



Universidad de Cantabria

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Departamento de Economía

TESIS DOCTORAL

ENSAYOS SOBRE ECONOMÍA

PORTUARIA: UN ENFOQUE

ESTRATÉGICO

Soraya Hidalgo Gallego

Santander, Mayo de 2016

Directores: Pablo Coto Millán
Ramón Núñez Sánchez

A mi familia

Agradecimientos

A lo largo de este camino de investigación y aprendizaje han sido muchas las personas que me han prestado su apoyo y ayuda, tanto desde un punto de vista profesional como personal. En estas líneas quiero mostrarles a todas ellas mi más profundo agradecimiento.

En primer lugar, deseo expresar mi más sincera gratitud a mis directores de tesis, los profesores Dr. D. Pablo Coto Millán y Dr. D. Ramón Núñez Sánchez, por su profesionalidad y dedicación incondicional. Sin su apoyo, ayuda y paciencia esta tesis no hubiera sido posible.

Mi agradecimiento al Proyecto PSE-Globalog: Proyecto de Potenciación de la Competitividad del Tejido Empresarial Español a través de la Logística como Factor Estratégico en un Entorno Global (PSE-370000-2008-33 y PSE-370000-2009-11) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del cual se financió el primer ensayo de la presente tesis. Gracias a este proyecto y a mis directores tuve la oportunidad de empezar mi andadura en este mundo de la investigación.

Expresar también mi gratitud a mis profesores del Máster de Economía de las universidades de Oviedo, País Vasco y Cantabria; a mis compañeros de máster; a mis compañeros del Departamento de Economía, especialmente a aquellos profesores con los que he compartido docencia.

Agradecer a todas esas personas que con sus comentarios en seminarios o congresos han ayudado a enriquecer esta investigación, especialmente a Luis Orea Sánchez y Álvaro Rodríguez Dapena cuyos comentarios e ideas han presentado un impulso fundamental en la elaboración de esta tesis.

En estas líneas no podían faltar mis padres, a ellos les dedico mi más sentido agradecimiento. Sin ellos esto no hubiera sido posible, siempre han estado a mi lado incondicionalmente, apoyándome en cada aventura que he emprendido, no podría estar más orgullosa de ellos. Dar las gracias a mi familia, familia política y amigos, no puedo ser más afortunada. A mi chico, Fredo, porque nadie me hace reír y desconectar como él, especialmente en los días más difíciles.

Y por último, gracias a mi hijo, a mi pequeño Dani, no hay investigación que me haga aprender lo que cada día aprendo a su lado.

Soraya

Índice

Introducción.....	15
Referencias bibliográficas	26
Capítulo 1: Incertidumbre en la Demanda y Sobrecapacidad en las Infraestructuras Portuarias: el Rol de los Pasajeros.....	29
1. Introducción.....	29
2. Incertidumbre en la demanda y sobrecapacidad en la provisión de infraestructura y servicios portuarios	33
<i>2.1. Infraestructura portuaria e incertidumbre</i>	33
<i>2.2. Minimización de costes en presencia de incertidumbre en la demanda</i>	35
3. Los datos.....	40
4. Especificación econométrica	42
<i>4.1. Especificación econométrica de la incertidumbre en la demanda</i>	42
<i>4.2. Especificación econométrica del sistema de costes variables a corto plazo</i>	44
5. Estimación y resultados	46

6. Conclusiones.....	54
Referencias bibliográficas	55
Anexos.....	58
<i>Anexo 1. Variables y sus estadísticos descriptivos para el periodo 1986-2005.....</i>	58
<i>Anexo 2. Estimaciones de los procesos autorregresivos de orden 3 para los tráficos de mercancía y pasajeros</i>	60
<i>Anexo 3. Estimación del sistema de costes variables.....</i>	61
<i>Anexo 4. Determinantes de la sobrecapacidad.....</i>	63
Capítulo 2: Teoría de Juegos y Economía Portuaria: una Revisión de la Literatura Reciente	65
1. Introducción.....	65
2. Efectos de la propiedad y competencia	68
3. Relaciones entre los puertos y su hinterland	74
4. Relaciones portuarias.....	80
4.1. <i>Relaciones verticales entre las autoridades portuarias y los operadores privados.....</i>	81
4.2. <i>Relaciones horizontales entre operadores portuarios privados</i>	90
5. Inversiones en capacidad portuaria.....	93

6. Intervención del gobierno y especialización	100
7. Conclusiones.....	101
7.1. <i>¿Qué hemos aprendido?</i>	103
7.2. <i>Futuras investigaciones</i>	105
Referencias bibliográficas	108
Anexos	114
<i>Anexo 1. Resumen trabajos sobre propiedad y competencia</i>	114
<i>Anexo 2. Resumen trabajos sobre el puerto y su hinterland</i>	115
<i>Anexo 3. Resumen trabajos sobre relaciones verticales</i>	116
<i>Anexo 4. Resumen trabajos sobre procesos de integración horizontal</i>	118
<i>Anexo 5. Resumen trabajos sobre inversión en capacidad</i>	119
<i>Anexo 6 Resumen trabajos sobre intervención y especialización</i>	120
Capítulo 3: Competencia Espacial en Capacidad en los Servicios de	
Infraestructura Portuaria	121
1. Introducción.....	121
2. El sistema portuario español.....	124
2.1. <i>La competencia inter-portuaria en el sistema portuario español</i>	128
2.2. <i>Las inversiones en el sector portuario español</i>	130

3. Interdependencia estratégica en las decisiones de capacidad portuaria	133
4. Modelo teórico.....	137
4.1. Segunda etapa: Demanda de servicios de infraestructura portuaria diferenciados	137
4.2. Primera etapa: Expansión de la capacidad portuaria.....	140
4. Especificación econométrica	143
6. Los datos.....	145
7. Estimación y resultados	148
8. Conclusiones.....	154
Referencias bibliográficas	157
Anexos.....	162
<i>Anexo 1. Variables y sus estadísticos descriptivos para el periodo 1992- 2011</i>	162
<i>Anexo 2. Estimación del sistema de costes cuadrático</i>	164
<i>Anexo 3. Costes marginales medios de las autoridades portuarias.....</i>	165
<i>Anexo 4. Estimación del sistema no lineal.....</i>	166
<i>Anexo 5. Estimación del sistema no lineal en el análisis contrafactual</i>	167
<i>Anexo 6. Simulación numérica: efecto indirecto, indirecto y neto por autoridad de un aumento de la capacidad de 10.000 metros cuadrados (1992-2011).....</i>	168

Capítulo 4: Conclusiones.....	169
1. Conclusiones.....	169
2. Futuras líneas de investigación.....	174
Referencias bibliográficas	180

Índice de gráficos

Gráfico 1. Índices de sobrecapacidad por autoridad evaluados en la media para el periodo 1986-2005	49
Gráfico 2. Evolución de los índices de sobrecapacidad durante el periodo 1986-2005	50
Gráfico 3. Evolución de la inversión portuaria vs evolución del tráfico de mercancías (1992-2012)	131
Gráfico 4. Distribución de la inversión portuaria (1992-2012)	132
Gráfico 5. Inversión en capacidad total por autoridad en el periodo 1992-2012	133

Índice de figuras

Figura 1. Estructura de los modelos de Czerny et al. (2014) y de Matsushima y Takauchi (2014).....	71
Figura 2. Estructura de los modelos de Borger et al. (2008), Zhang (2008) y Wan y Zhang (2013).....	76
Figura 3. Los procesos de integración horizontal en la industria de terminales portuarias	91
Figura 4. Reglas de decisión del modelo de Luo et al (2012)	96
Figura 5. Estructura del modelo teórico	137
Figura 6. Fachadas marítimas	147

INTRODUCCIÓN

La historia económica nos ha demostrado que la mayor parte de los intercambios económicos tienen lugar en los mercados (Belleflamme y Peitz, 2010). Los agentes que participan en estos mercados toman decisiones estratégicas en respuesta por un lado, a las condiciones del mercado (estructura de mercado, existencia regulación, barreras de entrada, grado de competencia...); y, por otro, a sus expectativas sobre el comportamiento del resto de los agentes que intervienen en dichos mercados (interacción estratégica entre los agentes participantes). Estas decisiones son relevantes ya que afectan, en última instancia, al bienestar de todos los participantes en dichos mercados.

Los avances en los transportes y las comunicaciones acontecidos en las últimas décadas han provocado la deslocalización y separación de los centros de producción y consumo de estos mercados, separando geográficamente a sus participantes y modificando las reglas del juego entre estos agentes. En este contexto, las decisiones estratégicas en el sector transporte cobran especial importancia, afectando a la producción de las empresas, a las relaciones entre los distintos mercados, al crecimiento económico y social de las naciones y promoviendo cambios geográficos y estructurales que afectan a la economía mundial. Dentro de la industria del transporte, el transporte marítimo tiene especial relevancia a la hora de conectar los distintos mercados o agentes; a través de este modo se mueven cerca del 90% de los bienes importados y exportados a nivel mundial (IMO, 2013).

El transporte marítimo está notablemente influido por los puertos, los cuales son los principales nodos de su red física siendo sus puntos de origen y destino. Además, los puertos se han convertido en complejos centros donde se desarrollan muchas de las principales funciones dentro de las cadenas logísticas, aumentando el alcance de sus operaciones más allá de las tradicionales actividades de carga y descarga.

La industria portuaria ha sido objeto de profundos cambios durante los últimos 30 años que han afectado a la competitividad de los puertos, obligando a los gobiernos, gestores portuarios y agentes privados a reconsiderar su papel y su forma de operar, buscando nuevas estrategias que les permitan adaptarse a los nuevos retos que se les plantean.

En este sentido, la globalización, el crecimiento de las economías emergentes y la relocalización de los principales centros de consumo y producción junto con las economías de escala y la especialización productiva de los países han contribuido no sólo al crecimiento de la demanda de los servicios portuarios a nivel global, sino también al crecimiento de la competencia portuaria. Se ha ampliado, por tanto, el alcance de los mercados que son abastecidos por los puertos, solapándose unos con otros, de forma que los puertos han perdido su tradicional posición de monopolio natural de carácter local. En este contexto, los esfuerzos y las estrategias de los agentes portuarios no sólo se han dirigido a la maximización de sus beneficios o del bienestar social, sino también a incrementar su fuerza competitiva. Algunos de los determinantes de la competitividad de los puertos señalados por la literatura portuaria son: las tarifas portuarias (Willingale, 1981), la accesibilidad del puerto (Slack, 1985; UNCTAD, 1992), las instalaciones portuarias y la capacidad de servicio del puerto (Willingale, 1981; Collison, 1984; McCalla, 1994; Starr, 1994) así como la confianza en los horarios y el tiempo de espera en el puerto (Pearson, 1980; Collison, 1984).

Los precios o tarifas portuarias y la capacidad, han sido tradicionalmente las variables estrategias más utilizadas a corto y medio plazo para captar o defender cuota de mercado. En este sentido, recientes modelos de economía industrial aplicados a puertos señalan que cuando un puerto monopolista hace frente a un nuevo jugador en el mercado, aquel puede adoptar una estrategia de precios preventiva, o bien establecer un exceso de capacidad en las prestación de servicios con el objetivo de mantener su poder de mercado (Luo et al., 20120). Sin embargo, si las condiciones competitivas de los dos jugadores no son las mismas, estas estrategias pueden conducir a resultados inesperados, por lo que es fundamental evaluar hasta qué punto y en qué condiciones los precios y la capacidad son efectivos para mantener o ganar cuota de mercado.

Asimismo, con el objetivo de aumentar la competitividad de los puertos y reducir el gasto en inversión pública dedicado a los puertos, a partir de mediados de los años 80 del siglo XX los gobiernos alrededor del mundo llevan a cabo una ola de privatizaciones de los servicios portuarios a través de políticas de devolución. Éstas cambiaron drásticamente la gobernanza de los puertos, dando lugar a la entrada de nuevos operadores y la aparición de nuevas relaciones dentro del puerto, lo cual afecta directamente a las estrategias de los distintos agentes portuarios. En este sentido, los principales modelos de gestión portuaria son: puerto *servicio*, puerto *tool*, puerto *landlord* y puerto *totalmente privatizado* (Banco Mundial, 2007). Cada uno de estos modelos presenta importantes diferencias en el grado de intervención pública. Concretamente, la participación pública va decreciendo desde el puerto servicio, totalmente gestionado por el gobierno, hasta el último, el modelo de puerto totalmente privado.

En un entorno cada vez más competitivo y globalizado, la competitividad de los puertos ya no depende únicamente de su propio desempeño, sino de la eficiencia y eficacia de toda la cadena logística a la que pertenece. Por lo tanto, en este nuevo contexto,

las relaciones del puerto con el hinterland son verdaderamente importantes a la hora de determinar la fuerza competitiva de una cadena logística. En última instancia, son los gobiernos los responsables de las principales estrategias sobre la capacidad de las infraestructuras de los hinterland portuarios. En definitiva, las decisiones estratégicas relacionadas con la capacidad de estas infraestructuras tienen un efecto determinante sobre las estrategias de los agentes portuarios y la competitividad de los puertos frente a sus competidores.

Por otra parte, en los últimos años se observa una nueva tendencia en relación a la aparición de nuevas formas de asociación entre los agentes portuarios privados (Soppé et al., 2009). Entre todas ellas destaca la integración horizontal de los operadores privados de terminales portuarias. En este sentido, se pueden distinguir dos tipos de integración horizontal de operadores de terminales: en primer lugar, la integración o cooperación de operadores privados dentro de un mismo puerto a fin de combinar su capacidad y aprovechar las economías de escala (Saeed and Larsen, 2010); y en segundo lugar, la aparición de operadores globales mediante la creación de amplias redes de terminales a través de diversas regiones, de forma que en la actualidad unos pocos operadores globales dominan prácticamente el mercado mundial. Estos procesos de integración afectan directamente a las relaciones entre los operadores de terminales y los gestores portuarios (autoridades portuarias) así como a las condiciones de concesión para la explotación de dichas terminales.

En resumen, los cambios acontecidos en el sector así como las nuevas estrategias llevadas a cabo tanto por los gobiernos, los gestores portuarios (públicos o privados) y los agentes privados que operan en el puerto tienen importantes efectos sobre la competitividad y el bienestar de las naciones. Por lo tanto, es crucial analizar y evaluar

dichas estrategias con el fin de guiar a los agentes a tomar las mejores decisiones de acuerdo a sus objetivos finales.

El objetivo de la presente tesis es estudiar las principales estrategias llevadas a cabo por los diferentes agentes que intervienen en el funcionamiento de los puertos así como sus efectos sobre los beneficios, el bienestar o la asignación de los recursos. Para ello la tesis se estructura en tres ensayos independientes.

El primer ensayo se titula “Incertidumbre en la demanda y sobrecapacidad en las infraestructuras portuarias: el rol de los pasajeros” y trata de analizar el efecto de las decisiones estratégicas sobre capacidad de las autoridades portuarias sobre la asignación de los recursos. Las decisiones sobre inversiones y precios son fundamentales a la hora de determinar la competitividad de un puerto, pero en el caso español estas decisiones están sujetas al marco regulatorio vigente en ese momento. En la práctica, parece que la legislación portuaria española ha dotado de mayor autonomía o flexibilidad a las autoridades portuarias para planificar sus inversiones que para fijar sus tarifas o tasas. Esto ha llevado a que en el periodo considerado en este ensayo (1986-2005), las inversiones portuarias hayan crecido considerablemente, a una tasa mucho mayor que el tráfico abastecido por estas autoridades, lo cual ha podido dar lugar a la sobrecapacidad del sistema portuario español.

Por lo tanto, el objetivo del ensayo es demostrar la existencia de esta sobrecapacidad. Para ello, en el análisis se incorpora el efecto de la incertidumbre sobre los costes, la demanda de factores productivos y la capacidad. De esta forma, los índices de sobrecapacidad obtenidos no incluyen el exceso de capacidad que las autoridades portuarias deben mantener para hacer frente a incrementos en su demanda no previstos, el cual ya se ha tenido en cuenta de forma separada al incluir la variabilidad de la demanda

y sus interacciones en la estimación. Por último, en un análisis de segunda etapa se evalúan algunos de los posibles determinantes de este exceso de capacidad.

El proceso de estimación es el siguiente, en primer lugar se estima un sistema de ecuaciones formado por la ecuación de costes variables y las ecuaciones de gasto de los factores productivos. En las ecuaciones del sistema la incertidumbre aparece como variable explicativa. En el ensayo teóricamente se demuestra como aquellas empresas que hacen frente a una demanda estocástica y no quieren negar servicios a sus clientes incurren en excesos de capacidad, por lo que su producción no es técnicamente eficiente como establece la teoría económica de la producción (Gaynor y Anderson, 1995), y por lo tanto, es necesaria la inclusión de la incertidumbre para que se cumplan las condiciones de regularidad.

Una vez estimado el sistema de ecuaciones es posible obtener índices de sobrecapacidad para cada una de las autoridades en cada uno de los periodos estudiados, mediante la comparación del precio sombra del input cuasi-fijo, aproximado por la capacidad de depósito de la autoridad portuaria, y su precio unitario de mercado.

En una segunda estimación, se regresan los índices de sobrecapacidad obtenidos sobre un conjunto de variables explicativas relacionadas con algunos de los factores que pueden afectar a las decisiones de inversión de las autoridades, como por ejemplo, la rentabilidad, la especialización, el tamaño, la legislación...

Este ensayo es especialmente novedoso, dado que tenemos en cuenta la interacción entre incertidumbre y sobrecapacidad en el análisis de la provisión de servicios de infraestructura portuaria. Además, a partir de un modelo de datos de panel se evalúan algunos factores observables que podrían parcialmente causar la sobrecapacidad, teniendo en cuenta también aquellos factores inobservables variantes en el tiempo y

comunes para todas las autoridades así como aquellos específicos para cada autoridad que permanecen constantes en el tiempo.

Los resultados muestran que la estimación del sistema de costes no cumple todas las condiciones de regularidad cuando no se incluye la incertidumbre en el modelo. Por lo tanto, no tener en cuenta la variabilidad de la demanda nos puede llevar a una incorrecta especificación de la tecnología de prestación de servicios de las autoridades portuarias. Además, aquellas autoridades que hacen frente a una mayor incertidumbre incurren en costes variables más altos, aumentando el uso de los factores productivos variables. Por otro lado, se confirma que existe sobrecapacidad en el sistema portuario español y que factores como la rentabilidad, la especialización en ciertos tráficos o el tamaño del hinterland, entre otros, afectan al exceso de capacidad de las autoridades.

La estructura del ensayo es la siguiente. En la primera parte se motiva el trabajo y se enumeran los factores que la literatura señala como posibles causas de la sobrecapacidad. En la segunda parte del artículo, se relaciona la incertidumbre y el exceso de capacidad en la provisión de servicios portuarios. En la tercera parte, se describen los datos así como la construcción de las variables. En la cuarta, se muestra la especificación econométrica tanto de la incertidumbre como del sistema de costes. Finalmente, en la quinta y en la sexta parte se presentan los resultados y las principales conclusiones respectivamente.

El segundo ensayo que conforma esta tesis ha sido titulado “Teoría de Juegos y Economía Portuaria: una Revisión de la Literatura reciente”. Este ensayo es una revisión completa de la investigación más reciente en la aplicación de la teoría de juegos al sector portuario. Los trabajos analizados estudian las relaciones y decisiones estratégicas de los agentes portuarios así como sus efectos en un entorno competitivo. El objetivo de este

trabajo es ofrecer una guía útil tanto para los agentes portuarios a la hora de tomar sus decisiones estratégicas como para futuras investigaciones en este campo.

Para ello, se han dividido los trabajos existentes en este campo por áreas temáticas, todas ellas teniendo como nexo la competencia portuaria. En cada uno de los estudios que forman estas áreas temáticas se describen: objetivos, metodología, resultados así como algunas aportaciones a dichas investigaciones.

La aplicación de la teoría de juegos a la industria portuaria es relativamente reciente y hasta la última década no ha sido cuando se ha producido su mayor difusión a nivel académico. Llegados a este punto y dado el crecimiento que está experimentando esta línea de investigación, se considera necesario revisar los resultados publicados hasta la fecha. De esta forma, el ensayo constituye una guía que permite fijar un punto de partida para nuevas investigaciones. Adicionalmente, tras la revisión de estos trabajos se proponen nuevas líneas futuras de investigación.

Una vez realizada la revisión, creemos que sería necesario realizar un análisis de robustez tanto de las metodologías utilizadas como de los resultados obtenidos. Dado que la aplicación de la teoría de juegos al sector portuario es tan reciente y el amplio abanico de modelos que permite utilizar esta metodología, parece necesaria una mayor discusión para lograr una metodología unificada que permita conectar los diferentes modelos y temas analizados, ya que hasta ahora parece no existir ningún tipo de nexo entre los trabajos revisados.

Este segundo ensayo se estructura por áreas temáticas. En la primera parte, se motiva el trabajo y se señalan los beneficios de la aplicación de la teoría de juegos al sector portuario. En la segunda parte, se analizan aquellos trabajos que estudian las decisiones estratégicas sobre propiedad portuaria. En la tercera, se revisan los trabajos que analizan

los efectos de las decisiones sobre la infraestructura del *hinterland* sobre el desempeño de los puertos en un entorno competitivo. En la cuarta parte, se estudian las relaciones entre los distintos agentes dentro del puerto. En la quinta, nos centramos en las decisiones sobre capacidad, mientras que en la sexta, se propone la especialización como solución a la sobrecapacidad. Finalmente, en la séptima parte, se muestran los principales resultados y conclusiones que de los modelos analizados así como futuras líneas de investigación.

Por último, el tercer ensayo de la presente tesis doctoral ha sido titulado “Competencia Espacial en Capacidad en los Servicios de Infraestructura Portuaria”. En este trabajo modelizamos el proceso de elección de capacidad de las autoridades portuarias, teniendo en cuenta la posible existencia de competencia en capacidad (interacción estratégica en la fijación de la capacidad portuaria). Además, tratamos de evaluar el grado de competencia en capacidad entre las autoridades portuarias así como medir el impacto de la expansión en capacidad sobre su demanda.

Para alcanzar estos objetivos empleamos el enfoque propuestos por la Nueva Organización Industrial Empírica (NEIO, en inglés) para medir la competencia, elaborando un modelo que refleja la toma de decisiones de las autoridades portuarias con respecto a la capacidad, teniendo en cuenta también el comportamiento de sus competidores, en concreto, de las autoridades portuarias que se encuentran más próximas geográficamente. La estimación de dicho modelo permite, por un lado, medir el nivel competencia en capacidad de las autoridades portuarias a través de parámetros conjeturales (tal y como hacen Kim y Vale, 2001; Valverde y Guevara, 2009; y De Pinho, 2000 en el ámbito bancario); y por otro, determinar el efecto neto de las inversiones en capacidad portuaria sobre la demanda de servicios.

Este ensayo es novedoso en sí, ya que hasta nuestro conocimiento, no hay ningún trabajo publicado en la literatura de economía del transporte similar a éste. Este trabajo nos permite medir de forma explícita la competencia en capacidad portuaria. Además, el modelo desarrollado permite obtener una aproximación de los efectos de la inversión portuaria en la generación y desviación del tráfico, de vital importancia en las metodologías de la economía del bienestar, como es el caso del Análisis Coste-Beneficio (ACB). Finalmente, a partir de un análisis contrafactual aplicado a nuestro modelo, es posible evaluar los efectos de posibles alianzas y fusiones en el sistema portuario español, las cuales fueron ya propuestas por parte del entonces Presidente de Puertos del Estado en 2011 (Lamet y Marcos, 2011), aunque finalmente fueron posteriormente rechazadas tras las elecciones generales de 2011.

Con este ensayo demostramos que: la demanda portuaria depende de costes monetarios y no monetarios, relacionados con la capacidad de las autoridades portuarias. Por otro lado, la competencia en capacidad existe, pero no parece ser demasiado intensa. Finalmente, gracias al análisis contrafactual vemos, que cuando las autoridades cooperan eligiendo su capacidad para un determinado periodo, el efecto de la capacidad sobre la demanda se reduce considerablemente.

El ensayo se estructura como sigue. En la primera parte se motiva la importancia de analizar la competencia en capacidad de las autoridades portuarias españolas. La segunda parte describe el sistema portuario español poniendo especial atención en la competencia inter-portuaria y las inversiones en el sector. La tercera parte ofrece una breve revisión de aquellos estudios que incluyen la capacidad portuaria en su análisis. En la cuarta parte se desarrolla el modelo teórico. En la quinta parte se muestra la especificación econométrica del modelo teórico. En la sexta parte, se describen los datos utilizados. Finalmente en

séptima parte se presenta una discusión de los resultados de la estimación y las principales conclusiones se ofrecen en la octava.

Referencias bibliográficas:

- Banco Mundial (2007). Port Reform Toolkit. WBI Development Studies. Disponible en:
http://siteresources.worldbank.org/INTPRAL/Resources/338897-1164990391106/00_TOOLKIT_FM_Vol1.pdf
- Belleflamme, P. y Peitz, M. (2015). Industrial organization: markets and strategies. Cambridge University Press.
- Collison, F. M. (1984). North to Alaska: Marketing in the Pacific Northwest–Central Alaska linear trade. *Maritime Policy and Management*, 11(2), 99-112.
- De Pinho, P. S. (2000). The impact of deregulation on price and non-price competition in the Portuguese deposits market. *Journal of Banking & Finance*, 24(9), 1515-1533.
- Gaynor, M. y Anderson, G.F. (1995). Uncertain demand, the structure of cost functions and the cost of empty hospital beds. *Journal of Health Economics*, 14, 291-317.
- Kim, M. y Vale, B. (2001). Non-price strategic behavior: the case of bank branches. *International Journal of Industrial Organization*, 19(10), 1583-1602.
- Lamet, J. M. y Marcos, J. J. (27 de Mayo de 2011). Fomento contempla un futuro de sólo 11 autoridades portuarias en España. Expansión. Recuperado de <http://www.expansion.com/2011/05/27/empresas/auto-industria/1306531212.html>
- Luo, M., Liu, L. y Gao, F. (2012). Post-entry container port capacity expansion. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(1), 120-138.
- McCalla, R. J. (1994). Canadian container ports: how have they fared? How will they do? *Maritime Policy and Management*, 21(3), 207-217.

Organización Marítima Internacional (2013). La Contribución de la OMI al Desarrollo Marítimo Sostenible. Disponible en:

http://www.imo.org/en/OurWork/TechnicalCooperation/Documents/Brochure/Spa_nish.pdf

Pearson, R. (1980). Containerline performance and service quality. University of Liverpool.

Saeed, N. y Larsen, O. I. (2010). An application of cooperative game among container terminals of one port. *European Journal of Operational Research*, 203(2), 393-403.

Slack, B. (1985). Containerization, inter-port competition, and port selection. *Maritime policy and management*, 12(4), 293-303.

Soppé, M., Parola, F. y Frémont, A. (2009). Emerging inter-industry partnerships between shipping lines and stevedores: from rivalry to cooperation? *Journal of Transport Geography*, 17(1), 10-20.

Starr, J. T. (1994). The mid-Atlantic load centre: Baltimore or Hampton Roads? *Maritime Policy and Management*, 21(3), 219-227.

UNCTAD (1992). Port marketing and the challenge of the third generation port. Geneva, 358-361.

Valverde, S. C., y de Guevara Radoselovics, J. F. (2009). *Estimating the intensity of price and non-price competition in banking*. Fundación BBVA.

Willingale, M. C. (1981). The port-routeing behaviour of short-sea ship operators; theory and practice. *Maritime policy and management*, 8(2), 109-120.

Capítulo 1

INCERTIDUMBRE EN LA DEMANDA Y SOBRECAPACIDAD EN LAS INFRAESTRUCTURAS PORTUARIAS: EL ROL DE LOS PASAJEROS

1. Introducción

El sistema portuario español ha sido objeto de importantes cambios regulatorios durante los últimos veinticinco años. Durante este periodo, diferentes reformas portuarias se han llevado a cabo transformando la forma en la que los puertos españoles operan¹. Estas reformas han hecho que las autoridades portuarias se gestionen de acuerdo a dos principios del modelo portuario *landlord*: autonomía financiera y autonomía en operaciones. Este hecho ha permitido incrementar la competencia inter-portuaria e intra-portuaria, así como la participación del sector privado en las actividades portuarias. De este modo, la autoridad portuaria se limita a proveer la infraestructura y regular el uso del

¹ Castillo-Manzano, López-Valpuesta y Pérez (2008), Núñez-Sánchez y Coto-Millán (2012) o Rodríguez-Álvarez y Tovar (2012) analizan los efectos de las reformas portuarias en España. Estos estudios muestran que las reformas han tenido importantes efectos sobre la eficiencia y la productividad del sistema portuario.

espacio portuario mientras que los servicios portuarios están esencialmente suministrados por operadores privados bajo concesiones o autorizaciones (Banco Mundial, 2007).

A pesar de que el fomento de la competencia inter-portuaria ha sido uno de sus objetivos principales en el proceso de reformas, los reguladores portuarios españoles no han permitido la existencia de diferencias significativas en los precios que cargan las distintas autoridades, eliminando de esta forma la posibilidad de una competencia efectiva basada en precios. En este contexto, las autoridades portuarias han tenido fuertes incentivos para invertir en aumentar su capacidad con el objetivo de atraer un mayor volumen de tráfico, tanto de mercancías como de pasajeros, lo cual ha podido producir sobrecapacidad en el sistema portuario. Pero la competencia no es la única posible causa de exceso de capacidad. Haralambides (2002) identifica otros factores que pueden llevar a los puertos a sobreinvertir en capacidad. Entre estos factores encontramos factores políticos relacionados con la concepción de los puertos como instrumentos de desarrollo regional; factores tecnológicos asociados a las indivisibilidades del capital físico portuario, economías de escala en la construcción portuaria, el incremento del tamaño de los buques; y otros factores relacionados con la planificación, como por ejemplo previsiones demasiado optimistas de la demanda de mercancías y pasajeros. Adicionalmente, Luo, Liu y Gao (2012) consideran que la sobrecapacidad puede utilizarse como una estrategia por parte de las autoridades portuarias para ganar credibilidad y efectividad a la hora de proteger sus tráfico. En este caso, el exceso de capacidad no sólo atraería un mayor volumen de tráfico, sino que se interpretaría como una señal de fiabilidad, dado que a mayor capacidad menor probabilidad de sufrir problemas de retraso y congestión (Basso y Zhang, 2007; De Borger y Van Dender, 2006). Este aspecto es particularmente relevante para aquellos tráfico bajo crecientes presiones competitivas, como es el caso del tráfico de contenedores y pasajeros.

En este artículo tratamos de demostrar la existencia de sobrecapacidad en el sistema portuario español durante el periodo 1986-2005. Además, incorporamos el efecto de la incertidumbre sobre los costes, la demanda de factores productivos y la capacidad. De esta forma, los índices de sobrecapacidad obtenidos no incluyen el exceso de capacidad que las autoridades portuarias deben mantener para hacer frente a incrementos en su demanda no previstos, el cual ya se ha tenido en cuenta de forma separada al incluir el efecto de la incertidumbre. Para alcanzar tal objetivo, estimamos un sistema de ecuaciones formado por una función de costes a corto plazo y sus respectivas ecuaciones de gasto en los factores productivos, incluyendo en la estimación aproximaciones de la variabilidad de la demanda para mercancía y pasajeros y sus interacciones. En la literatura portuaria existen estudios previos que han evaluado la existencia de sobrecapacidad en los puertos españoles (Baños-Pino et al., 1999 y Rodríguez-Álvarez y Tovar 2012). Ambos artículos demuestran que las autoridades portuarias sobre-utilizan sus factores cuasi-fijos en el corto plazo, sugiriendo que son necesarios ajustes en las inversiones en capacidad con el fin de alcanzar el equilibrio a largo plazo. Sin embargo, ninguno de ellos ha considerado la inclusión de la incertidumbre en la demanda en sus especificaciones. Otros artículos que han tenido en cuenta la variabilidad de la demanda en los procesos de producción de los operadores privados encargados de la carga y descarga son los de Rodríguez-Álvarez, Tovar y Wall (2011) y Tovar y Wall (2012). No obstante, ambos estudios se centran en el efecto de la incertidumbre sobre la eficiencia en costes, las economías de escala y de alcance. Finalmente, Tovar y Wall (2014) analizan el impacto de la incertidumbre de la demanda en los costes de la infraestructura portuaria. A pesar de que este artículo es bastante similar a la investigación llevada a cabo en el presente ensayo, existen algunas diferencias metodológicas significativas. En primer lugar, estos autores se centran en el coste de la incertidumbre mientras que nosotros analizamos la

sobrecapacidad portuaria. En segundo lugar, no incluyen la variabilidad de los pasajeros puesto que resulta no significativa cuando es incluida en su regresión. Tampoco incluyen las interacciones entre la variabilidad y los factores productivos lo que permite obtener el efecto de la incertidumbre sobre la demanda de factores productivos. Tercero, la variabilidad es estimada de diferente manera en los dos artículos. Tovar y Wall (2014) suponen que la demanda de mercancía sigue un proceso autorregresivo de orden 1, AR(1), en lugar de un proceso de orden 3, AR(3), como lo hace nuestro trabajo. Además, los trabajos también difieren en la metodología usada para aproximar la variabilidad de la demanda: nosotros utilizamos los errores estándar predichos de este proceso AR(3); mientras que Tovar y Wall utilizan los errores estándar predichos de una segunda regresión de los logaritmos de los cuadrados de los errores de la estimación del proceso AR(1) sobre variables ficticias individuales y la demanda retardada un periodo. Finalmente, Tovar y Wall (2014) permiten que el coeficiente asociado al input cuasi-fijo en la estimación del sistema de costes sea positivo. Este resultado es aceptado por algunos autores que argumentan que dicho signo refleja la sobrecapacidad del sistema. Sin embargo otros investigadores consideran que un parámetro positivo asociado al input cuasi-fijo es señal de una mala especificación del modelo.

La novedad en nuestro estudio reside en que nos centramos en la provisión de infraestructura portuaria por parte de las autoridades portuarias teniendo en cuenta la interacción entre incertidumbre y capacidad portuaria, considerando dicha capacidad en nuestra especificación como un input cuasi-fijo. De esta forma, podemos observar si la no inclusión de la incertidumbre en la demanda de mercancía y pasajeros pudiera causar resultados sesgados con respecto a la correcta especificación de la función de costes variables. Además, evaluamos a través de un modelo de datos de panel algunos factores observables que podrían parcialmente causar la sobrecapacidad de las autoridades

portuarias, teniendo en cuenta tanto los efectos inobservables invariantes en el tiempo para cada autoridad como los efectos del tiempo.

Este artículo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 presentamos el modelo teórico de las autoridades portuarias considerando la existencia de incertidumbre en la demanda. La sección 3 presenta los datos utilizados así como los principales estadísticos descriptivos de las variables. La sección 4 muestra la especificación econométrica de la variabilidad de la demanda junto con la especificación del sistema de ecuaciones de costes variables. En la sección 5 se presentan los resultados. Finalmente, la sección 6 ofrece algunas conclusiones e implicaciones.

2. Incertidumbre en la demanda y sobrecapacidad en la provisión de infraestructura y servicios portuarios

2.1. Infraestructura portuaria e incertidumbre

Como se ha mencionado en la introducción, las autoridades portuarias españolas se gestionan mediante un modelo portuario *landlord*. En este modelo las autoridades son las propietarias de la infraestructura; toman las decisiones sobre el uso del espacio, la construcción y financiación de la infraestructura portuaria; así como las decisiones sobre la provisión y asignación del espacio para las compañías privadas que operan en el puerto. Además, son responsables de la utilización óptima de las instalaciones, públicas o privadas, y de la seguridad dentro del puerto.

Por lo tanto, en un modelo *landlord* es la autoridad portuaria la encargada de decidir la capacidad de los puertos que gestiona para un determinado periodo. Estas decisiones se realizan previamente al conocimiento de la demanda que los puertos harán frente en los años posteriores a dichas inversiones, lo que implica que la demanda futura deberá ser estimada. Existen diversos modelos para prever los flujos futuros de demanda de una infraestructura de transporte, pero a pesar de que con el paso de los años estos modelos se han ido sofisticando, la incertidumbre en las predicciones no ha desaparecido.

A la hora de determinar los niveles de inversión en capacidad, al problema anteriormente mencionado, asociado a la incertidumbre en las previsiones de demanda, hay que añadir que estas infraestructuras se caracterizan por tener una naturaleza indivisible. La indivisibilidad de gran parte de los activos portuarios implica que la infraestructura portuaria no puede ajustarse de manera inmediata a flujos no previstos en la demanda, sino que únicamente puede aumentarse a través de “saltos” discretos los cuales normalmente suele llevar asociados importantes costes de inversión.

Por lo tanto, en el caso de que las inversiones se ajusten a las previsiones de demanda, en aquellos periodos en los que se produzcan incrementos no previstos en los flujos de tráfico surgirán problemas de exceso de demanda. Si los puertos no poseen un exceso de capacidad que les permita hacer frente a estos incrementos, se producirán retrasos y problemas de congestión. Por esta razón, los clientes del puerto podrían llegar a sustituirlo por otro menos congestionado, generándose problemas de mala reputación con la consecuente pérdida de clientes, no sólo actuales sino también futuros clientes potenciales. Por lo tanto, dado que los puertos no quieren perder clientes debido a un posible exceso de demanda, existen incentivos a mantener un exceso de capacidad, con el fin de mantener la probabilidad de que la demanda exceda la capacidad por debajo de

un determinado nivel deseado. Sin embargo, este exceso de capacidad tiene efectos sobre los costes de los puertos.

En este sentido, la teoría económica neoclásica de producción y costes supone que la producción o prestación de servicio es eficiente técnicamente para todas las unidades de producción; es decir, la producción o prestación de servicios es siempre eficiente de acuerdo a las distintas posibilidades de producción o prestación de servicios. Sin embargo, para aquellas empresas que hacen frente a cierto grado de incertidumbre en su demanda y no desean negar servicios a sus clientes, esta propiedad no se mantiene.

En resumen, si los puertos que hacen frente a cierta incertidumbre no quieren rechazar clientes por problemas de capacidad, deberán contar con las infraestructuras necesarias para atender a un número superior de buques que los que atienden en media en un determinado periodo temporal. En otras palabras, los puertos no solo proveen servicios efectivos sino, que además deben mantener una mínima capacidad de reserva para asegurar que existan recursos disponibles si llegan buques a sus instalaciones de forma inesperada. Este hecho incentiva la sobrecapacidad en los puertos y hace que el problema de decisión al que se enfrentan las autoridades portuarias, difiera del problema de minimización de costes tradicional.

2.2. Minimización de costes en presencia de incertidumbre en la demanda

Duncan (1990) desarrolla un modelo que permite modelizar el objetivo de capacidad de servicio de una empresa. Este modelo fue empíricamente implementado por Anderson y Gaynor (1995) para el caso de la prestación de servicios hospitalarios. A continuación, aplicamos este modelo al caso de las autoridades portuarias.

Una autoridad portuaria hace frente a una función de producción como la siguiente:

$$y_{ht} = f(\bar{x}_{ht}) \quad (1)$$

donde y_{ht} es la producción (no almacenable) de la autoridad portuaria h en el periodo t y \bar{x}_{ht} el vector de factores productivos. Por otro lado, la demanda de (d_{ht}) a la que se enfrentan las autoridades portuarias es una variable aleatoria con la siguiente función de distribución condicionada:

$$G(d_{ht} | d_{ht-k}), k = 1, \dots, t \quad (2)$$

donde G representa la distribución de la demanda condicionada a sus realizaciones en los periodos previos (d_{ht-k}), que representan toda la información relevante necesaria para predecir la probabilidad de que la demanda exceda a la capacidad.

La probabilidad de que la demanda exceda la capacidad y los puertos se conviertan en puertos congestionados es:

$$\Pr[d_{ht} \geq y_{ht} | d_{ht-k}] = \Pr[d_{ht} \geq f(\bar{x}_{ht}) | d_{ht-k}] = 1 - G(f(\bar{x}_{ht}) | d_{ht-k}) \quad (3)$$

Como señalamos anteriormente, los puertos no quieren negar servicios a sus clientes, de forma que necesitan mantener esta probabilidad por debajo de un determinado nivel deseado α . Entonces el objetivo de servicio mínimo de las autoridades debe cumplir:

$$1 - G(f(\bar{x}_{ht}) | d_{ht-k}) \leq \alpha \quad (4)$$

Cuando $G(f(\bar{x}_{ht}) | d_{ht-k})$ es invertible², podemos sustituir $y_{ht} = f(\bar{x}_{ht})$ por $f(\bar{x}_{ht}) = G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k})$. Esta expresión describe el proceso productivo de una

² Una función de distribución invertible es aquella cuya función inversa sigue su misma distribución (Abad, R.C., 2002).

autoridad portuaria que mantiene la probabilidad de que la demanda exceda su capacidad en un nivel α , igualándose la producción de las autoridades portuarias a su objetivo de servicio mínimo.

De esta forma, al problema de minimización de costes tradicional le añadimos la restricción de que la demanda supere la oferta de las autoridades únicamente un α por ciento de las veces, es decir, el problema de minimización debe estar sujeto a cumplir el objetivo de servicio mínimo.

Basándonos en la implementación empírica del modelo de Duncan (1990) de Gaynor y Anderson (1995), consideramos dos categorías de factores productivos: factores cuasi-fijos y factores variables. Los factores cuasi-fijos son aquellos que no pueden variar de forma inmediata en respuesta a realizaciones imprevistas de la demanda (S_{ht}). Por otro lado, los factores productivos variables (\bar{x}_{ht}) son aquellos que pueden ajustarse inmediatamente una vez que la demanda se hace efectiva. Aunque son elegidos *ex ante*, es decir, antes de que la demanda se haga efectiva, pueden modificarse en respuesta a sus realizaciones.

Por lo tanto, la función de producción expresada en la ecuación (1) puede ser reescrita:

$$y_{ht} = f(\bar{x}_{ht}, S_{ht}) \quad (5)$$

De esta forma, en una primera etapa las autoridades portuarias eligen la cantidad de factores productivos variables y cuasi-fijos que minimiza su coste *ex ante* sujeto a cumplir el objetivo de servicio mínimo, siendo su problema de minimización el siguiente:

$$\min_{\bar{x}_{ht}, S_{ht}} \sum_{j=1}^J w_{jht} x_{jht} + r_{ht} S_{ht} \quad (6)$$

$$\text{s.t. } 1 - G(f(\bar{x}_{ht}) | d_{ht-k}) \leq \alpha \quad (7)$$

donde \bar{w} es el vector de precios de los factores variables y r es el precio unitario del input cuasi-fijo. Suponiendo de nuevo que G es invertible uno a uno, la restricción puede re-escribirse como $G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k}) = f(\bar{x}_{ht}, S_{ht})$. A partir de este problema de minimización, es posible derivar las funciones de demanda *ex ante* de los factores productivos, que dependen de sus precios, del input cuasi-fijo y del objetivo de servicio mínimo.

$$x_{jht} = x_j[G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k}), \bar{w}_{ht}, S_{ht}] \quad (8)$$

Además, Gaynor y Anderson (1995) suponen que la empresa puede ajustar sus factores productivos variables en un muy corto plazo una vez que la demanda se ha hecho efectiva acudiendo a sus respectivos mercados. Por lo tanto, en una segunda etapa, la empresa minimizará sus costes *ex post*, condicionada por las demandas de factores variables *ex ante* y sujeto al objetivo de servicio mínimo.

$$\min w\{\Delta x(G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k}), \bar{w}_{ht}, S_{ht}) + r_{ht} S_{ht}\} \quad (9)$$

$$\text{s.t. } y_{ht} = f(\Delta x + x(\cdot), S_{ht}) \quad (10)$$

donde Δx representa el ajuste de los input variables. De esta forma, los costes *ex post* se pueden expresar:

$$VC = VC(y_{ht}, G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k}), \bar{w}_{ht}, S_{ht}) \quad (11)$$

A partir de la función de costes variables expresada en la ecuación (11), podemos obtener la función de costes totales a corto plazo:

$$TC(y_{ht}, \bar{w}_{ht}, S_{ht}, G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k})) = VC(y_{ht}, \bar{w}_{ht}, S_{ht}, G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k})) + r_{ht} S_{ht} \quad (12)$$

donde TC es la función de costes totales a corto plazo, y es el vector de productos, \bar{w} es el vector de precios de los factores variables, S es el factor cuasi-fijo, $G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k})$ es el objetivo de servicio o capacidad mínima, VC es la función de costes variables a corto plazo y finalmente, r es el precio del factor productivo cuasi-fijo.

Minimizando la función de costes totales a corto plazo con respecto al factor cuasi-fijo obtenemos el nivel óptimo de este factor como muestra la ecuación (13):

$$\frac{\partial TC(y_{ht}, w_{ht}, S_{ht}, \sigma_{ht})}{\partial S_{ht}} = \frac{\partial VC(y_{ht}, w_{ht}, S_{ht}, \sigma_{ht})}{\partial S_{ht}} + r_{ht} = 0 \quad (13)$$

lo cual implica que:

$$-\frac{\partial VC(y_{ht}, w_{ht}, S_{ht}, \sigma_{ht})}{\partial S_{ht}} = r_{ht} \quad (14)$$

Un incremento unitario del factor productivo cuasi-fijo tiene un doble efecto sobre los costes de la autoridad portuaria. Por un lado, aumenta los costes cuasi-fijos. Por otro, reduce los costes variables a corto plazo. La ecuación (14) muestra que una autoridad portuaria deberá expandir su input cuasi-fijo siempre y cuando los ahorros en los costes variables sean superiores al incremento en los costes cuasi-fijos. De esta manera, en el equilibrio a largo plazo, la autoridad portuaria está utilizando una cantidad óptima del factor cuasi-fijo cuando el ahorro en los costes variables se iguala al precio unitario del input cuasi-fijo. De hecho, en el lado izquierdo de esta ecuación se muestra el ahorro en los costes variables debido al aumento del factor cuasi-fijo, lo que se conoce como el precio sombra del factor cuasi-fijo (r_s). Mientras tanto, en el lado derecho encontramos el precio unitario de este factor, el cual debe ser evaluado en términos de su coste de oportunidad. Si ambos precios son iguales, el factor cuasi-fijo está óptimamente asignado. A partir de esta igualdad podemos comprobar si existe exceso de capacidad en las

autoridades portuarias españolas o no. Esto es posible comparando del precio sombra del área de depósito con su valor real (Baños-Pino et al., 1999) como muestra la ecuación (15).

$$q_{ht} = \frac{r_{ht}}{r_{sht}} \quad (15)$$

si $q_{ht} = 1$ la asignación del factor cuasi-fijo es óptima en el largo plazo. Cuando $q_{ht} > 1$ el precio sombra del factor cuasi-fijo es inferior a su coste de oportunidad por lo que este factor se está utilizando en exceso, es decir, existe exceso de capacidad. Por último, si $q_{ht} < 1$ el factor cuasi-fijo está siendo infrautilizado, por consiguiente la autoridad portuaria debería aumentar el uso de este factor.

3. Los datos

La muestra utilizada está formada por 26 autoridades portuarias españolas, las cuales gestionan 45 puertos considerados de interés general. Para estas autoridades se han recogido datos anuales desde 1986 hasta 2005. Por lo tanto, el panel completo de datos está compuesto por 520 observaciones³.

³ Es necesario señalar que las autoridades de Almería y Motril está separadas desde 2005. Sin embargo, con el objetivo de simplificar el análisis, ambas autoridades han sido consideradas como una sola para todo el periodo temporal analizado. Además, la autoridad portuaria de Sevilla no ha sido incluida en el análisis debido a que es el único puerto fluvial y, por tanto, su estructura de costes responde a una tecnología distinta que el resto de autoridades.

La información estadística ha sido recogida de los informes anuales publicados por Puertos del Estado (varios años, a y b) lo cuales proporcionan información homogénea sobre el desempeño de las autoridades portuarias españolas.

Dado que la actividad portuaria es una actividad multiproductiva, hemos considerado los siguientes productos: movimientos de graneles líquidos (y_1), movimientos de graneles sólidos (y_2), mercancía general en contenedores (y_3), mercancía general no contenerizada (y_4) y pasajeros (y_5).

Los precios de los factores productivos variables son los siguientes: el precio del trabajo (w_1), el precio del capital variable (w_2) y el precio de los consumos intermedios (w_3). Además, hemos considerado el área de depósito como el factor cuasi-fijo (S). El precio del trabajo (w_1) se ha definido como el ratio del gasto anual en trabajadores entre número de trabajadores. El precio del capital variable (w_2) se ha aproximado multiplicando un índice de precios de construcción pública (obtenido de los informes de la *Confederación Nacional de la Construcción*, SEOPAN) por la suma del tipo interés a largo plazo y la tasa de depreciación de las instalaciones y equipo de las autoridades. Esta tasa de depreciación se ha calculado dividiendo el gasto anual en depreciación de cada autoridad entre su activo total. Finalmente, el precio de los consumos intermedios (w_3) es el resultado de dividir el gasto anual en esta partida entre los consumos intermedios medidos en unidades físicas.

Se han incluido además los gastos en trabajo (E_1), capital (E_2) y consumos intermedios (E_3) así como la desviación estándar de la demanda de los tráficos de mercancía total (σ_f) y pasajeros (σ_p).

Por último, como mencionamos en la sección 2, es necesario conocer el valor de mercado del área de depósito (factor cuasi-fijo) para determinar si realmente existe sobrecapacidad en las infraestructuras de las autoridades portuarias españolas. Este valor unitario, evaluado como el coste de oportunidad del área de depósito, ha sido obtenido a partir de los precios públicos que las autoridades cobran a los operadores portuarios privados por el uso del espacio público del puerto. Puertos del Estado publica anualmente tanto los ingresos por estas tasas públicas como el área de depósito de cada autoridad. Concretamente, la Ley 27/1992 indica que estas tasas son el seis por ciento del valor de mercado del suelo. Por lo tanto, es posible aproximar el valor unitario de mercado del área de depósito a partir de este porcentaje.

En el anexo 1 se muestran las variables utilizadas junto con su construcción, unidades de medida y principales estadísticos descriptivos.

4. Especificación econométrica

4.1. Especificación econométrica para la incertidumbre en la demanda

La ecuación (11) muestra que la función de costes variables depende tanto de variables observables (producción (\bar{y}), precios de los factores (\bar{w}) y factor cuasi-fijo (S)), como de variables inobservables (objetivo de capacidad mínima ($G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k})$)) que permite que la demanda supere la capacidad de la autoridad únicamente un α por ciento de las veces.

Como el objetivo de capacidad mínimo ($G^{-1}(1 - \alpha | d_{ht-k})$) no es observable, debe ser aproximado. Dado que a mayor variabilidad de la demanda requerirá una mayor capacidad de reserva para satisfacer los flujos de demanda no previstos, el objetivo de servicio mínimo es función de la variabilidad de la demanda. La variabilidad de la demanda puede ser aproximada por la desviación estándar de la demanda (Gaynor y Anderson, 1995; Rodríguez-Álvarez, 2011; Tovar y Wall, 2012 y 2014).

Para estimar los errores estándar de la demanda, debido a que la demanda *ex ante* no es una variable observada, hemos utilizado el tráfico actual de mercancía y pasajeros como proxy de la demanda *ex ante* de mercancía y pasajeros. A partir de las series de estos tráficos, hemos estimado la ecuación de predicción de demanda siguiendo a Anderson y Gaynor (1995). Suponiendo que la demanda depende de realizaciones pasadas, hemos estimado un proceso autorregresivo de orden 3, AR(3), para los tráficos de mercancía y pasajeros. La estrategia de estimación es la siguiente; (1) primero, regresamos la demanda del periodo t sobre la demanda de los periodos $t - 1$, $t - 2$ y $t - 3$ para ambos tráficos, en la estimación también se ha recogido por un lado, el efecto del tiempo sobre la demanda mediante la inclusión de una tendencia temporal; y por otro, la posible heterogeneidad inobservada existente entre las autoridades portuarias españolas incluyendo variables ficticias individuales; (2) en segundo lugar, una vez que tenemos las estimaciones de los procesos AR(3), se han estimado sus errores estándar.

Por lo tanto, la ecuación de costes variables (11) se ha transformado de la siguiente forma:

$$VC = VC(y_{ht}, \bar{\sigma}_{ht}, \bar{w}_{ht}, S_{ht}) \quad (16)$$

donde VC es el coste variable, y es el vector de outputs, σ es el vector de las variables que recogen la incertidumbre en la demanda, \bar{w} es el vector de precios de los factores variables y S es el factor cuasi-fijo.

4.2. Especificación econométrica para el sistema de costes variables a corto plazo

Una vez que hemos aproximado la variabilidad de la demanda para mercancías y pasajeros, incluimos estas aproximaciones como variables dentro del sistema de costes. Para la estimación de este sistema, compuesto por la ecuación de costes variables a corto plazo y sus respectivas ecuaciones de gasto, hemos elegido la forma funcional cuadrática. Esta estructura se considera flexible dado que no es necesario imponer restricciones a las posibilidades de sustitución entre factores productivos. Por lo tanto, el sistema resultante es el siguiente:

$$\begin{aligned}
VC_{ht} = & \beta_h + \sum_{r=1}^m \beta_r (y_{rht} - \bar{y}_r) + \sum_{r=1}^m \sum_{s=1}^m \beta_{rs} (y_{rht} - \bar{y}_r)(y_{sht} - \bar{y}_s) + \sum_{j=1}^n \gamma_j (w_{jht} - \bar{w}_j) + \\
& + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \gamma_{jk} (w_{jht} - \bar{w}_j)(w_{kht} - \bar{w}_k) + \sum_{r=1}^m \sum_{j=1}^n \rho_{rj} (y_{rht} - \bar{y}_r)(w_{jht} - \bar{w}_j) + \lambda_S (S_{ht} - \bar{S}) + \\
& + \sum_{r=1}^m \lambda_{Sr} (y_{rht} - \bar{y}_r)(S_{ht} - \bar{S}) + \sum_{j=1}^n \lambda_{Sj} (w_{jht} - \bar{w}_j)(S_{ht} - \bar{S}) + \zeta_f \sigma_{fht} + \zeta_p \sigma_{phht} + \\
& + \sum_{j=i}^n \zeta_{fj} \sigma_{fht} (w_{jht} - \bar{w}_j) + \zeta_{fS} \sigma_{fht} (S_{ht} - \bar{S}) + \sum_{j=i}^n \zeta_{pj} \sigma_{phht} (w_{jht} - \bar{w}_j) + \zeta_{pS} \sigma_{phht} (S_{ht} - \bar{S}) + \\
& + \pi_\tau \tau_t + \varepsilon_{ht}
\end{aligned} \tag{17}$$

Las ecuaciones de gasto se obtienen aplicando el lema de Shephard a la función de costes. Además, la inclusión de las interacciones de la variabilidad de la demanda con los precios de los factores productivos y el factor cuasi-fijo nos permite capturar el efecto de esta variabilidad, no solo sobre los costes, sino también sobre el gasto en estos factores

productivos. De esta forma es posible evaluar cómo la incertidumbre influye en la demanda de factores productivos. De este modo, las ecuaciones de gasto del sistema se han especificado de la siguiente manera:

$$E_{jht} = w_{jht} \frac{\partial VC_{ht}}{\partial w_{jht}} = w_{jht} X_{jht}^* = w_{jht} [\gamma_j + 2\gamma_{jj}(w_{jht} - \bar{w}_j) + \sum_{k=1}^n \gamma_{jk}(w_{kht} - \bar{w}_k) + \sum_{r=1}^m \rho_{rj}(y_{rht} - \bar{y}_r) + \lambda_{sj}(S_{ht} - \bar{S}) + \zeta_{fj}\sigma_{fht} + \zeta_{pj}\sigma_{pht} + v_{ht}] \quad (18)$$

donde VC es el coste variable total, y es la cantidad de output r ($r = 1, \dots, 5$), w_j el precio del factor productivo j ($j = 1, \dots, 3$), S es la cantidad de factor cuasi-fijo, σ_f es la aproximación a la variabilidad de la demanda del tráfico de mercancía, σ_p es la aproximación a la variabilidad de la demanda del tráfico de pasajeros, E_j es el gasto en el factor productivo j , τ es una tendencia temporal que representa el cambio tecnológico neutral. El subíndice $h = 1, \dots, H$ hace referencia a la h -ésima autoridad, el subíndice t hace referencia al periodo de tiempo y finalmente, para capturar los efectos individuales específicos de cada autoridad permitimos que el intercepto de la estimación de costes varíe entre autoridades portuarias. En la especificación todas las variables, excepto las aproximaciones a la variabilidad de la demanda, están expresadas en desviaciones con respecto a sus medias.

5. Estimación y resultados

El sistema de ecuaciones (17)-(18) ha sido estimado utilizando un modelo de mínimos cuadrados en tres etapas (3SLS). Además, con el fin de aprovechar la estructura de datos de panel hemos aplicado un estimador de efectos fijos en todas las especificaciones, recogiendo de esta forma la posible existencia de heterogeneidad no observada invariante en el tiempo entre autoridades.

En el anexo 3 se muestran los resultados de la estimación utilizando tres especificaciones diferentes para el sistema de ecuaciones a fin de evaluar la robustez de los resultados: en la especificación 1 la variabilidad de la demanda no se ha incluido; la especificación 2 incluye la incertidumbre tanto para el tráfico de mercancía como de pasajeros; y, finalmente, en la especificación 3 se incluye únicamente la variabilidad de la demanda de pasajeros. Las diferentes especificaciones son discutidas a continuación.

Observamos que la especificación 1 satisface casi todas las condiciones de regularidad: la función de costes variables a corto plazo es no decreciente y cuasi-cóncava en los precios de los factores variables, no decreciente en los productos y homogénea de grado uno en los precios de los factores. Sin embargo, el coeficiente asociado al área de depósito, es decir, al factor cuasi-fijo es positivo y estadísticamente diferente de cero. Así que de acuerdo a esta especificación, un aumento de un metro cuadrado en el área de depósito aumentará los costes variables de corto plazo. Algunos estudios previos sostienen que este resultado indica que las empresas están operando con un considerable exceso de capacidad (Viton, 1981). Sin embargo, nosotros consideramos que la función de costes variables a corto plazo no cumple las condiciones de regularidad y por lo tanto

no captura correctamente la tecnología implícita. Esto demuestra que no tener en cuenta la incertidumbre de la demanda puede conducir a malas especificaciones.

En la especificación 2 se incluye la incertidumbre en la demanda de las autoridades portuarias. En el anexo 2 se muestran las estimaciones de los procesos autorregresivos (AR (3)) a partir de los cuales se han obtenido las aproximaciones de la incertidumbre. Volviendo a la especificación, con la inclusión de la incertidumbre, el modelo funciona correctamente, cumpliéndose todas las condiciones de regularidad⁴. Los coeficientes de primer orden relacionados con los precios de los factores variables presentan los signos esperados, son positivos y estadísticamente significativos. En el caso de los productos, los parámetros relacionados con los graneles sólidos, carga en contenedores y los pasajeros son positivos y estadísticamente diferente de cero. Dado que las variables están expresadas en desviaciones con respecto a sus medias, estos coeficientes se pueden interpretar como el coste marginal de cada categoría de tráfico considerada en la media de la muestra. Tanto la mercancía general no contenerizada y los graneles líquidos presentan coeficientes positivos, pero no estadísticamente diferentes de cero. Además, hemos encontrado evidencia de la existencia de progreso tecnológico ya que el parámetro asociado a la tendencia temporal es negativo y significativo. Los coeficientes relacionados con la variabilidad de la demanda del tráfico de mercancía y sus interacciones no son estadísticamente significativos mientras que los parámetros asociados a la incertidumbre para el tráfico de pasajeros sí que lo son, con una única excepción ($\sigma_p w_3$). En este sentido, el coeficiente asociado a la incertidumbre de la demanda de pasajeros (σ_p) nos muestra que aquellos puertos que se enfrentan a una

⁴ La función de costes debe cumplir las siguientes propiedades: no negatividad, no decreciente en los precios de los factores productivos, no decreciente en los productos, homogénea de grado 1 en los precios de los factores productivos y cóncava en los precios de los inputs (Coelli et al., 2005).

mayor variabilidad en su demanda incurren en unos costes más altos que aquellos con menor incertidumbre, para un nivel dado de pasajeros. Por otra parte, en cuanto a la interacción entre la incertidumbre en el tráfico de pasajeros con los precios de los factores, podemos concluir que las autoridades portuarias aumentan tanto el uso de mano de obra como de capital variable en respuesta a la incertidumbre.

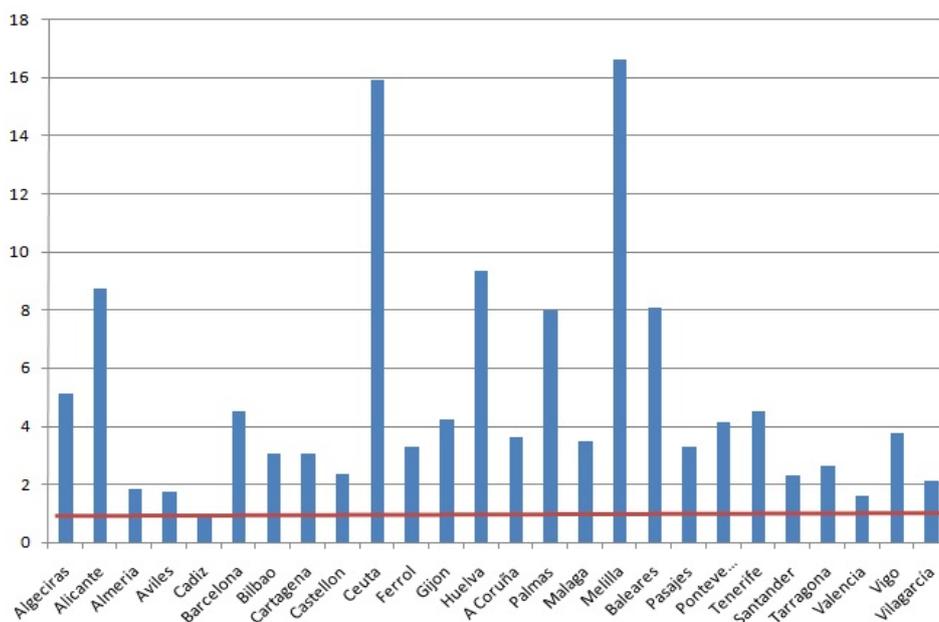
En cuanto al coeficiente del área de depósito, éste es negativo y estadísticamente significativo en la media de la muestra, interpretándose de la siguiente forma: un aumento de un metro cuadrado de área de depósito disminuye los costes variables a corto plazo en 30,6 €. Por lo tanto, la inclusión de las aproximaciones de la incertidumbre en nuestro sistema de ecuaciones nos ha permitido capturar adecuadamente la tecnología de las autoridades portuarias, ya que esta especificación satisface todas las condiciones de regularidad que se exige a una función de costes.

Dado que los parámetros asociados a la variabilidad de la demanda del tráfico de mercancía y sus interacciones son todos no significativos, se ha estimado una tercera especificación, en la que únicamente se ha considerado la incertidumbre en la demanda de pasajeros. Como se observa, los resultados no cambian sustancialmente.

A partir de los resultados de la estimación podemos calcular el precio sombra del área de depósito (r_s) para todas las observaciones utilizando la ecuación (14). Además, comparando este precio sombra (r_s) con el precio de mercado del input cuasi-fijo (r) podemos contrastar la existencia de sobrecapacidad a partir de la expresión (15). El gráfico 1 muestra los valores medios de este ratio (q) para cada autoridad portuaria. Todas las autoridades presentan niveles de q superiores a la unidad, a excepción de Bahía de Cádiz, por lo que se confirma que en la mayoría de las autoridades portuarias españolas existe exceso de capacidad en el periodo analizado. Los niveles más altos corresponden

a Ceuta y Melilla, puertos estratégicos localizados en el norte de África, seguidas por aquellas autoridades portuarias situadas en islas (Balears, Las Palmas y Tenerife), junto con Huelva y Alicante.

Gráfico 1: Índices de sobrecapacidad (q_h) por autoridad evaluados en la media.

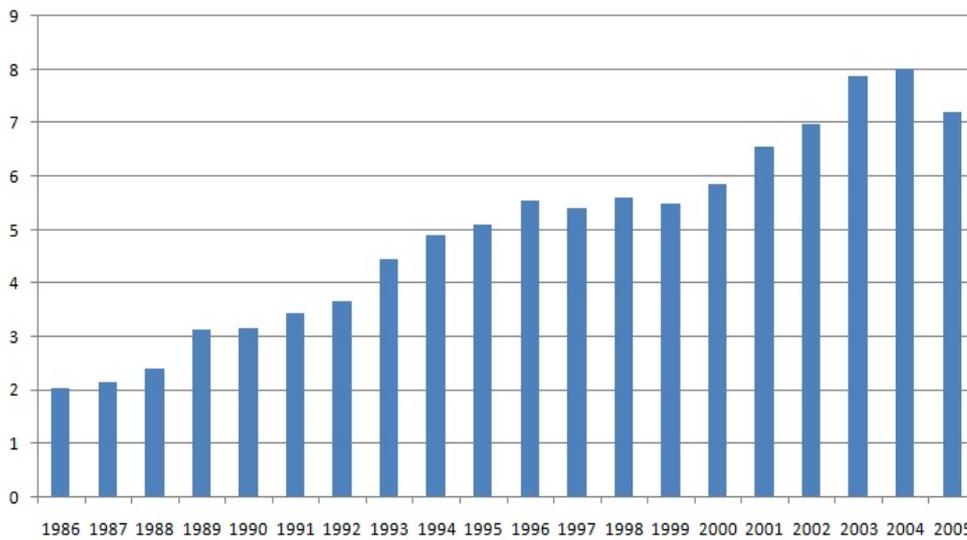


Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el gráfico 2 muestra la evolución en el tiempo de estos índices para el conjunto del sistema portuario español. Como se observa, el exceso de capacidad ha aumentado a lo largo del tiempo, pudiéndose distinguir dos períodos diferentes. Una primera etapa, entre 1986 hasta 1996 que coincide con de la admisión de España en el Mercado Común Europeo y la primera gran reforma portuaria (Ley 27/1992). Y un segundo período que se inicia en 1998, un año después de la reforma de 1997 (Ley 62/1997) en la que los gobiernos públicos regionales son autorizados a nombrar a los miembros del consejo de administración de las autoridades portuarias. Este nuevo cambio normativo intensifica la concepción de los puertos como herramientas de desarrollo regional. Además, como hemos mencionado en la introducción, en el periodo analizado los reguladores portuarios no han permitido la existencia de diferencias significativas en

las tasas de las autoridades evitando la competencia basada en precios (Tercer Reglamento Transitorio de la Ley 62/1997). Por lo tanto, en este segundo periodo, las autoridades portuarias han tenido fuertes incentivos a invertir en capacidad.

Gráfico 2: Evolución de los índices de sobrecapacidad (q_t) durante el periodo 1986-2005



Fuente. Elaboración propia

Sin embargo, aunque hemos incluido la variabilidad de la demanda en nuestra función de costes variables a corto plazo, se observa que el exceso de capacidad en el sistema portuario español se mantiene. Este hecho podría sugerir que existen otros factores que podrían explicar el exceso de capacidad de las autoridades portuarias españolas durante este período.

Es este sentido, la ecuación (19) muestra la especificación econométrica utilizada para analizar algunos de los posibles factores que pueden causar exceso de capacidad. En primer lugar, hemos considerado variables relacionadas con la composición del tráfico. Se espera que un alto porcentaje de tráfico de contenedores aumente el exceso de capacidad, teniendo en cuenta que es un tráfico sujeto a una fuerte presión competitiva en comparación con otros tráficos que pueden considerarse más cautivos. Lo mismo podría

aplicarse al tráfico de pasajeros, las autoridades portuarias con una mayor intensidad de tráfico de pasajeros podrían presentar mayores niveles de sobrecapacidad (factor estratégico). Otro posible factor explicativo podría estar relacionada con el marco normativo, concretamente asociado al principio de autofinanciación. Esta norma trata de mitigar los posibles problemas de riesgo moral con las autoridades portuarias individuales (factor regulatorio). En este sentido, hemos incluido la tasa de rentabilidad de cada autoridad portuaria. Dado este sistema de financiación, aquellas autoridades portuarias con mejor rendimiento pueden financiar ampliaciones de capacidad, presentando mayores niveles de capacidad; aunque, por otro lado, podría ocurrir lo contrario, que estas autoridades portuarias logran mejores resultados debido al hecho de que son eficientes, por lo que no presentan mayores niveles de exceso de capacidad. En este caso, el efecto *a priori* no está claro. Otro factor relacionado con el exceso de capacidad podría ser la importancia económica de la zona de influencia de la autoridad portuaria, aproximada por el PIB de la región en la que se localiza la autoridad portuaria. Esperamos que cuanto mayor sea el tamaño de la zona de influencia, menor sea el exceso de capacidad portuaria, debido a un menor grado de competencia espacial entre puertos (factor estratégico). También incluimos el tamaño de la autoridad portuaria, medido por la cantidad total de mercancía cargada/descargada. Debido a la existencia de importantes indivisibilidades de capital, consideramos que aquellas autoridades portuarias con mayores niveles de tráfico sufrirán menos problemas de exceso de capacidad (factor tecnológico). Por último, hemos añadido variables ficticias temporales con el fin de capturar aquellos factores temporales comunes para todas las autoridades portuarias (factor político). Por ejemplo, los cambios legales anteriormente mencionados afectaron a todo el sistema portuario (las reformas de 1992 y 1997). Desafortunadamente, estas variables probablemente no capturen totalmente todas las cuestiones mencionadas en la sección 1: factores políticos,

tecnológicos, de planificación o estratégicos. Sin embargo, la estructura de panel de nuestros datos se puede utilizar para obtener estimadores consistentes en presencia de variables omitidas. La estimación de un modelo de efectos fijos asume que los efectos inobservados son constantes en el tiempo. Incluyendo variables ficticias de tiempo, somos capaces de capturar tanto los efectos inobservados invariantes en el tiempo como los efectos del tiempo.

$$q_{ht} = \beta_h + \beta_1 \text{contratio}_{ht} + \beta_2 \text{GDP}_{ht} + \beta_3 \text{prof}_{ht} + \beta_4 \text{pasimp}_{ht} + \beta_5 \text{size}_{ht} + \sum_{d=1}^T G_d TD_d + \varepsilon_{ht} \quad (19)$$

donde q representa los índices de sobrecapacidad, contratio es el porcentaje de mercancía en contenedores sobre el tráfico total, GPD es el producto interior bruto del hinterland en el que las autoridades están localizadas, prof es el ratio de rentabilidad de las autoridades, pasimp es el número de pasajeros por metro cuadrado de espacio portuario, size es el tráfico total de mercancías, TD son las variables ficticias para cada periodo de tiempo, con el subíndice $h = 1, \dots, H$ se hace referencia a la h -ésima autoridad y el subíndice t hace referencia al periodo de tiempo.

Volviendo a los resultados empíricos, en primer lugar hemos estimado la ecuación (19) utilizando mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La tabla 3 presenta los resultados de esta estimación. Los coeficientes asociados a la importancia de los contenedores y pasajeros (contratio y pasimp) son positivos y estadísticamente significativos, lo que sugiere que la especialización en este tipo de tráfico puede llevar a la autoridad portuaria a sobre-invertir en capacidad. Por otra parte, el coeficiente relacionado con el tamaño del hinterland donde las autoridades están localizadas (GPD) muestra un efecto negativo y significativo sobre el exceso de capacidad. Así, las autoridades portuarias situadas en las

regiones de mayor tamaño presentan menos problemas de exceso de capacidad. La variable que controla el tamaño de la autoridad portuaria (*size*) presenta un coeficiente estadísticamente positivo. Este resultado podría explicarse por la existencia de importantes indivisibilidades en el capital. La estimación indica que la tasa de rentabilidad de las autoridades portuarias (*prof*) no es una variable explicativa de la sobrecapacidad, es decir, su efecto es estadísticamente igual a cero. También observamos que tanto los efectos individuales como los temporales son altamente significativos. Es particularmente interesante analizar cómo los coeficientes relacionados con los efectos de tiempo comienzan a ser significativos a partir de 1993, tras la entrada en vigor de la primera gran reforma portuaria española. Este resultado puede sugerir que esta reforma de 1992 tuvo un impacto positivo sobre el exceso de capacidad. Parece existir un efecto similar a partir del año 2000, se observa como los coeficientes aumentan en mayor proporción que en años anteriores.

El problema de esta primera estimación radica en que las estimaciones por MCO no tienen en cuenta posibles problemas de endogeneidad de algunas variables explicativas. Para resolver este problema, se ha reestimado la ecuación 19 utilizando mínimos cuadrados en dos etapas (2SLS). En esta segunda estimación se han utilizado los retardos de las variables *contratio*, *prof*, *pasimp* y *size*. Los resultados confirman las relaciones explicadas anteriormente, pero en este caso el coeficiente relacionado con la tasa de rentabilidad de las autoridades portuarias (*prof*) se vuelve estadísticamente significativo y con signo positivo, confirmando una correlación positiva y significativa entre el exceso de capacidad y las tasas de rentabilidad más altas.

6. Conclusiones

Este ensayo trata de evaluar la sobrecapacidad en el sistema portuario español, teniendo en cuenta los efectos de la incertidumbre de la demanda de los tráficos de mercancía y pasajeros sobre el proceso productivo de las autoridades portuarias. Para ello, se ha estimado una función de costes variables a corto plazo junto con sus respectivas ecuaciones de gasto, utilizando tres especificaciones distintas a fin de comprobar la robustez de los resultados. En la primera de estas especificaciones no se ha incluido la incertidumbre y como resultado se han encontrado errores de especificación. Además, aunque se han incluido en las estimaciones aproximaciones de la incertidumbre tanto en el tráfico de pasajeros como de mercancías, únicamente la variabilidad del tráfico de pasajeros y sus interacciones presentaban coeficientes estadísticamente significativos, este resultado muestra la importancia de los pasajeros en los estudios portuarios. Los resultados muestran que para un determinado nivel de producción, aquellas autoridades que hacen frente a mayor incertidumbre incurren en costes más altos y demandan mayor cantidad de factores productivos variables que aquellas con una menor variabilidad en sus tráficos. Finalmente, hemos demostrado que la sobrecapacidad existe en el sistema portuario español y que determinantes de tipo tecnológico, estratégico, político o regulatorio como pueden ser la especialización en ciertos tráficos, la rentabilidad o el tamaño del hinterland afectan a este exceso de capacidad de las autoridades portuarias.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el *Ministerio de Ciencia e Innovación* (España) PSE-370000-2008-33 and PSE-370000-2009-11. A los autores les gustaría expresar su agradecimiento a Álvaro Rodríguez, Luis Orea y Xavier Fageda por sus comentarios. Finalmente, los autores quieren agradecer a los participantes en la XV Reunión de Economía Mundial (Santander, 2013) las ideas y sugerencias recibidas.

Referencias bibliográficas

- Abad, R. C. (2002). Introducción a la simulación y a la teoría de colas. Netbiblo.
- Banco Mundial (2007). Port Reform Toolkit. WBI Development Studies. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INTPRAL/Resources/338897-1164990391106/00_TOOLKIT_FM_Vol1.pdf
- Baños-Pino, J., Coto-Millán, P. y Rodríguez-Álvarez, A. (1999). Allocative efficiency and overcapacity: An application. *International Journal of Transport Economics*, 26, 181-199.
- Basso, L. J. y Zhang, A. (2007). Congestible facility rivalry in vertical structures. *Journal of Urban Economics*, 61(2), 218-237.
- Castillo-Manzano, J., López-Valpuesta, L. y Pérez, J.J. (2008). Economic analysis of the Spanish port sector reform during the 1990s. *Transportation Research Part A*, 42, 1056-1063.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., O'Donnell, C. J. y Battese, G. E. (2005). An introduction to efficiency and productivity analysis. Springer Science & Business Media.

- De Borger, B. y Van Dender, K. (2006). Prices, capacities and service levels in a congestible Bertrand duopoly. *Journal of Urban Economics*, 60(2), 264-283.
- Duncan, G.D. (1990). The effect of probabilistic demands on the structure of cost functions. *Journal of Risk Uncertainty*, 3, 211-220.
- Gaynor, M. y Anderson, G.F. (1995). Uncertain demand, the structure of cost functions and the cost of empty hospital beds. *Journal of Health Economics*, 14, 291-317.
- Haralambides, H.E. (2002). Competition, excess capacity and the pricing of port infrastructure. *International Journal of Maritime Economics*, 4, 323-347.
- Luo, M., Liu, L. y Gao, F. (2012). Post-entry container port capacity expansion. *Transportation Research Part B*, 46, 120-138.
- Núñez-Sánchez, R. y Coto-Millán, P. (2012). The impact of public reforms on the productivity of Spanish ports: A parametric distance function approach. *Transport Policy*, 24, 99-108.
- Núñez-Sánchez, R., Jara-Díaz, S. y Coto-Millán, P. (2011). Public regulation and passengers importance in port infrastructure costs. *Transportation Research Part A*, 45, 653-666.
- Puertos del Estado. (Acceso 18 Septiembre 2012).
http://www.puertos.es/sistema_portuario/presentacion.html/.
- Puertos del Estado (varios años a). *Anuario estadístico*, Ministerio de Fomento, Madrid.
- Puertos del Estado (varios años b). *Informe de Gestión del Sistema Portuario de Titularidad Estatal*, Ministerio de Fomento, Madrid.
- Rodríguez-Álvarez, A., Tovar, B. y Wall, A. (2011). The effect of demand uncertainty on Port Terminal costs. *Journal of Transport Economics and Policy*, 45, 303-328.

Rodríguez-Álvarez, A. y Tovar, B. (2012). Have Spanish port sector reforms during the last two decades been successful? A cost frontier approach. *Transport Policy*, 24, 73-82.

Tovar, B. y Wall, A. (2012). Economies of scale and scope in service firms with demand uncertainty: An application to a Spanish port. *Maritime Economics and Logistics*, 14, 362-385.

Tovar, B. y Wall, A. (2014). The impact of demand uncertainty on port infrastructure costs: Useful information for regulators? *Transport Policy*, 33, 176-183.

Viton P.A. (1981). A translog cost function for urban cost transit. *The Journal of Industrial Economics*, 29, 287-304.

Anexo 1. Variables y sus estadísticos descriptivos para el periodo 1986-2005

Variables	Descripción	Definición	Unidades	Media	Desv. Stand	Max	Min
VC	Costes variables totales	Suma del gasto en trabajo , capital y consumos intermedios	Euros constantes 2001	17 542 922	12 978 007	67 887 624	1 765 523
w ₁	Precio del trabajo	Coste anual por trabajador	Euros constantes 2001	29 240	9 833	132 921	2 277
w ₂	Precio del capital variable	(Precio construcción* (interés real+depreciación)) * 100	Porcentaje	5,389	2,129	18,758	1,492
w ₃	Precios de los consumos intermedios	Gasto en consumos intermedios / consumos intermedios	Euros constantes 2001	33,206	25,976	149,798	0,407
S	Factor cuasi-fijo	Área de depósito	Metros cuadrados	527 205	608 259	3 106 615	11 354
E ₁	Gasto en trabajo	Gasto anual en trabajo	Euros constantes 2001	6 654 308	4 468 384	24 971 912	976 356
E ₂	Gasto en capital variable	Gasto anual en capital variable	Euros constantes 2001	6 687 605	5 328 888	30 204 354	532 770
E ₃	Gasto en consumos intermedios	Gasto anual en consumos intermedios	Euros constantes 2001	4 201 009	4 046 962	26 283 654	239 554
y ₁	Graneles líquidos	Tráfico anual de graneles líquidos	Toneladas	4 714 874	5 707 201	22 772 847	0,00
y ₂	Graneles sólidos	Tráfico anual de graneles sólidos	Toneladas	2 891 856	3 118 134	19 658 167	5 685
y ₃	Mercancía general contenerizada	Tráfico anual de mercancía en contenedores	Toneladas	1 902 290	4 605 169	35 391 361	0,00
y ₄	Mercancía general no contenerizada	Tráfico anual de mercancía no contenerizada	Toneladas	26 828 322	14 427 355	51 735 840	1 179 790
y ₅	Pasajeros	Pasajeros anuales	Pasajeros	600 722	1 121 689	5 060 090	0,00
GDP	PIB	Producto interior bruto del hinterland	Euros constantes 2001	36 463 969	29 410 406	132 767 837	503 726
contratio	Ratio de contenerización	Mercancía en contenedores/mercancía total		0,1155	0,1485	0,6462	0,00
prof	Tasa de rentabilidad	(Ingresos-gastos)/activos fijos		0,0289	0,0426	0,3661	-0,2

Anexo 1 (cont). Variables y sus estadísticos descriptivos para el periodo 1986-2005

Variables	Descripción	Definición	Unidades	Media	Desv. Stand	Max	Min
pasimp	Importancia pasajeros	Pasajeros anuales/superficie portuaria	Pasajeros/metros cuadrados	4,034336	11,83272	79,28767	0
size	Mercancía	Tráfico total de mercancía	Toneladas	1,05e+07	1,01e+07	6,36e+07	326 991
r	Factor cuasi-fijo	Obtenido a partir de las tasas públicas cargadas por el uso del espacio portuario	Euros constantes 2001	152,39	156,29	1075,67	7,79

Fuente: Puertos del Estado, Instituto Nacional de Estadística (INE) and Confederación Nacional de la Construcción (SEOPAN).

Anexo 2. Estimaciones de los procesos autorregresivos de orden 3 para los tráficos de mercancía y pasajeros.

Variables	Mercancía total		Pasajeros	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
Y_{ct-1}	0,8412903***	17,27		
Y_{ct-2}	0,0651683	1,03		
Y_{ct-3}	0,1412531***	2,62		
Y_{5t-1}			0,9759458***	24,12
Y_{5t-2}			-0,0463685	-0,78
Y_{5t-3}			-0,0776622*	-1,7
Alicante	-1 269,426	-1,3	-594,3922***	-5,58
Almería-Motril	-1 485,375*	-1,73	-502,1425***	-4,99
Avilés	-1 267,074	-1,34	-625,1079***	-5,7
Bahía de Cádiz	-1,25E+03	-1,32	-608,8343***	-5,64
Barcelona	-500,9136	-0,86	-410,0652***	-4,42
Bilbao	-2 235,987***	-4,12	-602,2217***	-5,58
Cartagena	-730,4071	-0,97	-622,9482***	-5,68
Castellón	-1 176,011	-1,38	-625,1079***	-5,7
Ceuta	-1 540,437	-1,62	-314,0639***	-4,49
Ferrol-San Cibrao	-826,4938	-0,9	-624,9844***	-5,7
Gijón	-1 153,065	-1,58	-624,9994***	-5,7
Huelva	-1 156,054	-1,55	-679,4752***	-6,92
A Coruña	-1 707,834**	-2,19	-620,5776***	-5,68
Las Palmas	-713,6612	-0,91	-490,2872***	-5,21
Málaga	-1 849,303**	-2,1	-572,3468***	-5,46
Melilla	-1 246,009	-1,24	-564,6328***	-5,53
Baleares	-930,4246	-1,09	-153,3025*	-1,88
Pasajes	-1 296,468	-1,38	-625,1005***	-5,7
Marín y Ría de Pontevedra	-1 191,065	-1,18	-621,902***	-5,69
Santa Cruz de Tenerife	-1 392,139*	-1,88	65,44186	1,03
Santander	-1 233,761	-1,32	-602,3613***	-5,62
Tarragona	-1 896,067***	-3,41	-623,5109***	-5,69
Valencia	135,6483	0,2	-586,9618***	-5,63
Vigo	-1 282,498	-1,34	-615,5042***	-5,63
Vilagarcía	-1 198,775	-1,18	-624,8922***	-5,7
T	41,02973**	2,56	5,73468***	3,23
const	728,1202	0,81	556,2918***	5,63
Observaciones		442		442
R ²		0,983		0,978
R ² ajustado		0,982		0,977
S.E. de la regresión		1 435,9		177,89

Anexo 3. Estimación del sistema de costes variables

Variables	Especificación 1		Especificación 2		Especificación 3	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
Constant	19 638 778***	5,435	10 447 635*	1,918	9 119 287*	1,841
w ₁	201,52***	49,128	142,43***	2,858	102,11***	3,884
w ₂	1 188 425***	55,075	1 131 607***	3,389	773 994,4***	5,189
w ₃	12 064 408***	36,143	12 706 663***	4,486	10 472 473***	15,115
y ₁	0,046	0,410	0,088	0,726	0,074	0,624
y ₂	0,395*	1,853	0,454*	1,843	0,491**	2,012
y ₃	0,122	0,591	0,361	1,643	0,394**	1,920
y ₄	0,561	1,049	0,078	0,133	0,164	0,283
y ₅	2,081***	3,180	2,077**	2,531	2,022**	2,500
S	2,408*	1,848	-30,601***	-3,546	-31,559***	-3,776
w ₁ *w ₁	-0,001***	-9,200	-0,000***	-8,551	-0,001***	-8,612
w ₂ *w ₂	-8466,79***	-2,671	-8207,31**	-2,300	-7557,81**	-2,166
w ₃ *w ₃	-4 550 047***	-9,390	-4 137 815***	-8,003	-4 224 733***	-8,161
y ₁ *y ₁	0,000	-0,622	0,000	-1,303	0,000	-1,333
y ₂ *y ₂	0,000	-0,560	0,000	0,794	0,000	0,627
y ₃ *y ₃	0,000***	-2,789	0,000***	-2,837	0,000***	-2,919
y ₄ *y ₄	0,000	1,389	0,000**	2,048	0,000**	1,998
y ₅ *y ₅	0,000	0,145	0,000	1,167	0,000	1,261
S*S	0,000	-0,211	0,000	-0,791	0,000	-0,627
w ₁ *w ₂	6,761***	6,018	8,067***	7,119	8,136***	7,243
w ₁ *w ₃	28,041	1,218	28,606	1,231	22,109	0,951
w ₂ *w ₃	314 356,2***	4,653	294 835,5***	4,077	281 494,8***	3,918
y ₁ *y ₂	0,000***	5,601	0,000***	5,212	0,000***	5,324
y ₁ *y ₃	0,000	-1,394	0,000	0,428	0,000	0,439
y ₁ *y ₄	0,000	-0,733	0,000	-1,549	0,000	-1,604
y ₁ *y ₅	0,000	-1,427	0,000*	-1,786	0,000*	-1,660
y ₂ *y ₃	0,000	-0,525	0,000	-0,233	0,000	-0,364
y ₂ *y ₄	0,000**	-2,542	0,000	-1,318	0,000	-1,252
y ₂ *y ₅	0,000***	2,984	0,000***	2,892	0,000***	2,857
y ₃ *y ₄	0,000***	3,337	0,000***	2,850	0,000***	2,788
y ₃ *y ₅	0,000***	2,597	0,000	1,431	0,000	1,367
y ₄ *y ₅	0,000	-0,955	0,000***	-2,606	0,000***	-2,726
w ₁ *y ₁	0,000**	2,558	0,000***	3,029	0,000***	2,825
w ₁ *y ₂	0,000***	3,191	0,000***	2,669	0,000***	2,667
w ₁ *y ₃	0,000	-0,037	0,000	0,970	0,000	0,898
w ₁ *y ₄	0,000	1,219	0,000	0,526	0,000	0,472
w ₁ *y ₅	0,000**	2,493	0,000**	2,088	0,000**	2,085
w ₂ *y ₁	0,037***	9,600	0,039***	9,034	0,037***	8,999
w ₂ *y ₂	0,050***	7,401	0,049***	6,703	0,049***	6,701
w ₂ *y ₃	-0,006	-0,822	-0,001	-0,187	-0,003	-0,353
w ₂ *y ₄	0,265***	9,990	0,244***	8,211	0,241***	8,156
w ₂ *y ₅	0,029	1,170	0,021	0,773	0,023	0,848

Anexo 3 (cont). Estimación del sistema de costes variables

Variables	Especificación 1		Especificación 2		Especificación 3	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
w_3*y_1	0,2538***	4,9251	0,2878***	5,3237	0,2718***	5,0674
w_3*y_2	0,5027***	5,7013	0,5573***	6,2074	0,5679***	6,3425
w_3*y_3	0,9822***	8,6022	1,0592***	8,9493	1,0600***	9,0717
w_3*y_4	-0,5324*	-1,7675	-0,6907**	-2,1528	-0,7139**	-2,2788
w_3*y_5	1,7095***	5,1400	1,9119***	4,8382	1,8545***	5,0708
y_1*S	0,0000	0,6420	0,0000	0,8116	0,0000	0,8784
y_2*S	0,0000	-0,3342	0,0000	-1,6195	0,0000	-1,6096
y_3*S	0,0000*	1,7051	0,0000	1,4205	0,0000	1,4400
y_4*S	0,0000***	-3,4990	0,0000***	-2,8740	0,0000***	-2,9274
y_5*S	0,0000	-0,1713	0,0000	-0,4685	0,0000	-0,3759
w_1*S	0,0001***	9,8926	0,0001***	10,7469	0,0001***	10,7889
w_2*S	0,7215***	13,0702	0,7678***	12,7776	0,7686***	12,8243
w_3*S	5,9322***	8,2092	5,8692***	7,7626	5,8303***	7,8056
T	-82 874,10**	-2,5428	-10 4891,70***	-2,5836	-102 416,4**0	-2,5524
T ²	10 659,91***	2,5745	11 753,74**	2,0020	11 616,72**	2,0049
σ_p			254 903,20***	4,5027	256 314,20***	4,6066
σ_p*S			0,8139***	4,2152	0,7883***	4,2336
σ_p*w_1			1,8556***	3,0210	2,0191***	3,5186
σ_p*w_2			8795,81***	2,6778	8956,81***	2,7516
σ_p*w_3			16 193,16	0,5491	32 667,42**	2,1532
σ_f			-2043,98	-0,4103		
σ_f*S			-0,0048	-0,6062		
σ_f*w_1			-0,0915	-0,8177		
σ_f*w_2			-952,45	-1,1345		
σ_f*w_3			-4551,01	-0,6862		

* Variables ficticias individuales han sido incluidas

Observaciones	520	442	442
R ²	0,955	0,961	0,961
R ² ajustado	0,946	0,951	0,952
S.E. de la regresión	3 006 937	2 917 533	2 892 551
R ² ecuación de gasto en trabajo	0,567	0,641	0,641
R ² ecuación de gasto en capital variable	0,771	0,772	0,772
R ² ecuación de gasto en consumos intermedios	0,659	0,669	0,670

Anexo 4. Determinantes de la sobrecapacidad

Variables	OLS		2SLS	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
const	4,515**	2,273	1,488	0,460
contratio	14,009***	5,253	19,224**	2,321
GDP	-8,68E-08***	-4,553	0,000***	-2,936
prof	7,295	1,505	24,156*	1,773
pasimp	0,283***	7,797	0,370**	2,070
size	-1,35E-07***	-3,104	0,000**	-2,033
Alicante	1,980	1,072	3,535	1,083
Almería-Motril	0,152	0,093	1,850	0,838
Avilés	-4,729**	-2,281	-1,786	-0,534
Bahía de Cádiz	-2,847	-1,585	-0,931	-0,315
Barcelona	3,197**	2,430	4,129*	1,869
Bilbao	-0,201	-0,134	2,760	0,960
Cartagena	-2,659***	-1,462	-0,327	-0,117
Castellón	-0,722	-0,432	1,472	0,558
Ceuta	-8,017***	-3,091	-9,857	-1,072
Ferrol-San Cibrao	-2,071**	-1,089	0,504	0,173
Gijón	-0,838	-0,439	2,292	0,705
Huelva	7,695***	4,997	10,635***	4,170
A Coruña	-1,106	-0,622	1,466	0,522
Las Palmas	-1,980	-1,102	-0,573	-0,168
Málaga	1,058	0,617	3,614	1,440
Melilla	2,692	1,237	4,739	1,415
Baleares	-2,659	-1,417	-0,918	-0,341
Pasajes Marín y Ría de Pontevedra	-1,698	-0,867	1,563	0,480
Santa Cruz de Tenerife	-3,200***	-1,611	-1,159	-0,362
Santander	-4,168**	-2,425	-2,323	-0,974
Tarragona	-4,744**	-2,235	-1,661	-0,486
Valencia	4,934***	3,601	7,566**	2,524
Vigo	-6,718***	-4,437	-6,412*	-1,886
Vilagarcía	-5,961***	-3,030	-5,051	-1,299
D88	-3,459*	-1,654	-0,070	-0,020
D89	-0,526	-0,686	-0,951	-0,768
D90	0,463	0,597	-0,028	-0,028
D91	0,690	0,886	0,201	0,222
D92	1,184	1,511	0,761	0,799
D93	1,520**	1,928	1,038	0,966
D94	2,538***	3,223	2,686**	2,435
D95	2,941***	3,718	2,598***	3,264
D96	3,578***	4,488	3,381***	4,366
D97	3,999***	4,970	3,785***	4,398
D98	3,908***	4,771	3,857***	5,087
D98	4,164***	4,991	3,960***	4,654

Anexo 4 (cont.). Determinantes de la sobrecapacidad

Variables	OLS		2SLS	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
D99	4,076***	4,762	3,722***	4,458
D00	4,705***	5,336	4,308***	4,626
D01	5,596***	6,147	5,155***	5,244
D02	6,279***	6,692	5,828***	5,085
D03	7,399***	7,632	6,940***	5,034
D04	7,309***	7,639	6,903***	5,142
D05	6,849***	7,023	6,445***	3,853
Observaciones		520		494
R ²		0,706		0,701
R ² ajustado		0,676		0,668
S.E. de la regresión		3,141		3,229

Capítulo 2

TEORÍA DE JUEGOS Y ECONOMÍA PORTUARIA: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA RECIENTE

1. Introducción

La globalización, el crecimiento del comercio internacional y la reubicación de los principales centros de producción y consumo han dado lugar a la necesidad de crear nuevas cadenas de suministro, más fiables y eficientes, proporcionando nuevas oportunidades a las navieras, terminales portuarias y otros operadores de transporte. Estos modelos logísticos se encuentran en continua evolución; en consecuencia, las empresas de transporte han tenido que reevaluar el alcance de sus actividades en respuesta a los cambios estructurales en la logística (Kaselimi et al. 2011). Los puertos son los principales elementos de muchas de estas cadenas de suministro por su posición como puerta de entrada y/o centros de transbordo y distribución. Como resultado, los puertos se han convertido en complejos centros donde se desarrollan muchas de las principales funciones dentro de las cadenas de suministro.

Además, los avances tecnológicos en la industria portuaria, tales como los contenedores o las mejoras en los sistemas de comunicación, han reducido los costes y tiempos de transporte, mejorando la fiabilidad de los horarios. Todos esto junto con la creciente importancia dentro del comercio internacional de las economías emergentes, como China o los países del sudeste asiático cuyas exportaciones representaron aproximadamente el 35% de las exportaciones mundiales en 2010 (Banco Central Europeo, sin fecha), han incrementado intensamente la demanda de servicios portuarios así como la competencia entre los puertos. Los nuevos avances junto con las nuevas condiciones comerciales han ampliado el alcance de los mercados atendidos por los puertos, perdiendo su posición monopolista sobre los hinterland en la mayoría de los casos, ya que éstos se superponen entre sí. Este crecimiento de los movimientos de mercancía y de la competencia se ha visto acompañado por una ola de privatizaciones a través de políticas de devolución portuaria en todo el mundo, lo cual ha estimulado aún más la competencia intra-portuaria e inter-portuaria.

Los importantes cambios ocurridos en el sector portuario en los últimos cincuenta años no han pasado desapercibidos para los académicos. Esto se ha traducido en un aumento de los estudios portuarios, creándose un amplio campo de análisis que abarca una extensa gama de temas y metodologías. En este campo se han realizado numerosos trabajos empíricos y/o teóricos utilizándose diferentes enfoques dependiendo del tema analizado (modelos de frontera, análisis descriptivo y clúster, análisis de componentes principales, teoría de juegos, modelos de organización industrial...). Por otro lado, los temas más comúnmente estudiados en esta literatura han sido: análisis de terminales portuarias, los puertos dentro las cadenas de suministro, la gobernanza del puerto, la planificación y el desarrollo de los puertos, la política y la regulación portuaria, la competencia y la competitividad, el análisis espacial de los puertos marítimos, factores explicativos en la

selección de un puerto, productividad y eficiencia, y acuerdos de cooperación, fusiones y alianzas. Para una revisión ampliada de los estudios de puertos se puede consultar los trabajos de Chang y Lee (2007) y Pallis et al. (2011).

Una de las metodologías aplicadas al estudio de la industria portuaria ha sido la teoría de juegos, la cual nos permite estudiar la mayoría de los temas que se acaban de mencionar desde un punto de vista de interacción estratégica. En este sentido, su uso permite analizar teóricamente los efectos de decisiones de gestión portuaria tales como las inversiones, propiedad, políticas de precios sobre los beneficios, análisis del bienestar social y la posición competitiva de los puertos. Esta información representa una herramienta útil para la toma de decisiones por parte de los responsables de la política portuaria, gestores portuarios, operadores de terminales, y otros agentes.

Debido a estas ventajas, en las últimas décadas, se han realizado grandes progresos en la aplicación de la teoría de juegos al análisis del sector transporte, siendo la investigación sobre el sector aeroportuario la primera en aplicar este enfoque a principios de 1970 (Levine, 1969 y Carlin y Park, 1970). Desde entonces, el sector aéreo ha sido amplia y exitosamente analizado utilizando enfoques de interacción estratégica. Sin embargo, es en la última década cuando surgen la mayoría de los trabajos que aplican la teoría de juegos al análisis del sector portuario con la excepción de los de Yang (1995, 1996, 1998 y 1999), a finales de los años 90.

Por lo tanto, en este ensayo, se pretende ofrecer un estudio sobre la investigación reciente que aplica la teoría de juegos a la industria portuaria distinguiendo los diferentes temas tratados, las metodologías utilizadas y los resultados obtenidos. Esperamos que esta revisión sea un guía útil para futuras investigaciones en este campo y, al mismo tiempo, útil para los gestores portuarios o responsables políticos a la hora de llevar a cabo sus procesos de toma de decisiones.

El ensayo está organizado de la siguiente manera. La sección 2 revisa los trabajos que analizan los efectos de la propiedad del puerto. La sección 3 se centra en los estudios que relacionan los puertos con sus hinterland. La sección 4 analiza las relaciones portuarias y los procesos de integración en la industria portuaria. En la sección 5 se analizan aquellos artículos que estudian las decisiones estratégicas de inversión en capacidad mientras que en la sección 6 se analiza la especialización portuaria. Por último, las conclusiones e implicaciones políticas se presentan en la sección 7.

2. Efectos de la propiedad y competencia

La gobernanza de los puertos ha cambiado dramáticamente desde la década de los años 80. Como resultado, la operación privada de las instalaciones portuarias es cada vez más común, principalmente debido a los programas de *devolución portuaria* llevados a cabo por los gobiernos. Podemos entender la *devolución portuaria* como "la transferencia de funciones o responsabilidad en la ejecución de los programas y servicios del gobierno federal a otra entidad" (Rodal y Mulder, 1993). La *devolución* conduce a los puertos de todo el mundo a alejarse de un modelo de gestión pública a otros métodos de organización, tales como formas mixtas de propiedad y/o modelos de gestión que combinan participación pública y privada en las actividades portuarias, como es el caso del modelo *landlord*, uno de las opciones más populares. Aunque los objetivos de estas reformas varían de unos puertos a otros, las principales razones que se discuten son las siguientes. En primer lugar, la gestión privada de los puertos se considera más eficiente económica y técnicamente (Tongzon y Heng, 2005). Segundo, la propiedad privada puede aumentar la competitividad

de un puerto (Midoro et al., 2005). Tercero, por razones estratégicas, los gobiernos optan por la privatización con el fin de aumentar los beneficios del puerto al ser considerados éstos parte de la función de bienestar nacional (Czerny et al. 2014). Por otra parte, Brooks (2004) señala que el aumento del déficit, el peso de la deuda acumulada y los bajos niveles de confianza de la opinión pública en el gobierno podría obligar a los gobiernos a encontrar nuevas formas de hacer más con menos recursos. Finalmente, Xiao et al. (2012) apuntan a la reducción de la burocracia y la inversión pública como otros motivos para la descentralización. Sin embargo, ¿tiene en realidad la descentralización estos efectos?

Empíricamente, la relación entre propiedad portuaria y eficiencia ha sido ampliamente analizada obteniéndose resultados contradictorios. Liu (1995) no encuentra una relación entre la propiedad y el rendimiento de los puertos. Por otro lado, Coto-Millán et al. (2000) encuentran que los puertos con más autonomía son menos eficientes, mientras que Cullinane et al. (2005) rechazan la hipótesis de que una mayor participación del sector privado en las actividades portuarias mejora la eficiencia. Por su parte, Baird (2000) argumenta que la introducción de la participación privada en la actividad portuaria tiene un efecto en forma de U invertida en la eficiencia del puerto, ya que la privatización completa reducirá la inversión portuaria en instalaciones y equipos, mientras que la participación privada parcial aumentaría los niveles de eficiencia. Finalmente, Estache et al. (2002), Cullinane et al. (2002), Tongzon y Heng (2005) y Cheon et al. (2010) concluyen que la participación privada en las actividades portuarias aumenta la eficiencia portuaria, haciendo a los puertos más competitivos.

En esta sección, se revisa la literatura sobre la elección estratégica de la propiedad de las instalaciones portuarias con el fin de determinar los efectos de las distintas formas de propiedad. Los estudios de Czerny et al. (2014), de Matsushima y Takauchi (2014) y Xiao

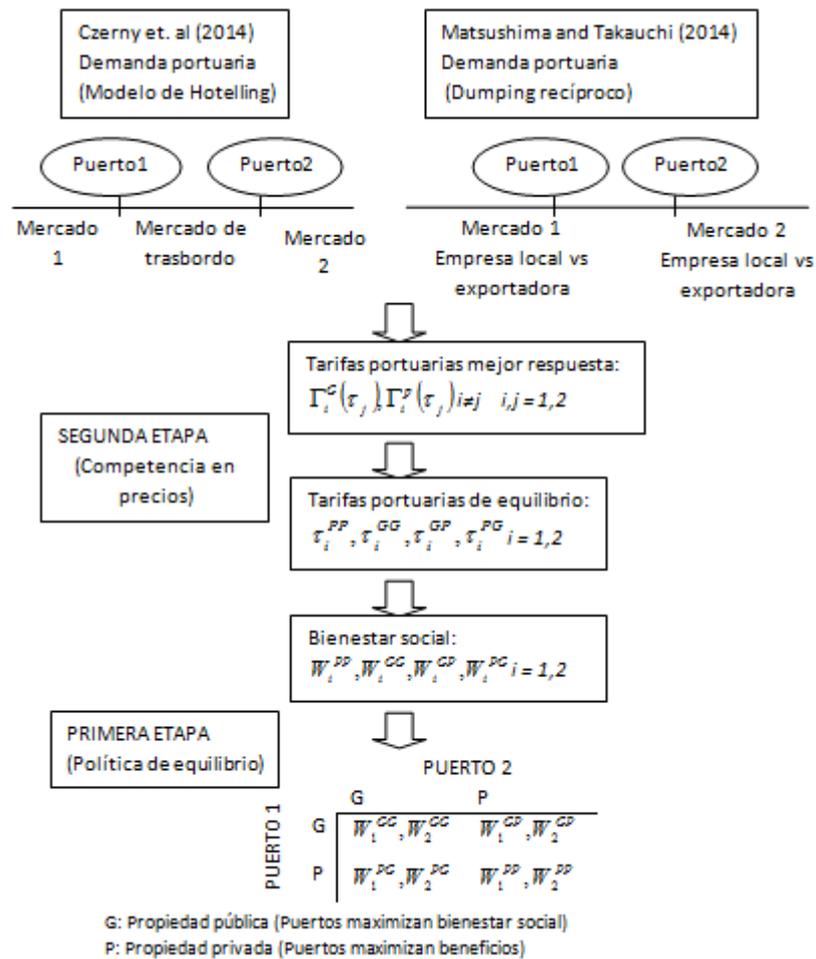
et al. (2012) analizan los efectos de la propiedad en las tarifas del puerto⁵, la inversión, los beneficios y el bienestar en un entorno competitivo. La figura 1 muestra la estructura de los modelos utilizados en los artículos de Czerny et al. (2014) y de Matsushima y Takauchi (2014).

Las principales diferencias entre estos trabajos son las siguientes. Por un lado, Czerny et al. (2014) y de Matsushima y Takauchi (2014) sólo consideran puertos privados o públicos, mientras que Xiao et al. (2012) incluyen escenarios con puertos parcialmente privatizados dado que las experiencias del mundo real sugieren que tras la privatización de los puertos, en muchos casos, los gobiernos mantienen un cierto grado de influencia en las operaciones portuarias o en las decisiones estratégicas de inversión. Por otro lado, Xiao et al. (2012), a diferencia de Czerny et al. (2014) y de Matsushima y Takauchi (2014), no analizan la decisión de privatizar los puertos, dado que se centran únicamente en los efectos de los distintos tipos propiedad, considerando la propiedad como exógena. Estos estudios se resumen en el anexo 1.

Xiao et al. (2012) proponen un modelo económico integrado en el que se analizan los efectos de las diferentes formas de propiedad sobre las tarifas portuarias y la inversión en capacidad. Además, estos autores realizan el análisis tanto para el caso de un puerto monopolista como para el de una situación de oligopolio. El modelo se construye como un juego de una sola etapa en la que los propietarios de las instalaciones portuarias deciden simultáneamente las tarifas portuarias, las capacidades y las cantidades de servicio que maximizan la función objetivo, la cual depende del tipo de propiedad.

⁵ Para lograr una mayor homogeneidad en los conceptos, utilizamos tarifa portuaria para hacer referencia a la cantidad de dinero que cobran los puertos o las autoridades portuarias a un buque o a su carga en el puerto. En segundo lugar, utilizamos precio para hacer referencia a la cantidad de dinero que cobra el operador de la terminal por los servicios de manipulación de carga. Finalmente, nos referimos al canon como la cantidad de dinero que los operadores de terminales deben pagar a las autoridades portuarias por el uso de los terrenos portuarios.

Figura 1: Estructura de los modelos de Czerny et al. (2014) y de Matsushima y Takauchi (2014).



Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de Czerny et al (2014) y Matsushima y Takauchi (2014)

Por otro lado, Czerny et al. (2014) consideran dos puertos compitiendo que pertenecen a dos regiones diferentes. Cada gobierno regional debe decidir si privatiza el puerto de su región. Para analizar la decisión de privatización construyen un modelo de dos etapas. En la primera etapa, los gobiernos deciden si privatiza o no sus puertos de forma simultánea con el objetivo de maximizar el bienestar regional. En la segunda etapa, se fijan las tarifas portuarias que maximizan las funciones objetivo de los puertos. Al comparar los resultados en todos los escenarios posibles de la segunda etapa, el tipo de propiedad será la que maximice en bienestar social en función del comportamiento de los puertos y gobiernos

rivales. Además, se incluye una tercera región en el modelo, por cuyo tráfico de trasbordo compiten los dos puertos. De esta manera, la función de demanda portuaria se obtiene aplicando el modelo de Hotelling a las tres regiones.

Finalmente, el modelo de Matsushima y Takauchi (2014) es muy similar al utilizado por Czerny et al. (2014), excepto que no se incluye un mercado de transbordo y la demanda portuaria se obtiene a partir de un modelo de dumping recíproco. Estos autores construyen un modelo con dos países, cada uno con un puerto y una empresa que sirve a los dos mercados; por lo tanto, en cada país, hay dos empresas homogéneas que compiten. Cuando una empresa exporta, su mercancía pasa por ambos puertos, incurriendo en un coste de transporte compuesto por las tarifas portuarias y el precio pagado a la naviera. Por último, los puertos públicos fijan las tarifas portuarias que maximizan el bienestar nacional, mientras que los puertos privados buscan maximizar sus beneficios. Un supuesto importante es que los puertos no pueden discriminar precios entre las empresas. A partir de estos supuestos desarrollan un juego de tres etapas: en la primera etapa, los gobiernos deciden independiente y simultáneamente si privatizar sus puertos; en la segunda, los puertos ajustan de forma independiente y simultánea sus tarifas portuarias; y tercero, las dos empresas compiten simultáneamente en cantidad en ambos mercados. Por último, estos autores evalúan los resultados de equilibrio bajo diferentes escenarios: tamaño del mercado homogéneo, tamaño de mercado heterogéneo o en el caso de que los puertos, una vez los gobiernos han decidido el tipo de propiedad, invierten para reducir sus costes.

Xiao et al. (2012) y Czerny et al. (2014) encuentran que los puertos privados establecen tarifas portuarias más altas que los públicos. Además, Czerny et al. (2014) muestran la existencia de complementariedad estratégica en las decisiones de fijación de precios cuando ambos puertos son operados de forma privada. Esta complementariedad conduce a una mayor explotación del mercado de transbordo, pero reduce el excedente del

consumidor en el mercado nacional, lo que podría ser compensado con beneficios más altos para el puerto. Por lo tanto, si el mercado de transbordo es suficientemente grande, entonces los incentivos para privatizar ambos puertos son fuertes. Por el contrario, Matsushima y el modelo de Takauchi (2014) muestra que los puertos públicos pueden establecer tasas portuarias más altas que las privadas para proteger a la empresa nacional cuando los costes de transporte son altos. Estas tarifas portuarias son sustitutos estratégicos independientemente del tipo de propiedad del puerto. Además, estos autores encuentran que, en equilibrio, ambos puertos eligen la misma estrategia. A pesar de utilizar modelos bastante similares, los resultados obtenidos por Czerny et al. (2014) y Matsushima y Takauchi (2014) son contradictorios, señalando que sus resultados dependen fuertemente de las funciones de demanda.

Por último, respecto a la capacidad y la congestión, Xiao et al. (2012) encuentran que cuanto mayor sea la proporción de propiedad privada en un puerto, menor es la inversión en capacidad. Cuando un gobierno local está involucrado, mayores efectos *spillover* implican mayor inversión en capacidad. Estas inversiones son más altas cuando los puertos están coordinados por un gobierno central que cuando estos puertos compiten entre sí. Este resultado no se puede generalizar, ya que en la práctica muchos gobiernos se enfrentan a severas limitaciones presupuestarias que no les permiten emprender ciertas inversiones que pueden ser necesarias. Para concluir, estos autores encuentran que los puertos privados y parcialmente privados presentan el mismo nivel de congestión, que es menor que en el caso de un puerto gestionado por un gobierno central.

Aunque Xiao et al. (2012) tienen en cuenta que la congestión depende de las operaciones portuarias, la capacidad y la eficiencia operativa, no permiten diferencias en la eficiencia en función de los diferentes tipos de propiedad. Sin embargo, en la práctica, un puerto privado y uno público pueden no presentar los mismos niveles de eficiencia.

En términos generales, la única diferencia considerada entre puertos privados y públicos en estos estudios es su función objetivo, por lo que implícitamente se asume que no existen diferencias en la eficiencia operativa de las distintas formas de propiedad. Sin embargo, este supuesto implícito puede generar resultados sesgados. Como se mencionó previamente, se considera que las empresas privadas pueden ser más eficientes que las públicas debido a su capacidad para controlar los costes. Este hecho está relacionado con el concepto de eficiencia X (Leibenstein, 1966). En este sentido, aquellas empresas con mayores presiones competitivas consiguen operar a costes más bajos, lo que puede conducir a aumentos en la productividad del trabajo y a ahorros asociados al uso de los factores productivos, lo que a su vez afectará a los beneficios de las empresas.

3. Relaciones entre los puertos y su hinterland.

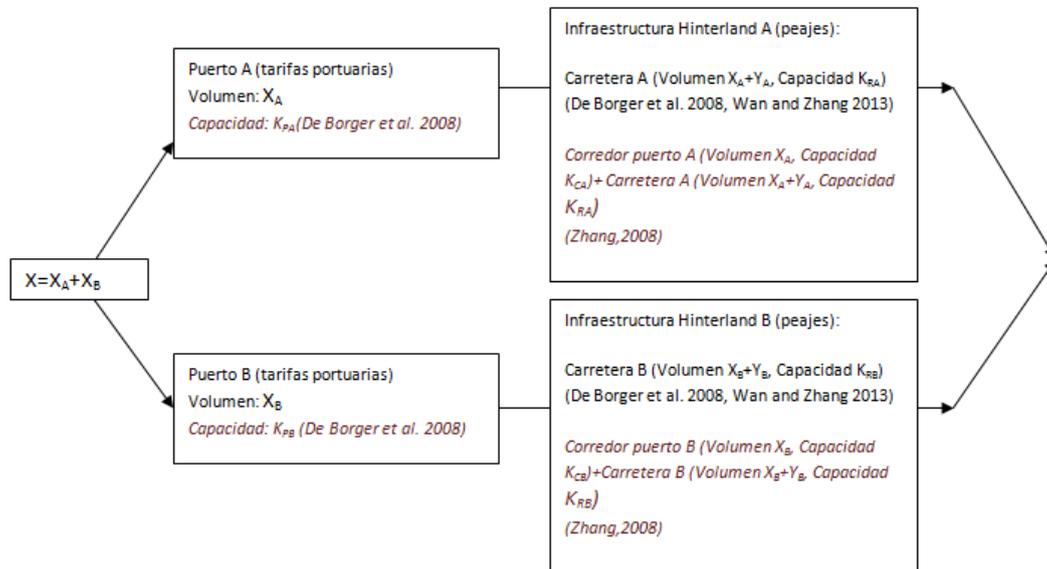
El uso de contenedores y las políticas de *devolución portuaria* han intensificado la competencia portuaria, aumentando exponencialmente el movimiento de mercancía. En consecuencia, muchos puertos y las infraestructuras de sus respectivos hinterland, especialmente los sistemas de carreteras, están cada vez más congestionadas (Yuen et al., 2008). Además, la naturaleza de la competencia portuaria ha cambiado en las últimas décadas, pasando de una estructura competitiva que implicaba a los puertos o compañías navieras individualmente a una nueva que aglutina a todos los operadores en la cadena logística marítima (Suykens y Van de Voorde, 1998). Por lo tanto, el puerto es sólo un nodo en cualquier cadena de suministro particular, y su atractivo no sólo depende de su propia infraestructura o rendimiento, sino también de otros factores relacionados con la

cadena logística a la que pertenece. Según Van de Voorde y Vanelslander (2009), una cadena logística marítima consta de tres secciones: las actividades puramente marítimas, la manipulación de mercancías en el puerto, y los servicios de transporte interior. Por lo tanto, la distribución dentro del hinterland es un elemento importante de la fuerza competitiva de un puerto. De esta manera, si consideramos un puerto como un nodo de una cadena logística, la mejora no sólo el puerto sino también de la accesibilidad del hinterland, reducirá los costes de tiempo de la utilización de ese puerto y mejorará su competitividad.

Estos hechos han motivado que varios estudios traten de analizar teóricamente el efecto de las condiciones del hinterland en el rendimiento, la demanda y los beneficios de un puerto. En este grupo de trabajos se encuentran De Borger et al. (2008), Zhang (2008), Wan y Zhang (2013) y Basso et al. (2013). Estos estudios se resumen en el anexo 2.

Los tres primeros son similares en metodología y objetivos. En todos ellos se investiga el impacto de las condiciones de acceso al hinterland sobre la competencia, considerando un hinterland susceptible a estar congestionado. Las principales diferencias entre estos trabajos son las siguientes. En primer lugar, De Borger et al. (2008) consideran que las instalaciones portuarias también son susceptibles de estar congestionadas, analizando de los efectos de las decisiones de inversión en capacidad tanto en el puerto como en el hinterland. En segundo lugar, Wan y Zhang (2013) no tienen en cuenta la congestión portuaria, mientras consideran los peajes como variables endógenas; por lo tanto, los gobiernos deciden la capacidad y los peajes de las carreteras del hinterland en una primera etapa. Finalmente, Zhang (2008) diferencia dos tipos de infraestructura dentro del hinterland: una específicamente para la carga marítima y otra compartida entre los camiones de carga y los vehículos de particulares. La figura 2 muestra la estructura de los modelos de De Borger et al. (2008), Zhang (2008) y Wan y Zhang (2013).

Figura 2: Estructura de los modelos de De Borger et al. (2008), Zhang (2008) y Wan y Zhang (2013)



Fuente: Elaboración propia a partir de los trabajos de De Borger et al. (2008), Zhang (2008) y Wan y Zhang (2013)

Estos estudios proponen un juego en dos etapas en el que hay dos puertos compitiendo ubicados en diferentes países. En la primera etapa, los gobiernos deciden los niveles de capacidad óptima de las infraestructuras y los peajes que maximizan el bienestar social de sus respectivos países, teniendo en cuenta las estrategias que se llevan a cabo en el otro país. En la segunda etapa, los puertos gestionados de forma privada, fijan las tarifas portuarias, teniendo en cuenta la potencial congestión de las infraestructuras. Las tarifas portuarias que son equilibrio de Nash se fijan mediante un modelo de competencia en precios en el caso de De Borger et al. (2008). Por el contrario, Wan y Zhang (2013) suponen que los puertos compiten en cantidades. Finalmente, Zhang (2008) considera ambas posibilidades, tanto la competencia en cantidad como en precios.

En cuanto a los resultados, De Borger et al. (2008) encuentran que la inversión en la capacidad portuaria de un puerto induce tanto a ese puerto como a su competidor a reducir

sus tarifas portuarias. Sin embargo, la mejora de la accesibilidad del hinterland aumenta la demanda y la congestión; incrementando las tarifas portuarias del puerto que utiliza dicha infraestructura pero reduciendo las tarifas portuarias de su competidor. Un resultado similar es el alcanzado por Zhang (2008), pero sólo en el caso de la infraestructura específica para la mercancía asociada al puerto. Por lo tanto, De Borger et al. (2008) concluyen que los gobiernos tienen mayores incentivos para invertir en la capacidad del hinterland que en la portuaria, aumentando dicha capacidad hasta que los beneficios marginales de esos incrementos se igualen a su coste unitario.

Sin embargo, Zhang (2008) demuestra que cuando los puertos compiten en cantidad, las inversiones en el corredor específico para la carga marítima de un puerto aumentan la producción y las ganancias de ese puerto, reduciendo la producción de su competidor, mientras que las inversiones en carreteras tienen un efecto indeterminado.

Por último, Wan y Zhang (2013) encuentran que la inversión en la capacidad de la infraestructura de un determinado hinterland aumenta la producción, tarifas y beneficios de su respectivo puerto, teniendo el efecto contrario sobre el puerto rival, además, se reduce la congestión en ambas cadenas de transporte generando una externalidad positiva para ambas regiones. Los efectos de los peajes sobre la competencia del puerto dependen del mecanismo de fijación de estos peajes. Si los peajes son discriminatorios, un aumento en los peajes para los vehículos de particulares tiene el mismo efecto sobre las tasas portuarias, los beneficios y la congestión que un aumento de la capacidad de las carreteras del hinterland. Por el contrario, una disminución en los peajes para camiones aumenta la producción, las tarifas, los beneficios y la congestión, provocando el efecto contrario en la cadena logística de su competidor. Por otro lado, el aumento de los peajes no discriminatorios tiene el mismo efecto que la inversión de la capacidad del hinterland, si y

sólo si la diferencia entre el coste asociado a los retrasos de los camiones y el de los vehículos particulares es lo suficientemente pequeña.

Por otro lado, Basso et al. (2013) también estudian este tópico, aunque desde un punto de vista diferente. Estos autores consideran dos puertos marítimos con sus respectivos mercados cautivos y un hinterland común por el que ambos puertos compiten. Los dos puertos y el hinterland común pertenecen a tres gobiernos locales independientes, que determinan el nivel de inversión en sus propios sistemas de transporte regional en la primera etapa del juego. A la hora de decidir sobre las mejoras de los sistemas de transporte regionales se consideran cuatro escenarios. En el primero, no hay cooperación entre los gobiernos. Los otros tres escenarios presentan tres formas diferentes de coalición: una coalición entre los gobiernos de las regiones con puerto, una coalición entre el gobierno de una región con puerto y el gobierno del hinterland común y, por último, una coalición entre los gobiernos de las tres regiones. La cooperación implica que los gobiernos de las regiones invierten en sus sistemas de transporte con el objetivo de maximizar el bienestar de las regiones cooperantes conjuntamente. En la segunda etapa del juego, los puertos públicos establecen las tarifas portuarias que maximizan el bienestar nacional, teniendo en cuenta el comportamiento de sus competidores.

Basso et al. (2013) muestran los siguientes resultados. La mejora de la infraestructura de una región con su puerto reduce sus tarifas portuarias y beneficios, aumenta el excedente de los consumidores, y también reduce las tarifas de la competencia, aunque en menor medida. Mientras tanto, la inversión en la accesibilidad del hinterland conduce a los puertos a fijar tarifas portuarias más bajas, lo que hace al puerto con las tarifas más bajas y mejor accesibilidad más atractivo, aumentando su demanda. Sin embargo, el efecto sobre las ganancias es indeterminado debido a que los ingresos se reducen por las tarifas portuarias más bajas. Por otro lado, se reduce el bienestar de la otra región con puerto. Por último,

mediante el análisis de los diferentes tipos de cooperación entre los gobiernos, los autores concluyen que las coaliciones entre las regiones portuarias conducen a niveles más bajos de inversión que en los casos de falta de cooperación y colaboración entre el gobierno del hinterland y el gobierno de una región con puerto. Por último, la cooperación entre los tres gobiernos conduce a mayores niveles de inversión en las regiones portuarias, pero en el caso del hinterland, la inversión es menor que en el caso de que no exista cooperación. El efecto neto sobre el bienestar de la cooperación total es positivo, aumentando en la región del hinterland aunque disminuye en las regiones portuarias.

Los estudios analizados en esta sección establecen el nivel óptimo de la infraestructura del hinterland y/o portuaria. A partir de sus resultados, se puede observar que la inversión en las infraestructuras de una región afecta tanto a los beneficios del puerto competidor como al bienestar de la región vecina. Así, podríamos esperar algún tipo de reacción por parte de los gobiernos a la inversión de sus vecinos con el fin de reducir sus efectos negativos sobre los beneficios del puerto y el bienestar social, especialmente cuando los puertos están compitiendo. Por lo tanto, el nivel óptimo de capacidad podría depender de la capacidad de su rival, existiendo una interdependencia estratégica entre las inversiones de las regiones. La inclusión de este tipo de respuesta podría hacer el modelo más general y completo.

Por último, de acuerdo con estos estudios, sería interesante analizar la competencia inter-portuaria en el mismo hinterland. En realidad, muchas regiones tienen varios puertos compitiendo, lo cuales comparten las mismas infraestructuras. Además, este análisis podría conducir al estudio de las circunstancias bajo las cuales estos puertos situados en la misma región preferirían cooperar en lugar de competir.

4. Relaciones portuarias

Los programas de *devolución* han supuesto una mayor participación privada en las operaciones portuarias, lo que ha llevado a los puertos a la separación vertical de sus servicios. Como resultado, en la mayoría de los casos, las autoridades portuarias mantienen la gestión de las infraestructuras portuarias, mientras que las empresas privadas prestan los servicios restantes. En este nuevo marco se ha ampliado el número de participantes en las operaciones portuarias (autoridades portuarias, operadores de terminales, navieras, empresas de transporte) dando lugar a nuevos tipos de relaciones entre estos agentes. De este modo, nos encontramos con dos tendencias claramente diferenciadas en los sistemas portuarios de todo el mundo. La primera es una tendencia que se inició a mediados de la década de 1980 marcada por una ola de privatizaciones a nivel mundial, que se debió principalmente a la necesidad de financiación privada de las infraestructuras así como a la modernización de las operaciones portuarias para hacer frente a un entorno cada vez más competitivo (Midoro et al., 2005). Esto condujo a los puertos a separar verticalmente muchos servicios portuarios. La segunda, es una nueva y creciente tendencia en la que aparecen nuevas formas de asociación entre los agentes portuarios privados (Soppé et al. 2009).

Varios estudios utilizan la teoría de juegos para explicar estas nuevas relaciones y sus efectos. Algunos analizan las relaciones verticales entre las autoridades portuarias y los operadores de terminales, mientras que otros se centran en las nuevas asociaciones entre operadores privados.

4.1. Relaciones verticales entre las autoridades portuarias y los operadores privados

Debido a que los gobiernos de todo el mundo han estimulado la participación de empresas privadas en los servicios portuarios, especialmente en la propiedad y operación de las terminales portuarias, Van Reeve (2010) ha desarrollado un modelo para analizar el efecto de la competencia intra-portuaria sobre las rentas económicas de los puertos.

Su modelo incluye dos puertos compitiendo, cada uno administrado por una autoridad portuaria. En este contexto, Van Reeve (2010) supone que estos puertos pueden ser puertos *landlord* o puertos integrados. Este supuesto conduce a tres posibles escenarios competitivos: dos puertos *landlord* compitiendo, dos puertos integrados compitiendo y, por último, un puerto *landlord* que compite con un puerto integrado. En un puerto *landlord*, varios operadores privados de terminales compiten en dicho puerto, esos operadores fijan sus precios compitiendo a la Cournot al mismo tiempo que las autoridades portuarias fijan sus tarifas portuarias, siempre teniendo en cuenta las estrategias del puerto competidor. En cambio, en un puerto integrado, todas las actividades se llevan a cabo por la autoridad portuaria, que establece sus tarifas portuarias considerando el comportamiento de su competidor. De esa manera, el modelo tiene la siguiente estructura: en primer lugar, las autoridades portuarias deciden si permiten la participación privada en los servicios portuarios, y en segundo lugar, las autoridades portuarias y los operadores de terminales establece simultáneamente las tarifas y precios portuarios, respectivamente, compitiendo en cantidades. En esta segunda etapa, sería interesante modelizar la relación entre autoridades y operadores privados como un juego de líder-seguidor, es decir, en primer lugar, las autoridades portuarias fijan las tarifas portuarias mientras que los operadores privados deciden los precios tomando las tarifas portuarias como dadas. Por último, las demandas portuarias se obtienen mediante la aplicación del modelo de Hotelling.

Comparando los resultados de estos escenarios, Van Reeve (2010) encuentra que la gestión de ambos puertos como puertos *landlord* es un equilibrio de Nash. La participación privada en las operaciones portuarias eleva las tarifas portuarias y los beneficios en todo el sector, dado que los resultados muestran que las tarifas portuarias son complementarios estratégicos. Por último, si el número de operadores de terminales privados tiende a infinito, entonces los beneficios de un puerto *landlord* son iguales a los de un puerto integrado. Por lo tanto, la industria portuaria no tiene incentivos a introducir la competencia intra-portuaria debido a que un menor número de operadores privados compitiendo en un puerto implica mayores beneficios para ese puerto.

Siguiendo con el análisis de los efectos de la competencia intra-portuaria, Kaselimi et al. (2011) examinan cómo la dedicación de la capacidad de una terminal ya existente en un puerto para uso exclusivo de un cliente o grupo de clientes afecta a los precios y los beneficios tanto de las autoridades portuarias como de los operadores de terminales. Utilizan un modelo similar al de Van Reeve (2010). Una vez más, hay dos puertos compitiendo, administrados por sus respectivas autoridades portuarias. En cada puerto, hay varios operadores de terminales. A partir de un modelo de Hotelling lineal con localización fija en los extremos, se obtienen las demandas portuarias. A partir de estas demandas se desarrolla un juego cantidad-precio en una sola etapa. Aplican este modelo a dos escenarios distintos: en el primero, no hay capacidad exclusivamente dedicada para un reducido número de clientes, mientras que en el segundo, una terminal es dedicada. Dedicar una terminal ya existente en un puerto implica que un porcentaje de la demanda de este puerto es únicamente abastecida por la terminal dedicada y el resto se satisface por los proveedores de las terminales multiusuario. De esta forma, el número de terminales que compiten se reduce.

Para contrastar el modelo empíricamente, Kaselimi et al. (2011) llevan a cabo una simulación numérica a partir de datos basados en estimaciones previas para los puertos de Amberes y Rotterdam en el delta del Rin-Schelt en el año 2007.

Estos autores encuentran que la dedicación de un terminal dará lugar a menores beneficios para la correspondiente autoridad portuaria. Esto se debe a que en el modelo los beneficios de la autoridad portuaria sólo incluyen aquellos beneficios procedentes de las terminales multiusuario. La medición e inclusión de los beneficios de la autoridad portuaria procedentes de la terminal dedicada permitiría a estos autores determinar las circunstancias bajo las cuales la autoridad portuaria tiene incentivos para dedicar parte de la capacidad existente. Además, bajo el supuesto de que la capacidad dedicada es superior a la demanda extraída de terminales multiusuario, la simulación numérica muestra que los operadores multiusuario son capaces de mantener una porción sustancial de demanda e incluso aumentar sus beneficios; por lo tanto, no se ven afectados negativamente por la dedicación de una terminal. Por último, los usuarios de las terminales multiusuario siempre pierden cuando una terminal ya existente es dedicada, ya que los operadores de terminales aumentan sus precios y pueden aparecer problemas de congestión.

Yu y Shan (2013), por el contrario, no tienen en cuenta la competencia intra-portuaria, centrándose en la competencia inter-portuaria y las relaciones verticales entre los gobiernos y los operadores privados de terminales, permitiendo la posibilidad de la integración horizontal entre los operadores de terminales. Una vez más, se modeliza un marco de dos puertos que compiten por el tráfico de contenedores, con un solo operador privado en cada puerto. Este modelo incluye tanto la competencia entre los puertos o los gobiernos como entre los dos operadores. Además, como se ha dicho antes, estos autores consideran dos intensidades diferentes de competencia entre terminales: en un primer escenario, estas

terminales son operadas por dos compañías diferentes, mientras que en el segundo, son operadas por la misma compañía.

Para ello, se construye un juego de tres etapas. En la primera etapa, las autoridades portuarias establecen las tarifas portuarias que maximizan sus beneficios. En la segunda, los operadores portuarios determinan la calidad de sus servicios para maximizar sus ganancias; si los operadores privados pertenecen a la misma empresa, entonces la calidad es determinada de forma centralizada. Por último, los operadores privados fijan sus precios, de nuevo, buscando maximizar sus ganancias. El juego se resuelve por inducción hacia atrás. Además, las demandas portuarias de cada puerto se desarrollan a partir de un modelo de Hotelling en el que los puertos no están situados en los extremos, por lo que hay demanda cautiva a cada puerto. Una vez el modelo es desarrollado, se lleva a cabo una simulación numérica para contrastarlo.

En la práctica, cuando dos operadores de terminales son gestionados por la misma empresa, las decisiones estratégicas como la calidad y los precios se hacen generalmente de forma centralizada. En este sentido, una opción interesante sería que en la tercera etapa del juego los operadores de terminales fijasen los precios de forma centralizada con el fin de maximizar su beneficio.

Los principales resultados obtenidos por estos autores sugieren que los beneficios de los gobiernos son más bajos cuando las dos terminales son gestionadas por la misma compañía. Por lo tanto, los gobiernos prefieren que las terminales portuarias compitan en lugar de estar centralizadas. En contraste, si una terminal tiene relativamente menos ventajas en la calidad de su servicio que la otra, preferirá la centralización del servicio, ya que puede compartir las ventajas relativas de la otra terminal.

Ninguno de los trabajos anteriores que estudian las relaciones entre las autoridades portuarias y las terminales portuarias analizan las bases de los acuerdos o concesiones que permiten a las empresas privadas llevar a cabo las operaciones portuarias. Wang y Pallis (2014) estudian los problemas de riesgo moral post-contractuales en los contratos de concesión portuaria, Yip et al. (2014) analizan los efectos de la competencia en estos acuerdos, Saeed y Larsen (2010) se centran en los efectos inversos, es decir, los efectos de los acuerdos de concesión sobre la competencia intra-portuaria.

Wang y Pallis (2014) desarrollan un modelo para identificar los problemas de riesgo moral post-contractuales y evaluar las tasas fijas y las basadas en el desempeño de las terminales como soluciones que permitan alinear los intereses de autoridades y terminales. Para ello, en su modelo hay un único operador de terminal que tiene información privada sobre su influencia en la cantidad de carga manipulada, lo que afecta en gran medida al bienestar social de la autoridad portuaria. Esta cantidad de servicios depende positivamente del esfuerzo de gestión del operador privado, el cual, a su vez, supone un coste para éste. Por un lado, si el contrato de concesión se otorga por una tasa fija, el operador de la terminal la deberá pagar en el primer año de la concesión. Para mantener la concesión durante el periodo acordado, la autoridad portuaria impone un rendimiento mínimo de garantía, de forma que, si esta garantía no se satisface, la concesión adjudicada terminará. A partir de esta hipótesis, los investigadores comparan el valor real de los beneficios del operador de terminal cuando cumple del contrato de concesión con el caso en el que el operador de la terminal prefiere subir sus precios durante un cierto período, proporcionando menos servicios que los acordados y romper así el contrato. Por otro lado, si el contrato de concesión se otorga por una tasa basada en el rendimiento, entonces un mayor rendimiento, traducido en volumen de mercancía manejada por el operador, implicará una tasa menor en el periodo siguiente. La reducción de la tasa de concesión podría ser vista como un

subsidio implícito a los esfuerzos del operador de la terminal. Los investigadores comparan de nuevo flujo de beneficios cuando el operador de la terminal hace un esfuerzo por aumentar el volumen de rendimiento con el caso en el que el operador de la terminal sólo busca aumentar sus propios beneficios durante una etapa determinada del período de concesión.

A partir de este análisis, Wang y Pallis (2014) obtienen el siguiente resultado. Por un lado, si la demanda a la que se enfrenta el operador de la terminal es relativamente inelástica, debido por ejemplo, a que no hay ningún sustituto cercano a disposición de los usuarios del puerto, entonces el operador de la terminal tiende a no hacer ningún esfuerzo para mejorar la calidad, cobrando precios más altos. Por otra parte, en el caso de tasas fijas, un alto tipo de interés en el mercado, períodos de concesión cortos y una inusualmente alta ganancia extraordinaria de engaño podría llevar a la terminal portuaria a romper el contrato de concesión antes de su finalización. Por lo tanto, una tasa fija de concesión es menos eficiente en la lucha contra el problema de riesgo moral. Por último, cuando los cánones basados en el rendimiento se introducen, si el operador de la terminal decide engañar, el coste de oportunidad no es sólo el beneficio futuro que el operador podría haber ganado, sino también la deducción en los cánones de la concesión durante los períodos posteriores. En consecuencia, este tipo de canon basado en el rendimiento podría ser una solución al problema de riesgo moral. Debido a los autores simplemente consideran un marco monopolístico, otros factores como las presiones competitivas no se tienen en cuenta como herramienta para atenuar estos problemas de riesgo moral.

Por otro lado, para analizar el efecto de la competencia en los acuerdos de concesión de los puertos, Yip et al. (2014) estudian el caso de dos puertos compitiendo cuyos servicios son sustitutos cercanos, pero imperfectos. En cada puerto existen dos terminales portuarias. En el mercado de operadores privados de terminales hay dos operadores que solicitan a los

gestores portuarios la concesión para la operación de estas terminales. Los autores proponen un juego en dos etapas. En la primera etapa, cada puerto debe adjudicar sus dos terminales a un operador de terminal o a ambos. Cada puerto elige la estrategia que maximiza sus beneficios, de los que forman parte los beneficios de las terminales. Los puertos tiene en cuenta la estrategia de su rival, lo que lleva a cuatro posibles escenarios. En el primero, cada puerto es servido por las dos terminales. En el segundo, cada puerto es servido por un solo operador, siendo distintos entre puertos. En tercer lugar, ambos puertos son atendidos por el mismo operador. Finalmente, un puerto es servido por un solo operador mientras que en el otro se da la concesión a los dos operadores. En la segunda etapa, los operadores de terminales compiten a la Cournot en cada escenario posible. Mediante la comparación de las ganancias de equilibrio en cada escenario, es obtenida la mejor estrategia para cada puerto. El problema es que los resultados obtenidos por estos autores dependen de muchos factores que dificultan el poder obtener conclusiones directamente. A pesar de ello alcanzan los siguientes resultados: en primer lugar, para un operador es siempre preferible monopolizar las cuatro terminales; en segundo lugar, las autoridades portuarias tienen incentivos a introducir competencia intra-portuaria cuando su participación en los ingresos de la terminal es grande. Los autores consideran la participación de las autoridades en los ingresos de las terminales como un parámetro exógeno en lugar de una variable de decisión de los administradores portuarios, este hecho podría haber llevado a este resultado, el cual a priori puede parecer confuso o poco intuitivo. Además, cuando los puertos son sustitutos simétricos pero no perfectos, cada resultado simétrico entre los puertos podría ser un equilibrio de Nash en función de factores tales como el tamaño de las demandas portuarias, la sustituibilidad entre puertos o la proporción de los ingresos compartidos por los puertos. Cuando los resultados de un modelo dependen de un conjunto de factores heterogéneos, una simulación numérica podría ser útil para entender el modelo y obtener resultados adicionales.

En el sentido contrario, Saeed y Larsen (2010) analizan los efectos de los diferentes acuerdos de concesión sobre la competencia en tres puertos ubicados en Pakistán (puerto de Karachi, Port Muchammad Bin Qasin y Gwadar Port). En el puerto de Karachi, hay tres terminales, una pública y dos operadas por compañías privadas. Las condiciones de las concesiones para estos operadores en este puerto no son iguales, aunque todos deben pagar una tasa fija por TEU manejado así como un arrendamiento anual por uso del espacio portuario, las cantidades impuestas a estos terminales difieren entre unos y otros. En los otros dos puertos, sólo hay un operador de terminal; adicionalmente, Gwadar es un puerto nuevo no siendo públicas las condiciones de concesión. A partir de un modelo de oligopolio de Bertrand, los autores obtienen los precios de equilibrio de Nash y los beneficios de los operadores de terminales en estos puertos (sin incluir el puerto Gwadar). Una vez obtenidos los resultados de equilibrio, el modelo se resuelve mediante una simulación numérica. Para ello, los autores utilizan la información disponible y asignan los valores de algunos parámetros sobre la base de estudios previos. Cuando se asume el valor de ciertos parámetros, sería deseable probar diferentes valores de estos parámetros con el fin de comprobar la solidez de los resultados. A continuación, se comparan los resultados de la situación actual (contrato de concesión con cuota fija, diferenciados por terminal) con dos escenarios hipotéticos en los que la autoridad portuaria de Karachi no discrimina entre los dos operadores de terminales privados, de forma que en la simulación los beneficios obtenidos por la autoridad portuaria son los mismos que en el caso real. En el primer escenario, la autoridad portuaria establece la misma tasa fija por TEU para los operadores privados, y en la segunda, la misma tasa porcentual. Además, se miden las ganancias de

los excedentes de los usuarios en los casos hipotéticos con respecto al caso real aplicando la regla de la mitad⁶.

Los autores encuentran que los beneficios de las empresas privadas ubicadas en el puerto de Karachi son más bajos con tasas no discriminatorias que en el caso inicial. Sin embargo, los precios de equilibrio con tasas no discriminatorias son más altos con una cuota fija que con una tasa que implique un porcentaje, de forma que los usuarios estarán mejor en el segundo hipotético escenario.

Por último, Zheng y Negenborn (2014) analizan y comparan las relaciones verticales entre gobiernos y operadores portuarios a través de dos modos de regulación portuaria: la centralización y la descentralización. En el modelo de centralización, el gobierno selecciona un operador portuario para gestionar las operaciones portuarias, diseña el contrato y recibe todos los ingresos, realizando la transferencia de un pago al operador portuario. Los gobiernos centrales solicitan información sobre los costes del operador portuario para diseñar el contrato. De esta forma, el contrato se basa en el informe del operador. Los problemas surgen a partir de las diferentes funciones objetivo de los agentes y las asimetrías de información, lo que lleva a los autores a aplicar la teoría principal-agente. Por lo tanto, la solución radica en que el gobierno central deberá diseñar un contrato que maximice el bienestar social sujeto a la maximización de las ganancias del operador sólo si el operador portuario ofrece información veraz, siendo mayores las ganancias para el operador que en caso de engañar. Por otro lado, la descentralización se modeliza como un juego de Stackelberg, en el que el gobierno local tiene el papel del líder, mientras que el operador portuario privado actúa como seguidor, compitiendo con una terminal pública en el mercado de los operadores portuarios. Estos autores asumen que el gobierno local

⁶ La regla de la mitad es la traducción de "*The rule of the half*", según esta metodología, un cambio en el excedente del consumidor puede ser estimado como un cambio en el coste generalizado multiplicado por la demanda promedio antes y después de la formación del nuevo contrato.

posee toda la información relevante sobre el desempeño de las terminales portuarias. Probablemente, los gobiernos locales tendrán más información sobre el desempeño de las terminales privadas que el gobierno central, más aún si el gobierno local opera una terminal pública, pero incluso en este caso, en la práctica se siguen produciendo asimetrías de información entre los agentes públicos y privados. Los autores también asumen que las terminales privadas son más eficientes que las públicas. En la primera etapa, el gobierno local establece las capacidades de las terminales públicas y privadas. En la segunda etapa, el gobierno local y el operador privado fijan los precios y los niveles de eficiencia mediante un juego simultáneo de duopolio.

Este modelo se aplica a las terminales de contenedores en el Puerto de Shanghái, los resultados más importantes obtenidos son: la descentralización reduce los precios y aumenta la eficiencia portuaria, la demanda y el bienestar social, siendo incierto el impacto de los diferentes modos de regulación sobre la capacidad y el beneficio de los operadores.

Estos estudios que analizan las relaciones verticales se resumen en el anexo 3.

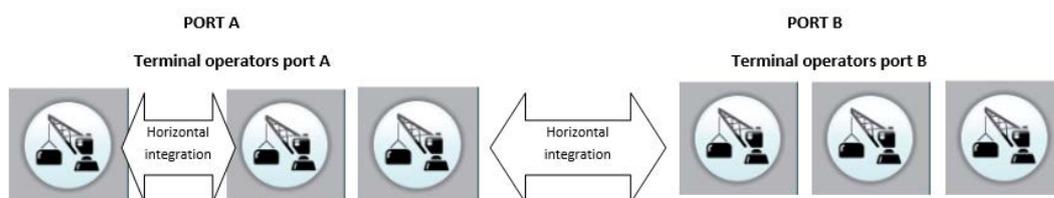
4.2. Las relaciones horizontales entre empresas portuarias privadas

Por último, en este apartado, hacemos referencia a aquellos trabajos que analizan los procesos de integración horizontal.

El uso de contenedores y la globalización de la economía mundial han fomentado el desarrollo de la concentración horizontal a través de coaliciones de los operadores de terminales portuarias. Podemos distinguir dos casos: la integración de los operadores portuarios privados que forman parte de un operador global (por ejemplo, DP World, que posee 46 terminales portuarias en seis continentes) o coaliciones o fusiones que tienen lugar en el mismo puerto para ganar cuota de mercado, lograr una mejor utilización de capacidad

combinada y/o el uso de las instalaciones de almacenamiento de los socios (Saeed y Larsen, 2010). Este último caso ha sido empíricamente y teóricamente estudiado por Reynaerts (2010) y Saeed y Larsen (2010), respectivamente. El primer trabajo analiza específicamente el caso de Hessenatie y Noordnatie, dos operadores privados que llevaron a cabo una fusión en 2001 en el puerto de Amberes (Bélgica). En el segundo trabajo, Saeed y Larsen analizan la posibilidad de coaliciones entre tres terminales en el puerto de Karachi (Pakistán). Dado que el objeto de este ensayo es la revisión de aquellos trabajos en los que se aplican la teoría de juegos a la industria portuaria, nos centramos en el segundo.

Figura 3: Los procesos de integración horizontal en la industria terminal portuaria



Fuente: Elaboración propia

Como se ha dicho, Saeed y Larsen (2010) analizan la decisión de los tres operadores de terminales respecto a la posibilidad de unirse formando una coalición, perteneciendo una de estas terminales a la autoridad portuaria. Por otra parte, este puerto está compitiendo con otro puerto en el que sólo hay un terminal. En todas las formas de la coalición, los firmantes deciden cooperativamente qué precios fijar y cómo utilizan su capacidad combinada para maximizar el excedente de la coalición. De lo contrario, las terminales que forman parte de la coalición y las que actúan individualmente compiten de forma no cooperativa.

Para ello, Saeed y Larsen (2010) desarrollan un juego en dos etapas en el que la cuota de mercado de cada terminal se obtiene a partir de un modelo logit multinomial agregado

y la demanda de los terminales es una función del logsum⁷ del modelo logit. En este juego, primero, las tres terminales ubicadas en el mismo puerto deciden de forma no cooperativa si unirse a la coalición, esta decisión depende de las ganancias en la segunda etapa, en la que los terminales (signatarios e independiente) compiten en precio. Para ello, el juego se resuelve por inducción hacia atrás. Por lo tanto, los autores primero derivan funciones de reacción de las cuatro terminales en el escenario de referencia (no coalición) y en todos los posibles escenarios de coalición. Luego, con los datos disponibles, resuelven el sistema de ecuaciones que forman el modelo en cada escenario para obtener los precios de equilibrio de Nash. A partir de estos precios, obtienen las cuotas de mercado de equilibrio, los costes de los usuarios y los beneficios. A partir de los beneficios de equilibrio, los autores prueban la estabilidad de las diferentes coaliciones a través de los conceptos de función característica y *core*⁸. El análisis de estabilidad muestra que existe una coalición estable; que es la gran coalición en la que los tres terminales obtienen mejores rentabilidades que en cualquier otra coalición o siendo una terminal independiente. Así, en la primera etapa, los jugadores deben unirse a la gran coalición.

Los autores no han considerado como esta gran coalición afecta a las autoridades portuarias. Si se asumen autoridades portuarias públicas, probablemente sus objetivos estarán en conflicto con los de las terminales privadas. Por ejemplo, una autoridad portuaria pública se preocupa por el bienestar social y la gran coalición eleva los precios y reduce la demanda, por lo que el excedente del consumidor se ve afectado negativamente. Por lo tanto, sería interesante analizar cómo estas coaliciones afectan a los objetivos de las

⁷ El logsum se define como el logaritmo de la suma de la exponencial de las funciones de utilidad de las terminales portuarias. Es una medida del excedente del consumidor en el contexto de los modelos logit de elección (De Jong et al., 2007).

⁸ Una función característica asigna a cada coalición un número real, llamado valor de coalición. Este valor representa el valor mínimo que una coalición puede obtener cuando todos sus miembros cooperan y actúan como un equipo. Por otro lado, el *core* es un conjunto de imputaciones bajo las cuales ninguna coalición alcanza un valor mayor que la suma de los pagos de sus miembros (Song and Panayides, 2002)

autoridades portuarias. Además, sería de esperar que las autoridades portuarias reaccionaran a la coalición a la hora de fijar las tasas portuarias o mediante el diseño de los contratos de concesión.

El estudio realizado por Saeed y Larsen (2010) se resume en el anexo 4.

Algunos artículos analizados en esta sección consideran que los puertos o las autoridades portuarias comparten una parte de los ingresos de las terminales privadas a través de una tasa porcentual. Esta hipótesis podría ser realista cuando se estudian los puertos privados, pero tal vez no en el caso de las autoridades portuarias públicas. Que las autoridades públicas compartan los ingresos de las terminales portuarias podría degenerar la tarea de la autoridad portuaria de regular los precios para proteger el interés público mediante la vinculación de beneficios públicos a privados. Por otra parte, en la práctica, cuando los puertos cobran a las terminales privadas una cuota por el uso de la infraestructura, por lo general es un canon de suma fija (Banco Mundial, 2007) en lugar de compartir los beneficios de las terminales. Así, en el caso de las autoridades portuarias públicas, este supuesto parece no ser muy realista o no ir en línea con las prácticas generales.

5. Inversiones en capacidad portuaria

Una estrategia fundamental para los gobiernos es la elección de la capacidad portuaria. Ampliar la capacidad del puerto puede reducir la congestión y el coste marginal cuando existen economías de escala en la producción. Sin embargo, una mala planificación de estas

inversiones puede conducir a una incorrecta asignación de recursos, con la consecuente pérdida de eficiencia económica. En la actual situación económica, el desarrollo de estrategias de expansión económicamente eficientes para los puertos es muy relevante, sobre todo a la hora de justificar la financiación pública de estos proyectos (Dekker y Verhaeghe, 2008). Sin embargo, lo contrario parece ocurrir en la mayoría de los puertos. Puertos de todo el mundo presentan exceso de capacidad. Haralambides (2002) identifica cuestiones tales como las economías de escala en la construcción de los puertos, las indivisibilidades de capital, el concepto de puerto como instrumento de desarrollo regional, gestión "*ego-boosting*" y pronósticos de la demanda demasiado optimistas como causas de exceso de capacidad. Otros autores señalan otros factores; por ejemplo, Luo et al. (2012) consideran el exceso de capacidad como una señal de fiabilidad, utilizando la inversión en capacidad como una política preventiva para mantener o ganar volumen de tráfico.

Modelos como los desarrollados por De Borger et al. (2008) y Xiao et al. (2010) tratan de determinar los niveles teóricamente óptimos de la capacidad portuaria que maximizan las diferentes funciones objetivo de los gobiernos. Estos trabajos se explican brevemente para evitar la repetición, ya que se han revisado en secciones anteriores. El primero alcanza su objetivo a través de un juego en dos etapas que incluye la inversión en la infraestructura del hinterland junto con la correspondiente a la infraestructura portuaria; mientras que el segundo construye un juego de una sola etapa en la que los puertos deciden simultáneamente el output, las tasas portuarias y la capacidad considerando diferentes formas de propiedad. Estos artículos muestran que, por un lado, una mayor participación privada en la propiedad del puerto implica menos inversión en capacidad, mientras que para un gobierno local, mayores *spillovers* conduce a niveles de inversión óptimos más altos. Por otra parte, muestran que una mayor inversión en capacidad aumenta la demanda

del puerto en el que se realiza la inversión y reduce la demanda de su competidor; reduciéndose también las tarifas portuarias en ambos puertos.

Por otro lado, Luo et al. (2012) y Anderson et al. (2008) tratan de explicar el proceso de inversión en capacidad de dos puertos compitiendo en el Este de Asia. En ambos artículos, primero modelizan el proceso y luego se aplican datos reales para explicar el modelo. El objetivo de estos trabajos es evaluar si los gobiernos pertinentes deben invertir mediante la comparación de diferentes escenarios de inversión. Luo et al. (2012) analizan tanto los precios como la expansión en capacidad como estrategias preventivas. Por otro lado, Anderson et al. (2008) sólo se centran en la expansión en capacidad como estrategia para defender o ganar cuota de mercado.

Luo et al. (2012) modelizan un juego en dos etapas, en el que un puerto que anteriormente actuaba como monopolista ahora tiene que competir, y por lo tanto, proteger su cuota de mercado ante un nuevo puerto con mejores condiciones competitivas. En primer lugar, el gobierno decide si la expansión de la capacidad se lleva a cabo, suponiendo que un solo gobierno controla ambos puertos los cuales se encuentran en la misma región. La expansión de la capacidad se produce en la misma medida en ambos puertos, siendo además de conocimiento común. La expansión de la capacidad se llevará a cabo sólo si la ganancia de la expansión es superior a su coste anualizado de capital, dependiendo dicha ganancia de la decisión sobre capacidad de los competidores. Por lo tanto, se producen dos posibles ganancias derivadas de la expansión, por un lado, cuando los competidores no invierten y, por otro lado, cuando los competidores invierten. Esto conduce a cuatro reglas de decisión, recogidos en la figura 4, lo que a su vez nos lleva a dieciséis posibles escenarios. En cada escenario puede haber un equilibrio, varios o ninguno. Para valorar cada uno de los escenarios, los autores realizan un experimento numérico. En la segunda etapa, los puertos compiten siguiendo un modelo de Bertrand con productos diferenciados,

Figura 4: Reglas de decisión sobre inversiones de cada puerto

$I_k < \min(L_k, M_k)$: la estrategia óptima es expandir la capacidad
$M_k < I_k < L_k$: estrategia óptima es seguir una estrategia diferentes a la de tu competidor
$M_k > I_k > L_k$: estrategia óptima seguir la misma estrategia que tu competidor
$I_k > \max(L_k, M_k)$: estrategia óptima no expandir la capacidad

I_k : coste de capital anualizado de expandir la capacidad
 L_k : la ganancia por la expansión del puerto k cuando el puerto l no expande su capacidad
 M_k : la ganancia por la expansión del puerto k cuando el puerto l expande su capacidad

Fuente: Elaboración propia a partir del trabajo de Luo et al. (2012)

teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la primera etapa y la estrategia de los competidores.

Los resultados obtenidos son los siguientes: una tarifa portuaria preventiva por debajo de la de equilibrio no es creíble.; una mayor sensibilidad a las tarifas portuarias y/o menores costes del nuevo puerto hacen que la tarifa portuaria preventiva del monopolista sea menos eficaz; una mayor demanda y cuota de mercado aumentan la probabilidad de expansión de la capacidad, mientras que una mayor sensibilidad a los precios del competidor tiene el efecto contrario; los puertos con mayores costes, *ceteris paribus*, son más propensos a invertir en capacidad para reducir el coste de la congestión.

Una vez definido el modelo, se aplica al caso real de la competencia entre el puerto de Hong Kong y el puerto Shezhen. Las decisiones de inversión de estos puertos son coordinadas por el gobierno; sin embargo, los operadores privados que operan en cada uno de estos puertos fijan los precios individualmente. Tras la aplicación de los datos reales al modelo, se encuentra que Hong Kong (ex monopolista) no puede utilizar el precio de equilibrio preventivo para evitar que Shezhen aumente su cuota de mercado. Además, Hong Kong no debe ampliar su capacidad, mientras que Shezhen debe hacerlo sólo si Hong Kong no lo hace.

Por lo tanto, los autores concluyen que cuando un nuevo puerto tiene fuertes ventajas competitivas, los precios y la expansión de la capacidad preventivos no son eficaces; de esta manera, la mejor estrategia para el puerto ex monopolista es mejorar su competitividad.

En la misma línea, Anderson et al. (2008) analizan como los puertos competidores responderán al crecimiento en un puerto y si este puerto será capaz de capturar o defender la cuota de mercado mediante la construcción de capacidad adicional. Aunque el objetivo del trabajo de Anderson et al. es similar al realizado por Luo et al. (2012), la metodología es diferente porque estos autores se abstraen del juego de fijación de precios debido a la falta de información disponible. Por lo tanto, se centran en el juego de expansión de capacidad a partir de tarifas portuarias observadas o proyectadas. Sin embargo, este hecho no elimina la necesidad de estimar la demanda portuaria ya que es necesaria para generar los beneficios de los diferentes escenarios de inversión analizados. Estas curvas de demanda se construyen mediante el uso de los datos disponibles de los puertos de Busan y Shanghái. En el juego de capacidad, los puertos deben decidir si invertir en infraestructura para atraer más tráfico.

Así, cuatro posibilidades son comparadas en cada escenario de inversión: ningún puerto invierte, ambos puertos invierten, sólo Shanghái invierte, y sólo Busan invierte. A partir de los beneficios generados por la predicción de la demanda, el modelo muestra la estrategia mejor respuesta a la estrategia de inversión de la competencia. Como Luo et al. (2012), consideran que la cantidad y el coste de la inversión es la misma para ambos puertos y además es conocimiento común. Una vez aplicados los datos disponibles a su modelo, los resultados obtenidos sugieren que sería costoso y poco rentable para Busan tratar de recuperar todo el tráfico de transbordo perdido a favor de las terminales de bajo coste de Yangshan en Shanghái. De esta manera, los esfuerzos del puerto de Busan deben centrarse

aquellos tráficos en los que existe una diferencia competitiva frente a Shanghai, es decir, aquellos mercados que son menos vulnerables a la captura por un rival con un menor coste de operación.

Estos estudios son los primeros que tienen en cuenta las estrategias de inversión de los rivales cuando un puerto decide si ampliar o no su capacidad. El inconveniente de estos modelos es que imponen homogeneidad en la expansión de la capacidad. Este supuesto puede no ser demasiado realista y lleva a que, en ambos artículos, la interdependencia estratégica en la fijación de la capacidad portuaria únicamente puede ser analizada de una manera discreta.

Los trabajos descritos anteriormente consideran las decisiones de inversión como elecciones estáticas; sin embargo, la inversión podría ser vista como un juego dinámico, ya que en la vida real, la construcción de la capacidad portuaria adicional requiere largos períodos de tiempo, siendo la expansión de la capacidad un *proceso de salto*. Este hecho lo tienen en cuenta Ishii et al. (2013).

Aunque estos autores no analizan específicamente las decisiones de inversión, proponen un modelo que permite el análisis de las tarifas portuarias en cada momento de inversión en capacidad portuaria, en un contexto de competencia entre puertos e incertidumbre. Este modelo se aplica al caso real de competencia entre los puertos de Busan y Kobe. Para ello, consideran un tiempo finito fijo que se divide en diferentes períodos con diferentes longitudes. Al comienzo de estos períodos, las tarifas portuarias y las decisiones de inversión de capacidad se llevan a cabo. Los autores suponen que hay un puerto líder que es el primero en tomar las decisiones sobre capacidad invirtiendo en los períodos impares, mientras que el puerto seguidor amplía su capacidad en los períodos pares. Además tanto el calendario como los niveles de expansión son de conocimiento común. Por otro lado, los autores suponen que la función de demanda fluctúa estocásticamente y que la ampliación

de la capacidad portuaria reduce los costes externos. Por último, suponen que los puertos fijan sus tarifas al comienzo de cada período de forma simultánea, expresando el proceso de fijación de tarifas portuarias como un proceso de salto ya que depende de la expansión de la capacidad. Por lo tanto, cada puerto establece las tarifas al comienzo de un período con el fin de maximizar la suma esperada de los beneficios descontados para este período, donde estas ganancias dependen del comportamiento de su competidor. Una vez que todos estos supuestos se incluyen en el modelo, los autores obtienen las funciones mejor respuesta y derivan las tarifas equilibrio de Nash, obteniendo una serie de proposiciones. Por último, éstas se aplican al caso de competencia entre los puertos de Busan y Kobe. Los autores únicamente incluyen como decisión endógena la fijación de las tarifas portuarias, tomando la expansión en capacidad como una variable exógena. En este sentido, sería interesante añadir la capacidad como una variable de decisión de los puertos. Como los mismos autores explican "es importante para cada puerto determinar los niveles de las tarifas portuarias y la capacidad del puerto desde el punto de vista de la competencia portuaria". Por otro lado, este trabajo es el único en esta revisión que considera la naturaleza dinámica de expansión de la capacidad.

Las principales conclusiones de este trabajo se resumen en las siguientes proposiciones: cuando la suma promedio de los excedentes de los consumidores con la máxima disposición a pagar es positiva, entonces elasticidades de la demanda más bajas y mayor capacidad en ambos puertos causan una disminución de las tarifas portuarias de equilibrio; por el contrario, un largo período entre las inversiones de capacidad aumenta las tarifas de equilibrio de Nash.

Los datos parecen confirmar la primera proposición; en el caso de la segunda, los datos muestran que la acción adecuada para el puerto de Kobe habría sido reducir las tarifas portuarias a pesar de la longitud del tiempo de inversión en capacidad.

El anexo 5 resume estos trabajos relacionados con la capacidad portuaria.

6. Intervención del gobierno y especialización

Zhuang et al. (2013) proponen la especialización del puerto como una posible solución al exceso de capacidad portuaria y a la excesiva competencia en los servicios portuarios. La pregunta principal para estos autores es en qué forma esta especialización puede ser introducida y si los gobiernos deben intervenir. Para ello construyen un modelo que les permite analizar los factores o condiciones del mercado que afectan a la especialización portuaria.

Su modelo cuenta con dos puertos compitiendo que deben decidir qué tipo de carga manejar. Sólo hay dos tipos de carga en esta industria portuaria, y los puertos pueden elegir mover uno o ambos. Por otra parte, se consideran dos formas diferentes de competir en cantidades: a la Stackelberg y a la Cournot. En función de las posibilidades de especialización de los puertos, se darán diferentes escenarios competitivos; para cada uno de estos escenarios se obtienen los precios de equilibrio, las cantidades y los beneficios los cuales posteriormente serán comparados.

Con el fin de construir un marco analítico general, los autores consideran simplemente como determinantes de especialización: la demanda de mercado, el grado de sustituibilidad entre los puertos y sus costes. Otros factores, como las vías de desarrollo histórico, las diferencias geográficas, la especialización productiva de la zona de influencia donde se

encuentran los puertos o su posición actual en el mercado no se han tenido en cuenta en este modelo, pero deberán ser modelados cuando se analice un mercado específico.

Zhuang et al. (2013) encuentran que cuando el tamaño del mercado es suficientemente grande, hay una ventaja clara en términos de beneficios para el puerto líder, es decir, el primero en decidir. Los autores señalan que este resultado puede explicar la expansión portuaria tan agresiva que se ha producido en la industria portuaria china, ya que los gestores creen que estas inversiones pueden darles una ventaja competitiva. Otro de los resultados muestra que si un puerto se enfrenta a una demanda relativa moderada para una carga, no ofrecerá este servicio si compite a la Stackelberg. Por último, la especialización del puerto sólo es posible en los casos siguientes: en primer lugar, la especialización natural, que se produce cuando cada puerto tiene una alta demanda relativa en un tipo diferente de carga; segundo, la especialización del líder, en la que si el puerto seguidor tiene una alta demanda relativa en un tipo de mercancía, se especializará en ese tipo de mercancía; y tercero, la especialización, debido al exceso de capacidad, lo que podría requerir la intervención del gobierno.

Un resumen de este trabajo se muestra en el anexo 6.

7. Conclusiones

En esta revisión se estudia una colección de estudios que utilizan enfoques de la teoría de juegos para analizar la competencia portuaria y las estrategias detrás de las decisiones de gestión de los puertos. La teoría de juegos ayuda a entender la complejidad de la toma

de decisiones estratégicas en un entorno competitivo. De esta manera, permite analizar cualquier situación competitiva mediante la simplificación de una situación real y compleja en un problema más sencillo sólo teniendo en cuenta las características originales principales y eliminando lo superfluo. Así, la teoría de juegos es una herramienta muy útil para analizar problemas de competencia portuaria desde la perspectiva de la optimización, guiando a los agentes a elegir las mejores estrategias.

Los modelos presentados en este estudio tienen importantes implicaciones políticas y de gestión, cubriendo los problemas más importantes que los gobiernos, los administradores portuarios o los operadores de terminales tienen que enfrentar; problemas tales como las decisiones estratégicas sobre la propiedad del puerto, las inversiones en capacidad, las coaliciones, la fijación de precios, la competencia...

Sin embargo, a pesar de la utilidad de la teoría de juegos para el análisis de cualquier situación en la que se produzca interdependencia estratégica entre diferentes agentes, no está exenta de limitaciones.

Por un lado, debido a alto número de agentes participantes en la industria portuaria, es más complicado aplicar esta metodología al análisis del sector portuario que en el caso de otros sectores, como por ejemplo el aeroportuario, en el que la teoría de juegos ha sido ampliamente aplicada con éxito.

Por otro lado, debido a la aplicación de la teoría de juegos para el análisis de la economía portuaria es muy reciente, hay un gran marco para desarrollar modelos cada vez más sofisticados que permitan representar escenarios más realistas. Sin embargo, tras la realización de esta revisión se ha comprobado que hasta la fecha no existe coherencia o consenso en como modelizar la competencia portuaria. En este sentido cada autor tiene una forma representativa de plantear el problema. Un claro ejemplo es el desarrollo de las

funciones de demanda portuaria, que difiere de un estudio a otro, a pesar de ser determinante en los resultados del modelo, es decir, las diferentes formalizaciones de la demanda portuaria podría conducir a resultados contradictorios en el mismo modelo. Por lo tanto, todavía es necesario en este campo mucho más trabajo y discusión para lograr una metodología unificada que permita conectar los diferentes modelos o temas analizados.

Así pues, con esta revisión, se trata principalmente de poner de relieve los temas analizados, las metodologías aplicadas y los resultados obtenidos, con el fin de: primero, orientar a los gerentes y reguladores para tomar sus decisiones estratégicas; y en segundo lugar, ofrecer una visión global de lo que se ha hecho en este campo hasta ahora, de forma que sirva como guía para futuras investigaciones en el área.

7.1. ¿Qué hemos aprendido?

De los principales resultados obtenidos en los trabajos revisados podemos obtener las siguientes conclusiones:

El uso de contenedores y la privatización han dado lugar a un incremento de la competencia y los movimientos de mercancía alrededor del mundo, que por un lado, han hecho que los puertos pierdan su posición de monopolio y, por el otro, han aumentado la presión sobre la capacidad de los puertos y las infraestructuras de sus hinterland. Por esta razón, la elección de los niveles óptimos de capacidad se ha convertido en un asunto fundamental en la gestión de los puertos. De esta manera, hemos visto que la privatización afecta las decisiones de capacidad: niveles más altos de privatización implica menores niveles de inversión. Por otro lado, la inversión en la capacidad portuaria y del hinterland tiene efectos sobre las tarifas portuarias, los beneficios, el excedente del consumidor y la competencia portuaria. La inversión en la capacidad portuaria reduce las tarifas portuarias,

no sólo en el puerto inversor, sino también en sus competidores. Sin embargo, la inversión en infraestructuras del hinterland aumenta las tasas portuarias y los beneficios del puerto perteneciente a esta región, y tiene el efecto contrario sobre el puerto competidor. Mientras que muchos puertos del mundo experimentan problemas de congestión, otros tienen problemas de sobrecapacidad, producido principalmente por pronósticos muy optimistas de la demanda o por la utilización de la capacidad como herramienta para proteger o ganar cuota de mercado. Cuando los puertos rivales tienen una alta capacidad competitiva, la inversión preventiva no es eficaz, en este caso la mejor solución centrar los esfuerzos en aquellos mercados o segmentos menos vulnerables a la competencia, siendo la especialización una posible solución a la sobrecapacidad.

Por otro lado, la participación privada en los servicios portuarios ha introducido nuevas relaciones en la industria portuaria lo que ha incrementado no sólo la competencia entre puertos, sino también la competencia dentro del puerto. Varios estudios modelizan la relación entre las autoridades portuarias y los operadores de terminales privados, evaluando los efectos de la competencia intra-portuaria. Por otra parte, la introducción de participación privada en el mercado de terminales eleva las tarifas portuarias y las ganancias. Sin embargo, si el número de operadores privados tiende a infinito, los resultados serán los mismos que cuando la autoridad portuaria ofrece todos los servicios. Por otra parte, la dedicación de una terminal ya existente para un grupo reducido de clientes no tiene efectos significativos sobre la competencia intra-portuaria. Lo más común en la práctica ha sido introducir la participación privada a través de contratos de concesión. Estos contratos especifican las condiciones bajo las cuales operarán los agentes privados durante el período de la concesión, pero puede ocurrir que el operador privado tenga incentivos para no cumplir estos acuerdos. En este caso, parece que una tarifa basada en el rendimiento ayuda a reducir el problema de riesgo moral, producido por las asimetrías de información.

Las condiciones de concesión difieren entre regiones, dentro de los países o incluso entre los operadores privados en el mismo puerto. Estas diferencias producen un *feedback* entre las condiciones de concesión y la competencia. De esta manera, la competencia afecta a las condiciones de concesión así como los contratos de concesión afectan a la competencia.

Las nuevas condiciones de competencia y los cambios tecnológicos han estimulado la aparición de alianzas y procesos de integración, tanto vertical como horizontal. Así, con el fin de aprovechar las economías de escala, ganar control sobre la capacidad y la prestación de servicios, los operadores de terminales han participado en fusiones y alianzas intensas. Estas fusiones aumentan las ganancias de estas empresas y afecta a las condiciones de competencia y el excedente del consumidor por lo que deben ser controladas.

Hemos podido ver que los puertos alrededor del mundo se enfrentan a un entorno en evolución, a nuevos retos que requieren que la industria portuaria no deje de evolucionar y adaptarse. Todos estos desafíos pueden presentar una muy buena oportunidad para nuevas investigaciones.

7.2. Futuras investigaciones

Por último, la realización de esta revisión nos ha permitido extraer algunas ideas para futuras líneas de investigación, que enumeramos a continuación:

En primer lugar, parece que no hay consenso en cuanto a las formas funcionales de la congestión, por lo que sería interesante llevar a cabo un análisis de robustez para probar el efecto de funciones de congestión alternativas sobre las tarifas portuarias y capacidades (Basso y Zhang, 2008; Xiao et al 2012). Lo mismo ocurre con las funciones de demanda portuarias, la cuales son determinantes sobre los resultados de los modelos. Por otra parte,

la utilización de funciones de demanda no lineales, con incertidumbre o asimétricas no es muy común, pero su uso podría dar lugar a nuevos modelos y resultados.

En segundo lugar, Xiao et al. (2012) estudian los efectos de formas de propiedad portuaria alternativas, incluyendo opciones intermedias. Pero ellos no tienen en cuenta la separación vertical de los servicios portuarios, de esta manera, sería un buen punto de partida para futuras investigaciones analizar los efectos de las diferentes formas de propiedad sobre las estrategias de los diferentes agentes portuarios, por ejemplo, los operadores de terminales, separando así los servicios de infraestructura de los servicios de manejo de mercancía. En esta línea, existen múltiples maneras de modelizar el mercado de las terminales portuarias, de acuerdo a la estructura de mercado (monopolio, oligopolio, competencia monopolista) o bien a la titularidad de la propiedad (empresas públicas, privadas o mixtas). Con la excepción de Van Reeve (2010) que analiza dos formas diferentes de gestión portuaria considerando la separación vertical de los servicios portuarios, no hay ningún otro trabajo que relacione estos temas de manera explícita, lo que podría dar lugar, por ejemplo, a analizar el *feedback* entre la propiedad y los dos tipos de competencia portuaria.

En tercer lugar, en los artículos de De Borger et al. (2008), Zhang (2008) y Wan y Zhang (2013), se analiza la competencia entre cadenas logísticas, pero ¿qué sucede con la capacidad óptima del hinterland cuando es utilizado por varias instalaciones portuarias compitiendo situadas en la misma región? ¿Cómo esto podría afectar a la capacidad óptima del puerto y del hinterland? Este escenario aún no ha sido analizado utilizando la teoría de juegos. Además, a partir de este modelo podríamos determinar si a estos puertos tan cercanos geográficamente que compiten por los mismos clientes les resultaría más beneficioso cooperar o fusionarse en lugar de competir. Pudiéndose determinar los efectos

de la cooperación sobre capacidad (del puerto y del hinterland), precios, beneficios y bienestar social.

En cuarto lugar, a partir de la investigación de Wang y Pallis (2014), hay una línea de investigación emergente relacionada con la naturaleza de los contratos de concesión entre las autoridades portuarias y los operadores de terminales. Estos autores consideran para futuras investigaciones: la revisión del modelo de agente-principal mediante acuerdos contractuales reales; análisis de sensibilidad para tener en cuenta los ciclos económicos; analizar otros tipos de acuerdo y sus respectivos incentivos óptimos, así como la construcción de una base de datos. Por otro lado, sería útil analizar el efecto de los diferentes tipos de acuerdos sobre la competencia inter-portuaria e intra-portuaria y el bienestar social.

En quinto lugar, Luo et al. (2012) y Anderson et al. (2013) a partir de simulaciones numéricas derivan de las interacciones estratégicas en las decisiones de inversión en capacidad entre dos puertos. La aplicación de sus modelos permite determinar si un puerto debe invertir o no en función de lo que hagan sus rivales. Para ello fijan el montante de la inversión de forma exógena, asumiendo que es el mismo para ambos puertos y que además esto es de conocimiento común, algo que en la práctica es poco probable que suceda. Por lo tanto, en ninguno de estos trabajos se deriva funcionalmente la interdependencia en las estrategias de capacidad, lo que podría convertirse en una contribución a la literatura.

Referencias bibliográficas

- Anderson, C. M., Park, Y. A., Chang, Y. T., Yang, C. H., Lee, T. W. y Luo, M. (2008). A game-theoretic analysis of competition among container port hubs: the case of Busan and Shanghai. *Maritime Policy & Management*, 35(1),5-26.
- Baird, A. J. (2000). Port privatization: objectives, extent, process, and the UK experience. *Maritime Economics & Logistics*, 2(3),177-194.
- Basov, S. (2001). Hamilton approach to multi-dimensional screening. *Journal Mathematical Economics*, 36,77–94.
- Basso, L. J. y Zhang, A. (2007). Congestible facility rivalry in vertical structures. *Journal of Urban Economics*, 61(2), 218-237.
- Basso, L. J., Wan, Y. y Zhang, A. (2013). Seaport competition and strategic investment in accessibility.1º In *Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte* (No. 16).
- Brooks, M.R. (2004). The governance structure of ports. *Review of Network Economics*, 3(2), 168-183.
- Cariou, P. (2008). Liner shipping strategies: an overview. *International Journal of Ocean Systems Management*, 1(1),2-13.
- Carlin, A. y Park, R. E. (1970). Marginal cost pricing of airport runway capacity. *The American Economic Review*, 310-319.
- Chang, Y. T. y Lee, P. T. (2007). Overview of interport competition: Issues and methods. *Journal of International Logistics and Trade*, 5(1), 99-121
- Czerny, A., Höffler, F. y Mun, S. I. (2014). Hub port competition and welfare effect of strategic privatization. *Economics of Transportation*, 3(3), 211-220.

- De Borger, B., Proost, S. y Van Dender, K. (2008). Private Port Pricing and Public Investment in Port and Hinterland Capacity. *Journal of Transport Economics and Policy*, 42(3), 527-561.
- De Jong, G., Daly, A., Pieters, M., y Van der Hoorn, T. (2007). The logsum as an evaluation measure: review of the literature and new results. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(9), 874-889.
- Dekker, S. y Verhaeghe, R. J. (2008). Development of a strategy for port expansion: an optimal control approach. *Maritime Economics & Logistics*, 10(3), 258-274.
- Banco Central Europeo (sin fecha). Emerging economies. Disponible en: <https://www.ecb.europa.eu/ecb/tasks/international/emerging/html/index.en.html> (último acceso 17 de marzo, 2016)
- Ferrari, C., y Benacchio, M. (2000). Market structure in container terminal operators and port services. Paper presented in IAME 2000 Conference, 13-15 September, Napoli, Italy.
- Frémont, A. (2009). Empirical Evidence for Integration and Disintegration of Maritime Shipping, Port and Logistics Activities. (No. 2009/1). OECD Publishing.
- Haralambides, H. E. (2002). Competition, excess capacity, and the pricing of port infrastructure. *International Journal of Maritime Economics*, 4(4), 323-347.
- Ishii, M., Lee, P. T. W., Tezuka, K. y Chang, Y. T. (2013). A game theoretical analysis of port competition. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 49(1), 92-106.
- Kaselimi, E. N., Notteboom, T. E. y De Borger, B. (2011). A game theoretical approach to competition between multi-user terminals: the impact of dedicated terminals. *Maritime Policy & Management*, 38(4), 395-414.

- Levine, M. E. (1969). Landing fees and the airport congestion problem. *Journal of Law and Economics*, 79-108.
- Luo, M., Liu, L. y Gao, F. (2012). Post-entry container port capacity expansion. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(1), 120-138.
- Matsushima, N. y Takauchi, K. (2014). Port privatization in an international oligopoly. *Transportation Research Part B: Methodological*, 67, 382-397.
- Midoro, R., Musso, R. y Parola, F. (2005) Maritime liner shipping and the stevedoring industry: market structure and competition strategies. *Maritime Policy & Management*, 32, 89-106.
- Minju, B. (2013) A game theory approach to analyzing container transshipment port competition. *Thesis*. National University of Singapore.
- Pallis, A. A., Vitsounis, T. K. y De Langen, P. W. (2010). Port economics, policy and management: Review of an emerging research field. *Transport Reviews*, 30(1), 115-161.
- Pérez-Navarro, J., Jimeno-Pastor, J.L. y Cerdá-Tena, E. (2004). *Teoría de Juegos*. Pearson Education, S.A. Madrid.
- Reynaerts, J. (2010). Simulating mergers between stevedores. *Maritime Economics & Logistics*, 12(1), 8-35.
- Rochet, J. C. y Chone, P.(1998). Ironing, sweeping and multidimensional screening. *Econometrica*, 66 (4), 783–826.
- Rodal, A. y N. Mulder (1993). Partnerships, Devolution and Power-sharing: Issues and Implications for Management. *Optimum, The Journal of Public Sector Management*, 24, 27-48.

- Ryoo, D. K. y Thanopoulou, H. A. (1999). Liner alliances in the globalization era: a strategic tool for Asian container carriers. *Maritime Policy & Management*, 26(4), 349-367.
- Saeed, N. y Larsen, O. I. (2010). An application of cooperative game among container terminals of one port. *European Journal of Operational Research*, 203(2), 393-403.
- Song, D. W. y Panayides, P. M. (2002). A conceptual application of cooperative game theory to liner shipping strategic alliances. *Maritime Policy & Management*, 29(3), 285-301.
- Soppé, M., Parola, F. y Frémont, A. (2009). Emerging inter-industry partnerships between shipping lines and stevedores: from rivalry to cooperation?. *Journal of Transport Geography*, 17(1), 10-20.
- Suykens, F. y Van de Voorde, E. (1998). A quarter a century of port management in Europe: objectives and tools. *Maritime Policy and Management*, 25(3), 251-261.
- Tongzon, J. y Heng, W. (2005). Port privatization, efficiency and competitiveness: Some empirical evidence from container ports (terminals). *Transportation Research Part A*, 39, 405-424.
- Van de Voorde, E. y Vanelslander, T. (2009). Market Power and Vertical and Horizontal Integration in the Maritime Shipping and Port Industry. (No. 2009/2). OECD Publishing.
- Van Reeve, P. (2010). The effect of competition on economic rents in seaports. *Journal of Transport Economics and Policy*, 44(1), 79-92.
- Wan, Y. y Zhang, A. (2013). Urban road congestion and seaport competition. *Journal of Transport Economics and Policy*, 47(1), 55-70.

- Wang, G. W. y Pallis, A. A. (2014). Incentive approaches to overcome moral hazard in port concession agreements. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 67, 162-174.
- Xiao, Y., Ng, A. K., Yang, H. y Fu, X. (2012). An analysis of the dynamics of ownership, capacity investments and pricing structure of ports. *Transport Reviews*, 32(5), 629-652.
- Yang, Z.(1995). Stackelberg equilibrium analysis of container cargo behavior. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 1, 249-261.
- Yang, Z.(1996). An application of Stackelberg problem to international container movement. Proceeding of the 1st JSPS-NUS Seminar on Integrated Engineering,.125-134.
- Yang, Z.(1998). Research on the strategy of developing container terminals. Doctoral thesis, Kobe University.
- Yang, Z.(1999). Analysis of container port policy by the reaction of an equilibrium shipping market. *International Journal of Maritime Policy and Management*, 26(4), 369-381.
- Yip, T. L., Liu, J. J., Fu, X., y Feng, J. (2014). Modeling the effects of competition on seaport terminal awarding. *Transport Policy*, 35, 341-349.
- Yu, M., y Shan, J. (2013, July) A Hotelling model approach to container port competition. In *Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2013 10th International Conference on*, 253-258. IEEE.
- Yuen, A., Basso, L.J. y Zhang, A. (2008). Effects of gateway congestion pricing on optimal road pricing and hinterland. *Journal of Transport Economics and Policy*, 42(3), 495-526.
- Zan, Y. (1999). Analysis of container port policy by the reaction of an equilibrium shipping market. *Maritime Policy & Management*, 26(4), 369-381.

- Zhang, A. (2008). The impact of hinterland access conditions on rivalry between ports. OECD Publishing (No. 2008/8).
- Zheng, S. y Negenborn, R.R. (2014). Centralization or decentralization: A comparative analysis of port regulation modes. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 69, 21-40.
- Zhuang, W., Luo, M. y Fu, X. (2013). Does Chinese Port Industry Need More Regulation?—A Game Theory Analysis of Port Specialization. In *International Forum on Shipping, Ports and Airports (IFSPA) 2013: Trade, Supply Chain Activities and Transport: Contemporary Logistics and Maritime Issues*.

Anexo 1: Resumen estudios que analizan los efectos de la propiedad en competencia

Estudio	Objetivo	Formas de propiedad	Metodología	Resultados
Czerny et al. 2014	Analizar la decisión de privatización de un puerto	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos totalmente públicos • Puertos totalmente privados 	<p>Juego de dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puertos deciden simultáneamente la forma de propiedad que maximiza el bienestar social 2. Puertos fijan tarifas portuarias compitiendo en precios 	<p>Puertos privados fijan tarifas más altas. Si el tamaño del mercado de trasbordo es lo suficientemente grande, que los dos puertos se privaticen será equilibrio de Nash.</p>
Matusushima y Takauchi 2014	Analizar la decisión de privatización de un puerto	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos totalmente públicos • Puertos totalmente privados 	<p>Juego de tres etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puertos deciden simultáneamente la forma de propiedad que maximiza el bienestar social 2. Puertos fijan tarifas portuarias 3. Empresas compiten como en un modelo de dumping recíproco 	<p>Decisiones estratégicas de privatización dependen de los costes de transporte. Todos los posibles equilibrios son simétricos. El gobierno del país más grande tiene incentivos a nacionalizar su puerto.</p>
Xiao et al. 2012	Analizar los efectos de la propiedad	<ul style="list-style-type: none"> • Puertos totalmente públicos • Puertos totalmente privados • Colaboración entre: <ul style="list-style-type: none"> ○ Propiedad pública (local o central) ○ Propiedad privada. 	<p>La función objetivo del puerto dependerá de la forma de propiedad, para cada forma de propiedad considerada:</p> <p>Puertos simultáneamente fijan las tarifas portuarias, el output y la capacidad</p>	<p>Mayor control privado implica menor inversión. Mayores efectos spillovers implican mayor inversión. La propiedad no afecta a la congestión cuando no hay competencia. Sin embargo, si los puertos están compitiendo y pertenecen al gobierno central, entonces en este caso se producirán los mayores niveles de congestión.</p>

Anexo 2. Resumen de los estudios que analizan las relaciones entre puerto y hinterland

Estudio	Objetivo	Estructura del modelo	Metodología	Resultados
Borger et al. 2008	Modelar las decisiones óptimas en lo que se refiere a la capacidad del puerto y la infraestructura del hinterland	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos congestionados compitiendo • Un hinterland común • Una carretera congestionada compartida con el tráfico de vehículos particulares 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los gobiernos deciden simultáneamente la capacidad de los puertos y del hinterland, maximizando el bienestar social. 2. Puertos fijan las tarifas portuarias compitiendo en precios 	<p>La inversión en la capacidad portuaria reduce las tarifas portuarias.</p> <p>La inversión en la accesibilidad del hinterland aumenta las tarifas portuarias del puerto localizado en esa región y reduce las de los puertos rivales.</p>
Zhang 2008	Investigar efectos de la accesibilidad del hinterland sobre la competencia portuaria enlazando competencia portuaria con movilidad urbana.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos compitiendo • Un hinterland común • Dos instalaciones congestionadas, una vía compartida con el tráfico de vehículos particulares y otra exclusiva para el tráfico portuario 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los gobiernos deciden simultáneamente la capacidad de la carretera y del corredor específico del tráfico portuario, maximizando el bienestar social. 2. Puertos fijan las tarifas portuarias compitiendo en precio y cantidad 	<p>La inversión en la capacidad del corredor específico aumenta las tarifas portuarias del puerto localizado en esa región y reduce las de los puertos rivales.</p> <p>La inversión en la capacidad de la carretera tiene un efecto indeterminado.</p>
Wan y Zhang 2013	Desarrollar un modelo para analizar la rivalidad entre cadenas alternativas de transporte intermodal.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos compitiendo • Un hinterland común • Una carretera congestionada compartida con el tráfico de vehículos particulares 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los gobiernos deciden simultáneamente la capacidad del hinterland y los peajes, maximizando el bienestar social. 2. Puertos fijan las tarifas portuarias compitiendo en cantidad 	<p>La inversión en la capacidad de la carretera, aumenta las tarifas portuarias, la demanda y los beneficios del puerto localizado en esa región, teniendo el efecto opuesto en el puerto rival.</p>
Basso et al. 2013	Investigar las decisiones estratégicas de inversión.	<ul style="list-style-type: none"> • Tres gobiernos independientes, tres regiones: dos con un puerto y un hinterland común. • Las regiones portuarias compiten por el tráfico de transbordo de la tercera. • Cualquier combinación de coaliciones entre los gobiernos es posible. 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los gobiernos deciden simultáneamente la capacidad de los sistemas de transporte de sus regiones bajo diferentes formas de coalición. 2. Puertos fijan las tarifas portuarias compitiendo en precios <p>(Las demandas portuarias se construyen a partir del modelo de Hotelling)</p>	<p>La coalición entre las regiones portuarias implica menos inversión en estas regiones que en el caso de que la coalición no se produzca.</p> <p>La coalición entre una región portuaria y la tercera región implica un mayor nivel de inversión que la coalición entre las regiones portuarias.</p> <p>La coalición entre las tres regiones implica una mayor inversión en las regiones portuarias y menor inversión en la tercera región que en el caso de que la coalición no se produzca.</p>

Anexo 3. Resumen de los estudios que analizan las relaciones verticales

Estudio	Objetivo	Relación y jugadores	Metodología	Resultados
Van Reeve et al. 2010	Analizar el efecto de la competencia intra-portuaria en las rentas económicas de los puertos	<ul style="list-style-type: none"> • Puerto integrado vs puerto <i>landlord</i> • Dos puertos compitiendo • N operadores de terminales privados en cada puerto • Competencia intra-portuaria 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las autoridades portuarias eligen si los puertos deben ser puertos integrados o puertos <i>landlord</i> 2. Las autoridades y los operadores privados fijan simultáneamente las tarifas portuarias y los precios privados compitiendo en cantidad. 	<p>Ser un puerto <i>landlord</i> es equilibrio de Nash.</p> <p>Si el número de operadores privados en cada puerto tiende a infinito, entonces los beneficios de las autoridades portuarias son los mismos en ambos casos: <i>landlord</i> e integrado.</p>
Kaselimi et al. 2011	Investigar los efectos de la dedicación de una terminal ya existente sobre la competencia inter e intra-portuaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Relación vertical • Dos puertos compitiendo • N y K operadores de terminales en cada puerto • Competencia intra-portuaria. 	<p>Juego cantidad-precio en una etapa: Las Autoridades y los operadores privados fijan simultáneamente las tarifas portuarias y los precios privados compitiendo en cantidad.</p>	<p>Las terminales multiusuario no se ven afectadas negativamente por la dedicación de una terminal. Los usuarios de las terminales multiusuario siempre pierden: los precios y la congestión aumentan.</p>
Yu y Shan 2013	Analizar la competencia inter-portuaria y las relaciones verticales entre la autoridad portuaria y los operadores de terminales	<ul style="list-style-type: none"> • Relación vertical • Dos puertos compitiendo • Un operador de terminales en cada puerto • Diferentes formas de competencia entre terminales 	<p>Juego de tres etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las autoridades portuarias fijan las tarifas portuarias. 2. Los operadores de terminales determinan la calidad del servicio de forma centralizada o individualmente. 3. Los operadores de terminales fijan sus precios individualmente. 	<p>Los beneficios de las autoridades portuarias se reducen cuando los operadores de terminales deciden de forma centralizada.</p> <p>Un terminal con una desventaja en la calidad del servicio preferirá operar de forma centralizada.</p>
Wang and Pallis 2014	Proporcionar una base de teoría de juegos para los contratos de concesión entre las autoridades portuarias y los operadores privados.	<ul style="list-style-type: none"> • Relación vertical (contratos de concesión) • Una autoridad portuaria • Un operador privado 	<p>Comparan los flujos de beneficios resultantes de romper el acuerdo de concesión en un plazo determinado con los beneficios obtenidos en el caso de cumplirlo en su totalidad.</p>	<p>Si la demanda es inelástica, los operadores de terminales ponen menos esfuerzo en mejorar su rendimiento.</p> <p>Una concesión por una tasa fija es menos eficaz que una con tasa en función del rendimiento, lo que podría presentar una solución al problema de riesgo moral</p>
Yip et al. 2014	Analizar los efectos de la competencia en los acuerdos de concesión para terminales portuarias.	<ul style="list-style-type: none"> • Relación vertical (contratos de concesión) • Dos puertos • Dos operadores privados 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ambos puertos deciden a qué operador privado se otorga cada una de sus terminales. 2. Los operadores privados fijan sus precios compitiendo en cantidad. 	<p>Los operadores de terminales prefieren monopolizar todas las terminales.</p> <p>Los puertos prefieren introducir competencia intra e inter-portuaria cuando la proporción de los ingresos de las terminales que obtienen es lo suficientemente grande.</p>

Anexo 3 (cont.). Resumen de los estudios que analizan las relaciones verticales

Estudio	Objetivo	Relación y jugadores	Metodología	Resultados
Saeed y Larsen 2010	Analizar los efectos de los contratos de concesión sobre la competencia	<ul style="list-style-type: none"> • Relación vertical (contratos de concesión) • Tres puertos en Pakistán. • Cinco terminales portuarias (tres ubicadas en el puerto de Karachi con diferentes condiciones de concesión) 	Juego de una sola etapa: las terminales compiten a la Bertrand en diferentes escenarios de acuerdos de concesión.	Con las tasas no discriminatorias, las ganancias globales de las terminales ubicadas en Karachi son menores que con tasas discriminatorias. Los usuarios están mejor con tasas porcentuales no discriminatorias.
Zheng y Negenborn 2014	Comparar la centralización vs la descentralización portuaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Relación vertical • Modo Centralización: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gobierno central ○ Operador portuario privado • Modo Descentralización: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gobierno local ○ Operador portuario privado 	<p>Centralización: metodología principal-agente.</p> <p>Descentralización:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Gobierno local fija las capacidades. 2. Gobierno local y operador privado fijan los precios y los niveles de eficiencia. 	La centralización implica precios más altos y menor eficiencia, demanda y bienestar social.

Anexo 4. Resumen de los estudios que analizan los procesos de integración horizontal

Estudio	Objetivo	Estructura del modelo	Metodología	Resultados
Saeed y Larsen 2010	Analizar las diferentes posibles coaliciones entre terminales ubicadas en el puerto de Karachi	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos compitiendo, con tres operadores de terminales en uno y sólo uno en el otro. • Unirse a una coalición significa que las terminales fijan los precios maximizando el beneficio conjunto de la coalición. 	Juego en dos etapas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Las terminales de puerto de Karachi deciden si unirse a la coalición. 2. Los signatarios y las terminales que actúan de forma individual compiten en precios de forma no cooperativa 	Sólo la gran coalición (entre las tres terminales del puerto de Karachi) es estable, obteniendo mejores rentabilidades que en cualquier otra coalición o actuando de forma individual.

Anexo 5: Resumen de los estudios que analizan las decisiones sobre inversión en capacidad

Estudio	Objetivo	Estructura del modelo	Metodología	Resultados
Luo et al. 2012	Evaluar si las tarifas y la inversión podrían funcionar como barreras de entrada.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos heterogéneos compitiendo (ex-monopolista contra nuevo puerto) • La inversión es la misma para ambos puertos y de conocimiento común 	<p>Juego en dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Puertos deciden si ampliar su capacidad. 2. Puertos fijan las tarifas compitiendo en precios. 	Las tarifas portuarias y la inversión preventivas no son eficaces cuando el nuevo puerto tiene una ventaja competitiva.
Anderson et al. 2008	Evaluar la expansión de capacidad como estrategia para defender o capturar cuota de mercado en los puertos de Busan y Shanghái.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos compitiendo • Escenarios de inversión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Para reducir los tiempos de respuesta ○ En grúas de pórtico adicionales ○ En las terminales portuarias 	<p>Juego de una sola etapa:</p> <p>A partir de la curva de demanda estimada y los gastos portuarios observados, los autores simulan diferentes tipos de inversión en capacidad portuaria y su efecto sobre los beneficios, teniendo en cuenta la estrategia del competidor.</p>	<p>No es rentable para Busan defender todos los tráficos de transbordo que ha perdido a favor de Shanghái.</p> <p>Busan debería centrar sus esfuerzos en aquellos tráficos en los que tiene mayor ventaja competitiva.</p>
Ishii et al. 2013	Desarrollar un modelo para analizar la fijación de las tarifas portuarias en cada momento de inversión portuaria en capacidad en condiciones de competencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos compitiendo. • Un tiempo fijo de inversión dividido en periodos heterogéneos. • Al comienzo de cada periodo, las tarifas portuarias se fijan de forma simultánea, y la inversión se lleva a cabo. • El puerto líder invierte en los periodos impares, el seguidor en los pares. 	<p>Juego de una sola etapa:</p> <p>Las tarifas portuarias se fijan de forma simultánea al inicio de cada periodo, obteniéndose las funciones de mejor respuesta y las tarifas portuarias equilibrio de Nash.</p>	<p>Si la suma promedio de excedente de los consumidores con la máxima disposición a pagar es positiva, menor elasticidad de la demanda y / o mayor capacidad en ambos puertos; las tarifas portuarias serán más bajas.</p> <p>A periodos más largos entre las inversiones en capacidad, tarifas portuarias más altas.</p>

Anexo 6. Resumen de los estudios que analizan la especialización

Estudio	Objetivo	Estructura del modelo	Metodología	Resultados
Zhuang et al. 2013	Analizar los factores y condiciones del mercado detrás de las decisiones de especialización.	<ul style="list-style-type: none"> • Dos puertos compitiendo • Dos tipos de mercancía en la industria portuaria. • Dos escenarios de competencia: <ul style="list-style-type: none"> ○ Stackelberg ○ Cournot 	<p>Juego de una sola etapa: En cada escenario, los puertos eligen las cantidades que maximizan sus beneficios.</p>	<p>Mover primero siempre es preferible. La especialización depende de la demanda relativa de cada tipo de mercancía. Casos en los que la especialización es posible: especialización natural, especialización del primero en mover y especialización debido a un exceso de capacidad.</p>

Capítulo 3:

COMPETENCIA ESPACIAL EN CAPACIDADES EN LOS SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

1. Introducción

Una estrategia fundamental para los gobiernos es la elección de la capacidad portuaria, vital para el sistema económico. Como muestra, el tráfico de mercancías de los puertos de interés general españoles representa el 53% de la mercancía intercambiada con los países de la Unión Europea y el 96% de las exportaciones e importaciones con terceros países, aportando el sector portuario un 1,1% del PIB nacional (Puertos del Estado, 2016). Asimismo, la expansión de la capacidad portuaria puede generar los siguientes efectos positivos: la reducción de los costes marginales cuando se opera en la región de economías de escala; la reducción de la congestión y por lo tanto de la probabilidad de que los buques sufran retrasos, mejorándose la imagen del puerto; efectos *spillover* sobre la economía del hinterland...

Sin embargo, la infraestructura portuaria presenta una serie de características que hacen necesaria la evaluación económica de los proyectos relacionados con la expansión

de su capacidad. Esta evaluación tiene como objetivo cuantificar la contribución del proyecto al bienestar social, o dicho de otro modo, determinar si la sociedad estará mejor antes o después de la realización del proyecto. Entre las características mencionadas podemos destacar las siguientes: la construcción de nueva infraestructura requiere la movilización de una gran cantidad de recursos financieros, en su mayoría públicos; la existencia de importantes indivisibilidades asociadas a este tipo de infraestructura que no permiten ampliar la capacidad de forma continua e inmediata para adaptarse a cambios en la demanda; la presencia de elevados costes hundidos; y por último, el plazo de recuperación del capital invertido en estos proyectos normalmente es muy largo. Por lo tanto, una mala planificación de la capacidad portuaria puede implicar un elevado coste de oportunidad tanto económico como social, lo que exige que se examine si lo que obtiene la sociedad con el proyecto excede lo que podría haber obtenido en otra aplicación (De Rus et al. 2010).

Existen diferentes enfoques y métodos para la evaluación de los proyectos de inversión en infraestructura, siendo el Análisis Coste Beneficio una de las metodologías más utilizadas. Este análisis es un ejercicio contable que compara el beneficio social esperado de un proyecto con el coste de oportunidad de realizar dicha inversión. Para ello es necesario medir los flujos de beneficios y costes que el proyecto de infraestructura generará a lo largo de su vida útil. El resultado de esta evaluación depende de la precisión con la que seamos capaces de medir estas corrientes de beneficios y gastos, que a su vez depende de una correcta predicción de la demanda.

Por lo tanto, la estimación del efecto de una inversión en infraestructura sobre la demanda es fundamental para llevar a cabo este tipo de evaluación de proyectos. Asimismo, a la hora de determinar dicho efecto es necesario distinguir entre la demanda generada por el proyecto de inversión y la demanda desviada desde otras infraestructuras.

A pesar de la existencia de diversos manuales y guías de referencias sobre la evaluación de proyectos realizados por distintas instituciones tanto nacionales como internacionales (BEI, 2007; De Rus et al., 2006 y 2010; Comisión Europea, 2008), no es común encontrar recomendaciones sobre los problemas de predicción de demanda (De Rus et al., 2010). En este trabajo proponemos una nueva metodología para aproximar la generación y desviación de tráfico producidos por una nueva infraestructura de transporte teniendo en cuenta la posible competencia en capacidad entre distintas infraestructuras. La competencia en capacidad afecta a la desviación de tráfico entre infraestructuras, sin embargo no es habitual que se tenga en cuenta en este tipo de análisis. Específicamente el modelo se ha diseñado para evaluar los efectos de la expansión en capacidad de las autoridades españolas, pero puede ser adaptado a otros sectores y/o regiones.

El objetivo de este trabajo es: por un lado, determinar si las autoridades portuarias españolas utilizan la capacidad para competir entre ellas, y si es así, cuantificar dicha competencia durante el periodo 1992-2011; y por otro lado, determinar el efecto de las inversiones en capacidad portuaria sobre la demanda.

Para ello, se ha construido un modelo utilizando herramientas procedentes de la teoría de juegos y de la nueva organización industrial empírica (NEIO, en inglés). A partir de este modelo somos capaces de: contrastar y medir el grado de competencia en capacidad, medida a partir de las reacciones de las autoridades portuarias a las expansiones en capacidad de las autoridades con las que compiten; estimar la generación y desviación de tráfico causadas por la expansión de la capacidad portuaria; y simular un escenario de

hipotéticos acuerdos de cooperación entre diferentes autoridades mediante un análisis contrafactual⁹.

El presente ensayo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 describe el sistema portuario español poniendo especial atención en la competencia inter-portuaria y las inversiones en el sector. La sección 3 ofrece una breve revisión de aquellos estudios que incluyen la capacidad portuaria en su análisis. En la sección 4, se presenta el modelo teórico, mientras que en la sección 5 se muestra la especificación empírica. En la sección 6, se describen los datos utilizados. En la sección 7 se presenta una discusión de los resultados de la estimación. Finalmente, en la sección 8 se establecen las principales conclusiones e implicaciones de política económica a partir de los resultados obtenidos.

2. El sistema portuario español

Los programas de *devolución portuaria* llevados a cabo por los gobiernos de todo el mundo durante los años 90, el crecimiento del transporte marítimo de mercancía y pasajeros así como la entrada en vigor del Mercado Único Europeo en 1993 revelaron la necesidad de proveer al sistema portuario español de un nuevo marco regulatorio que le permitiera alcanzar una mayor agilidad y flexibilidad para adaptarse a los cambios y retos que estaban por venir. A partir de esta necesidad, surge la Ley 27/1992 con el objetivo de

⁹El análisis contrafactual nos permite simular los efectos de la expansión de la capacidad de la infraestructura portuaria en un escenario hipotético distinto al que se da en la realidad.

dotar a los puertos españoles de los instrumentos necesarios para hacer frente a estos nuevos retos.

Siguiendo las recomendaciones del Parlamento Europeo sobre la autonomía en la gestión portuaria, la competencia entre puertos y la cobertura de costes a través de las transferencias de los usuarios (Resolución en política portuaria, Noviembre 1988), el gobierno español crea las autoridades portuarias. Además comienza un proceso de liberalización de los servicios portuarios marcado por la introducción de participación privada en los mismos y el establecimiento de una nueva estructura tarifaria.

Las autoridades portuarias son entidades públicas con personalidad jurídica y patrimonio propio, independiente del Estado, con autonomía de gestión que desarrollan su actividad de acuerdo a las reglas y procedimientos empresariales, salvo para el ejercicio de las funciones de poder público que la Ley les encomienda. A su vez se crea el ente público Puertos del Estado con responsabilidad global sobre el conjunto del sistema portuario y encargado de la supervisión, control y coordinación de las autoridades portuarias.

Asimismo, con esta ley se pretende dotar a los puertos de interés general de una mayor flexibilidad en la fijación de las tarifas que cargan por los servicios portuarios, concebidos por esta Ley como precios privados. Sin embargo, esta flexibilidad no es completa ya que corresponde al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (en la actualidad Ministerio de Fomento) establecer, a propuesta de Puertos del Estado, los límites máximos y mínimos para dichos precios. La fijación de estos límites tiene un doble objetivo: por un lado, conseguir la autofinanciación del sistema en su conjunto reduciendo la necesidad de acudir a transferencias y subvenciones; y por otro, evitar prácticas abusivas sobre los tráficos cautivos.

Posteriormente, con la ley 62/1997 se profundiza en la autonomía funcional y de gestión de las autoridades, estableciéndose una serie de medidas para aumentar la intensidad de la participación de las Comunidades Autónomas (CCAA) en la estructura de las autoridades, pudiendo integrar de manera más efectiva los intereses económicos y territoriales de las CCAA afectadas, las cuales conciben los puertos como instrumentos de desarrollo regional. Además con esta ley se incide en la necesidad de seguir fomentado la participación privada y la autofinanciación específica de las autoridades portuarias y no únicamente del sistema en general.

Tras una década desde la aprobación de la ley del 92, nuevos acontecimientos y nuevas realidades económicas justifican una renovación legislativa. De esta necesidad nace la ley 48/2003. Esta década se caracteriza por un crecimiento importante en la demanda acompañada de un incremento en la competencia portuaria, tanto a nivel nacional como internacional. Se intensifica tanto la competencia inter-portuaria como la competencia intra-portuaria entre los distintos prestadores de servicios dentro un mismo puerto. En este entorno, la nueva Ley se fija como objetivos principales: potenciar la posición competitiva de los puertos españoles garantizando los principios de libre competencia; la fijación de criterios de rentabilidad y eficiencia en la explotación el dominio público portuario; promocionar la participación de la iniciativa privada en la financiación, construcción y explotación de las instalaciones portuarias así como en la prestación de los servicios portuarios; potenciar la calidad y eficacia de la prestación de los servicios portuarios para reducir así el coste generalizado del paso de las mercancías por los puertos. Además esta Ley va un paso más allá en el objetivo de autosuficiencia y de cobertura de costes por transferencia de los mismos a los usuarios. Con esta Ley se busca cubrir con los ingresos obtenidos los costes de explotación, los costes externos y los costes de las nuevas inversiones.

Para cumplir estos objetivos, la Ley pretende dotar al sistema de una mayor flexibilidad en la fijación de la cuantía de las prestaciones cobradas por la utilización de los dominios del puerto y por la prestación de los servicios portuarios, permitiendo un margen de maniobra suficiente a las autoridades portuarias para que, en función de criterios técnicos y de mercado, fijen la cuantía final de cada una de las tasas.

Finalmente, la Ley 33/2010 modifica la anterior reforma legislativa. Esta ley, de nuevo, intenta dotar al modelo tarifario del sistema portuario español de una flexibilidad, la cual hasta la fecha parecía no haberse alcanzado, de forma que cada autoridad sea capaz de adaptarse a su realidad económica y poder cumplir así su objetivo de rentabilidad mínima. Para ello cada autoridad portuaria podrá proponer tres coeficientes correctores que se aplicarán respectivamente a las tasas del buque, del pasaje y de la mercancía. Estos coeficientes correctores están sujetos a los límites que marca la ley.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados para flexibilizar la estructura tarifaria del sistema y así facilitar a las autoridades portuarias la consecución de sus objetivos de rentabilidad, en la práctica, no existen grandes diferencias entre los precios fijados por las distintas autoridades portuarias. Si además añadimos que el peso de estas tarifas sobre el coste total de transportar mercancía es relativamente pequeño (Martínez-Budría, 1996), los precios parecen no ser la estrategia más efectiva para atraer nuevos flujos de tráfico a un determinado puerto. Esto ha llevado a las autoridades portuarias españolas a buscar otras estrategias para competir y atraer mayores volúmenes de tráfico, siendo el crecimiento de su capacidad, a través de inversiones, la estrategia tradicionalmente más utilizada (Haralambides, 2002).

En esta línea, las autoridades portuarias han llevado a cabo importantes inversiones en las dos últimas décadas. Estas inversiones han dotado al sistema portuario español de una importante oferta en cuanto a instalaciones, muelles y superficies de depósito orientadas

a las carga/descarga de mercancías. En muchos casos el crecimiento de las dotaciones fueron mayores que la evolución de los movimientos de carga (González-Laxe, 2012), lo que ha llevado a la existencia de sobrecapacidad en el sistema (Baños-Pino et al. 1999). A partir del año 2010 estas inversiones se reducen drásticamente debido básicamente a la crisis económica-financiera que paraliza prácticamente todo proyecto de inversión pública. Así que llegados a este punto es inevitable preguntarse cuál ha sido el efecto de estas inversiones sobre el tráfico de mercancías. Según Verhoeff (1981), la respuesta del tráfico a los incrementos de las inversiones es incierta.

2.1. La competencia inter-portuaria en el sistema portuario español

La literatura sobre la competencia inter-portuaria para el caso español es escasa. Está compuesta principalmente por los siguientes trabajos: por un lado García-Alonso y Sánchez-Soriano (2009), los cuales analizan el proceso de selección de puerto en España con el fin de identificar sus determinantes; y García-Alonso y Sánchez-Soriano (2007) y Villaverde y Maza (2015) quienes tratan de delimitar la zona de influencia de los puertos y fachadas marítimas, respectivamente, e identificar las variables que hay detrás de dicha delimitación.

García-Alonso y Sánchez-Soriano (2007) comparan la evolución de la inversión en infraestructura con la evolución de la selección del puerto por provincia. A partir del análisis del origen y destino de los flujos de carga entre España y el resto del mundo, es delimitado el hinterland del puerto. Estos autores encuentran que el área de influencia de cada puerto está formado por el entorno geográfico de la provincia en la que se encuentra dicho puerto y Madrid, que forma parte del hinterland de todos los puertos. Así, concluyen

que las provincias tienden a vincularse al puerto más cercano y que, además, esta tendencia no ha cambiado a lo largo del tiempo.

García-Alonso y Sánchez-Soriano (2009) tratan de determinar el grado de importancia de la distancia en la competencia entre puertos a través de la selección revelada del puerto. Para ello analizan la distribución del tráfico entre puertos utilizando el enfoque propuesto por Chasco y Vicéns (1998), donde la distancia es la variable principal. Este enfoque se basa en una perspectiva desde el hinterland, es decir, estudia la selección del puerto de las provincias donde se genera el tráfico utilizando un modelo logit multinomial condicionado. Mediante la aplicación de este enfoque a los principales puertos de contenedores peninsulares comprueban que la distancia juega un papel muy importante en el proceso de selección de puerto.

Por último, Villaverde y Maza (2015) delimitan el hinterland de las fachadas a partir de los datos sobre los flujos de mercancías entre España y el resto del mundo, tal y como hacen García-Alonso y Sánchez-Soriano (2007), obteniendo resultados similares. Villaverde y Maza (2015) demuestran que las fachadas marítimas españolas tienen un hinterland cautivo, siendo Madrid la provincia que pertenece a todos. Además, estos autores tratan de determinar los factores que influyen en la delimitación del hinterland a través de un análisis econométrico (paramétrico y no paramétrico). A partir de este análisis se muestra que el determinante principal de la zona de influencia es la distancia, seguida por el atractivo del puerto, siendo la relación entre la distancia y el tráfico portuario una relación no lineal, ya que a partir de cierta distancia la relación entre estas variables es nula.

A partir de los resultados estos estudios obtenemos las siguientes conclusiones. En primer lugar, el principal determinante en la selección de un puerto en España es la distancia y otras estrategias competitivas se deben evaluar sujetas a la localización del

puerto. En segundo lugar, dado que la distancia es el principal determinante de la selección portuaria, podemos suponer que la competencia se produce principalmente entre los puertos que están más cercanos, por ejemplo, entre aquellos que pertenecen a la misma fachada marítima y por tanto comparten el mismo hinterland. Finalmente, si como señalamos anteriormente, los precios no parecen ser una estrategia efectiva para competir y dado que el atractivo del puerto afecta a la distribución del tráfico, existen incentivos para que las autoridades portuarias hayan utilizado la inversión en capacidad como estrategia competitiva con el objetivo atraer un mayor volumen de tráfico de mercancía.

2.2. Las inversiones en el sector portuario español

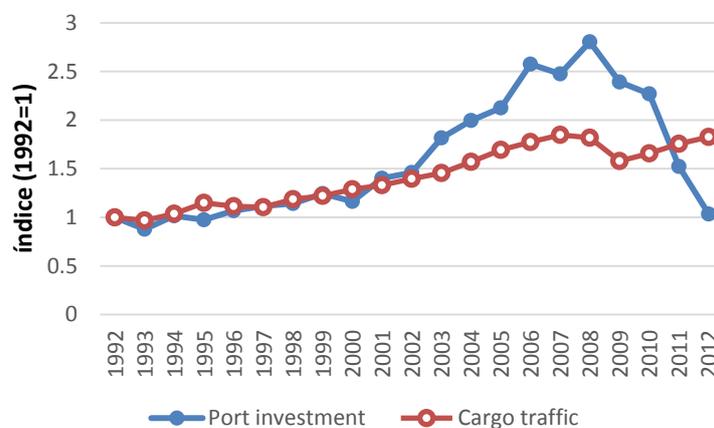
El sistema portuario español se ha caracterizado por llevar a cabo importantes esfuerzos de inversión, principalmente desde principios de los años 90 hasta el comienzo de la crisis financiera mundial en 2008, un ejemplo de ello es que la inversión total alcanzada en 2008 casi triplica los niveles de 1992, como podemos ver en la gráfico 3. La implementación del modelo *landlord* que otorgó a las autoridades portuarias más autonomía para planificar sus inversiones (García-Alonso et al., 2007), el aumento de la competencia intra e inter-portuaria, el crecimiento de los tráficos así como el tamaño de los buques o la coincidencia con un periodo de auge económico son algunos de los factores que pueden explicar esta evolución. Tras el estallido de la crisis en 2008, las inversiones se han reducido drásticamente a niveles similares a los de principios de los 90, lo que podría ser explicado principalmente por la caída del gasto público.

Por otro lado, la evolución de la inversión portuaria y el tráfico de mercancía no siempre han seguido la misma tendencia, tal y como muestra la gráfico 3. Mediante el uso de números índices, podemos ver que en los primeros años de la muestra, la tendencia

de crecimiento de la inversión portuaria y el tráfico de mercancía fueron similares. A partir de 2002 y hasta 2008, el gasto en inversión se dispara, creciendo más rápido que el tráfico, lo que lleva al sistema portuario a sufrir un exceso de capacidad y, por tanto, la consiguiente pérdida de eficiencia. Finalmente, en los últimos años, tal y como mencionamos anteriormente, se reduce la inversión portuaria, mientras que aumenta el tráfico tras caer en el año 2009. Por lo tanto, hay una ruptura en la evolución de ambas magnitudes en 2002 que continua hasta el final de la muestra.

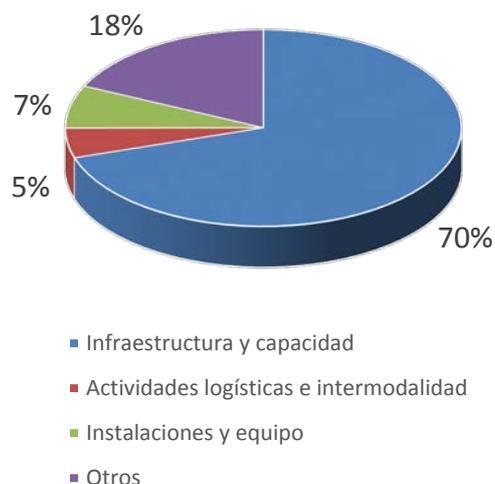
Con respecto a la distribución de las inversiones portuarias, podemos ver en la gráfico 4 que en promedio el 70% de los fondos de inversión económica se han dedicado a expandir la capacidad y mejorar las infraestructuras. En el período de mayor esfuerzo inversor que fue de 2002 a 2008, 4.131 millones de euros fueron asignados a la expansión de la capacidad de los puertos españoles, lo que condujo al sistema portuario español a duplicar su área de almacenamiento, de 17 millones de metros cuadrados en 2002 a superar los 32 millones en 2008. Por lo tanto, en este punto, parece importante saber cuáles han sido los efectos de estos esfuerzos sobre la demanda de las autoridades portuarias españolas.

Gráfico 3: Evolución de la inversión portuaria vs evolución del tráfico de mercancías



Fuente: Elaboración propia a partir de la información estadística de Puertos del Estado

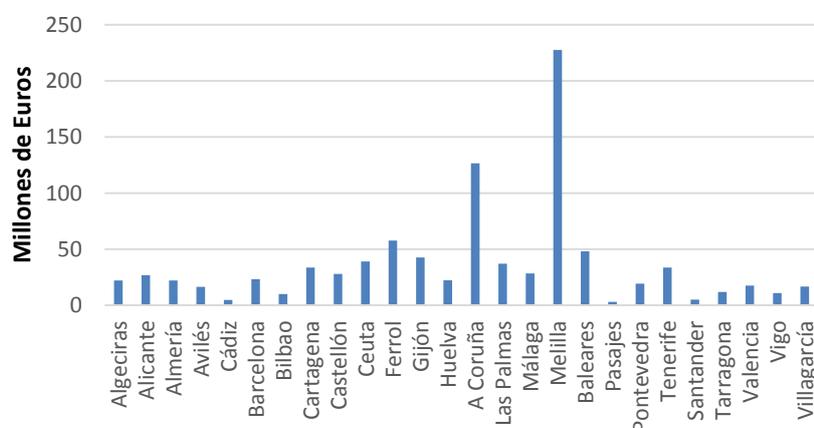
Gráfico 4: Distribución de la inversión portuaria (1992-2012)



Fuente: Elaboración propia a partir de la información estadística de Puertos del Estado

Finalmente, el gráfico 5 muestra el gasto total en expansión de la capacidad por autoridad portuaria para el período 2000-2012. Se pueden observar importantes diferencias entre autoridades: Algeciras, Barcelona y Valencia (los puertos más grandes) junto con Gijón, A Coruña y Las Palmas presentan los mayores niveles de inversión de capacidad. Por su parte, los puertos localizados en islas (Tenerife y Baleares) junto con puertos de tamaño medio, como Bilbao y Tarragona presenta niveles de inversión en capacidad cerca de 200 millones durante este período. Finalmente, es necesario señalar que Cádiz, un puerto relativamente importante en términos de tamaño y tráfico, exhibe uno de los niveles más bajos de gasto en capacidad. De hecho, sólo Pasajes presenta menores niveles de inversión por metro cuadrado de superficie de Cádiz. En esta línea, en el capítulo 1 de esta tesis podemos ver que Cádiz es la única autoridad portuaria española que no padece problemas de exceso de capacidad.

Gráfico 5: Inversión en capacidad por autoridad total en el periodo analizado (1992-2012)



Fuente: Elaboración propia a partir de la información estadística de Puertos del Estado

3. Interdependencia estratégica en las decisiones sobre capacidad portuaria

La teoría de juegos es una herramienta muy útil para analizar la interdependencia estratégica de las decisiones de los agentes portuarios a partir de modelos de economía industrial. Estos enfoques han sido ampliamente utilizados para determinar tanto los niveles óptimos de capacidad portuaria como los factores que están detrás de estas decisiones. Pero, hasta la fecha, son pocos los estudios que analizan explícitamente la interdependencia en la expansión de la capacidad portuaria.

Autores como De Borger et al. (2008), Xiao et al. (2010) y Tan et al. (2013) han desarrollado modelos que determinan teóricamente el nivel óptimo de la capacidad portuaria. Los primeros basan su modelo en un juego de la competencia en dos etapas: en la primera etapa los gobiernos deciden los niveles de capacidad de la infraestructura

portuaria así como del hinterland con el objetivo de maximizar el bienestar de sus respectivas regiones. En la segunda etapa, los gestores portuarios fijan los precios de los servicios portuarios que maximizan los beneficios del puerto.

Por otro lado, Xiao et al. (2012) analizan los niveles óptimos de capacidad y tarifas portuarias en función de la titularidad del puerto a través de un modelo integrado de una sola etapa, tanto en competencia como en una situación de monopolio.

Finalmente, Tan et al. (2013) analizan las decisiones sobre precios, capacidad y localización en el caso de un puerto fluvial interior, que tiene que competir con el transporte por carretera y cuyos clientes están espacialmente distribuidos a lo largo del río. En este modelo además se tiene en cuenta la congestión y la heterogeneidad en las condiciones de la vía acuática.

Sin embargo, en ninguno de estos modelos las decisiones sobre capacidad se ven influidas por las decisiones de capacidad de sus competidores, sino de factores tales como la propiedad, los precios, la localización de los clientes...

Hasta nuestro conocimiento, únicamente los trabajos de Luo et al. (2012) y Anderson et al. (2008) tienen en cuenta la interdependencia estratégica en las decisiones sobre expansión de capacidad. Los modelos de estos autores explican el proceso de inversión en capacidad de dos puertos en el este de Asia, evaluando si estos puertos deben invertir en capacidad o no, teniendo en cuenta las decisiones de inversión de su competidor en diferentes escenarios. En ambos modelos el nivel de inversión para expandir la capacidad de los puertos se determina exógenamente y es la misma para los dos puertos, siendo ésta de conocimiento común. Los puertos invertirán en expandir su capacidad sólo si la ganancia de la expansión, que depende de la estrategia de la competencia, es mayor que su coste anualizado. De esta forma, dado un determinado nivel de inversión, igual para

ambos puertos, estos modelos evalúan cuando un puerto deberá invertir o no en función de la estrategia de inversión de su rival. El hecho de determinar los niveles de inversión o expansión de la capacidad de forma exógena hace que la interdependencia en las decisiones sobre capacidad portuaria únicamente se pueda evaluar de forma discreta. Por lo tanto, estos modelos no permiten derivar funcionalmente la mejor respuesta a las estrategias de capacidad de los rivales ni cuantificar la interdependencia estratégica existente entre estas decisiones.

En la literatura relacionada con la Nueva Organización Industrial Empírica (NEIO, en inglés) se proponen modelos para cuantificar dicha interdependencia a partir de parámetros conjeturales. Aunque esta metodología no nos permite derivar una forma funcional para la interdependencia en las estrategias de capacidad, nos permite obtener una medida de la misma cuando se aplica el modelo a los datos.

Esta metodología ha sido previamente aplicada en la industria bancaria para cuantificar tanto la competencia en precios como en capacidad (medida a partir del número de oficinas). En el caso de la competencia en oficinas, los bancos consideran explícitamente tanto su propia red como sus expectativas sobre las redes de sucursales de sus rivales cuando toman decisiones sobre la apertura de nuevas oficinas. Así, en estos modelos, cuando los bancos deciden expandir su red de oficinas tienen en cuenta la futura reacción de sus rivales, así como los efectos de tales respuestas sobre su demanda o tasa mercado (Kim y Vale, 2001).

En esta línea de investigación, Kim y Vale (2001) analizan la interdependencia estratégica de las decisiones sobre el número de sucursales de una entidad bancaria en el mercado de préstamos. Además, su artículo evalúa la existencia y los efectos de las externalidades de información sobre la conducta; es decir, sobre las reacciones de los rivales, así como los impactos de cambios estructurales en estas reacciones. El modelo se

aplica a un panel de datos a nivel de banco para entidades financieras noruegas. En su modelo, los bancos establecen su variable de control, oficinas, con el fin de maximizar el flujo descontado de beneficios sujeto a que la función de demanda de estos bancos depende del número de sucursales (tanto propias como de sus rivales) así como de los tipos de interés de los préstamos (propios y de sus rivales) y de una serie de variables macroeconómicas exógenas. Para establecer el número de sucursales en un período determinado, los bancos utilizan toda la información disponible en ese momento; en este caso, el número de sucursales de sus competidores. A partir de este problema de maximización, obtienen un sistema de ecuaciones no lineales formado por la función de demanda y la ecuación de la condición de primer orden, en la que aparece el parámetro conjetural. Este parámetro conjetural captura las conjeturas de una entidad sobre las reacciones de sus bancos rivales en el siguiente período. De la misma manera, Pinho (2000) y Valverde y Guevara (2009) analizan tanto la competencia en precios como en otras variables, obteniendo un parámetro conjetural específico para cada variable competitiva. En el primer trabajo se aplica el modelo al mercado de depósitos portugués mientras que en el segundo se analizan conjuntamente los mercados de depósitos y préstamos. Por otra parte, Pinho (2000) y Kim y Vale (2001) especifican que la respuesta de los rivales se produce en el ámbito nacional, mientras que Valverde y Guevara (2009) utilizan dos especificaciones diferentes para dos escenarios diferentes: uno en el que la competencia se produce a nivel nacional y otro en que se da a nivel regional.

4. Modelo teórico

En este trabajo proponemos un modelo dinámico de dos etapas. En la primera etapa las autoridades portuarias españolas tratan de maximizar sus flujos de demanda de mercancías, presentes y futuros, eligiendo su capacidad para un determinado periodo. Mientras que en la segunda etapa, los transportistas deciden la cantidad de mercancía que moverán a través de cada autoridad con el objetivo de minimizar su coste generalizado en el puerto, una vez que han observado los precios y capacidades. La figura 5 muestra la estructura de nuestro modelo. El juego se resuelve por inducción hacia atrás.

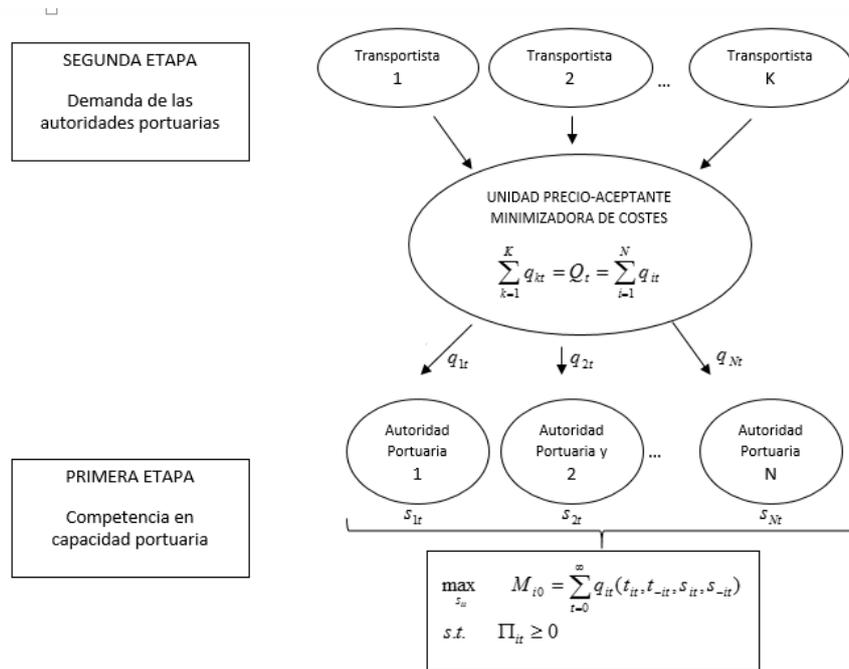
4.1. Segunda etapa: Demanda para servicios de infraestructura portuaria diferenciados

En esta etapa del juego, seguimos el enfoque propuesto por Pinkse et al. (2002) para obtener la demanda de mercancías de las autoridades.

Formalmente, suponemos que hay n autoridades portuarias que ofrecen servicios portuarios horizontalmente diferenciados¹⁰. Estas autoridades portuarias y sus respectivos servicios portuarios son indexados por $h = 1, \dots, n$. Estos servicios portuarios, medidos como la cantidad de mercancía movida, $q = (q_1, \dots, q_n)$ se ofrecen a las tarifas portuarias $t = (t_1, \dots, t_n)^T$. Por último, cada servicio portuario está asociado con una característica s_h , que representa la capacidad portuaria de cada autoridad.

¹⁰ Dos productos están horizontalmente diferenciados si, cuando comparten una serie de características que no afectan directamente a su funcionalidad, no existe un acuerdo entre los consumidores sobre cuál es el preferido. En los modelos de localización, la diferencia se basa en la distancia existente entre las localizaciones de los productos. La localización puede ser geográfica (Hotelling, 1929) o en un espacio de características de los productos (Lancaster, 1966). En nuestro caso, asumimos que la diferenciación horizontal entre las autoridades portuarias se produce principalmente por su localización geográfica, por el coste total en el que se incurre cuando una unidad de mercancía pasa por uno de sus puertos y por su capacidad.

Figura 5: Estructura del modelo



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, hay k transportistas que necesitan cargar / descargar su mercancía en una determinada fachada de la costa española por lo que demandarán q servicios portuarios, estos transportistas están indexados por $k = 1, \dots, K$. Cada transportista está situado en un punto en el espacio geográfico y, por lo tanto, tiene una única función de coste. Los transportistas toman los precios y capacidades como dados. Este modelo, a diferencia de otros modelos, como los propuestos por Hotelling (1929) o Salop (1979), permite que los transportistas utilicen más de una instalación, repartiendo su mercancía entre los diferentes puertos. Además, sus demandas no tienen que ser unitarias; es decir, pueden enviar diferentes cantidades de mercancía a un puerto determinado.

Suponemos que el $k_{ésimo}$ transportista quiere minimizar su coste generalizado en el puerto. El coste generalizado de una autoridad incluye: por un lado, el coste total monetario de paso de la mercancía por un determinado puerto $T = (T_1, \dots, T_n)^T$, que

puede ser interpretado como el precio portuario total y en el que están incluidas las tarifas portuarias; y por otro, el coste del tiempo que la mercancía está en el puerto. No incluimos otros costes de transporte debido a que suponemos que la demanda de los transportistas es cautiva a la fachada más cercana, por lo que estos costes de transportes son tenidos en cuenta implícitamente. El coste del tiempo en un puerto depende de la capacidad de dicho puerto, por lo que la función de costes portuarios del $k_{ésimo}$ transportista es:

$$P_k = P_k[T, f(s)] = P_k(T, s) \quad (20)$$

donde P_k es el coste generalizado en el puerto del $k_{ésimo}$ transportista, T es el vector de precios portuarios totales, f es el coste de tiempo y, finalmente, s es el vector de capacidades.

Sin pérdida de generalidad, podemos considerar una colección de transportistas precio-aceptantes como una sola unidad precio-aceptante minimizadora de costes (Bliss, 1975 y Pinkse et al. 2002), obteniendo la siguiente función de coste agregada:

$$P(T, s) = \sum_k P_k(T, s) \quad (21)$$

A la función de coste agregada se le aplica una forma funcional flexible, como la función de coste cuadrática, que es una aproximación de segundo orden a una función de coste arbitraria que no establece ninguna restricción sobre las posibilidades de sustitución entre los servicios.

$$P(T, s) = \alpha_0 + \alpha_1^T T + \alpha_2^T s + \frac{1}{2} [T^T B^1 T + T^T B^2 s + s^T B^3 s] \quad (22)$$

donde P es el coste portuario generalizado, T es el vector de precios portuarios totales, s es el vector de capacidades, α_0 es el coeficiente asociado al término constante, α_1 y

α_2 son los vectores $n \times 1$ de los coeficientes de primer orden de los precios y capacidades, respectivamente, y por último, B^1 , B^2 y B^3 son matrices simétricas $n \times n$ que contienen los parámetros de segundo orden de la función de costes cuadrática.

Aplicando el Lema de Shephard podemos obtener la demanda óptima para cada servicio portuario, es decir, la demanda de cada autoridad portuaria.

$$q_h = \frac{\partial P(T, s)}{\partial T} = \alpha_{1h} + \sum_j (b_{hj}^1 T + b_{hj}^2 s) \quad (23)$$

Podemos observar que la cantidad de los servicios portuarios demandados en la $h_{ésima}$ autoridad depende del precio total de los puertos que gestiona y de su capacidad, así como de los precios y las capacidades de sus competidores.

4.2. Primera etapa: Expansión de la capacidad portuaria

En la segunda etapa hemos obtenido que la cantidad de servicios portuarios demandados a la $h_{ésima}$ autoridad en un determinado periodo depende del precio total de los puertos que gestiona (T_{ht}), los precios de sus competidores (T_{-ht}), su propia capacidad (s_{ht}) y la capacidad de sus rivales (s_{-ht}):

$$q_{ht} = q(T_{ht}, T_{-ht}, s_{ht}, s_{-ht}) \quad (24)$$

Se espera que la cantidad de servicios demandados a una autoridad disminuya cuando aumenta su precio total ($\partial q_{ht} / \partial T_{ht} < 0$) y la capacidad de sus rivales ($\partial q_{ht} / \partial s_{-ht} < 0$). Por el contrario, la demanda de las autoridades portuarias aumentará cuando incrementen su capacidad ($\partial q_{ht} / \partial s_{ht} > 0$) y aumenten los precios de sus rivales ($\partial q_{ht} / \partial T_{-ht} > 0$).

En esta etapa, las autoridades portuarias fijan sus capacidades con el objetivo de maximizar los flujos de tráfico de mercancía, sujetos a la restricción impuesta por ley de alcanzar un determinado nivel mínimo de rentabilidad, por lo que el problema de maximización de las autoridades está sujeto a un beneficio positivo. Así, el principio de la autosuficiencia financiera en el contexto del sector portuario español que se describe en la sección 2 se recoge en nuestro modelo. De este modo, a partir de las demandas obtenidas en la segunda etapa expresadas en la ecuación (24), el problema de decisión de una autoridad portuaria puede ser descrito de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \max_{s_{ht}} M_{h0} &= \sum_{t=0}^{\infty} q_{ht} \\ \text{s.a.} \quad t_{ht} q_{ht} - C_{ht}(\bar{w}, q_{ht}) &\geq \Pi \end{aligned} \quad (25)$$

donde q_{ht} es la cantidad de mercancía movida por la $h_{ésima}$ autoridad en el período t , t_{ht} es la tasa portuaria cobrada por la autoridad por los servicios a la mercancía y a los buques, C_{ht} es el coste total y \bar{w} es el vector de precios de los factores productivos.

Además, suponemos que las autoridades portuarias utilizan una estrategia de “retroalimentación” (Kim y Vale, 2001); es decir, en el período t las autoridades portuarias fijan sus capacidades en base a la información disponible en ese momento, en este caso, la capacidad en el período anterior de las autoridades con las que compiten. Así que la $h_{ésima}$ autoridad sabe que sus competidores reaccionarán a su capacidad actual en el próximo período y que esto afectará a su demanda futura. De esta forma, las autoridades tienen en cuenta los efectos de la reacción de sus rivales en su demanda futura cuando fijan su capacidad actual, esperando que sus rivales reaccionen con un período de retardo.

De esta manera, cuando se obtiene la condición de primer orden, tenemos en cuenta la respuesta de la competencia.

$$\frac{\partial M_{h0}}{\partial s_{ht}} = \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} + \frac{\partial q_{ht+1}}{\partial s_{-ht+1}} \frac{\partial s_{-ht+1}}{\partial s_{ht}} - \lambda \left(t_{ht} \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} - \frac{\partial C_{ht}}{\partial q_{ht}} \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} \right) = 0 \quad (26)$$

Los términos $\partial q_{ht} / \partial s_{ht}$ y $\partial q_{ht+1} / \partial s_{-ht+1}$ reflejan el efecto de los cambios en la capacidad propia y de los rivales sobre la demanda de servicios de mercancía de la h ésima autoridad portuaria, $\partial C_{ht} / \partial q_{ht}$ representa el coste marginal, mientras que $\partial s_{-ht+1} / \partial s_{ht}$ captura la *variación conjetural* (o parámetro de conducta) que recoge la reacción de las autoridades portuarias a las estrategias de capacidad de sus rivales. Nuestro modelo permite que este parámetro conjetural tome valores igual a cero, positivos y negativos. Sin embargo, teniendo en cuenta las características de la infraestructura portuaria no se esperan valores negativos, obtener un valor negativo en el contexto de la competencia en capacidades de las autoridades portuarias se interpretaría como una señal de que el modelo está incorrectamente especificado. Por otro lado, un parámetro conjetural igual a cero implica *equilibrio de Nash*, es decir, las autoridades portuarias no tienen en cuenta las decisiones de sus rivales cuando fijan sus capacidades. Valores positivos indican que los competidores responden a incrementos de la capacidad, aumentando su propia capacidad; por ejemplo, un valor igual a 1 implica la imitación de la estrategia de los rivales. Así, podemos distinguir dos efectos sobre la demanda producidos por el aumento de la capacidad en un período determinado: un **efecto directo** sobre la demanda actual representado por el derivada $\partial q_{ht} / \partial s_{ht}$ y un **efecto indirecto** en la demanda del próximo período medido por $(\partial q_{ht+1} / \partial s_{-ht+1})(\partial s_{-ht+1} / \partial s_{ht})$. No tener en cuenta este segundo efecto podría conducir a infra/sobre estimar los efectos de la capacidad sobre la demanda.

5. Especificación empírica

La especificación empírica del modelo anterior está formada por un sistema de dos ecuaciones que se estiman conjuntamente: la ecuación de demanda de mercancía expresada en la ecuación (24) y la condición de primer orden (26) para la elección de la capacidad.

La función de demanda de mercancía se especifica como la relación log-lineal:

$$\ln q_{ht} = \alpha_h + \alpha_1 \ln T_{ht} + \alpha_2 \ln T_{-ht} + \alpha_3 \ln s_{ht} + \alpha_4 \ln s_{-ht} + \zeta_t \tau_t + \frac{1}{2} \zeta_{tt} \tau_t^2 \quad (27)$$

donde T_{ht} es el precio total de una unidad de mercancía pasando por un determinado puerto gestionado por la $h_{ésima}$ autoridad portuaria, T_{-ht} representa el precio total promedio de los rivales de la $h_{ésima}$ autoridad, s_{ht} y s_{-ht} son la capacidad propia y la capacidad promedio de sus competidores, α_h es el término constante, el cual permitimos que varíe entre autoridades, α_1 es la elasticidad precio de la demanda, así como α_2 es la elasticidad precio cruzada, mientras que α_3 y α_4 recogen la elasticidad de demanda portuaria respecto a la capacidad propia y de los rivales, respectivamente. Por último, se ha añadido una tendencia cuadrática (τ_t y τ_t^2) para recoger el efecto del cambio tecnológico.

Las derivadas de la demanda con respecto a la capacidad se pueden expresar de la siguiente manera:

$$\frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} = \frac{\partial \ln q_{ht}}{\partial \ln s_{ht}} \frac{q_{ht}}{s_{ht}} = \alpha_3 \frac{q_{ht}}{s_{ht}} \quad (28)$$

$$\frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{-ht}} = \frac{\partial \ln q_{ht}}{\partial \ln s_{-ht}} \frac{q_{ht}}{s_{-ht}} = \alpha_4 \frac{q_{ht}}{s_{-ht}} \quad (29)$$

Para obtener la especificación de la condición de primer orden sustituimos las expresiones anteriores (28)-(29) en la ecuación (26) como podemos ver en la ecuación (30):

$$\alpha_3 \frac{q_{ht}}{s_{ht}} + \alpha_4 \frac{q_{ht+1}}{s_{-ht+1}} \frac{\partial s_{-ht+1}}{\partial s_{ht}} - \lambda \left(t_{ht} \alpha_3 \frac{q_{ht}}{s_{ht}} - \frac{\partial C_{ht}}{\partial q_{ht}} \alpha_3 \frac{q_{ht}}{s_{ht}} \right) = 0 \quad (30)$$

Tomando factor común y reorganizando la ecuación, obtenemos:

$$\alpha_3 \frac{q_{ht}}{s_{ht}} (1 - \lambda(t_{ht} - C'_{ht})) + \alpha_4 \frac{q_{ht+1}}{s_{-ht+1}} \varphi^s = 0 \quad (31)$$

$$\frac{q_{ht}}{s_{ht}} = - \frac{\alpha_4 \frac{q_{ht+1}}{s_{-ht+1}} \varphi^s}{\alpha_3 (1 - \lambda(t_{ht} - C'_{ht}))} \quad (32)$$

La ecuación (32) representa la especificación empírica de condición de primer orden de maximización, donde φ^s es el parámetro conjetural, es decir, la respuesta esperada de las autoridades rivales ante cambios en la capacidad de la $h_{ésima}$ autoridad, λ es el multiplicador de Lagrange de la restricción de beneficios positivos y C'_{ht} es el coste marginal de la mercancía. Con el fin de hacer a la ecuación (32) estimable, necesitamos incluir un término constante, en este sentido hemos elegido uno que varíe entre autoridades como vemos en la ecuación (33):

$$\frac{q_{ht}}{s_{ht}} = \frac{\delta_h}{\alpha_3} - \frac{\alpha_4 \frac{q_{ht+1}}{s_{-ht+1}} \varphi^s}{\alpha_3 (1 - \lambda(t_{ht} - C'_{ht}))} \quad (33)$$

Finalmente para estimar los costes marginales de la mercancía, especificamos un sistema de costes cuadráticos formado por la ecuación de costes (34) y sus respectivas

ecuaciones de gasto en factores productivos (35). Todas las variables de este sistema están en desviaciones con respecto a su media aritmética.

$$\begin{aligned}
C_{ht} &= \beta_h + \beta_q(q_{ht} - \bar{q}) + \frac{1}{2}\beta_{qq}(q_{ht} - \bar{q})^2 + \sum_{r=1}^R \beta_r(w_{rht} - \bar{w}) + \\
&\sum_{r=1}^R \sum_{s=1}^R \beta_{rs}(w_{rht} - \bar{w})(w_{sht} - \bar{w}) + \sum_{r=1}^R \beta_{qr}(q_{ht} - \bar{q})(w_{rht} - \bar{w}) + \\
&\pi_\tau \tau_t + \frac{1}{2}\pi_{\tau\tau} \tau_t^2 + \sum_{r=1}^R \beta_{r\tau}(w_{rht} - \bar{w})\tau_t + \beta_{q\tau}(q_{ht} - \bar{q})\tau_t + e_{ht}
\end{aligned} \tag{34}$$

Las ecuaciones de gasto de los factores productivos se obtienen aplicando el Lema de Shephard a la función de costes.

$$E_{rht} = w_{rht} \frac{\partial C_{ht}}{\partial w_{rht}} = w_{rht} \left[\beta_r + \sum_{s=1}^R \beta_{rs}(w_{sht} - \bar{w}) + \beta_{qr}(q_{ht} - \bar{q}) + \beta_{r\tau}\tau_t + v_{rht} \right] \tag{35}$$

donde C es el coste total, q es la cantidad de producción, en este caso, la cantidad total de mercancía movida por la $h_{ésima}$ autoridad, w_r es el precio del $r_{ésimo}$ factor productivo ($r = 1, \dots, 3$), E_r es el gasto en el $r_{ésimo}$ factor productivo y τ es una tendencia temporal que representa el cambio tecnológico no neutral asociado al $r_{ésimo}$ factor productivo. La interpretación de este coeficiente sería la variación de la demanda del factor productivo a lo largo del tiempo derivada del cambio tecnológico.

6. Los datos

Para estimar nuestro modelo hemos utilizado una muestra de datos formada por 21 autoridades portuarias españolas observadas el período 1992 hasta 2011. No hemos

incluido aquellas autoridades ubicadas en una isla; Sevilla, un puerto fluvial y Ceuta y Melilla, puertos estratégicos en el norte de África. Estas autoridades se han extraído de la muestra porque consideramos que debido a las características descritas, no siguen los mismos patrones competitivos que el resto. Por lo tanto, la muestra utilizada consta de 420 observaciones.

Los datos se ha obtenido de los informes anuales publicados por Puertos del Estado (varios años, a y b), lo cuales proporcionan información homogénea sobre el desempeño de las autoridades portuarias españolas.

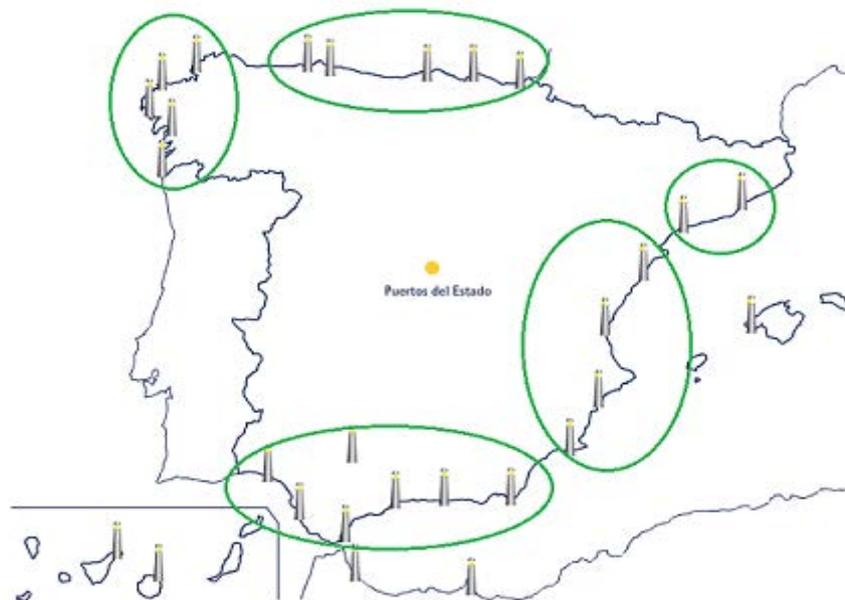
En la ecuación de demanda (27) la cantidad de producción de cada autoridad, es decir, del tráfico total de mercancía (q) se ha calculado sumando las toneladas de graneles sólidos, las toneladas de graneles líquidos, las toneladas de mercancía en contenedores y toneladas de mercancía no contenerizada.

Debido a la falta de información sobre el coste total del paso de una unidad de mercancía por una determinada autoridad (precio portuario total), éste ha sido aproximado utilizando las tarifas portuarias ya que en la práctica, la variabilidad de las tarifas portuarias y del coste total portuario parecen seguir el mismo patrón. Para construir las variables correspondientes a las tasas portuarias, (t_h y t_{-h}) realizamos dos supuestos: en primer lugar, consideramos como tasa portuaria la cantidad total cobrada por las autoridades portuarias por sus servicios a la mercancía y a los buques; segundo, suponemos que los propietarios de buques transfieren directamente a sus clientes todos sus costes, incluyendo las tasas portuarias impuestas a los buques. A partir de estos dos supuestos y de los datos disponibles, construimos esta variable como la suma de los ingresos promedio por tonelada de las autoridades por los servicios a la mercancía y

buque. Por último, la capacidad (s), es aproximada por los metros cuadrados de área de almacenamiento.

Como se especifica en la ecuación (23), la demanda de servicios de mercancía de una autoridad depende no sólo de sus propias tasas y capacidad, sino también de las de sus rivales. Este hecho amplía significativamente el número de parámetros a estimar. Por razones prácticas, creemos conveniente reducir las dimensiones del problema. De este modo, en vez de incluir las tasas y capacidades de todas las autoridades competidoras, utilizamos su media. A partir de las conclusiones obtenidas en la sección 2, consideramos autoridades competidoras entre sí a aquellas situadas en una misma fachada marítima. De forma que esta clasificación comprende los puertos más próximos. En la figura 6 se muestra como se ha delimitado geográficamente cada fachada.

Figura 6: Fachadas marítimas



Fuente: Puertos del Estado

En la ecuación correspondiente a la condición de primer orden (32), C' representa el coste marginal de la mercancía que es estimado a partir de un sistema de costes cuadrático (34)-(35). En el sistema de costes cuadrático, la variable dependiente en la ecuación de

coste (34) C es el coste total calculado como la suma de los costes de la mano de obra, capital y consumos intermedios. Los precios de los factores productivos utilizados en la estimación del sistema de costes son: el precio de la mano de obra (w_1), el precio de capital variable (w_2) y el precio de los consumos intermedios (w_3). El precio del trabajo (w_1) se define como el ratio del gasto en mano de obra anual entre los trabajadores de la autoridad. El precio del capital (w_2) se ha aproximado multiplicando un precio índice de construcción de obras públicas (obtenido a partir de los informes de la Confederación Nacional de la Construcción, SEOPAN) por la suma de la tasa de interés a largo plazo y la tasa de depreciación de las instalaciones y el equipo del puerto.

La tasa de depreciación se calcula como los gastos de amortización anual entre los activos totales. Por último, el precio de los consumos (w_3) intermedios se define como el ratio de los gastos es consumos intermedios entre estos consumos medidos en unidades físicas. Para las ecuaciones de gasto del sistema, hemos necesitado los gastos de las autoridades en mano de obra (E_1), capital (E_2) y consumos intermedios (E_3).

El anexo 1 muestra los estadísticos descriptivos de las variables incluidas en el modelo. Todas las variables económicas se han deflactado y se expresan en euros constantes de 2001.

7. Estimación y resultados

El proceso de estimación es el siguiente: en primer lugar, se estima el sistema de costes cuadrático (34) y (35) por mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E), aplicando un

estimador de efectos fijos. Debido a la endogeneidad de la mercancía (q), esta variable se ha instrumentado utilizando dicha variable retardada un periodo. Adicionalmente, se han transformado las variables del sistema de costes cuadrático con el fin de corregir la autocorrelación serial. Para ello hemos aplicado la transformación propuesta por Cochrane y Orcutt (1949). Este enfoque ha sido aplicado anteriormente en la estimación de funciones de costes en los trabajos de Sung y Gorth (2000) y Botasso y Conti (2010). A partir de los parámetros obtenidos en esta primera estimación se estima el coste marginal de la mercancía. En segundo lugar, se estima conjuntamente la ecuación de la demanda (27) y la condición de primer orden para la maximización de los flujos de carga (33), donde el coste marginal estimado en la primera etapa se incluye como variable en esta ecuación. En la segunda estimación hemos utilizado un estimador no lineal, concretamente un estimador de mínimos cuadrados no lineales en tres etapas (N3SLS) que aplica el algoritmo de Gauss-Newton. Los valores iniciales se han obtenido a partir de la estimación de las dos ecuaciones por separado. Los errores estándar de los parámetros son robustos a la heterocedasticidad.

El anexo 2 muestra los resultados de la estimación del sistema cuadrático de costes; mientras que en el anexo 3 se presentan los costes marginales promedio de cada autoridad portuaria para el período estudiado. Los parámetros estimados muestran los signos esperados. La media del coste marginal de la mercancía es 0,268 con una desviación estándar de 0,194. En el período analizado, para todas las observaciones, el coste medio es superior al coste marginal, esto demuestra que las autoridades portuarias españolas operan en la región de las economías de escala; específicamente, las economías de tamaño¹¹ en la media de la muestra son iguales a 0,182. Este hallazgo sugiere que la

¹¹ Las economías de tamaño miden en que porcentaje varían los costes cuando aumenta la producción en 1%. En nuestro caso, la producción se define la cantidad de mercancía movida por las autoridades portuarias.

captación de nuevos tráficos tiene un doble atractivo: en primer lugar, aumenta los ingresos y en segundo lugar, reduce los costes medios aprovechando estas economías de escala.

Una vez estimados los costes marginales, estos son utilizados en la segunda etapa de la estimación. En esta segunda etapa se estima el sistema de ecuaciones no lineal formado por la ecuación de demanda (27) y la condición de primer orden (33). En ambas ecuaciones, permitimos diferentes términos constantes para cada autoridad con el fin de controlar la posible heterogeneidad inobservada existente entre ellas. Los coeficientes asociados a las variables individuales no se muestran en la tabla con el fin de simplificar la presentación de los resultados. Como podemos ver en el anexo 4, se han estimado tres especificaciones diferentes para comprobar la robustez del modelo: en la primera especificación no incluimos el cambio técnico; en la segunda incluimos una tendencia lineal; y finalmente, incluimos una tendencia cuadrática en la tercera especificación. Los coeficientes estimados en las tres especificaciones son muy similares, lo que demuestra la robustez del modelo.

En la ecuación de demanda, los coeficientes asociados a las tasas (propias y de los competidores) representan la elasticidad precio y la elasticidad precio cruzada respectivamente. Estos parámetros presentan los signos esperados, negativo y positivo, respectivamente, siendo estos coeficientes significativos a un nivel del 1%. Además, el valor absoluto del coeficiente asociado a la elasticidad precio es estadísticamente igual a 1, por lo tanto esta elasticidad es unitaria. Por otro lado, la elasticidad-precio cruzada es en valor absoluto menor que la elasticidad precio. Esto implica que la demanda de mercancía de una autoridad es más sensible a las variaciones en sus propias tasas que a los cambios en las tasas de sus competidoras. Las elasticidades asociadas a las capacidades tienen el signo esperado, siendo ambos significativos al 1%. La elasticidad

de la capacidad propia es positiva, por lo que, la demanda de los transportistas responde positivamente a los aumentos de la capacidad portuaria. Por otro lado, un signo negativo en el parámetro asociado a la capacidad de los rivales muestra que el aumento de la capacidad media de las autoridades competidoras implica una disminución de la demanda de un determinado puerto. A partir de estos resultados demostramos que los transportistas no sólo tienen en cuenta los costes monetarios de mover su mercancía, sino también los costes no monetarios, tales como el coste del tiempo, que dependen de la capacidad. A mayor capacidad de las autoridades portuarias, menor probabilidad de padecer problemas de congestión (Basso y Zhang, 2007; De Borger y Van Dender, 2006).

Tras realizar un test de significatividad conjunta de los parámetros asociados a la tendencia cuadrática en la especificación 3, no podemos rechazar la hipótesis nula de que estos parámetros son conjuntamente igual a cero. Dado el resultado de este contraste, a partir de ahora nos centramos en los resultados de la especificación 1.

El parámetro de conducta o conjetura refleja la intensidad de la competencia en capacidades de las autoridades portuarias. El parámetro conjetural es significativamente distinto de cero, por lo que las autoridades portuarias sí tienen en cuenta las estrategias de capacidad de sus rivales cuando fijan la suya propia. Además, un parámetro positivo demuestra que existe competencia en capacidad en el sistema portuario español, aunque dado su valor no parece demasiado intensa si comparamos nuestros resultados con los obtenidos por Kim y Vale (2001) y Valverde y Guevara (2009) en la industria bancaria. En este sentido, es necesario señalar que la industria portuaria y la bancaria no son industrias comparables debido a características tanto tecnológicas como de demanda. En relación a las primeras, el coste hundido que conlleva abrir una nueva oficina en una determinada población es mucho menor que el de ampliar la capacidad portuaria. En

relación a las características de demanda, la industria portuaria se caracteriza por tener tráficos cautivos debido a la importancia de la distancia geográfica en la demanda.

Para evaluar de una forma más ilustrativa la intensidad de la competencia en capacidad del sistema realizamos una simulación numérica. Consideramos una autoridad portuaria promedio, cuya capacidad actual es de 849.199,3 metros cuadrados y que mueve en promedio 14.389.150 de toneladas de mercancía en el período t , esta autoridad amplía su capacidad en 10.000 metros cuadrados, lo que implica el aumento de su capacidad del 1,177%. Una expansión de 1,177% implica un aumento de la demanda del 0,134%; es decir, de 19.305,91 toneladas. Por otra parte, esta expansión de la capacidad tiene una respuesta en el período $t + 1$ por parte de las autoridades con las que compite, estas autoridades aumentarán su capacidad media en 1.549,93 metros cuadrados (0,15%), lo que reduce la demanda por 0,033% (4.689,82 toneladas, aproximadamente). Por lo tanto, el efecto neto esperado en la demanda de una autoridad portuaria promedio si amplía su capacidad en 10.000 metros cuadrados es un aumento de su demanda del 0,102% (14.616 toneladas).

Una vez que se ha analizado el efecto de la capacidad en la demanda de las autoridades portuarias, nos preguntamos qué ocurriría si las autoridades en vez de competir, estableciesen acuerdos de cooperación poniéndose de acuerdo a la hora de expandir la capacidad de sus instalaciones. Para analizar lo que ocurriría en un escenario como el que planteamos, llevamos a cabo un *análisis contrafactual*. Para ello es necesario cambiar uno de nuestros supuestos: el procedimiento de respuesta de las autoridades rivales. Ahora vamos a suponer que las autoridades acuerdan expandir su capacidad en la misma medida en cada periodo, por lo tanto definimos el nuevo parámetro conjetural de la siguiente manera:

$$\varphi^s = \frac{\partial s_{-ht}}{\partial s_{ht}} = 1 \quad (36)$$

Este nuevo parámetro conjetural modifica la condición de primer orden (37) así como su especificación econométrica (38):

$$\frac{\partial M_{h0}}{\partial s_{ht}} = \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} + \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{-ht}} \frac{\partial s_{-ht}}{\partial s_{ht}} - \lambda \left(t_{ht} \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} - \frac{\partial C_{ht}}{\partial q_{ht}} \frac{\partial q_{ht}}{\partial s_{ht}} \right) = 0 \quad (37)$$

$$\frac{q_{ht}}{s_{ht}} = \frac{\delta_h}{\alpha_3} - \frac{\alpha_4 \frac{q_{ht}}{s_{-ht}}}{\alpha_3 (1 - \lambda (t_{ht} - C'_{ht}))} \quad (38)$$

Una vez transformada la condición de primer orden, estimamos un sistema de ecuaciones no lineal formado por las ecuaciones (7) y (38). El anexo 5 muestra los resultados de la estimación del sistema de ecuaciones no lineal con el *análisis contrafactual* utilizando las mismas especificaciones que en el anexo 4. En la primera especificación no incluimos el cambio técnico, en el segundo se incluye una tendencia lineal y, por último, incluimos una tendencia cuadrática. Como podemos ver los coeficientes asociados a las tasas portuarias en la ecuación de demanda no varían demasiado con respecto a los que se muestran en el anexo 4. Sin embargo, los valores de los parámetros asociados a la capacidad se reducen, por lo tanto, si las autoridades portuarias acuerdan aumentar la capacidad en la misma medida en cada uno de los periodos, la demanda de los transportistas de un determinado puerto se hace más inelástica a los cambios en la capacidad de las instalaciones, tanto propias como rivales.

Ahora, a partir de una nueva simulación numérica tratamos de aproximar al efecto neto de la expansión de la capacidad en un marco de cooperación. Como hicimos antes, tomamos nuestra autoridad portuaria media que aumenta su capacidad actual en 10.000 metros cuadrados, es decir, realiza un incremento del 1,177%. Este incremento de la

capacidad implica que aumenta su demanda de forma directa en un 0,096% (13.784 toneladas). Por otro lado, la capacidad de sus rivales aumenta en 10.000 metros cuadrados, lo que reduce su demanda en un 0,029% (4,218.47 toneladas). Finalmente, el efecto neto de la expansión de capacidad en la demanda de mercancía de nuestra autoridad media es un incremento de un 0.066% (9,565.61 toneladas). Comparando con el marco de competencia, las ganancias de la expansión son aún más bajas cuando las autoridades en lugar de competir en capacidad, cooperan. De esta forma vemos que un entorno de cooperación en la fijación de la capacidad portuaria los incentivos para invertir en capacidad se reducen. Estos resultados deben ser interpretados con cuidado, ya que se han obtenido a partir de supuestos muy restrictivos y generales, como que todas las autoridades de la misma fachada se unen a la cooperación o que la cooperación implica expandir la capacidad en la misma cuantía.

En el anexo 6 se presentan los resultados de esta simulación numérica para cada autoridad en la media del periodo temporal considerado tanto en el escenario de competencia como en el de cooperación.

8. Conclusiones

Durante las últimas décadas, los legisladores portuarios españoles han tratado de establecer los instrumentos necesarios para promover la competencia entre los puertos, permitiendo una mayor flexibilidad en la toma de decisiones sobre las tasas portuarias o dando una mayor autonomía a las autoridades portuarias para planificar sus inversiones. Pero la realidad parece mostrar que no se ha llegado a alcanzar una competencia efectiva

en precios, ya sea porque las leyes portuarias a fin de lograr la autosuficiencia en el sistema han impuesto ciertos límites en la fijación de tasas, reduciendo el poder de decisión de las autoridades; o porque el peso de estas tasas portuarias en el coste total del transporte de mercancías es relativamente pequeño. Esto ha llevado a las autoridades portuarias a buscar otras formas de competir y atraer nuevos tráficos de mercancía, encontrando en la expansión de su capacidad una estrategia competitiva. El problema surge cuando el crecimiento de la capacidad no está acompañado por un crecimiento del tráfico de mercancía, lo que lleva al sistema portuario a sufrir de problemas de exceso de capacidad.

Este estudio analiza la competencia en capacidades de las autoridades portuarias españolas con el fin de comprobar si realmente existe. Asimismo, tratamos de determinar el efecto del crecimiento de la capacidad portuaria sobre la demanda. Por otra parte, mediante un *análisis contrafactual*, se evalúa la estrategia de expansión de la capacidad portuaria cuando los competidores deciden cooperar.

Para ello, construimos un modelo dinámico de dos etapas a partir del enfoque propuesto por la Nueva Organización Industrial Empírica para medir la competencia. En la primera etapa, las autoridades portuarias españolas tratan de maximizar sus flujos de demanda de mercancías, presentes y futuros, mediante la fijación de la capacidad en un determinado periodo. En esta primera etapa, tenemos en cuenta las reacciones de las autoridades portuarias ante aumentos en la capacidad de sus competidores. Estas reacciones son recogidas en un parámetro conjetural, que será nuestra medida de la competencia en capacidad. En la segunda etapa, los transportistas deciden la cantidad de mercancía que pasa por cada puerto a fin de minimizar su coste generalizado en el puerto, una vez que observan las tasas portuarias y capacidades.

Los principales resultados muestran que los transportistas no sólo tienen en cuenta los costes monetarios de mover su mercancía, sino también los costes no monetarios, como por ejemplo los derivados de las pérdidas de tiempo o retrasos causados por la congestión. Además, la demanda de una determinada autoridad portuaria se ve afectada por cambios en las tasas y capacidades de sus competidores. Hemos demostrado que existe competencia en capacidad, es decir, que las autoridades sí incrementan su capacidad en respuesta a incrementos en la capacidad de sus competidores. Sin embargo, los resultados muestran que tanto la competencia en capacidad como el efecto neto de la expansión de la capacidad portuaria no son demasiado grandes. Además, mediante el *análisis contrafactual* y una simulación numérica, comprobamos que el efecto neto de la expansión de la capacidad portuaria sobre la demanda se reduce cuando las autoridades portuarias situadas en la misma fachada cooperan en lugar de competir, reduciéndose por lo tanto los incentivos a invertir en expandir la capacidad.

Hasta ahora, no existen estudios similares a éste en la literatura portuaria. Este estudio es el primero que mide y evalúa de forma explícita la competencia en capacidad portuaria mediante una novedosa metodología. Otra ventaja de nuestro modelo es que trata de reflejar en sus supuestos el contexto legislativo portuario español, por ejemplo, en nuestro modelo las decisiones de las autoridades portuarias están sujetas a cumplir su objetivo de autofinanciación. Además, en nuestra opinión, este estudio tiene implicaciones importantes en términos de la política de transporte. En primer lugar, nuestro modelo permite obtener una primera aproximación de los efectos de la inversión en infraestructura portuaria sobre la generación y la desviación del tráfico portuario, elementos clave en un análisis coste-beneficio (CBA). En segundo lugar, el *análisis contrafactual* permite evaluar los efectos de las alianzas y fusiones en el sistema portuario español, que fueron propuestas por parte del entonces Presidente de Puertos del Estado

en 2011 (Lamet, J. M. y Marcos, J. J., 2011), pero finalmente fueron rechazadas después de las elecciones generales.

Agradecimientos Los autores quieren expresar su gratitud a Álvaro Rodríguez, Luis Orea, Pedro Álvarez y José Luis Gallego por sus comentarios, lo cuales han sido de gran utilidad para poder llevar a cabo esta investigación. También queremos agradecer a los participantes en los congresos 2nd Meeting on Transport Economics and Infrastructure (Barcelona, 2016) y 4th PhD-Student Workshop in Industrial and Public Economics (Reus, 2016) las ideas y sugerencias recibidas.

Referencias bibliográficas

Anderson, C. M., Park, Y. A., Chang, Y. T., Yang, C. H., Lee, T. W. y Luo, M. (2008).

A game-theoretic analysis of competition among container port hubs: the case of Busan and Shanghai. *Maritime Policy & Management*, 35(1), 5-26.

Baños-Pino, J., Coto-Millán, P. y Rodríguez-Álvarez, A. (1999). Allocative efficiency and over-capitalization: an application. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, 181-199.

Basso, L. J., y Zhang, A. (2007). Congestible facility rivalry in vertical structures. *Journal of Urban Economics*, 61(2), 218-237.

Banco Europeo de Inversiones (2007). Railway project appraisal guidelines. Disponible en: <http://www.bei.europa.eu/projects/publications/railpag-railway-project-appraisal-guidelines.htm>

Bliss, C.J. (1975). Capital Theory and the Distribution of Income. Amsterdam: North-Holland.

Bottasso, A. y Conti, M. (2010). An assessment on the cost structure of the UK airport industry: Ownership outcomes and long run cost economies. Department of Economics and Public Finance “G. Prato” Working Paper Series No. 13. University of Turin.

Castro, J. V. y Fernández, A. M. (2015). Competencia y Competitividad portuarias: Una aplicación a las fachadas marítimas españolas. *Revista de Evaluación de Programas y Políticas Públicas*, 1(4), 55-81.

Cochrane, D., y Orcutt, G. H. (1949). Application of least squares regression to relationships containing auto-correlated error terms. *Journal of the American Statistical Association*, 44(245), 32-61.

Comisión Europea (2008). Guide to cost benefit analysis of investment projects. Disponible en:

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide2008_en.pdf

De Borger, B. y Van Dender, K. (2006). Prices, capacities and service levels in a congestible Bertrand duopoly. *Journal of Urban Economics*, 60(2), 264-283.

De Borger, B., Proost, S. y Van Dender, K. (2008). Private Port Pricing and Public Investment in Port and Hinterland Capacity. *Journal of Transport Economics and Policy*, 42(3), 527-561

- De Pinho, P. S. (2000). The impact of deregulation on price and non-price competition in the Portuguese deposits market. *Journal of banking & finance*, 24(9), 1515-1533.
- De Rus Mendoza, G., Cruz, O. B. y Méndez, J. C. (2006). Evaluación Económica de proyectos de transporte. Banco Interamericano de Desarrollo.
- De Rus-Mendoza, G. et al. (2010) Evaluación Económica de proyectos de transporte. www.evaluaciondeproyectos.es
- García-Alonso, L. y Sánchez-Soriano, J. (2007). Evolución de la inversión vs. evolución de la actividad portuaria en España. *Investigaciones Regionales*, 11, 115-130
- García-Alonso, L. y Martín-Bofarull, M. (2007). Impact of port investment on efficiency and capacity to attract traffic in Spain: Bilbao vs. Valencia. *Maritime Economics and Logistics*, 9, 254-267.
- García-Alonso, L. Sánchez-Soriano, J., y Vallejo-Pinto, J. A. (2007). La competencia inter-portuaria: Análisis del caso español. *Lecciones de economía marítima*, 13,163.
- García-Alonso, L. y Sánchez-Soriano, J. (2009). Port selection for the hinterland perspective. *Maritime Economics and Logistics*, 11(3), 260-269
- Hotelling, H. (1929). Stability in competition. *Economic Journal*, 39, 41–57
- Kim, M. y Vale, B. (2001). Non-price strategic behavior: the case of bank branches. *International Journal of Industrial Organization*, 19(10), 1583-1602.
- Lamet, J. M. y Marcos, J. J. (27 de Mayo de 2011). Fomento contempla un futuro de sólo 11 autoridades portuarias en España. Expansión. Recuperado de <http://www.expansion.com/2011/05/27/empresas/auto-industria/1306531212.html>

- Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *The journal of political economy*, 132-157.
- Laxe, F. G. (2012). El marco regulatorio de los puertos españoles: resultados y conectividad internacional. *Economía industrial*, 386, 27-38.
- Luo, M., Liu, L. y Gao, F. (2012) Post-entry container port capacity expansion. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(1), 120-138.
- Pinkse, J., Slade, M. E. y Brett, C. (2002). Spatial price competition: a semiparametric approach. *Econometrica*, 70(3), 1111-1153.
- Puertos del Estado. (Acceso 7 Abril 2016)
- <http://www.puertos.es/es-es/nosotrospuertos/Paginas/Nosotros.aspx>
- Puertos del Estado (varios años a). Anuario estadístico, Ministerio de Fomento, Madrid.
- Puertos del Estado (varios años b). Informe de Gestión del Sistema Portuario de Titularidad Estatal, Ministerio de Fomento, Madrid.
- Sung, N. y Gort, M. (2000). Economies of scale and natural monopoly in the US local telephone industry. *Review of Economics and Statistics*, 82(4), 694-697.
- Tan, Z., Li, W. y Wang, T. (2013). Service Fee and Capacity Choice of an Inland River Port. In International Forum on Shipping, Ports and Airports (IFSPA) 2013: Trade, Supply Chain Activities and Transport: Contemporary Logistics and Maritime Issues.
- Valverde, S. C. y de Guevara Radoselovics, J. F. (2009). *Estimating the intensity of price and non-price competition in banking*. Fundación BBVA.

Verhoeff, J. M. (1981). Seaport competition: some fundamental and political aspects.

Maritime Policy & Management, 8(1), 49-60.

Xiao, Y., Ng, A. K., Yang, H. y Fu, X. (2012). An analysis of the dynamics of ownership,

capacity investments and pricing structure of ports. *Transport Reviews* 32(5), 629-

652.

Anexo 1. Estadísticos descriptivos de las variables incluidas en el modelo

Variable	Descripción	Unidades	Media	Desviación Estándar	Min	Max
q	Cantidad de mercancía total movida por la autoridad	Toneladas	1,44E+07	1,47E+07	515442	7,72E+07
t_h	Ingreso medio por tonelada procedente de las tasas por buque y mercancía	Euros constantes 2001	1,41	0,74	0,27	3,99
t_{-h}	Media del ingreso medio por tonelada procedente de las tasas por buque y mercancía de las autoridades competidoras	Euros constantes 2001	1,40	0,51	0,64	2,99
s_h	Superficie de depósito	Metros cuadrados	849,199,3	958190,4	60395	4824550
s_{-h}	Superficie de depósito media de las autoridades competidoras	Metros cuadrados	852,641,5	716849,4	143046	4824550
C	Coste total	Euros constantes 2001	1,99E+07	1,56E+07	2768417	9,39E+07
w_1	Precio del trabajo	Euros constantes 2001	31278,69	5922,206	14166,57	57664,24
w_2	Precio del capital variable	Euros constantes 2001	5,87	2,24	1,38	16,46
w_3	Precio de los consumos intermedios	Euros constantes 2001	43,14	31,50	2,45	215,76
E_1	Gasto en trabajo	Euros constantes 2001	6,819,902	4731022	1449932	2,73E+07

Anexo 1 (cont.). Estadísticos descriptivos de las variables incluidas en el modelo

Variable	Descripción	Unidades	Media	Desviación Estándar	Min	Max
E_2	Gasto en capital variable	Euros constantes 2001	7,988,428	6529388	779807,3	3,62E+07
E_3	Gasto en consumos intermedios	Euros constantes 2001	5,054,906	4969310	353238.3	3,64E+07

Anexo 2. Estimación del sistema de costes cuadrático (1991-2012)

Variables	Coefficiente	Estadístico t
Constant	9 294 310***	8,5
w ₁	192,71***	32,01
w ₂	796 973,9***	15,04
w ₃	6,28***	13,93
q*	0,26***	3,27
w ₁ *w ₁	-0,002**	-2,53
w ₂ *w ₂	-4 013,05	-0,31
w ₃ *w ₃	-2,26E-07	-1,01
q*q	6,05E-10	0,09
w ₁ *w ₂	12,51***	5,35
w ₁ *w ₃	0,00003*	1,88
w ₂ *w ₃	0,45***	3,4
w ₁ *q	9,38E-06***	13,01
w ₂ *q	0,04***	7,3
w ₃ *q	4,65E-07***	8,43
τ	-60 704,28	-0,81
τ*τ	45 848,67	1,06
w ₁ *τ	-12,97***	-6,05
w ₂ *τ	-118 208***	-8,8
w ₃ *τ	-0,59***	-5,12
q*τ	0,03**	2,23
Variables ficticias	Incluidas	
Observaciones		441
R ²		0,84
R ² ajustado		0,82
S.E. de la regresión		2 857 432
R ² ecuación de gasto en trabajo		0,79
R ² ecuación de gasto en capital variable		0,46
R ² ecuación de gasto en consumos intermedios		0,40

Anexo 3. Costes marginales medios de las autoridades portuarias (1992-2012)

Autoridad portuaria	Coste marginal	Intervalo de confianza	
Algeciras	0.227**	0.183	0.272
Alicante	0.328	0.241	0.416
Almería	0.239**	0.195	0.283
Avilés	0.275**	0.218	0.333
Cádiz	0.246**	0.198	0.295
Barcelona	0.302***	0.259	0.346
Bilbao	0.386***	0.340	0.433
Cartagena	0.259**	0.213	0.305
Castellón	0.310**	0.250	0.370
El Ferrol	0.307*	0.232	0.383
Gijón	0.301**	0.247	0.355
Huelva	0.333**	0.255	0.411
A Coruña	0.234**	0.191	0.276
Málaga	0.248**	0.200	0.295
Pasajes	0.331**	0.270	0.393
Marín-Pontevedra	0.229*	0.175	0.282
Santander	0.338	0.245	0.431
Tarragona	0.267**	0.220	0.314
Valencia	0.326**	0.272	0.379
Vigo	0.243**	0.198	0.288
Vilagarcía	0.346*	0.270	0.421

Anexo 4. Estimación del sistema no lineal

Variables	Especificación 1		Especificación 2		Especificación 3	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
Ecuación de demanda						
Constant	17.77***	39.38	17.60***	25.45	17.05***	23.17
l _{th}	-1.03***	-17.57	-1.03***	-17.11	-1.02***	-16.98
l _{t-h}	0.32***	5.19	0.30***	4.19	0.32***	4.38
S _h	0.11***	3.59	0.12***	3.33	0.13***	3.55
S _{-h}	-0.18***	-5.23	-0.17***	-3.76	-0.15***	-3.16
τ			0.0018	-0.33	0.02*	1.68
τ*τ					-0.0013**	-2.11
Variables ficticias individuales	Incluidas		Incluidas		Incluidas	
Condición de primer orden						
Parámetro conjetural	0.15**	2.54	0.17**	2.00	0.21*	1.91
Multiplicador de Lagrange	0.50***	1426.34	0.50***	1426.45	0.50***	1438.30
Variables ficticias individuales	Incluidas		Incluidas		Incluidas	
Observaciones						420

Anexo 5. Estimación del sistema no lineal tras el análisis contrafactual

Variables	Especificación 1		Especificación 2		Especificación 3	
	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t	Coefficiente	Estadístico t
Ecuación de demanda						
Constant	16.21***	50.65	15.82***	43.73	15.53***	40.96
l _{th}	-0.96***	-16.61	-1.04***	-16.97	-1.02***	-16.85
l _{t-h}	0.38***	6.13	0.24***	3.45	0.27***	3.87
S _h	0.08***	2.58	0.14***	3.96	0.15***	4.10
S _{-h}	-0.02**	-2.16	-0.04***	-2.88	-0.04***	-2.88
τ			-0.01***	-3.58	0.02	1.40
τ*τ					0.00***	-2.77
Variables ficticias individuales	Incluidas		Incluidas		Incluidas	
Condición de primer orden						
Multiplicador de Lagrange	0.50***	1722.16	0.50***	1641.14	0.50***	1605.49
Variables ficticias individuales	Incluidas		Incluidas		Incluidas	
Observaciones						420

Anexo 6. Simulación numérica: efecto indirecto, indirecto y neto por autoridad de un aumento de la capacidad de 10.000 metros cuadrados (1992-2011)

Autoridad portuaria	Competencia en capacidades			Cooperación (análisis contrafactual)		
	Efecto directo	Efecto indirecto	Efecto neto	Efecto directo	Efecto indirecto	Efecto neto
Algeciras	41094.91	-22620.16	18474.75	29341.04	-20346.74	8994.30
Alicante	13716.73	-656.23	13060.50	9793.50	-590.28	9203.23
Almería	19071.98	-2567.98	16504.01	13617.06	-2309.89	11307.17
Avilés	16553.67	-1123.72	15429.96	11819.03	-1010.78	10808.25
Cádiz	3455.36	-1983.52	1471.84	2467.07	-1784.17	682.90
Barcelona	12815.14	-7979.81	4835.33	9149.78	-7177.81	1971.98
Bilbao	18268.75	-12351.02	5917.72	13043.56	-11109.70	1933.87
Cartagena	50585.42	-4401.47	46183.95	36117.09	-3959.11	32157.99
Castellón	27868.48	-2578.63	25289.85	19897.60	-2319.47	17578.13
Ferrol	30117.92	-8769.93	21347.99	21503.66	-7888.52	13615.14
Gijón	16841.67	-5432.75	11408.92	12024.65	-4886.74	7137.91
Huelva	59750.28	-5404.78	54345.50	42660.64	-4861.58	37799.07
Coruña	45394.09	-11522.59	33871.49	32410.57	-10364.53	22046.05
Málaga	27880.70	-1733.30	26147.41	19906.33	-1559.09	18347.23
Pasajes	10920.14	-1129.38	9790.76	7796.79	-1015.87	6780.91
Pontevedra	13528.03	-1260.60	12267.43	9658.78	-1133.91	8524.87
Santander	7319.50	-1486.44	5833.06	5226.00	-1337.05	3888.95
Tarragona	28534.82	-2704.19	25830.63	20373.36	-2432.41	17940.95
Valencia	14328.39	-26727.96	-12399.57	10230.22	-24041.69	-13811.48
Vigo	8338.74	-4446.94	3891.80	5953.71	-4000.00	1953.71
Villa	5714.02	-760.30	4953.72	4079.71	-683.89	3395.82

Capítulo 4

CONCLUSIONES

En el último capítulo de la presente tesis doctoral se recogen, en primer lugar, las principales conclusiones obtenidas en el curso de la investigación. En segundo lugar, se señalan nuevas líneas de investigación para seguir avanzando en el área de conocimiento que ha ocupado esta tesis.

Las líneas de investigación propuestas pretenden, por un lado, salvar algunas de las limitaciones de los modelos propuestos en este trabajo y, por otro, buscar nuevos modelos que permitan orientar a los agentes portuarios a alcanzar formas de gestión más óptimas y eficientes que las actuales.

1. Conclusiones

Esta tesis analiza y evalúa las estrategias más comúnmente utilizadas por los agentes portuarios a fin de adaptarse a las nuevas realidades del sector, cumplir sus objetivos y ganar competitividad frente a sus rivales. Además de analizar las estrategias, evaluamos

sus efectos sobre partidas tan importantes como son: los beneficios de los agentes, el bienestar de las regiones o la asignación más eficiente de los recursos. Para ello, la tesis se estructura en tres ensayos. A continuación se resumen las conclusiones de cada uno de estos ensayos.

En el primer capítulo analizamos los efectos de las estrategias de capacidad sobre la asignación de los recursos. Con este fin evaluamos la sobrecapacidad en el sistema portuario español, teniendo en cuenta los efectos de la incertidumbre en la demanda de los tráficos de mercancía y pasajeros sobre el proceso productivo de las autoridades portuarias. Al incluir la incertidumbre en el análisis estamos teniendo en cuenta que las autoridades mantienen cierto exceso de capacidad voluntariamente con el fin de poder hacer frente a la llegada de tráficos no previstos. Por lo tanto, cuando obtenemos en nuestro análisis las medidas de sobrecapacidad, el exceso que las autoridades mantienen para hacer frente a la incertidumbre ya ha sido descontado. Para medir la sobrecapacidad se ha estimado un sistema de ecuaciones de costes variables a corto plazo, donde incluimos aproximaciones de la incertidumbre como variables explicativas. Una vez el sistema de costes ha sido estimado, mediante la comparación del precio sombra de la capacidad portuaria con su precio de mercado obtenemos los índices de sobrecapacidad. A la hora de estimar el sistema de costes, se contrastan tres especificaciones distintas a fin de comprobar la robustez de los resultados. En la primera de estas especificaciones no se ha incluido la incertidumbre dando lugar a errores de especificación. En las otras dos, se incluye la incertidumbre y sus interacciones, resultado que únicamente la variabilidad del tráfico de pasajeros y sus interacciones presentaban coeficientes estadísticamente significativos. Este resultado demuestra la importancia de los pasajeros en los estudios portuarios.

Por otro lado, los resultados muestran que para un determinado nivel de producción, aquellas autoridades que hacen frente a mayor incertidumbre incurren en costes más altos y demandan mayor cantidad de factores productivos variables. Finalmente, se demuestra que la sobrecapacidad existe en el sistema portuario español y que determinantes de tipo tecnológico, estratégico, político o regulatorio como pueden ser la especialización en ciertos tráficos, la rentabilidad o el tamaño del hinterland afectan al exceso de capacidad de las autoridades portuarias.

En el segundo capítulo se revisan una serie de estudios que utilizan enfoques de la teoría de juegos para analizar la competencia portuaria y las estrategias detrás de las decisiones de gestión de los puertos. Los modelos presentados en este ensayo tienen importantes implicaciones políticas y de gestión, relevantes para gobiernos, administradores portuarios u operadores de terminales en relación a problemas tales como: las decisiones estratégicas sobre la propiedad del puerto, las inversiones de capacidad, las coaliciones, la fijación de precios...

Sin embargo, a pesar de que la teoría de juegos es una herramienta muy útil para entender la complejidad de la toma de decisiones estratégicas en un entorno competitivo, no está exenta de ciertas limitaciones.

Por un lado, el alto número de agentes portuarios que participan en las actividades portuarias complica la aplicación de la teoría de juegos al análisis de la industria portuaria. De esta forma, con el fin de simplificar la realidad para construir un modelo, estos modelos pueden no recoger la complejidad de todos los factores relacionados con este sector. En este sentido, sería útil contrastar empíricamente estos modelos teóricos. Esto proporcionaría una visión más amplia sobre el desempeño de estos agentes. Sin embargo, esto requiere la disponibilidad de una gran cantidad de información estadística procedente

de los agentes portuarios, públicos y privados, la cual en la actualidad no es de libre acceso en la mayoría de casos.

Por otro lado, debido a la aplicación de la teoría de juegos para el análisis de la economía portuaria es muy reciente, hay un gran marco para desarrollar modelos cada vez más sofisticados que permiten representar escenarios más realistas. Pero hasta la fecha no existe coherencia o consenso en como modelizar la competencia portuaria. En este sentido cada contribución a la literatura tiene una forma representativa de plantear el problema. Un claro ejemplo es el desarrollo de las funciones de demanda portuaria, que difiere de un estudio a otro, a pesar de ser determinante en los resultados del modelo. En esta línea, los resultados no son siempre consistentes entre los trabajos analizados ya sea por las técnicas utilizadas o por las diferencias existentes entre los distintos sistemas portuarios de los países. De modo que un debate más profundo sobre los supuestos más apropiados y una mayor atención a las singularidades institucionales de los puertos serían altamente deseable.

Por lo tanto, los resultados de estos modelos teóricos han de tomarse con precaución. En este sentido, todavía es necesario mucho más trabajo y discusión para lograr una metodología unificada que permita conectar los diferentes modelos y temas analizados.

En el tercer capítulo se mide el grado de competencia en capacidad de las autoridades portuarias (el nivel de interacción estratégica en la fijación de la capacidad portuaria). Asimismo, tratamos de determinar el efecto del aumento de la capacidad portuaria sobre la demanda de una autoridad portuaria, teniendo en cuenta el efecto de las respuestas de sus competidores a dicho aumento. Adicionalmente, mediante un *análisis contrafactual* se evalúa la estrategia de expansión de la capacidad cuando las autoridades en lugar de competir, deciden cooperar en la fijación de la capacidad.

Para ello, construimos un modelo dinámico de dos etapas a partir del enfoque propuesto por la Nueva Organización Industrial Empírica para medir la competencia. En la primera etapa, las autoridades portuarias españolas tratan de maximizar sus flujos de demanda de mercancías, presentes y futuros, mediante la fijación de la capacidad en un determinado periodo. En esta primera etapa, tenemos en cuenta la respuesta de las autoridades portuarias a los cambios en la capacidad de sus competidores. Estas reacciones son recogidas en un parámetro conjetural que representa nuestra medida de competencia en capacidad. En la segunda etapa, los transportistas deciden la cantidad de mercancía que pasa por cada puerto a fin de minimizar su coste generalizado del puerto, una vez que se observan las tasas portuarias y capacidades.

Los principales resultados muestran que los transportistas no sólo tienen en cuenta los costes monetarios de mover su mercancía, sino también los costes no monetarios, por ejemplo, el coste asociado a los retrasos y pérdidas de tiempo relacionados con la cogestión. Por otro lado, se demuestra que cambios en las tasas y capacidades de sus competidores afectan a la demanda de una determinada autoridad portuaria; y que aunque se produce competencia en capacidad, ésta no es demasiado intensa. Además, mediante el *análisis contrafactual*, se comprueba que el efecto neto de la expansión de la capacidad portuaria sobre la demanda se reduce cuando las autoridades portuarias situadas en la misma fachada cooperan en lugar de competir.

Hasta ahora, no existen estudios similares a éste en la literatura de economía de transporte. Este estudio es el primero que mide y evalúa de forma explícita la competencia en capacidad portuaria mediante una novedosa metodología. Otra ventaja de nuestro modelo es que trata de reflejar lo más posible el contexto legislativo portuario español. Además, este estudio presenta implicaciones importantes en términos de la política de transporte. En primer lugar, nuestro modelo permite obtener una primera

aproximación de los efectos de la inversión en infraestructura portuaria en la generación y la desviación del tráfico portuario, elementos clave en un análisis coste-beneficio (CBA). En segundo lugar, el *análisis contrafactual* permite evaluar los efectos de las alianzas y fusiones en el sistema portuario español, que fueron propuestas por parte del entonces Presidente de Puertos del Estado en 2011 (Lamet y Marcos, 2011), pero finalmente fueron rechazadas después de las elecciones generales de 2011. Sin embargo, hoy en día el debate continúa.

2. Futuras líneas de investigación

En el primer capítulo se demuestra la existencia de la sobrecapacidad y se evalúan algunos de sus determinantes. En este sentido sería interesante ampliar el periodo de este estudio para ver cuál ha sido el efecto de la crisis económica sobre el exceso de capacidad. Como hemos visto en esta tesis, a partir de 2008 se produce una caída de las inversiones debido a la reducción del gasto público en una etapa marcada por los recortes presupuestarios. En este sentido se espera que en este periodo los índices de sobrecapacidad se reduzcan.

En segundo lugar, aunque en este ensayo evaluamos el efecto de ciertos factores sobre el exceso de capacidad, como son la incertidumbre, la rentabilidad, la especialización... no ha sido posible incluir en nuestro modelo todos factores que la literatura portuaria identifica como causantes de la sobrecapacidad o sobreinversión (factores políticos, tecnológicos, de planificación o estratégicos). Por lo tanto, sería interesante evaluar el

efecto sobre las decisiones de inversión o sobre la capacidad de aquellos factores que no se han incluido en este estudio. Un ejemplo es el trabajo de Catillo-Manzano y Fageda (2014) en el que se analiza cómo afectan los factores políticos, entre otros, a las inversiones de las autoridades portuarias.

En tercer lugar, la literatura señala la atracción de nuevos tráficos, la reducción de costes asociados a la congestión, el desarrollo regional o el crecimiento económico como las principales razones que tienen los gobiernos para invertir en infraestructura portuaria. Por lo tanto, parece necesario determinar cuán tan efectiva es la inversión en capacidad portuaria para alcanzar estos objetivos. En esta línea, Coto-Millán et al. (2010) analizan el efecto de la inversión en infraestructura portuaria sobre la producción de la región en la que el puerto está localizado, determinando la importancia de la inversión portuaria en el desarrollo regional; Luo et al. (2012) demuestran teóricamente que los puertos congestionados tienen incentivos a incrementar su capacidad para reducir sus costes marginales; mientras que el capítulo 3 de esta tesis, tratamos de determinar el efecto de la expansión de la capacidad portuaria sobre la demanda.

Con respecto al segundo capítulo, dado que la aplicación de la teoría de juegos a la industria portuaria es relativamente reciente, las posibilidades para nuevas investigaciones son numerosas. A continuación se enumeran algunas de estas posibilidades.

En primer lugar, parece no existir consenso en cuanto a las formas funcionales de la congestión o su coste, por lo que sería interesante llevar a cabo un análisis de robustez para probar el efecto de funciones de congestión alternativas sobre las tarifas portuarias capacidades, beneficios... (Basso y Zhang, 2008; Xiao et al 2012). Lo mismo ocurre con las funciones de demanda portuaria, la cuales pueden ser determinantes sobre los resultados de los modelos. Por otra parte, la utilización de funciones de demanda no

lineales, con incertidumbre o asimétricas no es muy común, pero su uso podría dar lugar a nuevos modelos y resultados.

En segundo lugar, cuando se estudian los efectos de la propiedad o las decisiones sobre la misma (Xiao et al., 2012; Czerny et al., 2014; Matushima and Takauchi, 2014) no se tiene en cuenta la separación vertical de los servicios portuarios (Van Reeve, 2010). Una futura línea de investigación podría ser el análisis de los efectos de la propiedad del puerto sobre las estrategias de los agentes que operan en él, como por ejemplo las terminales portuarias. Además, este análisis da lugar a diferentes formas de modelizar la estructura del mercado de terminales. De esta forma se podrían evaluar las decisiones estratégicas de propiedad en presencia de competencia tanto inter como intra-portuaria.

En tercer lugar, la competencia entre cadenas logísticas es analizada en los artículos de De Borger et al. (2008), Zhang (2008) y Wan y Zhang (2013). Pero hasta nuestro conocimiento, no hay ningún trabajo que analice las decisiones estratégicas de los gobiernos con respecto a la capacidad de los puertos y los hinterland cuando un mismo hinterland es compartido por varias instalaciones portuarias que además tienen que competir por los mismos clientes. A partir de este modelo, se podría determinar bajo qué circunstancias la cooperación o fusión beneficiaría a estos puertos. Pudiéndose determinar los efectos de la cooperación sobre capacidad (del puerto y del hinterland), precios, beneficios y bienestar social.

Finalmente, Luo et al. (2012) y Anderson et al. (2013) a partir de simulaciones numéricas derivan las interacciones estratégicas existentes entre las decisiones de inversión en capacidad de dos puertos, para lo que, por un lado, consideran el nivel de inversión en capacidad exógeno, y por otro, imponen supuestos estrictos. Esto hace que en estos trabajos únicamente sea posible analizar la interdependencia estratégica de forma

discreta. En el tercer ensayo de esta tesis se mide esa interdependencia estratégica a través de parámetros conjeturales, pero no se determina una forma funcional para ella.

Por último, en el tercer capítulo de esta tesis se presenta una metodología novedosa en la literatura portuaria. Dado que la metodología es novedosa, cabe la posibilidad de nuevas aportaciones que permitan entender mejor el proceso de competencia portuaria bajo un enfoque de interacción estratégica.

En primer lugar, asumimos que la única variable de decisión de las autoridades es la capacidad. Sin embargo, aunque la fijación de las tasas está limitada por ley, las autoridades sí que tienen cierto margen para establecer la cuantía final de estas mediante coeficientes correctores específicos para cada autoridad. Por esta razón, podría resultar interesante evaluar si también existe competencia en precios.

En segundo lugar, sólo incluimos la maximización de los flujos de mercancía como objetivo de las autoridades dejando de lado a los pasajeros, incluir la maximización de los flujos de ambos tráficos completaría el estudio. La dificultad radica en que durante el periodo analizado hay algunas autoridades portuarias que no presentan movimientos de pasajeros, dado el método de estimación utilizado, esas observaciones y por lo tanto sus correspondientes grados de libertad se perderían.

En tercer lugar, limitamos la competencia inter-portuaria a aquellas autoridades localizadas en la misma fachada, lo que puede suponer imponer un supuesto un tanto restrictivo. En este sentido, un trabajo pendiente es probar la robustez del modelo utilizando diferentes formas de determinar espacialmente la competencia inter-portuaria.

En cuarto lugar, dada la escasa literatura existente sobre la competencia inter-portuaria en España, sería interesante analizar el grado de competencia existente entre las diferentes autoridades portuarias teniendo en cuenta factores como: la especialización de las

autoridades, que depende de la estructura económica del hinterland; la accesibilidad marítimas y las redes de transporte; el porcentaje de tráfico cautivos sobre el total; la distancia... Este análisis supondría una investigación en sí mismo que por un lado contribuiría a la literatura existente sobre la competencia portuaria española; y por otro, permitiría construir una matriz de pesos más sofisticada para calcular las variables asociadas a las tasas y capacidades de las autoridades competidoras.

En quinto lugar, la utilización de matrices de pesos espaciales endógenas (Kelejian and Piras, 2014; Qu y Lee, 2015) es una metodología muy reciente en el campo de la econometría espacial que podría aplicarse a nuestro modelo. El uso de matrices espaciales endógenas implica que será el propio modelo y los datos los que determinen las relaciones estratégicas entre las diferentes autoridades portuarias, no teniendo que imponerlas exógenamente.

En sexto lugar, en el modelo desarrollado en este tercer ensayo no tenemos en cuenta la estructura vertical de la industria portuaria; es decir, las relaciones entre los operadores privados de terminales y las autoridades portuarias. Concretamente, la presencia de los mismos operadores en diferentes autoridades portuarias o la existencia de poder de mercado en el sector de las terminales podrían alterar las condiciones de competencia y cooperación de las mismas.

Finalmente, otra de las tareas pendientes es sofisticar el *análisis contrafactual* para poder simular distintos escenarios de cooperación y fusiones. Por ejemplo, una alternativa interesante sería estudiar un tipo de cooperación o alianza en el que las autoridades fijen su capacidad portuaria con el objetivo de maximizar los flujos presentes y futuros del conjunto de autoridades que forman parte de esa alianza.

Es importante resaltar que estas líneas de investigación están sujetas a una mayor disponibilidad de información estadística por parte de las autoridades portuarias, operadores portuarios y entidades públicas.

Referencias bibliográficas

- Anderson, C. M., Park, Y. A., Chang, Y. T., Yang, C. H., Lee, T. W. y Luo, M. (2008). A game-theoretic analysis of competition among container port hubs: the case of Busan and Shanghai. *Maritime Policy & Management* 35(1), 5-26.
- Basso, L. J. y Zhang, A. (2008) Congestible facility rivalry in vertical structures. *Journal of Urban Economics* 61(2), 218-237.
- Basso, L. J., Wan, Y. y Zhang, A. (2013). Seaport competition and strategic investment in accessibility. 1º In *Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte* (No. 16).
- Castillo-Manzano, J. I. y Fageda, X. (2014). How are investments allocated in a publicly owned port system? Political factors versus economic criteria. *Regional Studies*, 48(7), 1279-1294.
- Coto-Millán, P., Pino, J. B. y Mateo-Mantecón, I. (2010). The Effect of Port Infrastructures on Regional Production. In *Essays on Port Economics*, pp. 201-234. Physica-Verlag HD.
- Czerny, A., Höffler, F. y Mun, S. I. (2014). Hub port competition and welfare effect of strategic privatization. *Economics of Transportation*, 3(3), 211-220.
- De Borger, B., Proost, S. y Van Dender, K. (2008). Private Port Pricing and Public Investment in Port and Hinterland Capacity. *Journal of Transport Economics and Policy*, 42(3), 527-561.

- Kelejian, H. H. y Piras, G. (2014). Estimation of spatial models with endogenous weighting matrices, and an application to a demand model for cigarettes. *Regional Science and Urban Economics*, 46, 140-149.
- Lamet, J. M. y Marcos, J. J. (27 de Mayo de 2011). Fomento contempla un futuro de sólo 11 autoridades portuarias en España. *Expansión*. Recuperado de <http://www.expansion.com/2011/05/27/empresas/auto-industria/1306531212.html>
- Luo, M., Liu, L. y Gao, F. (2012). Post-entry container port capacity expansion. *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(1), 120-138.
- Matsushima, N. y Takauchi, K. (2014). Port privatization in an international oligopoly. *Transportation Research Part B: Methodological*, 67, 382-397.
- Qu, X. y Lee, L. F. (2015). Estimating a spatial autoregressive model with an endogenous spatial weight matrix. *Journal of Econometrics*, 184(2), 209-232.
- Van Reeve, P. (2010). The effect of competition on economic rents in seaports. *Journal of Transport Economics and Policy*, 44(1), 79-92.
- Wan, Y. y Zhang, A. (2013). Urban road congestion and seaport competition. *Journal of Transport Economics and Policy*, 47(1), 55-70.
- Xiao, Y., Ng, A. K., Yang, H. y Fu, X. (2012). An analysis of the dynamics of ownership, capacity investments and pricing structure of ports. *Transport Reviews*, 32(5), 629-652.
- Zhang, A. (2008). The impact of hinterland access conditions on rivalry between ports. OECD Publishing (No. 2008/8).