



GRADO EN ECONOMÍA

CURSO ACADÉMICO 2014-2015

TRABAJO FIN DE GRADO

Eficiencia en la empresa privada de transporte de mercancías por ferrocarril en España (2002-2013)

Efficiency in the private sector freight rail in Spain
(2002-2013)

AUTOR: SERGIO MÚGICA GARCÍA

TUTOR: PEDRO PABLO COTO MILLÁN

Julio de 2015

INDICE	PÁGINA
Resumen/Abstract	4
Introducción	5
Sistema Ferroviario en España	7
Literatura Previa	11
Modelo Teórico	14
Datos	16
Resultados de la estimación de la Eficiencia Técnica	20
Conclusión	27
Bibliografía	38

INDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 5.1	16
Tabla 5.2	17
Tabla 5.3	28
Tabla 5.4	19
Tabla 6.1	20
Tabla 6.2	21
Tabla 6.3	22
Tabla 6.4	23
Tabla 6.5	25
Tabla 6.6	26

INDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1.1	10
Figura 6.1	23
Figura 6.2	24

RESUMEN

Este trabajo aplica el método de fronteras determinísticas diseñado por Greene (1980) para el cálculo de un indicador de eficiencia técnica para las empresas ferroviarias privadas dedicadas al transporte de mercancías en España. Para ello utilizamos una base de datos de panel, formado por 24 empresas ferroviarias para el periodo 2002-2013. En un principio las estimaciones se realizan mediante una funcional Transcendental-Logarítmica, pero al ver los resultados obtenidos, optamos por realizarlas a través de una Cobb-Douglas, observando que los valores son mejores a los obtenidos con la Trans-log, mediante un contraste de significatividad conjunta. Los resultados obtenidos para este estudio, reflejan como las empresas estudiadas tienen son poco eficientes en cuanto a producción se refiere, y como dicho indicador se ha visto reducido durante la crisis económica. Por último estudiamos que variables pueden ser determinantes para la ET, viendo como la antigüedad o los ingresos guardan una relación negativa con esta, es decir aquellas empresas con altos volúmenes de ingresos o que más tiempo llevan operando en el sector son más ineficientes.

Palabras clave: Eficiencia Técnica, empresas ferroviarias privadas de mercancías, Cobb-Douglas.

ABSTRACT

This paper applies the method of deterministic frontier designed by Greene (1980) to calculate an indicator of technical efficiency to private railway companies dedicated to the transport of goods in Spain. We use a database panel, made up of 24 railway companies for the period 2002-2013. Firstly the estimates are made by Transcendental Logarithmic-functional, but seeing the results, we chose to perform through a Cobb-Douglas, noting that the values are better than those obtained with the Trans-log, by contrast joint significance. The results for this study reflect how the companies studied have are inefficient in terms of production is concerned, and as such an indicator has been reduced during the economic crisis. Finally we study which variables can be decisive for ET, seeing as age or income are negatively related to this, the companies with high volumes of income or longer have been operating in the sector are inefficient.

Keywords: Technical efficiency, private sector freight rail, Cobb-Douglas.

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se ha debatido sobre el proceso de liberalización que está llevándose a cabo sobre el sistema ferroviario español, en mayor medida sobre el transporte de pasajeros pues es el servicio que más afecta directamente a los consumidores y que cuenta con un número muy pequeños de empresas (en su mayoría públicas); sin embargo, el sector de mercancías cuenta con un número suficiente de empresas, que pese a haberse reducido durante la crisis, ha conseguido alcanzar el 17% de la cuota de mercado, reduciendo el monopolio que llevaba ejerciendo en este sector desde hace décadas.

Al ser el sistema ferroviario un monopolio natural, el Estado es el principal agente que puede proporcionar estos servicios, de manera que a través de la empresa pública RENFE, pueda transportar mercancías y pasajeros por toda la península, de tal manera que el conocimiento de dicha empresa es mucho mayor que aquellas de nueva implantación. El desconocimiento existente sobre las empresas privadas que ejercen el transporte ferroviario en nuestro país, debido en gran parte a la opacidad que hay en este sector y a la limitación territorial de los servicios ofrecidos por estas, fue uno de los motivos por los que se decidió realizar este estudio, de manera que veamos como de eficientes son los operadores privados de mercancías y si dicho indicador ha mejorado a lo largo de los años.

Para poder llevar a cabo este trabajo, hemos estudiado 24 agentes ferroviarios que operan mercancías en territorio español para el periodo 2002-2013, de manera que podamos observar la eficiencia de dichas empresas durante el comienzo de la liberalización del sector y en años posteriores.

Nuestro trabajo consta de varias partes, en el primero de ellos hablaremos del sector ferroviario en España y el proceso que se ha llevado a cabo para la apertura a la competencia en este sector, en el siguiente punto revisaremos autores que han tratado este tema, podemos apreciar principalmente que el estudio de eficiencia a nivel de empresas es bastante escaso, principalmente encontramos la investigación de Filippini et al (2005) sobre la eficiencia de 50 empresas ferroviarias suizas desde el año 1985 hasta 1997, independientemente de si se basa en el negocio de las mercancías o de viajeros; por el contrario, la mayoría de trabajos realizados sobre este tema tratan a nivel internacional, mediante el estudio de la eficiencia del sector ferroviario de cada país, tomando los datos de la empresa más representativa de cada nación.

Para ambos casos los autores desarrollan distintos métodos matemáticos para obtener dichos indicadores, la mayoría de ellos a través de métodos paramétricos, aunque algunas otras utilizan cálculos no paramétricos más complejos.

En el siguiente apartado explicaremos brevemente la diferenciación entre los métodos paramétricos y no paramétricos, señalando que para nuestro caso aplicaremos un estudio a través de una función paramétrica, mediante la fórmula diseñada por Greene (1980) para obtener los indicadores de eficiencia, y que explicaremos posteriormente.

A continuación expondremos la información sobre los datos aplicados al estudio, entre ellas las empresas estudiadas, la estadística descriptiva referente a los datos de nuestra muestra, tanto las variables seleccionadas para obtener la Eficiencia Técnica, como las utilizadas para estudiar las que son determinantes de dicha indicador y el modelo funcional que aplicaremos para nuestro modelo econométrico.

Finalmente analizaremos diferentes aspectos sobre los resultados obtenidos, mediante una clasificación del promedio obtenido de Eficiencia Técnica para los años estudiados de las empresas y otra con la evolución media temporal.

Por último mediante una nueva regresión econométrica estudiaremos que factores pueden ser determinantes para una mejora de la ET, extrayendo las conclusiones finales del estudio.

2. SISTEMA FERROVIARIO EN ESPAÑA

Para poder comprender el proceso de liberalización del sistema ferroviario en España debemos conocer la historia vivida por el sistema ferroviario español, pues la apertura a la competencia en este sector es solo un fragmento de esta.

El ferrocarril nace durante la primera revolución industrial en Inglaterra, de la mano de los ingenieros George y Robert Stephenson, quienes dieron mayor potencia y velocidad a los prototipos utilizados hasta el momento. En 1814 se creó la primera locomotora a vapor, aunque no fue hasta 1821 cuando el Parlamento británico aprobó la creación de la primera línea férrea del país, conectando Stockton y Darlington, con el fin de transportar mercancías como carbón. No fue hasta 1830 cuando se creó la primera línea con la finalidad de transportar pasajeros, conectando las ciudades de Liverpool y Manchester.

La primera línea ferroviaria construida e inaugurada por el Estado Español fue en 1837, y paradójicamente no fue en la península ibérica, si no en la que era una de las provincias ultramarinas de la Corona Española, Cuba, conectando las ciudades de Güines y La Habana, con el fin de facilitar el transporte de tabaco y azúcar a la capital. En 1845¹ se aprobaría un decreto que caracterizaría las líneas férreas españolas con las europeas, el ancho métrico utilizado entre los carriles de las vías, siendo este de 1.668 mm², mayor al utilizado por el resto de países. El motivo de esta diferencia se debe a que unas vías más anchas permitirían la circulación de locomotoras más potentes que pudieran circular por la difícil orografía.

No fue hasta 1848 cuando se abrió una línea en la península, uniendo las ciudades de Barcelona y Mataró, y la que supuso el comienzo de la expansión del sistema ferroviario en España. En 1855 se aprueba la Ley General de Caminos de Hierro y en años posteriores otras medidas que fomentasen y facilitasen la inversión, entre ellas la modificación de la legislación con respecto a las Sociedades Bancarias y Crediticias (1856), que permitió la creación de sociedades anónimas que construyesen y gestionasen los distintos tramos de la red, con el fin de convertir el sistema ferroviario en una prioridad en la inversión, de manera que el desarrollo de este sector podría generar el desarrollo de más industria en el país, como ocurrió en Inglaterra.

Estas empresas financiaban la construcción de las líneas por dos vías, mediante las subvenciones otorgadas por el Gobierno español y a través de la venta de productos financieros como obligaciones. Entre dichas compañías podíamos encontrar la Compañía de los Ferrocarriles de Madrid a Zaragoza y Alicante (MZA), la Sociedad de los Ferrocarriles de Almansa a Valencia y Tarragona (AVT) O el Ferrocarril del Norte, entre otras.

Este “boom” ferroviario tuvo lugar hasta 1866, cuando estalló una crisis financiera a nivel mundial que frenó la creación de nuevas líneas o la finalización de las que estaban ya en construcción. Se produjo un “crack” bursátil ante la caída del precio de muchas de las empresas que posteriormente quebrarían debido a las pérdidas que generaban las líneas, por la falta de usuarios que las utilizaban. Este hundimiento del sector perduró durante más de medio siglo, debido a las crisis económicas sufridas por

¹ Refundado posteriormente con la Ley General de Caminos de Hierro (1855).

² Esta medida se ha ido utilizando a lo largo de la historia del sector en nuestro país, aunque a lo largo de los años se han construido algunas líneas con un ancho menor, destacando las líneas de Alta Velocidad (AVE), que utilizan el ancho de vía europeo estándar, de manera que se vea facilitada la conexión con las líneas de otros países.

el país y a la Guerra Civil que acabó con gran parte de las infraestructuras construidas años atrás.

En definitiva, para el periodo 1856-1866 se construyó 460 km de media por año, este ritmo se ralentizó para años posteriores, creándose 300 km de media por año entre los años 1873-1896 y apenas 35 km para el periodo 1900-1935, debido a la crisis que asoló los años 30 y a la Guerra Civil.

Tras la Guerra Civil, con la dictadura franquista, se aprobó la *Ley de Bases de Ordenación Ferroviaria y de los Transportes por Carretera*, que permitía nacionalizar y anexionar todas las empresas, con un ancho métrico en las vías de 1668 mm, en una sociedad pública llamada Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles (RENFE), convirtiéndose en la única operadora (empresa monopolística) del país para este ancho métrico, gestionando 12.401 km de vía férrea, la mayoría dañadas como consecuencias de la guerra. La principal tarea de esta compañía es reconstruir las maltrechas infraestructuras y mejorar la gestión del sector, afectada por el aumento del uso de métodos de transporte alternativos. Con la llegada de RENFE, las líneas de vía estrecha pasaron a ser gestionadas por Explotación de Ferrocarriles por el Estado (EFE), dicha empresa fue asumiendo el control de aquellas líneas de vía estrecha que se nacionalizaban tras la quiebra de sus gestoras, como es el caso de Ferrocarriles de Mallorca (1951), lo que conllevó una reestructuración de la empresa (eliminando parte de las líneas deficitarias y cambiando la estructura de la empresa), naciendo así en 1965, Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha (FEVE).

Durante años posteriores se produjo una renovación de vías y la construcción de nuevas estaciones como la Estación de Chamartín (1967) o la Estación de Sants (1979).

En 1986, España entro a formar parte de la Comunidad Económica Europea (la actual Unión Europea), a través de la firma del Tratado de Adhesión el 12 de junio de 1985, por la cual nuestro país estaba obligado a cambiar algunas normas que chocaban con el pensamiento de mercado único, como en nuestro caso la liberalización del sector ferroviario.

En 1991 se aprueba la Directiva del Consejo 1991/400/CEE, desarrollando 4 pilares básicos sobre la política ferroviaria europea, entre las que se encuentra la liberalización del sector o la separación entre la gestión de las infraestructuras y los servicios. En cumplimiento de dicha normativa, el gobierno español aprobó la separación de RENFE, mediante la creación del Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF) en 1996, que se encargaría de la construcción y administración de las infraestructuras férreas, de manera que RENFE mantendría la gestión de los servicios ferroviarios.

Años más tarde se admite una serie de Directivas (2001) denominadas Primer Paquete Ferroviario, entre las que se encuentran la apertura del mercado del transporte de mercancías o la concesión de licencias, de manera que no hubiese trato de favor para algunos operadores públicos.

Tres años más tarde vuelve a aprobarse un Segundo Paquete Ferroviario (2004), donde destaca la creación de una Agencia Ferroviaria Europea (ERA en inglés) cuya finalidad es la normalización de las distintas normas que operan en cada país, alcanzando unas leyes comunes entre los países componentes.

El 1 de Enero de 2005 se produce de nuevo la separación de RENFE³ en dos sociedades, RENFE Operadora y el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), de manera que ADIF gestionase las infraestructuras y otorgase las licencias a aquellas empresas que deseen operar entre sus líneas. Con este paso se apunala la idea de abrir el sector a empresas privadas, y es a partir de estos años cuando ADIF tramita y concede licencias a dichas empresas para transportar mercancías por todo el territorio español, anteriormente las empresas solo podían utilizar líneas de construcción privada.

En años posteriores se autoriza un Tercer (2007) y Cuarto (2013) Paquete Ferroviario, entre cuyas normativas destaca la apertura del sistema ferroviario de transporte de viajeros.

Con motivo de estas últimas normas aprobadas por la Comisión Europea, el gobierno español decide llevar a cabo una serie de medidas en el sector entre las de se encuentran fusionar FEVE entre RENFE y ADIF en 2013, de manera que el servicio de transportes de vía estrecha pasase a depender de la primera empresa pública y la gestión de las vías de ancho estrecho fuese para la segunda, de manera que ADIF pasase a gestionar más de 15.000 km de vía y más de 1.500 estaciones.

En 2014, con motivo del cambio de la normativa de contabilización de la deuda, el Estado aprueba la separación de ADIF en dos empresas:

- ADIF: encargada de la gestión de líneas convencionales.
- ADIF Alta Velocidad: encargada de la administración de las líneas de Alta Velocidad.

Ese mismo año, el Gobierno también aprueba la separación de RENFE Operadora en 4 compañías, de manera que sirva como apoyo para el proceso de liberalización del transporte de viajeros.

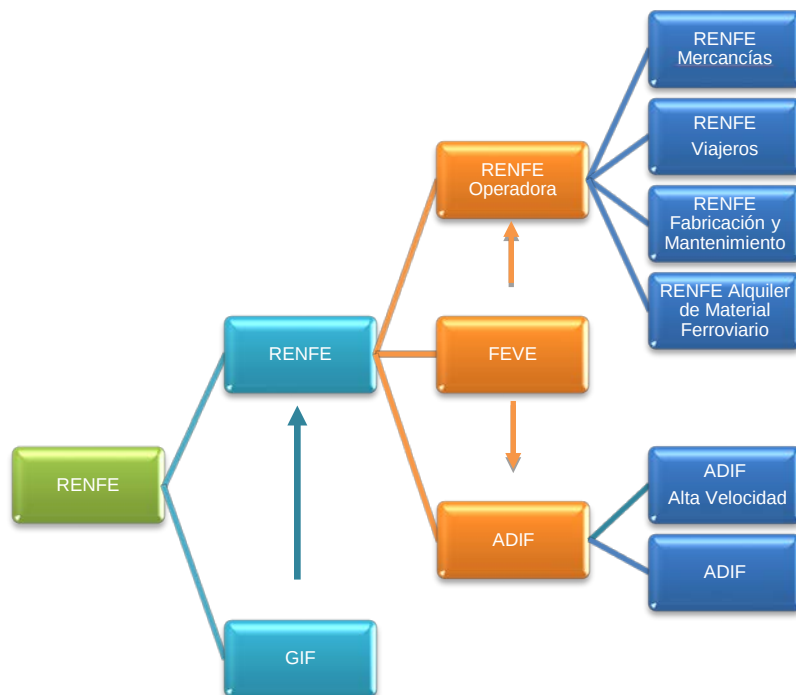
- RENFE Viajeros
- RENFE Mercancías
- RENFE Fabricación y Mantenimiento
- RENFE Alquiler de Material

A modo resumen podemos ver en la Figura 1.1 la evolución de RENFE a lo largo de los años y que cambios se han producido para facilitar la entrada al mercado a otros operadores.

En otros países como Alemania u Holanda, opera un modelo ferroviario empresarial distinto, por el que existen empresas distintas encargadas del transporte de viajeros y de mercancías, en el caso alemán está la empresa Deutsche Bahn, quien es la propietaria única de las diferentes empresas que operan, tanto en el transporte de viajeros como de mercancías, en competencia con otras subsidiarias del mismo grupo y ajenas al grupo empresarial.

³ Antes de producirse la separación de RENFE, se produjo la anexión del GIF a dicha empresa pública.

Figura 1.1: Evolución temporal de la empresa RENFE (1941- 2015)



Fuente: Elaboración Propia

De este modo podemos concluir como España ha estado cumpliendo, aunque tardíamente, las normas aprobadas por la Unión Europea sobre dicho sector, habiéndose ya abierto el mercado del transporte de mercancías y estando en proceso de ello para el transporte de viajeros. En el segundo caso el Gobierno aprobó la entrada de un operador privado en el corredor del Levante durante 7 años y está en plena etapa de estudio.

3. LITERATURA PREVIA

Los estudios sobre la eficiencia del sistema ferroviario de mercancías están bastante extendido, abarcando desde la eficiencia de las reformas sobre la liberalización del sector, hasta la propia eficiencia del sector por países; sin embargo a nivel nacional estos trabajos son menos comunes, pues la liberalización del sector tanto de mercancías como de viajeros.

A nivel nacional encontramos varios estudios sobre la eficiencia de costes de las empresas ferroviarias suizas, uno de estos artículos fue escrito por Filippini et al (2005), donde analiza la ineficiencia de 50 empresas ferroviarias suizas para el periodo 1985-1997 a través del método utilizado en este trabajo. El autor utiliza el modelo estudiado por Greene (2005) mediante una función Cobb Douglas, con variables logarítmicas sobre el número de pasajeros por kilómetro, toneladas por kilómetro o los precios del capital, la energía y el trabajo; también incluye 12 variables dummy una para cada año del periodo de estudio, de manera que si el dato es de dicho año, tiene valor 1 y si no valor 0. El trabajo indica que el aumento de pasajeros por kilómetro supone un aumento de los costes de la compañía en función de las especificaciones del pasajero, resultados similares a Filippini et al (1993), donde también destaca que las empresas con ayudas públicas son las más ineficientes, aunque esto se puede corregir si dichas ayudas están bien estructuradas y se conceden por los distintos cantones⁴.

A nivel internacional los artículos son más abundantes, entre ellos destaca Gathon et al (1992), quien utiliza una base de datos de panel formada por 19 empresas, de las cuales dos son provenientes de Suiza y otra de ellas de Turquía, para los años comprendidos entre 1961-1988. Esta muestra dispone de empresas muy dispares, un ejemplo de ello son las empresas suizas que usan sistemas electrificados en su totalidad, y sin embargo otras empresas como la turca, utilizan únicamente combustibles fósiles. Los autores estudian la relación existente entre la ineficiencia técnica obtenida y las variables independientes utilizadas, entre las que destacan el número de kilómetros de vía férrea, la distancia media que recorren tanto los pasajeros como las mercancías, la electrificación o la autonomía de las empresas con respecto al Estado (ambas ya usadas en otros trabajos indicados anteriormente).

En otro de los artículos de Gathon et al (1995), observa nuevamente que factores son determinantes para la eficiencia, para el caso específico de las compañías ferroviarias europeas, para ello coge una muestra similar al trabajo comentado anteriormente, destacando entre ellas dos suizas y una turca, para el mismo periodo de tiempo, aunque en este estudio incorpora nuevas variables como la fuerza laboral o el número de vagones utilizados anualmente de media por viaje. A parte realiza dos análisis, uno teniendo en cuenta la intervención estatal del gobierno en las empresas y en otro donde no se tiene en cuenta dicha variable, de tal manera que empresas como RENFE (España) o VR (Finlandia) ven reducida su indicador de eficiencia.

Para ambos trabajos se obtiene conclusiones similares a la de otros autores como la autonomía y la electrificación del sistema, que guardan una relación negativa con respecto a la ineficiencia técnica, es decir cuánto más electrificado este el sistema ferroviario, menores son los costes sobre los que incurren las empresas, y por tanto mayor es la eficiencia; en el caso de la autonomía de las empresas, igualmente guarda una relación negativa con la ineficiencia, es decir cuanto mayor sea la intervención estatal en las empresas, mayor será el indicador de ineficiencia.

⁴ Los Cantones son federaciones políticas y administrativas que conforman el país, similar a los Länder alemanes o a las Comunidades Autónomas en España.

El número de kilómetros existentes o la distancia media recorrida por pasajero también tiene una influencia negativa para la ineficiencia.

Cantos et al (1999) investiga sobre los determinantes de la eficiencia del sector ferroviario, para ello utiliza una muestra de 17 empresas europeas (una por cada país) para el periodo 1987-1995. De los resultados, podemos destacar que aquellas empresas que usan un sistema de transportes electrificado son más eficientes, pues incurren en menores costes, pues la electricidad es más barata que el uso de combustibles como gasolina o carbón, y laborales; también obtiene que aquellas empresas con menos ayudas públicas, es decir las que mayor autonomía financiera tienen, son las más eficientes, algo similar a lo obtenido por Yarrow et al (1996), que estudia la privatizaciones llevadas a cabo por Reino Unido, tratando con una muestra de todas las empresas que se privatizaron desde 1979 hasta 1984, concluyendo que cuanto mayor competencia haya y menor sea la intervención del estado en el sector, mayor es el nivel de eficiencia de las empresas estudiadas; por último indica que aquellas empresas más grandes (en cuanto a mercancías transportadas se refiere) son más ineficientes, aunque el valor obtenido para esta variable es muy pequeño, siendo casi inexistente el efecto que tiene sobre la eficiencia.

En el trabajo Cantos et al (2000) estudia la eficiencia en ingresos y costes de las mayores empresas ferroviarias en 16 países europeos para el periodo 1970-1990. Para el primer caso, se utiliza como variable dependiente los ingresos totales, entre los que se incluyen los generados por transporte de viajeros y de mercancías; para el segundo caso utiliza como variables dependientes los costes laborales, el coste energético (tanto gasolina como eléctrico), el consumo de materiales y servicios externos; ambos usan como variables independientes el número de pasajeros por km y toneladas por km, entre otras. Como resultados destacados vemos como España lidera el ranking de eficiencia de costes y por el contrario Reino Unido se sitúa en la última posición. En cuanto a la eficiencia de ingresos la situación es contraria, Reino Unido se sitúa en la primera posición en esta clasificación situando a España en la última posición. La variación de la eficiencia de costes apenas ha cambiado durante el periodo de estudio; por otro lado la eficiencia en ingresos ha fluctuado en mayor medida, debido a las pérdidas financieras que obtuvieron algunas de estas en los años estudiados y a la apertura de la competencia en algunos de los países durante los años estudiados.

Cantos et al (2008) estudia la eficiencia del sistema ferroviario de 16 países europeos, seleccionando para ello la empresa más representativa de cada país, para el periodo 1985-2004, llegando a demostrar que la separación vertical⁵ y horizontal⁶ tiene efectos positivos sobre la productividad del sector ferroviario, teniendo un mayor efecto la separación horizontal sobre la vertical. Los países cuya industria ferroviaria ha obtenido una mayor mejora de la eficiencia son los que han llevado a cabo una reestructuración vertical y horizontal. Por el contrario aquellos donde se ha realizado una reforma horizontal, pero que no ha estado acompañada por un cambio a nivel vertical, son los que presentan una evolución, en el nivel de eficiencia, más baja. Los solo han aplicado una reforma vertical tienen niveles muy similares de eficiencia a aquellos países que no han llevado a cabo ningún cambio en el sector, debido a que las reformas verticales solo tienen efecto si van acompañadas de una separación horizontal, que pueda proveer de una mayor competencia en el sector; si no existe

⁵ Definida como una separación entre la infraestructura y los servicios industriales ferroviarios, dividiéndolo en tres grados: Separación Contable, Separación Organizativa (no llegando a ser completamente independientes) y Separación Institucional (completamente independientes).

⁶ Refiriéndose a los distintos servicios ferroviarios, entre ellos el transporte de viajeros y de mercancías.

competencia en el sistema ferroviario una reforma vertical no tendrá ningún efecto sobre la productividad y la eficiencia.

Esta teoría contrasta con la práctica que se está llevando a cabo en España, pues se separó la gestión de las infraestructuras y los servicios ferroviarios, mediante la creación de dos empresas que los abarcasen (ADIF⁷ y RENFE⁸) y años más tarde se produjo la separación horizontal de RENFE en otras cuatro empresas, de manera que se esto facilite la entrada a la competencia en nuestro país.

Miin et al (2008) estudia las eficiencias técnicas del sistema de transporte de pasajeros y de mercancías europeo, a través del método no paramétrico DEA (Data Envelopment Analysis), pues no requiere indicadores de precios para los outputs e inputs, para 20 empresas ferroviarias (tomando una de cada país) para el año 2002. La mayoría de las empresas ferroviarias estudiadas son más eficientes en el servicio de transportes de mercancía que en el de viajeros.

El trabajo concluye que el crecimiento de las compañías, mediante el aumento de los kilómetros de vías férreas, supone un factor significativo en la eficiencia de las empresas, viéndose reducido dicho índice cuando mayor es dicha variable.

Christopoulos et al (2001) estudia la eficiencia técnica del sistema ferroviario de 10 empresas europeas para el periodo 1969-1992. De los resultados que obtiene, destacamos que Grecia y Portugal son los países menos eficientes en contratación de capital, de igual manera ambos países junto con Dinamarca tienen un exceso de empleados, siendo Francia el país más eficiente en este sector. Aquellos países con un mayor coste energético como Portugal o Dinamarca son más ineficientes, lógico pues los costes de producción del sector son mayores.

En Oum et al (1994) analizan la eficiencia económica de 19 países de la OCDE para el periodo 1987-1989, a través del método DEA. Las variables escogidas son similares a otros trabajos anteriores, aunque se han dividido en dos grupos, factores no controlables por el gobierno como número de pasajeros, pasajeros por kilómetro o densidad de mercancías transportadas; y factores controlados por el gobierno, como son los subsidios, las líneas electrificadas o la autonomía de la empresa con respecto al Estado. Los resultados obtenidos son similares a otros trabajos ya mencionados anteriormente, la autonomía de las empresas y el porcentaje de líneas electrificadas guardan una relación positiva con la eficiencia, todo lo contrario ocurre con los subsidios, hay una tendencia a que las líneas subvencionadas por el Estado son menos eficientes. Este artículo incluye en el modelo econométrico una variable que representa el progreso tecnológico que hay durante el periodo de estudio, siendo significativa y teniendo un coeficiente positivo, el progreso tecnológico aumenta la eficiencia del sector ferroviario.

⁷ ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias) se encarga de la gestión de las infraestructuras del sistema ferroviario nacional.

⁸ RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles) encargada de ofrecer las distintas prestaciones ferroviarias.

4. MODELO TEÓRICO

En el presente trabajo estudia la eficiencia técnica, definida como el máximo número de outputs que se puede crear dado un número de inputs; y la eficiencia económica, expresada como el mínimo coste necesario para producir un nivel dado de outputs.

Existen dos técnicas que permiten estimar la frontera de posibilidades y cuantificar ambas eficiencias:

- Método Paramétrico: Incluye en el modelo la tecnología, a través de una forma funcional conocida. Dependiendo de cuál sea la naturaleza de la perturbación aleatoria, la frontera será determinista o estocástica. Si la perturbación aleatoria solo incorpora la desviación de la ineficiencia, no se tendría en cuenta alteraciones independientes a la empresa, estaríamos en el caso de una frontera determinista. Si incorporamos al modelo una variable aleatoria, que representase posibles shocks exógenos, dispondríamos de una frontera estocástica. Las estimaciones para este método se obtienen a través de métodos econométricos.
- Método No Paramétrico: Tiene en cuenta las características tecnológicas a través de supuestos sobre la función de producción. A la hora de realizar las estimaciones se aplica programación lineal que posteriormente irá condicionado bajo unas hipótesis.

El estudio sobre el que se apoya este trabajo se realiza a través del método paramétrico, mediante fronteras deterministas, donde la idea principal es obtener la máxima producción posible, dependiendo del nivel de input. La aplicación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) provoca que algunos niveles de input dispongan de una producción mayor a la obtenida por la función de producción, es decir la producción máxima.

Greene (1980) propuso incorporar al modelo el valor máximo del error obtenido en la estimación por MCO para calcular la Eficiencia Técnica, de manera que la frontera de producción se vea desplazada, siendo denominada como frontera determinista, teniendo la siguiente función:

$$Y_{it} = f(X_{1it}; X_{2it}; X_{3it})$$

Para:

X_{1it} que representa el Trabajo de la empresa i para el año t

X_{2it} que representa el Capital de la empresa i para el año t

X_{3it} que representa los Consumos Intermedios de la empresa i para el año t

Dentro de la función se encuentra incluidos los residuos, que recogen la producción que las empresas serían capaces de obtener, con los inputs disponibles, y que no llevan a cabo, es decir representan la ineficiencia de cada empresa.

Como último paso, dividiremos la producción real de las empresas (sin recoger los residuos mencionados anteriormente) entre la producción óptima, de manera que obtengamos valores comprendidos entre 0 y 1 y que servirán como indicadores de la eficiencia:

$$0 \leq ET = \frac{Y_{it}}{f(X_{1it}; X_{2it}; X_{3it})} = \log(Y_{it}) - \log(f(X_{1it}; X_{2it}; X_{3it})) = e^{(Y_{it} - f(X_{1it}; X_{2it}; X_{3it}))} \leq 1$$

En definitiva, se realiza una regresión por MCO de nuestras variables X_{1it} ; X_{2it} ; X_{3it} sobre el output, de manera que las estimaciones obtenidas sean lineales, insesgadas y consistentes, salvo la constante, no cumple la última característica. Para solucionarlo incluimos en el modelo el máximo de los residuos obtenidos de la primera estimación MCO, de manera que la variable constante sea consistente y nuestros residuos sean negativos salvo al menos uno que será cero. Por último dividiremos el valor de producción entre el óptimo que podría obtener cada observación, de manera que obtengamos un índice que nos indique como de eficientes en la producción son las empresas. Este método tiene una gran ventaja y es que nos permite obtener la eficiencia de cada observación, de manera que podamos ver que indicador tuvo cada empresa en cada año y estudiarlos individualmente.

5. DATOS

La muestra que disponemos está formada por 24 empresas ferroviarias privadas⁹ con negocio en el transporte de mercancías en España, para el periodo 2002-2013. Los datos se han obtenido a través de la base de datos Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI, 2002-2013), donde está disponible la información financiera de las empresas estudiadas.

El número de empresas del trabajo es reducido debido a la reciente apertura del negocio de mercancías en el sector ferroviario de 2002 en adelante, de manera que nuestro modelo contaba inicialmente con 29 compañías, pero la falta de información que presentaban en los balances provocó que la muestra se redujese finalmente a 24 sociedades. De esta manera nuestra muestra es una base de datos de panel, constituida por series temporales (2002-2013), habiendo 24 empresas con datos para el periodo 2002-2013. Las empresas a estudiar aparecen en la Tabla 5.1:

Tabla 5.1: Nombre de las empresas estudiadas

ALFIL LOGISTICS SA	LOGISTICA Y TRANSPORTE FERROVIARIO SA
ALGEPOSA SERVICIOS LOGISTICOS FERROVIARIOS SL	NEFARINTER SA
CERERAIL (GRANEL RAIL) AIE	PECOVASA RENFE MERCANCIAS SA
COMSA RAIL TRANSPORT SA	PETRORAIL SA
CONSTRURAIL SA	QUIMITRAN INTERMODAL SL
CONTANK SA	SERVICIOS DE TRAFICOS INTERMODALES SA
CONTE RAIL SA	SICSA RAIL TRANSPORT SA
CONTINENTAL RAIL SA	SOCIEDAD DE ESTUDIOS Y EXPLOTACION DE MATERIAL AUXILIAR DE TRANSPORTES SOCIEDAD ANONIMA
COTO MINERO CANTABRICO SA	SOCIEDAD IBERICA DE TRANSPORTE INTERMODAL COMBIBERIA SA
GEFCO ESPAÑA SA	TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, SA
HOYER ESPAÑA SA	TRANSPORTES MIXTOS ESPECIALES SA
INTERCONTAINER IBERICA COMPAÑIA LOGISTICA INTERMODAL SA	VTG RAIL ESPAÑA SL

Fuente: Elaboración Propia a través del SABI

⁹ Definimos empresa privada como aquellas compañías que tienen al menos un 51% del accionariado en manos de inversores privados, es decir el sector público posee como máximo de un 49% de las acciones.

Muchas de estas empresas surgen en torno al año 2002, a pesar de que el proceso de liberalización de las mercancías se llevo a cabo en el año 2005, esto se debe a que muchas de las compañías estudiadas estuvieron formando su estructura de trabajo y adquiriendo el material rodante y las infraestructuras necesarias para su funcionamiento, durante esos años, de manera que una vez estas empresas dispusieran de las licencias acreditadas por ADIF, pudieran ejercer su actividad. Es por ello por lo que disponemos de los datos para esos años, y por tanto podemos estudiar la eficiencia que dichas empresas durante los primeros años de su creación.

Las variables seleccionadas para obtener la Eficiencia Técnica (ET) serán:

- Valor Añadido Bruto (VAB).
- Número de trabajadores (L), representando el factor trabajo en el modelo.
- Consumos Intermedios (CI), aproximado a través del apartado Materiales.
- Capitales (K), estimada a partir del Inmovilizado Material.

Todos los factores, salvo el del trabajo¹⁰, han sido deflactados a través de un indicador generado con los datos de variación de precios anual obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE), como se ve en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2: Indicador de IPC

Año	Indicador IPC
2002	100
2003	103,0398849
2004	106,1697072
2005	109,7473232
2006	113,6058248
2007	116,7716823
2008	121,5309712
2009	121,1809892
2010	123,3619321
2011	127,3048792
2012	130,4186479
2013	132,2557619

Fuente: Elaboración Propia

Una vez tenemos la base de datos definitiva, mostraremos en la Tabla 5.3 los estadísticos descriptivos de las variables:

¹⁰ El factor trabajo no puede deflactarse al no estar expresada en datos monetarios.

Tabla 5.3: Estadísticos descriptivos de las variables seleccionadas para la ET

	Media	Error típico	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
L	86,4487633	12,2853461	15	206,671511	1	1163
K Def	8462561,66	1113713,53	1680518,13	18735561,6	356,59694	98098423,2
CI Def	18835242,3	2458040,44	5127061,93	41350640,5	490,101479	224269933
VAB Def	5690819,09	758371,562	1163391,75	12757784,4	0	61666581
	Media	Error típico	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Log L	1,27776347	0,04095559	1,17609126	0,68897968	0	3,06557971
Log K Def	5,72892659	0,08362683	6,2254432	1,40682096	2,55217761	7,99166203
Log CI Def	6,64500452	0,04906611	6,70986856	0,8254198	2,69028601	8,35077105
Log VAB Def	6,08740473	0,04634282	6,08461333	0,77268928	3,54855714	7,79004987

Fuente: Elaboración Propia

El número medio de trabajadores para todas las empresas y todos los periodos, es de 86 personas, siendo el máximo de 1163 y el mínimo de 1, en cuanto a capital y consumos intermedios se refiere ocurre circunstancias similares, pues vemos que los valores mínimos son de 390 y 490 euros respectivamente, y por el contrario los máximos observados son de más 98 millones y 224 millones respectivamente, situándose la media en torno a los 8 millones en capital y los 18 millones de euros en consumos intermedios, dicha media lo que nos indica que muchas de las empresas estudiadas son pequeñas en cuanto a infraestructuras, como vagones.

Por otra parte, estudiaremos cuales pueden ser algunos de los factores determinantes para ambas eficiencias, ya calculadas en la primera parte del trabajo. Dichas variables son:

- Antigüedad de la empresa
- Ingresos por ejercicio
- Resultados por ejercicio
- Rentabilidad Económica
- Rentabilidad Financiera
- Porcentaje de Endeudamiento de la empresa
- Liquidez de la compañía
- Total de Pasivo y capital propio

Las variables expresadas en unidades monetarias se han deflactado con el mismo índice, obtenido del INE, y utilizado en la primera etapa para la obtención de la eficiencia.

En la Tabla 5.4 se representa los estadísticos principales de nuestros factores determinantes, utilizados para ver la relación que guardan con ambas eficiencias.

Tabla 5.4: Estadísticos principales de las variables determinantes de la Eficiencia

	Media	Error típico	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Antigüedad	20,2650177	1,178636	14	19,8277265	1	94
Ingresos por ejercicio	25199940,5	3208326,73	8857240,79	53972409,5	1940,99596	316269396
Resultados por ejercicio	143974,184	350822,968	62455,6845	5901755,81	-46466380,5	22732832,5
Rentabilidad Económica	2,82217314	0,53856273	1,97	9,06002747	-32,9	45,37
Rentabilidad Financiera	9,57023675	3,02181366	5,94	50,834774	-360,65	405,15
Porcentaje de Endeudamiento	0,64753463	0,01257233	0,6621	0,21149932	0,0008	1,0573
Ratio de Liquidez	1,87323675	0,64817843	1,15	10,9040489	0,12	184,44
Total de Pasivo y Capital Propio	23368823,6	2814226,58	8010468	47258900,6	370433,517	295080382

Fuente: Elaboración Propia

La antigüedad media de las empresas es mayor de 20 años, es decir muchas de estas empresas se constituyeron antes de la apertura del mercado. Los ingresos anuales son de media 25 millones de euros anuales, esta cifra es bastante inferior a las que dispuso RENFE Mercancías en 2013, cercano a los 220 millones de euros, es decir la cifra de negocio de las empresas privadas son bastante bajas. En cuanto a los resultados anuales obtenidos es bastante llamativo el mínimo registrado por las empresas, con unas pérdidas de 46 millones de euros, siendo el máximo algo superior a los 22 millones de euros. El endeudamiento de las empresas es en media un 64% con respecto a sus activos, superando el 100% en algunos casos, esta cifra tan alta se debe a que han pasado pocos años desde la adquisición de los activos, que no han sido aún amortizados en su totalidad, por lo que las empresas aún tienen una gran parte de la deuda contraída pendiente a largo plazo, podemos apreciarlo también a través del Ratio de Liquidez formulado como $\frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$, viendo que los activos a corto plazo sobre pasan al pasivo con un valor medio de 1.8, debido a que el Pasivo se concentra más a largo plazo.

6. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA

Para poder obtener los resultados, en primer lugar tenemos que definir la frontera determinista de nuestro modelo, y para ello utilizaremos la función Transcendental-Logarítmica (Translog).

$$\ln VAB = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 \ln CI_{it} + \frac{1}{2} \beta_4 (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_5 (\ln K_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_6 (\ln CI_{it})^2 \\ + \beta_7 \ln L_{it} \cdot \ln K_{it} + \beta_8 \ln K_{it} \cdot \ln CI_{it} + \beta_9 \ln L_{it} \cdot \ln CI_{it} + u_{it}$$

Esta función tiene varias ventajas al ser una función más general, por ejemplo en la estimación se incluye la interacción entre las variables utilizadas, de manera que recoja estos efectos en variables independientes; por la contra, las estimaciones son menos consistentes, es decir es más difícil que las variables del modelo sean significativas en su totalidad, y puede generar problemas en la simbología y la interpretación de las variables que recogen las interacciones del modelo.

A la hora de realizar las estimaciones observamos los resultados de la Tabla 6.1:

Tabla 6.1: Estimación del Modelo con función Trans-Logarítmica

Variable Dependiente: I_VABDef					
	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	Significación
const	12.1246	2.06232	5.8791	<0.00001	***
I_L	1.64059	0.455504	3.6017	0.00038	***
I_KDef	-0.220395	0.180633	-1.2201	0.22349	
I_CIDef	-0.200497	0.211774	-0.9468	0.34462	
sq_I_L	0.0224049	0.027849	0.8045	0.42181	
sq_I_KDef	-0.00142637	0.00656483	-0.2173	0.82816	
sq_I_CIDef	8.65e-01	0.00820806	0.0105	0.99160	
LK	-0.0155052	0.0161752	-0.9586	0.33864	
KCI	0.0293495	0.0123342	2.3795	0.01804	**
LCI	-0.0492454	0.031965	-1.5406	0.12459	
Media de la vble. dep.		14.01677	D.T. de la vble. dep.		1.779183
Suma de cuad. residuos		115.7876	D.T. de la regresión		0.657300
R-cuadrado		0.867949	R-cuadrado corregido		0.863515
F(9, 268)		195.7246	Valor p (de F)		2.3e-112
Log-verosimilitud		-272.7199	Criterio de Akaike		565.4397
Criterio de Schwarz		601.7159	Crit. de Hannan-Quinn		579.9935
rho		0.468163	Durbin-Watson		0.699017

*Nota: * Significación del 90%; **Significación del 95%; *** Significación del 99%*

Fuente: Gretl

Observamos que solo 3 de las variables del modelo son significativas (entre ellas el término constante), por lo que se puede entender que el uso de una función Translogarítmica no es el apropiado, por ello utilizaremos una función Cobb-Douglas, de manera que podamos obtener unas estimaciones más consistentes. Nuestro modelo será el siguiente:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln CI_{it} + u_{it}$$

En la Tabla 6.2 se muestra los resultados obtenidos para la estimación de la eficiencia técnica, a través de la función Cobb-Douglas, mediante variables logarítmicas.

Tabla 6.2: Estimación del Modelo con función Cobb-Douglas

Variable Dependiente: I_VABDef					
	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	Significación
const	9.15125	0.360875	25.3585	<0.00001	***
I_L	0.80659	0.0349059	23.1075	<0.00001	***
I_KDef	0.146838	0.015781	9.3048	<0.00001	***
I_CIDef	0.0368387	0.023636	1.5586	0.12025	
Media de la vble. dep.	14.01677	D.T. de la vble. dep.		1.779183	
Suma de cuad. residuos	119.2253	D.T. de la regresión		0.659643	
R-cuadrado	0.864029	R-cuadrado corregido		0.862540	
F(9, 268)	580.3767	Valor p (de F)		2.4e-118	
Log-verosimilitud	-276.7867	Criterio de Akaike		561.5733	
Criterio de Schwarz	576.0838	Crit. de Hannan-Quinn		567.3948	
rho	0.457696	Durbin-Watson		0.710251	

*Nota: * Significación del 90%; **Significación del 95%; *** Significación del 99%*

Fuente: Gretl

La suma de los coeficientes de nuestra estimación se sitúa entre la unidad y el valor 0,95 (dependiendo de si consideramos o no el valor obtenido para los Consumos Intermedios), lo cual indica que existen rendimientos constantes de escala en el sector del transporte de mercancías para el sistema ferroviario. El trabajo y el capital son significativos para explicar el VAB de nuestro estudio, con una elasticidad output del 0,80 y el 0,14 respectivamente, no así los Consumos Intermedios. El R cuadrado de nuestro modelo es bastante elevado, superior a 0.8; este indicador tiene un inconveniente pues aumenta con la inclusión de variables, sean o no estas relevantes, como podemos apreciar con el modelo Translog que tiene un R cuadrado similar, pero con variables menos significativas que con la función Cobb-Douglas.

El propio programa de GRETl nos indica que la nueva estimación realizada es mejor, pues a la hora de realizar la omisión de las variables, que no se encuentran en la función Cobb Douglas, nos realiza un test de significación de las variables omitidas, siendo estas las hipótesis:

H_0 = Variables omitidas no son significativas para la variable dependiente

H_1 = Variables omitidas son significativas para la variable dependiente

Basándonos en el estadístico p-valor obtenido (0.245579), podemos apreciar que se sitúa por encima del 5%, es decir, no es significativo, por consiguiente no se rechaza la hipótesis nula.

En definitiva, las variables omitidas no son significativas para nuestro modelo. El programa también nos indica que con la omisión de las variables no significativas, mejoran los estadísticos de aquellas que aun mantenemos en el modelo, por tanto la estimación es mejor.

Todas las variables, salvo la logarítmica de los Consumos Intermedios, son significativas, de manera que con una función Cobb-Douglas obtenemos que la variable logarítmica del Trabajo y del Capital son significativas, sin embargo con la función Trans-logarítmica solo la primera de ellas era significativa.

A través del proceso explicado en el Apartado 3, podemos obtener el valor de la eficiencia técnica, obteniendo los estadísticos principales mostrados en la Tabla 6.3:

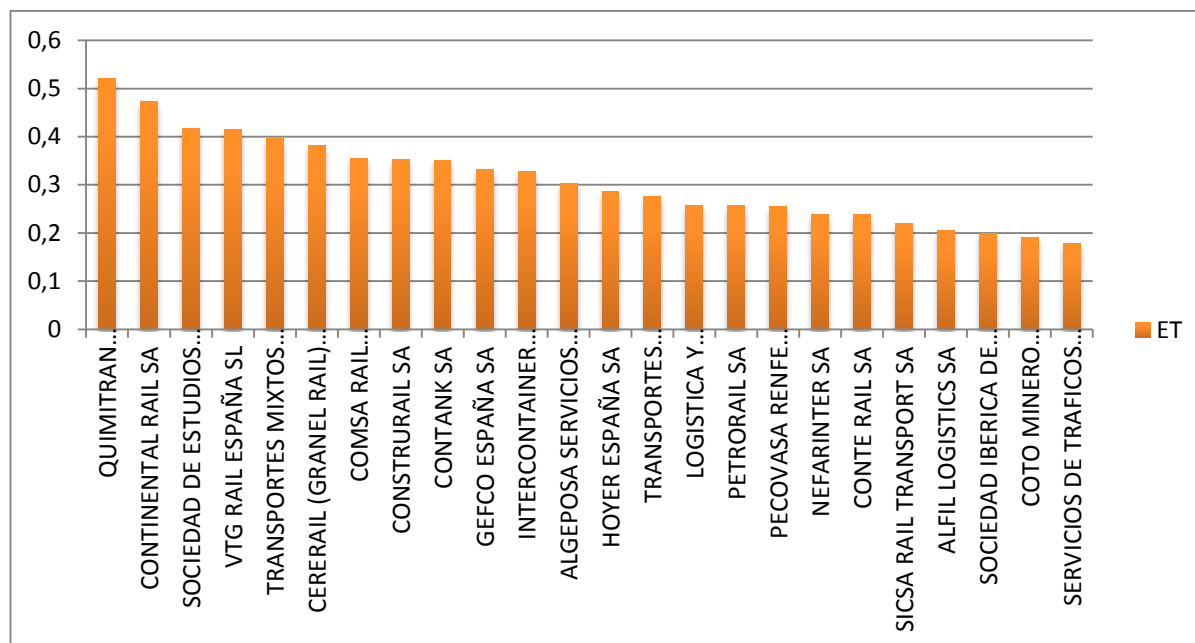
Tabla 6.3: Estadísticos principales de la Eficiencia Técnica

	Media	Mediana	Desviación Estándar	Varianza Muestral	Mínimo	Máximo
ET	0.30768167	0.27965805	0.15724411	0.02472571	0.006438	0.9999841

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando un promedio a la eficiencia técnica obtenida por cada empresa para el periodo 2002-2013, podemos obtener el ranking de empresas más eficientes para los años estudiados mostrados en la Figura 6.1 y Tabla 6.4:

Figura 6.1: Ranking de empresas según Eficiencia Técnica



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.4: Ranking de empresas según Eficiencia Técnica

Empresa	ET
QUIMITRAN INTERMODAL SL	0.52108853
CONTINENTAL RAIL SA	0.47380901
SOCIEDAD DE ESTUDIOS Y EXPLOTACION DE MATERIAL AUXILIAR DE TRANSPORTES SA	0.41644137
VTG RAIL ESPAÑA SL	0.41362273
TRANSPORTES MIXTOS ESPECIALES SA	0.39641469
CERERAIL (GRANEL RAIL) AIE	0.38129963
COMSA RAIL TRANSPORT SA	0.35526103
CONSTRURAIL SA	0.35232569
CONTANK SA	0.35100867
GEFCO ESPAÑA SA	0.33240092
INTERCONTAINER IBERICA COMPAÑIA LOGISTICA INTERMODAL SA	0.3281119
ALGEPOSA SERVICIOS LOGISTICOS FERROVIARIOS SL	0.30188617
HOYER ESPAÑA SA	0.2863547
TRANSPORTES FERROVIARIOS ESPECIALES, SA	0.27531396
LOGISTICA Y TRANSPORTE FERROVIARIO SA	0.25761046
PETRORAIL SA	0.25601367
PECOVASA RENFE MERCANCIAS SA	0.2552554
NEFARINTER SA	0.23826879
CONTE RAIL SA	0.23800422
SICSA RAIL TRANSPORT SA	0.21914783
ALFIL LOGISTICS SA	0.20564279
SOCIEDAD IBERICA DE TRANSPORTE INTERMODAL COMBIBERIA SA	0.19894302
COTO MINERO CANTABRICO SA	0.19064951
SERVICIOS DE TRAFICOS INTERMODALES SA	0.17797983

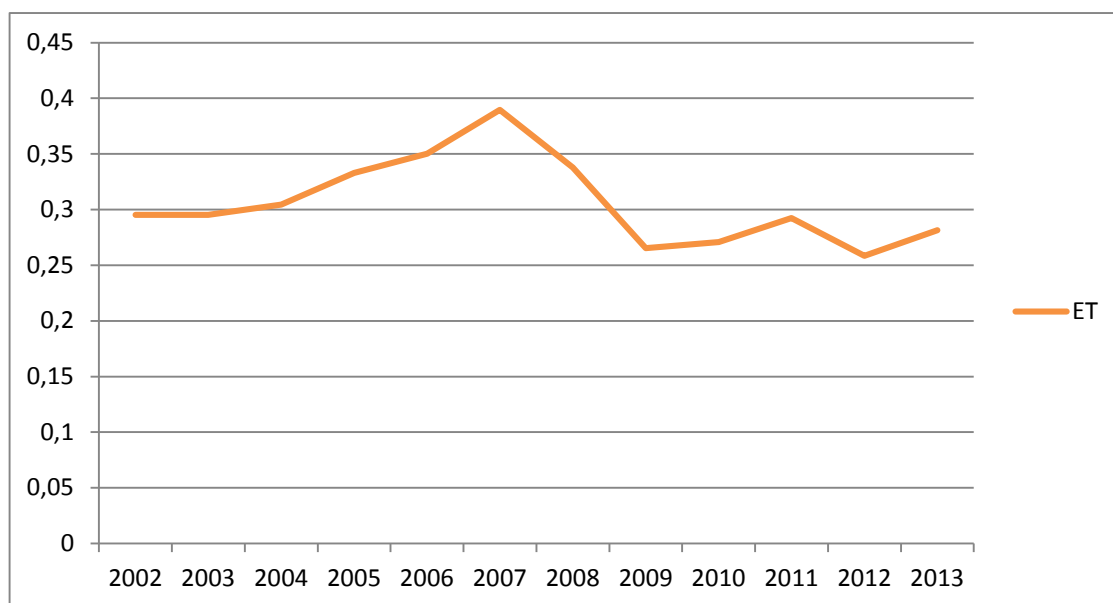
Fuente: Elaboración Propia

Las empresas más eficientes técnicamente, en media para el periodo 2002-2013, son Quimitran Intermodal SL con un indicador superior al 0.50, seguido de Continental Rail SA, Sociedad de Estudios y Explotación de Material Auxiliar de Transportes SA y VTG Rail España SL, todos ellos con un nivel superior al 0.40. Por el contrario, las empresas Servicios de Tráficos Intermodales SA, Coto Minero Cantábrico SA y Sociedad Ibérica de Transporte Intermodal Combiberia SA son las que peores resultados presentan, no llegando a alcanzar el 0.20 de media. Se puede apreciar que existe una gran diferencia de la eficiencia entre las empresas del sector ferroviario, mientras que las primeras empresas mencionadas son capaces de generar más de un 40% del valor máximo con la cantidad de inputs que disponen, las últimas no superan el 0.20, es decir no son capaces de producir más del 20% del valor máximo, dada su dotación de insumos productivos.

En términos generales si podemos destacar que las empresas del sector tienen un alto margen de mejora de la eficiencia, situándose en un intervalo del 50% para aquellas empresas más eficientes y un 80% para aquellas menos eficientes. La diferencia entre la eficiencia de la primera empresa del ranking y la última de esta lista es de un 290%.

A través de la Figura 6.2 y en la Tabla 6.5, podemos ver cómo ha evolucionado la eficiencia de las empresas a lo largo del periodo 2002-2013:

Figura 6.2: Evolución temporal (2002-2013) de la Eficiencia Técnica



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6.5: Evolución temporal (2002-2013) de la Eficiencia Técnica

Año	ET
2002	0.29531573
2003	0.29526325
2004	0.30438018
2005	0.33300889
2006	0.3501841
2007	0.38955218
2008	0.33775298
2009	0.26540632
2010	0.27074433
2011	0.29251831
2012	0.25833155
2013	0.28156462

Fuente: Elaboración Propia

Durante los primeros años, la eficiencia técnica media de las empresas aumentó, sin embargo, durante el periodo de crisis dicha eficiencia disminuyó hasta situarse con un valor de 0.265, viéndose incrementado en los dos años posteriores, aunque dicho indicador volvió a caer hasta el nivel más bajo de nuestro estudio (0.258), aumentando a 0.281 en el último año. La Figura 6.2 muestra claramente como la crisis tuvo un efecto negativo sobre la ET cayendo en dos años de 0.38 (en 2007) a 0.26 (en 2009), debido en parte a la caída de las mercancías transportadas para ese periodo.

Podemos apreciar como los valores obtenidos en media para todas las empresas son bajos, alcanzando el máximo en 2007 con un índice del 0.389, lo que nos indica que las empresas tienen un alto margen de maniobra en cuanto a la eficiencia se refiere, pues del input total del conjunto de las empresas apenas producen un output del 38%, situándose en un 28% para el último año.

Una vez obtenida la Eficiencia Técnica y vistos los resultados obtenidos, estudiaremos que factores son determinantes, pudiendo ver los resultados en la Tabla 6.6.

Tabla 6.6: Estimación de los determinantes de la Eficiencia Técnica

Variable Dependiente: ET					
	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	Significación
const	0.34658	0.159717	21.700	0.03127	**
Antigüedad	-0.00161499	0.000827508	-19.516	0.05248	*
I_Ing.Tot.	-0.0323672	0.0148195	-21.841	0.03020	**
I_Res.An.	0.00696021	0.0102555	0.6787	0.49818	
Rent. Econ.	0.00751106	0.0020509	36.623	0.00033	***
Rent. Finan.	-6.64638e-05	0.000327902	-0.2027	0.83959	
Endeud.	0.0386472	0.075705	0.5105	0.61031	
Liquidez	-0.0022600	0.0008694	-25.994	0.01008	**
I_Pas.Tot.	0.0239413	0.0199732	11.987	0.23217	
Media de la vble. dep.		0.321746	D.T. de la vble. dep.		0.151614
Suma de cuad. residuos		3.442922	D.T. de la regresión		0.135688
R-cuadrado		0.231909	R-cuadrado corregido		0.199050
F(9, 268)		7.057606	Valor p (de F)		3.89e-08
Log-verosimilitud		117.9839	Criterio de Akaike		-217.9678
Criterio de Schwarz		-188.4647	Crit. de Hannan-Quinn		-206.0235
rho		0.708520	Durbin-Watson		0.412781

*Nota: * Significación del 90%; **Significación del 95%; *** Significación del 99%*

Fuente: Gretl

Variables como antigüedad o ingresos totales suponen una reducción de la ET, es decir aquellas empresas que más años llevan trabajando en el sector de mercancías o aquellas con mayor volumen de ingresos estarán entre las más ineficientes de nuestra muestra, es decir aquellas empresas que más tiempo operan en el sector y que mayores ingresos presenta son más ineficientes, las empresas más pequeñas con volúmenes de negocio son más eficientes. Estos resultados son similares a los obtenidos en otros trabajos como Cantos et al (2000) o Gathon et al (1995). Por el contrario aquellas con mejores resultados anuales o mayor rentabilidad económica son los que presentarán un mayor indicador de la eficiencia técnica.

Cabe destacar que las variables Endeudamiento o Total de Pasivo tienen un coeficiente positivo, es decir cuanto mayor son estas variables mayores será la eficiencia, estos resultados chocan con la idea que se tenía a priori, si bien no son variables significativas si quiera al 10%.

6. CONCLUSIÓN

A lo largo de los últimos años se ha llevado a cabo un proceso de liberalización del sector ferroviario, mediante la aplicación de las normativas europeas aprobadas. Por ello se llevó a cabo una segregación de la gestión de las infraestructuras con los servicios de transporte, mediante la creación del GIF hasta 2005 y de ADIF a partir de dicho año, lo que propició la entrada de otras empresas ferroviarias en el transporte de mercancías, mediante la concesión de licencias que otorga dicha ente pública. Por otro lado, en 2014 el Gobierno decidió proceder a la apertura del servicio ferroviario del transporte de viajeros, separando RENFE Operadora en 4 empresas (RENFE Viajeros, RENFE Mercancías, RENFE Fabricación y Mantenimiento y RENFE Alquiler de Material), de manera que aquellas que entrasen en el mercado pudiesen arrendar material rodante (trenes, locomotoras y vagones) a RENFE Alquiler de Material.

La eficiencia técnica se ha obtenido mediante el estudio de métodos paramétricos basado en la construcción de la frontera determinística diseñada por Greene (1980). En un comienzo realizamos las estimaciones a través de la función de producción Transcendental-Logarítmica, obteniendo resultados poco consistentes, disponiendo de apenas significación las variables independientes. Por ello realizamos una nueva regresión utilizando una función de producción Cobb-Douglas, obteniendo unos resultados más favorables y significativos en su conjunto. A través de la estimación realizada hemos podido observar como la suma de coeficientes del Trabajo y del Capital (significativas al 1%) es de 0.95 (esta cifra aumenta si sumamos el coeficiente obtenido para los Consumos Intermedios), lo que nos indica que el sistema ferroviario de mercancías tiene rendimientos constantes a escala.

De los resultados obtenidos, destaca las bajas cifras de eficiencia que tienen las empresas ferroviarias privadas, siendo Quimitran Intermodal S.L. la empresa que mejor media presenta con un 0.52, es decir la empresa más eficiente produce un 52% del valor máximo de producción que podría obtener con un nivel de inputs dados, por el contrario la menos eficiente es Servicios de Tráficos Intermodales S.A. solo produce un 17,7% del valor máximo, en conjunto estos datos nos indican que las empresas ferroviarias privadas españolas son poco eficientes y tienen que llevar a cabo cambios para aumentar estos indicadores.

Si analizamos la evolución histórica de la eficiencia media de las empresas estudiadas, vemos como durante los primeros años, con la entrada de la competencia en el sector, las empresas mejoraban los niveles de eficiencia anualmente, hasta alcanzar un indicador del 0.38 en 2007. Con la crisis, muchas de las empresas ferroviarias quebraron ante la caída del transporte de mercancías en España y la presión monopolística de RENFE, lo que supuso una caída de la competencia, la eficiencia se redujo hasta el 0.28 en 2013, es decir una caída de 0.1 puntos.

Por último queremos estudiar qué variables pueden ser determinantes para la Eficiencia Técnica, escogiendo para ello algunas variables de carácter financiero como los Ingresos, Resultados o el Pasivo Total. Podemos destacar que las variables más relevantes son la Antigüedad, los Ingresos Totales, la Rentabilidad Económica y la Liquidez. Podemos observar como las empresas que más tiempo llevan operando en el sector o aquellas con mayores ingresos totales, son las que presentan niveles de eficiencia más bajos, es decir las empresas más grandes tienden a ser más ineficientes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Administrador De Infraestructuras Ferroviarias (ADIF, 2015), Madrid. Disponible en: www.adif.es

Cantos Sánchez, P. et al (1999): "*Productivity, efficiency and technical change in the European railways: A non-parametric approach*". Transportation, vol. 26, pp. 337-357.

Cantos Sánchez, P. et al (2000): "*Regulation and efficiency: the case of European railways*". Journal Elsevier. Transportation Research Part A, pp. 459-472. Disponible en: <http://www.uv.es/~maudosj/publicaciones/transres.pdf>

Cantos Sánchez, P. et al (2008): "*Vertical and Horizontal Separation in the European Railway Sector: Effects and Productivity*". Fundación BBVA. Disponible en: http://www.fbbva.es/TLFU/dat/dt1208_vertical%20and%20horizontal_web.pdf

Christopoulos, D. et al (2001): "*Efficiency in European railways: not as inefficient as one might think*", Journal of Applied Economics, vol.4, pp. 63-88. Disponible en: http://www.ucema.edu.ar/publicaciones/download/volume4/christo_tsonas.pdf

Filippini, M. et al (1993): "*Efficiency and Regulation in the Case of the Swiss Private Railways*". Journal of Regulatory Economics, vol. 5, pp. 199-216. Disponible en: <http://search.proquest.com/docview/1300224956/fulltextPDF/8C97E32548D24A38PQ/1?accountid=14497>

Filippini, M. et al (2005): "*Efficiency Measurement in Network Industries: Application to the Swiss Railway Companies*". Journal of Regulatory Economics, vol. 28, pp. 69-90. Disponible en: https://doc.rero.ch/record/6555/files/filippini_JRE_2005.pdf

Friebel, G. et al (2010): "*Railway (de)regulation: a European efficiency comparison*". Centre for Economic Policy Research. Disponible en: [http://www.researchgate.net/profile/Guido_Friebel/publication/46540075_Railway_\(De\)Regulation_A_European_Efficiency_Comparison/links/0c96052a8b4a40e8f8000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Guido_Friebel/publication/46540075_Railway_(De)Regulation_A_European_Efficiency_Comparison/links/0c96052a8b4a40e8f8000000.pdf)

Gathon, H. J. et al (1992): "*Measuring technical efficiency in European Railways: A panel data approach*". The Journal of Productivity Analysis, vol. 3, pp. 135-151. Disponible en: <http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/2006/1/32.%20JPA%20Gathon-Perelman.pdf>

Gathon, H. J. et al (1995): "*Descomposing Efficiency into its managerial and its regulatory components: The case of European Railways*". European Journal of Operational Research, vol. 80, pp. 500-507. Disponible en: http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/93371/1/Gathon_1992_decomposingefficiencyintoitsmanagerial_CREPP.pdf

Greene, W.H. (1980): "*Maximum likelihood estimation of econometric frontier functions*". Journal of Econometrics, vol. 13, pp. 27-56. Disponible en: http://pages.stern.nyu.edu/~wgreene/FrontierModeling/Reference-Papers/Greene-JE1980-GammaFrontier_0.pdf

Greene, W. H. (2005): "*Reconsidering Heterogeneity in Panel Data Estimators of the Stochastic Frontier Model*." *Journal of Econometrics*, vol. 2, pp. 269–303. Disponible en: http://www.researchgate.net/profile/William_Greene2/publication/223510206_Reconsidering_heterogeneity_in_panel_data_estimators_of_the_stochastic_frontier_model/links/00b4951ad00f9b8055000000.pdf

Greene, W.H. (2007): "*The econometrics approach to Efficiency Analysis*". *The Measurement of Efficiency*, vol. 2, pp. 92-220. Disponible en: https://ilearninteractive.com/uploadedFiles/Forum/myMobius_Forum/StochasticFrontierModels.pdf

Instituto Nacional De Estadística (INE, 2015). Índice de Precios de Consumo y Vivienda (2002-2013), Madrid. Disponible en: www.ine.es

Miin yun, M. et al (2008): "*Efficiency and effectiveness in railway performance using a multi-activity network DEA model*". *The International Journal of Management Science*, 36, pp. 1005-1017.

Muñoz, M. et al (1998): "*150 años de historia de los ferrocarriles españoles*". *Revista Económica Aplicada*, vol. 3, pp. 139-143. Disponible en: <http://www.revecap.com/revista/numeros/19/pdf/derus.pdf>

Muñoz, M. et al (2006): "*Historia de los ferrocarriles de vía estrecha en España: Empresa Pública, Instituciones y Tecnología*". *Colección de Historia Ferroviaria*, vol.2. Disponible en: <http://www.tstrevista.com/tstpdf/feve.pdf>

Oum, T.H. et al (1994): "*Economic efficiency of railways and implications for public policy*". *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 28, pp. 121-138. Disponible en: http://www.bath.ac.uk/e-journals/jtep/pdf/Volume_XXV111_No_2_121-138.pdf

Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI, 2002-2013), Madrid. Disponible en: <https://sabi.bvdinfo.com/version-2015617/SSOLogin.serv?product=sabineo&loginpostback=true&ssotoken=EnYJkKgOtYxLoLrdX%2bIJmQ%3d%3d>

Wetzel, H. (2008): "*Productivity Growth in European Railways: Technological Progress, Efficiency Change and Scale Effects*". Working Paper series in economics. Universidad de Lüneburg, vol. 101. Disponible en: http://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/ifvwl/WorkingPapers/wp_101_Upload.pdf

Yarrow, G. et al (1996): "*Privatization in Theory and Practice*". En Yarrow, G. et al (1996): "*Privatization: Critical Perspectives on the World Economy*". International Thomson Publishing Company, vol. 2, pp. 3-43.