

Regulación pública y eficiencia económica en las infraestructuras portuarias españolas

Pablo Coto-Millán
Xose Luis Fernández
Soraya Hidalgo
Pedro Casares-Hontañón

Departamento de Economía, Avd /Los Castros s/n, 39005, Santander.

Universidad de Cantabria

Resumen

En esta investigación se analiza la regulación pública y la eficiencia económica en la gestión de las infraestructuras portuarias de interés general españolas durante el periodo 1993-2011. A partir de la estimación econométrica de la función de costes totales de las autoridades portuarias españolas se estima la eficiencia económica por fronteras estocásticas. La introducción de variables que recogen las distintas regulaciones públicas como variables explicativas de la eficiencia económica nos permite obtener cómo afectan tales regulaciones.

Palabras clave: Regulación pública, costes, eficiencia económica.

Clasificación JEL: L9, L91, L92.

1. Introducción

El modelo de gestión portuario seguido en España desde la época de los Reyes Católicos (siglo XV) ha estado regulado por las corporaciones locales o ayuntamientos. La titularidad de los puertos tenía carácter local y eran los Ayuntamientos los que se hacían cargo de los proyectos de nuevas obras e instalaciones. El Estado se limitaba a regular la navegación en los puertos dada la importancia militar estratégica de los mismos.

En el Real Decreto del 17 de Diciembre de 1851 se recoge, por primera vez la historia de España, la titularidad estatal de algunos puertos españoles dependientes del entonces Ministerio de Fomento. En este Real Decreto se clasifican los puertos

españoles en categorías que en su mayor parte se han mantenido hasta nuestros días. La clasificación establecía dos categorías de Puertos: “Puertos de Interés General” y “Puertos de Interés Local”. Este mismo criterio regulador llega hasta la Constitución de 1978 (Art. 149) y se desarrolla bajo las posteriores leyes y normas que han regulado el sector portuario hasta la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea en 1986.

La siguiente regulación pública pasa a ser la que surge de la Ley 27/1992 de 24 de Noviembre de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. En esta ley la nueva denominación del órgano director del puerto pasa a ser el de autoridad portuaria, término muy empleado en el ámbito internacional para los entes encargados de gestionar los puertos, con independencia de a quién corresponda la titularidad de los mismos y de su naturaleza jurídica.

El modelo de gestión portuario de la Ley 27/1992 se orienta hacia una mayor autonomía en la gestión y mejoras en los servicios portuarios prestados. Las expresiones “eficacia y rentabilidad en la gestión” se repiten muy reiteradamente a lo largo del texto de esta ley.-

Con la finalidad de otorgar mayor autonomía a cada Autoridad portuaria se aprueba la Ley 62/1997 de 26 de Diciembre, de modificación de la ley 27/1992. En esta nueva reforma se aprueba la libertad tarifaria y se aumenta la participación de las Comunidades Autónomas en los Consejos de Administración y el nombramiento del presidente de las autoridades portuarias.

Como continuación de la anterior ley se aprueba la Ley 48/2003, de 26 de Noviembre, de Régimen Económico y Prestación de Servicios de los Puertos de Interés General. Esta ley modifica a la anterior pero sin derogarla completamente. Constituye un paso adicional hacia la dotación de las autoridades portuarias de instrumentos para mejorar la eficacia de los puertos. Esta ley adapta el sistema tarifario portuario a la obligada naturaleza de tasas, avanza en la liberalización de los servicios portuarios e incorpora una completa regulación del dominio público portuario para potenciar la participación privada. La ley de nuevo utiliza reiteradamente la palabra “eficacia” para lo cual considera necesaria una mayor implicación de la iniciativa privada, en interacción con la pública que genere mayor competencia interportuaria tanto a nivel nacional como internacional, así como la competencia intraportuaria entre los distintos prestadores de servicios en un mismo puerto.

Más recientemente, se ha aprobado la Ley de Puertos 33/2010 de modificación de la Ley 48/2003. En esta última Ley los principios y objetivos del régimen económico son la autofinanciación del sistema portuario, con un rendimiento razonable sobre el activo no corriente neto medio del ejercicio, excluyendo el inmovilizado en curso, los activos impuestos diferidos y los deudores comerciales no corrientes, que permita hacer frente a las necesidades de las nuevas inversiones y a la devolución de los empréstitos emitidos y de los préstamos recibidos.

Expuesto los antecedentes históricos y legislativos sobre la gestión de las infraestructuras portuarias en España se procederá a continuación del siguiente modo. En el apartado segundo se realizará una somera revisión de literatura de las funciones de producción y costes aplicadas a los puertos. En el apartado tercero se presentará la especificación empírica que permitirá estimar diferentes hipótesis. En el apartado cuarto se explicarán cuáles son las fuentes de los datos y cuál es la correspondencia entre éstos y las variables de la especificación empírica. En el apartado quinto se ofrecen los resultados. Por último, en el apartado sexto se resumen las principales conclusiones de esta investigación.

2. Revisión de literatura

Los estudios de análisis económico sobre puertos proporcionan evidencia sobre la eficiencia y la productividad de un puerto respecto al resto. Vamos a comenzar por el concepto de productividad, que establece la relación existente entre los outputs obtenidos y los inputs empleados en la obtención de los anteriores. El estudio de las relaciones input-output y sus diferencias entre puertos constituye, obviamente, un buen enfoque para determinar las ventajas competitivas. Para abordar esta cuestión se puede llevar a cabo una medición de la productividad parcial, que considera los cambios en el output cuando varía sólo uno de los inputs. No obstante, es sabido que la productividad de un factor depende también del resto de los inputs. Por esta razón se ha generalizado el uso del concepto de Productividad Total de los Factores (PTF) que refleja el cambio del volumen de output asociado a cambios en todos los inputs. A su vez, existen diferentes aproximaciones empíricas a la medición de esta PTF (paramétricas y no paramétricas). Aproximaciones que conducen también a diferentes interpretaciones y resultados empíricos.

En el caso concreto de los puertos, considerados como productores de varios outputs (mercancía general, graneles sólidos, graneles líquidos y contenedores), la

forma funcional que se suele seleccionar para los costes es la transcendental logarítmica (translog), que no es más que una forma funcional cuadrática correspondiente a un desarrollo en serie de Taylor de segundo orden de la función de costes del puerto. De los estimadores de esta función se deducen directamente las elasticidades coste-producto, lo que permite el cálculo de las economías de densidad, suponiendo la existencia de algún factor productivo cuasi-fijo. Este tipo de análisis ha sido desarrollado para los puertos españoles en diferentes estudios como se puede ver en la revisión de González et al. (2009), en Nuñez et al. (2011a), Nuñez et al. (2011b) y Nuñez et al. (2012).

Desde la perspectiva de la eficiencia, la definición básica de la función de producción radica en que ésta proporciona la máxima cantidad de producto que es posible obtener para cada vector de cantidades aplicadas de los factores productivos o inputs. La característica básica de esta función de producción portuaria es la optimalidad, es decir, que especifica el máximo valor de la función que puede ser alcanzado bajo ciertas condiciones impuestas por la tecnología. Por tanto, describe un límite o frontera y así se puede hablar de la frontera de producción.

Las medidas de eficiencia de los puertos se obtienen comparando los valores observados para cada unidad productiva con el óptimo definido por la frontera estimada. En la literatura, a esta función se le llama, como acabamos de señalar, función frontera, puesto que caracteriza el comportamiento optimizador de un productor eficiente y, por tanto, marca los límites de los posibles valores de su respectiva variable dependiente, la producción.

A este respecto, es conveniente apuntar que, cuando existen grandes disparidades en el tamaño de las unidades de producción, hecho que como se ha comprobado en varios estudios sucede en los puertos españoles (González et al. (2009)), es conveniente comparar cada unidad con otras similares en escala de producción ya que la diferencia de magnitud de la ineficiencia entre unidades puede ser debida a la escala.

La literatura sobre competencia en puertos más genuinamente económica utiliza el enfoque de eficiencia, medidas ambas a través de las fronteras de las funciones de producción y costes (Baños-Pino et al., 1999; Coto-Millán et al., 2000). Las investigaciones sobre el tema introducen la función de producción y la función de costes, para valorar la magnitud de eficiencia técnica, asignativa y económica. Se parte de que cuanto más eficiente sea un puerto más competitivo será, dado que los outputs, los inputs y la tecnología son esencialmente los mismos en los distintos puertos. Esto es,

los outputs que suelen ser utilizados son las toneladas, bien se trate de las toneladas totales movidas (un solo output) o bien de las toneladas de graneles sólidos, graneles líquidos, mercancía general y contenedores (varios outputs). La incorporación de los pasajeros ha sido muy reciente y con buenos resultados, como se muestra en Nuñez-Sánchez et al. (2011a). Por otra parte, los inputs empleados suelen ser el número de empleados, los consumos intermedios y el inmovilizado neto afecto a la explotación. También en este último caso Nuñez-Sánchez et al. (2011a) e Hidalgo (2011) utilizan un input semifijo del capital aproximado por la superficie portuaria del inmovilizado en metros cuadrados.

La eficiencia técnica proporciona una medida de cómo asigna los inputs un puerto para obtener una unidad de output, de modo que si no asigna ningún input de forma redundante existirá eficiencia técnica óptima. La eficiencia asignativa es una medida de cómo los puertos contratan y retribuyen a sus inputs. Si los pagos de inputs se realizan a los precios de mercado existirá eficiencia asignativa óptima y, en la medida en que se desvíen tales pagos por exceso o defecto, se tendrán ineficiencias asignativas. La eficiencia económica, o eficiencia en costes, se produce cuando se minimizan los costes, lo cual sucede cuando existe eficiencia técnica y eficiencia asignativa, por lo que se suele definir la eficiencia económica como el producto vectorial de las eficiencias técnica y asignativa.

Centrándonos ahora en la eficiencia económica cabe decir que aúna las eficiencias técnica y asignativa, su estudio se fundamenta en la estimación de una frontera de la función de costes que representa, en términos de datos observados, el coste mínimo de producir un nivel particular de output, dada la tecnología y los precios de los inputs de producción usados.

Un resumen de los principales trabajos sobre funciones de producción y costes que tratan de estudiar la productividad portuaria, estructura de costes, eficiencia técnica, económica y asignativa, y en definitiva la competitividad, con especial atención a los puertos españoles se presenta en la Tabla 1. En González et al. (2009) puede consultarse una excelente revisión de este tipo de literatura. Chang (1978) y Kim et al. (1986) fueron autores pioneros en estimar una función de producción para los puertos con la finalidad de cuantificar el cambio técnico portuario. Rekres et al. (1990) y Tongzon (1993) son los primeros en introducir las técnicas de datos panel en puertos para estimar demandas y eficiencias de terminales respectivamente. En Martínez-Budría (1996) se encuentra uno de los primeros trabajos, sino el primero, que estima una función de

costes para el sistema portuario español. Jara-Díaz et al. (1997) y Martínez-Budría et al. (1998) estiman las primeras funciones cuadráticas para datos de las autoridades españolas. En Baños-Pino et al. (1999) se encuentra la primera función distancia aplicada a la eficiencia asignativa de las autoridades portuarias españolas. En Coto-Millán (2000) se encuentra una aplicación de eficiencia técnica a las autoridades portuarias españolas. En Jafra-Díaz et al. (2002) y Tovar (2002) se presentan estudios de eficiencia con funciones cuadráticas aplicados a terminales portuarias. Cullinane et al. (2002) y Cullinane et al. (2006) presenta aplicaciones de eficiencia con datos panel para terminales de contenedores. Díaz-Fernández et al. (2008) estudia la eficiencia de las empresas de estiba en España. Nuñez et al. (2010) y Nuñez et al. (2011a) presenta un estudio de la influencia de la inclusión de los pasajeros en las regulaciones públicas. En Nuñez et al. (2011b) se presenta un estudio de los efectos de la regulación pública en la eficiencia económica portuaria para el periodo 1986-2005. Un estudio similar es ofrecido por Tovar et al. (2011). En Nuñez et al. (2012) se estudia el cambio tecnológico y la eficiencia económica en las autoridades portuarias en el periodo 1986-2005.

Tabla 1. Investigaciones sobre funciones de producción y costes portuarias.

Autores	Especificación Funcional	Datos	Resultados	Rendimientos a Escala
Chang (1978)	Función de producción Cobb,Douglas	Serie temporal (1953-1973)	Productividades Medias y Marginales	Constantes
Kim y Sachis (1986)	Función de costes translog	Serie temporal (1966-1983)	Elasticidades de las demandas de inputs	Crecientes
Rekres et al. (1990)	Función de producción de Cobb-Douglas	Datos panel (1984.1-1990.2)	Eficiencia por Terminal-muelle de contenedores	Decrecientes
Tongzon (1993)	Función de producción Cobb-Douglas	Datos panel (1984.1-1990.2)	Eficiencia por Terminal-muelle de contenedores	Decrecientes
Martínez-Budría (1996)	Función de costes Cobb-Douglas	Datos panel (1985-1989)	Elasticidades coste de los inputs	Crecientes
Jara-Díaz et al. (1997)	Función de costes cuadrática	Datos panel (1985-1989)	Costes marginales y economías de diversidad	Crecientes
Martínez-Budría et al. (1998)	Función de costes cuadrática	Datos panel (1990-1996)	Costes Marginales, elasticidades costes y PTF	Crecientes
Coto-Millán et al. (2000)	Función de producción translog	Datos panel (1986-1989)	Productividad y Eficiencia técnica	Crecientes
Baños-Pino et al.(1999)	Función de producción distancia	Datos panel (1986-1995)	Eficiencia asignativa y económica	Crecientes
Jara-Díaz et al.(2002)	Función de costes cuadrática	Datos panel (1986-1995)	Costes Marginales y economías de diversidad	Crecientes
Tovar (2002)	Función de costes cuadrática	Pool de datos (1990-1999)	Costes Marginales por Terminal y Economías de diversidad	Crecientes
Cullinane et al. (2002)	Función de producción	Datos panel	Eficiencia de terminales de contenedores	Crecientes
Cullinane et al. (2006)	Función de producción	Datos panel	Eficiencia técnica de puertos de contenedores	Crecientes
Díaz-Hernández et al. (2008)	Función de producción	Datos panel	Eficiencia en las empresas estibadoras	Crecientes

Coto-Millán (2010)	Función de producción translog	Datos panel (1986-2005)	Costes Marginales, Elasticidades y Efecto Averch-Jonshon (1962)	Crecientes
Nuñez-Sánchez y Coto-Millán (2010)	Función distancia	Datos panel (1986-2005)	Productividades de los puertos	Crecientes
Nuñez-Sánchez et al. (2011a)	Función de costes translog	Datos panel (1986-2005)	Costes Marginales, Economías de diversidad y Precios Ramsey	Crecientes
Nuñez-Sánchez et al. (2011b)	Función de costes translog	Datos panel (1986-2005)	Efectos Regulación Pública	Crecientes
Tovar et al. (2011)	Función de costes translog	Datos panel (1993-2007)	Efectos de la Regulación Pública	Crecientes
Hidalgo (2011)	Función distancia	Datos panel (1986-2007)	Eficiencia asignativa y elasticidades de sustitución de Morishima	Crecientes
Nuñez-Sánchez et al. (2012)	Función de costes translog	Datos panel (1986-2005)	Cambio Tecnológico y Efectos Regulación Pública	Crecientes

Fuente: elaboración propia

3. Especificación econométrica

La especificación econométrica que supondremos para la función de costes totales multiproductiva será de una tecnología de tipo translogarítmica suponiendo la existencia de cambio tecnológico no neutral, expresada en la ecuación (1):

$$\begin{aligned}
\ln CT_{it} = & \alpha_0 + \sum_{r=1}^M \beta_r \ln X_{rit} + 1/2 \sum_{r=1}^M \sum_{s=1}^M \beta_{rs} \ln X_{rit} \ln X_{sit} + \sum_{j=1}^N \gamma_j \ln W_{jit} + \\
& + 1/2 \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N \gamma_{jk} \ln W_{jit} \ln W_{kit} + \sum_{r=1}^M \sum_{j=1}^N \rho_{rj} \ln X_{rit} \ln W_{jit} + \\
& + \xi_a T_t + 1/2 \xi_{aa} T_t^2 + \Omega_{it} \ln C_{1t} + \theta_{it} \ln C_{2t} + u_{it} + \varepsilon_{it}
\end{aligned} \tag{1}$$

donde CT_{it} son los costes totales de una autoridad portuaria i en el año t , X_{rit} es la cantidad del output r de una autoridad portuaria i en un año t , W_{jit} es el precio del input j de la autoridad portuaria i en un año t , T es una tendencia temporal, incluida para capturar la posible existencia de cambio tecnológico, las variables C_{1t} y C_{2t} son dos variables control del Comercio Exterior (C_{1t}) e Interior (C_{2t}) de España, y α_0 , β_r , β_{rs} , γ_j , γ_{jk} , ρ_{rj} , ξ_a , ξ_{aa} , Ω_{it} , son parámetros que deben ser estimados.

Por último, u_{it} es un término de error no negativo que representa la ineficiencia económica de una autoridad portuaria i en un año t , mientras que ε_{it} es el término de error estándar de una autoridad portuaria i en un año t . Siguiendo el trabajo de Aigner et al. (1977), suponemos que ε_{it} sigue una distribución $N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ mientras que u_{it} está distribuida bajo una $|N(0, \sigma_u^2)|$. A partir de dicho término de error no negativo u_{it} es posible determinar una medida de ineficiencia en costes para cada autoridad portuaria y

año, a través de la relación $EC_{it} = \exp(-u_{it})$. Este indicador puede interpretarse como el cociente entre el mínimo coste posible para dicha una autoridad portuaria i en un año t y el coste observado. Por tanto, un valor igual a uno representaría una situación en la que la autoridad portuaria es económicamente eficiente al minimizar sus costes, mientras que valores menores que uno indicarían la existencia de ineficiencia económica como señala Coelli et al. (2005).

4. Datos

La base de datos se ha construido a partir de los informes económicos y las memorias de tráfico anuales de Puertos del Estado (varios años) y está compuesta por 26 autoridades portuarias (se excluye el puerto de Sevilla por su naturaleza fluvial), durante el periodo 1993-2011. Tal y como señalamos en el apartado anterior, para la estimación de la función de costes totales son necesarias variables relativas a los costes totales, precios de los inputs, outputs, así como alguna medida del input cuasi-fijo.

Por lo que respecta a la variable costes totales (TC), se define como la suma de gastos en personal, los gastos de capital, así como los gastos en consumos intermedios. Dentro de primeros se incluye la remuneración de los trabajadores de las autoridades portuarias, así como los gastos a la seguridad social. Las provisiones anuales para la amortización de los activos de las autoridades, así como la variación en las provisiones forman los gastos en capital. Por último, los gastos relativos a consumos intermedios agrupan gastos en electricidad, agua, fungible, así como subcontrataciones externas.

Por lo que respecta al precio del capital (W_1), se ha calculado como índice de precios del sector de la construcción, a partir de los datos suministrados por la *Confederación Nacional de la Construcción (ICNC)*, multiplicado por la suma de dos componentes: el tipo de interés real a largo plazo (R), y la tasa de depreciación de los activos de las autoridad portuaria (d). Por tanto, el precio del capital se puede expresar a partir de la siguiente expresión $W_1=ICNC(R+d)$. Este método de cálculo está basado en el procedimiento utilizado por la OCDE (2001) para medir el precio del capital a nivel macroeconómico, que a su vez está basado en el método de inventario perpetuo, desarrollado por Jorgenson y Griliches (1967). El precio del trabajo (W_2) se define como el gasto de personal dividido por el número de trabajadores que componen la plantilla.. Por su parte, el precio de los consumos intermedios (W_3) se define como el cociente

entre el gasto en consumos intermedios y la provisión total de agua, energía y electricidad suministrada por la autoridad portuaria.

Por lo que respecta a los outputs relativos a las autoridades portuarias, se han identificado tres tipos. Aquellos relacionados con los graneles líquidos (X_1), graneles sólidos (X_2) y mercancía general (X_3).

Tabla 2. Análisis descriptivos de las variables.

Nombre Variable	Variable	Descripción	Unidades	Media	Std. Dev.
<i>Total cost</i>	Y_1	Sum of total cost of Port Authority	Thousand Euro (2001)	15,452.934	14,821.108
<i>Bulk liquids</i>	X_1	Sum of bulk liquids of Port Authority	Metric Tons	5,123.638	6,370.010
<i>Bulk solids</i>	X_2	Sum of bulk solids of Port Authority	Metric Tons	3,343.113	3,423.759
<i>General merchandise</i>	X_3	Sum of general merchandise of Port Authority	Metric Tons	5,049.831	9,376.136
<i>Capital price</i>	W_1	Depreciation of Port Authority	Ratio (Thousand Euro (2001)/Surface Area)	0.226	0.366
<i>Labour price</i>	W_2	Personal cost of Port Authority	Ratio (Thousand Euro (2001)/Number of workers)	31.634	5.747
<i>IC price</i>	W_3	Other productive factors cost of Port Authority	Ratio (Thousand Euro (2001)/Tons)	0.006	0.005
<i>Linear Trend</i>	t	Time Period	Number	9.158	5.260
<i>Economic openness</i>	C_1	Import-Export (%GDP)	Ratio	25.760	2.855
<i>Trade</i>	C_2	Merchandise trade (% of GDP)	Ratio	40.380	4.885
<i>Reg97</i>	D_1	62/1997 Law Effect	Dummy	0.316	0.465
<i>Reg03</i>	D_2	42/2003 Law Effect	Dummy	0.211	0.408
<i>Reg10</i>	D_3	33/2010 Law Effect	Dummy	0.053	0.224

Fuente: elaboración propia

Se han incluido también dos variables control para detectar los cambios de los “shocks” exógenos. Tales variables han sido “Economic openness” obtenido como el porcentaje del volumen monetario de comercio exterior sobre el GDP y Trade obtenido como el porcentaje del volumen monetario de comercio interior sobre el GDP datos en unidades monetarias constantes del Banco de España.

En la Tabla 2 se muestran los principales estadísticos descriptivos de las variables anteriormente descritas. Ha de decirse también que en la Tabla 2 aparecen las variables Reg97, Reg03 y Reg10. Estas variables son variables dummy que recogen los

efectos de la regulación pública. Así la variable Reg97 toma valores 1 en los años 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003, y valores 0 en el resto de los años. La variable Reg03 toma valores 1 en los años 2004, 2005, 2006 y 2007; y valores 0 en el resto de los años. Finalmente, la variable Reg10 toma valor 1 en el año 2011 y valores 0 en el resto de los años.

5. Resultados

5.1. Estimación de la función de costes

A partir de la especificación econométrica enunciada anteriormente, se ha procedido a estimar la función frontera de costes mediante el método de máxima verosimilitud. Los coeficientes de primer orden de la Tabla 3 pueden interpretarse como elasticidades evaluadas en la media de los datos, dado que cada una de las variables se ha dividido por sus respectivas medias geométricas. Así, se observa cómo la elasticidad coste-producto más importante corresponde a la mercancía general (0,31), seguida de los graneles sólidos (0,27) y de los graneles líquidos (0,18).

Tabla 3: Estimación de la función de costes

Variable	Coeffic.	Std Error
$\ln(X_1)$	0.1875	(0.006)***
$\ln(X_2)$	0.2753	(0.011)***
$\ln(X_3)$	0.3132	(0.008)***
$\ln(W_1)$	0.6285	(0.018)***
$\ln(W_2)$	0.0749	(0.014)***
$\ln(W_3)$	0.1850	(0.057)**
$\ln(X_1) \ln(X_1)$	0.0286	(0.001)***
$\ln(X_2) \ln(X_2)$	0.1153	(0.012)***
$\ln(X_3) \ln(X_3)$	0.1212	(0.010)***
$\ln(W_1) \ln(W_1)$	-0.1535	(0.042)***
$\ln(W_2) \ln(W_2)$	0.0630	(0.026)*
$\ln(W_3) \ln(W_3)$	-0.0678	(0.373)
$\ln(X_1) \ln(X_2)$	-0.0422	(0.007)***
$\ln(X_1) \ln(X_3)$	-0.0332	(0.006)***
$\ln(X_1) \ln(W_1)$	-0.0871	(0.013)***
$\ln(X_1) \ln(W_2)$	-0.0154	(0.012)
$\ln(X_1) \ln(W_3)$	-0.0018	(0.038)
$\ln(X_2) \ln(X_3)$	-0.0745	(0.008)***
$\ln(X_2) \ln(W_1)$	-0.0245	(0.014)
$\ln(X_2) \ln(W_2)$	0.0114	(0.015)
$\ln(X_2) \ln(W_3)$	0.1628	(0.045)***

$\ln(X_3) \ln(W_1)$	0.0752	(0.015)***
$\ln(X_3) \ln(W_2)$	-0.0022	(0.010)
$\ln(X_3) \ln(W_3)$	0.0804	(0.049)
$\ln(W_1) \ln(W_2)$	-0.0627	(0.026)*
$\ln(W_2) \ln(W_3)$	-0.0509	(0.101)
$\ln(W_2) \ln(W_3)$	0.0493	(0.071)
t	-0.0558	(0.011)***
t_2	0.0024	(0.000)***
Constant	17.5055	(0.381)***
<hr/>		
$\ln(C_1)$	-0.0285	(0.190)
$\ln(C_2)$	-0.2553	(0.199)
<hr/>		
D_1	0.8266	(0.388)*
D_2	-154.8011	(77.79)*
D_3	-0.3304	(0.206)
t	-0.2869	(0.085)***
t_2	0.0155	(0.004)***
<hr/>		
Sigma^2	0.0854	(0.024)***
Gamma	0.8085	(0.063)***
Observations		494
Log (likelihood)	252.53	

Fuente: elaboración propia

Tabla 4: Test of hipotesis para los parametros

Test	Null Hip.	χ^2 -estadist.	Decisión
Cobb Douglas (LH test)	$\beta_{7-27} = 0$	970.54 ***	Reject H_0
Stochastic Effect	$\gamma = 0$	159.9 ***	Reject H_0
TIE Model	$\gamma = \delta_{1-5} = 0$	1517.3 ***	Reject H_0

Signif. codes: 0 '***', 0.01 '**', 0.05 '*', 0.10 '.'. Fuente: elaboración propia

En la Tabla 4 se presenta los Test of hypothesis for parameters en donde se puede ver que se rechaza la hipótesis nula de una especificación tecnológica Cobb-Douglas.

Dado que la inversa de la suma de todas las elasticidades coste-producto es mayor que la unidad (1,031), se puede concluir que las autoridades portuarias presentan ligeras economías de densidad (de Rus *et al.*, 2003).

En cuanto a los coeficientes de primer orden asociados a los precios de los factores productivos, a partir del lema de Shephard se pueden interpretar como la

proporción del gasto de cada uno de ellos sobre el coste total. De esta forma, el capital sería el factor productivo con un mayor gasto (63 por ciento), seguido de los consumos intermedios (20 por ciento) y del trabajo (8 por ciento). Resultados muy diferentes del trabajo realizado en Nuñez et al. (2012) en el que el trabajo era el factor productivo con un mayor gasto (43 por ciento), seguido del capital (38 por ciento) y de los consumos intermedios (19 por ciento). El resultado de Nuñez et al. (2012) va en la línea de otros trabajos relacionados con la industria portuaria. Así, Rodríguez- Álvarez et al. (2007) obtienen un resultado similar al estimar una función distancia orientada a los inputs para operadores portuarios en el puerto de Las Palmas. Dichos autores incluyen lo que denominan un input cuasi-fijo medido por la superficie portuaria y señalan como posibles factores explicativos la naturaleza indivisible de la inversión en dicho input cuasi-fijo, dado que no es posible aumentar la capacidad de depósito de una forma continua. Por su parte, Baños-Pino *et al.* (1999) calculan la desviación entre la cantidad de input cuasi-fijo óptimo, en el caso de que las autoridades españolas fueran asignativamente eficientes, y la cantidad de input cuasi-fijo utilizado en el corto plazo. Los resultados obtenidos muestran que durante el periodo 1985-1997 los puertos españoles fueron asignativamente ineficientes, con una cantidad de input cuasi-fijo mucho mayor que la óptima.

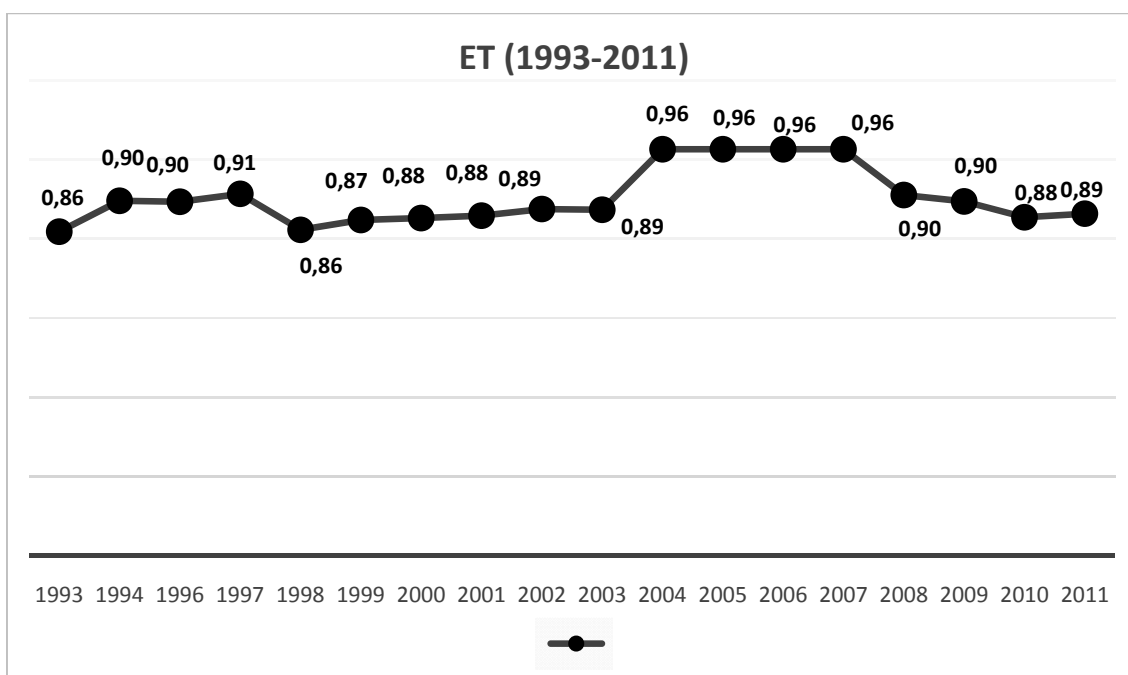
Sin embargo, no hemos incluido el input cuasi-fijo como los anteriores autores. Tampoco hemos dividido la mercancía general entre la transportada por contenedores y por otros medios no contenerizados. No hemos considerado necesario incluir la variable pasajeros como output dado que son muy pocos los puertos con este output distinto de cero. En este trabajo nos hemos centrado en incluir como variables explicativas de la eficiencia económica las regulaciones públicas esta es la principal novedad respecto a nuestros propios trabajos anteriores y los de otros autores.

El coeficiente asociado a la tendencia señala que en promedio durante el periodo 1993-2011, las autoridades portuarias presentaron un proceso de cambio tecnológico, de forma que la introducción de nuevos sistemas o procesos innovadores en la tecnología de gestión portuaria permitieron reducir los costes anuales en un 0,009 por ciento. Por su parte, los coeficientes de segundo orden asociados a la tendencia señalan que dicho proceso va perdiendo importancia a lo largo del periodo analizado, y que los graneles líquidos y la mercancía general no contenerizada son las mercancías más susceptibles de incorporar dicho progreso tecnológico. Además, la existencia de cambio tecnológico ha permitido que la demanda de consumos intermedios haya disminuido.

5.2. Estimación de la eficiencia económica

Tal y como se señaló en apartados anteriores, la estimación de una frontera de costes permite obtener un índice de eficiencia económica que toma valores entre cero y uno. De esta manera, aquellas autoridades portuarias económicamente eficientes, que logran minimizar sus costes productivos, obtendrían valores iguales a uno. En la Figura 1 se puede observar la evolución del promedio de la eficiencia económica para el conjunto de autoridades portuarias.

Figura 1. Evolución Eficiencia Económica



Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Variables Explicativas Eficiencia Técnica.

Variable	Vble. type	Measurement	Expectec sing
<i>Ref97</i>	Dummy	1=Under Law 62/1997 , 0=Otherwise	Positive/Negative
<i>Ref03</i>	Dummy	1=Under Law 42/2003 , 0=Otherwise	Positive/Negative
<i>Ref10</i>	Dummy	1=Under Law 33/2010 , 0=Otherwise	Positive/Negative

Durante el periodo 1993-2011, las autoridades portuarias presentan un nivel de eficiencia económica relativa elevado (0,90) y estable, dado que su nivel de variabilidad ha sido muy pequeño. Así, el valor máximo se dio en el periodo 2004-2007 (0,96), mientras que el mínimo de la eficiencia económica se produjo en 1998 (0,86).

Resultados que están en la línea de los obtenidos en Nuñez et al. (2012). Hay que señalar que la disminución de 1998 coincide con la entrada en vigor de la reforma portuaria de 1997, donde las comunidades autónomas entran a formar parte de los consejos de administración de las autoridades portuarias. También hay que destacar que a partir de 2004 las medidas de liberalización de la regulación de 2003 tienen efectos positivos hasta el año 2007 que no se pueden apreciar a partir del año 2008 debido al “shock” exógeno de la crisis. El efecto de la crisis lleva a descensos de eficiencia económica hasta niveles similares a la reforma liberalizadora de 2003 hasta que la regulación pública de 2010 comienza a propiciar una leve recuperación.

6. Conclusiones

Las principales conclusiones del análisis realizado en las líneas precedentes se ofrecen a continuación.

Las elasticidades coste-producto más altas corresponden a la mercancía general (0,31), seguida de los graneles sólidos (0,27) y de los graneles líquidos (0,18).

La inversa de la suma de todas las elasticidades coste-producto es mayor que la unidad (1,031) por lo cual se puede garantizar la existencia de economías de densidad en el sistema portuario español.

El factor productivo que presenta mayor proporción del gasto en el sistema portuario es el capital con un 63% seguido de los consumos intermedios con un 19% y del trabajo con un 8%.

El sistema portuario español presenta un cambio tecnológico ligeramente positivo, de modo tal, que la introducción de nuevos sistemas o procesos innovadores ha permitido en conjunto reducir los costes anuales (0,05%).

La eficiencia económica relativa al conjunto de las autoridades portuarias, para el periodo de análisis ha sido estable y alta (0,90). La eficiencia económica alcanza su valor máximo en el año 2007, justo antes del “shock” exógeno de la crisis financiera y su mínimo en el año 1998, curiosamente cuando mayor autonomía se concede a las autoridades portuarias.

En este trabajo a diferencia de los nuestros trabajos anteriores Nuñez-Sánchez et al. (2010), Nuñez-Sánchez et al. (2011a) y Nuñez-Sánchez et al. (2011b) y del trabajo de Tovar et al. (2011) se incluye como novedad la variable regulación como variable explicativa de la eficiencia económica de modo tal que se puede aproximar el recogimiento del efecto de la regulación pública. Así, es posible concluir que la

regulación pública de 1997 ha afectado negativamente en el año 1998. Por otro lado, la regulación pública de 2003 ha afectado positivamente en los años 2004 a 2007. Finalmente, la regulación pública de 2010 parece afectar positivamente a partir de 2011, aunque deberemos de disponer de más datos para realizar esta última afirmación.

Referencias

- AIGNER, D.J., LOVELL, C.A.K. Y SCHMIDT, P. (1977), "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics*, 6: 21-37.
- AVERCH, H. Y JOHNSON, L. (1962), "The behaviour of the firm under regulatory constraint", *American Economic Review*, 52: 1052-1069.
- BAÑOS-PINO, J., COTO MILLÁN, P. Y RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, A. (1999), "Allocative efficiency and over-capitalization: an application", *International Journal of Transport Economics*, 26(2): 181-199.
- CHANG, S. (1978), "Production function and capacity utilization of the port of mobile", *Maritime Policy and Management*, 5: 297-305.
- COELLI, T., PRASADA, D.S., O'DONNELL, C.J. Y BATTESSE, G.E. (2005), *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Springer, Nueva York.
- COTO-MILLÁN, P. (2010), "Mecanismos de regulación en infraestructuras: una aplicación a los puertos españoles", Mimeo.
- COTO-MILLÁN, P., BAÑOS-PINO, J. Y RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, A. (2000), "Economic efficiency in Spanish ports: Some empirical evidence", *Maritime Policy and Management*, 2(2): 169-174.
- CULLINANE, K., SONG, D.W. Y GRAY, R. (2002), "A stochastic frontier model of the efficiency of major container terminals in Asia: Assessing the influence of administrative and ownership structures", *Transportation Research A*, 36: 743-762.
- CULLINANE, K., WANG, T.F., SONG, D.W. Y JI, P. (2006), "The technical efficiency of container ports: Comparing data development analysis and stochastic frontier analysis", *Transportation Research A*, 40: 354-374.
- DE RUS, G., CAMPOS, J. Y NOMBELA, G. (2003), *Economía del Transporte*. Antoni Bosch, Barcelona.
- DÍAZ-HERNÁNDEZ, J.J., MARTÍNEZ-BUDRÍA, E. Y JARA-DÍAZ, S. (2008), "Parametric estimation of inefficiency in cargo handling in Spanish ports", *Journal of Productivity Analysis*, 30(3): 223-232.

- GONZÁLEZ, M.M. Y TRUJILLO, L. (2009), “Efficiency measurement in the port industry: A survey of the empirical evidence”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 43(2): 157-192.
- HIDALGO, S. (2011), “*Incertidumbre en la demanda, exceso de capacidad y eficiencia asignativa: una aplicación a las autoridades portuarias españolas en el periodo 1986-2007*”, Tesina Máster en Economía no publicada, Universidad de Cantabria, Santander.
- JARA-DÍAZ, S., CORTES, C., VARGAS, A. Y MARTÍNEZ-BUDRÍA, E. (1997), “Marginal Costs and Scale Economies in Spanish ports”, 25th European Transport Forum, Proceedings Seminal L, PTRC, London: 137-147.
- JARA-DÍAZ, S., MARTÍNEZ-BUDRÍA, E., CORTES, C. Y BASSO, L. (2002), “A multioutput cost function for the services of Spanish ports infrastructure”, *Transportation*, 29(4): 415-437.
- JORGENSON, D.W. Y GRILICHES, Z. (1967), “The explanation of productivity change”, *Review of Economic Studies*, 34: 249-283.
- KIM, M. Y SACHIS, A. (1986), “The structure of production, technical change and productivity in a port”, *Journal of Industrial Economics*, 35(2): 209-223.
- MARTÍNEZ-BUDRÍA, E. (1996), “Un estudio econométrico de los costes del sistema portuario español”, *Revista Asturiana de Economía*, 5: 135-149.
- MARTÍNEZ-BUDRÍA, E., GONZÁLEZ-MARRERO, R. Y DÍAZ-HERNÁNDEZ, J.J. (1998), “*Análisis económico de las sociedades estatales de estiba y desestiba en España*”, Documento de trabajo 97/98-1, Universidad de La Laguna.
- NUÑEZ-SÁNCHEZ, R. Y COTO-MILLÁN, P. (2010), “The impact of public reforms on the productivity of the Spanish ports: A parametric distance function approach”. *Fundación de las Cajas de Ahorros, documento de trabajo nº 513/2010*.
- NUÑEZ-SÁNCHEZ, R., JARA-DÍAZ, S. Y COTO-MILLÁN, P. (2011a), “Public regulation and passengers importance in port infrastructure costs”, *Transportation Research A*, 45(7), 653-666.
- NUÑEZ-SÁNCHEZ, R., Y COTO-MILLÁN, P. (2011b), “Public regulation and passengers importance in port infrastructure costs”, *Transport Policy*, 45(7), 653-666.
- NUÑEZ-SÁNCHEZ, R., COTO-MILLÁN, P.; PESQUERA, M.A. (2012), “Cambio tecnológico y eficiencia en la gestión de las infraestructuras portuarias españolas”, *Papeles de Economía Española*, 45(7), 653-666.
- OECD (2001), *Measuring capital OECD manual: measurement of capital stocks, consumption of fixed capital and capital services*, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- PUERTOS DEL ESTADO (varios años), *Informe de Gestión del Sistema Portuario de Titularidad Estatal*, Madrid.
- PUERTOS DEL ESTADO (varios años), *Anuario Estadístico*, Madrid.

REKRES, R.A., CONNELL, D. Y ROSS, D.I. (1990), The development of a production function for a container terminal in the port of Melbourne, *Papers of the Australian Transport Research Forum*, 15: 205-218.

RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, A., TOVAR, B. Y TRUJILLO, L. (2007). “Firm and time varying technical and allocative efficiency: an application to port cargo handling firms”. *International Journal of Production Economics*, 109: 149-161

TONGZON, J.L. (1993), “The Port of Melbourne Authority’s pricing policy: its efficiency and distribution implications”, *Maritime Policy and Management*, 20(3): 197-203.

TOVAR, B. (2002), “Análisis multiproductivo de los costes de manipulación de mercancías en terminales portuarias. El Puerto de La Luz y de Las Palmas”. Tesis Doctoral, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.