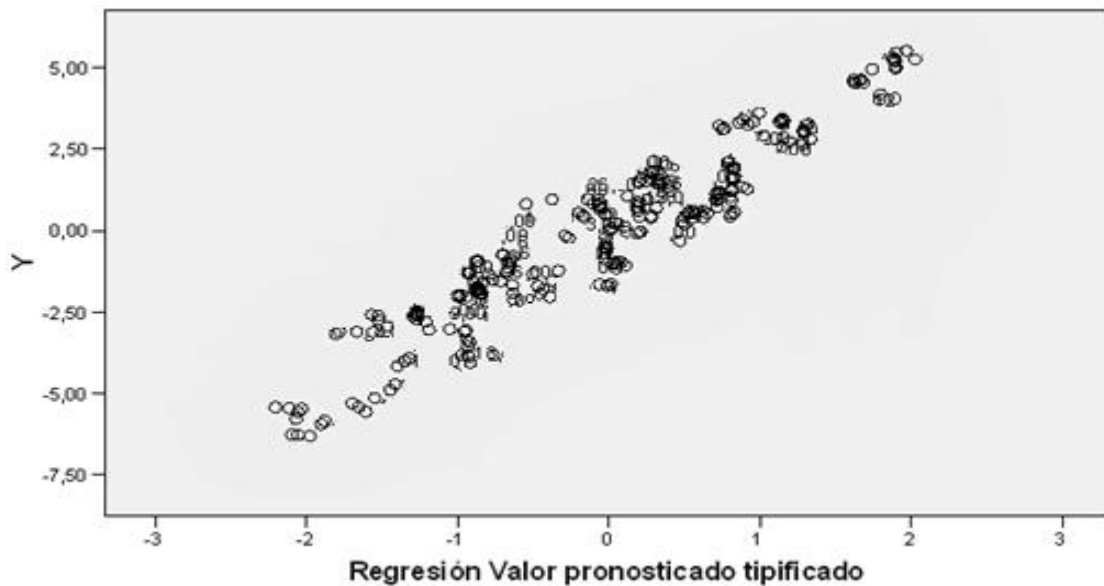
Los p-valores de los regresores mayores o iguales que 0,05, indican que ese término no es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95,0% ó mayor, en este caso solamente tres parámetros:  $\beta_0$ ,  $\beta_M^2$  y  $\beta_{MK}$ . Quedando como estadísticamente significativos los otros siete parámetros:

$\beta_M$ ,  $\beta_K$ ,  $\beta_L$ ,  $\beta_K^2$ ,  $\beta_L^2$ ,  $\beta_{ML}$  y  $\beta_{KL}$ . De la presencia de coeficientes de segundo orden significativos (hasta 4) resulta que el ajuste realizado por la función de producción Cobb-Douglas no recoge la variabilidad de la variable dependiente en un grado tan elevado como lo hace la función translog.

El ajuste de la función en serie de Taylor habilita para que a través de los estadísticos  $t$  asociados a los coeficientes de primer orden se pueda realizar el contraste estadístico de la hipótesis de elasticidades de producción significativamente distintas de cero. En este caso, en línea con los resultados obtenidos para la función Cobb-Douglas, la elasticidad de la infraestructura ferroviaria ( $M$ ) es positiva, elevada y significativamente distinta de cero. Los otros dos factores de producción también presentan una elasticidad positiva, más elevada en el caso del factor trabajo que en el del factor capital. Destacar igualmente la interacción negativa, significativa y de grado alto que existe entre los inputs número de locomotoras ( $K$ ) y número de empleados ( $L$ ), mostrando una aparente posibilidad de sustitución entre ambos factores.

Por último se presenta el gráfico con la nube de puntos ajustada por el modelo de función de producción translog calculado. El gráfico no hace más que plasmar lo ya comentado, un buen ajuste entre la variable output observada y estimada.

Gráfico 22. Ajuste función de producción T-L valores reales vs estimados.



Fuente: elaboración propia a partir de los resultados

Tanto para la función de producción como para el cálculo de fronteras estocásticas (SFA) y determinísticas (DFA), resulta más adecuada la modelización a través de una función translog que a partir de una función Cobb-Douglas, no estando clara la presencia de economías de escala en ninguno de los dos sentidos.

### III.2.5.- ANÁLISIS DE FRONTERA ESTOCÁSTICA (SFA)

El modelo de frontera estocástica aplicado a funciones de producción fue propuesto inicialmente y de forma independiente por Aigner, Lovell y Schmidt (1977) y por Meeusen y van den Broeck (1977). La formulación original se propuso sobre una función de producción especificada para datos de sección cruzada. La función contaba con un término de error con dos componentes: uno para recoger el ruido aleatorio y otro que cuantifica la ineficiencia técnica.

El modelo puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$Y_i = X_i \beta + (V_i - U_i), \text{ para todo } i = 1, 2, \dots, N \quad [\text{III.6}]$$

siendo:

- $Y_i$ , el output o cuantificación del producto, habitualmente en logaritmos para el sistema ferroviario  $i$ -ésimo.
- $X_i$  el vector de inputs que incorpora el sistema ferroviario  $i$ -ésimo.
- $\beta$  un vector de parámetros desconocidos a estimar.
- $V_i$  variables aleatorias simétricas que recogen variaciones aleatorias en la producción.

Las variables incluidas en  $V_i$  recogen factores tales como errores aleatorios, errores en la observación y medida de los datos, u otros elementos atribuibles al azar y que son independientes de  $U_i$  que representa variables aleatorias, asimétricas, inobservables, no negativas que cuantifican la ineficiencia técnica en la producción. Es decir, para el nivel tecnológico vigente y dada la utilización que se realiza de los inputs, el producto observado (ante la presencia de los  $U_i$ ) puede estar por debajo del máximo output potencial.

La estimación por el método de máxima verosimilitud de los parámetros desconocidos del modelo de fronteras estocásticas de funciones de producción se realiza por un procedimiento de tres fases. En primer lugar se calculan los estimadores por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La segunda consiste en una búsqueda exhaustiva de valores obtenidos a partir de la función de máxima verosimilitud de los parámetros orientada por un algoritmo fijado y sobre la base de la estimación anterior. Los valores seleccionados en la búsqueda de la fase anterior son utilizados como valores de partida en un procedimiento iterativo que tiene por objeto obtener los estimadores máximo-verosímiles finales.

Como ventajas de las fronteras estocásticas destacan que representan el ruido de los datos, como por ejemplo errores en los datos y variables omitidas. Pueden utilizarse pruebas de inferencia estadística estándar sobre los resultados, para comprobar las hipótesis sobre especificación del modelo y la importancia y significatividad de las variables incluidas en el modelo. También resulta mejor para recoger los efectos de otras variables difícilmente medibles (por ejemplo, medioambiente, calidad).

Los principales inconvenientes de las fronteras estocásticas se encuentran en que se necesita la especificación de la forma funcional y tecnología de producción. Asimismo, la separación de ruido e ineficiencia se basa en fuertes supuestos sobre la distribución del término de error.

Para el modelo, definido por la ecuación [III.6], puede contrastarse la hipótesis nula que implica la inexistencia de efectos de ineficiencia técnica, y por lo tanto los parámetros pueden ser estimados usando MCO, versus la hipótesis alternativa, que existen efectos de ineficiencia, y que por lo tanto los estimadores no pueden calcularse usando MCO,  $H_0: \varphi=0$  ;  $H_1: \varphi > 0$ .

El valor del estadístico puede ser calculado como:

$$LR = -2 \left[ \ln \left( \frac{L(H_0)}{L(H_1)} \right) \right] = -2 \{ \ln [L(H_0)] - \ln [L(H_1)] \} \quad [III.7]$$

donde  $L(H_0)$  y  $L(H_1)$  son los valores de la función logarítmica de verosimilitud, bajo  $H_0$  y  $H_1$  respectivamente. El estadístico LR se distribuye asintóticamente como una combinación de distribuciones Chi-cuadrado, de modo que se debe rechazar la  $H_0$  a favor de  $H_1$  si LR excede al valor de tabla de la Chi-cuadrado combinada presentada por Kodde y Palm (1986).

Los coeficientes máximo-verosímiles estimados para la función translog<sup>65</sup>, se presentan en el cuadro siguiente, junto con su respectivo error estándar y los estadísticos t calculados. Los signos de los coeficientes de la frontera ( $\beta_i$ ), resultaron en general ser los esperados; y en aquellos casos en que no lo fueron, el valor del coeficiente calculado es bastante bajo, como en el caso de los coeficientes  $\beta_K$  y  $\beta_L$ <sup>2</sup>.

Es importante observar en la función translog que el valor de gamma ( $\Gamma$ ) es igual a 0,75 lo que indica que la mayor parte de la variación residual, es debida a los efectos de ineficiencia,  $u_i$ , y que el error aleatorio,  $v_i$ , es muy bajo.

<sup>65</sup> Como ha quedado demostrado anteriormente la presencia de términos de segundo orden y de interacción entre las variables independientes estadísticamente significativos aconsejan adoptar la estimación proporcionada por la función translog en detrimento de la Cobb-Douglas. Por lo que el ejercicio de cálculo de (in)eficiencias se realiza solamente para aquella.

Cuadro 33. Estimadores máximo-verosímiles Función translog

Forma función	Translog	
Parámetro	Estimado	Estadístico t
$\beta_0$ (constante)	1,346	1,346
$\beta_K$	-0,2829E-09	-0,4187E-08
$\beta_M$	1,3545	1,3545
$\beta_L$	-0,9136E-09	-0,1569E-08
$\beta_K^2$	0,6306	0,6306
$\beta_M^2$	0,1270E-09	0,3073E-09
$\beta_L^2$	0,9452	0,9452
$\beta_{KM}$	-0,3124E-09	-0,4089E-09
$\beta_{KL}$	0,0232	0,0232
$\beta_{ML}$	0,7944E-10	0,1184E-09
$\Gamma$	0,75	0,75
Estadístico LR	9,3762	
núm. restricciones	3	

Fuente: *Elaboración propia.*

Nota: N=270.

Según lo anteriormente comentado, el objetivo del análisis de ajuste del modelo es contrastar si el modelo elegido es una adecuada representación de los datos, para ello se deben enfrentar las siguientes hipótesis:

$H_0$ : no existen efectos de ineficiencia técnica, por lo tanto el valor de  $\varphi$  es cero, y los coeficientes de la frontera de producción pueden estimarse usando el modelo clásico de mínimos cuadrados ordinarios. ( $H_0: \Gamma = 0$ ).

$H_1$ : el valor de  $\Gamma$  es distinto de cero, esto implica la existencia de efectos de ineficiencia, por lo cual la estimación máximo-verosímil propuesta es adecuada.

Para contrastar  $H_0$ , debe compararse el valor del estadístico LR, con el valor de una Chi-cuadrado combinada (Kodde y Palm, 1986) con un número de restricciones igual a 3, rechazando la  $H_0$  si el estadístico LR es mayor que el valor de la Chi-cuadrado, (suponiendo un nivel de significación estándar,  $\alpha = 0,05$ ).

Dado que el valor del estadístico LR es 9,3762 y el valor de tabla de  $X^2$  combinada, 7,045, para cualquier nivel de significación mayor de 0,01 que se considere se debe rechazar la  $H_0$ , lo que implica que el modelo tradicional de MCO no considera adecuadamente la existencia de efectos de ineficiencia y no sería una representación fiable de los datos.

La frontera construida a partir de este modelo translog, muestra cómo no todos los sistemas ferroviarios son eficientes, siendo las desviaciones respecto de la frontera consecuencia de factores que no quedan en el ámbito de los puramente aleatorios ni ajenos a los sistemas ferroviarios, motivo por el cual no es posible su estimación por MCO. Dado que existe evidencia empírica de que alguno de los sistemas ferroviarios europeos estudiados presentan ineficiencia, no es posible fundamentar la idea de eficiencia plena de los sistemas estudiados en argumentos a priori, cuando de un modelo del que se ha demostrado que recoge la práctica totalidad de la variabilidad de la variable independiente, se deduce evidencia estadística de la existencia de ineficiencias causadas por factores no aleatorios.

Por tanto procede el cálculo de las ineficiencias técnicas de los sistemas ferroviarios. A continuación se presentan los valores de las mismas para los años 2002, 2004, 2007 y 2011 por cada uno de los 27 sistemas ferroviarios considerados.

Cuadro 34. Estimación de las (in)eficiencias técnicas a partir del modelo SFA

<b>SISTEMA FERROVIARIO</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2007</b>	<b>2011</b>
1 Alemania	0,261	0,683	0,706	0,698
2 Austria	0,889	0,701	0,703	0,658
3 Bélgica	0,358	0,493	0,551	0,497
4 Bulgaria	0,142	0,429	0,239	0,265
5 Chequia	0,220	0,407	0,560	0,497
6 Dinamarca	0,410	0,429	0,677	0,796
7 Eslovaquia	0,343	0,506	0,469	0,503
8 Eslovenia	0,388	0,489	0,680	0,548
9 España	0,282	0,583	0,413	0,405
10 Estonia	0,621	0,757	0,751	0,724
11 Finlandia	0,310	0,400	0,509	0,512
12 Francia	0,257	0,465	0,310	0,774
13 Grecia	0,052	0,150	0,216	0,421
14 Holanda	0,689	0,669	0,681	0,838
15 Hungría	0,343	0,585	0,562	0,499
16 Irlanda	0,023	0,122	0,153	0,108
17 Italia	0,228	0,484	0,514	0,269
18 Letonia	0,305	0,608	0,600	0,648
19 Lituania	0,102	0,439	0,440	0,460
20 Luxemburgo	0,142	0,446	0,425	0,218
21 Noruega	0,539	0,721	0,492	0,480
22 Polonia	0,198	0,564	0,507	0,331
23 Portugal	0,294	0,328	0,641	0,513
24 Reino unido	0,923	0,754	0,771	0,777
25 Rumania	0,118	0,441	0,272	0,500
26 Suecia	0,336	0,625	0,615	0,742
27 Suiza	0,526	0,579	0,725	0,597
<b>MEDIA</b>	<b>EFICIENCIA TÉCNICA MEDIA = 0,5096</b>			

*Fuente: Elaboración propia.*

Nota: N=270

Los sistemas ferroviarios con indicadores de eficiencia media más elevados para años considerados son: Reino Unido (0,806), Austria (0,737) y Holanda (0,719).

Los resultados obtenidos son acordes con otras estimaciones de la literatura sobre eficiencia del sector ferroviario. Destacan los trabajos de Coelli y Perelman (1999) para Reino Unido y Holanda aplicando funciones de distancia y DEA sobre 17 sistemas; Christopoulos, et al. (2000) que obtienen indicadores de eficiencia por encima del 96% para Reino Unido y Holanda siendo el output considerado el total de trenes-km; Coelli y Perelman, (2001) para el caso de Holanda aplicando funciones de distancia y DEA; Loizides y Tsionas (2002) empleando funciones de coste en el cálculo de la eficiencia a



10 países europeos encuentran que sólo Reino Unido y Alemania arrojan indicadores de eficiencia por encima de la unidad y Asmild, et al. (2009) que aplicando una variante del DEA por etapas (MEA) a 23 países concluye que el sistema más eficiente es Reino Unido.

Los países que presentan mayores índices de ineficiencia en los diversos años son recurrentemente Grecia e Irlanda. Resultados en línea con ello han sido recogidos en la literatura: Hilmola (2007), Coelli y Perelman, (1999), de Jorge-Moreno y García (1999) y Christopoulos, et al. (2000).

Desde una perspectiva temporal, considerando el conjunto de sistemas, la evolución de los resultados de eficiencia y liberalización presentan patrones de crecimiento similares a tasas decrecientes. Algunos países (ej. Dinamarca o Finlandia) presentan un crecimiento continuado de estos indicadores de eficiencia, pero para un grupo amplio de países (entre otros Francia, España o Italia) estas mejoras parecen quebrarse en los ejercicios 2007 y 2011, lo que puede estar reflejando el efecto de la crisis económica sobre el funcionamiento de los sistemas ferroviarios.

### III.2.6.- ANÁLISIS DE FRONTERA DETERMINÍSTICA (DFA)

A partir de la sugerencia de Farrel y Fieldhouse (1962), Aigner y Chu, (1968) utilizaron como forma funcional concreta una Cobb-Douglas, con la siguiente especificación:

$$Y_i = A \prod X_i^{\beta_i} \varepsilon_i = Y_i^* \varepsilon_i \quad \text{[III.8]}$$

siendo  $\varepsilon_i$  una perturbación aleatoria que toma valores entre 0 y 1.

La perturbación aleatoria no sigue una distribución estadística especificada, únicamente se le impone el requisito de la no negatividad, puesto que el output ( $Y_i$ ) nunca es negativo.  $Y_i^*$  es la máxima cantidad de output que se puede producir dada la cantidad utilizada de inputs, por ello  $Y_i^*$  muestra un comportamiento eficiente y forma parte de la frontera de producción.  $X$  es el vector de inputs.

En la determinación de la eficiencia, la variable  $\varepsilon_i$  representa el índice de eficiencia técnica. Este índice alcanza el valor 1 cuando el sistema ferroviario estudiado es totalmente eficiente y tiende a 0 conforme el comportamiento del sistema evaluado es más ineficiente.

Para estimar el valor del error se pueden aplicar metodologías diversas. En particular Bosch et al., (1997) y Coelli y Perelman (2001) se refieren al uso del método Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos (MCOC).

Este método consiste en calcular en su primera etapa los estimadores de los parámetros asociados a los inputs por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). En la segunda etapa se ajusta la estimación de los parámetros añadiendo el mayor residuo negativo calculado por MCO a la estimación por MCO del término independiente, constante. Por tanto, resulta necesario corregir la estimación, desplazando el término independiente hasta que todos los residuos tengan signo negativo o nulo a los efectos de garantizar que las observaciones estén situadas en la misma función de producción o por debajo.

Una vez que se han estimado los coeficientes de cada input, el índice de eficiencia, para el caso de un output y tres inputs, se calcularía aplicando la siguiente fórmula:

$$\varepsilon_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} = \frac{Y_i}{e^{\beta_0} x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2} x_3^{\beta_3}} \quad [\text{III.9}]$$

Así, la distancia de un sistema ferroviario concreto a la frontera de producción eficiente se calcula como el exponente del residuo calculado por MCOC. Los coeficientes estimados para los inputs muestran la elasticidad del output ante variaciones de los inputs.

Prior et al. (1993) afirman que si ninguna de las observaciones de la muestra fuese técnicamente eficiente en relación al total de los sistemas ferroviarios estudiados que están sometidos a la misma restricción tecnológica (frontera absoluta), la frontera determinística no representaría la verdadera función de producción. Por esta razón se le denomina “frontera de la mejor práctica”.

El inconveniente que presenta el modelo de frontera determinística se encuentra en que no discrimina si la ineficiencia se debe al proceso productivo, es decir, a razones técnicas, o si está motivada por causas ajenas al control ejercido por el sistema ferroviario. Prior et al. (1993) señalan que al construirse la frontera a partir de un determinado número de observaciones, el método es extremadamente sensible tanto a las observaciones extremas como a los errores que contengan las observaciones. Finalmente, los parámetros estimados tienen escasas propiedades estadísticas dado que no se realiza ningún supuesto sobre su distribución.

Como ventaja del método determinístico de estimación de funciones estos autores señalan son caracterizadas mediante formulaciones matemáticas simples, y al mismo tiempo admiten la existencia de rendimientos variables a escala. Sin embargo, el inconveniente es que al tratarse de una aproximación paramétrica, impone una estructura a la frontera de producción que puede resultar no deseable.

El único sistema ferroviario eficiente que la metodología DFA, tal y como fue expuesto en el apartado teórico, utiliza como referente para calcular las (in)eficiencias del conjunto de sistemas ha resultado ser el de Suiza, por lo que su índice de eficiencia es igual a uno. A continuación se presenta la tabla con los resultados de (in)eficiencia obtenidos a partir de la técnica DFA para todos los sistemas ferroviarios estudiados para el periodo 2002-2011.

Cuadro 35. Estimación de las (in)eficiencias técnicas a partir del modelo DFA

SISTEMA FERROVIARIO	ÍNDICE DE EFICIENCIA DFA
1 ALEMANIA	0,281
2 AUSTRIA	0,354
3 BÉLGICA	0,320
4 BULGARIA	0,046
5 CHEQUIA	0,080
6 DINAMARCA	0,236
7 ESLOVAQUIA	0,090
8 ESLOVENIA	0,211
9 ESPAÑA	0,231
10 ESTONIA	0,628
11 FINLANDIA	0,343
12 FRANCIA	0,214
13 GRECIA	0,043
14 HOLANDA	0,949
15 HUNGRÍA	0,078
16 IRLANDA	0,032
17 ITALIA	0,214
18 LETONIA	0,354
19 LITUANIA	0,196
20 LUXEMBURGO	0,134
21 NORUEGA	0,141
22 POLONIA	0,113
23 PORTUGAL	0,286
24 REINO UNIDO	0,528
25 RUMANIA	0,059
26 SUECIA	0,327
27 SUIZA	1
<b>MEDIA</b>	<b>0,277</b>

Fuente: Elaboración propia.

Nota: N=135. Valores medios de todas las variables input-output para el periodo 2002-2011

Aplicando esta técnica de cálculo de eficiencias, aparte de la referencia eficiente de Suiza<sup>66</sup>, los sistemas que arrojan una mayor eficiencia relativa son Holanda (0,949), Estonia (0,628) y Reino Unido (0,528), mientras que los de menor eficiencia relativa son Irlanda (0,032) y Grecia (0,043).

<sup>66</sup> Excluyendo del cálculo a Suiza los resultados se muestran muy similares: (i) resulta como nueva referencia eficiente el sistema de Estonia, (ii) repiten como más eficientes Holanda y Reino Unido, (iii) como menos Irlanda y Grecia (iv) destaca la incorporación entre los sistemas ferroviarios más eficientes de Finlandia y Austria, resultado coherente con el resto de técnicas.

### III.2.7.- MODELOS NO PARAMÉTRICOS. ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA). DEA POR PROGRAMAS

A la vista de los datos disponibles, las características del sector analizado y las ventajas e inconvenientes que presentan los modelos DEA, parece razonable seleccionar como método paramétrico de estudio de la eficiencia el Análisis Envolvente de Datos (DEA, *Data Envelopment Analysis*) para el cálculo de indicadores del grado de eficiencia técnica alcanzado por los sistemas ferroviarios, tanto de forma individual como de forma agregada.

En primer lugar al no requerir del uso de información relacionada con precios. Además, dado el carácter multiproducto de los sistemas ferroviarios analizados, en la medida en que las unidades productivas, (DMUs, unidades de decisión) emplean múltiples inputs y generan dos tipos de servicios, transporte de pasajeros y transporte de mercancías. En concreto, la existencia de outputs diferenciados para unos inputs considerados en su conjunto, *servicios multiproducto*, justifica la utilización de esta técnica cuantitativa. Por otro lado, por su adecuada utilización en sectores con influencia en diferentes grados del sector público. Finalmente, porque esta misma técnica ha sido utilizada convenientemente en muchos otros estudios del sector como, a título de ejemplo: Oum y Yu (1994); Cowie (1999); o Cantos, Pastor y Serrano (2000).

La metodología DEA, utilizando la información de las cantidades empleadas de inputs y producidas de outputs por los sistemas ferroviarios analizados, permite optimizar una medida de eficiencia, estimando una frontera de producción eficiente y factible de forma empírica (partiendo únicamente de los datos proporcionados por las unidades de decisión) y, simultáneamente, evaluando la eficiencia de cada unidad observada medida como distancia a la frontera.

El modelo utilizado puede formalizarse en su versión dual como:

$$\text{Max}_{\theta, S+, SD-, \lambda} \theta_0 + \varepsilon((S_D - / \sigma_D) + (S + / \sigma)) \quad [\text{III.10}]$$

sujeto a:

$$X \lambda + S_D = X_0$$

$$Y \lambda - S = \theta_0 Y_0$$

$$S_D, S, \lambda > 0$$

siendo:

- X: matriz de inputs
- Y: matriz de outputs
- $\lambda$ : vector de parámetros solución del modelo
- S: variables de holgura solución del modelo
- $\sigma$ : desviaciones típicas
- $\theta_0$ : ratio de eficiencia del sistema ferroviario evaluado solución del modelo, definido como:

$$\theta_0 = \frac{\sum U_r Y_{rk}}{\sum V_i X_{ik}}$$

$$U_r, V_i > 0$$

siendo:

$Y_{rk}$ : el output r-ésimo del sistema ferroviario k-ésimo

$X_{ik}$ : el input i-ésimo del sistema ferroviario k-ésimo

$U_r$ : la ponderación del output r-ésimo

$V_i$ : la ponderación del input i-ésimo

Para el cálculo de los niveles de inputs y outputs que cada entidad debería tener para ser eficiente (*Target Values* o Valores Objetivo) basta con aplicar:

$X \lambda = X_0 - S_D$  : Sustraer la variable de holgura al valor real.

$Y \lambda = \theta_0 Y_0 + S$  : Valor real por ratio de eficiencia más variable de holgura

Adicionalmente a la estimación DEA en una etapa se utiliza su variante en dos etapas propuesta por Charnes, et al. (1981) y conocida como “eficiencia por programas” (*programmatic o interprogram efficiency*) con una doble finalidad. En primer lugar, identificar diferencias de rendimiento entre los grupos

que han implementado programas de liberalización y los que no, contrastando así los resultados obtenidos con la técnica DEA en una sola etapa y, de este modo, comprobando la robustez del modelo propuesto. En segundo lugar, profundizar en la relación existente entre la variable liberalización y las variables estudiadas para el cálculo de la eficiencia, a partir de las holguras que se estiman en la segunda etapa.

Esta metodología por etapas tiene como objetivo estimar la eficiencia debida a la variable de entorno, en nuestro caso la implementación de las políticas de liberalización de los sistemas ferroviarios. En una primera etapa, se divide la muestra en dos submuestras, correspondientes a las categorías proporcionadas por la variable de entorno (sistemas ferroviarios más y menos liberalizados), y se estima separadamente la frontera mediante DEA, obteniendo así los niveles de eficiencia de gestión (*managerial o intra-program efficiency*).

A continuación, para aquellos sistemas que se hayan mostrado ineficientes se sustituyen los valores observados de input u output por sus valores objetivos (proyectados sobre la frontera), cada uno en su submuestra correspondiente, eliminando así las ineficiencias de gestión detectadas. De este modo, la holgura residual contendría dos componentes: el efecto del entorno (políticas de liberalización) y el del error. Así se elimina de cada submuestra la ineficiencia intraprograma de las unidades ineficientes.

En la segunda etapa se estima la frontera y el índice de eficiencia con toda la muestra y con los datos corregidos. El nuevo índice de eficiencia por programas recoge el efecto causado únicamente por diferencias entre las categorías de la variable de entorno (implementación o no de las políticas de liberalización), de tal forma que las holguras resultantes proporcionan la información requerida para los contrastes estadísticos que permiten estudiar dicho efecto.

La incorporación de esta técnica variante del DEA tendrá entrada en el *capítulo IV* al tratar la asociación entre eficiencia y liberalización.

Dentro de las posibilidades que ofrece la metodología DEA, en la presente tesis se adopta un modelo DEA dual, con orientación al input y rendimientos constantes a escala (CRS).

En la mayor parte de las aplicaciones DEA el modelo empleado en la evaluación de la eficiencia es el programa lineal DEA dual (en forma envolvente), preferido al programa lineal DEA primal (en forma multiplicativa). Siendo  $n$  el número unidades de decisión de la muestra,  $s$  el número de outputs diferentes y  $m$  el número de inputs distintos, el modelo dual impone  $s+m$  restricciones frente a las  $n+1$  restricciones del programa lineal primal. Por tanto, como el número de unidades con las que se trabaja suele ser mucho mayor que la suma del número de inputs y outputs se prefiere el modelo dual para ser resuelto, Coelli, et al. (1998).

La industria del transporte ferroviario está asociada normalmente con infraestructuras que generan costes hundidos, de manera que una vez que la red ferroviaria es construida, su output es aproximadamente fijo dentro de algún rango. En este caso, la cuestión de cómo utilizar eficientemente los inputs es la clave para ahorrar costes en la producción de servicios de transporte ferroviario. Adicionalmente, según Farrel (1967), si se analiza un caso con varios inputs y un solo output lo más adecuado sería elegir una medida orientada al output ya que este sería un escalar y no un vector. Por tanto, *a sensu contrario* de la recomendación de Farrel, parece acertada en nuestro caso, en los que existen dos outputs, la orientación hacia los inputs.

El modelo DEA-CRS proporciona una medida de “eficiencia técnica global”, mientras que el modelo DEA-VRS (rendimientos variables a escala) estima una medida de “eficiencia técnica pura” neta de cualquier efecto de escala. El cálculo de la eficiencia en la presente tesis se realiza con la finalidad de comparar la asociación entre esta variable y el grado de liberalización, por lo que una medida de la eficiencia que recoja su valor global frente a uno de sus componentes únicamente, parece más adecuada, sin que sea relevante para este propósito aislar el efecto de las economías de escala.

El modelo CRS es preferido al VRS en los análisis de eficiencia del sector ferroviario llevado a cabo por, Cantos, Pastor y Serrano (2000), Hilmola



(2006) y Asmild, et al. (2009). En el trabajo de Oum y Yu (1994) se justifica esta opción por permitir el cálculo de toda la eficiencia observable a partir de los datos input/output y la comparación con otros métodos no paramétricos de cálculo de la eficiencia como la Productividad Total de los Factores. En Cantos, Pastor y Serrano (2000) se opta por el modelo DEA que asume CRS al presentar resultados de eficiencia iguales o mayores que los que arroja con VRS, siendo la opción de rendimientos constantes a escala una hipótesis más exigente con la eficiencia que la de rendimientos variables, de acuerdo con la construcción teórica del modelo. En esta línea Esteban y Coll, (2003) destacan que la frontera sobre la que se proyecta el cálculo de eficiencias en el modelo CRS produce un menor número de entidades eficientes y puntuaciones de eficiencia menores entre todos los sistemas analizados, lo que conlleva mayor exigencia. Asmild, et al. (2009) aplican una metodología *Multidirectional Efficiency Analysis* (MEA) asumiendo rendimientos de escala constantes y una orientación al input.

Finalmente, bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, las medidas de eficiencia técnica input y output orientadas coinciden, medidas que no son necesariamente iguales en el caso de rendimientos variables.

Cuando se trata de estudios de eficiencia que utilizan DEA tienen ventaja aquellos trabajos que concentran su atención en pequeñas áreas, con un grupo reducido de unidades y que requiere del uso de pocas variables. Por ello, en nuestro caso, es conveniente delimitar el estudio de eficiencia a sistemas ferroviarios lo suficientemente homogéneos como para que no puedan inferirse en ellos diferencias significativas que interfieran el análisis de eficiencia. Condición de homogeneidad que ha sido contrastada previamente.

El cuadro que se presenta a continuación recoge los resultados de los indicadores de eficiencia técnica multiservicio estimados por el método DEA para los años 2002, 2004, 2007 y 2011. Los indicadores de eficiencia estimados miden distancias respecto a la frontera conformada por unidades eficientes en su combinación de inputs-outputs. Un valor de uno (1,0) indica que los sistemas ferroviarios son eficientes. Cuanto menor es el indicador mayor es el valor de la ineficiencia observada de un sistema ferroviario concreto respecto a los sistemas eficientes.

Cuadro 36. Resultados de eficiencia aplicando la técnica DEA

Sistema ferroviario	2002	2004	2007	2011
Alemania	0,9248	0,9311	1,0000	1,0000
Austria	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Bélgica	0,8341	0,9024	0,7771	0,6007
Dinamarca	1,0000	0,8200	0,8021	1,0000
España	0,7929	0,7059	0,6181	0,4840
Finlandia	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Francia	0,8348	0,7856	0,5589	0,4623
Grecia	0,2605	0,2067	0,2168	0,3375
Holanda	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Irlanda	0,3376	0,2785	0,3059	0,2883
Italia	0,7643	0,7471	0,5333	0,4269
Luxemburgo	0,6571	0,6236	0,2514	0,2581
Noruega	1,0000	1,0000	1,0000	0,4937
Portugal	0,6458	0,6350	0,6044	0,4678
Reino Unido	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Suecia	1,0000	1,0000	0,8798	1,0000
Suiza	1,0000	1,0000	1,0000	0,9885

Fuente: Elaboración propia

Algunos países desarrollan sistemas ferroviarios con indicadores de eficiencia completa respecto a la frontera a lo largo de los diversos años considerados: Reino Unido, Holanda, Austria y Finlandia. Empleando como criterio de jerarquización entre los sistemas plenamente eficientes, las veces que el sistema ferroviario del país en cuestión ha sido utilizado en el análisis DEA para formar parte del grupo de referencia o *peer group* resultan como más eficientes Holanda, con 36 apariciones y Gran Bretaña con 25.

Los resultados obtenidos son acordes con otras estimaciones de la literatura sobre eficiencia del sector ferroviario. Destacan los trabajos de Coelli y Perelman (1999) para Reino Unido y Holanda; Christopoulos, et al. (2000) para Reino Unido y Holanda; Coelli y Perelman (2001) para el caso de Holanda; Loizides y Tsionas (2002) y Asmild, et al. (2009) para Reino Unido.

Los países que presentan mayores índices de ineficiencia en los diversos años son recurrentemente Grecia e Irlanda. Resultados en línea con ello han sido recogidos en la literatura: Hilmola (2007); Coelli y Perelman (1999), Jorge-Moreno y García (1999), Christopoulos, et al. (2000).

Desde una perspectiva temporal la evolución de estos resultados de eficiencia no presenta un patrón claro. Algunos países (ej Alemania) presentan un crecimiento continuado de estos indicadores de eficiencia, pero para un grupo amplio de países (entre otros Bélgica, Francia, España, Italia) estas mejoras parecen quebrarse en los ejercicios 2007 y 2011, lo que puede estar reflejando el efecto de la crisis económica sobre el funcionamiento de los sistemas ferroviarios.

### III.2.8.- COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LOS DISTINTOS MODELOS DE EFICIENCIA. ROBUSTEZ DE LOS RESULTADOS.

En primer lugar de conformidad con la construcción metodológica de las técnicas econométricas empleadas se concluye que la eficiencia técnica media de los sistemas ferroviarios y el número de sistemas eficientes es superior en el caso de la metodología DEA, e inferior aplicando SFA.

Cuadro 37. Eficiencias medias y número de sistemas eficientes para cada técnica

TÉCNICA EMPLEADA	EFICIENCIA MEDIA	SISTEMAS EFICIENTES
DFA	0,277748152	1
SFA T-L	0,46767411	0
SFA C-D	0,72183273	0
DEA	0,865216763	12

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados son coherentes y similares con los presentados en otros trabajos que comparan las tres metodologías. Así, por ejemplo, Ghorbani, et al. (2010) presenta igualmente una única unidad de decisión eficiente para la metodología DFA, ninguna para la SFA y varias para la aplicación DEA.

Para comparar el grado de similitud en la ordenación de los resultados que cada método proporciona se puede calcular el coeficiente de correlación de rangos de Spearman y el coeficiente de correlación de Pearson. Un valor de este coeficiente próximo a la unidad significa que las diferentes aproximaciones han llegado a una jerarquización similar de los diferentes sistemas ferroviarios observados en función de su grado de (in)eficiencia.

Cuadro 38. Correlación de Rangos de Spearman, SFA C-D, SFA T-L, DEA y DFA.

Rho de Spearman		SFACD	SFATL	DEA	DFA
SFACD	Coeficiente de correlación	1,000	,461(*)	,427(*)	,198
	Sig. (bilateral)	.	,016	,026	,323
	N	27	27	27	27
SFATL	Coeficiente de correlación	,461(*)	1,000	,557(**)	,203
	Sig. (bilateral)	,016	.	,003	,309
	N	27	27	27	27
DEA	Coeficiente de correlación	,427(*)	,557(**)	1,000	,042
	Sig. (bilateral)	,026	,003	.	,837
	N	27	27	27	27
DFA	Coeficiente de correlación	,198	,203	,042	1,000
	Sig. (bilateral)	,323	,309	,837	.
	N	27	27	27	27

Fuente: *Elaboración propia*

Nota: \* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Las correlaciones presentadas son todas positivas. Los bajos valores que muestran las correlaciones que presenta la técnica DFA<sup>67</sup> con el resto de técnicas junto con la falta de significatividad de sus resultados se deben a que para la construcción de la frontera eficiente se toma como referencia un sistema ferroviario como Suiza, que aún formando parte del grupo homogéneo de sistemas ferroviarios, es uno de los sistemas que más rasgos diferenciales presenta.

Dado el tipo de información estadística tratada, que presenta un elevado nivel de ruido, se concluye que los niveles del coeficiente de correlación de rangos de Spearman son buenos para determinar la relación existente entre las diferentes técnicas de cálculo de la eficiencia.

<sup>67</sup> Eliminada la técnica DFA del análisis de robustez se constata una correlación positiva moderada y lo más importante, significativamente estadística al menos al 0,05 de nivel de significatividad entre todas las demás técnicas de medición de eficiencia empleadas: SFA C-D, SFA T-L y DEA.

### SECCIÓN III.3.- PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados más destacados que se han obtenido con los análisis realizados en este capítulo son los siguientes:

1.- Con la aplicación de la técnica de conglomerados se concluye que el conjunto de sistemas europeos analizados presenta la suficiente homogeneidad para los análisis posteriores de eficiencia y correlación con el grado de liberalización.

2.- En relación con los métodos paramétricos, la estimación de la función de producción resulta más adecuada a partir de una función translog que de una Cobb-Douglas, es decir los parámetros de segundo orden son suficientemente significativos. No se puede deducir la presencia de rendimientos de escala variables.

3.- Los sistemas que recurrentemente presentan un mayor nivel de eficiencia productiva en aplicación de las diferentes técnicas cuantitativas son Reino Unido, Holanda, Austria, Suiza y en menor medida Estonia y Finlandia mientras que los menos eficientes son Grecia e Irlanda

4.- En cuanto a los resultados de las diferentes técnicas destaca como, debido a la metodología a partir de la que se construye cada técnica, DEA es la que presenta un mayor número de sistemas eficientes (12) y una eficiencia media global más elevada (0,86), dado que la frontera eficiente se construye a partir de los propios inputs y outputs de las unidades de decisión y por tanto no está sometida a la construcción de una función de producción como en los métodos paramétricos.

A continuación se sitúa la técnica SFA, aplicada a partir de funciones de producción Cobb-Douglas y translog, y que presenta una eficiencia global intermedia. Por último, la técnica DFA, que metodológicamente implica necesariamente la consideración de una unidad eficiente (Suiza), es la que presenta una menor eficiencia global por parte de los sistemas ferroviarios europeos.

5.- La robustez de los resultados estimados de eficiencia por cada una de las diferentes técnicas se confirma por los buenos niveles del coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

## CAPÍTULO IV

### RELACIÓN ENTRE LIBERALIZACIÓN Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN LOS SISTEMAS FERROVIARIOS EUROPEOS

Una vez estimados los índices de eficiencia para cada uno de los sistemas ferroviarios, se plantea en este capítulo un doble propósito. En primer lugar (*sección IV.1*) se describe en detalle un índice de liberalización de tipo cuantitativo elaborado en la Universidad Humboldt de Berlín, que permite superar las limitaciones que hasta ahora ha encontrado la literatura sobre la eficiencia ferroviaria.

Esta cuantificación permite agrupar los sistemas ferroviarios por los valores que presentan en este índice y compararlos con los modelos organizativos del sector ferroviario descritos anteriormente en el *capítulo I*.

El segundo objetivo de este capítulo (*sección IV.2*) consiste en emplear los datos de liberalización que se obtienen a partir de la información de este índice cuantitativo para contrastarlos con los resultados de eficiencia calculados para cada una de las técnicas en el capítulo anterior, y extraer conclusiones de la relación existente entre ambas dimensiones de los sistemas ferroviarios europeos (liberalización y eficiencia).

Una de las novedades que introduce esta tesis en el análisis económico de la eficiencia del transporte ferroviario es la incorporación de una medida cuantitativa del grado de liberalización de los sistemas ferroviarios europeos. Esta medida permite poder contrastar la correlación existente entre la eficiencia medida en cada sistema ferroviario y el grado de liberalización alcanzado, en función de la incorporación formal y, sobre todo, la implementación efectiva que de la normativa comunitaria ha realizado cada sistema.

#### SECCIÓN IV.1.- LA LIBERALIZACIÓN DEL SECTOR FERROVIARIO EN EUROPA

En parte de la literatura económica se ha entendido que una política concreta como es la separación total en dos empresas independientes de las

actividades de administración y operación de la red es más liberalizadora que un modelo de holding que no haya implementado ese modelo, por encontrarse más cercana a lo que prescribe la normativa comunitaria. Así, habitualmente se introducen como factor explicativo en los modelos variables dummies que toman valores 1 los años que dicha separación completa se hubiera producido a efectos de constatar si esa “mayor liberalización” había tenido algún efecto sobre el output del sistema.

Como ya fue comentado en el *capítulo I* de la tesis, los resultados alcanzados con este enfoque han sido necesariamente poco concluyentes. Además, aunque esto pudiera haber sido sostenible en aplicación de los tres primeros Paquetes Ferroviarios de normativa comunitaria, las líneas básicas del borrador del Cuarto Paquete indican un cambio en la concepción del modelo de liberalización al permitir expresamente el modelo de integración vertical, dejando por tanto sin contenido la hipótesis de que los modelos con separación vertical total estén liberalizados en un grado mayor.

#### **IV.1.1.- MEDICIÓN DEL GRADO DE LIBERALIZACIÓN**

La medición del grado de liberalización de los sistemas ferroviarios constituye un problema de cara al análisis económico del sector, dado que hasta ahora ha sido necesario remitirse necesariamente a variables cualitativas de tipo ordinal (cuasicuantitativas). Entre otros Friebel et al. (2003), Wetzel (2008) y Cantos, Pastor y Serrano (2010) muestran cómo algunas medidas liberalizadoras concretas afectan, en algunos casos, positivamente a la eficiencia, sin que se obtengan conclusiones del proceso liberalizador en su conjunto. Para paliar esta situación en este trabajo se introduce como medida cuantificadora de la liberalización de cada sistema ferroviario en su conjunto los grados de liberalización obtenidos a partir de un Índice de Liberalización Ferroviaria (Rail Liberalization Index, *LIB Index*) elaborado por Kirchner (2002, 2004, 2007 y 2011). Estos trabajos incluyen como objeto de estudio a los miembros de la UE-25<sup>68</sup>, Suiza<sup>69</sup> y Noruega<sup>70</sup>.

---

<sup>68</sup> Se exceptúan Chipre y Malta por no contar en su territorio con red ferroviaria alguna.

El punto de partida de esta cuantificación del grado de liberalización a través del LIB Index se sitúa en la adopción del punto de vista de un nuevo operador que quiere comenzar a operar partiendo de cero en cada uno de los sistemas ferroviarios objeto de estudio. Por tanto, dependiendo del sistema de que se trate, va a incurrir en una serie de costes adicionales en comparación con la empresa ya instalada entre otros: material rodante, requisitos administrativos, posibles movimientos estratégicos del operador existente y en algunos casos economías de escala de dicha empresa rival que no pueden ser alcanzadas por los nuevos operadores<sup>71</sup>.

En cada uno de los sistemas este potencial operador entrante se va a encontrar con diferentes barreras de entrada tanto legislativas (pocas) como dificultades prácticas (numerosas). Esta óptica es interesante porque supone valorar todos los aspectos del sistema ferroviario objeto de estudio, desde la disponibilidad y transparencia de la información necesaria para acceder al sistema hasta la existencia de mercados donde en su caso puedan ser liquidadas las inversiones en capital realizadas para la entrada en el mercado ferroviario de que se trate.

El Índice de Liberalización Ferroviaria pretende medir y comparar el estado de los grados relativos de apertura de los mercados ferroviarios europeos. Emplea la técnica de *benchmarking* para detectar las barreras legales y *de facto* para el acceso al mercado desde la perspectiva de un operador ferroviario externo que trata de acceder a la operación en cada sistema. Considera por tanto las diferencias relativas en el grado en el que los mercados nacionales han sido liberalizados y que barreras impiden alcanzar la “apertura de mercado completa”.

Las razones de esa disparidad o variabilidad en el conjunto de sistemas ferroviarios europeos se encuentra principalmente en los diferentes ritmos con

---

<sup>69</sup> Aunque Suiza no pertenece a la UE, en este país se aplica la normativa europea en el campo de la liberalización de ferrocarriles, por virtud del acuerdo entre la Comunidad Europea y la Confederación Helvética sobre transporte de mercancías y pasajeros por ferrocarril y carretera.

<sup>70</sup> La Directiva 2001/13 tiene por objeto extender las disposiciones comunitarias a todas las empresas ferroviarias establecidas en la UE para armonizar las condiciones en las que ejercen su actividad e impedir que las licencias constituyan una barrera de entrada al mercado. Esta directiva determina que una licencia obtenida en cualquiera de los países de la UE, Islandia, Liechtenstein, Noruega y Suiza es válida en todo el territorio de la Unión Europea.

<sup>71</sup> Este aspecto no es relevante para operadores entrantes que son filiales de grandes grupos operadores multinacionales (como DB) y que se benefician de las economías de escala de su matriz.



que la normativa comunitaria liberalizadora ha sido en primer lugar traspuesta para posteriormente hacerla efectiva. Resulta interesante destacar que el cálculo del LIB Index no parte *a priori* de la idea de que exista un modelo preferible entre las distintas alternativas de organización de los sistemas ferroviarios. El índice solamente trata de evaluar cuantitativamente cómo afecta el modelo a las barreras de entrada al mercado para los potenciales operadores entrantes, analizando tres dimensiones: acceso no discriminatorio a la infraestructura, competencias de la autoridad reguladora y grado de apertura del mercado *de facto*.

El objetivo del LIB Index es doble: por un lado se trata de elaborar un ranking de los mercados ferroviarios nacionales individuales en relación a su grado de apertura, sobre la base de la diferente extensión con la que la legislación comunitaria ha sido traspuesta a la normativa nacional. Por otra parte, el índice persigue proporcionar información acerca de la efectividad de los diferentes conceptos nacionales de regulación liberalizadora en relación con la apertura del mercado.

El acceso no discriminatorio de los nuevos potenciales operadores a la infraestructura esencial es un requisito previo esencial para la apertura del mercado ferroviario. Las posibilidades de éxito de un acceso negociado bilateral a la infraestructura son bajas, por lo que deben regirse por un procedimiento regulatorio que cumpla con las previsiones de la legislación europea, previsiones que no suponen un tratamiento único en la regulación del acceso a la infraestructura para todos los sistemas europeos.

Desde el punto de vista teórico son posibles dos justificaciones conceptuales de ese acceso. En primer lugar el concepto de acceso a la red empleado por el Derecho de la Competencia y que considera este acceso como una restricción o límite al derecho de titularidad que tiene el propietario de esa infraestructura esencial (“doctrina de la infraestructura esencial”). Las infraestructuras esenciales en las industrias en red son físicamente imposibles de duplicar o la inversión que requerirían sería desproporcionada a su éxito potencial. El segundo concepto es el regulatorio propio de la normativa específica de cada sector y que parte del legítimo derecho de un competidor a acceder a la red, derecho que es protegido por una autoridad reguladora.

Los tres Paquetes Ferroviarios europeos promulgados optan por el concepto regulatorio, dado que el mercado ferroviario no es directamente comparable en muchos aspectos con otros sectores en red como el sector de las telecomunicaciones, donde un incremento del número de redes competidoras con una técnica evolucionada es posible. El objetivo de habilitar unas condiciones de acceso comparables con las del operador instalado, sólo es posible si este acceso es objeto de control y supervisión por parte de una instancia independiente y neutral, una autoridad reguladora que supervise al administrador de la infraestructura.

Es interesante observar cómo a través del cálculo del LIB Index se investiga no sólo la competencia existente sino también la potencial entrada en el mercado. En un mercado que ha sido abierto en un grado elevado se espera que las cuotas de mercado cambiaran en el futuro a favor de los nuevos operadores. Por ello es necesario prestar atención al desarrollo de las cuotas de mercado desde el pasado.

No forma parte del objetivo del LIB Index recopilar información de todas barreras de entrada al mercado de tipo financiero como los costes de capital para la adquisición del material rodante o los costes de inversión dado que cada operador aplica diferentes tasas de coste de capital y costes de oportunidad. Tampoco se han incluido dentro del ámbito de estudio del índice servicios de transporte urbano como metro.

El LIB Index se calcula a partir de 250 datos medidos para cada país (6.750 en total) a partir de la consulta de textos legislativos, declaraciones sobre la red y otros documentos oficiales. Estos datos se recopilan, analizan, verifican y consolidan. Los datos obtenidos son contrastados de forma sistemática con las autoridades reguladoras, ministerios, operadores instalados, operadores externos, fabricantes de material rodante y administradores de infraestructura a través de encuestas y cuestionarios, con un mínimo porcentaje de respuestas omitidas o erróneas (sólo un 2,1%).<sup>72</sup> A la

---

<sup>72</sup> Los sistemas con un mayor número de respuestas omitidas o erróneas son Irlanda (7,6%), Letonia (7,2%), Lituania (6%) y Luxemburgo (5,6%).

posibilidad de arbitrariedad u omisión en las respuestas dadas se le asigna la menor puntuación.

La cuestión metodológica de la ponderación de las barreras de entrada al mercado que permita convertir los resultados individuales en un sistema empírico comparable consta de dos pasos: (i) se les da una ponderación que sea aceptada por los representantes de los operadores entrantes; (ii) las ponderaciones anteriores se ajustan a los resultados de los grados relativos de apertura del mercado y del ranking de los sistemas individuales al efecto de obtener unos resultados robustos. En relación con el tipo de servicio, los segmentos de pasajeros y mercancías tienen la misma ponderación para el cálculo del Índice.

El cálculo del LIB Index se realiza como la suma ponderada de dos subíndices. El primer subíndice (LEX Subindex, que pondera un 20%) cuantifica el grado de liberalización plasmado en la regulación aplicable, es decir, la competencia formal en el mercado de operación ferroviaria que admite cada sistema dado su desarrollo legislativo. El segundo subíndice (ACCESS Subindex, cuya ponderación es del 80%) mide las condiciones de apertura que se presentan en la práctica, es decir, la competencia efectiva.

Para el cálculo del subíndice LEX se tienen en cuenta aspectos como la regulación del acceso al mercado (45% del subíndice), la existencia y competencias de una autoridad reguladora (30%) y la estructura organizativa del operador nacional heredero del monopolio público (25%). El valor del subíndice ACCESS depende de las barreras de tipo operativo (50% de ponderación), la accesibilidad del mercado (25%), las barreras administrativas (20%) y las barreras informativas (5%). Por tanto el LIB Index pondera en mayor grado la realidad de los mercados ferroviarios después de la liberalización, frente al grado de adopción de la normativa liberalizadora, con un peso del subíndice ACCESS del 80% en el total del índice LIB.

En el cuadro siguiente se presentan los rasgos más destacados del cálculo del LIB Index.

Cuadro 39. Características y composición del índice de liberalización

Índice	Sistemas avanzados	Sistemas con retraso.
[LIB]: cuantificación del grado de liberalización del sistema ferroviario que opera en el país. Índice de liberalización del sistema ferroviario	Valores del índice > : 800 puntos (2007 y 2011) 600 puntos (2002 y 2004)	Valores del índice < : 600 puntos (2007 y 2011) 300 puntos (2002 y 2004)
Subíndice	Ponderación	Variables principales y peso relativo
[LEX]: cuantificación del grado de liberalización plasmado en la regulación aplicable. Requisitos legales para entrar en el mercado. Autoridad reguladora	20%	- Regulación acceso al mercado (45%) - Autoridad reguladora (30%) - Estructura organizativa operador heredero del monopolio público (25%)
[ACE]: mide las condiciones de apertura que se presentan en la práctica. Barreras.	80%	- Barreras operativas (50%) - Accesibilidad mercado (25%) - Barreras administrativas (20%) - Barreras informativas (5%)

Fuente: Elaboración propia

El subíndice LEX es definido en Kirchner (2004) como una medida de “*law in books*” que recoge el grado de cobertura legal para la entrada en el mercado y la regulación nacional de cada sistema para la entrada de operadores ferroviarios externos. Trata de verificar la teórica idoneidad de las legislaciones nacionales para alcanzar la apertura del mercado. La importancia relativa de este subíndice ha ido gradualmente descendiendo en el cálculo de los LIB Index 2002, 2004 y 2007, por tratarse de una condición necesaria, pero no suficiente por sí sola para lograr la entrada en el mercado de nuevos operadores. Dado que las medidas de apertura del mercado contenidas en los paquetes ferroviarios se refieren a requerimientos mínimos que han de satisfacer las legislaciones nacionales, en algunos sistemas la normativa excede del cumplimiento de esos mínimos.

Un operador potencialmente entrante en un sistema ferroviario valora la seguridad jurídica y transparencia de la legislación del sistema en el que pretende operar. Por tanto la primera cuestión que sirve de base a la elaboración de este subíndice es el progreso realizado en la trasposición de la normativa comunitaria en la legislación nacional respectiva. Esto es, la medida en que las condiciones legales básicas son apropiadas al objetivo de abrir el

mercado a nuevos competidores. El LEX Subindex se compone de tres áreas temáticas cada una de las cuales se divide en tres determinantes.

Cuadro 40. Composición del subíndice LEX

<i>Área Temática y peso dentro del subíndice</i>	<i>Determinantes de cada Área Temática</i>	<i>Ponderación interna dentro del Área Temática</i>
Estructura organizativa del incumbente, 25%.	Situación de independencia del incumbente respecto del Estado	5 %
	Grado de separación red - operación	80 %
	Grado de separación mercancías -pasajeros	15 %
Regulación del acceso al mercado, 45%.	Régimen de acceso al mercado para operadores extranjeros	40 %
	Régimen de acceso al mercado para operadores nacionales	40 %
	Control legal del acceso a las infraestructuras necesarias para operar	20 %
Poderes de la autoridad reguladora, 30%.	Aspectos generales de la autoridad reguladora	30 %
	Ámbito de la regulación	30 %
	Poderes de la autoridad reguladora	40 %

*Fuente: Elaboración propia a partir de Kirchner (2011)*

El subíndice ACCESS definido como “*law in action*” evalúa la accesibilidad real de los mercados y las barreras de entrada relevantes a las que se enfrentan en cada momento los potenciales competidores externos. Es decir, se trata de evaluar la conversión práctica de la normativa existente sobre liberalización. Con este subíndice los objetivos son medir en qué grado: (i) las inversiones de un potencial operador entrante en el mercado ferroviario están permitidas en la práctica; (ii) unas actividades de mercado planificadas pueden materializarse en la práctica; y (iii) los procesos administrativos están diseñados pensando en ese potencial operador.

Como se analizó en el *capítulo I* en las industrias en red es característica la existencia de un poder de mercado específico. La entidad que controla el cuello de botella de la red controla también la competencia en el mercado subyacente, se dice por tanto que esta entidad tiene el poder de mercado específico de la red. La regulación que promueve la apertura del mercado debe en primer lugar soslayar ese cuello de botella. La normativa que asegura un

efectivo acceso y una apertura del mercado debe dar instrumentos para superar estas barreras. El problema está en las barreras que todavía permanecen a pesar de esa normativa. El subíndice ACCESS trata de medir precisamente la efectividad de la regulación en la eliminación de estas barreras y así hacer posible deducir el grado en que un mercado está abierto o cerrado.

Se deben diferenciar las barreras de entrada absolutas, que hacen inviable la entrada en el mercado (entre las que estarían aquellas que generan el cuello de botella), y las relativas, que pueden ser superadas pero sólo a costa de mucho tiempo y gasto. La mayoría de barreras de entrada que todavía existen actualmente son de tipo relativo (por ejemplo la necesidad de certificados de homologación).

El concepto de barrera de entrada va indefectiblemente unido al de coste adicional en que debe incurrir el potencial nuevo operador, por tanto han de incluirse en el análisis las potenciales barreras de salida, es decir la reversibilidad de cualquier inversión que se haya podido hacer, de manera que cuanto más bajo sea el valor de mercado para un segundo uso mayor será el coste de salida del mercado. Así, la ausencia de un mercado de leasing de material rodante unido a un mercado de venta deficiente constituye una barrera de salida del mercado. Tanto las barreras de entrada como de salida son significativas sólo para la parte de los mercados ferroviarios nacionales que en primer lugar son accesibles para los operadores entrantes.

Las barreras de entrada al mercado varían significativamente entre los sistemas individuales. Son precisamente estas diferentes condiciones de entrada al mercado para las que el LIB Index está diseñado de forma que éstas se identifiquen. Se busca hacer homogéneas varias características de las barreras de acceso al mercado para permitir su comparación y validar una base sobre la que debatir la existencia de acceso abierto y no discriminatorio a los mercados ferroviarios europeos. En cualquier caso, en este subíndice ACCESS se contemplan las barreras *de facto* que se encuentra el potencial entrante en términos de coste y tiempo, tales como la duración y complejidad de los procedimientos de aprobación y concesión de licencias, el acceso a personal cualificado, a material rodante, las barreras idiomáticas, el sistema de cánones de infraestructura, o si es posible solicitar surcos durante todo el año.

La normativa europea regula el otorgamiento y financiación de servicios públicos de pasajeros por carretera y ferrocarril, contemplándose dos posibilidades: concesión directa y licitaciones públicas. En cualquier caso ambos métodos deben estar igualmente disponibles para todos los operadores.

La disponibilidad a aportar información por parte de los agentes consultados acerca del acceso a la red supone un primer indicador del grado de apertura del mercado y de la transparencia en el régimen de acceso.

Cuadro 41. Composición del subíndice ACCESS

<i>Área Temática y peso dentro del subíndice</i>	<i>Determinantes de cada Área Temática</i>	<i>Ponderación interna dentro del Área Temática</i>
Barreras Informativas, 5%	Duración del proceso de obtención de la información necesaria del mercado	40 %
	Calidad de la información no personal facilitada	30 %
	Calidad de la información personal facilitada	30 %
Barreras Administrativas, 20%	Licencia operativa	35 %
	Certificado de seguridad	25 %
	Homologación del material rodante	40 %
Barreras Operativas, 45%	Condiciones de acceso a la red	25 %
	Sistema de cánones de infraestructura	50 %
	Otros servicios de infraestructura	25 %
Cuota de mercado accesible, 25%	Método de concesión de contratos de transporte	20 %
	Cumplimiento de las previsiones normativas comunitarias sobre transparencia	10 %
	Porcentaje de mercado accesible para operadores externos	70 %
Servicios de venta en el transporte de pasajeros, 5%	Alquiler de espacio para la venta de tickets	50 %
	Acceso a servicios de venta	50 %

*Fuente: Elaboración propia a partir de Kirchner (2011)*

Debe destacarse que las tres primeras áreas temáticas sólo tienen significado práctico en aquellas secciones de los mercados ferroviarios nacionales que previamente son accesibles para los competidores.

Para evitar confundir las causas y las consecuencias de la liberalización, Kirchner (2011) realiza también el cálculo de otro índice complementario no

incluido en el LIB Index que mide el nivel de apertura a la competencia de cada mercado ferroviario nacional, denominado COM Index. En concreto, este índice mide la dinámica e intensidad competitiva que afronta el operador ya instalado dentro del conjunto de cada país.

Su cálculo se justifica en el examen de los efectos del proceso de liberalización, y toma en consideración factores como el número y cuota de mercado de los operadores entrantes y su tasa de variación; la cuota de mercado modal del ferrocarril dentro del conjunto de cada país y su tasa de variación en los últimos años al efecto de determinar el cambio en el atractivo del servicio de transporte ofrecido por las operadoras.

El COM Index trata de medir cómo se ha desarrollado el mercado hasta el momento de su cálculo para los operadores externos. Consiste en una valoración *ex post* del proceso de liberalización a partir de variables como la concentración de mercado (número y cuota de competidores) cuota modal, dinámica de crecimiento para constatar el desarrollo actual de la competencia. Cuanto más intensa sea la competencia mayores serán las oportunidades de entrada en el mercado percibidas por los operadores externos. Este índice es un indicador que mide los resultados de las condiciones de entrada.

El COM Index se refiere en primer lugar a las estructuras de mercado sobre la base del número de operadores activos competidores del operador instalado y cuota de mercado de estos competidores y su tasa de variación, lo que refleja el grado de competencia. En general una caída de la cuota de mercado de la empresa instalada es un indicador de una competencia más intensiva, salvo en aquellos sistemas en que no exista un gran operador heredero de un antiguo monopolio, como Reino Unido (fue desmantelado), Dinamarca, Holanda y Hungría (fue vendido). En estos casos los sistemas obtienen la puntuación máxima en el área temática "Cuota de mercado de operadores externos". En segundo lugar se refiere al nivel y tasa de variación de la cuota de mercado de todos los operadores ferroviarios en el mercado de transporte como *benchmark* del atractivo modal del ferrocarril.

Los determinantes que lo componen no se explican solamente por el grado de liberalización. Así, la cuota modal depende en gran parte del marco



modal, las cuotas de mercado dependen considerablemente de la eficiencia relativa de los operadores y del atractivo del mercado. Por este motivo a efectos de contrastar la relación entre las variables eficiencia y liberalización en los ejercicios empíricos que se desarrollan en este capítulo los resultados de este índice COM no son incorporados, a pesar de que son datos útiles para tener en consideración al examinar la situación real de los sistemas ferroviarios europeos.

Cuadro 42. Composición del COM Index

<i>Área Temática y peso dentro del subíndice</i>	<i>Determinantes de cada Área Temática</i>	<i>Ponderación interna dentro del Área Temática</i>
Variaciones en la cuota modal, 20%	Variación en la cuota modal para el transporte ferroviario de mercancías	40 %
	Variación en la cuota modal para el transporte ferroviario de pasajeros	40 %
	Cuota modal del transporte ferroviario de mercancías	10 %
	Cuota modal del transporte ferroviario de pasajeros	10 %
Número de operadores externos, 20%	Operadores externos certificados en relación con la longitud de la red	40 %
	Ratio operadores activos / operadores certificados	50 %
	Número de operadores activos prestando servicios de transporte ferroviario de forma regular	10 %
Cuota de mercado de operadores externos, 60%	Cuota de mercado de operadores externos en porcentaje de pax-km y Ton-Km totales transportados	75 %
	Incremento en la cuota de mercado de los operadores externos	25 %

*Fuente: Elaboración propia a partir de Kirchner (2011)*

#### **IV.1.2.- RESULTADOS DEL ÍNDICE DE LIBERALIZACIÓN (LIB INDEX)**

La mínima puntuación en el LIB Index es de 100 puntos y la máxima de 1.000. Cuanto más elevada es la puntuación las barreras de entrada relativas para un operador interesado en ese sistema ferroviario son menores y, por tanto, el proceso liberalizador ha alcanzado un mayor grado.

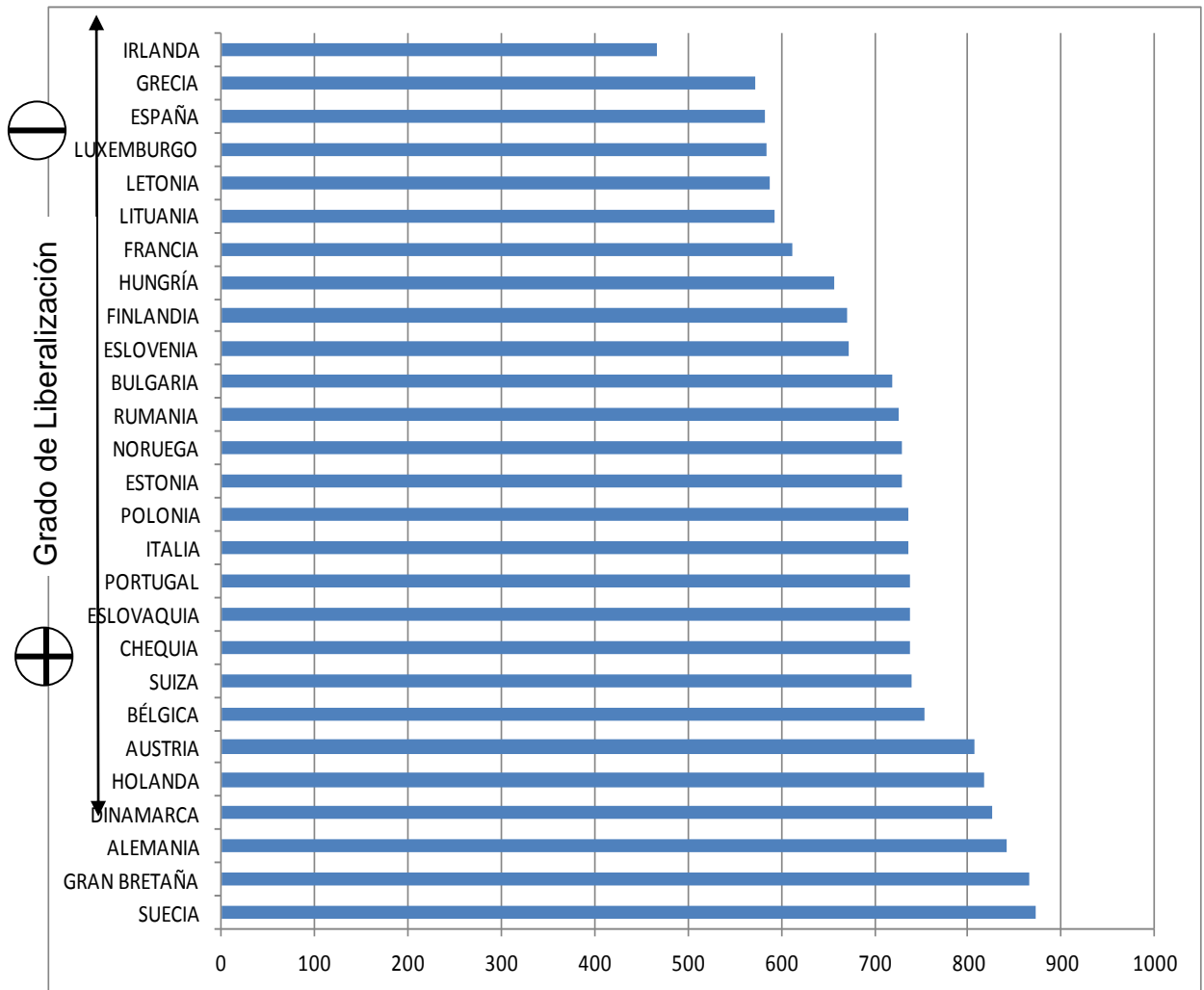
En general se observa un desarrollo positivo de la apertura del mercado ferroviario a través del cálculo del LIB Index 2011. Respecto al LIB Index 2007

ya no existen sistemas con menos de 300 puntos (con retraso en la implementación de la normativa europea).

A continuación se presentan gráficamente por un lado la situación actual de la liberalización de los sistemas ferroviarios europeos sobre la base de los últimos datos del índice de liberalización publicados en el año 2011, y por otro la evolución que dicho índice ha experimentado desde el primer año de su medición en 2002 hasta el año 2011. Un aspecto evidente que se desprende de este último gráfico es la convergencia que ha experimentado este índice en la totalidad de los sistemas ferroviarios europeos en el periodo de estudio, si bien esta afirmación ha de matizarse atendiendo a los grupos según el índice de liberalización que presentan.

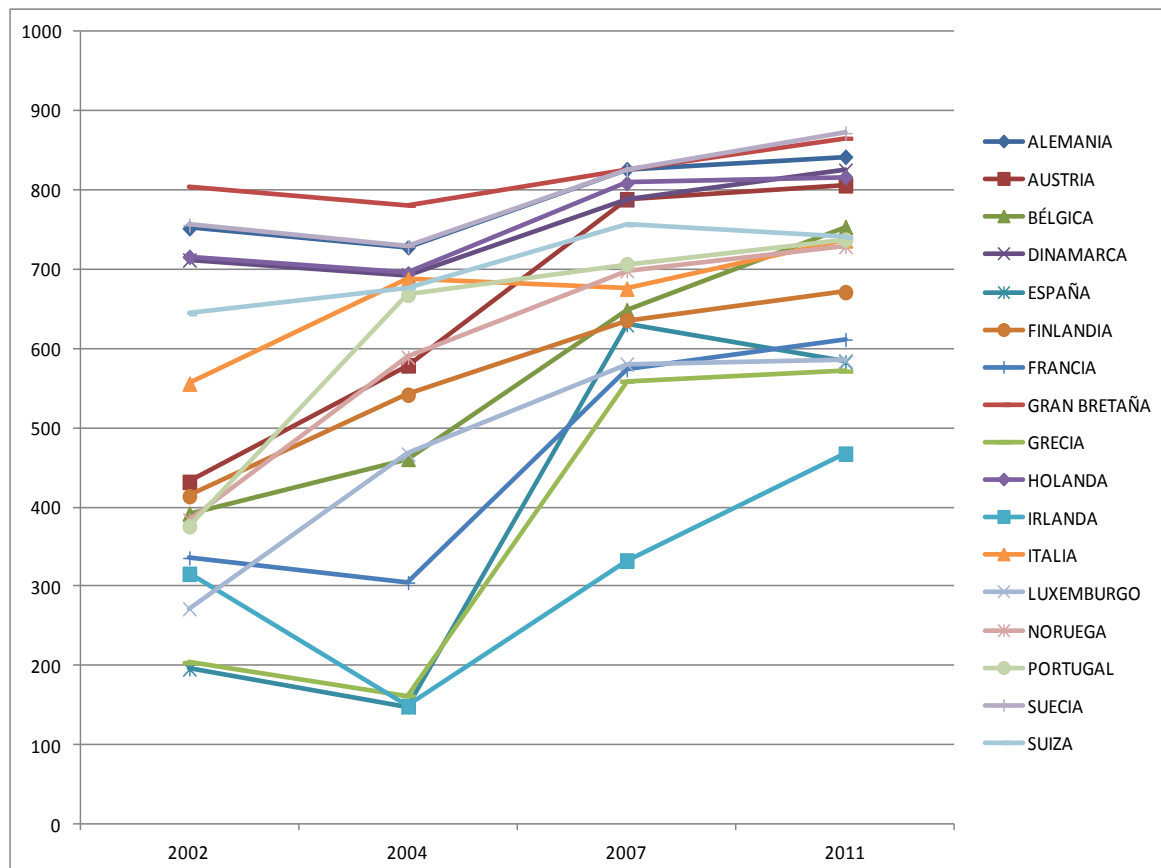
Además los sistemas con los más altos niveles de liberalización presentan una diferencia menor entre el grado de apertura de los servicios de mercancías y de pasajeros que los sistemas con índices de liberalización menores. Por otra parte, en términos generales la dispersión global entre la puntuación de los sistemas en el LIB Index se ha reducido.

Gráfico 23: Situación del Índice de Liberalización en 2011



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2011)

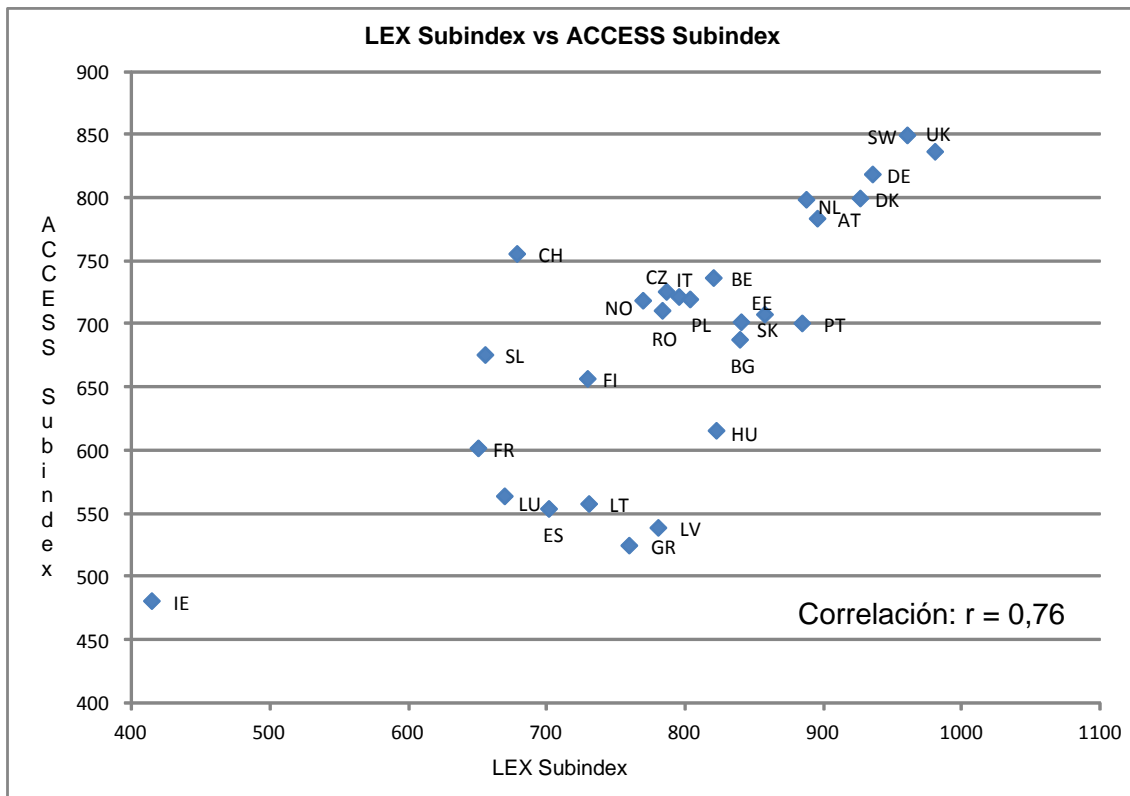
Gráfico 24: Evolución del índice de Liberalización (2002-2011)



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2002, 2004, 2007 y 2011)

En relación con los resultados concretos para cada uno de los subíndices se observa cómo para prácticamente todos los países considerados resulta un mayor grado de liberalización normativa (subíndice LEX) que lo que reflejan en la práctica las condiciones de acceso para operadores externos (subíndice ACCESS). Las excepciones son Irlanda, Eslovenia y Suiza. En concreto los valores del LEX son en promedio 102 puntos superiores a los del ACCESS. Además existe una correlación positiva entre LEX y ACCESS con un coeficiente de correlación de 0,76, lo que confirma que los requerimientos legales son necesarios para crear el marco básico de condiciones para lograr el acceso al mercado *de facto*.

Gráfico 25: Gráfico de dispersión entre los resultados de LEX y ACCESS



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2011)

Respecto al subíndice LEX se observa como Gran Bretaña (980 puntos) es el sistema que muestra una mejor adaptación de sus requerimientos legales a la apertura del mercado ferroviario, mientras que en la parte inferior del ranking se encuentran: Suiza (678), Luxemburgo (669), Eslovenia (655), Francia (650) e Irlanda (414). Resulta destacable que entre 2002 y 2011 han experimentado una mejora de más de cien puntos los sistemas de Irlanda, Luxemburgo, Grecia, Bulgaria, Estonia, Dinamarca y Suecia.

Del análisis del subíndice LEX se desprende como en 2011 todos los operadores instalados son independientes y mantienen presupuestos, contabilidades y activos separados del Estado. El acceso a la infraestructura de nuevos operadores está legalmente garantizado para el segmento de mercancías en todos los sistemas. Igualmente está garantizado el acceso a la infraestructura esencial. También es destacable que todos los sistemas cuentan ya con una autoridad reguladora. En relación con este punto, en veinte sistemas las autoridades reguladoras tienen capacidad sancionadora. Existen tres categorías de autoridades reguladoras: entidades reguladoras especiales,

entidades reguladoras en una autoridad ferroviaria y entidades reguladoras dependientes de un ministerio. Este último caso, presente en Bélgica, Dinamarca e Italia, representa en principio la situación menos favorable a la entrada de nuevos operadores en el sistema.

En muchos sistemas desde el punto de vista legal las licitaciones son posibles para el transporte de pasajeros bajo obligación de servicio público, sin embargo en la práctica la mayoría de los contratos son concedidos directamente. En casos como en Noruega la legislación permite la provisión de servicios de pasajeros comerciales, pero sólo bajo limitaciones muy restrictivas. En la mayoría de sistemas del Este a pesar de que el mercado está abierto a servicios de pasajeros comerciales, los operadores externos todavía no se muestran activos en este segmento dada la falta de atractivo comercial. De ahí la importancia de no quedarse solamente en la liberalización regulatoria o formal y dar un paso más en el análisis hacia la apertura del mercado efectiva.

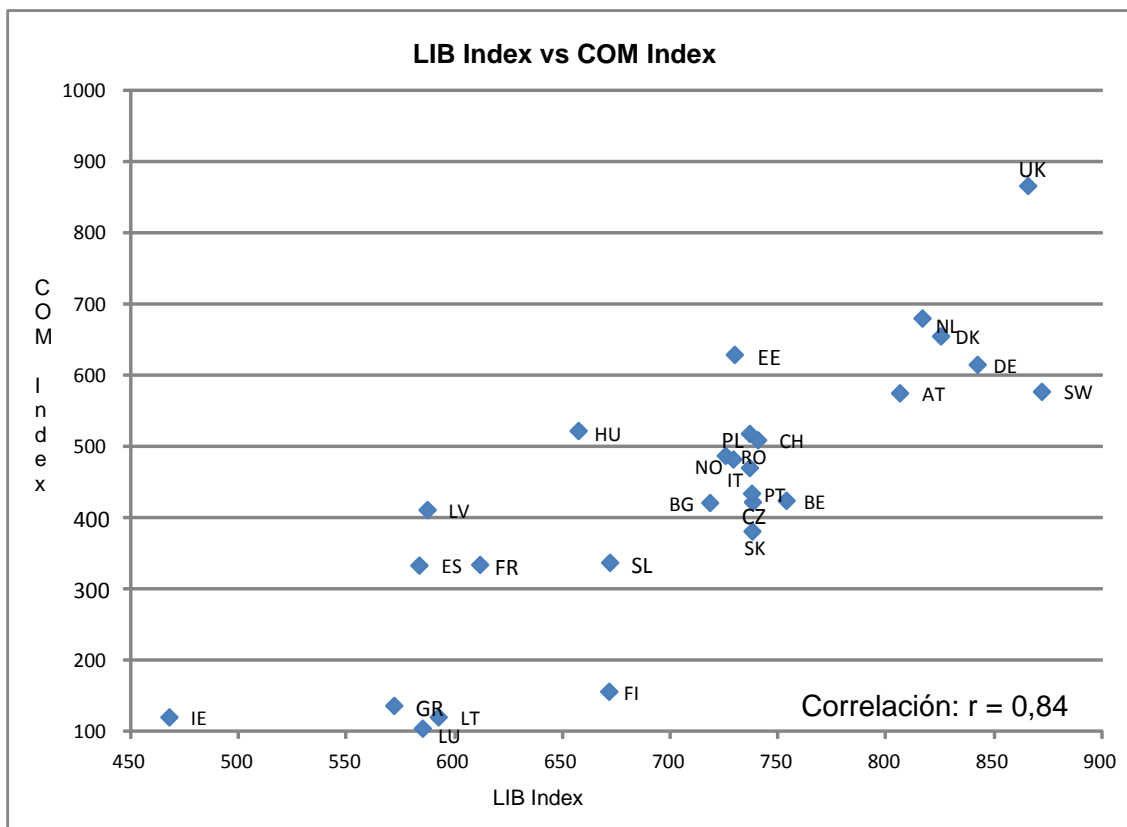
Ese paso adicional se materializa en el cálculo del subíndice ACCESS que como se ha comentado mide las condiciones prácticas de acceso al mercado, de manera que un mayor valor en este subíndice supone una menor presencia de las barreras analizadas. Suecia (850), Reino Unido (837), Alemania (819) y Dinamarca (800) lideran el ranking del ACCESS y por tanto presentan *de facto* las condiciones de acceso al mercado más favorables para los operadores externos. En todos ellos existe un alto número de operadores externos en términos comparativos y cuentan con años de experiencia en la competencia ferroviaria. Sin embargo, en relación con los cánones de infraestructura muestran enormes diferencias, Suecia mantiene unos de los más bajos y Reino Unido y Alemania aplican los más elevados.

En referencia a las barreras informativas, Suiza, Bélgica, Suecia, Irlanda y Alemania aportan la información más completa en el menor lapso temporal. Mientras que en Luxemburgo, Bulgaria, Grecia y Rumania la obtención de información sobre el acceso a sus redes requiere de un plazo más dilatado. Respecto a las barreras administrativas los sistemas más eficientes son Suecia, Suiza, Austria y Reino Unido y los que presentan unos procedimientos más largos, complejos y costosos son España, Grecia y Letonia. Las barreras operativas menores se encuentran en Holanda, Noruega, Bélgica y Dinamarca

y las más elevadas en Grecia, Irlanda, Lituania y Letonia. Para el transporte de mercancías existe acceso abierto en la práctica para todos los sistemas, sin embargo en el transporte de pasajeros hay diferencias significativas. Sólo en Suecia y Reino Unido los contratos de servicio público son objeto de licitación negociada. Respecto a los servicios de venta para el transporte de pasajeros destaca que sólo existe acceso no discriminatorio sobre los canales de venta existentes en Dinamarca, Chequia y Portugal. Finalmente la posibilidad de alquilar espacios para la venta propia directa de billetes para los servicios de pasajeros está presente en todos los sistemas menos en España e Italia.

En términos generales existe una correlación positiva (coeficiente de correlación de 0,84) entre los resultados del LIB Index y del COM Index. Esto es un indicador de que la minimización de las barreras de acceso (tanto desde el punto de vista legal como práctico) a los mercados ferroviarios promueve el atractivo y la entrada de nuevos operadores competidores en el mercado. En cualquier caso esta entrada no ocurrirá si no es lo suficientemente atractiva desde un punto de vista económico. La más clara excepción a esta correlación es Estonia, cuyo sistema ferroviario ocupa el cuarto puesto en el COM Index, mientras que es el 14 en el ranking del LIB Index. Las razones se encuentran en una relativamente elevada cuota modal de transporte ferroviario de mercancías, una importante parte de los servicios de transporte de pasajeros provisto por un operador externo y una cuota modal de transporte ferroviario de pasajeros que se ha incrementado por encima del 10% en los últimos años.

Gráfico 26: Gráfico de dispersión entre los resultados de LIB y COM



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2011)

Los resultados del COM Index muestran a Reino Unido como el sistema líder con un holgado margen, principalmente debido a la desmembración del operador existente en 1994 y la máxima cuota de mercado alcanzada por los operadores externos en el transporte de pasajeros. Tras este sistema se encuentran Holanda (que experimenta el mayor incremento de todos los sistemas), Dinamarca y Estonia. Este destacado puesto de Estonia se justifica en una extremadamente elevada cuota modal en el transporte ferroviario de mercancías (48%), y también una alta cuota de mercado de los operadores externos en este segmento (57%).

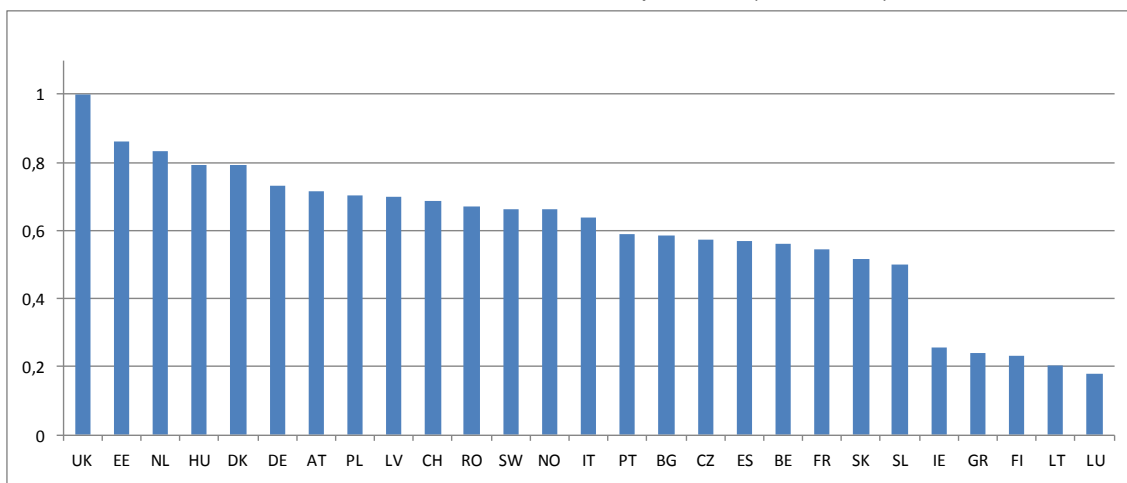
Cierran este ranking Finlandia, Grecia, Lituania, Irlanda y Luxemburgo que no presentan competencia efectiva significativa en sus sistemas ferroviarios hasta la fecha. El rango de valores que presentan los resultados en el índice COM es más elevado que el de los subíndices que componen el índice LIB. Esto es un indicador de que la competencia está aumentando a tasas de variación muy dispares en los sistemas examinados.



El número de operadores externos en los servicios de transporte de pasajeros comerciales es muy inferior a los del transporte bajo obligación de servicio público. Los operadores externos presentan las mayores cuotas de mercado para transporte de pasajeros bajo obligación de servicio público en Reino Unido (100%), Polonia (77%), Estonia (55,3%) y Suecia (45%). Comparando la cuota y el número de operadores externos activos en función del modelo organizativo de las autoridades reguladoras, destaca que los sistemas que tienen una autoridad reguladora especial con mayores competencias y más independencia presentan una mayor competencia. En muchos sistemas los servicios de transporte de pasajeros comerciales sólo están abiertos a la competencia formalmente pero hasta el momento no hay operadores externos activos.

En este punto es interesante comprobar la ratio COM Index/LIB Index que nos mide el porcentaje de competencia resultante dadas las condiciones legales y de facto de cada sistema ferroviario. Se podría interpretar como el grado de éxito de proceso liberalizador en términos de competencia existente en el sistema dado el nivel de apertura de cada mercado estudiado.

Gráfico 27: Ratio de liberalización traducida en competencia (COM / LIB)



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2011)

A la vista de los resultados planteados destaca como Reino Unido alcanza la unidad, como no podía ser de otra manera dado que el mercado

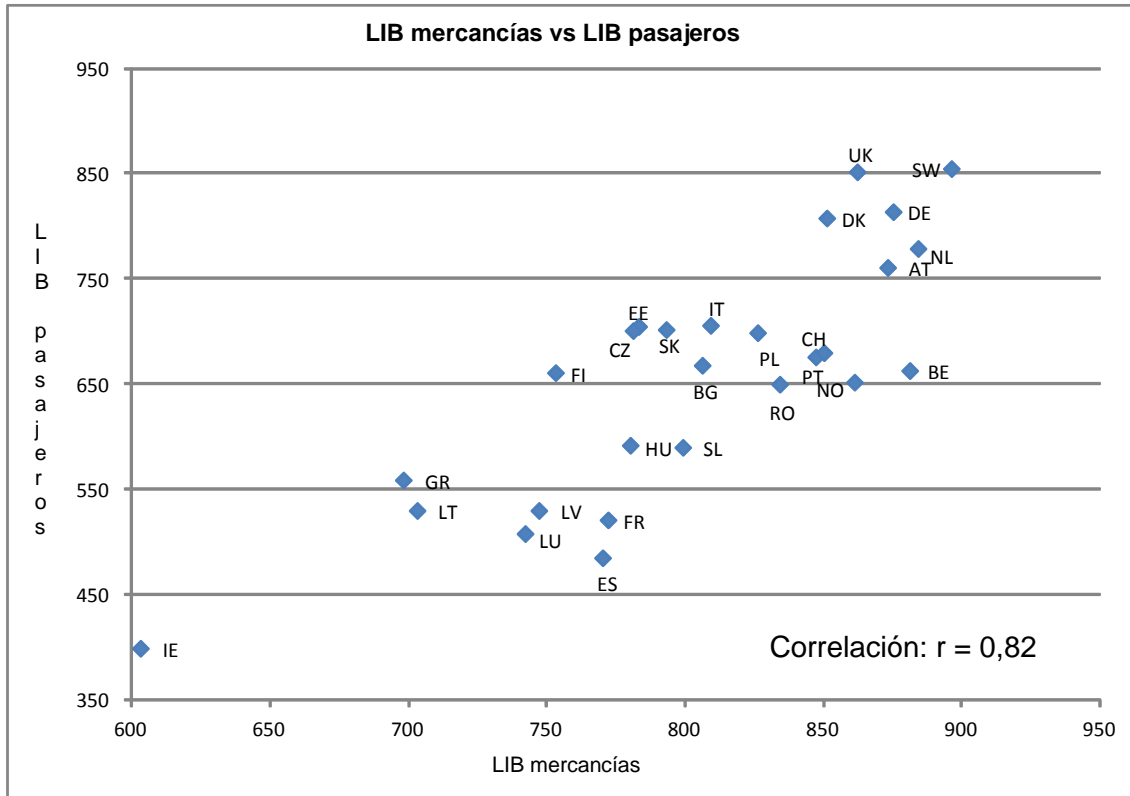
pertenece a nuevos operadores entrantes, pero es interesante comprobar cómo Estonia alcanza el segundo puesto del ranking con 0,86, lo que quiere decir que dadas las condiciones legales y de facto de apertura del mercado a la competencia ésta ha acudido con fuerza. A continuación destacan tres sistemas en los que el operador instalado que históricamente proveía servicios de mercancías ha sido vendido a terceros: Holanda, Hungría y Dinamarca, motivo por el cual los operadores entrantes presentan una elevada cuota de mercado. Sorprende en parte que Suecia haya quedado solamente en el puesto 12 (con un ratio de 0,66) cuando es uno de los sistemas más avanzados en el LIB Index como se verá más adelante. La explicación se encuentra en que, a pesar de tener las mejores condiciones de todos los sistemas para el acceso al mercado (tanto formales como de facto), éstas no se han traducido en una elevada competencia acorde a las mismas.

En relación con el Índice LIB calculado por segmentos de mercado destaca en relación con el transporte de mercancías que 14 sistemas están entre los más avanzados por presentar una puntuación de más de 800 puntos, mientras que 13 quedarían en el grupo intermedio, sin que ningún sistema sea asignado al grupo de sistemas más retrasados. La puntuación media del LIB Index para transporte de mercancías es de 803 y las diferencias entre sistemas son mucho menos acentuadas que en el caso de transporte de pasajeros, con desviaciones típicas de 68 y 117 puntos respectivamente, dado que como se ha comentado el acceso abierto al segmento de mercancías tanto para operadores nacionales como extranjeros está legalmente garantizado para todos los sistemas estudiados.

Para el segmento de pasajeros sólo destacan cuatro sistemas entre los más avanzados: Suecia (855), Reino Unido (852), Alemania (814) y Dinamarca (808). La explicación puede encontrarse en que el procedimiento de liberalización en el transporte ferroviario de pasajeros ha experimentado un progreso mucho menor. El índice medio para este segmento es de sólo 656 puntos y además existen considerables diferencias entre los sistemas considerados. Todos los sistemas examinados muestran un progreso mucho mayor en el segmento de mercancías que en el de pasajeros, solamente los seis sistemas avanzados en el LIB Index muestran aproximadamente el mismo

alto nivel de apertura de mercado en ambos segmentos. En cualquier caso el coeficiente de correlación entre los resultados del LIB Index específicamente calculado para cada segmento alcanza un valor elevado (0,82).

Gráfico 28: Gráfico de dispersión entre los resultados para mercancías y pasajeros



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2011)

Atendiendo los resultados de los sistemas individuales se identifican cuatro grupos en relación con el grado de apertura alcanzado en su mercado ferroviario, según la puntuación alcanzada en el LIB Index

Cuadro 43. Grupos formados a partir de los resultados del Índice de liberalización

Puntuación LIB Index (puntos)	Denominación del grupo	Sistemas Ferroviarios
800 - 1.000	<u>Sistemas Ferroviarios Avanzados</u> en su grado de apertura respecto al calendario previsto por la normativa comunitaria	Suecia, Reino Unido, Alemania, Dinamarca, Holanda y Austria
600 – 799	Sistemas Ferroviarios con un grado de apertura <u>Según la Previsión</u> temporal de la normativa comunitaria liberalizadora	Bélgica, Suiza, Chequia, Eslovaquia, Portugal, Polonia, Italia, Estonia, Noruega, Rumania, Bulgaria, Finlandia, Eslovenia, Hungría y Francia
300 – 599	<u>Sistemas Ferroviarios Retrasados</u> en el grado de apertura respecto a la previsión temporal de la normativa comunitaria	Lituania, Grecia, Letonia, Luxemburgo, España e Irlanda
100 – 299	Sistemas Ferroviarios cuya apertura del mercado está <u>Pendiente de Comenzar</u>	Ninguno en 2011

Fuente: Elaboración propia a partir de Kirchner (2011)

Los seis sistemas ferroviarios que según su puntuación del LIB Index 2011 pertenecen al grupo de Sistemas Avanzados han alcanzado un considerable progreso en términos de grado de apertura de sus mercados en comparación con el resto de sistemas. Tanto las condiciones de acceso legales (LEX) como *de facto* (ACCESS) en estos sistemas ofrecen las mejores condiciones para operadores entrantes en Europa.

Estos resultados son confirmados por las significativas cuotas de mercado logradas por los operadores externos en cada uno de estos sistemas. Además en estos sistemas existen autoridades reguladoras con amplios poderes y competencias junto con experiencia en el tratamiento de quejas por parte de los operadores externos, en especial Reino Unido, Alemania y Holanda. Estos sistemas se incluyen en el mismo grupo de Sistemas Avanzados a pesar de haber realizado aproximaciones muy diferentes a ese elevado estado de liberalización. Entre los aspectos diferenciales destacan los relativos al régimen de acceso para servicios de transporte de pasajeros, al sistema de tarificación de la infraestructura y a la estructura organizativa del operador instalado. En el plano teórico, por tanto, no es identificable la existencia de una correlación entre el modelo organizativo del sistema ferroviario y su grado de apertura del mercado.

Comparado con los resultados LIB Index 2007 la brecha existente entre el grupo de Sistemas Avanzados y según Previsión se ha incrementado significativamente hasta 53 puntos. Los Sistemas según Previsión son de largo el grupo que cuenta con mayores miembros, hasta 15, cuando en 2007 eran 19. Hay que destacar que Dinamarca y Austria han ascendido al Grupo avanzado.

Los Sistemas Retrasados forman un grupo integrado por seis países. En este grupo se incluyen los tres únicos sistemas que presentan unos resultados LIB Index 2011 inferiores a los del LIB Index 2007: Lituania, Letonia y España. Ello no quiere decir que las condiciones de acceso al mercado en estos sistemas hayan empeorado con el tiempo, sino que son necesarias medidas que supongan la aceptación de los nuevos criterios de evaluación para reflejar el efecto de las nuevas Directivas comunitarias en estos países. Se refleja asimismo falta de experiencia en relación con el acceso al mercado de operadores externos en el segmento de pasajeros lo que supone que los determinantes que tienen en cuenta este aspecto, y que en 2011 han incrementado su ponderación, se valoren por el mínimo. Son precisamente los operadores externos de los Sistemas Retrasados los que se enfrentan en mayor medida a problemas de rentabilidad. Por otra parte entre los ascensos destaca como Francia ha pasado a formar parte del Grupo Según Previsión gracias a la apertura de su mercado ferroviario de mercancías y la creación de una autoridad reguladora independiente (ARAF).

Contar con una autoridad reguladora fuerte e independiente es una importante precondition para lograr un acceso no discriminatorio a la infraestructura ferroviaria. Muchos países han otorgado a sus autoridades reguladoras más independencia y más amplios poderes, en especial Francia, Bélgica, Dinamarca, Luxemburgo, Eslovenia y Grecia. Sin embargo, muy pocos sistemas cuentan con una autoridad reguladora capaz de garantizar un acceso no discriminatorio a la infraestructura ferroviaria. Así la Federal Network Agency alemana tiene capacidad para imponer las más altas sanciones en Europa.

Si se analizan los resultados del LIB Índice para el año 2011 a nivel individual para cada uno de los sistemas ferroviarios, destaca en primer lugar cómo Suecia con un índice de 872 (sobre un máximo posible de 1000), Reino

Unido 865,6, Alemania 842,2, Dinamarca 825, Holanda 817 y Austria 806 se colocan como el grupo de cabeza en el proceso de liberalización<sup>73</sup>. Como se indicó anteriormente, los modelos presentados por estos países difieren notablemente entre sí, pese a presentar valores muy similares y elevados en el índice de apertura ferroviaria.

Entre estas diferencias, aparte del distinto modelo de integración vertical o separación de la administración ferroviaria, destaca por ejemplo en relación con la tarificación de la infraestructura como mientras que Suecia presenta tarifas medias por acceso y utilización de la infraestructura más reducidas (menos de 1 € por kilómetro recorrido), Gran Bretaña tiene unas de las más elevadas (entre 7 y 9 €) y Alemania se sitúa en un rango intermedio con unos 3 € por kilómetro recorrido. En concreto en Suecia el sistema de tarificación de infraestructura “básico” es el más bajo en términos globales (teniendo en cuenta las actividades de transporte de mercancías y de pasajeros) de todos los sistemas considerados.

Otras diferencias se encuentran en referencia al régimen de acceso a los servicios de transporte de pasajeros (por ejemplo, Holanda mantiene una licencia exclusiva a favor del operador estatal tradicional) y a la estructura organizativa que presenta en la actualidad el antiguo operador estatal tradicional. Por último, en lo relativo a los costes asociados a la obtención de licencias operativas, mientras que Suecia o Gran Bretaña no repercuten coste alguno, en Alemania suponen en torno a 5.000 € por licencia. De esta idea resulta la importante conclusión teórica de que la actual apertura del mercado no depende de un modelo específico de separación o integración.

Por otro lado, también existen aspectos compartidos entre todos estos sistemas ferroviarios, como destaca que en todos estos países existe una

---

<sup>73</sup> Solamente los tres primeros sistemas ferroviarios (Suecia, Reino Unido y Alemania) iniciaron sus procesos de cambio de modelo de gestión y organización a raíz de la Directiva 91/440/EEC, que plantea una separación contable entre la gestión de la infraestructura y la explotación del servicio ferroviario obligatoria, y una separación orgánica o institucional voluntaria, permitiendo una gran flexibilidad en la forma de aplicación. La idea que subyace es que las condiciones de monopolio natural se asocian únicamente a las características propias de la infraestructura, de manera que es posible introducir competencia en la operación y mantener la infraestructura como un monopolio natural de propiedad pública o regulado. Se abre así la posibilidad de acceso a la infraestructura de operadores diferentes de los que tradicionalmente eran usuarios únicos, lo que implica un papel de “árbitro” para el gestor de la infraestructura al asignar surcos o derechos temporales de utilización de la vía (dominio público ferroviario) para la circulación de los trenes.

autoridad reguladora independiente que cuenta con la experiencia y los más amplios poderes y competencias en el ámbito de la vigilancia del funcionamiento del mercado y de la imposición de sanciones y medidas coercitivas ante las reclamaciones presentadas por los agentes del sistema.

En lo que respecta al sistema alemán se critica la falta de independencia del administrador de la infraestructura DB Netze respecto al operador del grupo DB. Así Slack y Vogt (2007) señalan que el dominio de Deutsche Bahn tanto en la administración de infraestructura como en su operación se mantendrá en el futuro a pesar de las medidas legislativas que sean adoptadas. Por otro lado un estudio acerca de las diferentes posibilidades de apertura del mercado ferroviario de pasajeros en el futuro (Comisión Europea, 2010) señalaba como el transporte regional en Alemania sometido a obligación de servicio público había supuesto un incremento de costes financieros para los gobiernos locales en forma de subsidios.

En el último índice de liberalización de 2011, España<sup>74</sup> presenta unos valores de 701 en el LEX Índice y 554 para el ACCESS Índice, lo que resulta un total de 583 en el general LIB Índice. Este grado de liberalización supone la segunda menor puntuación de entre todos los sistemas ferroviarios estudiados, solamente por delante de Irlanda y uno de los pocos sistemas junto con Letonia y Lituania que empeoran su índice de liberalización respecto al calculado en 2007. Además supone caer a la categoría de países que están implementando las medidas liberalizadoras contenidas en la normativa europea con retraso respecto al calendario previsto.

Uno de los factores que más ha penalizado a España se encuentra en que no existan hasta la fecha operadores externos que presten servicios de transporte de pasajeros al margen del operador estatal tradicional Renfe. Respecto a la competencia que presenta el sistema frente a las condiciones de acceso al mercado formales y de facto cabe destacar como España asciende al lugar 18 con 0,57, lo que permite extraer que buena parte del problema de la

---

<sup>74</sup> En el cálculo del índice de liberalización ferroviaria anterior (2007), España presentaba un LIB Index de 630 con subíndices LEX Índice de 711 y ACCESS Índice de 610. Figuraba en el puesto 23 dentro de la categoría de los países que estaban liberalizando su mercado ferroviario conforme a los plazos contemplados en la normativa comunitaria.

introducción de competencia se encuentra en las barreras de entrada al sistema y, dentro de éstas, destacan principalmente las de tipo práctico.

A continuación se muestra el detalle desagregado de las puntuaciones de España en cada uno de los índices y subíndices calculados:

Cuadro 44. Detalle de la puntuación de España para LEX, ACCESS y COM (2011)

Índice	Área Temática	Determinantes de cada Área Temática	Puntuación	Máx
LIB Index Subíndice LEX	Estructura Organizativa del Incumbente, 25%.	Situación de independencia del incumbente respecto del Estado	0,50	0,5
		Grado de separación red - operación	8	8
		Grado de separación mercancías - pasajeros	0,9	1,5
	Regulación del acceso al mercado, 45%.	Régimen de acceso al mercado para operadores extranjeros	2,80	4
		Régimen de acceso al mercado para operadores nacionales	1,84	4
		Control legal del acceso a las infraestructuras necesarias para operar	1	2
	Poderes de la autoridad reguladora, 30%.	Aspectos generales de la autoridad reguladora	1,74	3
		Ámbito de la regulación	3	3
		Poderes de la autoridad reguladora	2,32	6
	<b>Valor total del subíndice LEX</b>			<b>22,1</b>
LIB Index Subíndice ACCESS	Barreras Informativas, 5%	Duración del proceso de obtención de la información necesaria del mercado	3	4
		Calidad de la información no personal facilitada	2,95	3
		Calidad de la información personal facilitada	1,95	3
	Barreras Administrativas, 20%	Licencia operativa	2,14	3,5
		Certificado de seguridad	0,48	2,5
		Homologación del material rodante	1,66	4
	Barreras Operativas, 45%	Condiciones de acceso a la red	1,66	2,5
		Sistema de cánones de infraestructura	3,58	5
		Otros servicios de infraestructura	1,87	2,5
	Cuota de mercado accesible, 25%	Método de concesión de contratos de transporte	0,2	2
		Cumplimiento de las previsiones normativas comunitarias sobre transparencia	0,1	1
		Porcentaje de mercado accesible para operadores externos	3,85	7
	Servicios de venta en el transporte de pasajeros, 5%	Alquiler de espacio para la venta de tickets	0,5	5
		Acceso a servicios de venta	0,5	5



	<b>Valor total del subíndice ACCESS</b>		<b>24,44</b>	<b>50</b>
<b>COM Index</b>	Variaciones en la cuota modal, 20%	Variación en la cuota modal para el transporte ferroviario de mercancías	0,4	4
		Variación en la cuota modal para el transporte ferroviario de pasajeros	1,2	4
		Cuota modal del transporte ferroviario de mercancías	0,2	1
		Cuota modal del transporte ferroviario de pasajeros	0,3	1
	Número de operadores externos, 20%	Operadores externos certificados en relación con la longitud de la red	0,8	4
		Ratio operadores activos / operadores certificados	5	5
		Número de operadores activos prestando servicios de transporte ferroviario de forma regular	0,1	1
	Cuota de mercado de operadores externos, 60%	Cuota de mercado de operadores externos en porcentaje de pax-km y Ton-Km totales transportados	1,5	7,5
		Incremento en la cuota de mercado de los operadores externos	1,38	2,5
	<b>Valor total del índice COM</b>		<b>10,88</b>	<b>30</b>

*Fuente: Elaboración propia*

A la vista del detalle de todas las puntuaciones obtenidas por España se constata que en el subíndice LEX las debilidades están en la regulación del acceso de operadores externos nacionales y sobre todo en los poderes y aspectos generales de la autoridad reguladora, con muy escasa presencia en el mercado ferroviario nacional. Destaca sin embargo el muy buen resultado en la estructura organizativa de la empresa instalada.

Del análisis del subíndice ACCESS se deduce la existencia de notables barreras de entrada de tipo operativo al margen de los cánones de infraestructura. Destaca la consideración que se hace de la homologación del material rodante y la obtención del certificado de seguridad como una potente barrera de entrada. Igualmente la cuota de mercado accesible tanto por el régimen de concesión de contratos como por su transparencia se ve fuertemente penalizada. La explicación debe encontrarse en la falta de experiencia del sistema español en la concesión de contratos de transporte ferroviarios.

Por otra parte, a pesar de su baja ponderación, nuestro sistema se ve penalizado por no contar con las condiciones necesarias para permitir la venta

de billetes para transporte de pasajeros por parte de los operadores entrantes. Solamente en lo que respecta a este subíndice cabe señalar en el lado positivo los buenos resultados en cuanto a la inexistencia de barreras de tipo informativo, si bien su baja ponderación en el subíndice le resta relevancia.

El valor obtenido en el COM Index muestra la realidad del sistema ferroviario español: unas cuotas modales bajas (extremadamente bajas en el caso del transporte de mercancías) y unas cuotas de mercado de los operadores externos bajas (nula en el caso del transporte de pasajeros). Solamente la ratio de operadores externos activos respecto al total de operadores certificados es elevada. Globalmente el sistema ferroviario español obtiene sólo 10,88 puntos sobre un máximo de 30 para este índice.

Desde la apertura formal del sector ferroviario a la competencia en 2007 en todos los sistemas excepto Finlandia, Irlanda y Lituania han surgido nuevos operadores ferroviarios. En el caso del transporte de pasajeros la cuota de mercado de los nuevos operadores alcanza el 13% en toda la UE, teniendo en cuenta particularidades como el caso de Polonia donde los operadores no históricos son operadores regionales a los que se han adjudicado directamente los contratos de servicio público. Por otro lado no existen hasta el momento operadores nuevos en servicios de pasajeros en sistemas importantes como Francia, España y Bélgica.

En este segmento de pasajeros debe destacarse que a pesar de no existir obligación formal, cerca del 40% del mercado de transporte ferroviario nacional de viajeros en la UE es accesible a nuevos operadores. Sólo Suecia y Reino Unido han abierto totalmente a la competencia el mercado de los servicios comerciales y de los servicios en régimen de obligación de servicio público. Mayoritariamente se han abierto en los sistemas de Alemania y Rumanía. Hay 19 licencias en el Reino Unido, en Alemania hay al menos 31 empresas ferroviarias explotando uno o varios contratos de servicio público de un total de 417. En el caso del Reino Unido, las franquicias son contratos de servicio público. Estonia, Letonia, Lituania y Eslovaquia han liberalizado sus mercados ferroviarios de forma que los servicios comerciales con acceso abierto coexisten con los servicios adjudicados directamente en régimen de obligación de servicio público.

En relación con el transporte ferroviario de mercancías, destaca que los veintisiete países considerados en el estudio han aprobado los mecanismos legales adecuados para que las compañías ferroviarias tanto nacionales como extranjeras operadoras de transporte de mercancías tengan legalmente garantizado el derecho de acceso a la red. A pesar de ello los sistemas ferroviarios de Finlandia, Grecia, Irlanda, Lituania o Luxemburgo siguen siendo los únicos que hasta la fecha continúan sin tener en su mercado de transporte ferroviario de mercancías operadores externos activos con una mínima entidad. En Eslovenia la introducción de operadores externos en el segmento de mercancías ha comenzado muy recientemente, con un éxito considerable. Similar situación existe en Bulgaria con un incremento muy rápido de la cuota de mercado de los operadores externos de cargas en los últimos años.

El cálculo del índice de liberalización aplicado, únicamente, sobre el transporte de mercancías por ferrocarril arroja unos resultados parecidos al cálculo realizado sobre los servicios de pasajeros y mercancías considerados conjuntamente, que sin embargo merece la pena comentar. En general, para este caso, las diferencias entre todos los países se encuentran mucho menos acentuadas, sobre todo en el caso de los países que presentan mayores índices de liberalización, en comparación con el caso de incluir el transporte de pasajeros, dado que todos los sistemas han implantado la normativa europea en mayor o menor intensidad, que hasta la fecha se ha mostrado más liberalizadora con el segmento de mercancías que con el de pasajeros.

Para el transporte de mercancías, Suecia se sitúa en primer lugar, con un índice de 896, Holanda en segundo (884), Alemania en cuarto (875) y Gran Bretaña en sexto (862). España presenta un valor del índice de 770 y asciende hasta el puesto 21 respecto al 26 de los servicios conjuntos, lo que denota una lógica mayor apertura a la competencia en el caso de las mercancías, que si se considera todo el sector ferroviario en su conjunto. Francia, con una cuota modal de transporte ferroviario de mercancías del 16% se sitúa en el lugar 20 (con un índice de 772), sólo un puesto por encima de España, que sin embargo, presenta una cuota de transporte ferroviario de mercancías mucho menor 4,1%.

En un sentido parecido en relación con las diferencias entre cuotas modales de transporte ferroviario de mercancías y cuantificación del grado de liberalización, pero en un grado mucho más acusado, destacan los casos de Letonia, Estonia y Lituania. Letonia es el país de entre todos los incluidos en el estudio que presenta la mayor cuota modal de transporte ferroviario de mercancías, con un 61,3% y sin embargo su índice de liberalización se queda tan sólo en 747 puntos, ocupando la posición 23. En una situación similar se encuentran Estonia con 781 puntos en el puesto 18, presentando una cuota modal ferroviaria cercana al 50% y Lituania que con una cuota modal del 41,9% sólo alcanza un valor en el índice de liberalización ferroviaria de 703, situándose en el puesto 25. Estos datos muestran al menos, que el grado de liberalización del sector no es la única variable que influye para lograr ganancias relativas en la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías frente a la carretera.

El transporte ferroviario de mercancías ha crecido un 5% en Tn-Km desde 1995, mientras que el global de transporte de mercancías de todos los demás modos se ha incrementado un 22%. Desde 2007, año de la liberalización formal del transporte ferroviario de mercancías a nivel de la UE el tráfico se ha incrementado en Dinamarca (79%), Austria (15%), Reino Unido (14%) y en menor medida en Rumanía y Letonia.

La cuota modal del transporte ferroviario de mercancías se ha incrementado en los últimos años antes de la crisis económica (entre 2001 y 2008) en los sistemas de Austria, Gran Bretaña, Bélgica, Alemania, Dinamarca, Grecia, Finlandia, Italia y Holanda. En el resto de países, la cuota ferroviaria modal respecto del total de mercancías transportadas ha descendido. El sistema que presenta una cuota modal ferroviaria superior para el transporte de mercancías en 2008, es Letonia (61,3%), seguida por Estonia (44,7%), Lituania (41,9%) y Suiza (38,9%). Los niveles de cuota modal más bajos se encuentran en los sistemas ferroviarios de Irlanda (menos del 1%), Luxemburgo (2,5%), Grecia (2,7%), España (4,1%) y Holanda (5,4%). En un término medio se situarían Rumania (20,5%), Bulgaria (19%) y Eslovenia (17,8%). La media para los sistemas ferroviarios estudiados en 2008 era del 17,9%.

El mercado ferroviario de cargas sigue dominado por las filiales o divisiones para el transporte de mercancías pertenecientes al operador estatal preestablecido y por algunos operadores externos que operan activamente en más de un sistema ferroviario. Los operadores ferroviarios externos prestan servicio predominantemente en nichos de mercado rentables que gracias a su menor tamaño pueden servir con mayor flexibilidad y atención que las grandes divisiones de mercancías del operador estatal tradicional. Por otro lado existen sistemas donde la filial o división de mercancías del operador estatal preestablecido simplemente ha desaparecido del segmento de mercancías, como el caso de Gran Bretaña, o ha sido vendida y opera como una sociedad distinta, es el caso de Dinamarca, Holanda y Hungría.

Los sistemas ferroviarios que presentan una mayor cuota de mercado por parte de sus operadores de mercancías externos no provenientes de antiguas divisiones o filiales de operadores estatales tradicionales son Estonia (56,6%), Suecia (45%), Rumanía (41%), Polonia (30%) y Bulgaria (29%). Estas elevadas cuotas pueden ser vistas como el resultado positivo que han logrado las políticas de liberalización en estos sistemas ferroviarios.

Sin embargo, en una valoración del proceso de liberalización en Rumania debe subrayarse el hecho de que a pesar de haber conseguido introducir una competencia muy elevada en el transporte ferroviario de mercancías (la cuota de mercado de los operadores entrantes pasó del 15% en 2006 al 41% en 2009) su cuota modal sigue en un declive importante (del 43,1% en 2001 ha caído al 20,5% en 2008).

Aun siendo el caso paradigmático, no es éste el único sistema donde esta circunstancia sucede y pone de manifiesto que la introducción de más competencia no es condición suficiente para lograr una cuota modal ferroviaria mayor. Así, Bulgaria ha pasado de una cuota de operadores entrantes en 2006 del 3% a un 29% en 2009, mientras que la cuota modal ferroviaria ha pasado del 36,7% en 2001 al 20,5% en 2008. En Chequia la cuota de mercado de los operadores entrantes ha pasado del 11,1% de 2006 al 18% de 2009 y paralelamente la cuota modal ha descendido del 30,1% de 2001 al 23,3% de 2008. Finalmente en Polonia la cuota de mercado de los operadores entrantes

aumentó desde el 18% en 2006 al 30% en 2009 cuando la cuota modal ha decrecido desde el 40% en 2001 hasta el 24% en 2008.

Esta circunstancia se puede explicar por un doble proceso: por un lado, un debilitamiento de los operadores tradicionales en forma de menores subvenciones como forma de financiación lo que provoca menor cuota de mercado y una mayor presencia de los operadores entrantes; y por otro lado, una situación más ventajosa para el competidor modal carretera, debido a mejoras en las infraestructuras viarias y mayor accesibilidad a vehículos de transporte por carretera.

Respecto a la tarificación de la infraestructura para operar transportes ferroviarios de mercancías, España, Suecia y Grecia presentan los esquemas más favorables para el operador externo dado que en el caso de un tren de mercancías estándar suponen menos de un euro por kilómetro. En Noruega sólo existen cánones para transportes ferroviarios realizados por trenes con una carga por eje permitida superior a 25 Tn, dado que el desgaste de la infraestructura en ese caso es más que proporcional. Los cánones más elevados por utilización de la infraestructura ferroviaria se encuentran por este orden en Eslovaquia, Irlanda y Letonia, donde el coste para un tren estándar de mercancías supera los nueve euros kilómetro. En la parte alta también se encuentra Dinamarca con un coste de 5,44 euros kilómetro por tren de mercancías estándar.

Debe destacarse que los sistemas en los que existe separación vertical de las actividades de operación y administración de la red ferroviaria imponen unos cánones de infraestructura más bajos. El canon medio de los sistemas completamente separados es de 3,24 €/tren-km (un 17,3% inferior a la media de todos los sistemas). La excepción principal se encuentra en el sistema de Eslovenia que, a pesar de seguir el modelo integrado, impone cánones de acceso a la infraestructura relativamente bajos (1,12 €/tren-km). La explicación puede encontrarse en el mayor incentivo que a priori presentan los administradores de infraestructura independientes para generar condiciones favorables a la introducción de nuevos operadores en su sistema, y sin duda el canon de acceso a la infraestructura es su principal instrumento para ello, independientemente de que lo logren.

Desde 2005 los precios del transporte ferroviario han venido aumentando más de un 50% en la mayor parte de Europa del sur y central-oriental (Letonia, Hungría, Lituania, Estonia, Rumanía, Grecia). En el Reino Unido e Italia, los precios han subido más de un 40% en términos nominales, mientras que en Suecia las tarifas de tren han aumentado solamente un 3,7% en términos nominales, el menor incremento de los sistemas ferroviarios europeos. No obstante estas tarifas ferroviarias han aumentado por término medio menos que las de otros modos de transporte y que el precio del combustible. Esta circunstancia ha sido especialmente acusada en Suecia y Reino Unido, mientras que en Europa del sur y central-oriental los importantes incrementos en el precio de los billetes ferroviarios han superado los aumentos de precios en los demás modos.

En relación con la separación horizontal de los servicios de pasajeros y mercancías, sólo existe una separación meramente contable en España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda e Italia. Mientras que en Portugal en 2009 y en Bélgica en 2011 han sido creadas sociedades independientes de transporte de mercancías que suponen la separación de servicios de transporte por su objeto.

Es interesante estudiar individualmente el indicador de déficit de transposición<sup>75</sup> que indica el porcentaje de directivas no incorporadas al Derecho interno por un Estado miembro mediante medidas nacionales debidamente comunicadas a la Comisión, en relación con el número total de directivas que deberían haberse incorporado en la fecha final del plazo. El déficit de transposición de las directivas relacionadas con el transporte ferroviario es significativamente superior al déficit general relativo al mercado interior. Este indicador fue inicialmente del 56% en 2003 y ha descendido hasta el 2% en 2012 frente al 0,6% que presentan las directivas del mercado interior. La diferencia entre los retrasos en el sector ferroviario y el resto es importante para los sistemas de Holanda, Luxemburgo, Alemania y Reino Unido. Por el contrario, cinco sistemas obtienen mejores resultados con las directivas

---

<sup>75</sup> Single Market Scoreboard: [http://ec.europa.eu/internal\\_market/scoreboard/](http://ec.europa.eu/internal_market/scoreboard/)

ferroviarias que con las relativas al mercado interior: Bulgaria, Rumania, Finlandia, Eslovaquia y Estonia.

Los niveles de transposición dentro del plazo son bajos, desde 2000 solamente el 32% de las directivas ferroviarias han sido incorporadas dentro del plazo. Rumania es el Estado que presenta un mayor porcentaje de incorporaciones dentro del plazo (60%), seguida por Eslovaquia (55%), mientras que Austria y Portugal no han incorporado una sola directiva dentro del plazo desde 2000.

Polonia, Alemania y Francia son los Estados contra los que se han iniciado más infracciones por razones de transposición tardía o incorrecta. Mientras que Bulgaria y Luxemburgo han sido contra los que menos. Adicionalmente, Francia e Italia son los sistemas con mayor grado de incumplimiento de las medidas de transposición o por aplicación incorrecta de las directivas ferroviarias. Las infracciones más frecuentes del Derecho Comunitario por las que la Comisión ha iniciado los correspondientes procedimientos sancionadores son: insuficiente independencia de los administradores de la infraestructura respecto al operador instalado, falta de competencias e independencia del organismo regulador.

#### **IV.1.3.- ANÁLISIS DEL GRADO DE LIBERALIZACIÓN POR TIPO DE MODELO**

El motivo del presente apartado es el estudio descriptivo por grupos, según el modelo de organización ferroviario vigente en función de la clasificación anteriormente establecida en el *capítulo I*, y que aquí se reproduce únicamente para los veintisiete sistemas ferroviarios europeos objeto de evaluación empírica<sup>76</sup>. Para un análisis pormenorizado e individualizado de cada uno de los sistemas ferroviarios europeos y de otros sistemas en el mundo se puede consultar el Apéndice Documental 3 que se incluye al final de la tesis.

---

<sup>76</sup> Malta y Chipre no han sido incluidas en el análisis dado que no disponen de infraestructura ferroviaria.



Cuadro 45: Clasificación modelos de organización del sector ferroviario en Europa

Nivel de separación	Nivel de competencia efectiva	
	<i>Nulo o escaso</i>	<i>Libre competencia efectiva</i>
Integración vertical pública	Lituania, Luxemburgo, Irlanda, Croacia	Alemania, Austria, Italia, Polonia, Suiza, Bélgica, Letonia, Eslovenia, Hungría
Integración vertical privada	—	Estonia,
Separación infraestructura en gestor público	Francia, España, Portugal, Grecia, Finlandia, Eslovaquia	Suecia, Holanda, Dinamarca, Chequia, Noruega, Rumanía Bulgaria
Separación en gestor privado	—	Reino Unido

*Fuente: Elaboración propia*

El grupo de sistemas ferroviarios con integración pública y competencia escasa conforman el conjunto de países que a priori menos han avanzado en las reformas estructurales orientadas a la liberalización y más han protegido la empresa que operaba su antiguo monopolio (el incumbente) frente a todo tipo de competencia en el modo ferroviario. Sin embargo, este grupo formado solamente por tres sistemas (Irlanda, Lituania y Luxemburgo) es el que ha experimentado un mayor avance en el índice de liberalización entre 2002 y 2011.

Este ascenso viene motivado en primer lugar por el muy bajo punto de partida en que se sitúa el grupo en 2002 y por otro lado por los cambios experimentados en los sistemas que componen el grupo. Así, Irlanda en 2004 dentro del modelo de integración vertical pública transformó la empresa única que mantenía todas las actividades del sector ferroviario a un esquema de holding en el que *Iarnród Éireann* (IÉ) aparte de operar servicios de transporte de pasajeros y mercancías (contablemente separados) gestiona su propia infraestructura. Lituania permitió con una ley de 2001 la separación de la operación y gestión de la infraestructura por medio de divisiones dentro de la compañía estatal *Lietuvos Geležinkeliai* (LG), opción que ejecutó en 2006. Luxemburgo introdujo la separación contable para las actividades de transporte y mercancías en 2006, si bien mantiene este mismo tipo de separación en las divisiones de infraestructuras y operaciones integradas verticalmente en la sociedad estatal *Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois* (CFL).

La competencia en cualquier caso se mantiene muy escasa o nula en estos sistemas ferroviarios. En Irlanda sólo los servicios de mercancías (con una cuota modal testimonial del 0,8%) están abiertos a la competencia, mientras que los de transporte nacional de pasajeros se mantienen reservados por ley al operador estatal IÉ. En Lituania si bien por ley la red está abierta a los operadores privados de servicios de mercancías y pasajeros que no constituyan obligaciones de servicio público (que son concedidos directamente al operador estatal tradicional LG), en la práctica sin embargo, LG sigue siendo el único operador dominante y el sector privado no participa en los servicios periféricos de la red.

En Luxemburgo, si bien todos los operadores externos tienen acceso a la libre prestación de servicios de transporte ferroviario de mercancías, en la actualidad sigue sin haber operadores externos activos en el mercado ferroviario luxemburgues, lo que supone que la posición de monopolio del operador histórico CFL no ha variado. En relación con la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías cabe destacar que en este grupo confluyen uno de los sistemas con mayor cuota (Lituania, tercero con 41,9%) junto con los dos que menor cuota presentan (Irlanda menos del 1% y Luxemburgo 2,5%).

Finalmente señalar que Croacia último país en adherirse a la UE en 2013, también se incorporaría a este grupo de sistemas ferroviarios, si bien por falta de información acerca de su índice de liberalización no se ha tenido en cuenta para el cálculo de datos.

Los sistemas ferroviarios con integración pública y competencia efectiva conforman el grupo de sistemas ferroviarios más numeroso con nueve integrantes. Entre ellos se encuentran sistemas tan importantes como Alemania, Italia o Suiza. Su evolución en el índice de liberalización ha sido moderada dado que ya partían desde un nivel de más de 500 puntos en el año 2002. Siempre ha existido debate acerca de si el modelo de integración vertical en un holding con filiales diferenciadas para las actividades de gestión y operación de la red daba cumplimiento a las primeras Directivas europeas, que apuntaban a una separación de dichas actividades.

Este debate ha quedado en cierta medida soslayado con la postura flexible adoptada por la Comisión en la tramitación del borrador del Cuarto Paquete Ferroviario respecto al modelo integrado sobre la premisa de unos gestores independientes de cualquier operador. Lo cierto es que este modelo, que podemos denominar continental, está mucho más extendido por el resto del mundo que el modelo de separación estricta o anglosajón. Como ventaja del modelo de holding se obtiene la optimización de las eventuales economías de escala que pudieran existir entre las actividades de operación y gestión de la red, si bien a priori parece menos favorecedor para lograr un trato no discriminatorio a los competidores entrantes.

En Alemania este modelo de holding comenzó a funcionar muy pronto, desde que en 1994 *Deutsche Bahn* (DB) se constituyó como una sociedad mercantil con todo su capital en poder del Estado, con filiales para los servicios de infraestructura (DB Netze), mercancías (DB Schenker Rail) y pasajeros (DB Bahn). Se concedió asimismo un acceso totalmente abierto para las nuevas empresas ferroviarias, pero con unos cánones relativamente elevados.

El resto de sistemas ferroviarios que conforman este grupo tardaron más en configurar su organización como un holding. Así, en Austria hasta 2004 no se llevó a cabo la transformación en el holding *Österreichische Bundesbahnen* (ÖBB). En Bélgica la estructura de empresa única e indivisible se mantuvo hasta 2005 cuando se creó el holding *Societe Nationale des Chemins de Fer Belges* (SNCF). En Italia hasta 2002 no se terminó de articular la estructura holding del grupo *Ferrovie dello Stato* (FS). Esta transformación “tardía” se repite para los casos de Eslovenia, Hungría, Polonia y Letonia, en el caso de este último país no llegó hasta 2007. Por su parte Suiza, que cuenta con un sector ferroviario integrado en dos grupos estatales, siendo el principal *Schweizerische Bundesbahnen* (SBB), sigue manteniendo SBB como sociedad integrada desde la primera reforma ferroviaria suiza acometida en 1999.

En lo relativo al nivel de competencia efectiva, en Alemania el transporte de mercancías está abierto a la competencia de los operadores nacionales y extranjeros, mientras que el de pasajeros solamente a los operadores nacionales. Esta apertura ha generado que Alemania se sitúe así como el país con mayor número de licencias ferroviarias para operar en el ferrocarril, con

casi 250 licencias operativas. Esta circunstancia se ha traducido en que en 2010 alrededor de una cuarta parte del transporte de mercancías por ferrocarril fuera realizado por operadores distintos de DB, mientras que la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías se ha incrementado hasta un 22,2%. En el segmento de pasajeros los competidores de DB alcanzan una cuota del 12% en los servicios regionales y la cuota modal se mantiene en el 8%.

Por su parte el sistema ferroviario en Austria está abierto a la competencia en los segmentos de transporte de mercancías y de pasajeros con carácter comercial. Actualmente unos 18 operadores externos operan de forma activa en la red de ÖBB y estos operadores alcanzan una cuota del 17% en el segmento de mercancías. En este segmento la cuota modal es del 37,4%, una de las cuotas del ferrocarril más altas entre los sistemas analizados. En los servicios de pasajeros la cuota modal del tren se mantiene en torno al 10%.

En Bélgica existe apertura a la competencia en lo que a transporte de mercancías se refiere, alcanzando la cuota de mercado de los operadores externos el 10%. Actualmente existen 7 empresas que cuentan con licencia de operador ferroviario. En cambio los servicios de transporte de pasajeros, ya sean comerciales o bajo obligaciones de servicio público están monopolizados por SNCB. La cuota modal del transporte ferroviario de mercancías se sitúa en el 12,8% y en el caso de pasajeros alcanza el 7,2%.

En Italia, tanto operadores externos nacionales como extranjeros tienen acceso a la operación en competencia del mercado ferroviario de mercancías y existe apertura del mercado de pasajeros a los operadores externos nacionales. Actualmente existen cerca de 30 empresas con licencia ferroviaria, alcanzando los operadores externos una cuota de mercado en el transporte ferroviario de mercancías del 20%, siendo la cuota modal del transporte de mercancías del 11,7% y para el segmento de pasajeros del 5,5%.

Mención especial merece el caso de Letonia, dado que su cuota modal de transporte ferroviario de mercancías alcanza un 61,3% a pesar de haber descendido durante los últimos años, la más alta de cuantos sistemas se analizan. Por su parte, Eslovenia es el sistema del grupo que cuenta con menor competencia, lo cual se debe en parte al grado de apertura formal y no tanto

efectiva (es uno de los pocos sistemas en los que el subíndice LEX toma un valor menor que el subíndice ACCESS), y sin embargo dada su situación es adecuada su inclusión en este grupo.

En el sistema ferroviario suizo, existe libre acceso al mercado ferroviario de mercancías, lo cual ha permitido la entrada de operadores en competencia. Sin embargo, las empresas ferroviarias extranjeras tienen un acceso restringido al mercado de viajeros. Suiza constituye, al igual que Letonia y Austria, un caso excepcional en lo referente a reparto modal, casi un 40% del total de mercancías son transportadas por ferrocarril. Al margen de los operadores estatales preexistentes, 21 operadores ferroviarios externos han alcanzado en el segmento de mercancías una cuota de mercado aproximada del 32%. En el caso del transporte de pasajeros la cuota modal ferroviaria alcanza un 16%.

Por último indicar que un aspecto presente en prácticamente todos los sistemas que conforman este grupo (a excepción de Letonia) es la utilización de sistema de cánones de acceso a la infraestructura relativamente bajos en comparación con el resto de grupos. Esta característica va acompañada de unos costes asociados a la tramitación de licencias operativas y certificados de seguridad también comparativamente bajos, lo que implica que los sistemas integrados verticalmente con competencia efectiva no acuden al coste de entrada y operación como una barrera de entrada frente a los competidores entrantes.

Esto se traduce en un número de operadores entrantes elevado y una cuotas de mercado para el transporte de mercancías alcanzada por los operadores externos y de tipo modal de las más altas de los grupos considerados (la cuota de mercado más baja dentro del grupo en relación con los operadores externos es la de Eslovenia alcanzando un 7% y la modal más reducida la presenta Italia). No en vano en este grupo se encuadran tres de los sistemas con mayor cuota modal en el segmento de mercancías: Letonia, Suiza y Austria. Un aspecto destacado en orden a estimular el trasvase modal hacia el ferrocarril es la política adoptada tanto en Alemania como en Suiza de imponer tasas sobre el transporte de mercancías por carretera.

El modelo de organización y gestión consistente en una integración privada y competencia efectiva solamente ha sido experimentado por Estonia durante el plazo de tiempo que va desde agosto de 2001 hasta enero de 2013 por virtud de la privatización parcial que se ejecutó para la sociedad *Eesti Raudtee* (EVR). En concreto EVR fue objeto de venta el 31 de agosto de 2001 a Baltic Rail Services (BRS) que adquirió un 66% de la compañía. El otro 34% se mantuvo bajo propiedad estatal. Bajo la ley que dio origen a la privatización de EVR, esta compañía estaba obligada a garantizar el acceso abierto a otros operadores hasta un 20% de la capacidad de su infraestructura. Este cambio inédito en los sistemas ferroviarios europeos, en la línea de una mayor liberalización teórica, tiene su reflejo en el prominente incremento de su índice de liberalización que pasó de un valor inferior a 300 en 2004 a más de 700 en el valor del índice calculado en 2007.

Sin embargo, ese mismo año 2007 el Estado estonio pagó 200 millones de dólares por recomprar el 66% de las acciones del operador ferroviario nacional EVR que habían sido vendidas a BRS, por lo que EVR pasó de nuevo a ser una compañía estatal en su totalidad. De esta forma Estonia dio marcha atrás a su concepto de privatización, que era único en Europa, consistente en vender partes de la infraestructura y de los servicios de transporte a inversores extranjeros. Una de las razones de esa renacionalización fue el temor a que inversores extranjeros pudieran conseguir el control de la mayor parte de la red ferroviaria estonia mediante la adquisición de las acciones en manos de BRS. Además las inversiones prometidas por BRS en infraestructuras no fueron ejecutadas en toda su extensión.

El 14 de enero de 2009 se crearon las filiales AS EVR Infra (con funciones de administrador sobre la infraestructura de opera) y AS EVR Cargo (cuyo objeto es la operación de transportes de mercancías). Desde entonces ambas filiales funcionan bajo el holding AS Eesti Raudtee. Actualmente, a diferencia de lo que sucede en la mayoría de sistemas europeos, la autoridad administradora de la red ferroviaria estonia, no cuenta con la titularidad de la infraestructura ferroviaria, sino que son los propios operadores los titulares de la misma.

El sistema de tarificación estonio está basado en los costes incurridos actualizados junto con un margen de beneficio justificado. Los cánones por utilización deben cubrir completamente los costes del administrador de la infraestructura, lo que implica que los cánones son objeto de un ajuste mensual sobre las estimaciones de utilización probable de la infraestructura. Esta práctica da como resultado un nivel de cánones sensiblemente por encima de la media.

Todos los servicios de transporte en la red ferroviaria están abiertos a la competencia, salvo los transportes de pasajeros que quedan en el ámbito de contratos de servicio público. Existen cerca de 20 operadores con licencia. La cuota modal del transporte ferroviario de mercancías se sitúa en el 44,7% a pesar de haber descendido en los últimos años. Un 56,6% de los servicios de mercancías son operados por compañías ferroviarias entrantes diferentes del operador histórico establecido. La cuota modal ferroviaria de pasajeros se mantiene en torno al 2%.

El modelo de separación pública y competencia escasa está presente en un grupo de 6 sistemas ferroviarios (Francia, España, Portugal, Grecia, Finlandia y Eslovaquia). En todos ellos existen dos entidades diferenciadas para las funciones de operación y gestión de la red ferroviaria. El índice de liberalización medio que presenta este grupo se duplica desde un valor de 300 en 2002 hasta más de 600 en 2011, con un incremento importante entre 2004 y 2007 por los cambios organizativos hacía la separación producidos en la mitad de los sistemas que conforman este grupo en el periodo que va entre 2002 y 2005.

Así, en Eslovaquia entre 2002 y 2004 se produce la creación de la sociedad *Železničná spoločnosť Slovensko* (ŽSSK) como responsable de los servicios de operación de transporte, manteniéndose la empresa estatal tradicional *Železnice Slovenskej Republiky*, (ŽSR) con la actividad de gestión de la infraestructura.

En España esta separación se produce entre 2003 y 2005, quedando la empresa pública tradicional RENFE encargada de la operación del transporte ferroviario y la sociedad de nueva creación ADIF como administradora de la

red. Recientemente además se ha producido un cambio pionero entre los sistemas ferroviarios europeos en relación con la sociedad administradora de la red, segregándola en dos Entidades administradoras de las infraestructuras ferroviarias de titularidad estatal para distinguir los dos tipos de red existentes actualmente en España. Por un lado Administrador de Infraestructura Ferroviaria, para la administración de la red convencional y de ancho métrico y por otro ADIF Alta Velocidad para la red de Alta Velocidad. Los efectos contables de la escisión se retrotraen al 1 de enero de 2013.

En Grecia esta separación no se produce hasta 2007-2010 periodo en que Hellenic Railways Organisation (*Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος*, OSE) se convierte en el administrador de la infraestructura y TrainOSE antigua filial de OSE se transforma en una compañía estatal independiente que opera la práctica totalidad de los servicios ferroviarios de pasajeros y mercancías.

En Finlandia en cambio esta separación institucional se produce de manera muy temprana acorde con la evolución del resto de los sistemas ferroviarios nórdicos (que se describen más adelante en los siguientes grupos). Ya en 1995 *Valtionrautatiet* se dividió en *VR-Yhtymä Oy* (Grupo VR) manteniendo las funciones de operación del transporte ferroviario de pasajeros y mercancías y en la entidad de nueva creación *Ratahallintokeskus*, con las funciones de administrador ferroviario.

En esta misma línea se sitúa Francia, que ya en 1997 creó el gestor de infraestructuras *Réseau Ferré France* (RFF) manteniendo la empresa pública *Société Nationale des Chemins de Fer Français* (SNCF) las funciones de operación de la red. No obstante en el modelo francés tanto el mantenimiento de la infraestructura como la gestión de las circulaciones de trenes son funciones que RFF encomienda a través de contratos a SNCF que es quien ejecuta estas actividades.

También en 1997 se produjo la separación vertical en Portugal en dos empresas independientes: *Rede Ferroviaria Nacional (Refer)*, ente gestor de la infraestructura ferroviaria, y *Comboios de Portugal (CP)*, operador ferroviario nacional responsable de explotar todos los servicios de transporte.



Existe una línea clara respecto a la nueva actividad que adopta la empresa pública tradicional después de la separación vertical. Salvo en el caso de Eslovaquia, en todos los demás sistemas que componen el grupo la empresa pública tradicional mantiene la actividad de operación de transporte dejando para la nueva sociedad la función de administración de la red.

En relación con la apertura formal de los mercados ferroviarios a la competencia cabe destacar cómo en Eslovaquia tanto los servicios de transporte de mercancías como los comerciales de pasajeros están abiertos a la competencia desde 2003. En España, Francia y Grecia el mercado de transporte ferroviario de mercancías está completamente liberalizado y abierto a la competencia para operadores externos nacionales y extranjeros desde 2006. En Finlandia la apertura del transporte nacional de mercancías a la competencia se produjo a principios de 2007. En Portugal la apertura a la competencia ya se había producido en 1999.

Respecto a las cuotas de mercado de los operadores entrantes y modales cabe destacar como en Eslovaquia existen 27 operadores externos, con una cuota de mercado para los servicios de mercancías que apenas alcanza el 4%. La cuota modal en el transporte de mercancías se sitúa en el 23,4% y en el caso de los servicios de pasajeros alcanza el 6,5%. En España existen 10 operadores con licencia operativa cuya cuota de mercado no llega al 6%. La cuota modal del transporte ferroviario de mercancías se encuentra en un escaso 4,1% mientras que en el segmento de pasajeros se mantiene por encima del 5%.

En Finlandia la cuota modal en el segmento de mercancías es del 26,5%, mientras que la de pasajeros alcanza el 5,4%. En Francia, a pesar de que su sistema cuenta con 16 operadores con licencia, su participación en el mercado ferroviario de mercancías sigue siendo escasa. Por otro lado, la cuota modal del segmento de mercancías se sitúa en torno al 16% y del segmento de pasajeros en el 10,1%. En Grecia no existe ningún otro operador ferroviario activo con alguna relevancia aparte del operador tradicional. Las cuotas modales de pasajeros (1,3%) y de mercancías (2,7%) se encuentran entre las más bajas de los sistemas europeos. En Portugal sólo existe algo de competencia en el segmento de pasajeros, que en ningún caso supone una

cuota superior al 9%, y las cuotas modales para transporte de mercancías (6,1%) y pasajeros (4,1%) se mantienen bajas.

En este grupo se integran dos de los sistemas ferroviarios que mantienen una tarificación de la infraestructura para servicios de transporte ferroviario de mercancías más baja como son España, con unos cánones medios entre 0,2 y 0,4 €/km, y Grecia con 0,65 €/km. Como se ha constatado anteriormente estos cánones no han logrado el objetivo de incentivar la entrada de nuevos operadores que puedan competir con los ya instalados. Por otro lado también forma parte del grupo el sistema con un mayor canon de acceso medio a la infraestructura para un tren de mercancías tipo, Eslovaquia, que impone un canon de 10,3 €/km, lo cual es uno de los motivos por los que este país queda encuadrado en este grupo.

El grupo de sistemas con separación pública y competencia efectiva se conforma como el segundo modelo más implementado y supone el otro gran grupo en el que se ha logrado promover una competencia efectiva entre los operadores. En él destaca la presencia de Suecia, Holanda, Dinamarca y Rumanía, siendo los sistemas de entre todos los europeos en los que los operadores externos han alcanzado una mayor cuota de mercado en el segmento de mercancías, y el grupo que arroja el segundo índice de liberalización más elevado para todos los años del periodo considerado (2002-2011). Además el índice promedio del grupo experimentó un crecimiento constante pero moderado desde los cerca de 650 puntos en 2002 a los más de 800 en 2011.

Al igual de cómo sucedía en el grupo de sistemas con separación pública y competencia escasa hay un subgrupo de sistemas que configuran su separación a partir del año 2002, mientras que otro subgrupo había realizado con anterioridad dicha separación.

Entre los primeros se encuentra Bulgaria, que en 2002 creó una nueva empresa estatal, *National Railway Infrastructure Company* (NRIC), a la que se convirtió en titular y administradora de la infraestructura ferroviaria del país, manteniendo la sociedad preexistente (*Blagarski Dargavni Geleznizi*, BDŽ) la operación de los ferrocarriles tanto para pasajeros como mercancías en el país.

En Chequia en 2003 se produjo la separación entre el administrador de la infraestructura (*Správa železniční dopravní cesty, SZDC*) y el operador histórico establecido (*České dráhy, ČD*). Sin embargo, de manera similar al caso de Francia la ejecución de las funciones de administrador de infraestructura se mantiene en manos del operador ČD en el marco de un contrato de agencia entre ambas entidades. En Rumanía, la antigua empresa monopolista *Societatea Națională a Căilor Ferate Romane (SNCFR)*, se dividió en tres compañías totalmente independientes: CFR Infraestructura S.A (administrador de la infraestructura ferroviaria), CFR Marfa S.A (transporte ferroviario de mercancías), y CFR Calatori S.A. (transporte de pasajeros).

Dentro del subgrupo que adoptó pronto la separación de las actividades de gestión y operación de la red se encuentran Noruega y Dinamarca. Noruega llevó a cabo en 1996 la separación institucional de las actividades de gestión y operación: *Norges Statsbaner (NSB)* se dividió en *Norwegian Railway Inspectorate*, la compañía operadora *NSB* y se creó el administrador de infraestructura noruego *Jernbaneverke*; Dinamarca procedió ya en 1997a la separación de las actividades de administración de la red, que fueron otorgadas a la agencia *Banedanmark*, respecto de las de operación que se mantienen en la estatal histórica *Danske Statsbaner (DSB)*.

En el mismo subgrupo se puede encuadrar igualmente a Holanda, cuya separación entre gestión de la infraestructura, que se encomendó a la sociedad de nueva creación ProRail, y explotación del servicio que se mantuvo en manos de la empresa estatal tradicional *Nederlandse Spoorwegen (NS)*, se produjo entre 1998 y 2003. Mención especial en este grupo merece el caso de Suecia. El modelo ferroviario sueco fue el primero de Europa en separar la gestión de la infraestructura de la explotación ferroviaria. En 1988, mediante un proyecto pionero aprobado en el Parlamento, y anticipándose a las futuras directrices de separación de actividades formuladas desde la Unión Europea, la antigua entidad ferroviaria *State Railways (SJ)* se escindió en 2 empresas públicas diferenciadas: la Administración Nacional de Infraestructura (*Banverket*), que es la titular y responsable de la gestión de las infraestructuras, y los Ferrocarriles Suecos, *Statens Järnvägars (SJ)*, que es la empresa matriz operadora del servicio ferroviario.

Todos los sistemas mantienen una apertura completa de los mercados de transporte ferroviario de mercancías y de transporte de pasajeros de tipo comercial. En concreto, en Bulgaria la cuota de mercado de los operadores externos en el segmento de cargas llega hasta el 29%, con una cuota modal para este segmento del 20,5% y para el de pasajeros del 4,1%. En Chequia existen más de 40 operadores con licencia que alcanzan un 18% de la cuota de mercado para el transporte de mercancías (por imperativo contractual quedan reservados un 15% de los tráficos a los operadores entrantes). La cuota modal en Chequia para el transporte ferroviario de mercancías alcanza el 23,3%, mientras que en el caso de pasajeros se queda en el 7,1%. Dinamarca cuenta con una cuota modal para el transporte ferroviario de pasajeros del 9,4% y de mercancías del 8,7%. Respecto a la cuota de mercado de los operadores entrantes en el segmento de pasajeros llega al 9% mientras que en el de mercancías, en la medida en que la división de mercancías del operador histórico DSB fue vendida a un operador externo, podría considerarse que supone el 100%.

En Holanda la apertura del tráfico ferroviario de mercancías a cualquier operador se produjo ya en 1998 y cuenta con más de 16 licencias concedidas. Al igual de lo que sucede con Dinamarca, en la medida en que el operador tradicional NS ha sido adquirido por un operador entrante se puede interpretar que la cuota de mercado de los operadores externos alcanza el 100%. Cabe destacar en cualquier caso que en Holanda las condiciones de acceso al mercado para los operadores externos entrantes en el servicio del transporte de mercancías son muy favorables, con cánones relativamente bajos y con una tramitación y concesión de licencias de operador gratuitas, pese a lo cual la cuota modal ferroviario para este tipo de transporte se sitúa tan sólo en un 4,9%.

En lo relativo al transporte de pasajeros destaca como Holanda ha introducido fórmulas de concurrencia competitiva para sus servicios regionales lo que ha supuesto una cuota para este mercado desviada a los operadores externos del 12%. La cuota modal ferroviaria del transporte de pasajeros en Holanda es del 9,7%. En Noruega la cuota modal ferroviaria para el transporte de pasajeros es del 5% con una competencia externa poco relevante (pese a

no imponer cánones de infraestructura en el segmento de pasajeros); mientras que para el transporte de mercancías alcanza el 15%, con una competencia muy dinámica sobre todo en el transporte de graneles.

Rumanía habilitó la existencia de competencia en el transporte ferroviario de mercancías a partir de 2002. En el breve periodo de tiempo transcurrido desde la apertura del segmento de mercancías a la competencia la proporción de tráfico desviada a los más de 20 operadores entrantes, un 41% del tráfico ferroviario de mercancías, supera a la de sistemas como Reino Unido o Alemania. La causa principal se encuentra en que el operador histórico rumano ha sido debilitado durante años debido a la exigencia de onerosos requerimientos sin compensación por parte del Estado rumano para prestar servicios de pasajeros. A pesar de esta competencia, la cuota modal del transporte de mercancías ha descendido hasta el 20,5%. En el caso del transporte de pasajeros se sitúa en el 7,6%.

Suecia permite la entrada de nuevos operadores competidores en los servicios de mercancías desde 1996, medida que se extendió en 2000 a los transportes de pasajeros. Ello unido a los muy bajos cánones de infraestructura aplicados (entre 0,03 y 0,19 €/km) ha provocado que Suecia presente la mayor cuota de mercado de los nuevos operadores de transporte ferroviario de mercancías de entre todos los sistemas ferroviarios europeos, con un 45%. Respecto a la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías, ésta alcanza el 35,3%. Para el transporte ferroviario de pasajeros la cuota modal se sitúa en un 9,3%. La parte operada por los operadores externos alcanza un 45% del transporte provisto bajo servicio público y un 10% en el caso de los servicios de transporte de pasajeros de carácter comercial.

El modelo organizativo consistente en separación privada y competencia efectiva solamente ha sido experimentado por Reino Unido durante el periodo 1996-2002 en el que su red ferroviaria estuvo privatizada, constituyendo así la única excepción europea al modelo de integración vertical o separación pública en los últimos 30 años. Constituye el grupo que presenta un mayor índice de liberalización media para todos los años del análisis (2002-2011). La evolución de su proceso liberalizador se inició ya en 1992 cuando se creó Railtrack como

único gestor de la infraestructura de red y con la concesión de franquicias a operadores privados.

Railtrack se mantuvo en principio como empresa pública, pero en mayo de 1996 se privatizó. Esta empresa se encargaba de la propiedad y gestión de la infraestructura, de la regulación del tráfico, del cobro del canon por el uso de la infraestructura, y de la confección y publicación del horario, financiándose mediante el cobro de cánones por el uso de la infraestructura, dejando así los poderes públicos de financiar la infraestructura ferroviaria. En 1993 se ejercita la separación total de los gestores de infraestructuras y las empresas ferroviarias, frente al anterior modelo de monopolio público integrado verticalmente que hasta entonces ostentaba British Rail.

Después de la privatización, se tomaron decisiones que fueron un tanto desafortunadas para el devenir del sector, y que acarrearón problemas tanto de gestión como de seguridad para los viajeros. El continuado periodo de desinversión en infraestructuras ferroviarias por parte de Railtrack culminó en los graves accidentes de Hatfield y Ladbroke Grove. Como consecuencia de estos problemas, Railtrack presentó solicitud de insolvencia y se declaró en quiebra en 2001. Los problemas financieros originados por las excesivas inversiones, que además resultaban insuficientes para las necesidades de la red británica, habían provocado la quiebra de Railtrack.

El control de la compañía pasó entonces a manos de administradores nombrados por el gobierno. En 2002, el gobierno británico sustituyó la empresa Railtrack por la nueva Network Rail, una empresa sin ánimo de lucro, cuya solvencia está garantizada por el Estado. Al comienzo de la reforma ferroviaria, el Gobierno británico esperaba crear un ferrocarril sostenible sin tener que proporcionar ninguna ayuda importante. La cuestión abierta sobre si la quiebra era inevitable por tratarse de un gestor de infraestructuras ferroviarias privado, o si fue la consecuencia de una mala gestión y regulación insuficiente no tiene aún una respuesta clara.

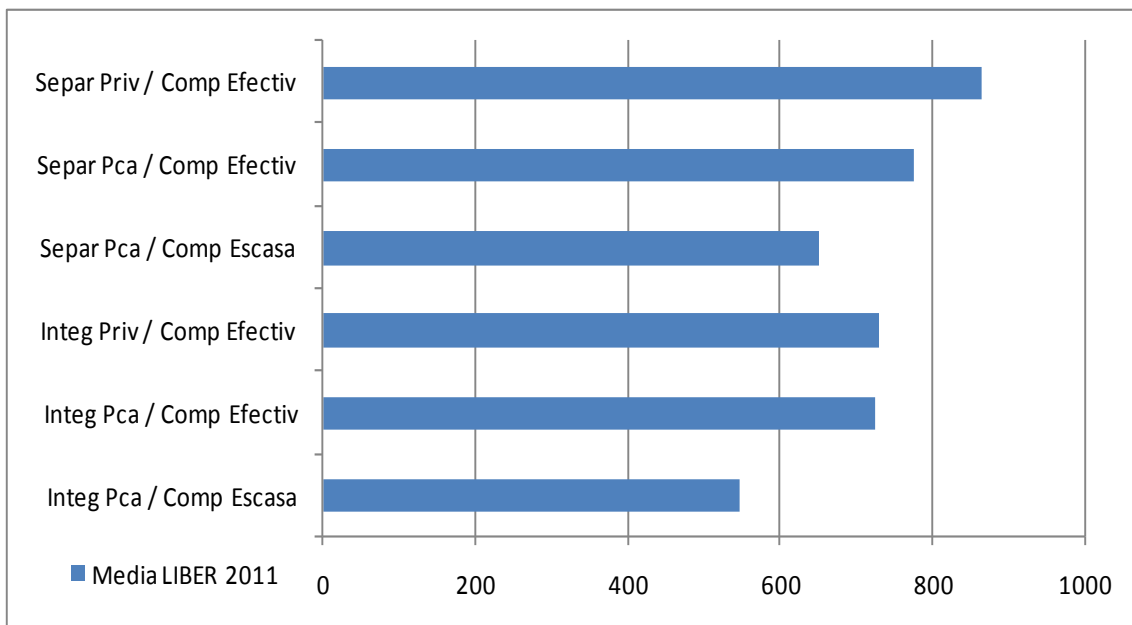
En el Reino Unido, la operación de los servicios ferroviarios ha quedado fundamentalmente en manos de compañías privadas por medio de un sistema de franquicias en viajeros y de un régimen abierto de concesiones directas en

mercancías, dado que desde la reforma de 1993 el país no ha vuelto a tener un operador estatal establecido. A pesar de que el canon de infraestructura es relativamente elevado (entre 7 y 9 €/km), existen en Reino Unido unas 57 compañías con licencia de operación.

Como resultado del proceso, Reino Unido es el país que ha obtenido el más alto grado de liberalización de su sector ferroviario de todos los Estados miembros de la Unión Europea. La cuota modal alcanzada en el transporte ferroviario de mercancías es de un 13,4% y en el de pasajeros de un 6,8%.

Al efecto de tener una visión de conjunto de los grupos de sistemas estudiados se presentan a continuación dos gráficos. En el *gráfico 29* se muestra la situación que presenta el último índice de liberalización calculado para cada uno de los grupos considerados. Resulta destacable cómo los dos grupos en los que la competencia es escasa son los que muestran valores del índice de liberalización claramente inferiores, frente a los de los cuatro grupos que sí presentan competencia efectiva, con independencia de que hayan optado por un modelo de separación o de integración. También resulta reseñable que el grupo formado por los sistemas con separación pública que presentan una competencia efectiva muestra un valor medio del índice de liberalización más elevado que los grupos formados por sistemas que han optado por integración privada o pública y que experimentan una competencia efectiva.

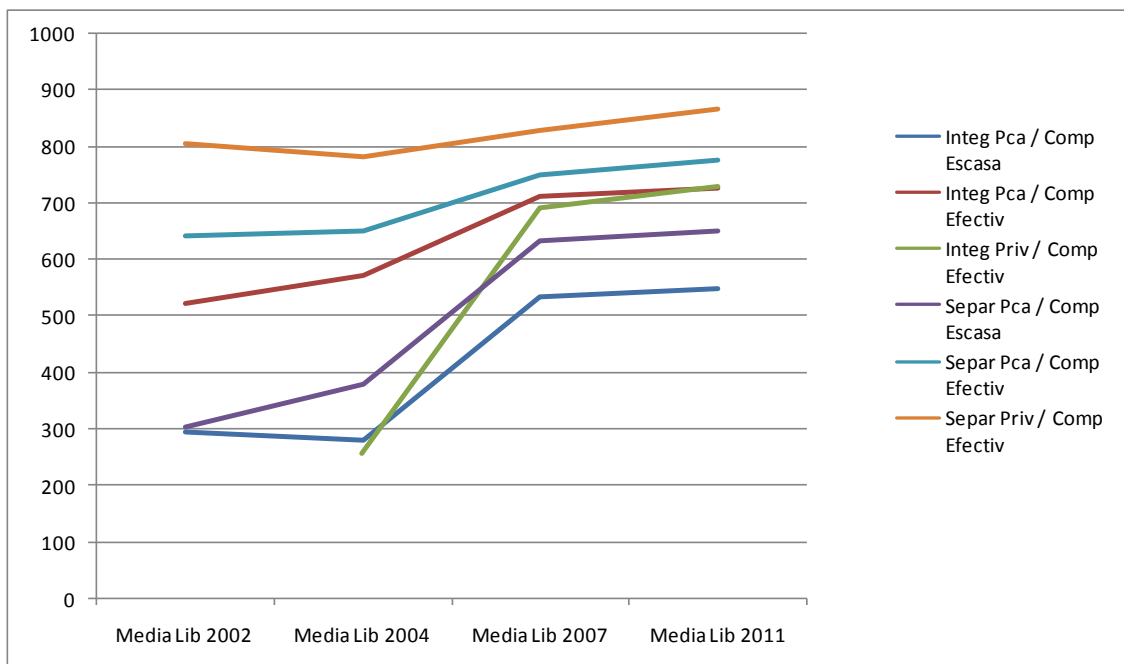
Gráfico 29: Situación del Índice de Liberalización en 2011 por modelos organizativos



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2011)

El gráfico 30 hace referencia a la evolución del índice en función de los grupos de sistemas considerados. A la vista del mismo se constata un proceso de convergencia de todos los grupos hacia un mayor grado de liberalización.

Gráfico 30: Evolución Índice de Liberalización (2002-2011) por modelos organizativos

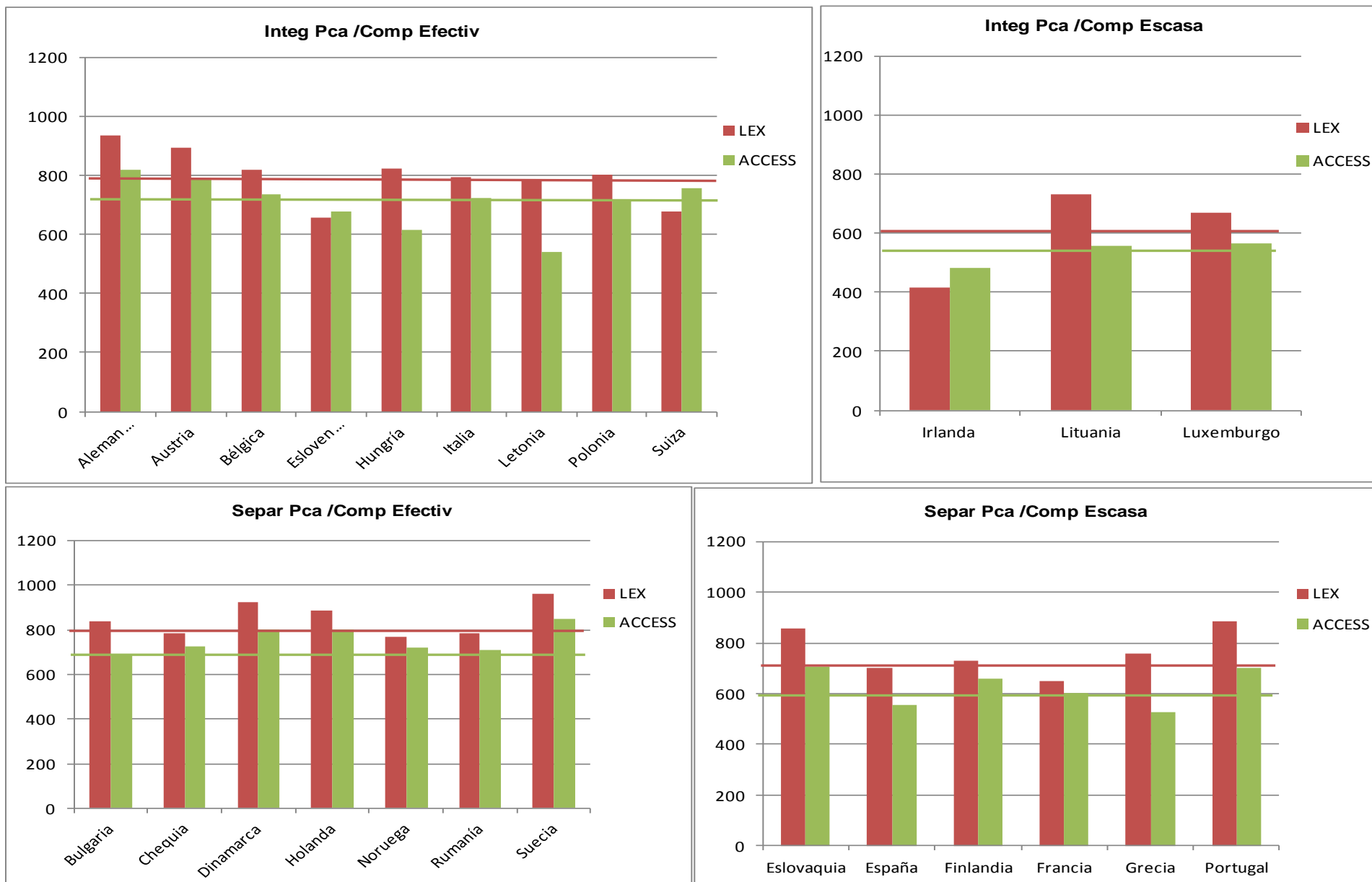


Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Kirchner (2002, 2004, 2007 y 2011)



El estudio de los subíndices LEX y ACCESS para los miembros de cada grupo permite comprobar que: (i) el subíndice LEX presenta una menor dispersión que el subíndice ACCESS, dado que la mayoría de sistemas han adaptado en diferentes grados sus legislaciones al patrón liberalizador europeo, con independencia de su puesta en práctica; (ii) las menores diferencias entre estos subíndices se producen en los sistemas integrados, dada su menor valoración en el subíndice LEX; (iii) el grupo que presenta mayores valores medios de los subíndices LEX y ACCESS es el correspondiente al modelo de separación pública y competencia efectiva (iv) los únicos sistemas para los que el subíndice ACCESS presenta valores mayores que para el subíndice LEX (Eslovenia, Suiza e Irlanda) se encuadran en los grupos de sistemas integrados.

Gráfico 31: Desagregación de subíndices LEX y ACCESS por sistemas de cada grupo



Fuente: Elaboración propia

#### IV.1.4.- ALGUNAS CONCLUSIONES

1. Después de más de una década desde la primera liberalización en la UE, en la práctica la competencia en el sector ferroviario sigue siendo limitada. La explicación debe encontrarse no solamente en la percepción del ferrocarril como una actividad no muy atractiva desde el punto de vista comercial sino, sobre todo, por las razones de limitación técnica de la competencia que impone la infraestructura sobre la que se opera, como se analizó anteriormente en el *capítulo I* para el conjunto de los sectores organizados en red. Además la incorporación de la competencia a los sistemas ferroviarios, especialmente en los casos de integración vertical, precisa de un control regulatorio más estricto para garantizar que las nuevas empresas ferroviarias no se encuentren en desventaja en aspectos tales como el reparto de trayectos, las tasas de infraestructuras o los certificados de seguridad.
2. Al margen del modelo adoptado, deben diferenciarse las actividades de gestión de la infraestructura y de operación para la prestación de servicios. La primera de ellas presenta rasgos de monopolio natural que impiden su apertura a la competencia. La segunda admite limitadamente la existencia de varios operadores en competencia, y en cualquier caso ésta debe estar regulada y controlada para evitar discriminaciones. En este sentido, en la mayoría de los países estudiados existe una empresa que domina claramente el mercado y que coincide con la heredera que detentaba el monopolio público en el antiguo modelo integrado de organización del sector.
3. El funcionamiento efectivo de la competencia en el transporte ferroviario de mercancías no está únicamente en manos de los Estados sobre los que los sistemas ferroviarios se asientan. La industria ferroviaria juega un papel fundamental en ese cambio. Así por ejemplo, a pesar de haber limitado las actuaciones relativas a la implementación de la normativa europea liberalizadora o de seguir apoyando al operador estatal tradicional, algunos sistemas ferroviarios como Polonia, Chequia, Rumania o Letonia han recibido nuevos operadores externos en sus mercados de transporte

ferroviario que han logrado notables beneficios. Sin embargo, otros sistemas que han implementado completamente la normativa liberalizadora europea, no han conseguido atraer automáticamente una competencia efectiva hacia sus mercados, como puede ser el caso de Finlandia.

4. Del análisis de las experiencias internacionales se podría extraer la consideración de que el modelo de gestión basado en distintos operadores y un único administrador puede llegar a ser fuerte y garantizar buenos resultados para el conjunto del sector. Sin embargo, también existen experiencias en el sentido opuesto que muestran cómo la separación de la infraestructura no ha venido acompañada automáticamente de mejoras sustanciales. Por lo que se puede concluir que en general la separación no es condición necesaria ni suficiente para alcanzar la competencia en el mercado del transporte ferroviario. Diferentes modelos pueden funcionar eficientemente dependiendo de las características nacionales específicas del sistema ferroviario.
5. De una forma muy general, se diferencian dos grandes tendencias internacionales en la regulación de los nuevos modelos de gestión y organización de las industrias en red entre las que se incluye el sector ferroviario. Por un lado estaría el modelo continental, ejemplificado en los sistemas ferroviarios verticalmente integrados alemán o italiano, en el que además de lograr economías de escala y explotar sinergias entre sectores busca crear grupos de dimensión suficiente para competir a nivel europeo. Y por otro el modelo anglosajón, basado en la segregación de mercados entre compañías distintas para favorecer la competencia y abaratar al consumidor los precios de los bienes y servicios propios de estos sectores (separación vertical y horizontal del sistema ferroviario de Reino Unido).
6. No es posible extrapolar una delimitación geográfica completa de la implementación de los modelos, si bien predominan los países con cierta influencia germánica (Alemania, Austria, Hungría, Polonia y Suiza) en el modelo de integración vertical y los nórdicos y mediterráneos en los sistemas con separación de las actividades en sociedades independientes.

7. Los sistemas ferroviarios que optan por un modelo de gestión separada presentan en todo caso valores del índice de liberalización superiores a los de modelos simétricos (en relación con el mismo nivel de competencia comparable) que mantienen una estructura verticalmente integrada, generalmente bajo un holding. Las mayores cuotas de mercado de operadores entrantes las presentan sistemas pertenecientes a grupos de gestión separada.
8. En todo caso la entrada de competidores mediante la liberalización del sector ha implicado además la utilización de importantes partidas presupuestarias por parte de los Estados. Unas contribuciones adecuadas por parte del Estado y un reparto más equitativo de los recursos financieros entre los diferentes modos de transporte son esenciales para conseguir que el ferrocarril consiga crecer. Ejemplos paradigmáticos de las elevadas inversiones necesarias para el funcionamiento eficiente del sistema competitivo los encontramos en los casos de los sistemas alemán, británico y suizo.
9. En los países de la Europa del Este se realizan inversiones relativamente elevadas en infraestructuras de carreteras, mientras que el porcentaje de inversión en infraestructura ferroviaria en estos países, en términos de inversión total en el transporte, está muy por debajo de la media europea (19,9% del total de las inversiones en transporte en 2008) y aún más de la media de los países de Europa Occidental (33,4% en 2008). Mientras este porcentaje ha aumentado en los países de Europa Occidental desde 1995, la tendencia en los países de Europa Central y del Este es exactamente la contraria.

A ello se ha unido un incremento generalizado del nivel de vida de los ciudadanos de los países del Este lo que ha provocado un estancamiento en el transporte de mercancías por ferrocarril y una dramática caída en el transporte de pasajeros a favor de la carretera y el vehículo privado. Así, en Rumania y Bulgaria la demanda de transporte de viajeros por ferrocarril ha caído un 30% entre 2000 y 2008 y un 16% en Polonia. Durante el mismo

periodo se produjo un fuerte incremento de la demanda de transporte por carretera.

10. Las únicas experiencias privatizadoras de administradores de la red ferroviaria, ya sean totales (Reino Unido) o parciales (Estonia), han tenido que ser revertidas en un periodo relativamente corto de tiempo dado que no han surtido los efectos deseados, sobre todo en cuanto al grado de inversión necesaria para mantener y administrar la red. Sin embargo, son estos los sistemas que tras esas experiencias muestran una mayor proporción de liberalización traducida en competencia (ratio entre los índices COM / LIB).

## **SECCIÓN IV.2.- ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LIBERALIZACIÓN Y EFICIENCIA**

### **IV.2.1.- INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este apartado es obtener evidencia empírica para el sector analizado de la relación existente entre la eficiencia técnica, medida a partir de los modelos desarrollados en el capítulo anterior (DFA, SFA y DEA) y la liberalización en su acepción más amplia, incluyendo variables como (des)regulación, barreras de acceso al mercado a nuevos operadores, y competencia efectiva. Todas ellas son las variables que permiten su cuantificación separada partir de los datos del índice cuantitativo de la liberalización ferroviaria.

Se introduce por tanto en el modelo empírico la variable índice de liberalización de los sistemas ferroviarios a partir de la cuantificación del grado de liberalización del sistema ferroviario que opera en cada país. La medida del grado de liberalización de los diferentes sistemas ferroviarios se ha obtenido a partir del índice LIB elaborado por Kirchner (2002, 2004, 2007 y 2011) de la Universidad Humboldt de Berlín analizado en la sección anterior de este capítulo.

El comienzo del cálculo de este índice en 2002 está relacionado con la promulgación un año antes del conocido como “Primer Paquete Ferroviario”, formado por las Directivas 2001/12, 2001/13 y 2001/14. Dicho paquete tenía

como objetivos la introducción de competencia en el sector, la independencia de los gestores de infraestructuras y la apertura del mercado de transporte. A partir de estas Directivas, como ya fue analizado en el *capítulo I*, puede establecerse el punto de partida oficial de la liberalización del mercado ferroviario.<sup>77</sup>

Las restricciones existentes respecto a los datos del índice de liberalización ferroviaria implican la delimitación geográfica y temporal de nuestro ejercicio. En el ámbito espacial se circunscribe a los países que en cada momento en que se publica el estudio forman parte de la UE, con el añadido de Suiza y Noruega. La vertiente temporal ha de quedar restringida a cuatro años: 2002, 2004, 2007 y 2011, dado que solamente para estos años se elabora el índice de liberalización. Los datos de eficiencia de cada año recogen los cambios en las variables input y output producidos en los años anteriores. Tal y como se ha comentado en la sección anterior, para el cálculo de los datos relativos al grado de liberalización ferroviaria (LIB Index) de cada año se introduce la variación experimentada por una serie de variables en los años anteriores. Esta inclusión mitiga la falta de datos publicados para el LIB Index en los años intermedios y por tanto su imposibilidad de incluirlos en el estudio.

La búsqueda de la eventual asociación entre ambas variables se realiza desde tres ámbitos: un análisis exploratorio preliminar, el contraste Kruskal-Wallis para la técnica DEA, y el contraste Mann-Whitney para la técnica SFA.

#### **IV.2.2.- ANÁLISIS EXPLORATORIO PRELIMINAR**

Este apartado está destinado a contrastar los datos de eficiencia calculados en el *capítulo III* con los de cuantificación de la liberalización presentados en este *capítulo IV*. Para ello se comienza mostrando a continuación los datos de liberalización y eficiencia para la técnica SFA, y posteriormente los datos de liberalización y eficiencia para la técnica DEA.

---

<sup>77</sup> No obstante como se ha indicado anteriormente Alemania, Reino Unido y Suecia iniciaron sus procesos de liberalización años antes, con motivo de la Directiva 91/440/EEC.

Para el índice de liberalización, el valor máximo anual que puede alcanzar cada sistema es de 1.000 puntos, mientras que para la medida de eficiencia un sistema plenamente eficiente es el que presenta un valor de 1, siendo tanto mayor la ineficiencia cuanto el sistema presente valores más alejados de uno.

Cuadro 46. Comparación de eficiencia SFA y liberalización entre sistemas

Sistema Ferroviario	2002		2004		2007		2011	
	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER
Alemania	0,261	752	0,683	728	0,706	826,6	0,698	842,2
Austria	0,889	432	0,701	579	0,703	788,6	0,658	806,2
Bélgica	0,358	392	0,493	461	0,551	648,8	0,497	753,6
Bulgaria	0,142	—	0,429	—	0,239	652	0,265	718
Chequia	0,220	—	0,407	548	0,560	738	0,497	738
Dinamarca	0,410	712	0,429	693	0,677	788,2	0,796	825,2
Eslovaquia	0,343	—	0,506	458	0,469	700	0,503	738
Eslovenia	0,388	—	0,489	326	0,680	665	0,548	672
España	0,282	196	0,583	148	0,413	630,2	0,405	583,4
Estonia	0,621	—	0,757	257	0,751	691	0,724	729
Finlandia	0,310	414	0,400	542	0,509	636	0,512	671,4
Francia	0,257	336	0,465	305	0,310	573,4	0,774	611,6
Grecia	0,052	204	0,150	162	0,216	559	0,421	571,8
Holanda	0,689	716	0,669	695	0,681	809	0,838	816,6
Hungría	0,343	—	0,585	366	0,562	637	0,499	658
Irlanda	0,023	316	0,122	149	0,153	332,8	0,108	467,6
Italia	0,228	556	0,484	688	0,514	675,8	0,269	736,6
Letonia	0,305	—	0,608	516	0,600	650	0,648	587
Lituania	0,102	—	0,439	222	0,440	684	0,460	592
Luxemburgo	0,142	272	0,446	467	0,425	580,6	0,218	585
Noruega	0,539	384	0,721	589	0,492	698	0,480	729
Polonia	0,198	—	0,564	549	0,507	739	0,331	737
Portugal	0,294	376	0,328	668	0,641	706,6	0,513	737,6
Reino Unido	0,923	804	0,754	781	0,771	826,6	0,777	865,6
Rumania	0,118	—	0,441	—	0,272	722	0,500	726
Suecia	0,336	756	0,625	729	0,615	825	0,742	872
Suiza	0,526	644	0,579	677	0,725	756,4	0,597	740,4
<b>MEDIA</b>	<b>0,344</b>	<b>486</b>	<b>0,513</b>	<b>492,12</b>	<b>0,525</b>	<b>686,65</b>	<b>0,528</b>	<b>707,8</b>

Fuente: Elaboración propia. Nota: N = 720.

Comparando los indicadores de eficiencia y niveles de liberalización obtenidos se observa que los sistemas ferroviarios que aparecen avanzados en



el proceso de liberalización respecto la normativa europea, en cada uno de los años del análisis (Reino Unido, Alemania, Suecia y Holanda) presentan elevados indicadores de eficiencia.

Entre todos los sistemas el que presenta una mayor eficiencia media es Reino Unido, el sistema ferroviario más liberalizado en los años 2002, 2004 y 2007, y, Austria, segundo sistema más eficiente ha experimentado un incremento en su grado de liberalización muy elevado en términos relativos durante los últimos años y Holanda, tercero, se sitúa entre los sistemas ferroviarios más avanzados en el proceso de liberalización. Estos tres sistemas ferroviarios presentan un índice de liberalización superior a los 800 puntos en el último año estudiado.

Sin embargo, se observa también que no todos los países que muestran niveles absolutos o muy elevados de eficiencia, presentan un elevado grado de liberalización. Así, podemos observar los casos de Estonia y Suiza donde la liberalización muestra valores más modestos que no hacen incompatible excelentes resultados en términos de eficiencia (0,713 y 0,606 respectivamente).

Por otro lado, se constata que los sistemas ferroviarios con menor grado de liberalización, normalmente, se encuentran entre los relativamente más ineficientes. Grecia e Irlanda son los países donde más claramente se muestra esta asociación. Sin embargo, rompe este axioma el caso de España, que aunque presenta valores muy bajos del índice de liberalización para los años 2002 y 2004, principalmente debido a la falta de independencia entre operación y gestión de infraestructura, sus resultados de ineficiencia media no son de los más acusados (0,42).

Otro resultado de interés es el observado para un nutrido grupo de sistemas ferroviarios en los que se han producido procesos paralelos de incrementos del grado de liberalización unidos a decrementos en la eficiencia técnica estimada. Entre ellos destacan España, Hungría, Luxemburgo o Noruega. A nivel temporal se constatan dos efectos: por un lado, el grado de liberalización experimenta un incremento a una tasa decreciente conforme

avanza el tiempo; por otro, el grado de eficiencia técnica no mejora con el paso de los años, retrocede para cada uno de los años considerados.

A continuación se presenta el segundo cuadro con los datos de liberalización y eficiencia calculada mediante la técnica DEA.

Cuadro 47. Comparación de eficiencia DEA y liberalización entre sistemas

Sistema ferroviario	2002		2004		2007		2011	
	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER
<b>Alemania</b>	0,9248	752	0,9311	728	1,0000	826,6	1,0000	842,2
<b>Austria</b>	1,0000	432	1,0000	579	1,0000	788,6	1,0000	806,2
<b>Bélgica</b>	0,8341	392	0,9024	461	0,7771	648,8	0,6007	753,6
<b>Dinamarca</b>	1,0000	712	0,8200	693	0,8021	788,2	1,0000	825,2
<b>España</b>	0,7929	196	0,7059	148	0,6181	630,2	0,4840	583,4
<b>Finlandia</b>	1,0000	414	1,0000	542	1,0000	636	1,0000	671,4
<b>Francia</b>	0,8348	336	0,7856	305	0,5589	573,4	0,4623	611,6
<b>Grecia</b>	0,2605	204	0,2067	162	0,2168	559	0,3375	571,8
<b>Holanda</b>	1,0000	716	1,0000	695	1,0000	809	1,0000	816,6
<b>Irlanda</b>	0,3376	316	0,2785	149	0,3059	332,8	0,2883	467,6
<b>Italia</b>	0,7643	556	0,7471	688	0,5333	675,8	0,4269	736,6
<b>Luxemburgo</b>	0,6571	272	0,6236	467	0,2514	580,6	0,2581	585
<b>Noruega</b>	1,0000	384	1,0000	589	1,0000	698,6	0,4937	729
<b>Portugal</b>	0,6458	376	0,6350	668	0,6044	706,6	0,4678	737,6
<b>Reino Unido</b>	1,0000	804	1,0000	781	1,0000	826,6	1,0000	865,6
<b>Suecia</b>	1,0000	756	1,0000	729	0,8798	825	1,0000	872
<b>Suiza</b>	1,0000	644	1,0000	677	1,0000	756,4	0,9885	740,4
<b>MEDIA</b>	<b>0,826</b>	<b>486</b>	<b>0,802</b>	<b>533</b>	<b>0,738</b>	<b>686,01</b>	<b>0,694</b>	<b>718,57</b>

Fuente: Elaboración propia

Comparando los indicadores de eficiencia y niveles de liberalización obtenidos se observa que los sistemas ferroviarios que aparecen avanzados en el proceso de liberalización respecto la normativa europea, en cada uno de los años del análisis (Reino Unido, Alemania, Suecia y Holanda) presentan elevados indicadores de eficiencia.

Entre los sistemas que presentan eficiencia para todos los años analizados figuran Reino Unido, el sistema ferroviario más liberalizado en los años 2002, 2004 y 2007, Holanda, que se sitúa entre los sistemas ferroviarios

más avanzados en el proceso de liberalización y, Austria, que ha experimentado un incremento en su grado de liberalización muy elevado en términos relativos durante los últimos años. Estos tres sistemas ferroviarios presentan un índice de liberalización superior a los 800 puntos en el último año estudiado.

Sin embargo, se observa también que no todos los países que muestran niveles absolutos o muy elevados de eficiencia, presentan un elevado grado de liberalización. Así podemos observar el caso de Finlandia y Suiza donde la liberalización muestra valores más modestos que no hacen incompatible excelentes resultados en términos de eficiencia

Por otro lado, se observa que los sistemas ferroviarios con menor grado de liberalización, normalmente, se encuentran entre los relativamente más ineficientes. Grecia e Irlanda son los países donde más claramente se muestra esta asociación. Sin embargo, rompe este axioma el caso de España, que aunque presenta valores muy bajos del índice de liberalización para los años 2002 y 2004, principalmente debido a la falta de independencia entre operación y gestión de infraestructura, sus resultados de ineficiencia no son de los más acusados.

Otro resultado de interés es el observado para un nutrido grupo de sistemas ferroviarios en los que se han producido procesos paralelos de incrementos del grado de liberalización unidos a decrementos en la eficiencia técnica estimada. Entre ellos destacan España, Francia, Italia o Portugal. A nivel temporal se constatan dos efectos: por un lado, el grado de liberalización experimenta un incremento a una tasa decreciente conforme avanza el tiempo; por otro, el grado de eficiencia técnica no mejora con el paso de los años, retrocede para cada uno de los años considerados a una tasa aproximada de entre el 3% y el 8%. Su peso es tan importante que provoca que los valores medios de las variables eficiencia y liberalización sigan tendencias opuestas de caída en el caso de la primera y de incremento continuado en el de la segunda.

Aplicando la variante de DEA por etapas, en concreto la técnica DEA por programas, se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 48. Comparación eficiencia DEA por programas y liberalización.

Sistema ferroviario	2004		2007		2011	
	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER	EFIC	LIBER
Alemania	0,9227	728	0,9901	826,6	1,0000	842,2
Austria	0,7558	579	0,7364	788,6	0,8049	806,2
Bélgica	0,6714	461	0,6540	648,8	0,5995	753,6
Bulgaria	—	—	0,2928	652,4	0,2134	718,2
Dinamarca	0,7278	693	0,6743	788,2	1,0000	825,2
Eslovaquia	0,4044	458	0,3749	700,2	0,3223	737,8
Eslovenia	0,4013	326	0,4205	664,4	0,4116	671,8
España	0,8385	148	1,0000	630,2	0,9504	583,4
Estonia	1,0000	257	1,0000	691,6	1,0000	729,6
Finlandia	0,9440	542	1,0000	636	1,0000	671,4
Francia	1,0000	305	1,0000	573,4	1,0000	611,6
Grecia	0,2630	162	0,2387	559	0,5900	571,8
Holanda	1,0000	695	1,0000	809	1,0000	816,6
Hungría	0,4161	366	0,3354	636,6	0,2249	657,2
Irlanda	0,3830	149	0,3525	332,8	0,6165	467,6
Italia	1,0000	688	0,9471	675,8	0,7766	736,6
Letonia	1,0000	516	1,0000	650,2	1,0000	587,2
Lituania	0,7105	222	0,9663	684	0,9660	592,4
Luxemburgo	0,3620	467	0,2557	580,6	0,2528	585
Noruega	1,0000	589	0,9587	698,6	0,7761	729
Polonia	0,8732	549	0,8526	739	0,6764	736,6
Portugal	0,4446	668	0,4103	706,6	0,5455	737,6
Reino Unido	1,0000	781	1,0000	826,6	1,0000	865,6
Rep. Checa	0,4002	548	0,3959	738,2	0,3810	738
Rumanía	—	—	0,3767	722	0,3126	725,4
Suecia	1,0000	729	1,0000	825	1,0000	872
Suiza	1,0000	677	1,0000	756,4	1,0000	740,4

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos en el análisis de la eficiencia por programas se desprende en primer lugar como el cálculo de la eficiencia debida a la variable de entorno (liberalización) se muestra más exigente respecto a los 17

sistemas a los que se aplica la técnica DEA en una etapa. De ellos, solamente se mantienen como eficientes en todos los años considerados los sistemas de Francia, Holanda, Reino Unido, Suecia y Suiza. Se incorporan a este grupo de máxima eficiencia los sistemas de Estonia y Letonia, situados en la parte baja del índice de liberalización. Esta incorporación está en coherencia con los resultados de Hilmola (2007), donde precisamente estos dos sistemas se muestran como los más eficientes. Entre los países menos eficientes se mantienen Grecia, Irlanda y Luxemburgo, a los que se suman Bulgaria y Hungría.

Por otra parte aumenta el grupo de sistemas que presentan procesos temporales paralelos de descensos de índices de liberalización junto con incrementos de eficiencia, en concreto entre los nuevos sistemas introducidos en el análisis, Bulgaria, Eslovaquia, Hungría, y Rumanía experimentan estos procesos.

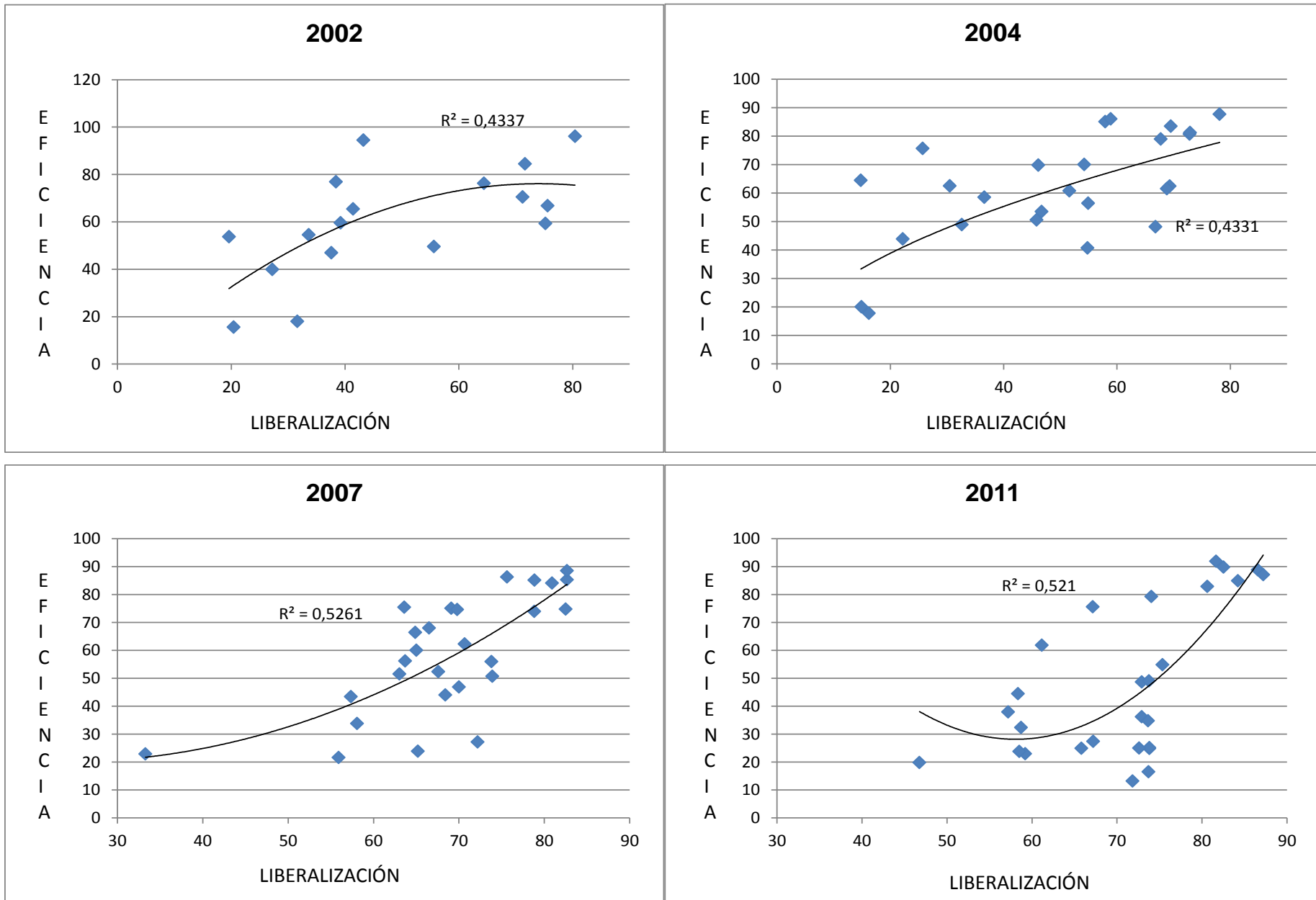
En definitiva, desde la perspectiva de un análisis individualizado por países, parecen existir dificultades para obtener resultados concluyentes. Aunque los sistemas muy liberalizados obtienen buenos resultados de eficiencia, no todos los países eficientes precisan de la liberalización. Tampoco está suficientemente clara la asociación en los sistemas con escaso grado de liberalización, pues no todos presentan amplias ineficiencias. Por último, existe un grupo de sistemas ferroviarios en los que se observa una caída del nivel de eficiencia conforme han ido avanzando en sus niveles de liberalización. Dada la falta de resultados concluyentes es necesario acudir a un contraste estadístico que permita determinar la existencia de relación entre ambas variables a nivel global.

A continuación empleando los datos de eficiencia obtenidos de la aplicación de las diferentes técnicas se proponen dos ejercicios, por un lado un análisis gráfico de las variables estudiadas en función de los años de estudio y por otro un análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos con la introducción de dos escenarios diferentes en el cálculo de la eficiencia.

En relación con el primero de los ejercicios comentados, se muestra gráficamente la nube de puntos que representa las variables liberalización y

eficiencia para los cuatro años estudiados. Al efecto de facilitar la comparación visual y homogeneizar los valores de los ejes se opta por hacer un cambio de escala en los valores de la variable liberalización (dividiendo por 10) y de eficiencia (multiplicando por 100). Como resultado, los gráficos muestran líneas de tendencias ajustadas a los datos (polinomios cuadráticos) y se identifica en todos los años una asociación positiva entre las variables, si bien con grados de ajuste relativamente bajos. Esta relación es más intensa en 2007 y 2011.

Gráfico 32. Dispersión eficiencia y liberalización 2002, 2004, 2007 y 2011



Fuente: Elaboración propia

Respecto al segundo ejercicio de los introducidos anteriormente, se plantean los resultados derivados de la introducción de dos escenarios en el análisis, el que recoge los veinte sistemas ferroviarios más liberalizados cada año (Escenario A) y el formado con los veinte sistemas con un menor índice de liberalización cada año (Escenario B). Por tanto la conformación de estos escenarios implica, respecto al análisis anterior, que los sistemas incorporados cada año en cada escenario son variables, La conformación de cada escenario con un número de 20 obedece a las recomendaciones de la literatura del análisis DEA para la comparabilidad óptima de unidades.<sup>78</sup>

El cuadro que a continuación se presenta, muestra, para cada uno de los años objeto de estudio,<sup>79</sup> las ineficiencias medias que presenta cada uno de los escenarios y, entre paréntesis, el número de sistemas ineficientes en cada uno de ellos.

Cuadro 49. Resultados de ineficiencia media por escenario

	<b>AÑO 2002 (inicial)</b>	<b>AÑO 2004</b>	<b>AÑO 2007</b>	<b>AÑO 2011</b>	<b>MEDIA</b>
<b>ESCENARIO A (+liberalizados)</b>	0,5096677 (3)	0,21274 (6)	0,290564 (7)	0,286033 (10)	0,296144 (26)
<b>ESCENARIO B (- liberalizados)</b>	0,5096677 (3)	0,38450 (7)	0,332893 (8)	0,2972888 (9)	0,354048 (27)
<b>TOTAL</b>	0,5096677 (6)	0,3052 (13)	0,3131 (15)	0,291364 (19)	0,3256230 (53)

*Fuente: Elaboración propia*

El cuadro siguiente presenta los datos medios del índice de liberalización estimados para los diferentes escenarios y años considerados a los efectos de poder comparar con los resultados de ineficiencia.

<sup>78</sup> Banker et al. (1989) establecía, a modo orientativo, el requisito de que el número de unidades analizadas sea mayor o igual a la suma de inputs y outputs para que el modelo tenga carácter discriminatorio. Otros autores como Norman y Stoker (1991) mencionan que 20 unidades serían suficientes sin hacer depender el número de la cantidad de variables o Mancebón (1996) recoge la recomendación de que el número de entidades analizadas sea al menos el triple de las variables relevantes introducidas en el modelo. En el presente trabajo adoptando el número de 20 unidades (sistemas ferroviarios) se consiguen satisfacer las tres pautas.

<sup>79</sup> Debe notarse que para el año 2002 sólo existen datos del índice de liberalización para 17 sistemas ferroviarios, de ahí que los resultados de eficiencia/liberalización coincidan para todos los escenarios en ese año.



Cuadro 50. Resultados de liberalización media por escenario

	<b>AÑO 2002 (inicial)</b>	<b>AÑO 2004</b>	<b>AÑO 2007</b>	<b>AÑO 2011</b>	<b>MEDIA</b>
<b>ESCENARIO A</b>	486	568,25	729,61	755,5	640,63
<b>ESCENARIO B</b>	486	433,85	646,02	666,43	560,88
<b>TOTAL</b>	486	501,05	687,81	734,69	606,92

*Fuente: Elaboración propia*

De un análisis comparativo se evidencia como el escenario que presenta el mayor índice de liberalización (escenario A), es el que resulta con un menor grado de ineficiencia media a lo largo del periodo (0,2961) y para cada uno de los años analizados. Mientras que el escenario que contiene los sistemas menos liberalizados y presenta menor índice de liberalización (escenario B), es precisamente el que muestra un mayor grado de ineficiencia (0,35404). Se cumple por tanto una asociación de tipo ordinal de tal manera que el escenario que contiene los sistemas ferroviarios más (menos) liberalizados es también el que presenta un nivel de ineficiencia menor (mayor).

Atendiendo a un criterio temporal, la evolución de los índices agregados muestra cómo el grado de liberalización aumenta a una tasa creciente hasta 2007, año en el que sigue creciendo, pero desacelera el ritmo de crecimiento. Dado que no se produce una caída paralela de la ineficiencia con el paso del tiempo, no es posible establecer una asociación temporal entre la evolución de ambas variables, el crecimiento del índice de liberalización no va acompañado en el tiempo de una paralela reducción de la ineficiencia en todos los escenarios. Esta asociación sólo se produce en el escenario B en el que los tímidos avances en el grado de liberalización de los sistemas que conforman el escenario van acompañados de reducciones en los niveles de ineficiencia técnica, hasta 0,2972 en 2011.

Desde la perspectiva de la evolución temporal se advierte que los resultados de ineficiencia media disminuyen con el paso del tiempo solamente para el caso del escenario B. De alguna forma la ganancia marginal de mayor liberalización es cada vez menor para los sistemas que están ya muy liberalizados pero todavía es positiva para aquellos que lo están en menor

medida. En estos sistemas existiría margen para que medidas de introducción de competencia generasen ganancias en términos de eficiencia.

#### IV.2.3.- CONTRASTE KRUSKAL-WALLIS

Dado que, por definición, la técnica DEA no discrimina entre sistemas eficientes, asigna a todos un valor de uno, motivo por el cual se ha acudido en este estudio a herramientas adicionales como la aparición del sistema en el grupo de referencia o *peer group*, no es posible tampoco aplicar un estadístico como el Mann Whitney que se desarrolla en la sección siguiente sino que se requiere un contraste por diferencia de medias como el que proporciona el estadístico Kruskal-Wallis.

A los efectos de contrastar la hipótesis estudiada se acude al contraste Kruskal-Wallis. Esta prueba tiene por objeto el análisis de la varianza por rangos para contrastar si las muestras comparadas, no relacionadas, se originan de una misma población. Cuando el test genera resultados significativos al menos una de las muestras es diferente respecto al resto, sin identificar dónde se encuentran, ni cuántas son, estas diferencias.

Suponiendo que las medias/medianas de los grupos son iguales, la variación entre grupos (intergrupar) es comparable a la variación entre individuos (intragrupar). Si la primera es muy superior a la segunda, puede indicar que las medias/medianas en realidad no son iguales.

El objeto del contraste por tanto es:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): las  $k$  medianas son todas iguales, siendo  $k$  el número de valores distintos de la variable explicada.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): al menos una de las medianas es diferente

El estadístico de contraste K-W se calcula como

$$K - W = \frac{\frac{12}{n(n+1)} \sum_{m=1}^r \frac{1}{n_m} [R_m - E[R_m]]^2}{1 - \frac{\sum_{j=1}^k (d_j^3 - d_j)}{n^3 - n}} \quad [\text{IV.1}]$$

siendo,

- $r$ : el número de grupos
- $R_m$ : la suma de rangos de cada grupo  $m$
- $E[R_m]$ : el valor medio de los rangos
- $d_j$ : el número de empates en  $j = 1, \dots, k$

Este estadístico sigue una distribución Chi-Cuadrado con  $r - 1$  grados de libertad.

En nuestro caso, mediante la aplicación del *contraste Kruskal-Wallis* se quiere contrastar si los dos grupos de sistemas ferroviarios identificados, sistemas ferroviarios eficientes e ineficientes, son iguales o diferentes en su grado de liberalización.

Para proceder al cálculo del estadístico se genera una variable *dummy* que toma el valor 1 cuando el sistema ferroviario es eficiente y el valor 0 cuando es ineficiente, según los resultados del análisis DEA. Queda conformada así la “variable de agrupación” que va a permitir contrastar si los valores que presentan en la variable liberalización los dos grupos de sistemas ferroviarios son estadísticamente iguales en media/mediana o no lo son.

A continuación se presenta el cuadro con el cálculo de los estadísticos de contraste junto con sus p-valores asociados, correspondientes a los cuatro años estudiados para cada uno de los escenarios y años diferentes.

Cuadro 51. Resultados de liberalización agregada por escenario

<b>AÑO</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2007</b>	<b>2011</b>
Estadístico (p-valor)	6,259 (0,012)	3,438 (0,064)	5,044 (0,025)	8,571 (0,003)

Fuente: *Elaboración propia*

A la vista de los resultados obtenidos puede decirse que las variables contrastadas, liberalización y eficiencia están asociadas positivamente, si bien de forma débil. En la población de la que provienen las muestras estudiadas, las diferencias apreciadas en los niveles de liberalización de los diferentes

grupos de sistemas ferroviarios están relacionadas con el grado de eficiencia o ineficiencia del sistema. Existe por tanto una diferencia intrínseca general entre los grupos de sistemas ferroviarios eficientes e ineficientes comparados en cuanto a niveles de liberalización se refiere. En relación con los resultados obtenidos para los sistemas de forma individualizada, supone que el peso en la medida agregada de los sistemas en los que hay relación entre las variables estudiadas (principalmente los que ocupan las primeras y últimas posiciones en el ranking del grado de liberalización) es superior al peso que tienen los sistemas en los que dicha relación entre variables no está presente.

#### IV.2.4.- CONTRASTE DE MANN-WHITNEY

Una vez calculados los datos de (in)eficiencia a partir de SCA se procede, de forma paralela a como se ha hecho para los resultados de eficiencia DEA, a contrastar si existe asociación entre esta variable y los datos de cuantificación de la variable liberalización que se utilizan en el presente trabajo, para ello se procede al cálculo del contraste U Mann-Whitney.

A continuación se muestran los resultados del cálculo del contraste U Mann-Whitney, en el que se contrasta la hipótesis nula de que no existe diferenciación significativa entre los resultados de liberalización y eficiencia medida a través de la técnica SFA de los sistemas ferroviarios que operan en sistemas eficientes e ineficientes para los últimos resultados estimados para el año 2011.

Cuadro 52: Estadístico U-Mann-Whitney

U de Mann-Whitney	44,5
Estadístico Z	- 2,257
Sig. asintót. (bilateral) p-valor	0,024
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] p-valor	0,022

*Fuente: Elaboración propia.*

El p-valor del test estadístico calculado es inferior al nivel de significación de 0,05, lo que implica que la hipótesis nula debe ser rechazada, por tanto, sí existe diferenciación significativa entre los datos provenientes de los dos

grupos de sistemas ferroviarios (eficientes y no eficientes), por lo que se puede concluir que las dos variables estudiadas muestran una correlación significativa para los dos grupos de sistemas estudiados. Este resultado implica que existe evidencia empírica suficiente para aceptar una asociación entre las variables liberalización y eficiencia a nivel conjunto de todos los sistemas ferroviarios estudiados. Sin embargo este resultado no es extensible para cualquier nivel de significación, dado que fijando este en un 0,01, el resultado sería el opuesto.

Los resultados del contraste Mann-Whitney inciden en la línea de la existencia de evidencia estadística suficiente para apreciar una asociación positiva débil en términos globales entre eficiencia productiva y liberalización.

#### **IV.2.5.- PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS**

El presente capítulo supone una de las aportaciones originales más importantes de la tesis en la medida en que mejora el estado anterior de la literatura sobre eficiencia ferroviaria. En concreto, en el contraste entre las variables eficiencia y liberalización ya no hace depender a esta última de un aspecto que queda en el ámbito organizativo como es la opción por un modelo de integración o separación de las actividades de administración y operación de la red y que debía recogerse mediante una variable dummy, sino que introduce una variable cuantitativa del grado de liberalización que permite explicar la gran dispersión existente en el nivel de liberalización de los sistemas ferroviarios europeos.

Los principales resultados de este capítulo son:

1.- Se confirma a nivel empírico que no existe un modelo organizativo concreto (separación, integración, híbrido) que esté asociado a mayores o menores niveles de eficiencia.

2.- Tampoco se puede afirmar que los sistemas por el hecho de optar por un modelo de separación de actividades arrojen unos mayores niveles de liberalización, por lo que uno de los supuestos importantes sobre los que se

han apoyado numerosos trabajos de la literatura de eficiencia ferroviaria no siempre resulta válido.

3.- Los Sistemas Avanzados en la clasificación según el índice de liberalización (Reino Unido, Alemania, Suecia y Holanda) presentan elevados indicadores de eficiencia. Austria que ha accedido a este grupo en el último año de análisis (2011) es uno de los sistemas más eficientes.

4.- Entre los Sistemas Retrasados en su grado de liberalización, Grecia e Irlanda se encuentran entre los más ineficientes. No sucede lo mismo con el caso de España que presenta una ineficiencia de tipo medio.

5.- Sin embargo, no todos los países que muestran los niveles más elevados de eficiencia presentan un grado de liberalización entre los más altos. Así Estonia, Suiza o Finlandia donde la liberalización muestra valores modestos obtienen excelentes resultados en términos de eficiencia.

6.- También es significativo como la ratio pasajeros transportados por ferrocarril respecto al volumen total de mercancías transportadas por el mismo modo ha descendido en toda Europa del Este, mientras que en todo el resto de sistemas, excluido Grecia, esta ratio se ha incrementado

7.- Por otra parte un buen número de sistemas ha experimentado a lo largo del tiempo de análisis (2002-2011) procesos paralelos de incrementos del grado de liberalización unidos a caídas en la eficiencia productiva. Entre ellos se encuentran España, Hungría, Luxemburgo o Noruega.

8.- Los tests estadísticos aplicados muestran la existencia de evidencia empírica suficiente para apreciar una débil asociación positiva en términos globales entre eficiencia productiva y liberalización. Dicha asociación no puede generalizarse a la totalidad de sistemas ferroviarios estudiados.

**CAPÍTULO V****CONCLUSIONES**

Esta tesis supone una pequeña aportación a la literatura que estudia los sistemas ferroviarios europeos y en particular, nuestro interés se ha centrado en el transporte de mercancías, un ámbito no excesivamente analizado.

La cuota modal media del transporte ferroviario de mercancías que presentan los sistemas ferroviarios europeos asciende hasta un 20,7%, mientras que en España se queda solamente en un marginal 4,1% (cuarto sistema con menor cuota). Para el transporte ferroviario de pasajeros la cuota modal media europea alcanza un 6,6%, y, a diferencia de lo que sucede en el segmento de mercancías, en España esta cuota modal de pasajeros del 5,2% sí está próxima a la media europea.

La importancia del ferrocarril dentro del conjunto de actividades de transporte de un país estriba en que lleva asociados menores externalidades negativas como pueden ser la congestión, la contaminación atmosférica y la accidentalidad que los demás modos de transporte. Adicionalmente frente a la carretera aporta por lo general más capacidad, frente al avión mayor comodidad (pasajeros) y mayor capacidad (mercancías) y frente al transporte marítimo menor tiempo de trayecto. Por último dado que en la actualidad la relación entre modos ha pasado a formar un binomio complementariedad-competencia frente a la competencia directa que comportaba el transporte hasta hace sólo unos años, el ferrocarril está llamado a jugar un papel decisivo allí donde es más competitivo que el transporte aéreo, marítimo o por carretera.

Estas ventajas del ferrocarril, unidas a la negativa evolución de sus cifras de tráfico, ha motivado que desde la UE se adopten políticas de transporte que traten de revitalizar el ferrocarril y revertir su situación. La principal de estas políticas es la liberalización del sector. Los procesos de apertura en otros mercados de transporte como el aéreo y la carretera empezaron antes y parecen haber alcanzado un resultado más exitoso que en el caso del mercado ferroviario. El ferroviario es el último de los grandes sectores de transporte (después del marítimo y aéreo), y uno de los últimos en el conjunto de las

industrias en red (a falta del postal y el suministro de agua), que quedan aún por transformar de manera integral.

Los objetivos que persigue esta tesis son, en primer lugar, analizar los determinantes que explican el hecho de que la cuota del transporte ferroviario de mercancías en España sea muy inferior frente al resto de sistemas europeos, especialmente dado su pasado y la mejor situación del segmento de pasajeros. Para ello se desarrolla un modelo de Coste Generalizado en el que se evalúan diferentes variables como eventuales determinantes de esta peor cuota modal relativa. La adopción de ámbitos de influencia privados y sociales en un mismo modelo y la inclusión de variables novedosas como la incertidumbre suponen un avance respecto al estado anterior de los estudios previos.

El segundo objetivo es analizar la eficiencia de los sistemas ferroviarios europeos a partir de tres técnicas cuantitativas, dos de tipo paramétrico (DFA y SFA) y una no paramétrica con dos variantes (DEA y DEA por programas) utilizadas habitualmente en la literatura que compara empresas de una misma industria, agencias públicas y otros tipos de instituciones (ej: hospitales, colegios).<sup>80</sup> En este punto, sin embargo la literatura que estudia la eficiencia en el sector ferroviario no ha analizado si los sistemas de los que estudia su eficiencia son lo suficientemente homogéneos para aplicar correctamente estas técnicas. El contraste del cumplimiento de este requisito previo a través de la técnica de conglomerados es otra de las aportaciones de la tesis.

Por último, a partir de los valores de eficiencia obtenidos y de la cuantificación del grado de liberalización de cada sistema que aporta el índice de liberalización ferroviaria, se contrasta a través de diferentes técnicas la existencia de una relación estadísticamente significativa entre eficiencia y liberalización en los sistemas ferroviarios. Esta es una importante aportación respecto a los estudios previos, dado que en la mayoría ellos para medir la influencia de la liberalización sobre el output del sistema, solamente se incluía una variable dummy que identificaba los modelos integrados como no liberalizados y los separados como liberalizados. Como se ha comentado a lo

---

<sup>80</sup> Un exhaustivo repaso a esta literatura se encuentra en el Apéndice Documental 2 y un comentario a sus resultados en la Introducción a la tesis.



largo de la tesis este enfoque resulta muy limitado, y podría llegar a ser solo uno de los aspectos (y seguramente el menos trascendente) del conjunto del proceso liberalizador. La inclusión en el modelo empírico de una variable cuantitativa omnicomprendensiva de la liberalización, junto con el contraste de su relación en dos etapas, implican otro avance clave respecto al estado anterior de la literatura.

## PRINCIPALES RESULTADOS DE LA TESIS

1.- A la vista de los datos analizados en el *capítulo I* se desprende que en España los mercados tradicionales del transporte de mercancías por ferrocarril, como la minería o los transportes a granel, han ido en declive. Ello ha llevado a que el carbón, los minerales y los cereales hayan reducido su proporción en el total de mercancías transportadas por ferrocarril (medidas en toneladas-kilómetro) durante el periodo 1986-2001. Los productos siderúrgicos se mantienen, incluso aumentan su ponderación, como la carga principal del modo ferroviario y su peso relativo en el VAB a precios constantes no parece haber descendido. Este aspecto se corresponde con la naturaleza de materias primas de poco valor unitario y mucho volumen adecuadas para las condiciones específicas del modo ferroviario.

La producción industrial está pasando de los productos básicos, cuyo transporte se adecúa en mayor medida al ferrocarril, a los productos acabados, siendo los productos manufacturados, generalmente de mayor valor unitario y menor volumen, los que presentan un creciente mayor peso en el volumen de mercancías transportado por carretera que permite una oferta en el servicio más flexible en cuanto al volumen. La introducción del marco europeo no supone cambios significativos en el análisis realizado, salvo una menor cuota y sin una tendencia creciente asociada al transporte ferroviario de productos siderúrgicos.

2.- A la vista de los datos obtenidos en el modelo de Coste Generalizado y de las elasticidades cruzadas negativas que han sido calculadas en otros estudios (*capítulo II*), es posible concluir que los servicios de transporte de

mercancías por carretera y por ferrocarril presentan rasgos de servicios complementarios y no sólo de servicios sustitutivos. Dicha complementariedad vendría dada por la utilización de la carretera para el transporte en distancias cortas y medias (tramos secundarios regionales y distribución) de pequeñas cargas con un alto valor unitario, mientras que el transporte por ferrocarril sería adecuado para el transporte en largas distancias de altos volúmenes de cargas con bajo valor unitario.

En distancias largas, superiores a 400 kilómetros, y para el transporte de determinados productos como siderúrgicos o contenedores, el ferrocarril mantiene un peso significativo. Los costes monetarios directos que soportan los operadores ferroviarios no se encuentran entre los principales determinantes explicativos de la brecha existente entre el transporte de mercancías por carretera y ferrocarril.

**3.-** Los resultados obtenidos a partir del desarrollo del modelo de Coste Generalizado Privado, (CGP), ponen de manifiesto que la tracción no parece ser un factor determinante en el CGP, y que el tiempo supone el 50% del mismo, salvo en los vehículos de menor carga. Por otro lado, resulta destacable la influencia de los costes de incertidumbre en la elección del modo en el transporte de mercancías, sobre todo en el caso de trayectos cortos. Actualmente dichos costes penalizan claramente al modo ferroviario, dado que en el escenario base el modo ferroviario era el más económico.

Dado que la incertidumbre es el principal determinante explicativo dentro del modelo desarrollado, no cabe duda que intervenir de algún modo sobre los costes de incertidumbre que a día de hoy presenta el transporte ferroviario de mercancías podría revertir la situación de pérdida progresiva de cuota de transporte que presenta este modo. Desde el punto de vista de los usuarios del servicio de transporte, sólo con el cumplimiento horario, (sin incluir ni siquiera la variable tiempo de viaje) sería más atractivo el ferrocarril que otros modos alternativos y se aseguraría así para el transporte ferroviario un mayor porcentaje del total de cargas terrestres movidas.

4.- Desde la perspectiva del modelo de Coste Generalizado Social, los recursos naturales son factores aportados por la sociedad para las actividades de transporte. La frecuente irreversibilidad de las intervenciones que se hacen sobre ellos obliga a incluirlos como un factor importante en la función de producción del transporte y en los análisis coste-beneficio que tengan por objeto los servicios de transporte o intervenciones sobre las infraestructuras.

De los resultados del modelo se desprende que dichos costes suponen cerca de un tercio del CGS para los dos modos, salvo en los vehículos de menor carga; que el ferrocarril se muestra socialmente más competitivo tanto en trayectos cortos como largos, si bien en mayor medida en estos últimos; y que los CGS inherentes a los vehículos con menor capacidad de carga son muy superiores a los presentados por el resto de vehículos. El efecto de la inclusión de externalidades en el modelo parece claro a efectos de la elección modal: el transporte de mercancías por ferrocarril se muestra más competitivo socialmente tanto en trayectos cortos como largos, aunque en mayor medida en estos últimos.

5.- Los sistemas ferroviarios europeos estudiados presentan la homogeneidad suficiente resultado de la técnica de conglomerados de tipo jerárquico para poder aplicar los modelos de estimación de eficiencia, de forma que el grupo de referencia no quede representado por sistemas con rasgos intrínsecos no comparables con el resto de sistemas.

6.- La aplicación de las tres técnicas de estimación de eficiencia utilizadas (SFA, DFA, DEA), ha obtenido que los sistemas que recurrentemente presentan un mayor nivel de eficiencia productiva son Reino Unido, Holanda, Austria, Suiza y en menor medida Estonia y Finlandia mientras que los menos eficientes son Grecia e Irlanda.

7.- Por imperativo de la normativa europea todos los países de la Unión han iniciado ya, en mayor o menor medida, su proceso de transformación del tradicional sistema de gestión y organización del sector del transporte ferroviario de mercancías. Los países más avanzados en este sentido son Reino Unido, Alemania y Suecia y los más rezagados son Irlanda, Grecia y

Francia. El proceso de transformación ha venido acompañado en todos los casos de medidas adicionales como un incremento en las inversiones destinadas a infraestructura ferroviaria para producir el efecto de reactivación del transporte ferroviario de mercancías.

**8.-** Los resultados obtenidos en el *capítulo IV* muestran que la asociación entre las variables liberalización y eficiencia funciona bien para los sistemas ferroviarios más liberalizados, de tal forma que aquellos sistemas con mayores índices de liberalización presentan óptimos resultados de eficiencia, como sucede claramente con Reino Unido, Holanda y en cierta medida con Austria.

No obstante, también se observa que esta relación no es bidireccional y no todos los sistemas ferroviarios que alcanzan altos niveles de eficiencia se caracterizan por tener un elevado índice de liberalización (Estonia, Suiza o Finlandia). Ello puede evidenciar que la liberalización puede postularse, sin duda, como un factor que puede contribuir a la eficiencia, pero que no es en absoluto el único. El logro de la misma depende también de otros factores y puede lograrse igualmente en contextos menos liberalizados.

La posible asociación entre liberalización y eficiencia tampoco es concluyente para los países que presentan bajos índices de liberalización. Aunque para algunos países (Grecia e Irlanda) sí se cumple esta asociación, en otros, como el caso de España, bajos niveles de liberalización no han provocado necesariamente ineficiencias acusadas. De nuevo la eficiencia de los sistemas ferroviarios parece explicarse por otros muchos factores y no sólo por el grado de liberalización del sector.

**9.-** Asimismo, otro resultado de interés muestra que existe un grupo de sistemas ferroviarios en los que se producen a lo largo del tiempo procesos paralelos de incrementos del grado de liberalización acompañados de descensos en los niveles de eficiencia técnica, lo que impide generalizar la asociación a todos los sistemas ferroviarios estudiados. Este es el caso de España, Hungría o Noruega, para la técnica SFA; y de Bélgica, Francia o Italia para la técnica DEA.

Los resultados del contraste Mann-Whitney (SFA) inciden en la línea de la existencia de evidencia estadística suficiente para apreciar una asociación positiva en términos globales entre eficiencia productiva y liberalización. Por su parte, los resultados del contraste Kruskal-Wallis (DEA) inciden en la línea apuntada de la existencia evidente de una asociación positiva en términos globales entre eficiencia productiva y liberalización. Si bien no puede considerarse una regla fija extrapolable a todos los años y sistemas estudiados.

Por otra parte, la inclusión de escenarios dinámicos que van incorporando a los países con sistemas ferroviarios más liberalizados y menos liberalizados permite observar una clasificación ordinal favorable a la existencia de asociación entre las variables eficiencia y liberalización. De este modo, el escenario que contiene los sistemas ferroviarios más (menos) liberalizados es también el que presenta un nivel de ineficiencia media menor (mayor) para todos los años considerados.

Finalmente, desde una perspectiva temporal, considerando el conjunto de sistemas, la evolución de los resultados de eficiencia y liberalización presentan patrones de crecimiento similares a tasas decrecientes.

**10.-** En definitiva, a partir de la evidencia empírica obtenida, es posible establecer globalmente una asociación positiva, si bien de carácter débil, por la que un mayor grado de liberalización va acompañado generalmente por mejoras en la eficiencia del sistema ferroviario. Sin embargo, a partir de un estudio individualizado de los sistemas ferroviarios es posible localizar empíricamente la existencia de excepciones a la asociación entre liberalización y eficiencia.

Por tanto, no puede determinarse un modelo de sistema ferroviario con un grado de liberalización óptimo, que pueda ser utilizado de referente, para asegurar el logro de la eficiencia. Ni siquiera es posible fijar un modelo de gestión ferroviaria que garantice obtener los mejores resultados de eficiencia. Modelos de gestión tan dispares como el británico (separación con gestor privado), el holandés (separación con gestor público) o el austriaco (integración

vertical pública) comparten las cotas más altas de eficiencia técnica que resultan de este trabajo.

**11.-** La actual apertura del mercado ferroviario a la competencia no depende de la existencia en los sistemas de un modelo específico de integración o separación de la infraestructura. Se confirma a nivel empírico que no existe un modelo organizativo concreto (separación, integración, híbrido) que esté asociado a mayores o menores niveles de eficiencia. Por tanto, no es posible determinar un grado de liberalización óptimo en términos de eficiencia para un sistema ferroviario.

**12.-** Ningún sistema ferroviario es enteramente rentable desde un punto de vista financiero privado. Existen segmentos rentables (transporte de mercancías en los sistemas Bálticos, líneas de Alta Velocidad con suficiente masa crítica, rutas de transporte convencional de pasajeros como las franquicias británicas comerciales no subvencionadas) que conviven con segmentos no rentables (transporte de pasajeros en países del Este, transporte de mercancías en sistemas periféricos, franquicias sociales subvencionadas, transporte regional en Alemania).

Esta convivencia exige para el mantenimiento de los sistemas ferroviarios la búsqueda de financiación de los servicios no rentables en fuentes ajenas a los mismos a través de subvenciones directas del Estado o gobiernos locales (Gran Bretaña, Alemania), subsidios cruzados provenientes de servicios rentables (sistemas del Este) o financiación estatal inyectada mediante los mecanismos propios del sistema (Francia).

## **RETOS PARA EL TRANSPORTE FERROVIARIO**

Entre los factores clave de competitividad relativa identificados a partir del desarrollo de la tesis, a los que se enfrentará el transporte ferroviario en un futuro cercano destacan por su importancia los siguientes:

- El triángulo coste-servicio-calidad es un requisito previo a cualquier toma de decisión sobre el modo de transporte a utilizar. El transporte entre

distintos centros de producción en el marco de la actual producción “*just in time*” o “*just in sequence*” exige, ante todo, una gran fiabilidad, el respeto de plazos muy estrictos, para lo cual, a día de hoy, el transporte por carretera aporta una solución logística adaptada y eficaz con una flexibilidad superior. Un alto porcentaje de los bienes transportados por ferrocarril no precisan tanto de una especial rapidez, y sin embargo hay factores más importantes (seguridad, fiabilidad y periodicidad), porque las empresas no quieren desconocer el momento en que sus mercancías llegarán al destino. Si el tren de mercancías cumple ese compromiso, su Coste Generalizado se verá reducido y por ende aumentará su demanda.

- La gestión de calidad en los servicios de transporte ferroviario de mercancías y la introducción del compromiso horario como cláusula contractual entre el operador y el consumidor del servicio de transporte se antojan esenciales para la recuperación de cuota modal por el transporte ferroviario de mercancías. Dado que los operadores no tienen capacidad para influir sobre las prioridades establecidas en la gestión de la circulación<sup>81</sup> con restricciones de tráfico generadas en determinados cuellos de botella y tramos saturados, se requiere, si no se adopta otra solución, un cambio en el modelo de gestión de circulación ferroviaria de mercancías que permita garantizar el respeto de los surcos asignados a los trenes de mercancías.

- Parece adecuada la diferenciación de las vías reservadas al transporte de mercancías y viajeros, al menos en zonas de alta densidad de tráfico, como los núcleos urbanos, mediante la construcción de circunvalaciones, a efectos de evitar puntos de estrangulamiento. También cabe la posibilidad de construir en los ejes principales líneas auxiliares de tráfico de varios kilómetros que permitan a los trenes de viajeros el adelantamiento de los trenes de mercancías, sin necesidad de esperar la maniobra de estos últimos en los apartaderos. Por otro lado, aun optando por la especialización de líneas es necesario incrementar notablemente, al menos en un 50%, las velocidades de

---

<sup>81</sup> Un estudio específico de la Universidad RWTH de Aachen, tomando como ejemplo un corredor en el que siempre se daba prioridad a los trenes de viajeros llega a la conclusión de que sólo con dar una prioridad ligeramente mayor a los trenes de mercancías y aceptando retrasos marginales en los trenes de viajeros, mejoraría significativamente la puntualidad del sistema total, lo que significa un incremento de la capacidad, Friedrich (2005).

circulación más reducidas. Un aumento de la velocidad media de circulación supone incrementar la oferta de capacidad de carga por unidad de tiempo, algo muy útil para atender excesos de demanda en determinados corredores.

- Un incremento de la productividad ferroviaria debería permitir una mayor aportación a los costes de infraestructura que financie el mantenimiento y contribuya a sufragar, al menos parcialmente, nuevas inversiones en la red ferroviaria (“círculo virtuoso”). En este sentido, la disponibilidad de mano de obra especializada (maquinistas habilitados) se antoja fundamental. La experiencia internacional muestra cómo en aquellos países donde el cambio de modelo organizativo ha provocado un mayor dinamismo del tráfico ferroviario de mercancías, dicho cambio ha venido acompañado de fuertes inversiones.

- Los trámites para contratar un servicio de transporte de mercancías por ferrocarril son mucho más lentos y complejos que por carretera. En España, comparativamente con el resto de países de la UE, los procesos burocráticos de obtención de licencias, certificados de seguridad y homologación del material rodante se muestran relativamente más costosos en términos monetarios y de tiempo, como se pone de manifiesto en el *capítulo IV*.

- El sistema de tarificación español presenta cargas medias en el transporte de mercancías por utilización de la infraestructura ferroviaria, sensiblemente menores que el transporte de viajeros y relativamente muy bajas respecto a la UE. La red ferroviaria está poco congestionada, no se tiene en cuenta el peso de los trenes en el canon que se les aplica y existe una financiación cruzada entre servicios ferroviarios. El bajo nivel de tarifas asociadas al acceso y utilización de infraestructuras puede ser una condición necesaria (Suecia), pero no suficiente (Grecia)<sup>82</sup> para el estímulo del transporte ferroviario de mercancías. No puede considerarse un sistema regresivo (Hungría), pero presenta unos descuentos por volumen transportado que pueden suponer una barrera de entrada para los nuevos operadores.

- En Europa está teniendo lugar un fenómeno por el que empresas privadas de transporte ferroviario de mercancías están siendo compradas por

---

<sup>82</sup> Es el tercer país con cargas asociadas al acceso y utilización de la infraestructura ferroviaria inferiores a 1 €, pero sólo cuenta con una cuota intermodal de transporte ferroviario de mercancías del 2,6%).



grandes operadores de propiedad estatal, con el fin de reforzar las ventajas competitivas, pero ello puede generar un efecto no deseado: en lugar de abrir el mercado, se refuerza la posición de los grupos estatales.

- La situación actual de las infraestructuras ferroviarias en España es el resultado de un proceso histórico en el que tradicionalmente se ha favorecido la construcción y desarrollo de la infraestructura de red viaria frente a la ferroviaria. Por kilómetros de red ferroviaria apta para el tráfico de mercancías, España se encuentra en los mismos niveles existentes en 1930, una red casi trece veces menor en longitud que la de carreteras. Sin embargo, dadas las cifras de intensidad de utilización de la infraestructura, no parecen existir problemas en relación con la longitud de la red ferroviaria, sino más bien en cuanto a las características técnicas de la misma para conseguir una explotación óptima que permita alcanzar todas las ventajas comparativas que presenta el transporte ferroviario frente a otros modos.

- A medio y largo plazo se encuentra la amenaza de la llegada de camiones más largos (de más de 25 metros) y más pesados (de hasta 44 toneladas), los llamados *mega-trucks* o *giga-liners*, que podrían alterar la competencia medioambiental en detrimento de ferrocarriles y barco. Frente a esta amenaza no se puede optar por el incremento indefinido del tamaño y capacidad de las composiciones ferroviarias. El refuerzo de la conexión entre la red ferroviaria y los puertos marítimos mejoraría la intermodalidad de la que goza la carretera. Además resultaría deseable poner en práctica políticas de internalización de costes como mantiene la Comisión en el último Libro Blanco al seguir empleando los indicadores de precios resultantes de la internalización de los costes externos, como un instrumento para desarrollar un sistema de transporte más sostenible, lo cual podría incrementar el coste del transporte por carretera, especialmente para estos vehículos de gran tamaño.

- El elevado crecimiento del tráfico de contenedores ofrece al ferrocarril un potencial importante de crecimiento. Se espera que el negocio de mercancías se divida entre un 70% de tráfico intermodal (alcanzando en el 2012 una cuota de mercado del 10%) y un 30% de transporte únicamente ferroviario (llegando al 5-7% de cuota de mercado). Si el servicio ferroviario y la

intermodalidad llegan a ser competitivos en cuanto a costes y calidad, el transporte ferroviario de mercancías será líder en varios segmentos de mercado, como materias primas, bienes de consumo duraderos, acero y productos químicos y estará cerca del segundo puesto en los bienes de consumo de rápida rotación y los muebles. La carretera mantendría un indiscutible liderazgo en productos especiales y en mercancía en general.

- Pese a no existir un nivel de competitividad equivalente entre ferrocarril y carretera, la mejora de la igualdad competitiva entre modos de transporte, con incentivos para el respeto al medio ambiente y el uso eficaz del ferrocarril es la idea que ha guiado medidas a nivel europeo como la directiva sobre tasas para camiones de gran tonelaje (Euroviñeta), el tacógrafo electrónico y la directiva sobre el horario de conductores. Las tendencias generales de aumento del tráfico de mercancías (provocado por deslocalizaciones y globalización de intercambios comerciales), de mayores distancias en el transporte, de aumento en el uso de contenedores y de creciente importancia de la eficiencia energética, contribuyen a que el ferrocarril pueda presentarse como alternativa competitiva para el consumidor.

#### **TEMAS DE INVESTIGACIÓN RELEVANTES PARA EL SECTOR FERROVIARIO**

A partir de la extensa revisión de estudios realizada en esta tesis para el análisis de la industria ferroviaria (véase Apéndice Documental 2), tanto en relación con la evaluación de sus costes, impactos socio-económicos, y grado de eficiencia de los distintos sistemas, se ofrecen aquí también a modo de reflexión final algunas líneas de investigación futuras que implicarían un avance respecto al estado actual de la literatura sobre la industria ferroviaria.

Para el caso de España, tendría valor estratégico de cara a evaluar una potencial mejora de la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías frente a la carretera, profundizar en el estudio de la evolución de la competencia en los principales corredores de mercancías para ambos modos. En concreto sería interesante estudiar la evolución en aquellos corredores que ya cuentan con líneas de Alta Velocidad en servicio desde hace años (Madrid-

Sevilla, Madrid-Barcelona) en los que teóricamente la red convencional es susceptible de una mayor especialización para el transporte de cargas.

Contrastada la relevancia del valor del tiempo de viaje como variable determinante del coste generalizado y principal fuente de beneficios sociales en los proyectos de transporte, sería aconsejable sistematizar a nivel nacional un método homogéneo para todos los modos que permitiese con cierta periodicidad disponer de estos valores para poder aplicarlos en estudios empíricos atendiendo a las características particulares del mercado de transporte en España. Este tipo de estudios nacionales que ya disponen países como Reino Unido, Estados Unidos, Holanda o los países escandinavos permitirían por un lado no tener que recurrir a los muy costosos estudios específicos para los usuarios del caso particular que se trate de evaluar y por otro no tener que aplicar los valores recomendados a nivel internacional para la evaluación social de proyectos de transporte que pueden no atender de forma completa a las características particulares de cada país.

A nivel europeo sería recomendable la creación de un modelo que permitiera estimar la cantidad de output producida (pax-km y/o Tn-Km) en función de cambios en una serie de variables de entorno no controlables: geográficas, organizativas y económicas, al efecto de contrastar hasta que punto es posible variar la tendencia del sector interviniendo sobre parámetros que sí son controlables en todos los sistemas ferroviarios como la regulación.

Por otra parte, dadas las limitaciones habituales en la obtención de datos sobre tarifas y precios por parte de los operadores, sería interesante utilizar en las investigaciones futuras información de precios de mercado de los servicios de transporte cuya fijación depende de la modalidad de introducción de competencia que se implante, pero que en general deberán ser el resultado de licitaciones competitivas entre los operadores para la obtención bien de licencias/franquicias que habiliten la explotación de un tramo de la red durante un relativamente prolongado periodo de tiempo o bien de surcos que permitirán operar en el horario fijado un trayecto concreto de la línea de que se trate.

A la vista de los resultados obtenidos en esta tesis, parece necesario profundizar en estudios de costes que no solamente contemplen los costes monetarios directos en que incurre un usuario del servicio de transporte sino también otros que inciden en su coste generalizado aunque no se reconozcan explícitamente en el precio o tarifa.

En general, dadas las experiencias del resto de sistemas europeos y la gran red de infraestructura ferroviaria de que dispone nuestro sistema parece necesario dar un impulso a este modo de transporte por sus ventajas desde una perspectiva social. Dicho impulso debe contar no solamente con la voluntad política sino con la capacidad de vencer las resistencias de determinadas empresas.

En un futuro inmediato, la evolución del sector debería responder a la pregunta de si se han generado las condiciones necesarias para la entrada de nuevos operadores que alcancen una cuota suficientemente relevante que permita hablar de la existencia de una competencia efectiva generalizada como sucede en el modo aéreo. Los nuevos operadores deberán afrontar las dificultades existentes para alcanzar un mercado ferroviario integrado al que sí se ha aproximado el modo aéreo, entre ellas principalmente las de carácter técnico (en Europa existen 4 anchos de vías diferentes, 5 sistemas de electrificación distintos y 20 procedimientos de señalización y control del tráfico) y las barreras de entrada propias de ser un sector intensivo en capital que ha estado monopolizado por grandes empresas públicas integradas durante años. Una vez instalados en los sistemas ferroviarios estos nuevos operadores deberán afrontar además la competencia de otros modos, las eventuales variaciones en los cánones de infraestructura y precios de la energía y las posibles operaciones de concentración en el sector.

Esta tesis ha demostrado que los cambios en la regulación aplicable al sector ferroviario, en el sentido de una mayor liberalización, no van a conseguir por sí solos reflotar el sector, deprimido de forma desigual en los Estados Miembros. Las autoridades tanto europeas como nacionales deben entender que la liberalización del sector no es el objetivo principal, sino un medio para alcanzar niveles de eficiencia más elevados que atraigan a su vez unos

volumenes de tráfico más elevados. Para lograrlo las autoridades deben focalizar sus esfuerzos en conseguir un mercado ferroviario integrado que favorezca los flujos de tráfico de larga distancia, supere las barreras nacionales para los tráficos internacionales y permita adecuar en el menor tiempo posible la oferta y demanda de transporte.

En el segmento de mercancías es necesario además un incentivo claro al transporte intermodal y de trenes con mayor capacidad de carga con la inversión en infraestructuras que lo posibiliten y un paso adelante en la internalización de costes externos por modo de transporte. De lo contrario el transporte ferroviario de mercancías quedará reducido al tradicional y maduro mercado del transporte de grandes volúmenes de bajo valor (graneles).

## BIBLIOGRAFÍA

- Acutt, M. Z. y Dogson, J. S. (1995): "Cross Elasticities of Demand for Travel", *Transport Policy*, vol.2, nº 4, págs. 271-277.
- Administrador de Infraestructura Ferroviaria (2008): *Declaración sobre la Red 2008*, Resolución de la Secretaría General de Infraestructuras, 8 de abril 2008 (BOE de 10 de abril).
- Administrador de Infraestructura Ferroviaria (2007, 2008, 2009 y 2010): *Estrategias Ferroviarias Europeas*, Documentos Internacionales, Dirección de Relaciones Internacionales, Madrid,
- Administradores de Infraestructura Ferroviaria de los 27 sistemas ferroviarios estudiados (2002-2011): *Declaraciones sobre la red Network Statements*.
- Affuso, L. Angeriz, A. y Pollitt, M.G. (2002), "Measuring the efficiency of Britain's' Privatised Train Operating Companies", *Regulation Initiative Discussion Paper Series*, Number 48, London Business School.
- Agencia Europea del Medio Ambiente, European Environmental Agency (2008): *Climate for a Transport Change*, Copenhagen.
- Aigner, D. J. y Chu, S. F. (1968): "On Estimating the Industry Production Function", *American Economic Review*, 226-239.
- Aigner, D. Lovell, K. y Schmidt, P. (1977): "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics* 6, págs. 21-37.
- Albi, E. (1992): "Evaluación de la eficiencia pública (el control de eficiencia del sector público)", *Hacienda Pública Española*, número 120-121, Ministerio de Economía y Hacienda, IEF, Madrid.
- Alexandersson, G. y Hulten, S. (2003): "European regulation and the problem of predatory bidding in competitive tenders. A Swedish Case Study", Paper

prepared for the 1st Conference on Railroad Industry Structure, Competition and Investment Toulouse.

Alexandersson, G. y Hulten, S. (2008): "The Swedish railway deregulation path", *Review of Network Economics* 7(1).

Alfred D. C. (1977): *The visible hand. The managerial revolution in American Business*, Harvard University Press.

Alivelu. G. (2008): "Analysis of Productivity Trends on Indian Railways", *Journal of Transport Research Forum*, 47(1), págs. 107-120

Álvarez, O. y Herce San Miguel, J. A. (1992): *Nuevas líneas de alta velocidad en España y sus efectos económicos*, Fundación FEDEA, documentos de trabajo 92-10, Madrid.

Argimón, I. González-Páramo, J. M. Martín, M. J. y Roldán, J. M. (1994): "Productividad e Infraestructuras en la economía española", *Moneda y Crédito* 198, págs. 207-241.

Ariño, G. (2006): *Regulación desregulación, liberalización y competencia*, Madrid, Fundación Rafael del Pino, Marcial Pons, Ediciones Jurídicas y Sociales, S.A.

Aschauer, D. (1989a): "Is Public Expenditure Productive?" *Journal of Monetary Economics* vol. 23 (2), Marzo, págs. 177- 200.

Aschauer, D. (1989b): "Public Investment and Productivity Growth in the Group of Seven", *Economic Perspectives*, 13, no. 5, págs. 17- 25.

Asmild, M. Holvad, T. Hougaard, J.L. y Kronborg, D. (2009). "Railway reforms: do they influence operating efficiency?" *Transportation*, September 2009, Volume 36, Issue 5, págs. 617-638".

Asociación Española de la Carretera (2006): Comentarios para el desarrollo de los planes sectoriales del Plan Estratégico Infraestructuras y Transporte. Documento Interno

[www.aecarretera.com/COMENTARIOS\\_PLANES\\_SECTORIALES\\_PEIT.pdf](http://www.aecarretera.com/COMENTARIOS_PLANES_SECTORIALES_PEIT.pdf)

- Banker, R. D. Charnes, A. y Cooper, W. W. (1984): "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 1078-1093.
- Banker, R.D. Charnes, A., Cooper, W.W. Swarts, J. y Thomas, D.A. (1989). "An introduction to data envelopment analysis with some of its models and their uses", *Research in Governmental and Nonprofit Accounting*, Vol. 5: 125 –163, JAI Press, Greenwich.
- Bardhan, P. (1995). "The contributions of endogenous growth theory to the analysis of development problems: An assessment," *Handbook of Development Economics*, Hollis Chenery† & T.N. Srinivasan (ed.), *Handbook of Development Economics*, edition 1, volume 3, chapter 46, pages 2983-2998.
- Bel, G. y Fageda, X. (2007): "Airport Management and Airline Competition in OCDE countries", *Competition Policy in Network Industries*, LIT Verlag, Berlín.
- Bel, G. (1993): "Factores Explicativos de Cambios en la Demanda del Ferrocarril Interurbano", *Estudios de Transportes y Comunicaciones*, nº 63, págs. 49 - 57.
- Betancor, O. Moral, E. y Campos, J. (2009): "Estimación de los costes del productor y del usuario en la evaluación de proyectos de transporte", *Evaluación Económica de Proyectos de Transporte*. Junio de 2009, Documentos de trabajo.
- Böheim, M. H. (2007): "What's wrong with competition in Austrian Electricity Markets?" *Competition Policy in Network Industries*, LIT Verlag, Berlín.
- Borra, C. y Palma, L. (2004): *El enfoque microeconómico en la estimación de la demanda de transporte de mercancías. Análisis desde una perspectiva regional*, Sevilla, Fundación Centro de Estudios Andaluces (centrA), documento de trabajo E2004/02.
- Campos, J. (2002): "Competition issues in network industries: the Latin American railways experience", *Brazilian Electronic Journal of*



- Economics*, Department of Economics, Universidade Federal de Pernambuco, vol. 5(1), May.
- Campos, J. (2001): "Lessons from railway reforms in Brazil and Mexico", *Transport Policy*, vol. 8(2), págs. 85 - 95, April.
- Campos, J. Estache, A. y Trujillo, L. (2001): "Processes, information, and accounting gaps in the regulation of Argentina's private railways", *Policy Research, Working Paper Series 2636*, The World Bank.
- Cantos, P. (2001): "Vertical relationships for the European railway industry", *Transport Policy* 8(2), págs. 77- 83.
- Cantos, P. Pastor, J.M. y. Serrano, L (2000): "Efficiency measures and output specification: The case of European railways", *Journal of Transportation and Statistics*, vol. 3 (3), págs. 61- 68.
- Cantos, P. Pastor, J.M. y. Serrano, L. (2010): "Vertical and horizontal separation in the European Railway Sector and its effects on Productivity", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 44(2), págs.139 - 160.
- Caride, M.J. y González, J.M, (2003): Análisis coste-beneficio de la conexión Galicia-Madrid con un servicio ferroviario de Alta Velocidad, Comunicación presentada en el X Encuentro de Economía Pública, Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife
- Casas, F.R. y Choi, E.K. (1985): "Some paradoxes of transport costs in international trade", *Southern Economic Journal*, Vol. 51, págs. 983- 997.
- Casas, F.R. y Choi, E.K. (1990): "Transport innovation and welfare under variable returns to scale", *International Economic Journal*, Korean International Economic Association, vol. 4 (1), págs. 45 - 57, April.
- CE Delft (2009): External Costs of Transport in Europe, *Transport & Environment*, Infrac, Fraunhofer ISI, Commissioned by UIC.

- Charnes, A. Cooper, W. y Rhodes, E. (1978): "Measuring the efficiency of decision-making units", *European Journal of Operational Research* Volume 2, Issue 6, November, págs. 429 – 444.
- Charnes, A. Cooper, W. y Rhodes, E. (1981): "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", *Management Science*, 27(6), págs. 668 - 697.
- Cheung, Y.H.F. (1990): Influencing Modal Split in Freight Transport, Proceedings of the 18<sup>th</sup> PTRC Summer Annual Meeting en la Universidad de Sussex, Seminar Current Issues in European Transport.
- Christensen, L. Jorgenson, D. y Lau, L. (1973): "Trascendental Logarithmic Production Frontiers", *The Review of Economics and Statistics*, 55, February, págs. 28 - 45.
- Christopoulos, D. Loizides, J. y Tsionas, E. (2000): "Measuring input specific technical inefficiency in European railways, A pannel data approach". *International Journal of Transport Economics* Vol. 27.2000, 2, págs. 147-171.
- Coelli, T. (1996): A Guide to FRONTIER Versión 4.1: A Computer Program for the Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. CEPA Working Paper 96/07, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Armidale. Página Web: [www.une.edu.au/econometrics/frontier.html](http://www.une.edu.au/econometrics/frontier.html)
- Coelli, T. Prasada Rao, D.S. y Battese, G.E. (1998): *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Coelli, T. y Perelman, S. (1999): "A comparison of parametric and non-parametric distance functions: with aplication of European railways", *European Journal of Operational Research*. Volume 117, Issue 2, 1 September 1999, págs. 326 – 339.
- Coelli, T. y Perelman, S. (2000): "Technical Efficiency of European Railways: A Distance Function Approach", *Applied Economics*, núm 32, págs. 1967-1976.

- Coelli, T. y Perelman, S. (2001). "Medición de la eficiencia técnica en contextos multiproducto", en Álvarez Pinilla, A. (coord), *La medición de la eficiencia y la productividad*, (págs. 113-135), Ediciones Pirámide, Madrid.
- Comisión Europea (2001): *Libro Blanco sobre la política europea de transporte para 2010: tiempo para decidir*. COM (2001) 370.
- Comisión Europea (2006): *HEATCO Deliverable 5. Proposal for Harmonised Guidelines*, Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, Sixth framework programme 2002-2006, Unión Europea. DG Energía y Transportes.
- Comisión Europea, (2008): *E.U. Energy and transport in figures. Statistical pocketbook 2007/2008*. Dirección General de Energía y Transporte
- Comisión Europea (2010): Estudio de las opciones regulatorias para la futura apertura del mercado de transporte ferroviario de pasajeros. Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible.
- Comisión Europea (2014): Cuarto informe de seguimiento de la evolución del mercado ferroviario. COM (2014) 353 final, 13.6.2014.
- CONSULTRANS (1993): "Estudio sobre los Costes de Mantenimiento de la Infraestructura Ferroviaria de RENFE", Ministerio de Obras Públicas y Transporte.
- Coto-Millán, P. (1995): "El transporte del Ferrocarril en España: comportamiento de las funciones de costes sectoriales (1964-1993)". *Estudios de Transportes y Comunicaciones*, nº. 67, págs. 53 - 66.
- Coto-Millán, P. e Inglada, V. (2004): "Social Benefit of Investment Projects: The Case for High-Speed Rail" (cap.23), en P. Coto-Millán (ed.), *Essays on Microeconomics and Industrial Organisation*, 2ª. Ed., Nueva York, Heidelberg, Springer.

- Cowie, J. (1999). "The technical efficiency of public and private ownership in the rail industry. The case of Swiss private railways", *Journal of Transport Economics Policy*, Volume 33, págs. 241 - 252.
- Cowie, J. y Riddington, G. (1996): Measuring the Efficiency of European Railways, *Applied Economics*, núm 28, págs. 1027 - 1035.
- Davidson, P. (2008): "The fundamentals of discrete choice", *Traffic Engineering and Control*, V. 49, n.9, págs. 324 - 328.
- Deaton, A. y Muellbauer, J. (1980): *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Debreu, G. (1951) "The Coefficient of Resource Utilization". *Econometrica*, núm. 19, págs. 273 - 292.
- De Janvry, A.C. (1972): "The Class of Generalized Power Production Functions", *American J. of Agricultural Economics*, 54(2), págs. 234 - 237.
- De Jorge-Moreno, J. y García, L. (1999): "Measuring of production efficiency in European railways", *European Business Review*, Vol. 99 Iss: 5, págs. 332 – 344.
- De Jorge-Moreno, J. y Suarez, C. (2003): "Has the efficiency of European railway companies been improved?", *European Business Review*, Vol. 15 No. 4, pp.213 - 220.
- De Rus, G. (2004): "Dos sugerencias para la política de infraestructuras: evaluación e incentivos", *Cuadernos de Información Económica*, nº 178, págs. 46 - 50.
- De Rus, G. e Inglada, V. (1993): "Análisis coste-beneficio del tren de alta velocidad en España", *Economía Aplicada*, nº 3, págs. 27 - 48.
- De Rus, G. e Inglada, V. (1997): "Cost-benefit analysis of the high-speed train in Spain", *The Annals of Regional Science*, 31, págs. 175 - 188.

- De Rus G. y Nombela G. (1997): "Privatisation of Urban Bus Services in Spain", *Journal of Transport Economics and Policy*, núm 31(1), págs. 115 - 129
- De Rus, G. y Nash, C. (1998): *Desarrollos Recientes en Economía del Transporte*, Ed. Civitas, Madrid.
- De Rus, G. Campos, J. y Nombela, G. (2003): *Economía del Transporte*, Ed. Antoni Bosch, Barcelona.
- De Rus, G. y Román, C. (2006): "Análisis económico de la línea de alta velocidad Madrid-Barcelona", *Revista de Economía Aplicada*, 14 (42), págs. 35 - 79.
- De Rus, G. y Nash, C.A. (2007): "In what circumstances is investment in HSR worthwhile?" *MPRA Paper 8044*, University Library of Munich, Germany
- De Rus, G. y Nombela, G. (2007): "Is Investment in High Speed Rail Socially Profitable?" *Journal of Transport Economics and Policy*, London School of Economics and University of Bath, vol. 41(1), págs. 3 - 23, January
- Dodgson, J. y González Savignat, M. (1994): "A cost-benefit analysis framework for Spanish railway services", Fundación FEDEA, documentos de trabajo 94 - 11, Madrid.
- Dodgson, J. y Rodríguez Álvarez, P. (1994): "Profitability of the different services of RENFE", Fundación FEDEA, documentos de trabajo 94 - 15, Madrid.
- Doyle, J.R. y Green, R.H. (1994): "Efficiency and cross-efficiency in DEA: derivations, meanings and uses", *Journal of the Operational Research Society*, 45(5), págs. 567 - 78.
- Drew, J. (2006): "Rail Freight: the benefits and costs of vertical separation and open access", Association for European Transport and contributors, Website European Transport Conference <http://www.etcproceedings.org>
- Drew, J. y Nash, C.A. (2011): "Vertical separation of railway infrastructure – does it always make sense?" Institute for Transport Studies, University of Leeds, Working Paper 594

- Driessen, G. Lijesen, M. y Mulder, M. (2006): The impact of competition on productive efficiency in European railways. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
- ETT (1998): Estudio del valor del tiempo basado en encuestas de preferencias declaradas en el corredor Madrid-Valencia. ETT, Madrid.
- European Commission (1997): Guide to cost-benefit analysis of major projects. In the context of EC regional policy. Directorate-General XVI.
- EUROSTAT (1997): Estadísticas de Transportes y Comunicaciones, 1993-1997.
- Fama, E. (1970): "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", *Journal of Finance*.
- Färe, R. (1975): "A Note on Ray-Homogeneous and Ray-Homothetic Production Functions", *Swedish J. of Economics*, 77, págs. 366 - 372.
- Farrell, M. (1957): "The measurement of productive efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120, part 3, págs. 253 - 281.
- Farrell, M. J. y Fieldhouse, M. (1962): "Estimating Efficient Productions Functions under Increasing Returns to Scale", *Journal of the Statistical Society*, 252 - 267.
- Farsi, M. Filippini, M. y Greene, W. (2005): "Efficiency measurement in network industries: application to the Swiss railway companies", *Journal of Regulatory Economics*, núm. 28 (1), págs. 69 - 90
- FitzRoy, F. y Smith, I. (1995): "The demand for rail transport in European countries", *Transport Policy*, Vol.2, Nº 3, págs. 153 - 158.
- Førsund, F. R. y Hjalmarsson, L. (1974): "On the Measurement of the Productive Efficiency", *Swedish Journal of Economics*, 141 - 154.
- Førsund, F. R. Hjalmarsson, L. y Meeusen, W. (1980): "On the estimation of deterministic and stochastic frontier production functions: A comparison", *Journal of Econometrics*, vol. 13(1), págs. 117 - 138.

- Fridstrom L. Ingebrigtsen S. Ifver J. Kulmala R. Thomsen L.K. (1992): "The contribution of exposure, weather, daylight and randomness to the variation in accident counts: a four-country analysis", *Institute of Transport Economics*, Working Paper 454/92, Noruega.
- Friebel, G. Ivaldi, M. y Vibes, C. (2003): Railway (De) Regulation. A European Efficiency Comparison, *Rail Transport*, IDEI Report # 3, Institut D'Economie Industrielle.
- Friebel, G. Ivaldi, M. y Vibes, C. (2010): "Railway (De) Regulation. A European Efficiency Comparison", *Economica* 77(305), págs. 77 - 91.
- Friedlander, S. (1980): "A derived demand function for freight transportation", *Review of Economic Statistical* 62.
- Friedrich, M. (2005): "Multi-day dynamic transit assignment". Proceedings of conference on schedule-based dynamic transit modelling (SBDTM). Ischia, Italia.
- Fuentes, E. (1987): *Hacienda Pública*, tomo I, cap. 3, Ed. R. García Blanco, Madrid.
- Fumitoshi, M. y Shoji, K. (2004): "Rail operation-infrastructure separation: the case of Kobe rapid transit railway", *Transport Policy*, 2004, vol. 11(3), págs. 251 - 263
- Fundación de los Ferrocarriles Españoles (2008): The Economics of EU Railways Reform. *Estrategias Ferroviarias Europeas*, documentos internacionales.
- García Alonso, L. Martín Bofarull, M. (2008): "Puertos, mercancías y multimodalidad", *Anuario de la movilidad 2007*. RACC Automóvil Club.
- García Álvarez, A. (2007): "Consumo de energía y emisiones del tren de alta velocidad en comparación con otros medios de transporte: la extensión de la red AVE mejora la sostenibilidad del transporte", *Anales de mecánica y electricidad* Vol. 84, Fasc. 5, págs. 26 - 34. Fundación de Ferrocarriles Españoles.

- Gathon, H.J. y Pestieau, P. (1995): "Decomposing Efficiency into its Managerial and its Regulatory Components: The Case of European Railways", *European Journal of Operational Research*, 12, págs. 500 - 507
- Ghorbani, A. Amirteimoori, A. y Dehghanzadeh, H. (2010): "A Comparison of DEA, DFA and SFA Methods using data from Caspian Cattle Feedlot Farms", *Journal of Applied Sciences*, 10 (14), págs. 1455 - 1460.
- Golany, B. y Roll, Y. (1989). "An Application Procedure for DEA". *Omega* Volume 17, Issue 3, 1989, págs. 237 – 250.
- González-Páramo, J. (1995): "Privatización y Eficiencia: ¿Es Irrelevante la Titularidad?", *Economistas*, 13(63), págs.. 32 - 43.
- González-Savignat, M. (2000): Preferencias declaradas con diseño de experimentos: una aplicación al tren de alta velocidad. Tesis Doctoral. Departamento de Fundamentos de Análisis Económico, Historia e Instituciones Económicas. Universidad de Vigo.
- Gonzalez-Savignat, M. (2004): "Competition in air transport. The case of the high speed train", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 38, págs. 77 - 108.
- González-Savignat, M. (2007): "Transporte de viajeros por ferrocarril y tren de alta velocidad", *Anuario de la movilidad 2007*, RACC Automóvil Club.
- González-Varas Ibáñez, S. (2001): *Los mercados de interés general: telecomunicaciones y postales, energéticos y de transportes*, Editorial Comares, Granada.
- Gravelle, H. y Rees, R. (1981): *Microeconomics*, Longman, Londres.
- Growitsch, C. y Wetzel, H. (2007): "Testing for economies of scope in European railways: an efficiency analysis", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol.43 (1), págs. 1 - 24.
- Grimm, C. y Winston, C. (2000): "Competition in the deregulated railroad industry: Sources, effects, and policy issues", *Deregulation of Network*



- Industries: What's Next?* págs. 41-71. Sam Peltzman and Clifford Winston editors, Brookings Institution, Washington DC.
- Guarnido Rueda, A. (2007): La desregulación y privatización de las empresas públicas. El caso de las telecomunicaciones en España. Tesis doctoral: Universidad de Almería D.L. Almería.
- Guevas Rodríguez, G. (coord.) (2008): *Gobierno corporativo de las empresas españolas privatizadas: La gestión de incentivos y el rendimiento organizativo*, Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, Madrid.
- Guirao, B. (2000): El cálculo del tráfico inducido como herramienta en la planificación de las infraestructuras de transporte. Aplicación a la puesta en servicio de las nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad en España. Tesis Doctoral. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Guirao, G. González, R.M. y Pérez, N.R. (1995): “Una aplicación de los modelos de elección discreta al transporte interinsular de pasajeros”, *Estudios de Economía Aplicada*, nº4, págs. 71 - 86.
- Hanke, Steve H. (1986): “La opción por la privatización: análisis”, *Perspectivas económicas*, núm. 55/1986, pág. 9.
- Harker, P.T. (1987): Predicting intercity freight flows, VNU Science Press. Utrecht, the Netherlands.
- Hernández Laos, E. (1985): *La productividad y el desarrollo industrial en México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Hilmola, O.-P. (2007): “European railway freight transportation and adaptation to demand decline: Efficiency and partial productivity analysis from period of 1980-2003”, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 56 Iss: 3, págs. 205 – 225.

- Hollingsworth, B. (1999): "Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications", Working Paper, Department of Epidemiology and Public Health, University of Newcastle, UK.
- IATA (2003): Air/Rail Intermodality Study, Air Transport Consultancy Services, Final Report.
- IBM Global Business Services y Kirchner C. (2008): "Summary of the study rail liberalisation index 2007", *Estrategias Ferroviarias Europeas* 31
- INFRAS/IWW (2000): External Costs of Transport. Study for the UIC. Report commissioned by UIC, Zurich-Karlsruhe-Paris.
- Inglada, V. (2003): Competencia intermodal, externalidades y determinación del equilibrio social en el mercado de transporte. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. UNED. Madrid
- Inglada, V. (2008): "Las Infraestructuras terrestres en España: presente y futuro", *Anuario de la movilidad 2007*, RACC Automovil Club.
- Inglada, V. y Coto-Millán, P. (2004): "Social Benefits of Investment Projects: the case for high speed rail". *Essays on Microeconomics and Industrial Organisation*, second edition. Ed. Pablo Coto-Millán. New York: Physica-Verlag.
- Instituto de Estudios del Transporte y las Comunicaciones (1994): El sector transporte. Análisis y propuestas para su liberalización en el marco del Mercado Único Europeo. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Series Monográficas.
- International Union of Railways (1998-2012): Railisa – Rail Information System and Analysis, UIC Statistics Database, International Union of Railways, Paris.
- Ivaldi, M. y McCullough, G. J. (2001): "Density and Integration Effects on Class I U.S. Freight Railroads," *Journal of Regulatory Economics*, vol. 19(2), págs 161 - 82.

- Ivaldi, M. y Vibes, C. (2005): "Intermodal and Intramodal Competition in Passenger Rail Transport," IDEI Working Papers 345, Institut d'Économie Industrielle (IDEI), Toulouse.
- IWW/NESTEAR (2009): Internalisation of External Costs of Transport: Impact on Rail. Institute for Economic Policy Research, Universität of Karlsruhe. Nouveaux Espaces de Transports, Applications de Recherche. Informe para la Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER). Final Report. Karlsruhe and Paris.
- Jiang, F. Johnson, P. y Calzada, C. (1999): "Freight demand characteristics and mode choice: An analysis of the results of modeling with disaggregate revealed data", *Journal of Transportation and Statistics* 2, nº 2, págs. 149 - 158.
- Jiménez de Cisneros, F. J. (1999): *Obra Pública e Iniciativa Privada*, Editorial Montecorvo, Madrid.
- Jiménez, F. (2008): "Nueva vida para las vías en desuso", *Revista del Ministerio de Fomento*, Núm. 579 (dic. 2008), págs. 42 - 45.
- Jiménez, M. y Rodríguez, A. (2008): "La liberalización, futuro de las mercancías", *Revista Vía Libre*, número 525, págs.12 - 21 diciembre 2008.
- Justin, F. (2009): *The Myth of the Rational Market*, Harper Business.
- Kennedy, J. y Smith, S.J. (2003): "Assessing the Efficient Cost of Sustaining Britain's Rail Network: Perspective Based on Zonal Comparison", *Judge Institute of Management*, DAE Working Paper Núm. 0317, University of Cambridge
- Kim, H. (1987): "Economies of Scale in Multi-product Firms: An Empirical Analysis", *Economica*, vol. 54, págs.185 - 206.
- Kirchner, C. (2002, 2004, 2007 y 2011): Summary of the study rail liberalisation index. Berlín: Universidad Humbolt.

- Kodde, D.A. y Palm, F.C. (1986): "Wald Criteria for Jointly Testing Equality and Inequality Restrictions", *Econometrica*, 54, págs. 1243 - 1248.
- Koopmans, T. C. (1951): "Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities", *Activity Analysis of Production and Allocation*, Cáp. 3, págs. 33 - 97, Ed. T. C. Koopmans, Wiley, Nueva York.
- Krugman, P. (1997): *Desarrollo, geografía y teoría económica*, Ed. Antoni Bosch, Barcelona.
- Krugman, P. (1999): "Networks and Increasing returns: a Cautionary Tale", <http://web.mit.edu/krugman/www#slate>
- Kumbhakar, S. C. Orea, L. Rodríguez-Álvarez, A. y Tsionas, E. G. (2007): "Do we estimate an input or an output distance function? An application of the mixture approach to European railways", *Journal of Productivity Analysis*, 27(2), págs. 87 - 100.
- Lalive, R. y Schmutzler, A. (2008): "Exploring the effects of competition for railway markets", *International Journal of Industrial Organization*, 26(2), págs.443 - 458.
- Leibenstein, H. (1966): "Allocative Efficiency vs. "X-Efficiency"", *American Economic Review*.
- Leontief, W. y Strout, A. (1963): "Multiregional input-output analysis", *Input-output economics*, 2ª edición, págs 129 - 161.
- Levinson, D. Mathieu, J.M. Gillen, D. y Kanafani, A. (1997): "The full cost of high speed rail: an engineering approach", *The Annals of Regional Science*, 31, págs. 189 - 215.
- Lindbeck, A. (1971): "The Political Economy of the New Left: An Outsider's View", Harper & Row, New York
- Loizides, J. y Tsionas, E.G. (2002): "Productivity growth in European railways:a new approach", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 36, Issue 7, August 2002, págs. 633 – 644.

- López Pita, A. (2000): “Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías”, *Revista de Obras Públicas* nº 3403, págs. 57 - 70.
- Malkiel, B. G. (2003): *The Efficient Market Hypothesis and Its Critics*. Princeton University.
- Mancebón, M. J. (1996): La evaluación de la eficiencia de los centros escolares públicos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Mancuso, P. y Reverberi P. (2003): “Operating costs and market organization in railway services. The case of Italy, 1980–1995”, *Transportation Research Part B: Methodological*, 2003, vol. 37, issue 1, págs 43 - 61
- Martín Mateo, R. (1988): *Liberalización de la Economía. Más Estado, menos Administración*, Editorial Trivium. Madrid.
- Martínez Cabrera, M. (2002): “Productividad y eficiencia en la gestión pública del transporte de ferrocarriles: Implicaciones de política económica”. Papeles de Trabajo, Instituto de Estudios Fiscales, Nº 28/02.
- Mas Ivars, M. y Cucarella, V. (2009): Series históricas de capital público en España y su distribución territorial (1900-2005), Fundación BBVA.
- Mc Ginnis, M. A. (1989): Comparative evaluation of freight transportation choice models, *Transportation Journal* 29(2), 36 – 46
- Meeusen, W. y van den Broeck, J. (1977): “Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error,” *International Economic Review*, 1977, 8, págs. 435 – 444.
- Merayo, J.M. (2007): Barreras Tarifarias en el Transporte de Mercancías por Ferrocarril. Tesina. Departamento de Infraestructura del Transporte y Territorio (ITT). Universidad Politécnica de Cataluña.
- Metra/Seis (1969): Estudio del mercado del transporte de mercancías en España, Madrid, Consejo Superior de Transportes Terrestres.

Ministerio de Fomento (2005): *Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte* (PEIT), Aprobado por el Consejo de Ministros de 15 de julio de 2005

Ministerio de Fomento (2008): *Estudio de Costes del Transporte de Mercancías por Carretera*.

Ministerio de Fomento (2009): *Plan para potenciar el Transporte de Mercancías por Ferrocarril*, enero, incluye el Informe del Ministerio de Fomento presentado al Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008.

Ministerio de Fomento (2012): *Plan de Infraestructuras, Transporte y Vivienda* (PITVI), Aprobado por el Consejo de Ministros en noviembre de 2013.

MOPT (1991): "Manual de Evaluación de Inversiones en Ferrocarril de Vía Ancha", Madrid.

MOPT (1992): "Transporte y medio ambiente". Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Págs. 145 - 163, Madrid.

MOPT (1992): "Recomendaciones para la evaluación económica. Coste-beneficio de estudios y proyectos de carretera", Mimeo. Dirección General de Infraestructura del Transporte Ferroviario del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.

Moreno Moreno, M.C. y de Pablos Escobar, L. (1992): "El Gasto Público en Transportes en España: Un Análisis de la Eficiencia de Ferrocarriles", *Hacienda Pública Española*, 120/121, 1-2, págs. 233 - 267.

Morillas Arcos, M. García Gutiérrez, I. y Gutiérrez Casas, G. (2004): "El transporte ferroviario de mercancías europeo: análisis de la situación actual y posturas frente a la liberalización del sector", VII Congreso de Ingeniería de Organización.

Munnell, A. H. (1992): "Policy Watch: Infrastructure Investment and Economic Growth", *The Journal of Economic Perspectives* 6 (4).

Nombela, G. (2005): "Infraestructuras del transporte y productividad", *Presupuesto y Gasto Público*, 39, págs. 191 - 215.

- Nombela, G. (2008): "La inversión pública en Infraestructuras Ferroviarias", *Papeles de Economía Española*, nº 118, págs. 157 - 174.
- Nordenlöv y Alexandersson (1999): *Standing in the Shadow of the Giants. Conditions for Entry and Survival of Small Businesses on the Deregulated Bus and Railway Markets in Sweden*, Sixth International Conference on Competition and Ownership in Land Passenger Transport, Cape Town, South Africa, 19-23 September 1999.
- Norman, M. y Stoker, B. (1991): *Data Envelopment Analysis. The Assessment of Performance*, John Wiley, Chichester.
- Observatorio del Ferrocarril en España (2007): *Informe 2007*, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, Madrid.
- Oum, T.H. (1979): "A cross sectional study of freight transport demand and rail-truck competition in Canada", *The Bell Journal of Economics* 10, nº 2, págs. 463 - 482.
- Oum, T.H. y Yu, C. (1994): "Economic efficiency of railways and implications for public policy", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 28, núm. 2, págs. 121 - 138.
- Oum, T.H. Waters, W. G. y Yong, J. (1992): "Concept of price elasticities of transport demand and recent empirical estimates", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 30, págs. 139 - 154.
- Pastor, J.T. (2000). "Global efficiency measures in DEA". II Oviedo Workshop. Mayo 2000.
- Pearce, D.W. y Nash C.A. (1981): *The Social Appraisal of Projects. A Text in Cost-Benefit Analysis*. Macmillan. Londres.
- Perelman, S. y Pestieau, P. (1988): "Technical Performance in public enterprises: a comparative study of Railways and Postal Services". *European Economic Review*, n.o. 2/3, vol. 32, Marzo.
- Pham, V. (2013): *The Liberalization of Rail Transport in the European Union*. Honors Thesis. Connecticut College.

- Pittman, R. (2004): "Chinese Railway Reform and Competition. Lessons from the Experience in Other Countries", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 38, núm.2, págs. 309 - 332.
- Pittman, R. (2007): "Make or buy on the Russian railway?", *Economic Change and Restructuring*, Vol. 40, núm.3, págs. 207 - 221.
- Preston, J. y Nash, C. (1994): European Railway Comparisons and the future of RENFE, Fundación FEDEA, documentos de trabajo 94-09, Madrid.
- Preston, J, Whelan, G. y Wardman, M. (1999): "An analysis of the potential for on-track competition in the British passenger rail industry", *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 33(1), págs. 77 - 94.
- Preston, J, Whelan, G. Nash, C. y Wardman, M. (2000): "The franchising of passenger rail services in Britain", *International Review of Applied Economics*, 14(1), págs. 99 - 112.
- Rallo, V. (2008): "Costes del transporte de mercancías por ferrocarril. Una primera aproximación para su estudio sistemático", *Documentos de explotación técnica y económica del transporte*, Monografía del Observatorio del Ferrocarril.
- Ramos Melero, R. (1999): "La privatización de los ferrocarriles en Gran Bretaña", *Economía Industrial* 328, págs. 53 y ss.
- Rey, M. B. y Barreiro F. (2008): *El papel de la políticas públicas en infraestructuras: implicaciones en las relaciones comerciales España-Europa a través de la Frontera Francesa*, Instituto de Estudios Fiscales Madrid.
- Rivera-Trujillo, C. (2004): Measuring the productivity and efficiency of railways: an international comparison. Tesis doctoral no publicada, Leeds.
- Román García, C. (2008): "Competencia intermodal en el corredor Madrid-Zaragoza-Barcelona ante la introducción del tren de alta velocidad", Estudios Económicos, *Economía de las Infraestructuras* 11-08, Fedea Madrid.



- Sakamoto, R. (2012): High speed railway productivity: how does organizational restructuring contribute to HSR productivity growth? (Disertación Doctoral, Massachusetts Institute of Technology).
- Salinas, F. J. (1995): La eficiencia en el sector público: su medición mediante la técnica envolvente de datos. Aplicación a la administración de justicia. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- Samuelson, P y Nordhaus, W. (2005): *Economía*, Mc.Graw Hill, Edición 18ª. Madrid.
- Shaoul, J. (2006): "The Cost of Operating Britain's Privatized Railways", *Public Money & Management*, 06/2006.
- Simola, M. y Szekely, B. (2009): "The liberalization process in Europe. Market entry barriers versus competition stimulation – cases of Germany and Hungary", *Publications of the Finnish Rail Administration A 20/2009*.
- Slack, B. y Vogt, A. (2007): "Challenges confronting new traction providers of rail freight in Germany", *Transport Policy*, 14(5), págs. 399 - 409.
- Smith, A.S.J. (2006): "Are Britain's railways costing too much? Perspectives based on TFP comparisons with British Rail 1963–2002", *Journal of Transport Economics and Policy*, 40 (1), págs. 1 - 44.
- Steer Davies Gleave (2004): "High speed rail: international comparisons", Commission for Integrated Transport, Final Report, Londres.
- Stern, N. (1991a): "The Determinants of Growth", *Economic Journal*, vol. 101 (404), enero, págs. 122 - 133.
- Stern, N. (1991b): "Public Policy and the Economics of Development", *European Economic Review*, vol. 35 (2-3), págs. 241 - 271.
- Thompson, L.S. (2003): "Changing railway structure and ownership: is anything working?" *Transport Reviews*, Vol. 23, No. 3, págs. 311 - 355.
- Transporte XXI (2007): *Anuario del transporte 2007*. Vizcaya: Transeditores S.A.

- Tretheway, M. Waters, W. y Fok, A. (1997): "The total factor productivity of the Canadian Railways, 1956 – 91", *Journal of Transport Economics and Policy*, 31, págs. 93 - 113
- Trillo, D. (2002): La función de distancia: un análisis de eficiencia en la universidad. Tesis Doctoral. Universidad Rey Juan Carlos.
- Tsionas, E. y Christopoulos, D. (1999): "Determinants of Technical Inefficiency in European Railways: Simultaneous Estimation of Firm-Specific and Time-Varying Inefficiency", *Konjunkturpolitik*, 45. Jg. H. 3, págs. 240 - 256.
- Universidad de Karlsruhe (2004): *Informe sobre costes externos del transporte*. INFRAS, Octubre, Kollegium am Schloss.
- Urgoiti, J. M. (1999): *Infraestructuras y Crecimiento Económico*, Fundación para el Análisis y los Estudios Sociales, Papeles de la Fundación, Madrid
- Uriel, E. y Aldás, J. (2005): *Análisis multivariante aplicado*, Paraninfo S.A., Madrid.
- Wetzel, H. (2008): "European Railway Deregulation: The Influence of Regulatory and Environmental Conditions on Efficiency", Working Paper Series in *Economics* nº 86. University of Lüneburg.
- Wilson Wesley, W. y Wilson William, W. (2001): "Deregulation, rate incentives, and efficiency in the railroad market", *Research in Transportation Economics*, vol. 6(1), págs. 1 - 24.
- Winston, C. (1981): "A disaggregate model of the demand for intercity freight transportation", *Econometrica* 49 nº 4, págs. 981 - 1006.
- Winston, C. (1983): "The demand for freight transportation: models and applications", *Transportation Research Part A* 17, nº 6, págs. 419 - 427.
- Wolf, C. (1979): "A theory of Nonmarket Failure", *Journal of Law and Economics*, vol. 22, nº1, págs. 107 - 39.

- Wolf, C. (1987): "Market and Non-market Failures: Comparison and Assessment", *Journal of Public Policy*, vol. 7, nº1, págs. 43 - 70.
- Wolf, C. (1988): *Markets or Governments: Choosing between imperfect alternatives*, MIT Cambridge, Massachusetts
- Yarad, A. J. (1990): "Un Nuevo Esquema de Regulación de Monopolios Naturales", *Estudios Públicos* 37, págs.165 - 226.
- Zellner, A. y Revankar, N. S. (1969): "Generalized Production Functions", *Review of Economic Studies*, 36, págs. 241 - 250.

## APÉNDICES DOCUMENTALES

### APÉNDICE DOCUMENTAL 1: ANÁLISIS JERÁRQUICO DE CONGLOMERADOS

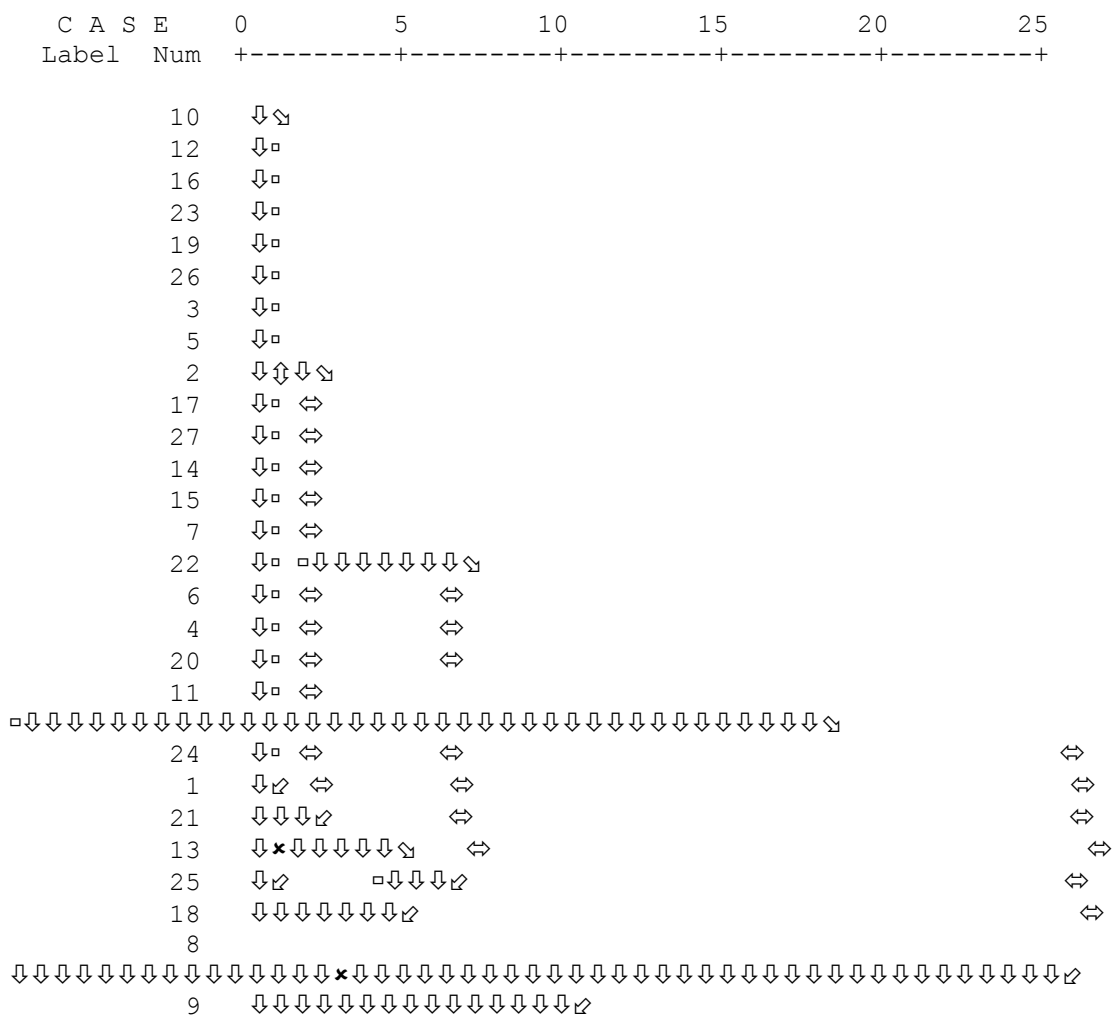
En este Apéndice Documental 1 se explican en detalle las herramientas empleadas en la aplicación de la técnica conglomerados jerárquicos a los datos de input y output de los sistemas ferroviarios sin transformación alguna.

Los elementos que se utilizan son:

1.- el *historial de conglomeración* que fundamentalmente detalla los grupos formados con cada iteración y la distancia a la que se encuentran cada uno de los sistemas que se introducen en uno de los conglomerados con cada iteración.

Etapa	Conglomerado que se combina		Coeficientes	Etapa en la que el conglomerado aparece por primera vez		Próxima etapa
	Conglomerado 1	Conglomerado 2		Conglomerado 2	Conglomerado 1	
1	10	12	496248,660	0	0	3
2	19	26	3814856,845	0	0	5
3	10	16	5959403,746	1	0	7
4	4	20	6625167,236	0	0	14
5	3	19	7843390,746	0	2	9
6	7	22	8266018,957	0	0	13
7	10	23	10089094,07	3	0	9
8	11	24	12304290,67	0	0	14
9	3	10	15556607,91	5	7	12
10	13	25	18173556,49	0	0	23
11	14	15	18263343,57	0	0	16
12	3	5	25882090,53	9	0	21
13	6	7	26816246,45	0	6	16
14	4	11	32543506,22	4	8	18
15	2	17	37933173,80	0	0	17
16	6	14	50878771,79	13	11	19
17	2	27	51629011,90	15	0	20
18	1	4	81301497,72	0	14	19
19	1	6	106401318,8	18	16	20
20	1	2	158656576,4	19	17	21
21	1	3	168945501,0	20	12	22
22	1	21	464099369,8	21	0	24
23	13	18	1399979828,	10	0	24
24	1	13	1931534013,	22	23	26
25	8	9	2695529895,	0	0	26
26	1	8	9188126388,	24	25	0

2.- el *dendograma*, en el que los conglomerados están representados mediante trazos horizontales y las iteraciones de fusión mediante trazos verticales. La separación entre las iteraciones de la fusión es proporcional a la distancia a la que se están fundiendo los elementos en esa etapa, por lo que fusiones de sistemas muy próximos pueden no ser apreciables y confundirse bajo un único trazo vertical, situación que no sucede en los casos estudiados. Este gráfico es de gran utilidad para evaluar la homogeneidad de los conglomerados y facilita la decisión sobre el número óptimo de conglomerados, razón de ser de la aplicación de esta técnica a nuestro supuesto.



3.- finalmente se presenta el *conglomerado de pertenencia*, en el que se hace un análisis de sensibilidad de cómo variarían los conglomerados en el caso de tomar como óptimo un número de ellos u otro, siempre igual o superior a dos. Su utilidad radica además en la facilidad para comprobar las eventuales variaciones en las composiciones de cada conglomerado en función del número de conglomerados por el que se opte.

Caso	4 conglomerados	3 conglomerados	2 conglomerados
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	2	2	2
9	3	3	2
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	4	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	4	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	4	1	1
26	1	1	1
27	1	1	1

A la vista de los tres instrumentos presentados, la conclusión parece clara. En el caso de adoptarse sólo dos conglomerados, existiría uno de ellos con 25 sistemas ferroviarios y otro con sólo dos (Francia caso etiquetado con el número 8 y Alemania caso 9), pero incluso optando por tres conglomerados, el

conglomerado del conjunto de los 25 sistemas ferroviarios se mantendría y se formarían otro dos conglomerados con un único sistema ferroviario en cada uno de ellos, Francia y Alemania. Estos resultados dan muy buena cuenta de la homogeneidad que presentan los sistemas ferroviarios cuyas variables se estudian y que permite afirmar que su introducción conjunta en los diferentes modelos de cálculo de eficiencia no dará lugar a inconsistencias por no poder ser susceptibles de comparación.

En un mayor grado de detalle destacar como en el caso de optar por cuatro conglomerados, los conglomerados “unisistema” de Francia y Alemania se mantendrían y se formaría un nuevo conglomerado con sólo tres sistemas ferroviarios en el que se encontrarían los sistemas que operan en Italia (caso 13), en Polonia (caso 18) y en Reino Unido (caso 25). De tal forma que quedarían todavía otros 22 sistemas ferroviarios en un único conglomerado homogéneo.

Por otro lado, es destacable que la primera iteración que se realiza en el análisis de conglomerados jerárquico y por tanto la que fusiona en el primero de los conglomerados a los dos sistemas ferroviarios que presentan una menor distancia o diferencia de todos los sistemas considerados, es la que fusiona los sistemas de Grecia (caso 10) y de Irlanda (caso 12) con un coeficiente de distancia casi 10 veces inferior al de la segunda iteración. En concreto el cuadrado de su distancia euclídea es de 496248,660,

Por tanto, como conclusión, antes de proceder a realizar el estudio de eficiencias era necesario contrastar la homogeneidad del grupo sobre el que se va a trabajar en el análisis de eficiencia. A la vista de los resultados obtenidos por el análisis de conglomerados jerárquico se puede afirmar que no existe riesgo de introducir en los modelos cuantitativos de eficiencia los veintisiete sistemas ferroviarios considerados, que por las características que presentan en las variables estudiadas pudieran no ser susceptibles de ser comparados.

**APÉNDICE DOCUMENTAL 2: TRABAJOS SOBRE EFICIENCIA FERROVIARIA**

En este Apéndice Documental se exponen a modo de *survey* en primer lugar los principales trabajos recientes que contienen ejercicios empíricos sobre medición y cálculo de eficiencia.

Tras lo anterior, se recopilan los principales estudios donde se han aplicado técnicas de coste-beneficio en sentido amplio (todos ellos en el ámbito del transporte de pasajeros) y estudios de análisis de demanda en el ámbito del transporte ferroviario de mercancías.

Todos estos cuadros son elaboración propia a partir de los datos extraídos de la lectura de cada uno de los artículos.



## EJERCICIOS EMPÍRICOS SOBRE MEDICIÓN DE EFICIENCIA

<b>(AÑO) AUTOR TÍTULO</b>	<b>DATOS, FUENTES, VARIABLES UTILIZADAS</b>	<b>MODELO - FORMA FUNCIONAL</b>	<b>RESULTADOS</b>
(1994) Oum, T. y Yu, C.  <i>Economic efficiency of railways and implications for public policy.</i>	Muestra de 19 compañías de países OCDE para el periodo 1978-1989. <i>Output</i> puesto a disposición (tren-km) y generado (pax-km, T-km). <i>Input</i> : trabajadores, consumo energía, material rodante, vías e infraestruc. (inventario permanente)	Modelo DEA, cálculo de una frontera de producción no paramétrica, mediante el involucramiento de datos <i>input output</i> observados para cálculo de índice general de eficiencia. Regresión Tobit para identificar los efectos de los subsidios públicos y del grado de autonomía de gestión respecto a la autoridad regulatoria.	Los sistemas ferroviarios con alta dependencia de subsidios públicos son menos eficiente que sus comparables menos dependientes. Sistemas con mayor autonomía presentan mayor eficiencia. Comparación implica marcos iguales.
(1995) Gathon, H. J. y Pestieau, P.  <i>Decomposing efficiency into its managerial and its regulatory components</i>	Datos de 19 compañías europeas 1961-1988. <i>Output</i> : suma de pax Tn-km + freight Tn-km. <i>Input</i> : número de empleados, número material rodante, km de ruta	Descomposición eficiencia componentes gestión-regulación. Análisis de frontera estocástica en dos etapas: 1.- estimación de función de producción translog añadiendo el tiempo como un input más 2.- residuos son corregidos.	Los dos componentes obtenidos cambian en relación con los indicadores de eficiencia bruta iniciales. British Rail como segunda en ranking de cada componente
(1996) Cowie, J. y Riddington, G..  <i>Measuring the efficiency of European railways</i>	<i>Output</i> : pax tren-km, índice de provisión de servicios. <i>Input</i> : número de empleados, capital (medida financiera)	DEA y mínimos cuadrados corregidos (MCC) y otras dos aproximaciones originales Comparación de sus resultados con los de otros estudios.	Una medida precisa de la eficiencia no es posible. Estas metodologías deben considerarse índices aproximados de desempeño.
(1997) Tretheway, M., Waters, W. y Fok, A.  <i>The Total Factor Productivity of the Canadian Railways</i>	Datos de dos operadoras canadienses entre 1956-1991 (CN y CP). <i>Output</i> : pax-km; T-km. <i>Input</i> : energía, trabajo, infraestructura, equipo, orografía y materiales.	Cálculo del índice de productividad simple y del Factor Total de Productividad (FTP). Regresión del índice FTP sobre varios factores, con el fin de descomponer las fuentes de ganancia de productividad.	El crecimiento del FTP se explica por un incremento en los volúmenes transportados y los trayectos medios sólo en mercancías. En pax mayores trayectos, supone menor productividad
(1997) De Rus, G. y Nombela G.  <i>Privatisation of Urban Bus Services in Spain</i>	Datos obtenidos mediante encuesta, 33 empresas de autobús públicas y privadas sobre costes y niveles de servicio desde 1992.	Datos de sección cruzada en muestra pequeña: Frontera de eficiencia a través de función de coste relativa (producción). Función translog 3 factores, estimación método máxim verosimilitud	Empresas públicas con coste 15,1% superior. Rendimientos a escala constantes. Incremento de bienestar ante hipotética privatización 8-23%.

<p>(1999) Cowie, J. <i>The technical efficiency of public and private ownership in the rail industry. The case of Swiss private railways</i></p>	<p>Datos de 57 operadoras suizas, la mayoría de pasajeros, con redes inferiores a 100 km, 43 públicas y 14 privadas. Oficina estadística SUI <i>Output:</i> tren-km, <i>Input:</i> trabajo, mater. rodante, orografía pendiente</p>	<p>Análisis DEA aplicado a cada grupo, operadoras privadas y públicas. La eficiencia técnica se descompone en eficiencia organizativa y eficiencia directiva.</p>	<p>La gestión empresarial aparece muy eficiente en las privadas (95%). Probable comportamiento menos eficiente en las públicas debido a un entorno más restrictivo.</p>
<p>(1999) Tsionas, E. y Christopoulos, D. <i>Determinants of technical inefficiency in European Railways...</i></p>	<p>Sistemas ferroviarios europeos entre 1969 y 1992. <i>Output:</i> suma de pax-km + Tn-km <i>Input:</i> empleados, energía, capital (medida financiera)</p>	<p>Estimación de la ineficiencia técnica específica de la compañía y de su variación temporal. Función de producción translog, añadiendo variables en un intento de controlar los efectos exógenos.</p>	<p>Las ineficiencias se atribuyen a cargas altas y longitud de trayecto. Las eficiencias provienen de electrificación, longitud de la carga y nivel de ocupación de pasajeros.</p>
<p>(1999) Coelli, T. y Perelman, S. <i>A comparison of parametric and non-parametric distance functions: with application of European railways</i></p>	<p>Datos de 17 compañías europeas entre 1988-1993. <i>Output:</i> pax-km, Tn-km <i>Input:</i> trabajadores, capacidad material rodante y kilómetros de ruta.</p>	<p>Funciones de distancia input-output, primera vez que se utilizan, permite tecnologías de múltiples inputs y outputs sin los requisitos para la agregación. 3 métodos: frontera paramétrica utilizando programación lineal (PL), DEA y mínimos cuadrados corregidos (MCC).</p>	<p>MCC proporciona un buen ajuste rechazando la hipótesis de rendimientos de escala constantes. Fuerte correlación entre los dos métodos paramétricos y significativa entre ellos y DEA. Gran Bretaña y Holanda, sistemas más eficientes</p>
<p>(1999) de Jorge-Moreno, J. y García L. <i>Measuring of production efficiency in EUR railway</i></p>	<p>Datos de 21 compañías entre 1984 1995. Fuente UIC. <i>Output:</i> pax, ton, pax-km, ton-km. <i>Input:</i> empleados, red, vagones.</p>	<p>Análisis de eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Orientación a inputs. Fronteras no paramétricas Niveles de eficiencia respecto a los mejores resultados observados de la muestra.</p>	<p>Parte importante de eficiencia técnica por ineficiencias de escala (error elección de tamaño). Compañías menores mejor resultado</p>
<p>(2000) Coelli, T. y Perelman, S. <i>Technical efficiency of European railways: a distance function approach</i></p>	<p>Datos de 17 compañías europeas entre 1988-1993. <i>Output:</i> pax-km, Tn-km <i>Input:</i> trabajadores, capacidad material rodante y kilómetros de ruta.</p>	<p>Cálculo de 9 funciones de distancia, las funciones de input, output y de rendimientos constantes a escala estimadas cada una con 3 métodos: PL, MCC y DEA.</p>	<p>Los tres métodos utilizados arrojan una información similar acerca del desempeño relativo de las 17 compañías estudiadas. El método más recomendable es MCC. La media de predicciones es la mejor</p>

<p>(2000) Christopoulos, D Loizides, J. Tsionas, E. <i>Measuring input specific technical inefficiency in EUR railways...</i></p>	<p>Operadores ferroviarios europeos entre 1969 y 1992. <i>Output:</i> Total tren-km, <i>Input:</i> coste total, incluye costes de capital (depreciación coste histo + interés)</p>	<p>Estimaciones de ineficiencias técnicas para cada input por país durante el tiempo. La especificación <i>Input-Specific-Technical-Efficiency</i> es mejor a <i>Overall</i>. Indicadores específicos para los menos eficientes usando distribuciones beta.</p>	<p>Francia, Gran Bretaña, Holanda y Alemania con indicadores por encima del 96% son más eficientes. Electrificación y distancia media de trayecto siempre tienen efecto positiv</p>
<p>(2000) Cantos, P. Pastor, J.M. Serrano, L. <i>Efficiency Measures and Output Specification: The case of European Railways</i></p>	<p>Muestra 17 compañías ferroviarias europeas. Datos obtenidos de memoria UIC para el periodo 1970-1995. <i>Output</i> para compañías con alto control estatal sobre precios y frecuencias (tren-km para pax y mercancías), para compañías con bajo nivel (pax-km; Tn-km). <i>Input:</i> trabajadores, consumo energía y materiales, locomotoras, vagones (pax y mercancías) y km de vía</p>	<p>Modelo DEA, no paramétrico para estimar la eficiencia técnica. Cálculo de frontera de producción por técnicas de optimización matemática.</p>	<p>Los indicadores de ineficiencia medidos para los dos tipos de output no son estadísticamente iguales. Los indicadores "tren-km" penalizan las compañías con altos índices de carga. Si se introduce una medida corregida por el efecto del factor de carga en el indicador "tren km" la hipótesis de que ambos indicadores son estadísticamente iguales no puede ser rechazada.</p>
<p>(2001) Cantos, P. <i>Vertical relationships for the European railway industry</i></p>	<p>Muestra 12 compañías ferroviarias europeas, monopolios públicos durante período de estudio. Datos UIC 1973-1990. <i>Output:</i> tren-km para pax y mercancías. <i>Input:</i> infraestructura, km de vía, costes operativos (trabajo, energía y materiales). OCDE: PPP</p>	<p>Función de costes translogarítmica, incluyendo la naturaleza multiproducto del servicio ferroviario y una medida del valor neto de la infraestructura (vías e instalaciones fijas), que se introduce en el modelo como input cuasifijo. Estimador de máxima verosimilitud.</p>	<p>Muchas compañías presentan deseconomías de escala y todas economías de densidad. Los costes por tren-km son en general mayores en el caso de las mercancías. Los costes derivados del transporte de mercancías y la infraestructura son complementarios; los de pasajeros e infraestructura son sustitutivos.</p>
<p>(2001) Wilson Wesley, W. y Wilson William, W. <i>Deregulation, rate incentives, and efficiency in the railroad market.</i></p>	<p>Transporte de 5 tipos de mercancías (que suponen el 90% de los movimientos de mercancía agrícola) entre 1972-1995. Endógenas: precio, productividad agregados por Ton-mill. Explicativas: demanda, costes, precios, regulación, long. red, carga media.</p>	<p>Especificación doble-log en las variables continuas. Los 5 tipos de mercancías son: cebada, maíz, sorgo, trigo y habas de soja.</p>	<p>El efecto de una desregulación parcial del transporte considerado sobre productividad y precios se disipa con el paso del tiempo. Otros efectos: externalidades, economías densidad, caída de millas operadas y de los precios reales (caída media del 52%).</p>

<p>(2001) Coelli, T. y Perelman, S.</p> <p><i>Medición de la eficiencia técnica en contextos multiproducto. Aplicación a las compañías ferroviarias europeas</i></p>	<p>Datos 17 compañías ferroviarias europeas.</p> <p>Fuente: UIC (1988-1993) International Railway Statistics. Statistics of Individual Railways, París.</p> <p><i>Inputs:</i> media anual trabajadores, capacidad carga material rodante, longitud líneas en funcionamiento.</p> <p><i>Outputs:</i> pax-km, Tn-km</p>	<p>6 funciones de distancia: 4 translog y 2 Cobb-Douglas, por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos (MCOG).</p> <p>La función de costes translogarítmica, permite superar la restricción de la función de costes Cobb Douglas en la que las elasticidades de sustitución entre los factores son unitarias o constantes</p> <p>Datos normalizados por su media geométrica (permite interpretación de coeficientes como elasticidades).</p>	<p>La forma funcional translog se ajusta mejor a los datos que una Cobb-Douglas, es más flexible.</p> <p>Resultan rendimientos a escala crecientes.</p> <p>Si las empresas maximizan ingresos, el valor de un pax-km es más de 2 veces el valor de una Tn-km de carga.</p> <p>Países Bajos es el más eficiente en todos los modelos.</p>
<p>(2001) Ivaldi, M. McCullough, G.J.</p> <p><i>Density and Integration Effects on Class I US Freight Railroads</i></p>	<p>Datos para 25 compañías integradas que operaron transporte ferroviario de mercancías en US entre 1978-1997. Fuente: Association of American Railroads.</p> <p><i>Outputs:</i> trenes-milla, uds físicas</p> <p><i>Inputs:</i> precios diesel, trabajo, materiales, equipo. Tecnológicas</p>	<p>Función de coste translog multioutput (MTL), incluyendo outputs operativos (trenes-milla por tipo de mercancía) y outputs mant infraestructura (elementos reemplazados). Variables tecnológicas: longitud media de trayecto y millas de infraestructura viaria en operación. 12 variables en total. Regresión Aparentemente no Relacionada (SUR). Estimador de Zellner.</p>	<p>Fuertes costes complement. entre outputs operat.; poco entre general y mantenimiento; anti complementarios entre contenedores-intermodal y mantenimiento. Acceso competitivo y regulación administrativa en la red son medios complementarios. Economías densidad individuales.</p>
<p>(2002) Loizides, J; Tsionas, E.G.</p> <p><i>Productivity growth in European railways:a new approach</i></p>	<p>Datos de 10 países europeos para el periodo 1969-1992.</p> <p>Fuente: UIC</p> <p><i>Output:</i> pax-km, T-km.</p> <p><i>Input:</i> costes operativos, stock de capital (medida financiera)</p>	<p>Función de coste a partir de datos de panel que permite heterogeneidad de coeficientes técnicos en los diferentes países.</p> <p>Aproximación SUR.</p>	<p>El Índice de cambio técnico sólo es mayor que la unidad para Alemania y Reino Unido</p>
<p>(2002) Affuso, L.; Angeriz A.; Pollitt, M. G.</p> <p><i>Measuring the efficiency of Britain's Privatised Train Operating Companies</i></p>	<p>Datos panel anuales 25 operadoras ferroviarias, 1996-2000. Pasajeros British Railways y otras fuentes.</p> <p><i>Inputs:</i> número trabajadores, costes laborales, otros costes (no infraestructura), material rodante</p> <p><i>Outputs:</i> Tren-km, Pax-Km, índice puntualidad, índice seguridad.</p>	<p>Análisis mediante una técnica no paramétrica DEA y otra paramétrica, funciones de distancia input-output estimadas por Mínimos Cuadrados Corregidos Ordinarios, para el cálculo de índices de eficiencia.</p> <p>Software: para índices de eficiencia técnica: EMS (efficiency Measurement System), DEAP, para regresiones y tests estadísticos STATA 7.0</p>	<p>El resultado mínimo de eficiencia se ha ido incrementando pero la dispersión es constante, debido a la red operada capacidad edad y disponibilidad de material rodante. La alta eficiencia no está correlacionada con una menor seguridad y sólo ligeramente con menor puntualidad.</p>

<p>(2002) Martínez Cabrera, M.</p> <p><i>Productividad y eficiencia en la gestión pública del transporte por ferrocarril: implicaciones de política económica</i></p>	<p>Datos para 19 compañías ferroviarias de 19 países diferentes en el periodo 1993-1997. Fuentes: Banco Mundial, UIC, Eurostat</p> <p><i>Inputs:</i> trabajadores medios anuales, longitud de la línea, número de locomotoras</p> <p><i>Outputs:</i> pax-km, Tn-km</p>	<p>Función de distancia mediante una frontera de producción por métodos de programación lineal, optimización matemática (DEA). Enfoque frontera no paramétrico.</p> <p>Cálculo de los índices de productividad de Malmquist 2 componentes: cambio tecnológico y eficiencia técnica (formada por eficiencia técnica pura y eficiencia de escala).</p>	<p>Índices de Malmquist para cada país: eficiencia técnica pura (disminuye), eficiencia de escala (igual) y cambio tecnológico (incremento). Dado que DEA no permite conocer la bondad de los resultados, análisis de sensibilidad, 2ª función producción (excluyendo locomotoras) genera resultados similares</p>
<p>(2003) de Jorge-Moreno, J. y Suárez, C.</p> <p><i>Has the efficiency of European railway companies been improved?</i></p>	<p>Datos de UIC para 19 compañías europeas durante el periodo 1965-1998.</p> <p><i>Outputs:</i> pax y T. <i>Inputs:</i> mano de obra, longitud línea, porcentaje vía electrificada, porcentaje vía doble (tecnología)</p>	<p>Datos de Panel. Dos especificaciones: Función de requerimiento de factores y función cuadrática. Estimador de mínimos cuadrados generalizados (MCG), no hay correlación entre los efectos individuales inobservables y los regresores (variables explicativas observables).</p>	<p>Medias indicador de eficiencia están entre 0,6 (requerimiento) 0,4 (cuadrática) Aumento productividad 1,8% anual. Gran dispersión en resultados (cuadrática). Compañías más grandes las más eficientes.</p>
<p>(2003) Mancuso, P. y Reverberi P.</p> <p><i>Operating costs and market organization in railway services. The case of Italy, 1980-1995</i></p>	<p>Datos de Ferrovie dello Stato (FS), 64 observaciones para el periodo 1980-1995.</p> <p><i>Outputs:</i> pax-km y T-km. <i>Inputs:</i> precios de trabajo, equipo y fuel; cambio tecnológico.</p>	<p>Estimación de una función de coste variable de corto plazo de tipo translog (transcendental logarithmic) por Máxima Verosimilitud y Mínimos Cuadrados en tres etapas. Regresión Aparentemente no Relacionada</p>	<p>FS tiene una capacidad de sustitución limitada entre inputs. El peso del factor trabajo alta, 70%. Opera con deseconomías de densidad. El mercado permite dos operadores especializados.</p>
<p>(2004) Fumitoshi, M. y Shoji, K.</p> <p><i>Rail operation-infrastructure separation: the case of Kobe rapid transit railway</i></p>	<p>Observaciones de 76 compañías privadas japonesas en 1995 (sistema verticalmente integrado) (Annual Rail Statistics, Mtry Trans)</p> <p><i>Inputs:</i> trabajo, materiales y reparaciones y equipamiento.</p> <p><i>Output:</i> tren-km anual</p> <p>Red: longitud, ratio subterráneo</p>	<p>Función translogarítmica de coste de la infraestructura dependiente del <i>output</i> y precios de los factores de <i>input</i>. El método de estimación es la Regresión Aparentemente no Relacionada (SUR)</p> <p>Estudio del coste de los sistemas ferroviarios verticalmente separados (SVS) e integrados (SI).</p>	<p>SVS tiene coste 5,6% mayor (estadíst. no significativo). Con densidad de tráfico alta este sistema no siempre presenta costes de infraestructura inferiores. Costes de construcción, material rodante y operativos pueden ser inferiores, pero hay costes de coordinación.</p>

<p>(2004) Kennedy, J. y Smith, A. <i>Assessing the efficient cost of sustaining Britain's rail network</i></p>	<p>84 observaciones, datos Railtrack. <i>Input:</i> costes de mantenimiento y renovación de vía, medidas de calidad (retrasos, roturas). <i>Output:</i> pax-tren km, T-km y km de vía.</p>	<p>Eficiencia de de infraestructura. Dos técnicas paramétricas: Mínimos Cuadrados Corregidos aplicados a función log-linear (determinista) y análisis de frontera estocástica aplicando estimadores de máxima verosimilitud. No difieren</p>	<p>Datos posteriores a privatización suponen reducciones de coste total (mantenimiento y renovaciones) real unitario del 6,8% anual. Posteriores a Hatfield incrementos del 38%.</p>
<p>(2005) Farsi, M.; Filippini, M.; Greene, W. <i>Efficiency measurement in network industries: application to the Swiss railway companies</i></p>	<p>605 observaciones (50 compañías entre 1985 - 1997) Oficina Federal Estadística Suiza. <i>Input:</i> trabajo, capital (número asientos) y energía <i>Output:</i> pax-km, T-km. Longitud de red como característica del output</p>	<p>Estimación de función de coste total a partir de una forma Cobb-Douglas (log linear). Desarrollo de modelos de frontera de coste alternativos aplicados a los datos de panel.  Alta correlación entre tren-km y pax-km</p>	<p>Costes variables sustancialmente menores en transporte mercancías. Existencia de economías de escala y de densidad (mayores). El regulador puede predecir coste-eficiencia de compañías con rangos aceptables</p>
<p>(2005) Nombela, G. <i>Infraestructuras de transporte y productividad</i></p>	<p>Series stock capital IVIE, Industry Labour Productivity Database. Tres factores: capital, empleo y stock capital público. 1976-2002.</p>	<p>Función de producción Cobb-Douglas a nivel nacional, autonómico y provincial; por ramas de actividad. 2ª etapa: ecuaciones que relacionan productividad trabajo e inversión infraestructuras.</p>	<p>Elasticidad PIB respecto al stock de capital de infraestructuras= 0,15. Productividad trabajo a los retardos de inversión infraestructuras= 0,06</p>
<p>(2006) Smith, A. S. J. <i>Are Britain's Railways Costing Too Much?</i></p>	<p>British Rail and Railtrack Annual Reports, OCDE (energía) Adopta medidas de <i>input</i> basadas en coste y no en unidades físicas. Costes operativos, capital, actividad anual de renovación de la vía, calidad, seguridad, Hatfield.</p>	<p>Estimación de una función de coste total, de tipo translog, utilizando el método de Ecuaciones de Regresión Aparentemente no Relacionada (SURE), Zellner (1962). Completado con análisis de medidas de coste individuales e índices de Tornqvist para el cálculo de la Productividad Total de los Factores (TFP).</p>	<p>La variable dummy Hatfield arroja un deterioro de productividad entre 25 28%. Incremento de coste 42% se ha dirigido principalmente a mejoras de seguridad superiores a beneficios no se han traducido en mejora relativa de la calidad y/o seguridad del servicio</p>
<p>(2007) Guarnido Rueda, A. <i>La desregulación y privatización de las empresas públicas. El caso de las telecomunicaciones en España</i></p>	<p>Análisis de evolución (1996-2004) de las operadoras del mercado español de telecomunicaciones. Datos de panel. <i>Inputs:</i> inversión (K) y número de empleados anuales; <i>Output:</i> ingresos de explotación; <i>Variables ambientales:</i> cuota de mercado, propiedad y regulación (variable dummy: 1 para años en que el operador este privatizado y no haya liberalización y 0 para el resto de los casos).</p>	<p>Métodos no paramétricos: 2 procedimientos de fronteras de producción basados en programación lineal (método DEA para el análisis de la productividad o eficiencia relativa e índices de Malmquist para análisis dinámico, aproximación de la PTF) orientados sólo a inputs. Se estima un MCG en el que la variable dependiente son los índices de eficiencia anteriores y las explicativas las variables ambientales: D cuota y privatización sin liberalización, a efectos de comprobar la correlación entre dinamismo productivo y privatización-liberalización (Prevpriv)</p>	<p>Todos los operadores, principalmente los pequeños han aumentados su nivel de productividad, por mejora en la eficiencia técnica (en su variante de escala de producción).  La variable Prevpriv está negativa y significativamente correlacionada con la eficiencia del mercado.</p>

(2007) Hilmola, O.-P., <i>European railway freight transportation and adaptation to demand decline: Efficiency and partial productivity analysis from period of 1980-2003</i>	Análisis diferentes países europeos durante entre 1980-2003. Datos: Banco Mundial y UIC. Transporte mercancías ferrocarril muestra grandes diferencias en términos de eficiencia entre países europeos. <i>Inputs</i> : número vagones, km vía, locomotoras, trabajadores. <i>Outputs</i> : Ton y Ton-km	Modelo DEA: apropiado para administraciones públicas, no paramétrico, modelo de regresión, adecuado para múltiples input, output. Utiliza para su cálculo Programación Lineal. Asume rendimientos constantes de escala. Análisis de productividad parcial, que permite señalar que las mejoras de productividad de los factores, material rodante tractor e infraestructura deben ser prioritarias.	Los países que mostraban los más altos niveles de eficiencia en los 80 han experimentado un colapso en los 90. Actualmente los países más eficientes son los bálticos (Estonia y Letonia). De no ser incluidos en el análisis, las únicas mejoras de productividad en Europa vendrían de vagones y mano de obra.
(2007) Kumbhakar, S. C. et al. <i>Do will estimate an input or an output distance function? An application of the mixture approach to European railways</i>	Datos Panel 17 países europeos entre 1971 y 1994. Fuente UIC. <i>Inputs</i> : energía, mano de obra y material rodante. <i>Outputs</i> : Pax-Km y Ton-Km. Probabilidad de orientación: PIB per cápita, dummies temporales y de AV.	Modelo Paramétrico Mixto de Clase Latente (LCM) que permite capturar en una función países a los que aplica preferiblemente una función de producción orientada a <i>Inputs</i> (minimización costes) y a los que aplica una orientada a <i>Outputs</i> (maximización ingresos). Variables divididas por medias geométricas.	Rendimientos a escala ligeramente crecientes. Países con AV orientados a Output. Regresión técnica en los años 70, ratios positivos a finales de los 80 y principios de los 90. Las estimaciones de crecimiento de productividad sensibles a orientación
(2008) Aivelu, G. <i>Analysis of productivity trends on Indian railways</i>	Datos para Indian Railways entre 1981-2003. Fuente: Annual Statistical Statements. <i>Inputs</i> : trabajo, tracción (TEC) y capital (MIP). <i>Outputs</i> : Pax-Km y Ton-Km	Estimación de Productividades Parciales de los inputs (PP) y del Factor Total de Productividad (FTP), output agregado producido por unidad de input agregado. Índice productividad <i>DIVISIA</i> (suma ratios ponderados).	Componentes FTP>0: 1) incremento componente tecnológico 1,2% anual; 2) rendimientos de escala crecientes (0,040), 3) precios por debajo del coste marginal, subsidios. Otros <0.
(2009) Asmild, M. Holvad, T. Hougaard, J.L. y Kronborg, D. <i>Railway reforms: do they influence operating efficiency.</i>	Datos de 23 países europeos entre 1995-2001. 156 obs Fuente: NERA. <i>Outputs</i> : Pax-Km, Ton-Km. <i>Inputs</i> discretos: Coste plantilla, otros costes operativos. Input no discrecional longitud red. Dummies para estructura organizativa.	Análisis de eficiencia multidireccional (MEA), método no paramétrico para medir cambios en los niveles de ineficiencia individualmente y para cada factor de producción separadamente. Segunda fase: MANOVA y regresiones TOBIT, para testar si hay diferencias significativas en niveles eficiencia después reformas organizativa	Efecto significativamente fuerte de la separación contable sobre los costes material, mano de obra. GB presenta baja ineficiencia especialmente en mano de obra. Otros eficientes: SUI, HOL, CHE, EST y ESL. Todas las reformas reducen ineficiencia técnica

Fuente: elaboración propia

(AÑO) AUTOR	OBJETO DE ESTUDIO	TÉCNICA EMPLEADA	RESULTADOS
(1979) Oum, T. H.	Elaboración de modelo de demanda para estudio de elección modal transporte de mercancías ferroviario vs carretera en Canadá. Incluye: precio, distancia, tiempo.	Modelo Translog sobre datos sección cruzada para 8 cargas. Rendimientos constantes. Separabilidad variables.	La calidad tiene influencia modal significativa para cargas de alto valor donde carretera domina en trayectos cortos. Elasticidades cruzadas (-) 1950/55
(1992) Álvarez, O. y Herce, J. A.	Caracterización económica y estimaciones de algunos de los efectos más importantes derivados de la introducción de la línea de alta velocidad Madrid – Barcelona.	Variación compensadora del excedente del consumidor representando los precios por los Costes Generalizados.	Incremento del excedente del consumidor en el trayecto Madrid-Barcelona y en menor medida en el Madrid-Zaragoza y otros flujos. El empleo generado sería mayor (13.000 pers.) con una inversión viaria.
(1993) De Rus, G. e Inglada, V.	Evaluación económica desde el punto de vista social de la introducción de la línea de Alta Velocidad Madrid – Sevilla y sus ramificaciones.	Análisis Coste Generalizado –Beneficio social con y sin el proyecto evaluado.	La introducción de la línea AVE Madrid – Sevilla no estaba económicamente justificada en 1987 (VAN = - 282.396 mill. Pts de 1987; TIR: 0,52%).
(1994) Dodgson, J. y Savignat, M.	Desarrollo de un modelo marco aplicable a los análisis coste – beneficio para los diferentes servicios de ferrocarril en España, excluyendo el AVE.	Análisis coste – beneficio desde una perspectiva social	Déficit sociales (incluyendo externalidades y coste de infraestructura) para los servicios de larga distancia (- 4,44 pts/pax-km), regionales (-6,57 pts/pax-km) y mercancías (-2,98 pts/T-km)
(1995) Guirao, G. González, R. Pérez, N.	Análisis de elección individual modal de transporte, jet foil-avión en trayecto canario más importante, Gran Canaria-Tenerife, atendiendo variables explicativas socioeconómicas del individuo y atributos modales	Modelos de elección discreta logit y probit basados en la teoría de utilidad aleatoria, binomial. A partir de 5.280 observaciones de encuesta del MOPT	$U_{mag}$ coste viaje decrece al aumentar renta. $U_{mag}$ tiempo crece. Tiempo factor clave. Penalización por uso avión (585-875 pts). Estimación valor tiempo (coef. estimado tiempo / coef. estimado precio).
(1997) Levinson, D. y otros	Análisis ex ante de todos los costes privados y sociales a largo plazo de un hipotético corredor de Alta Velocidad entre Los Ángeles y San Francisco. Comparación con costes modos aéreo, viario (1,5 pax).	Análisis coste - eficiencia social. Modelo de Coste Generalizado Social. Estimación de la demanda a partir de modelo logit multinomial.	Los costes asociados al TAV son significativamente superiores 0,24\$, al servicio aéreo existente 0,13\$ y sólo ligeramente al coche privado 0,23\$. Ahorros de tiempo mínimos incluso sin paradas intermedias.
(1997) De Rus, G. e Inglada, V.	Evaluación económica ex post del trayecto de Alta Velocidad Madrid – Sevilla.	Análisis Coste Generalizado –Beneficio social, con datos obtenidos a partir de 1992.	La línea AVE Madrid – Sevilla arroja resultados de rentabilidad social negativa (VAN = - 258.329 mill. Pts de 1987), con tasa social de descuento del 6%.
(1999) Jiang, F., Johnson, P. y Calzada, C	Análisis de elección modal del transporte de mercancías entre transporte por cuenta propia ( <i>private road transportation</i> ) y contratado por cuenta ajena (ferrocarril, carretera y transporte combinado) atendiendo a diferentes circunstancias del servicio	Modelo logit anidado en dos niveles (1: cuenta propia/ajena, 2: modo dentro de cuenta ajena). 3.473 observaciones de encuesta a gran escala en Francia. Agregación por <i>market segmentation</i> .	Distancias inferiores a 300 km implican reparto entre transporte propio y ajeno. La máxima probabilidad para el ajeno desde los 700 km, para el ferrocarril en 1.300 km. Elasticidad positiva entre distancia y elección modal del ferrocarril (0,924).
(2003) Inglada, V.	Introducción de la línea AVE Madrid – Sevilla bajo la condición de un equilibrio social en el que las tarifas/precios de cada modo coinciden con el sumatorio de sus costes marginales sociales	Análisis Coste Generalizado –Beneficio social con los precios vigentes y con la nueva condición de equilibrio	La introducción de la Alta Velocidad puede ser eficaz para alterar el reparto modal, pero a cambio de un elevado coste social (VAN: - 254.948 mill. Pts de 1987). El precio no es relevante en la elección.
(2003) Caride, M.J. y González, J.M.	Evaluación económica ex ante de la conexión Galicia-Madrid con un servicio ferroviario de Alta Velocidad, contemplando dos alternativas de trazado: Corredor Norte (León) y Corredor Sur (Zamora)	Análisis coste – beneficio desde una perspectiva social, adoptando proyecciones de demanda con elasticidad 1,15, Phillips, Owen (1987)	Con proyecciones para dar cobertura a desplazamientos de largo recorrido es socialmente preferible el recorrido Sur (TIR 7,65% y 6,59%) frente al norte (6,97% y 6,23%) en los 2 escenarios



(2004) Gonzalez-Savignat, M.	Evaluación económica ex ante del potencial AVE en competencia con avión. Trayecto Madrid-Barcelona. Estudio del comportamiento de los pasajeros del trayecto para la articulación de políticas de transporte.	Modelización de la demanda a través de modelo logit (elección discreta). Encuesta con 4.347 observaciones.	Valoraciones monetarias de tiempo a partir de disposición a pagar por ahorro tiempo de trayecto. Viajes "obligados" generan mayor desutilidad. El AVE se muestra competitivo para trayectos $\leq 3$ hor
(2004) Coto-Millán, P. e Inglada, V.	Evaluación económica desde el punto de vista social del proyecto AVE Madrid – Barcelona – Frontera Francesa	ACB (Análisis Coste – Beneficio); curva de demanda compensada	La disposición de la demanda a pagar más por la capacidad (adicional y diferente) que aporta el AVE es inferior al propio coste de dicha capacidad ( $VAN_{nacional} - 2.198 \text{ mill€}_{2002}$ ; $VAN_{internacional} 617,1 \text{ mill}$ )
(2005) Ivaldi, M. y Vibes, C.	Introducción de mayor competencia en el trayecto Colonia – Berlín, con la simulación de la entrada de una nueva operadora ferroviaria <i>low cost</i> , en un mercado con diferentes aerolíneas y una ferroviaria.	Modelos Logit Anidado y modelos basados en la Teoría de Juegos para la competencia intermodal	Se provoca un descenso en los precios de todos los modos (más intenso en la operadora ferroviaria inicial); se genera un tráfico inducido relevante y se produce una mejora del excedente del consumidor
(2006) De Rus, G. y Román, C.	Evaluación económica ex ante de la línea Madrid-Barcelona. Cálculo de los niveles de demanda mínimos para alcanzar un VAN positivo por suma de excedentes de consumidores y productores. Introducción en el modelo de variables como puntualidad y comodidad.	Análisis Coste Beneficio. Modelos de demanda desagregados con datos de encuestas en 2004. Especificación lineal en los parámetros y no lineal en las variables para la utilidad.	Elevada disposición a pagar por reducir el tiempo de retraso, sobre todo en el AVE. Disposición a pagar por aumentar comodidad depende duración. $VAN=0$ , requiere 20,8 mill. pax en primer año (13,8 mill desviados), tasa benef. 4%, tasa desc.soc.5%
(2008) Román, C.	Evaluación ex ante de la competencia que ejercerá el AVE sobre resto de modos (coche privado como conductor/acompañante, autobús, tren convencional y avión alta/baja) a partir de estimación de demanda. Efectos de la aplicación de diferentes políticas de transporte. Corredor Madrid-Zaragoza-Barcelona.	Estimación modelos demanda desagregados de elección modal, tipo Logit Jerárquico con base de datos mixtos: preferencias reveladas y declaradas (226 encuestas en 2004). Elasticidades agregadas.	Tiempo viaje produce mayor desutilidad a viajeros "obligados". Políticas de transporte penalizadoras del vehículo privado tienen poco efecto sobre cuotas. Combinada con reducción tiempo viaje AVE máximo efecto. En todo caso, cuota avión queda por encima 65%. AVE 33% y demanda inelástica.
(2009) IWW/NESTEAR	Evaluación del impacto que tendría en el año 2020 la internalización de los costes externos de los vehículos pesados de mercancías (revisión de la Directiva Euroviñeta propuesta por la Comisión en 2008) sobre la transferencia modal y sobre el medio ambiente. El estudio se focaliza en el mercado de transporte de mercancías no a granel (contenedores y vagones completos) en relaciones de más de 300 km.	Introducción de valoraciones monetarias de diferentes costes externos para la comparación de efectos sobre cuotas modales en modelos de transporte construidos a partir de los modelos NESTEAR e IWW. En el escenario base se parte de una cuota modal ferroviaria del 19,2%	La propuesta de la Comisión tendría un efecto mínimo sobre la cuota modal ferroviaria (+0,7%); sólo la internalización de las externalidades relativas a accidentes e infraestructura aportarían una ventaja relativa considerable para este modo (+ 4,9%); si además se combina con un incremento de productividad y nivel de servicio, puede llegar a ser el actor dominante del mercado estudiado (+11,3%)

### APÉNDICE DOCUMENTAL 3: DETALLE DE SISTEMAS FERROVIARIOS

A continuación se presentan las fichas resumen que incluyen el estudio descriptivo individualizado para cada uno de los 27 sistemas ferroviarios europeos objeto de evaluación empírica<sup>83</sup> y Croacia. Para cada sistema se presentan sus principales magnitudes en relación con el servicio de transporte ferroviario<sup>84</sup>; los datos relevantes en referencia al proceso de liberalización y el modelo establecido; las compañías operadoras más importantes y los actores con funciones relevantes en el sistema; y por último una somera descripción de los aspectos más relevantes en la evolución reciente del proceso de liberalización en el sistema ferroviario.

La segunda parte del apéndice documental incluye una breve descripción del sistema ferroviario estadounidense que, por tratarse de un modelo de organización ferroviaria único, merece la pena destacar. Igualmente se describe de manera sucinta algún rasgo destacado de otros sistemas ferroviarios importantes en el mundo como Japón, Nueva Zelanda, Rusia, China y Australia, que por su peculiaridad y/o significatividad merecen ser conocidos como punto de contraste a la variedad de sistemas ferroviarios que imperan en Europa. Por último se dedica una especial atención al proceso liberalizador del conjunto de sistemas ferroviarios latinoamericanos.

---

<sup>83</sup> Malta y Chipre no han sido incluidas en el análisis dado que no disponen de infraestructura ferroviaria

<sup>84</sup> Se adopta como tren de mercancías estándar, a los efectos de homogeneizar la aplicación de la tarificación de la infraestructura en los diferentes sistemas y permitir así su comparativa, un tren con 960 Tn brutas de carga y tracción diesel que realice un tráfico entre las dos terminales ferroviarias de mercancías más grandes dentro del sistema ferroviario nacional correspondiente.

## **PRIMERA PARTE: SISTEMAS FERROVIARIOS EUROPEOS**

<b>1.- ALEMANIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	22,2 %
Pasajeros	10 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	26,9 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	10% [1 % (larga distancia) 12 % (regional)]
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,46 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses, 5.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado: Deutsche Bahn Holding
Separación horizontal en el Holding	2008: DB Schenker Rail AG (cargas), DB Regio AG (regional), DB Fernverkehr AG (larga distancia)
Operador público tradicional	Deutsche Bahn AG (DB) desde 1994
Administrador Infraestructura	Deutsche Bahn Netze
Regulador	Bundesnetzagentur (BNetzA) Federal Network Agency for Electricity Gas Telecommunication Post and Railway, puede imponer medidas coercitivas de hasta 500.000 €
Principales Operadores	DB Schenker Rail, Captrain GmbH, SBB Cargo, TX Logistik, CFL Cargo, RBH Logista, Basf, Norddeutsche Eisenbahngesellschaft, Häfen&Güterverkehr Köln
<p>En mayo de 2008 se aprueba el último modelo de holding para DB que busca garantizar la unidad operativa de los servicios de transporte y la gestión de la infraestructura, de forma que no existan disfunciones entre las dos áreas. DB mantiene el formato de holding público con separación organizativa y contable entre la gestión de la infraestructura (Deutsche Bahn AG) y las operaciones de servicios de transporte ferroviario (DB Mobility Logistics AG). El cambio de modelo ha venido acompañado de subvenciones para los ferrocarriles privados y el transporte combinado. Un factor central para la transferencia modal de mercancías al ferrocarril fue la introducción de peajes en las autopistas para los vehículos pesados. Alemania se sitúa como el país con mayor número de licencias ferroviarias para operar en el ferrocarril del conjunto de los sistemas ferroviarios estudiados. La competencia en el transporte ferroviario de mercancías ha aportado mejores servicios y ha forzado a la baja los precios entre un 20% y un 30% (Simola y Szekely, 2009).</p> <p>Entre los aspectos negativos del modelo destacan las quejas de parte de los nuevos operadores por el uso comercial de la información que DB obtiene por su condición de gestor de infraestructuras (DB Netze) y a causa del sistema de precios de acceso a la red que consideran constitutivo de una fuerte barrera de entrada. La experiencia alemana muestra, entre otros aspectos, primero como es necesario un periodo de maduración (que en el caso alemán fue de ocho años) desde que se produce el inicio del cambio de modelo hasta que se consolida la presencia de los operadores privados y comienzan a incrementarse los tráficos y segundo, la importancia que tienen los precios relativos que soporta un consumidor del servicio en la elección del modo de transporte de mercancías.</p>	

<b>2.- AUSTRIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	37,4 %
Pasajeros	10 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	17 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	10 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,39 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados de seguridad	3 meses, 490 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado: ÖBB Holding AG
Separación horizontal en el Holding	2005: ÖBB-Personenverkehr AG (operadora del transporte de pasajeros) y Rail Cargo Austria AG (RCA, que opera los servicios de cargas)
Operador público tradicional	Österreichische Bundesbahnen (ÖBB) desde 1992
Administrador Infraestructura	ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG y Schieneninfrastruktur Dienstleistungsgesellschaft mbH (SCHIG)
Regulador	Schienen-Control GmbH (SCG) y Schienen-Control Kommission (SCK) sin capacidad coercitiva
Principales Operadores	Aktiengesellschaft der Wiener Lokalbahnen (WLB), Wiener Lokalbahnen Cargo GesmbH (WLC), WESTbahn Management GmbH, Lokomotion, Logserv
<p>En 1992, ÖBB se separa del presupuesto federal convirtiéndose en una sociedad con estatuto propio cuya titularidad completa ostentaba la República de Austria. Este cambio tuvo 2 objetivos: por un lado adaptarse a las normas de la UE a los efectos de favorecer la admisión del país en la Unión en 1995 y por otro, reducir la dependencia del ferrocarril respecto de los fondos públicos. En 2004, ÖBB se transformó en el holding formado por ÖBB Holding AG y diversas filiales operativas. ÖBB Holding AG conforma el sistema ferroviario nacional de Austria y el administrador del ferrocarril de Liechtenstein. Este holding agrupa entre otras, las actividades de administrador de infraestructura y operación de los servicios de transporte de pasajeros y mercancías. La infraestructura de la mayor parte de la red cuya titularidad recae en el Estado austriaco, es administrada por ÖBB-Infrastruktur AG. Existe otro administrador de infraestructura ferroviaria, SCHIG, responsable de la asignación de capacidad en el resto de red. El sistema está abierto a la competencia en los segmentos de transporte de mercancías y pasajeros con carácter comercial, siendo los contratos de servicio público de transporte de pasajeros objeto de concesión directa sin negociación previa. El sistema austriaco supone una las cuotas modales de transporte de mercancías más elevadas entre los sistemas analizados, aparte de los Estados Bálticos. Una de las críticas al sistema ferroviario austriaco está motivada por la escasa variedad en la disponibilidad de material de tracción usado y listo para ser adquirido o alquilado.</p>	

<b>3.- BÉLGICA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	12,8 %
Pasajeros	7,2 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	10 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0,6 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,21 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados de seguridad	3 meses, 500 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado: SNCB/NMBS <sup>85</sup> Holding hasta 2012
Separación horizontal en el Holding	2011: SNCB Logistics S.A. (mercancías) y SNCB Explotación (viajeros)
Operador público tradicional	Societe Nationale des Chemins de fer Belges S.A. (SNCB) desde 1998
Administrador Infraestructura	Infrabel creada el 1 de enero de 2005
Regulador	Dienst Regulering van het Spoorwegvervoer en van de Exploitatie van de Luchthaven Brussel-Nationaal, capacidad coercitiva de hasta 2.000.000 €. Depende del Ministerio de Transporte.
Principales Operadores	Dillen & Le Jeune Cargo (DLC) Crossrail Benelux, Sncf Fret Benelux, Transport A.G., CMI – Traction, Railtraxx BVBA, Captrain Belgium B.V.; Eurostar
<p>Con ocasión del proceso liberalizador del sistema ferroviario belga, se creó un Fondo de Infraestructuras Ferroviarias (FIF) para gestionar la deuda histórica de la vieja SNCB que el Estado belga aceptó asumir en 2004. De esta forma SNCB Explotación e Infrabel comenzaron sus actividades libres de cargas. La mayoría de las actividades de transporte de viajeros realizadas por SNCB Explotación, incluidas las fronterizas, tienen la consideración de servicio público y, por tanto, pueden obtener subvenciones estatales. Solamente quedan excluidas de esta consideración las relacionadas con la alta velocidad de carácter internacional. En 2012 el conglomerado SNCB/NMBS queda desmantelado resultando como entidades distintas e independientes las 2 preexistentes Infrabel y SNCB con una filial común responsable de los recursos humanos.</p> <p>El sistema belga está abierto a la competencia en lo que a transporte de mercancías se refiere. En cambio los servicios de transporte de pasajeros, ya sean comerciales o bajo obligaciones de servicio público están monopolizados por SNCB, a la que le son concedidos sin una negociación previa. Como aspecto negativo desde el punto de vista liberalizador destaca que una autoridad reguladora relacionada con un ministerio se considera la forma más débil de ejercer sus funciones, en cuanto falta de independencia.</p>	

<sup>85</sup> Nationale Maatschappij der Belgische Spoorwegen

<b>4.- BULGARIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	20,5 %
Pasajeros	4,1 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	29 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	3,50 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 15.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1 de enero de 2002 NRIC (infraestructura) y BDŽ EAD (operadora que se estructura como un holding)
Separación horizontal	2007: BDŽ - Patnicheski Prevozi EOOD (pasajeros) y BDŽ - Tovarni Prevozi EOOD (cargas)
Operador público tradicional	Blagarski Dargavni Geleznizi EAD (BDŽ EAD)
Administrador Infraestructura	Compañía Nacional de la Infraestructura Ferroviaria (NRIC)
Regulador	Agencia Administradora de Ferrocarriles (Railway Administration Executive Agency, IAJA), puede imponer medidas coercitivas de hasta 15.000 €
Principales Operadores	Bulgarska zhelezoputna kompaniya (AD), Gastrade S.A., Unitranscom, Bulmarket-DM Ltd, Port Rail Limited, DB Schenker Rail Bulgaria, Express Service LTD
<p>En 2002 la compañía estatal tradicional BDŽ EAD se divide en dos sociedades separadas. Se crea una nueva empresa estatal, la Compañía Nacional de la Infraestructura Ferroviaria (National Railway Infrastructure Company, NRIC), convirtiéndose en la titular y administradora de la infraestructura ferroviaria del país. El mercado de transporte ferroviario de mercancías búlgaro se encuentra abierto a la competencia, al igual de lo que sucede con el transporte de pasajeros de tipo comercial. Desde 2009, además son posibles procedimientos de licitación sobre servicios de transporte de pasajeros establecidos como obligación de servicio público, si bien, hasta el momento esta posibilidad solamente ha sido utilizada una vez en 2009 (la única oferta presentada fue la del operador estatal BDŽ). Es sin embargo la competencia modal la más importante, desde los años 90 BDŽ se ha encontrado con una competencia muy dura en el modo de transporte por carretera. En el periodo 1994-2010 se produce una significativa caída en la cuota de mercado modal del servicio de transporte ferroviario de pasajeros y mercancías</p> <p>La crítica fundamental al sistema ferroviario búlgaro se centra en la escasa capacidad para alcanzar altas velocidades debido al deterioro del estado técnico de la infraestructura aumentando el tiempo de viaje y la dificultando la circulación de los trenes. Solo en algunos tramos se puede alcanzar una velocidad de hasta 100 km/h.; por otro lado, las líneas de tren que se han desdoblado en los últimos 30 años también son de velocidad limitada, debido a sus parámetros geométricos y a las instalaciones anteriores. La inversión realizada en mantenimiento y mejora de la infraestructura es muy baja comparativamente con el resto de sistemas europeos estudiados.</p>	

<b>5.- CHEQUIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	23,3 %
Pasajeros	7,1 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	18 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	1 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	4,30 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	2 meses. 402 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1 de enero de 2003: SZDC (titular de infraestructura) ČD (operador)
Separación horizontal	1 de diciembre de 2007: creación de ČD Cargo para la operación del transporte de mercancías
Operador público tradicional	České dráhy (ČD)
Administrador Infraestructura	Správa železniční dopravní cesty (SZDC)
Regulador	Drážní úřad, con capacidad coercitiva para imponer sanciones y multas hasta 12.000 €
Principales Operadores	Advanced World Transport, Jindrichohradecké Místní Drahy (JHMD), Ostravská Dopravní Společnost, a.s (ODOS), Okd Doprava (OKDD), Railtrans, s.r.o. (RT), Kolejova Deprava (SD – KD – SD), Vitkovice Deprava (VD), Viamont, Zeleznice Desna (Connex Morava) (ZD).
<p>La operación y el mantenimiento de la infraestructura se mantienen en manos del operador ČD en el marco de un contrato de agencia con SZDC, por el que ČD ejecuta funciones de administrador de infraestructura, situación esta peculiar en el marco de los sistemas ferroviarios estudiados sólo similar al caso francés, por lo que podrían incorporarse en un modelo híbrido entre separación e integración.</p> <p>Por virtud de un acuerdo entre el Ministerio de Transporte y el operador estatal ČD un 15% de la gestión del transporte de ferrocarril que se debe asignar a otros operadores privados. En 2020, el porcentaje de los servicios de transporte de pasajeros de larga distancia gestionado por operadores privados deberá alcanzar el 75%.</p> <p>Existe acceso libre para todos los operadores nacionales y extranjeros al mercado de transporte ferroviario de mercancías. En el segmento de pasajeros los servicios comerciales están igualmente abiertos mientras que los contratos de servicio público han sido, en su mayoría, otorgados directamente. Para este tipo de contratos ČD mantiene un derecho exclusivo para la operación.</p> <p>La cuota modal de transporte de mercancías se ha reducido notablemente desde 2001 a favor de la carretera. Uno de los principales motivos esgrimidos es la relativamente baja inversión en infraestructura ferroviaria.</p>	



<b>6.- DINAMARCA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	8,7 %
Pasajeros	9,4 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	100% (27% descontando la cuota de DB Schenker Rail Denmark Services)
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	9 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	5,44 € km, cargos adicionales por uso de puentes (Öresund o Storebælt) o parada en estaciones concretas (Conpenhague)
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 1.500 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1997: se crea Banestyrelsen (actualmente Banedanmark) para la gestión de la infraestructura
Separación horizontal	2001: la división de mercancías de DSB (DSB Gods) se vende y fusiona con Railion (actual DB Schenker Rail), quedando DSB a partir de entonces solamente encargada de la operación del servicio de pasajeros
Operador público tradicional	Danske Statsbaner (DSB)
Administrador Infraestructura	Banedanmark
Regulador	Jernbanenaevnet
Principales Operadores	Hector Rail, Railcare, Padborg, Arriva Skandinavien A/S, DB Schenker Rail Scandinavia A/S, Nordjyske Jernbaner A/S (NJ), DSB
<p>Dinamarca es uno de los sistemas que antes adopta las directrices europeas. En 1997 las actividades relacionadas con la gestión de la infraestructura fueron separadas e incorporadas en nueva agencia dependiente del Ministerio de Transporte danés, denominada Banestyrelsen (actualmente Banedanmark), manteniendo DSB las funciones relativas a la operación de la red ferroviaria.</p> <p>La mayor parte del tráfico operado en Dinamarca es de pasajeros aunque existe un notable tránsito de mercancías entre las fronteras de Suecia y Alemania. Según datos de 2009, en lo referente a contratos de transporte de pasajeros bajo servicio público un 22% fueron objeto de licitación y un 78% de concesión directa.</p> <p>Operadores nacionales y foráneos tienen acceso libre al mercado de transporte ferroviario de mercancías danés desde 2009. En la medida en que la división de mercancías del operador histórico DSB fue vendida a un operador externo (DB) algunos estudios sobre liberalización ferroviaria<sup>86</sup> señalan que la cuota de mercado de los operadores entrantes es del 100%, lo que resulta discutible. Descontado este operador sucesor privado del tradicional estatal la cuota quedaría en el 27 %.</p>	

<sup>86</sup> Así sucede con el estudio que cuantifica el grado de liberalización de los sistemas ferroviarios estudiados utilizado en el ejercicio empírico que tiene por objeto la relación entre liberalización y eficiencia de la presente tesis. Esta situación se repite en Holanda, Hungría y por otro motivo en Reino Unido.

<b>7.- ESLOVENIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	17,8 %
Pasajeros	2,9 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	9,5 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	1,12 € km, con descuentos para grandes volúmenes
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	1 mes. <sup>87</sup> 1.418 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado: holding SŽ
Separación horizontal	2011: SŽ Freight Transport y SŽ Passenger Transport
Operador público tradicional	Slovenske Železnice, Ferrocarriles Eslovenos. (SŽ)
Administrador Infraestructura	Deutsche Bahn Netze
Regulador	Agencia Pública Reguladora para el Transporte Ferroviario en Eslovenia no tiene poder para imponer sanciones u otras medidas coercitivas
Principales Operadores	Adria Transport organizacija in izvajanje železniskih prevozov d.o.o (ADT), Rail Cargo Austria, Luka Koper
<p>En 2007 se crea una agencia reguladora ferroviaria que forma parte del Ministerio de Transporte.</p> <p>Dado que el país mantiene un sector industrial potente, equivalente al 20% del PIB, la importancia del transporte ferroviario de mercancías es elevada si bien ha descendido considerablemente desde finales de los años noventa.</p> <p>En el sistema esloveno, tanto los operadores de mercancías nacionales como los extranjeros pueden acceder a la infraestructura ferroviaria.</p> <p>Para el segmento de pasajeros el transporte prestado bajo contratos de servicio público queda reservado al operador tradicional SŽ, no sucede lo mismo con los servicios comerciales a los que cualquier operador que cumpla los requisitos puede acceder. No existen en la actualidad operadores externos activos en el transporte ferroviario de pasajeros.</p>	

<sup>87</sup> Con la excepción de Estonia, Eslovenia, Lituania y Rumania la tramitación de licencias de operación ferroviaria en el resto de sistemas europeos analizados conlleva al menos un plazo de 2 meses y generalmente de 3.

<b>8.- ESLOVAQUIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	23,4 %
Pasajeros	6,5 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	4 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	1 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	10,3 € km, con descuentos para grandes volúmenes
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 500 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	2002-2004: ŽSR (se queda con el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria), Železničná spoločnosť Slovensko, a.s. (ŽSSK) (se encarga de la operación)
Separación horizontal	2005: división del operador ŽSSK en Železničná spoločnosť Slovensko, a.s. (transporte) y Železničná spoločnosť Cargo Slovakia, a.s. (ŽSSK Cargo, transporte de mercancías)
Operador público tradicional	Železnice Slovenskej Republiky, (ŽSR)
Administrador Infraestructura	Železnice Slovenskej Republiky, (ŽSR)
Regulador	Urad pre Reguláciu Železnickej Dopravy, Autoridad Reguladora Ferroviaria (URZD), con capacidad para imponer medidas coercitivas
Principales Operadores	Metrans Danubia, Express Rail, Regiojet, Slovenská Železničná Dopravná Spoločnosť, a.s (SŽDS), LTE
<p>Eslovaquia es un caso particular en el que el sucesor del antiguo monopolio público ŽSR se mantiene como encargado de las actividades de gestión de líneas de ferrocarril, y otras funciones como la prestación de servicios de manipulación, los servicios de asistencia de transporte para las empresas ferroviarias y la asignación de la capacidad de infraestructura ferroviaria. Además a diferencia de la mayoría de sistemas ferroviarios europeos estudiados, los contratos entre el administrador de la infraestructura (ŽSR) y las compañías operadoras no atienden a formatos estándar sino que su contenido está adaptado individualizadamente a cada operador.</p> <p>Tanto los servicios de transporte de mercancías como los comerciales de pasajeros están abiertos a la competencia, mientras que el transporte en el marco de contratos de servicio público se concede directamente o bien a través de procedimientos de licitación meramente formales al operador histórico preestablecido. La cuota modal de transporte de mercancías ha sufrido una importante caída desde finales de los años noventa tal y como ha sucedido en la mayoría del resto de sistemas ferroviarios de los países del Este de Europa.</p>	

<b>9.- ESPAÑA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	4,1 %
Pasajeros	5,2 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	9 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	0,2 € km - 0,4 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses, 10.000 €.
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1 de enero de 2005: RENFE y ADIF
Separación horizontal	2013-2014: Renfe viajeros y Renfe Mercancías
Operador público tradicional	Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE)
Administrador Infraestructura	Administrador de Infraestructura Ferroviaria (ADIF) y ADIF Alta Velocidad
Regulador	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) integra al antiguo Comité de Regulación Ferroviaria desde octubre de 2013. Tiene competencias para imponer multas.
Principales Operadores	Comsa, Activa Rail, Continental, Logitren y Tracción Rail
<p>La Ley 39/2003 del Sector Ferroviario de 17 de noviembre modifica la estructura organizativa del sector, proponiendo un modelo de completa separación de las actividades relacionadas con la administración de la infraestructura (ADIF) y su operación (RENFE), como Entidades Públicas Empresariales adscritas al Ministerio de Fomento. Existen operadoras públicas autonómicas y locales que a diferencia de lo que sucede en la mayoría del resto de sistemas ferroviarios europeos sólo operan servicios regionales en sus propias infraestructuras ferroviarias autonómicas y locales. Entre ellas están Euskotren (País Vasco), FCG (Cataluña), FGV (Valencia) y SFM (Mallorca). El Real Decreto Ley 15/2013, de 13 de diciembre supone la escisión de ADIF en dos entidades en función de la naturaleza (Alta Velocidad o red convencional) de los activos que administran, lo que supone un aspecto diferencial en los modelos europeos de separación.</p> <p>El mercado de transporte ferroviario de mercancías en España está completamente liberalizado y abierto a la competencia para operadores externos nacionales y extranjeros desde 2006. La liberalización del mercado de pasajeros parece inminente y con mucho adelanto respecto a la fecha contenida en la normativa europea 2019. Este proceso será progresivo y se iniciará en los servicios rentables de Alta Velocidad, en concreto con la entrada de un operador privado en el corredor Madrid-Levante por un plazo de 7 años para una posterior apertura a terceros. El modelo de 2 competidores fue experimentado en el sector telecomunicaciones en 1995 (Telefónica-Airtel) .</p> <p>La producción industrial en España, atendiendo al Valor Añadido Bruto (VAB) en porcentaje del total nacional, ha descendido el 13,5% de 2011, frente al 16% de Italia ó 22,6% de Alemania. Este dato implica una pérdida de peso relevante en uno de los principales tipos de mercancía transportada tradicionalmente por ferrocarril, como son los productos derivados de la industria</p>	

<b>10.- ESTONIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	44,7 %
Pasajeros	2,1 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	56,6 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	55,3 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	7 euros km (red administrada por EVR Infra) 10 euros km (red titularidad de Edelraudtee)
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	1 mes 3.835 € (mercancías) 1.917 € (pax)
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado: holding AS EVR
Separación horizontal	2009: se crea AS EVR Cargo
Operador público tradicional	Eesti Raudtee (EVR)
Administrador Infraestructura	AS EVR Infra (800 km) Edelaraudtee Infrastruktuuri (300 km)
Regulador	División Regulatoria del Ferrocarril y Comunicaciones de la Konkurentsiamet. Tiene capacidad para imponer multas y otras medidas coercitivas.
Principales Operadores	Edelaraudtee AS (South West Railway), Polevkivi Raudtee, AS Tootsi Turvas, AS Spacecom, Westgate Transport OÜ; Elektriraudtee AS, GoRail.
<p>En febrero de 1999, el Parlamento estonio (Riikikogu) aceptó la reorganización y privatización de EVR. Fue objeto de venta el 31 de agosto de 2001 a Baltic Rail Services (BRS) que adquirió un 66% de la compañía. El otro 34% se mantiene bajo propiedad estatal. En enero de 2007 el Estado estonio pagó 200 millones de dólares por recomprar el 66% de las acciones del operador ferroviario nacional AS Eesti Raudtee que habían sido vendidas a BRS. Por lo que el operador EVR es de nuevo una compañía estatal en su totalidad. De esta forma Estonia ha rechazado su concepto de privatización, que era único en Europa, consistente en vender partes de la infraestructura y de los servicios de transporte a inversores extranjeros. Una de las razones de esa renacionalización ha sido el temor a que inversores extranjeros pudieran conseguir el control de la mayor parte de la red ferroviaria estonia mediante la adquisición de las acciones en manos de BRS. Además las inversiones prometidas por BRS en infraestructuras no han sido ejecutadas en toda su extensión.</p> <p>Al margen de la breve experiencia privatizadora, destaca como hecho diferencial que la gestión de la infraestructura no es independiente de los dos grandes operadores EVR y Edelaraudtee. A diferencia de lo que sucede en la mayoría de sistemas europeos, la autoridad administradora de la red ferroviaria estonia, no cuenta con la titularidad de la infraestructura ferroviaria, sino que son los propios operadores los titulares de la misma. Entre los servicios de transporte en la red ferroviaria destacan claramente los de mercancías frente a los de pasajeros.</p>	

<b>11.- FINLANDIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	26,5 %
Pasajeros	5,4 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	1 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,26 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 1.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1995: VR-Yhtymä Oy (Grupo VR) para la operación y Ratahallintokeskus (RHK) como administrador de infraestructura
Separación horizontal	1995: VR Transpoint filial del Grupo VR para el transporte de mercancías
Operador público tradicional	VR-Yhtymä Oy
Administrador Infraestructura	Liikennevirasto, Agencia de infraestructuras de Transporte (TraFi) sucesora de RHK a partir de 2010
Regulador	Liikennevirasto, tiene capacidad para imponer medidas coercitivas y sanciones.
Principales Operadores	Karhula–Sunila Railroad, Ratarahiti Oy, Proxion Train Oy, Teollisuuden Raideliikenne Oy (Grupo TR), Karelian Trains
<p>En 1995 se produce la separación institucional completa de las actividades de operación y gestión de las infraestructuras encomendadas a Valtionrautatiet (designación de VR hasta 1995). El operador ferroviario nacional VR mantiene derechos exclusivos de operación para ofrecer tráficos de pasajeros en la red ferroviaria finlandesa, incluido el monopolio en el transporte de pasajeros para el tráfico local de Helsinki, quedando abierto a la competencia únicamente el segmento de mercancías.</p> <p>La apertura del transporte nacional de mercancías a la competencia se produjo a principios de 2007. A pesar de que desde entonces los operadores ferroviarios privados pueden transportar mercancías la mayor parte del tráfico continua siendo operado por VR.</p> <p>Un aspecto distintivo del sistema ferroviario finlandés es que la actividad de control del tráfico ferroviario que competencialmente corresponde a TraFi es ejecutada en el marco de un contrato de agencia por el operador ferroviario tradicional (VR) en lugar de por el propio administrador de la infraestructura similar, al menos en esa actividad, a los modelos checo y francés</p> <p>Una de las críticas realizadas a la política de liberalización ferroviaria en Finlandia es que se asemeja mucho a la tímida y difusa política de liberalización ferroviaria llevada a cabo por Suecia durante los primeros años de su proceso de reforma y que fue duramente criticada por Nordenlöw y Alexandersson (1999)</p>	

<b>12.- FRANCIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	16 %
Pasajeros	10,1 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	16,6 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	4,30 € de los cuales el Estado subvenciona la mitad que paga a RFF, resultando por tanto un canon medio de 2,14 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 50.000 € como aportación de capital mínima
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1997: SNCF (operador de transporte) RFF (gestor de infraestructura)
Separación horizontal	Modelo Integrado. Unidades Organizativas (Voyages y Geodis) no filiales
Operador público tradicional	Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF)
Administrador Infraestructura	Réseau Ferré France (RFF)
Regulador	Autorité de régulation des activités ferroviaires (ARAF) tiene capacidad para imponer multas de hasta el 5% de los ingresos ó 375.000 €
Principales Operadores	Euro Cargo Rail, B Cargo Vías Férreas Locales e Industriales (VFLI), Colas Rail, Europorte France, CFL Cargo, Pays Cathare y de Fenouillèdes (TPCF)
<p>En mayo de 1997 se creó el gestor de infraestructuras RFF y se reordenó el sector ferroviario francés redefiniendo las funciones de la empresa pública SNCF ampliando las competencias de las Administraciones regionales que asumen la gestión de los servicios de media distancia y participan en la financiación de la red. La creación de RFF llevo inherente que se le transfiriera deuda proveniente de SNCF por un importe de 20.500 millones de euros. El operador público SNCF gestiona directamente los servicios comerciales de viajeros dentro de Francia y la mayor parte de los internacionales por medio de empresas mixtas formadas con otros operadores públicos europeos.</p> <p>Al igual de lo que sucede en Chequia el operador público estatal tradicional SNCF también administra el tráfico ferroviario y el mantenimiento de la infraestructura, a través de un contrato suscrito con el gestor RFF, que está centrado en la construcción y remodelación de infraestructura. En concreto se instrumentaliza a través de un Contrato-Programa firmado entre SNCF y el Estado, por el que a SNCF se le encomienda una doble actividad: por un lado la de operador ferroviario, así como la de gestión del tráfico ferroviario y del mantenimiento de la red ferroviaria, por delegación del gestor RFF</p> <p>El Estado francés ha impulsado la creación de operadores de mercancías de proximidad (OFP), que gestionan el transporte de distribución a corta distancia, denominado de “última milla”, en zonas industriales y puertos.</p>	

<b>13.- GRECIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	2,7 %
Pasajeros	1,3 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	0 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	0,65 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 50.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	2010: Organización de Ferrocarriles Helénicos (OSE, administrador de infraestructura) y TrainOSE (operadora)
Separación horizontal	Modelo Integrado
Operador público tradicional	Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος (Hellenic Railways Organisation S.A., OSE)
Administrador Infraestructura	Organización de Ferrocarriles Helénicos (OSE)
Regulador	Railway Regulatory Authority (RAS) habilitada para adoptar medidas coercitivas e imponer sanciones que pueden llegar hasta un 15% de los ingresos anuales del agente infractor.
Principales Operadores	Ninguno relevante activo aparte del tradicional
<p>La infraestructura griega es una obsoleta red ferroviaria de 2.600 km, que en su mayoría se compone de una sola vía, lo que hace imposible el transporte de mercancías a gran escala comercial.</p> <p>Una muestra del elevado grado de interdependencia existente entre TrainOSE y OSE, es que esta última es titular y mantiene el material rodante utilizado por TrainOSE S.A. Los contratos entre los operadores y OSE se formalizan normalmente de forma individualizada.</p> <p>Desde 2006, la operación de transporte de pasajeros y de mercancías está abierta a la competencia de operadores externos. Los contratos de transporte bajo servicio público pueden ser concedidos directamente o mediante licitaciones puramente formales.</p> <p>A pesar de ello, dado que no existe ningún otro operador ferroviario activo con alguna relevancia, todos los contratos de transporte ferroviario en Grecia han sido concedidos al operador histórico tradicional TrainOSE.</p> <p>Tradicionalmente en Grecia el ferrocarril ha jugado un papel insignificante en el transporte de pasajeros y de mercancías</p>	



<b>14.- HOLANDA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	4,9 %
Pasajeros	9,7 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	100% (45% sin la cuota de DB Schenker Rail Nederland compradora de NS)
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	12 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,01 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. Otorgadas de forma gratuita
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	2002-2003: holding NS Groep (operación del sistema) y Prorail (gestión de la infraestructura)
Separación horizontal	2000: NS Groep (pasajeros), DB Schenker Rail Nederland BV (mercancías)
Operador público tradicional	Nederlandse Spoorwegen (NS)
Administrador Infraestructura	Prorail. Keyrail (para la línea Betuweroute)
Regulador	Nederlandse Mededingingsautoriteit (NMa) ostenta capacidad coercitiva y de imposición de sanciones
Principales Operadores	DB Schenker Rail Nederland BV, ATCS Nederland BV, ERS Railways, Captrain Netherlands, Rail4Chem Benelux, Syntus, Arriva
<p>En 1995 el Estado y los ferrocarriles holandeses (Nederlandse Spoorwegen) suscribían un acuerdo para dividir la actividad ferroviaria en dos tipos de sociedades: las sociedades orientadas al mercado, que formarán el holding NS Groep y las sociedades relacionadas con la infraestructura, Railinfrabeheer (mantenimiento y construcción), Railed (asignación de capacidad de infraestructura) y Railverkeersleiding (gestión del tráfico) se convirtieron en Agencias Delegadas del Gobierno, aunque formando parte de NS. En 2002 se hizo efectiva la exigencia europea de separación entre gestión de la infraestructura y explotación del servicio. La aplicación de la norma se implementa en 2003, cuando las organizaciones gestoras de la infraestructura (Railinfrabeheer, Railed y Railverkeersleiding) se fusionaron en ProRail. En el tráfico de mercancías, la operación está completamente abierta a cualquier operador desde 1998. Las condiciones de acceso al mercado para los operadores externos entrantes en el servicio del transporte de mercancías son muy favorables. Desde el año 2000 la actividad de mercancías no es realizada por NS Groep, ya que fue adquirida, junto con los vagones y parte del parque tractor, por Railion, la empresa de tráfico de mercancías de DB, actualmente DB Schenker Rail. NS sigue manteniendo una participación del 6% en la sociedad. El operador NS no tiene el monopolio del tráfico de viajeros sobre todas las líneas de Holanda, ya que las autoridades regionales han realizado concesiones en el norte (Frisia y Groningen) y el este (Gerderland) de Holanda. Desde el año 1999, las autoridades regionales son responsables de las concesiones para el transporte de viajeros sobre las líneas que no se incluyen en la red ferroviaria principal, bajo contrato de servicio público. Haber introducido un sistema de competencia competitiva para servicios de pasajeros regionales y de competencia libre para mercancías, a pesar de mantener derechos exclusivos sobre larga distancia y alta velocidad le permite posicionarse entre los sistemas ferroviarios más liberalizados.</p>	

<b>15.- HUNGRÍA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	20,6 %
Pasajeros	12 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	90% (32% excluyendo Rail Cargo Hungaria, sucesora de la incumbente MÁV Cargo)
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,70 € km Sistema no linear regresivo
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	2 meses. 9.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado en dos holdings públicos MÁV y Gysev
Separación horizontal	GySEV CARGO Zrt. y MÁV-Cargo (Rail Cargo Hungaria) como filiales de transporte de mercancías de cada uno de los holdings estatales.
Operador público tradicional	Magyar Államvasutak (MÁV)
Administrador Infraestructura	Compañía Ferroviaria Húngara (MÁV) y Ferrocarril Győr-Sopron-Ebenfurth (GySEV)
Regulador	Autoridad Reguladora del Transporte NKH con capacidad para imponer multas de hasta un 2% de los ingresos anuales
Principales Operadores	Floyd ZRt, Central-European Railway Transport, Trading and Service Co (CER), Magyar Magánvasút Zrt. (MMV), PSZ a.s., LTE GmbH, Train Hungary, AWT RAIL HU Zrt
<p>Cuenta con 2 empresas ferroviarias públicas, que realizan a la vez las funciones de operador de viajeros y mercancías y de gestor de infraestructuras sobre sus respectivas líneas: MÁV y GySEV. Ambas pueden operar cada una en la red de la otra bajo un acuerdo bilateral, coordinando los horarios entre sí. Su modelo de integración vertical con una entidad independiente para la asignación de capacidad (Oficina de Asignación de Capacidad Ferroviaria, Vasúti Pályakapacitás-elosztó Kft., VPE) es distintivo en el conjunto de los sistemas ferroviarios estudiados.</p> <p>Los operadores nacionales externos tienen acceso al mercado de transporte de viajeros comercial, mientras que los contratos de transporte de pasajeros bajo servicio público son concedidos directamente. El transporte ferroviario de mercancías está abierto a la competencia desde 2005. En 2008 MÁV Cargo fue adquirido por Rail Cargo Austria operando como Rail Cargo Hungaria.</p> <p>El sistema de tarificación de la infraestructura, a diferencia de la práctica totalidad de sistemas europeos estudiados, no es de tipo lineal, se aplica una escala regresiva, de modo que cuanto mayor es el trayecto, menor es la tasa aplicable como canon de infraestructura. El sector cuenta con muchos obstáculos como la baja velocidad de sus trenes, una calidad del servicio muy deteriorada (por los problemas en la infraestructura y por un material muy anticuado), una capacidad de las infraestructuras muy limitada en los puntos clave en la red (debido a la amplia extensión de las líneas con vía única y a la elevada densidad de tráfico que se produce en los alrededores de Budapest) y diferencias técnicas con otros países vecinos que impiden una mayor interoperabilidad.</p>	

<b>16.- IRLANDA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	0,6 %
Pasajeros	3 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	0 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	9,41 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. Costes individualizados
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado en IÉ
Separación horizontal	Iarnród Éireann Freight
Operador público tradicional	Iarnród Éireann (Irish Rail, IÉ)
Administrador Infraestructura	Iarnród Éireann (Irish Rail, IÉ)
Regulador	Ministerio de Transporte (DfT)
Principales Operadores	Bord na Móna (BNM), Det Forenede Dampskibs-Selskab (DFDS)
<p>IÉ es el operador del sistema nacional ferroviario. Opera todos los servicios internos de transporte ferroviario en media y larga distancia, cercanías y mercancías en la República de Irlanda y junto con los Ferrocarriles de Irlanda del Norte el servicio entre Dublín y Belfast. Aparte de operar servicios de transporte de pasajeros y mercancías IÉ gestiona su propia infraestructura.</p> <p>La red ferroviaria actual contiene líneas plenamente operativas, líneas para el transporte exclusivo de mercancías y líneas cerradas al tráfico pero potencialmente fáciles de volver a convertir en operativas.</p> <p>Los servicios de transporte ferroviario de mercancías están abiertos a la competencia, mientras que los de transporte nacional de pasajeros se mantienen reservados por ley al operador estatal IÉ. El desarrollo reciente muestra un interés al menos en tráficos de mercancías muy localizados.</p> <p>Hasta finales de 2010, doce (12) billones de euros han sido invertidos en el marco del plan estratégico Transport 21 (2006-2015) para la expansión de la infraestructura de transporte, de un total de 34 billones con los que contaba inicialmente el plan.</p>	

<b>17.- ITALIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	11,7 %
Pasajeros	5,5 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	20 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	8,3 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2,70 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 5.980 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado. Holding FS Spa
Separación horizontal	Modelo Integrado. Divisiones de Trenitalia SpA
Operador público tradicional	Ferrovie dello Stato (FS)
Administrador Infraestructura	Rete Ferroviaria Italiana (RFI)
Regulador	Ufficio Regolamentazione del Servizio Ferroviario (URSF) está conferida de poder para imponer medidas coercitivas y multas de hasta un millón de euros
Principales Operadores	Grupo Ferrovie Nord Milano Esercizio (FNME), Rail Traction Company (RTC), Strade Ferrate del Mediterraneo (DB Schenker Italia), Monferail (SNCF)
<p>El proceso de transformación orientado por la política de liberalización dio comienzo en 1985 cuando la empresa de los ferrocarriles públicos italianos se conformó como el embrión del actual holding. Entre los años 1991 y 2002 se produjo un proceso de constitución de sociedades, articulándose la estructura del Grupo FS. En 2000 comenzó la apertura formal de la red ferroviaria nacional y se creó Trenitalia procedente de la unión de las anteriores divisiones de pasajeros, transporte regional, mercancías y la unidad de material rodante. En 2001 se creó RFI procedente de la antigua división de infraestructuras. RFI cuenta con su filial TAV, encargada de gestionar la red de Alta Velocidad, caso peculiar dentro de los modelos integrados. URSF constituye una subdivisión del Ministerio de Transporte, una autoridad reguladora relacionada con un ministerio se considera la forma más débil de ejercer sus funciones debido a su falta de independencia. Tanto operadores externos nacionales como extranjeros tienen acceso a la operación en competencia del mercado ferroviario de mercancías.</p> <p>Existe apertura del mercado de pasajeros a los operadores externos nacionales. En el segmento de pasajeros destaca el caso pionero de Nuovo Trasporto Viaggiatori S.p.A (NTV), operadora creada en diciembre de 2006 y que desde finales de 2011 se ha convertido en el primer operador privado en ofrecer servicios comerciales de transporte de alta velocidad bajo la marca Italo entre Milán y Turín, en competencia con el operador estatal Trenitalia. Modelo que actualmente se quiere copiar en España para el Eje Este.</p>	

<b>18.- LETONIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	61,3 %
Pasajeros	5,3 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	22 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	2 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	9,55 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 5.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado. Holding LDz
Separación horizontal	2008: AS Pasažieru Vilciens (pasajeros), SIA LDz Cargo (mercancías)
Operador público tradicional	Latvijas dzelzcel. (LDz)
Administrador Infraestructura	LDz Infrastruktūra
Regulador	State Railway Administration y Public Utilities Commission sin que tengan capacidad para imponer medidas coercitivas ni sanciones económicas
Principales Operadores	A/s Baltijas Ekspresis (BE), A/s Baltijas Tranzita Servis (BTS), Gulbenes-Alūksnes bānītis
<p>Hasta julio de 2007 no se hizo efectiva la reestructuración de la compañía ferroviaria estatal tradicional LDz en términos de separación de las operaciones y la infraestructura bajo un holding. En 2008 se separa la compañía responsable de operar el transporte de pasajeros dentro del grupo LDz en una compañía independiente, pero que sigue manteniéndose en manos estatales. Desde entonces Letonia cuenta con dos operadores estatales preestablecidos. Después de la separación de la filial dedicada al transporte de pasajeros se mantiene en el grupo LDz solamente la actividad de transporte internacional de pasajeros que desde el 1 de marzo de 2009 está siendo operado por LDz Cargo en cooperación con L-Ekspresis Ltd (propietaria de los coches de pasajeros).</p> <p>El mercado de transporte ferroviario de mercancías está abierto a la competencia de compañías operadoras extranjeras. Respecto a los operadores nacionales letones pueden acceder a los mercados de transporte ferroviario de mercancías y comerciales de pasajeros.</p> <p>Hasta 2009, los contratos de transporte prestados bajo la obligación de servicio público se han concedido directamente al operador estatal AS Pasažieru Vilciens. En el segmento del transporte de pasajeros, la operación se realiza casi enteramente por los operadores estatales herederos de la compañía estatal tradicional, AS Pasažieru vilciens el transporte nacional de pasajeros y LDz el transporte internacional.</p>	

<b>19.- LITUANIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	41,9 %
Pasajeros	1 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	0 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	6,85 € Km con descuentos para grandes volúmenes
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	1 mes. 300 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado en LG
Separación horizontal	Modelo Integrado. Divisiones de LG.
Operador público tradicional	Lietuvos Geležinkeliai, Lithuanian Railways (LG)
Administrador Infraestructura	Lietuvos Geležinkeliai, Lithuanian Railways (LG)
Regulador	Consejo de Competencia Lituano (Lietuvos Respublikos konkurencijos taryba) y State Railway Inspectorate (Valstybinė geležinkelio inspekcija, VGI) No disponen de capacidad coercitiva ni de poder para la imposición de multas.
Principales Operadores	No existen otros operadores activos relevantes
<p>En 2001 se habilita la separación de la explotación de los transportes y de la gestión de la infraestructura por medio de divisiones dentro de la compañía. A partir de 2002 se permite a los los operadores independientes entrar en la red férrea. En 2006, LG estableció tres Direcciones: Transporte de Carga, Transporte de Pasajeros, y Gestión de la Infraestructura de los Ferrocarriles. La inversión en la mejora de los activos aumentó desde el inicio de las reformas en un 360%. No obstante, las vías necesitan una inversión adicional considerable, aproximadamente el 40% (850 km) de las vías necesita mantenimiento y reparaciones, y las velocidades máximas disponibles son tan bajas como 40 km/h a 60 km/h en ciertas líneas. Sin embargo, el material rodante está en estado relativamente bueno comparado con el de los países vecinos.</p> <p>Formalmente la red ferroviaria lituana está abierta a los operadores privados de servicios de mercancías y de pasajeros que no constituyan obligaciones de servicio público. En la práctica sin embargo, LG sigue siendo el único operador dominante, y el sector privado no participa en los servicios periféricos de la red. Los contratos de transporte de pasajeros que constituyen obligación de servicio público son concedidos directamente al operador estatal tradicional LG.</p> <p>La producción industrial supone una quinta parte de su economía. El tráfico de cargas está dominado por el tránsito de mercancía hacia Kaliningrad y el puerto principal de Klaipeda. Los productos petroleros son la mercancía más común y el transporte ferroviario asegura volúmenes más grandes a precios más bajos. La baja cuota modal en pasajeros se debe a distancias relativamente cortas de las rutas, aumento de vehículos privados, modernización limitada del material rodante y mejor accesibilidad regional de la carretera en relación al transporte ferroviario.</p>	

<b>20.- LUXEMBURGO</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	2,5 %
Pasajeros	4,3 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	0 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	2-3 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 4.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado en CFL
Separación horizontal	Modelo Integrado
Operador público tradicional	Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois (CFL)
Administrador Infraestructura	Société Nationale des Chemins de Fer Luxembourgeois (CFL)
Regulador	Institut Luxembourgeois de Régulation (ILR)
Principales Operadores	No existen otros operadores activos relevantes
<p>Las divisiones de infraestructura y operaciones sólo están separadas en términos contables. Desde 2006 existen balances separados para las actividades de transporte de pasajeros y mercancías. En septiembre de 2010 se crea la autoridad reguladora para el sector ferroviario en Luxemburgo.</p> <p>La red ferroviaria titularidad del Gran Ducado de Luxemburgo constituye la columna vertebral de la red de transporte público en el país, uniendo las más importantes ciudades. En la actualidad la longitud total de las líneas operativas es de 274 km de vía estándar (140 km de doble vía y 134 km de vía única), cuando a finales de la Segunda Guerra Mundial existían operativos 550 km.</p> <p>Todos los operadores externos tienen acceso a la libre prestación de servicios de transporte ferroviario de mercancías. Hasta el momento los contratos de transporte de pasajeros en el marco de obligaciones de servicio público han sido concedidos directamente al operador CFL. No existen servicios comerciales de pasajeros en Luxemburgo, pese a lo cual, teóricamente están abiertos a la competencia como sucede con los servicios internacionales.</p> <p>A pesar de que existen unidades de tracción y material rodante, tanto de pasajeros como de mercancías, disponibles para ser adquiridos o arrendados mediante leasing por los operadores externos, en la actualidad sigue sin haber operadores externos activos en el mercado ferroviario luxemburgués, lo que supone que la posición de monopolio del operador histórico CFL no ha variado. La red ferroviaria del Gran Ducado de Luxemburgo es operada por los trenes de CFL</p>	

<b>21.- NORUEGA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	15 %
Pasajeros	5 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	38 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	10 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	Solamente se imponen cánones de infraestructura para de servicios de transporte de mercancías con carga por eje superior a 25 toneladas y por la utilización de la línea entre Etterstad y Gardermoen.
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. Gratuito.
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1996: NSB BS (operación de la red) y Jernbaneverket (administración de la red)
Separación horizontal	2002: CargoNet AS (mercancías) y NSB AS (pasajeros)
Operador público tradicional	Norges Statsbaner (NSB)
Administrador Infraestructura	Jernbaneverket (JBV)
Regulador	Statens Jernbanetilsyn (SJT) tiene capacidad para adoptar medidas coercitivas e imponer sanciones.
Principales Operadores	Malmtrafik AS (MTAS), Tågakeriet i Bergslagen AB (TÅGAB), Hector Rail AB, Railcare Tåg AB, Peterson Rail AB, TX Logistik AB, Flytoget AS, NSB Gjøvikbanen AS
<p>En 1996 se produce la separación institucional de las actividades de gestión y operación. Norges Statsbaner (NSB) se divide en Norwegian Railway Inspectorate, la compañía operadora NSB BS y se crea el administrador de infraestructura Jernbaneverket. Una vez consolidada la separación de la estructura vertical, la separación horizontal de los servicios de pasajeros y de mercancías se realiza en 2002. La división reparte las actividades de operación de mercancías a CargoNet AS (propiedad de NSB) y de pasajeros a NSB. En este momento se produce también la apertura a la competencia del segmento de mercancías. Hasta 2009 las tareas de control de competencia y resolución de quejas por los agentes ferroviarios concurrían en el Ministerio de Transporte.</p> <p>El sistema de tarificación implica que Noruega posee el único sistema ferroviario entre los sistemas europeos estudiados que no impone cargas de infraestructura a los servicios de transporte de pasajeros. Sin embargo por un lado la falta de licitaciones para los transportes derivados de obligaciones de servicio público matiza esta aparente facilidad de acceso al mercado de transporte ferroviario de pasajeros noruego. Por otro lado, a pesar de que se permite a los operadores externos la provisión en competencia de servicios ferroviarios de pasajeros se hace bajo exigentes restricciones solamente es posible prestar servicios de transporte en ciudades, zonas circundantes o sobre infraestructura que no pertenezca a la red ferroviaria estatal, además únicamente se pueden prestar servicios en líneas no operadas por la estatal NSB. A resultados del Plan Nacional de Transporte 2010-2019 la inversión en la red ferroviaria se ha incrementado en un 25%.</p>	



<b>22.- POLONIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	24 %
Pasajeros	6 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	32,93 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	51,4 % (5,31 % considerando sólo operadores privados)
Canon medio tarificación acceso infraestructura	3,21 € km con descuentos para grandes volúmenes
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 1.750 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado. Holding PKP
Separación horizontal	2001: PKP Cargo (mercancías) PKP Intercity Sp.z.o.o. (pasajeros)
Operador público tradicional	Polskie Koleje Panstwowe (PKP)
Administrador Infraestructura	Polskie Linie Kolejowe (PKP-PLK)
Regulador	Urząd Transportu Kolejowego (UTK) con capacidad para imponer multas y medidas coercitivas de hasta el 2% de los ingresos anuales del infractor
Principales Operadores	Lotos Kolej Spółka, Chem Trans Logistics Group (CTL), DB Schenker RailPolska SA, Freightliner PL, Pol-Miedz Trans (PMT), Rail Polska; Koleje Slaskie, SKM Warszawa, Arriva RP, Operadores regionales
<p>Las directivas europeas que legislan el sector del ferrocarril se transpusieron de forma temprana a las leyes polacas, con varios años de antelación respecto a otros países comunitarios, como una preparación para su entrada a la Unión Europea. En 2003 se inició la participación del sector privado y se fomentó la competencia. La ley reemplazó las concesiones para operar en la red por licencias menos reguladas, favoreciendo así la participación del sector privado y la competencia en la industria ferroviaria. El segmento de transporte comercial de pasajeros queda abierto solamente para operadores externos nacionales.</p> <p>De 2003 a 2005, el órgano de regulación emitió hasta 57 licencias a operadores independientes. La inversión en la renovación de las vías aumentó un 580% en 2008 en relación a su punto más bajo en 1999, pero permanece menor al nivel de renovación necesario. Aproximadamente el 25% de la red de ferrocarriles se encuentra en un estado insatisfactorio, según datos de PKP. El estado de locomotoras, vagones y coches no es mejor: Un aspecto interesante del sistema ferroviario polaco es que hasta un 90% de los costes de conservación de la infraestructura son financiados por los usuarios muy por encima de la media europea (50%).</p> <p>A principios de 2009 el segmento de transporte regional operado por el grupo PKP fue transferido a las autoridades administrativas regionales creándose Przewozy Regionalne, la segunda operadora propiedad de las autoridades regionales junto con Koleje Mazowieckie.</p>	

<b>23.- PORTUGAL</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	6,1 %
Pasajeros	4,1 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	9,5 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	9,3 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	Entre 1,21 € km y 2,01 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. Entre 37.500 € y 50.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1997: Comboios de Portugal (CP, operador) y Rede Ferroviaria Nacional (Refer, ente gestor de la infraestructura ferroviaria)
Separación horizontal	2009: se crea CP Carga SA para el transporte de mercancías
Operador público tradicional	Caminhos de Ferro Portugueses (CP)
Administrador Infraestructura	Rede Ferroviaria Nacional (Refer)
Regulador	Unidade de Regulação Ferroviária (URF) integrada en la estructura de la autoridad de transporte Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (IMTT) Tiene capacidad para imponer multas hasta un máximo de 44.800 €
Principales Operadores	Transporte de Mercadorias S.A. (Takargo), Travessia do Tejo Transportes SA (Fertagus)
<p>La Ley Ferroviaria portuguesa permite a los operadores externos nacionales realizar tráficos ferroviarios de mercancías y comerciales de pasajeros. En concreto desde 2010 es posible a los operadores externos ofrecer servicios comerciales de transporte internacional ferroviario de pasajeros. Comparativamente con el resto de sistemas ferroviarios europeos estudiados el coste de la gestión de licencias operativas es relativamente elevado. A pesar de contar con un organismo que regula la competencia (INTF) desde hace muchos años, circunstancia que ocurre en muy pocos sistemas ferroviarios, la falta de competencia efectiva, ha provocado su escasa actuación. Por otra parte, son escasos los sistemas ferroviarios, que cuentan con autoridades reguladoras con capacidad real para proporcionar un acceso a la infraestructura no discriminatorio. Fertagus se adjudicó en junio de 1999 el concurso público internacional para la explotación del Eje Norte-Sur de Lisboa. Su formalización se instrumentó en un contrato de licencia entre el Estado y Fertagus, convirtiéndose en la primera empresa ferroviaria privada en Portugal que garantizaba la explotación de comercial de una línea y pagando a Refer un canon por el uso de la infraestructura, durante los 30 años que dura la concesión. Hasta la fecha, es el único operador externo que ofrece servicios de transporte ferroviario de pasajeros en Portugal. Los contratos para las demás líneas de transporte de pasajeros han sido concedidos directamente al operador estatal tradicional CP.</p>	

<b>24.- REINO UNIDO</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	13,4 %
Pasajeros	6,8 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	100% (53,6% descontando la cuota de DB Schenker comprador de las tradicionales)
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	100 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	entre 7 € km y 9 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. 295 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1992: Railtrack (gestor infraestructuras)
Separación horizontal	1993: TOCs (pasajeros) y FOCs (mercancías)
Operador público tradicional	British Rail (BR)
Administrador Infraestructura	Network Rail (NR)
Regulador	Office of Rail Regulation (ORR) tiene capacidad para imponer multas de hasta un 10% de los ingresos.
Principales Operadores	DB Schenker Rail UK, Freightliner Ltd, GB Railfreight, Direct Rail Services (DRS); Virgin, South West, First Great Western, East Coast, Southern, Southeastern.
<p>Frente al anterior modelo de monopolio público integrado verticalmente que hasta entonces ostentaba British Rail, el proceso de privatización se inició en 1992 con la creación de Railtrack (privatizado en 1996) como único gestor de la infraestructura de red y la concesión de licencias a operadores privados. Esta empresa se financiaba enteramente mediante el cobro de cánones por el uso de la infraestructura. El resto de funciones del sistema ferroviario fueron fragmentadas en múltiples sociedades privadas. Se crearon Train Operating Companies (TOCs,) a las que se les concedieron licencias de entre 7-15 años; Freight Operating Companies (FOCs) sin sujeción a licencia, en régimen abierto de concesión directa del administrador y Rolling Stock Companies (ROSCOs). El gran coste que conllevaban los niveles de seguridad exigidos, supusieron un continuado periodo de desinversión en infraestructuras ferroviarias por parte de Railtrack que culminó en los graves accidentes de Hatfield y Ladbroke Grove. Como consecuencia de estos problemas, Railtrack presentó solicitud de insolvencia y se declaró en quiebra en 2001. En 2002, el Estado la sustituyó por Network Rail, una empresa sin ánimo de lucro, cuya solvencia estaba garantizada por el Estado que proporciona acceso a los operadores a tasas comerciales y garantiza que la inversión en nueva infraestructura satisfaga la tasa de retorno comercial (puede haber apoyo gubernamental en inversiones con beneficios sociales, que no son recogidos en los ingresos de los operadores). La duda es saber si la quiebra era inevitable por tratarse de un gestor de infraestructuras ferroviarias privado o si fue la consecuencia de una mala gestión y regulación insuficiente. Como resultado del proceso Gran Bretaña es el país que ha alcanzado el más alto grado de liberalización. Al comienzo de la reforma ferroviaria, el Gobierno británico esperaba crear un ferrocarril sostenible sin tener que proporcionar ninguna ayuda importante, desde 2001 se ha producido un dramático aumento de la distribución de fondos públicos al sector ferroviario. Finalmente, señalar que han sido aprobados ambiciosos planes de inversión con el objetivo de expandir y mejorar la capacidad y la calidad de la infraestructura.</p>	

<b>25.- RUMANIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	20,5 %
Pasajeros	7,6 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	41 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	18 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	3,27 € km
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	1 mes. 2.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	2003: CRF Infraestructura SA (administrador)
Separación horizontal	2003: CFR Marfa SA (mercancías) CFR Calatori SA (pasajeros)
Operador público tradicional	Societatea Națională a Căilor Ferate Romane (SNCFR)
Administrador Infraestructura	CRF Infraestructura SA
Regulador	Railway Supervision Council. Tiene capacidad para imponer multas entre 1.300 y 6.300 €.
Principales Operadores	Grup Feroviar Român, Unifertrans, Cargo trans Vagon, Transferoviar Grup (TFG), Servtrans Invest; Regio Trans, Transferoviar Calatori
<p>Rumania comenzó la reforma del sector ferroviario en 1998 cuando SNCFR se reorganiza en 5 sociedades filiales separando así la infraestructura de la operación dentro del grupo CFR. En 2003 la separación se produce ya en sociedades independientes. Desde 2005 los operadores ferroviarios de mercancías nacionales y extranjeros tienen acceso abierto a la infraestructura ferroviaria rumana. El mercado rumano de transporte de pasajeros para servicios comerciales está abierto a la competencia, mientras que para servicio público son licitados cada 4 años. El acceso a la infraestructura ferroviaria se concede de forma no discriminatoria a todas los operadores que cumplan las condiciones hayan suscrito un contrato de acceso con CFR Infraestructura, que en el caso del sistema rumano a diferencia de la mayoría de los sistemas es individualizado para cada operador. En el breve periodo de tiempo transcurrido desde la apertura del segmento de mercancías a la competencia la proporción de tráfico desviada a los operadores entrantes ha sido muy elevada. La causa principal se encuentra en que el operador histórico rumano ha sido debilitado durante años debido a la exigencia de onerosos requerimientos por parte del Estado para prestar servicios de pasajeros. Estos requerimientos no han sido objeto de compensación alguna y los beneficios obtenidos en los servicios de mercancías han sido empleados como subsidios cruzados para compensar las pérdidas del segmento de pasajeros.</p> <p>La valoración del proceso de liberalización rumano subraya el hecho de que a pesar de haber conseguido introducir una competencia muy elevada la cuota modal sigue en un declive importante</p>	

<b>26.- SUECIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	36 %
Pasajeros	9,3 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	45 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	35 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	0,03-0,19 € km (tarificación básica a la que se añaden complementos en función del tipo de servicio, horario y tramo recorrido)
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. Gratuito
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	1988: Banverket (gestión de infraestructura) Statens Järnvägars (SJ, operadora)
Separación horizontal	2001: Green Cargo AB (mercancías), Statens Järnvägars (pasajeros)
Operador público tradicional	State Railways (SJ)
Administrador Infraestructura	Trafikverket (hasta 2010 Banverket), administración horizontal sectorial de infraestructuras de transporte
Regulador	Transportstyrelsen con poder para ordenar medidas coercitivas e imponer sanciones
Principales Operadores	Hektor Rail, Cargo Net, TX Logistik, Malmtrafik i Kirusa; Arriva Tåg, Tågakeriet i Bergslagen, Bottniatåg, DB Regio Sverige y DSB
<p>El modelo ferroviario sueco fue el primero de Europa en separar la gestión de la infraestructura, de la explotación ferroviaria en 1988 anticipándose a las futuras directrices de separación de actividades, formuladas desde la Unión Europea. A partir de 1996 se permite la entrada de nuevos operadores competidores en los servicios de mercancías, medida que se extiende en 2000 a los transportes de pasajeros.</p> <p>El modelo sueco ha delegado en las Autoridades Regionales de Transporte (THM) la planificación, financiación y concesión de los servicios locales y regionales.</p> <p>La renovación ferroviaria sueca ha venido acompañada de un plan por parte del Estado de inversiones en el ferrocarril con una dotación superior a 11.800 millones de euros hasta 2015, a la que se añade la previsión de otros 4.191 millones para subvencionar servicios imprescindibles pero estructuralmente deficitarios.</p> <p>Como resultados más destacados del cambio de modelo está que en los últimos ejercicios el volumen de pasajeros haya crecido un 38%, la estimación de una reducción de costes cercana al 20%, como consecuencia del otorgamiento de concesiones para la explotación de determinados servicios (Alexandersson y Hulten, 2003), así como una reducción en el nivel de precios pagados por el transporte ferroviario de mercancías que ha permitido el trasvase de transportes de cargas desde la carretera hacia el ferrocarril (Alexandersson y Hulten, 2008)</p>	

<b>27.- SUIZA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	38,9 %
Pasajeros	16 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	32 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	12%
Canon medio tarificación acceso infraestructura	4,5 € km se aplican costes por la utilización de ciertos túneles o nodos
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	3 meses. Entre 535 € y 2.000 €
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado: Holding SBB y separación en BLS Netz
Separación horizontal	Modelo Integrado tanto en SBB (división SBB Cargo y filial SBB Cargo Internacional) como en BLS.
Operador público tradicional	Schweizerische Bundesbahnen (SBB)
Administrador Infraestructura	SBB (3.100 km) y BLS Netz (450 km)
Regulador	Schiedskommission im Eisenbahnverkehr (SKE) no tiene capacidad para imponer sanciones u otro tipo de medidas coercitivas.
Principales Operadores	Kriens-Luzern-Bahn (KLB), Bergbahn Lauterbrunnen – Mürren (BLM), Wynental und Suhrentalbahnhof (WSB), Wengernalpbahn (WAB), Sursee–Triengen-Bahn (ST), Meiringen–Innertkirchen Bahn (MIB), Matterhorn-Gotthard-Bahn (MGB), Jungfrau-Bahn (JB); Rhaetian Railway (RhB)
<p>Mientras la infraestructura y su operación están separadas solamente en términos contables en SBB, la infraestructura de BLS AG está completamente separada en una entidad legalmente independiente como es BLS Netz AG con efectos desde el 1 de enero de 2009. También existe separación organizativa y legal en la compañía ferroviaria nacional Schweizerische Südostbahn (SOB) entre la operación y la administración de la infraestructura desde el 1 de enero de 2011.</p> <p>Los tráficos de mercancías internacionales se liberalizaron a principios de 2006, y los nacionales, en 2007. Sin embargo, las empresas ferroviarias extranjeras tienen un acceso restringido al mercado de viajeros, solamente para tráficos de tránsito y transportes chárter. En 2009 todos los contratos de transporte ferroviario de pasajeros fueron concedidos directamente en forma de licencia sin procedimientos de negociación. Todos los servicios de transporte regional de pasajeros son prestados bajo la forma de contratos de servicio público. Los servicios nacionales de transporte de pasajeros de larga distancia los provee exclusivamente SBB en régimen de licencia sobre una base puramente comercial.</p> <p>Suiza emprendió una política de cambio modal que supuso la consagración del principio de trasvase del transporte de mercancías de la carretera al ferrocarril en su Constitución. El instrumento principal para conseguirlo es la tasa a los vehículos pesados cuya recaudación se emplea para financiar la infraestructura ferroviaria.</p>	

<b>28.- CROACIA</b>	
<i>Principales magnitudes de la operación del servicio de transporte ferroviario</i>	
Relativas a la competencia modal. Cuota modal del transporte ferroviario	
Mercancías	10,89 %
Pasajeros	12 %
Relativas a la entrada de nuevos operadores distintos al incumbente	
Cuota de mercado operadores entrantes. Mercancías	0 %
Cuota de mercado operadores entrantes. Pasajeros	0 %
Canon medio tarificación acceso infraestructura	No definido
Plazo y tasa por tramitar licencias operativas, certificados seguridad	No definidos
<i>Hitos del proceso liberalizador. Actores principales del sistema ferroviario</i>	
Separación vertical	Modelo Integrado. Holding HZ (2005 se crea la filial HZ Infrastruktura)
Separación horizontal	Modelo Integrado. Holding HZ (2005 filiales HZ Putnicki Prijevoz, pasajeros y HZ Cargo, mercancías)
Operador público tradicional	Hrvatske Zeljeznice (HZ)
Administrador Infraestructura	HZ Infrastruktura
Regulador	Croatian Regulatory Authority for Network Industries (HAKOM)
Principales Operadores	Ninguno aparte de HZ
<p>Croacia es el Estado número 28 en incorporarse a la UE el 1 de julio de 2013. La actual red de infraestructuras ferroviaria es la menos desarrollada en comparación con las otras infraestructuras de transportes del país, con vías férreas muy viejas, trenes y locomotoras antiguas así como equipos de señalización y comunicaciones desfasados en muchas ocasiones.</p> <p>Como consecuencia de las restricciones presupuestarias en las subvenciones por servicio público se produjo un declive en el transporte nacional de viajeros por ferrocarril entre 2010-2012 que alcanzó una caída acumulada del 38% en los pax-km transportados. Este aspecto contrasta con que Croacia junto con Eslovenia es el sistema ferroviario que más ha incrementado su red desde 1995, concretamente ha puesto en servicio un 18% más de kilómetros de infraestructura.</p> <p>En junio de 2013, el Banco Mundial publicó el documento "Railways Policy Note" entre cuyas conclusiones destaca que, a pesar del apoyo del Estado, la intensidad del transporte ferroviario (medido en términos de unidades de tráfico por kilómetro) ha ido en descenso desde 2008 y está notablemente por debajo de la media de la UE. Por último señala la necesidad de diseñar una estrategia a largo plazo que asegure que el sector sea financieramente independiente en el futuro.</p>	

## **SEGUNDA PARTE:**

### **OTROS SISTEMAS FERROVIARIOS EN EL MUNDO**



## 1.- ESTADOS UNIDOS

En los Estados Unidos, la mayoría de los ferrocarriles pertenecen al sector privado. La experiencia americana en la reducción de la intervención estatal ilustra los buenos resultados obtenidos a partir de la introducción de competencia entre los ferrocarriles de carga verticalmente integrados que compiten con el resto de modos de transporte y con algunas líneas paralelas de ferrocarriles en ciertos mercados.

Los ferrocarriles fueron sometidos durante años al control de la Comisión Interestatal para el Comercio (ICC – Interstate Commerce Commission), no podían cerrar una línea o fusionarse, y eran sometidos a estrictas regulaciones de tarifas y de otros aspectos de servicio. Las tarifas bajo contrato (negociadas) con los expedidores estaban prohibidas, sólo se permitían las tarifas de transportistas públicos. Los ferrocarriles vieron disminuida su clientela a favor del avión y la carretera. La situación acabó con la quiebra de 6 compañías (el 20% de la industria) en los años 70, incluida la conocida Penn Central. Para salvar la situación se creó CONRAIL en 1976 (Railroad Revitalization and Reform Act), empresa pública, a la que se transfirieron los activos de las empresas de ferrocarriles, y de la que el Gobierno federal era accionista en un 85%.

En 1980 se produjo el primer hito en el proceso de desnacionalización, la aprobación de la Staggers Act, que por primera vez introdujo vía desregulación, una cierta capacidad negociadora de las tarifas y los servicios con los clientes por debajo de los máximos autorizados, liberándose a las empresas de servicios y precios obligatorios para obtener un mejor equilibrio entre la viabilidad financiera de los ferrocarriles y los intereses de los expedidores. El nuevo enfoque depende de la competencia entre los ferrocarriles y el transporte por carretera. La agencia de regulación interviene sólo en los precios, únicamente en respuesta a quejas, y solamente si el ratio de los ingresos en relación a los costes variables del tráfico supera el 180%. La agencia revisa también las fusiones para preservar la competencia. Desde 1980, todas las mediciones del rendimiento de los ferrocarriles han mejorado, y los rendimientos financieros han sido adecuados, sin ser excesivos. Los precios promedio de los ferrocarriles han bajado del 55%, el volumen de tráfico prácticamente se duplicó, y los ferrocarriles han reinvertido más de USD 460.000 millones en sus sistemas. La introducción de estas medidas supuso un incremento formidable de competitividad, de un 170% durante 20 años. En 1981 se preparó la vuelta al mercado de CONRAIL suprimiéndose las líneas deficitarias. En 1984 se inicia la privatización por el procedimiento de ofertas en bloque.

En cualquier caso la desregulación del transporte ferroviario de mercancías en Estados Unidos se puede calificar de noblemente exitosa a pesar de los pocos operadores que compiten. En este país se transporta más carga bajo convenios de acceso a las vías en la redes de ferrocarriles verticalmente integrados que en el resto del mundo entero. La competencia se produce en pares de origen y destino y en muchos de ellos existen alternativas por carretera o canal. En la práctica, para una determinada ruta puede llegar a ser más efectiva la presencia de otras alternativas de transporte que el número de operadores ferroviarios. En muchas rutas no existen más de dos operadores entre los que elegir. Grimm y Winston (2000) estiman que la existencia de un operador ferroviario alternativo a 50 millas del punto de carga de la mercancía se traduce en una reducción de un 16% en el precio del servicio de transporte para el cargador. De manera similar los destinatarios de la mercancía se benefician de un 25% de reducción en los precios si existen dos o más ferrocarriles con los que transportar la mercancía.

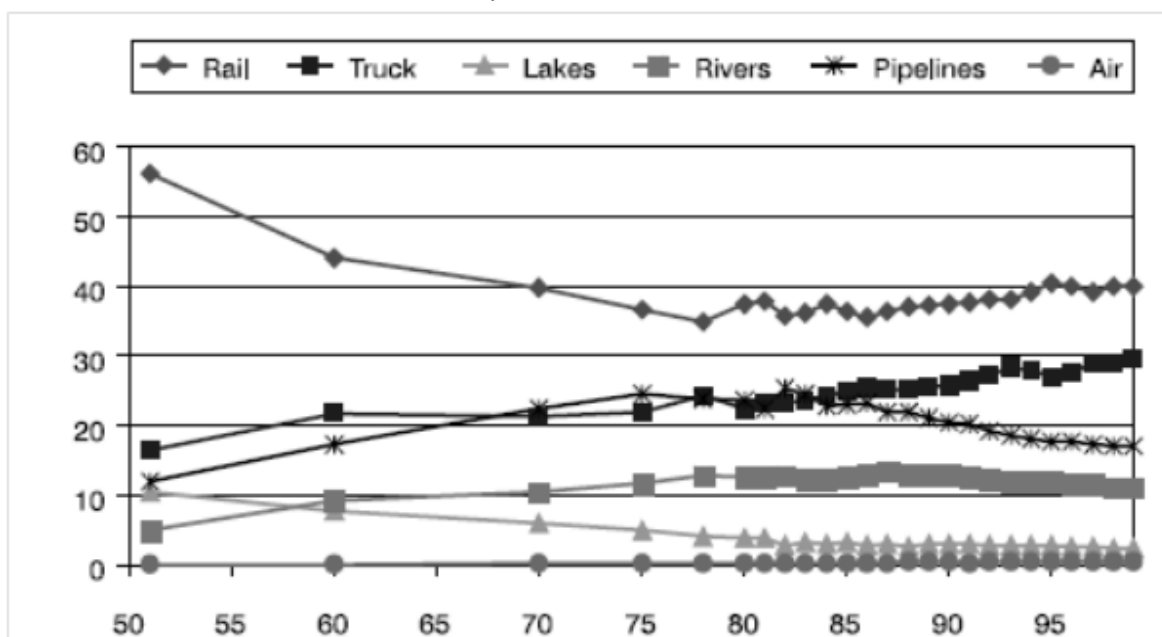
En el modelo actualmente vigente son las compañías ferroviarias, operadoras del transporte de mercancías, las que tienen la propiedad de la totalidad de la red ferroviaria destinada al transporte de mercancías (285.796 kilómetros de vía). Fuera de estas vías no existen otras de titularidad pública dedicadas al transporte de mercancías. Junto con Japón y Nueva Zelanda, donde la propiedad de sus vías pasó por completo al sector privado, si bien luego fueron renacionalizadas, suponen una excepción en todo el sector. Las compañías ferroviarias estadounidenses se dividen en 3 grupos: 7 compañías de ámbito interestatal con recorridos medios de 1.475 kilómetros, 30 que dan servicio a estados concretos y regiones específicas y unas 523 con recorridos menores, de unos 132 kilómetros de media.

En los Estados Unidos, la regulación económica de los ferrocarriles es asegurada por el Consejo Independiente de los Transportes en Superficie (STB), responsable de todos los modos de transporte en superficie. La seguridad de los ferrocarriles es regulada por la Administración Federal de los Ferrocarriles (FRA) dentro del Departamento de Transportes.

Como resultado principal de este modelo destaca que un 42% de la cuota de transporte de mercancías corresponde al modo ferrocarril (similar a la carretera y con una tendencia al alza), lo que supone un total de 2,82 millones de toneladas-kilómetro transportadas al año, cifra superior a la de China (2,21 millones), Rusia (2,09 millones) o el resto de Europa (416.000). En cuanto al tipo de mercancía transportada, para el caso de las compañías interestatales, destaca el carbón, con un 27% del total transportado, los productos químicos 7% y los productos agropecuarios, alimentos y minerales 5% cada uno de ellos. Para el resto de compañías, los productos químicos

suponen el 16%, los agropecuarios el 13%, mientras que el carbón tan sólo un 2%. Respecto a la estructura de costes del transporte de mercancías por ferrocarril en EE.UU. destacan la infraestructura que supone en torno al 35% del total, el combustible el 25% (todas las locomotoras son de tracción diesel),<sup>88</sup> y el material rodante, un 20%. El coste de personal queda en un 10% y el material remolcado en el 8%. En términos comparativos sirva el dato de que el coste de explotación por kilómetro recorrido es un 60% inferior a la media europea.

Gráfico AD1: Cuotas modales en transporte de mercancías en EEUU



Fuente: Thompson, L.S. (2003). Nota: medido como porcentaje de las Tn-Km totales.

No cabe duda que las condiciones geográficas juegan un papel destacado, dado que el ferrocarril siempre ha sido el modo más apropiado para el transporte de grandes cantidades de mercancías homogéneas cubriendo una larga distancia. A lo que se añade que la red ferroviaria estadounidense está dedicada casi en exclusiva al transporte de mercancías, ya que el ferrocarril representa solamente el 1% del total de viajes que realizan los pasajeros norteamericanos. Por tanto, este modelo no puede tenerse en cuenta como perfil de referencia para los ferrocarriles europeos, debido a las condiciones totalmente diferentes en cuanto al suministro y la demanda que caracterizan al mercado del transporte de mercancías estadounidense.

<sup>88</sup> En Estados Unidos que posee la mayor red ferroviaria del mundo, con 225.000 km, la electrificación tiene un papel marginal. Los elevados costes de instalación de subestaciones y catenaria hacen difícil su implantación para las empresas privadas sin ayuda del Gobierno Federal.

## 2.- OTRAS EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

La mayoría de los ferrocarriles del mundo son integrados verticalmente, y muchos no tienen obligaciones automáticas de suministrar el acceso a terceros. Aproximadamente un 98% del tráfico ferroviario mundial es transportado en ferrocarriles verticalmente integrados, incluyendo los ferrocarriles que compiten por el acceso a servicios de transporte bajo obligación de servicio público o con contratos comerciales en las líneas controladas por una empresa verticalmente integrada. Sin duda esta cifra se ve influenciada por el peso del modelo de Estados Unidos, pero no por ello deja de ser relevante, ya que como se verá a continuación los ferrocarriles en otras partes del mundo mantienen una integración vertical.

En el sistema ferroviario japonés la ampliación de la red a una decena de líneas generó un déficit tan elevado que obligó a privatizar la compañía ferroviaria estatal Japan National Railways (*Nihon Kokuyū Tetsudo*) el 1 de abril de 1987. A raíz de esta privatización surgió el grupo JR (*Jeiaru Gurūpu*). Este grupo de siete empresas opera las líneas ferroviarias japonesas que pertenecieron al Estado y controla los activos y los pasivos de lo que fue la empresa estatal tradicional. De forma transitoria, la totalidad de las acciones de la ferroviaria estatal quedaron en manos de la Agencia de Liquidación de los Ferrocarriles Nacionales de Japón (*Nihon Kokuyū Tetsudo Seisan Jigyōdan*) hasta su liquidación en 1988. La falta de inversión por parte de las compañías privadas heredadas del grupo JR provocó que el Estado tuviese que tomar de nuevo un papel de agente activo en el sistema ferroviario japonés, manteniéndose solamente en manos privadas JR East (actualmente East Japan Railway CO, es la mayor empresa ferroviaria del país, opera el “tren bala” y en la red metropolitana de Tokio), JR Central y JR West, si bien hay ciertos aspectos de estas tres empresas en los que el Estado aún conserva poder de decisión. Las acciones de las restantes cuatro empresas del grupo JR (JR Hokkaido, JR Shikoku, JR Kyūshū y JR Freight) permanecen en la titularidad del Estado, recibiendo subsidios para el mantenimiento de su actividad.

El actual modelo financiero estipula que las nuevas infraestructuras ferroviarias se financien de la siguiente manera. El gobierno sufrague 2/3 del coste de producción, 1/3 se cubre por los gobiernos municipales por los que pase la línea. Tras la conclusión de una nueva línea, la compañía operadora alquila la línea a JRJT pagando un precio que determina el gobierno y que se fija en función del margen de ganancias previsto con la explotación de la línea. Los ingresos obtenidos con el alquiler de la línea se utilizan para la construcción de nuevos tramos de la red Shinkansen. El Shinkansen es una de las líneas de alta velocidad más densas del mundo. Tras la desmembración de

los Ferrocarriles Nacionales Japoneses para formar las siete compañías del grupo JR en 1987, la explotación de las distintas líneas Shinkansen fue transferida a las compañías del grupo JR.

Un caso similar al japonés lo encontramos en Nueva Zelanda. La red ferroviaria fue construida y financiada inicialmente por los gobiernos provinciales en 1863. Después de ejecutar una política completa de liberalización; la privatización y separación de la explotación del ferrocarril y la infraestructura fracasó y el Gobierno tuvo que renacionalizar primero la infraestructura en 2004 y luego la explotación en 2008. Actualmente, el sistema ferroviario neozelándes está focalizado principalmente en el transporte de mercancías y de forma especial en el transporte a granel, con limitados servicios de pasajeros en algunas líneas.

El sistema ferroviario ruso se mantiene integrado verticalmente en el grupo RZD (*Rossiyskie zheleznye dorogi*) responsable, entre otras de las funciones de administración de la infraestructura y servicios de operación de transporte ferroviario de pasajeros y de mercancías. A mediados de los años 90 la rentabilidad del ferrocarril descendió hasta hacerse negativa, motivo que impulsó las reformas y los planes de creación de una compañía 100% estatal a la que transferir toda la actividad ferroviaria en bloque. La compañía RZD fue creada el 18 de septiembre de 2003 a partir de la promulgación de un Decreto (Decision N° 585) para separar los ferrocarriles respecto del Ministerio del Transporte y las Comunicaciones (MR) que sin embargo ha mantenido las funciones de regulación. El grupo RZD cuenta actualmente con 987 compañías lejos de las 2.046 que llegó a tener el sistema ferroviario bajo el auspicio del MR

Rusia ha lanzado recientemente un programa que tiene como objetivo el incremento de la competencia en el transporte ferroviario, dado que además en muchos trayectos tampoco existe competencia de otros modos. El plan incluye la privatización de algunas partes de la compañía ferroviaria estatal tradicional RZD. En la medida en que RZD es una única compañía operadora en el sistema con locomotoras que pueden operar, la red la introducción de competencia en Rusia sólo es posible en un sentido. La competencia se basaría en que RZD ofrezca servicios de transporte al resto de compañías ferroviarias que venderían servicios de transporte de mercancías y capacidad de transporte operando la red a sus clientes finales.<sup>89</sup>

Este plan se ha materializado el 28 octubre de 2011 con la mayor operación de privatización en la desnacionalización del sistema ferroviario ruso. RZD Freight One

---

<sup>89</sup> Para profundizar acerca de las posibilidades de introducción de competencia en Rusia, se puede consultar Pittman, R. (2007).

filial de mercancías del grupo RZD vendió el 75% de sus acciones por 4 billones de dólares a una compañía independiente de transporte ruso.

En China<sup>90</sup> los mercados de transporte ferroviario están integrados verticalmente en el grupo China Railway Corporation y aún no han comenzado su liberalización. El sector ferroviario chino se enfrenta a una deuda de más de 147.610 millones de dólares, con una proporción entre las deudas y los activos del 52% a finales de 2009, muy inferior a la de muchos sistemas ferroviarios en el extranjero. Este aspecto crucial en la privatización de otros sistemas ferroviarios no parece que vaya a ser, hasta el momento, en el sistema ferroviario chino el detonante del comienzo de un proceso de liberalización ferroviaria.

Su red ferroviaria de alta velocidad es la más extensa del planeta. Además cuenta con la tercera red ferroviaria total más extensa del mundo por detrás de las de EE.UU. y Rusia, con unos 90.000 km de vía y más de 30.000 trenes. Sin embargo, en el transporte de carga, los ferrocarriles chinos se han encontrado en un punto próximo a la saturación principalmente por el inmenso tráfico carbonífero, ya que China es el primer productor mundial de carbón, lo que ha obligado al Consejo de Estado Chino a la aprobación de un plan de inversiones ferroviarias por 292 billones de dólares con un plazo de ejecución hasta 2020.

En Australia a excepción de un moderado número de ferrocarriles privados, la mayor parte de la infraestructura ferroviaria australiana pertenece a su Administración Pública ya sea a nivel federal o a nivel estatal, siendo Rail Track (RTA) el administrador de la infraestructura ferroviaria. La mayor parte de los operadores ferroviarios comenzaron siendo agencias estatales, sin embargo en los años 90 tuvo lugar un proceso de privatización de la mayoría de compañías ferroviarias que actualmente operan la red ferroviaria australiana.

---

<sup>90</sup> Un estudio detallado acerca de la estructura del mercado ferroviario chino puede encontrarse en Pittman, R. (2004).

### 3.- SISTEMAS FERROVIARIOS LATINOAMERICANOS

En este apartado se describe el proceso liberalizador que tuvo lugar a principios de los años noventa en los sistemas ferroviarios del área latinoamericana. La mayor parte de los ferrocarriles en Latinoamérica fueron construidos a partir de la financiación obtenida por inversores privados y operados bajo varias formas de contratos denominados en su mayoría "concesiones". Después de la Segunda Guerra Mundial, prácticamente todos los ferrocarriles latinoamericanos fueron nacionalizados. De manera que en los años noventa la mayor parte de los ferrocarriles latinoamericanos eran de propiedad y operación pública. En aquella década las condiciones del transporte ferroviario empeoraron, la infraestructura carecía de mantenimiento y muchas locomotoras quedaron fuera de servicio. Los tráficos de pasajeros y mercancías entraron en una espiral decreciente que hizo incrementar los ya de por sí elevados déficits operativos sostenidos por una financiación pública limitada. Los gobiernos latinoamericanos condicionados por evitar el constante pago del coste de los déficits ferroviarios y el pobre servicio y en el marco de programas que respondían a la tendencia de incrementar el papel del sector privado en todo tipo de servicios, decidieron acabar con el tradicional modelo de monopolio público ferroviario.

La mayoría mantuvieron la titularidad de los activos que conforman la infraestructura ferroviaria, transfiriendo el control de la operación a entidades privadas. Hubo excepciones a este proceso como el caso de Ferronor en Chile que en 1997 se hizo además con la propiedad de la infraestructura ferroviaria que conformaba la antigua Red Norte. La transferencia de la operación a empresas privadas, provocó que no se mantuviera ningún operador público de mercancías significativo en América Latina. Al igual de lo que aconteció en Estados Unidos y Japón la mayoría de los gobiernos latinoamericanos optaron por no mantener la gestión de la infraestructura ferroviaria operada bajo concesión. La excepción a este hecho, se encuentra nuevamente en Chile donde la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE) mantuvo la titularidad y la función de negociar las condiciones de acceso a la infraestructura ferroviaria con su antigua filial de mercancías (privatizada en 1996) Ferrocarril del Pacífico SA (FEPASA), que era asimismo la concesionaria del servicio. A pesar de esta opción, los gobiernos intentaron fehacientemente asegurar una cooperación activa con la actividad de gestión de la infraestructura ferroviaria, cooperación que fue más intensa en países como México o Brasil que en otros como Argentina. El proceso estuvo paralelamente acompañado de la opción de delegar la función de control completo del proceso de privatización en una agencia independiente ajena al sector ferroviario. En algunos casos esta agencia era un departamento

especializado del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (México), en otros el banco nacional de desarrollo (BNDES en Brasil). A la cabeza de estas agencias se situaron responsables de la máxima confianza de los gobiernos, manteniéndose así las decisiones al más alto nivel político.

En el caso de Bolivia, el objetivo del proceso fue la transferencia a los operadores privados de un ferrocarril recapitalizado. De manera que el Estado no recibió los ingresos de la privatización y, en cambio, optó por invertirlos en la reconstrucción de los activos ferroviarios de las compañías involucradas en el proceso.

Generalmente, fue otorgada una concesión exclusiva e integral de la operación de los servicios de transporte de pasajeros y mercancías. En Chile la empresa nacional estatal (EFE) transmitió derechos de acceso y operación no exclusivos para los servicios de mercancías en las líneas desde Valparaíso y Santiago hacia el sur. En México el gobierno intentó crear las bases para la generación de competencia en los mercados principales mediante la concesión competitiva de determinados derechos de acceso entre los dos operadores concesionarios de la zona norte. En Brasil y Argentina los concesionarios de tramos en conexión podían ser requeridos para la concesión al otro operador de los derechos de uso sobre la infraestructura, bajo condiciones de mercado razonables. Sin embargo esta condición ha sido raramente utilizada. Los Estados optaron por el modelo de concesión integral porque el concesionario era el único o el claramente predominante operador de la infraestructura y en estos sistemas ferroviarios no concurría ninguna de las circunstancias para considerar una separación de las actividades de gestión y operación de la red.

La naturaleza jurídica de la transmisión de los derechos de utilización de la infraestructura varió entre los distintos países. Así, mientras algunos, Argentina, Brasil, adjudicaron la concesión directamente; México creó primero sociedades en manos estatales para ser vendidas junto con el material rodante y la concesión. Las acciones de estas sociedades fueron vendidas de forma competitiva a inversores estratégicos. En la mayoría de los casos la propiedad del material rodante requerido para la operación se vinculó al procedimiento de concesión, de manera que la oferta de los licitadores incorporaba la proposición económica por el material rodante junto con la concesión. En pocos casos, como en Argentina, el Estado ofreció al concesionario la posibilidad de arrendar el material rodante existente a una tarifa estandarizada. En la práctica totalidad de los casos la adquisición de nuevo material rodante fue responsabilidad del concesionario.

Las concesiones de servicios de mercancías tuvieron un plazo medio de 30 años (en Chile fueron 20 y en México 50) al que se sumaban ampliaciones de plazo de mutuo acuerdo limitadas a 10-20 años. El plazo de 30 años, ampliación de plazo



incluida, era elegido por tratarse del plazo mínimo necesario para amortizar la inversión en nuevos vagones y locomotoras. Las concesiones para servicios de pasajeros eran más breves, porque los Estados buscaban un mayor control sobre el comportamiento del concesionario y un vencimiento más breve de la concesión se veía por los Estados como el medio para conseguirlo. Como resultado, en el caso del servicio de transporte de pasajeros, los Estados se vieron obligados a mantener un papel más activo en la titularidad y financiar el material rodante.

Las tres formas generales para la venta de las concesiones o de las acciones en las empresas titulares de las concesiones fueron: licitaciones restringidas, subastas públicas o procedimientos negociados directamente. El medio más común fue el de licitaciones restringidas, pero Brasil ha utilizado tradicionalmente subastas públicas para la venta de todas sus empresas públicas, mientras que Guatemala ha acudido usualmente a negociaciones directas.

Una segunda elección era la de si se establecía un precio mínimo aceptable y en caso afirmativo si hacerlo público. Aunque la mayoría de los países calcularon un valor estimado para la concesión, poco intentaron calcular un precio mínimo aceptable porque entendían que el precio formado en el mercado era el indicador más fiable del valor de la misma. En cualquier caso algunos países estaban obligados por su ordenamiento jurídico, incluso en el rango constitucional, a tener un precio mínimo. Como por ejemplo Brasil que hizo público su precio mínimo con antelación, consiguiendo en la adjudicación al menos el precio mínimo requerido. Los responsables de las licitaciones brasileñas destinaron importantes recursos para la determinación del precio mínimo. En México, el Estado tenía precios mínimos, pero no se hacían públicos.

La tercera cuestión a dirimir era si existía en el procedimiento una fase de precalificación de licitadores o se permitía a todas las partes licitar. En prácticamente todos los casos, algún tipo de precalificación fue exigida para asegurar unas ofertas responsables, incluyendo en ella condiciones de tipo social.

La mayoría de las licitaciones tenían su base en una medición monetaria. Posiblemente los sistemas de traspaso de titularidad más simples fueron los de México y Bolivia, donde se pagaba la totalidad del precio de adjudicación en el momento de la transferencia de titularidad. Más complejo fue el caso brasileño para las concesiones de mercancías, en las que el adjudicatario debía pagar el 30% del precio mínimo de licitación y el exceso sobre este, si lo había, en efectivo en el momento de la adjudicación y el importe restante se pagaba mensualmente en 360 cuotas iguales. El sistema de licitación más sofisticado fue el de Argentina, donde los licitadores recibían los requisitos de servicio y las tarifas máximas, aspectos que

debían servir de base para presentar ofertas sobre dos parámetros: el flujo mensual de servicios de transporte requerido y un programa de capital necesario. La concesión se otorgaba a la mejor oferta calculada como el VAN mínimo (tasa de descuento del 12%) de la suma de flujos operativos exigidos y flujos para cubrir los requisitos de inversión.

En los casos de Brasil y Argentina los concesionarios de los servicios de transporte de pasajeros asumieron el riesgo comercial completo (previsiones de demanda y previsiones de costes operativos), sujeto a las tarifas máximas y los niveles y requisitos de servicio exigidos, aunque en realidad los Estados estaban subvencionando de facto el servicio por razones sociales. En definitiva la competencia por el mercado minimizó las obligaciones estatales de financiación de estos servicios. En concreto Ferrocarriles Argentinos estaba perdiendo de forma constante unos 800 millones de dólares anuales. Pérdida que fue reemplazada por un ingreso desde el servicio de transporte de mercancías y un limitado y programado flujo de capital hacia el servicio de pasajeros. La Federación Brasileña del Ferrocarril (RFFSA) estaba perdiendo alrededor de 500 millones de dólares anuales que se convirtieron en un pago al Estado de 1,7 billones de dólares. En México, las pérdidas anuales de cerca de 400 millones de dólares anuales se transformaron en un pago de 2,4 billones de dólares. Los Estados retuvieron el riesgo comercial y/o financiero solamente en los casos en que su transferencia al sector privado implicase un coste desproporcionado.

En relación con la preocupación política de prevenir que un sector estratégico, como el ferrocarril, con activos inicialmente estatales cayera en manos privadas y extranjeras, lo que podría llegar a suponer una "cesión de un aspecto importante de soberanía al capital extranjero" o en algunos casos constituir una "recolonización", se tomaron diferentes medidas. En algunos casos como en México, los Estados requirieron desde un principio que los consorcios participantes en la licitación contaran con una participación mayoritaria de inversores nacionales. En otros casos se exigió una autorización por parte del Estado a las proposiciones en las que existiera una participación mayoritaria extranjera. Argentina puntuó en sus procesos de licitación la presencia argentina en las ofertas a la concesión sobre el servicio de transporte de mercancías, lo que tenía el efecto práctico de anteponer aquellos consorcios que incluyeran inversores y operadores locales.

Sin embargo, al mismo tiempo, en la mayoría de países se exigía que el consorcio licitador demostrase conocimiento y experiencia en la gestión de la operación comercial de servicios de transporte de pasajeros y mercancías lo que necesariamente implicaba, en la mayoría de los casos, que la misma se basase en sistemas ferroviarios no nacionales más avanzados en su proceso de liberalización, que sólo era posible con una participación externa en el consorcio para cumplir ese requisito.

Muchos Estados crearon una o varias agencias regulatorias para supervisar y controlar los resultados de las concesiones. Sin embargo, sólo unos pocos países se prepararon de forma completa para un control real de las concesiones, mientras que la mayoría no consiguieron si quiera formular unos principios de actuación para la supervisión de las concesiones o para el requerimiento al concesionario de la información adecuada para llevar a cabo un control de las mismas. De hecho, ninguna de las agencias reguladoras estuvo preparada (en cuanto a su autoridad y capacidad) para los ajustes de las concesiones, debido a restricciones legales y a la influencia política que limitó su capacidad de negociación

Respecto al requerimiento de la necesidad de ajustar los términos y condiciones de las concesiones a cambios en el país sobre el que se asienta el sistema ferroviario o en la situación del concesionario, prácticamente todas las concesiones tuvieron que ser renegociadas por diferentes razones incluyendo:

- que el estado de los activos físicos tal y como fueron entregados al concesionario difería significativamente del indicado en los pliegos de la licitación o del estado esperado por el concesionario, como sucedió en los casos de Argentina y Brasil.

- que acaecieron contingencias impredecibles, como desastres naturales, por las que el objeto de la concesión devino imposible de realizar de forma completa y específica, como el caso argentino.

- que tuvieron lugar crisis económicas como en Argentina o Brasil que supusieron la caída de las predicciones financieras contenidas en la concesión hasta un grado inviable por razones fuera el ámbito de control o predicción del concesionario.

- que tuvo lugar un incremento rápido de la demanda no previsto, lo que hizo que las previsiones sobre necesidades de capital devinieron inadecuadas, como ocurrió en alguna línea en Argentina.

- que las concesiones contenían cláusulas que implicaban inversiones altamente específicas o muy elevados volúmenes físicos de transporte lo que ocasionaba una prestación desproporcionada según los términos de la concesión para el desarrollo de la misma en ese momento.

- que los Estados no cumplieron las obligaciones contenidas en la concesión como pago de subsidios (Argentina), cánones de acceso pagados por usuarios (Argentina), puesta en servicio de infraestructuras o programas de rehabilitación (Brasil), ejecución de paquetes de ajuste de plantilla (Brasil) o acceso completo a la infraestructura en los términos y condiciones contenidos en la concesión (Chile).

La demanda que siguió a los procedimientos de concesión fue generalmente fuerte, especialmente si se contrasta con el hundimiento de la demanda que habían experimentado los ferrocarriles estatales. Prácticamente todas las concesiones

obtuvieron unos niveles de tráfico sustancialmente superiores a los que basándose en las expectativas sobre la tendencia del tráfico en el momento previo a la concesión cabría esperar. Por tanto respecto a los niveles de tráfico, la mayor parte de concesiones mejoraron la gestión previa estatal de los ferrocarriles, debido a una fuerte generación de demanda motivada por los elevados incentivos que tenía el concesionario para incrementar los tráficos y la mayor libertad con la que contaba a la hora de ofrecer unas tarifas menores.

En cuanto a las tarifas cargadas para tráficos de mercancías, la mayoría descendieron en un plazo de cinco años desde el inicio de la concesión, con porcentajes cercanos al 40% en los casos de Brasil y Chile, en torno al 16% en México e incrementos o cambios inapreciables en Argentina y Bolivia. Por tanto según los casos se produjeron incrementos de demanda y eficiencia del sistema ferroviario, incrementos de tráfico después de años de caída en la mayoría de sistemas según el modelo anterior y mejoras en la productividad del factor trabajo.

En la mayor parte de Latinoamérica no existen servicios ferroviarios regionales (Brasil) o son insignificantes (Argentina). Generalmente sólo se distinguen dos servicios: transporte de mercancías (sobre el que existía un consenso general de que debía ser un servicio comercial y provisto desde el sector privado) y el suburbano (para el que era generalmente aceptado un modelo de continuación de la financiación pública pero a través de una competencia por el mercado que permitiese minimizar las subvenciones). La cuota modal media de transporte de mercancías en Latinoamérica mantiene una tendencia entre el 12%-15% del total de Tn-Km transportadas, lejos de los niveles cercanos al 40% de Estados Unidos, India o China y muy alejada de la cuota modal que presenta Rusia (cerca del 80%), pero muy cercana de la cuota modal media del transporte ferroviario de mercancías en Europa (15%).