



**GRADO EN ECONOMÍA
CURSO ACADÉMICO 2016-2017**

TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTIMACIÓN DE COSTES MARGINALES Y
ELASTICIDADES DE DEMANDA PARA UN ANÁLISIS DE
PRECIOS RAMSEY: UNA APLICACIÓN PARA LOS
PUERTOS ESPAÑOLES**

**ESTIMATION OF THE MARGINAL COSTS AND THE PRICE
ELASTICITIES OF DEMAND FOR AN ANALYSIS OF THE RAMSEY
PRICES: AN APPLICATION FOR SPANISH PORT INFRASTRUCTURE**

AUTORA: LUCÍA COBREROS VICENTE

DIRECTOR: RAMÓN NÚÑEZ SÁNCHEZ

Junio de 2017

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN.....	5
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL.....	7
2.1. RASGOS GENERALES DEL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL.....	7
2.2. RÉGIMEN ECONÓMICO DEL SISTEMA PORTUARIO.....	10
2.2.1. Ingresos del Sistema Portuario	
2.2.2. Costes del Sistema Portuario	
3. MARCO TEÓRICO: Aplicación de precios Ramsey para los puertos españoles.....	16
4. ESPECIFICACIÓN ECONÓMETRICA: FUNCIONES DE COSTES Y DE DEMANDA.....	18
4.1 FUNCIONES DE COSTES.....	18
4.1.1. Literatura de las funciones de costes para puertos	
4.1.2. Formas funcionales para la función de costes: la forma funcional translogarítmica	
4.2 FUNCIONES DE DEMANDA.....	21
4.2.1. Literatura de las funciones de demanda para puertos	
4.2.2. Forma funcional para las funciones de demanda	
5. DATOS.....	23
5.1. VARIABLES DE LA FUNCIÓN DE COSTES.....	23
5.2. VARIABLES DE LAS FUNCIONES DE DEMANDA.....	23
6. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES.....	25
6.1. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE COSTES.....	25
6.2. ESTIMACIÓN DE LAS FUNCIONES DE DEMANDA.....	27
6.3. COSTES MARGINALES Y ELASTICIDADES DE DEMANDA.....	28
6.4. ESTRUCTURA DE TASAS EXISTENTE VS. PREDICCIÓN DEL MODELO.....	31
7. CONCLUSIONES.....	35
8. BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXO (Anexo 1- 6)	41

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

CUADROS

Cuadro 2.1.: Funcionamiento del sistema portuario español.....	8
Cuadro 2.2.: Definición de las tasas portuarias.....	11
Cuadro 3.1.: Revisión de la literatura de precios Ramsey.....	15

GRÁFICOS

Gráfico 2.1.: Mercancías por autoridad portuaria (Promedio 1993-2014).....	9
Gráfico 2.2.: Mapa de las AAPP (tráfico de mercancías 1993-2014).....	9
Gráfico 2.3.: Participación de las tasas en los ingresos totales de las AAPP (1993-2014).....	12
Gráfico 2.4.: Participación de los costes de las AAPP en los costes totales (1993-2014).....	12
Gráfico 6.1.: Cociente de los <i>markups</i> y las superelasticidades	33

TABLAS

Tabla 5.1.: Estadísticos principales de las variables de costes y demanda.....	24
Tabla 6.1.: Estimaciones de la función de costes.....	26
Tabla 6.2.: Estimaciones de las funciones de demanda.....	28
Tabla 6.3.: Costes marginales, tasas y <i>markups</i>	29
Tabla 6.4.: Elasticidades de demanda.....	30
Tabla 6.5.: Cocientes de los <i>markups</i> y las superelasticidades.....	32
Tabla 6.6.: Relación entre el cociente de superelasticidades y <i>markups</i>	34

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es analizar el sistema de precios seguido por las Autoridades Portuarias españolas durante el periodo 1993-2014, centrando la atención en si, durante dicho periodo, se ha estado siguiendo un sistema de tarificación basado en el segundo óptimo. En primer lugar, se realiza una descripción del sistema portuario español para entender cómo se financian las Autoridades Portuarias concluyendo que, pese a la libertad tarifaria que se ha perseguido durante las últimas reformas, finalmente la política de precios recae sobre el Ministerio de Fomento. Las rigideces existentes a la hora de que las autoridades fijen sus propias tasas han llevado a las AAPP a competir en capacidad en las últimas décadas, lo cual ha provocado problemas de sobrecapacidad en muchos puertos españoles.

En cuanto al régimen económico, las AAPP deben responder al principio de autosuficiencia económica y autonomía de la gestión económica financiera. Los ingresos más importantes son recibidos mediante tasas, siendo las tasas de utilización, en concreto las de buque y mercancía, las más relevantes en términos recaudatorios.

En aras de realizar un análisis empírico de la estructura de fijación de precios, se llevan a cabo estimaciones de las funciones de costes y de demanda. Para la función de costes se asume una forma funcional flexible, en concreto translogarítmica, que permitirá el cálculo de los costes marginales y, consecuentemente, de los *markups* de las distintas autoridades. Para el caso de las funciones de demanda, se estiman, mediante una forma semilogarítmica, la función de demanda de mercancías y de buques, permitiendo así la obtención de las elasticidades precio de demanda y las elasticidades cruzadas.

Los resultados de las estimaciones muestran que, durante el periodo estudiado, no se ha seguido una estructura de precios Ramsey, de forma que no se ha estado maximizando el bienestar total condicionado a que los beneficios económicos fuesen nulos. Además, existe una gran heterogeneidad en las tasas de las Autoridades Portuarias, y dada la complementariedad existente entre las mercancías y los buques, hay autoridades que ni siquiera cubren los costes marginales. Por todo esto, una nueva regulación donde las Autoridades Portuarias tuviesen más libertad en la fijación de tasas podría llevar a un incremento del bienestar social.

Palabras clave: Tasas portuarias, costes marginales, elasticidades de demanda, función translogarítmica, segundo óptimo, precios Ramsey.

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyse the price-setting structure for the Spanish port authorities during the period 1993-2014, whilst trying to find out whether a second-best pricing system has existed during this period. First of all, a description of the Spanish port system is carried out in order to understand how port authorities are financing themselves concluding that, although there exist efforts to liberalise the fee system, it finally goes back to the “Ministerio de Fomento”. The existing rigidity when authorities try to fix their own taxes, have made them compete in capacity in recent decades, causing overcapacity problems in many Spanish ports.

According to the economic system, port authorities must respond to the self-financing principle. The most important revenue is received by means of taxes, and it is the vessels and cargo taxes that are the most relevant in terms of tax collection.

With the objective to carry out an empirical analysis of the price-setting structure, estimations of the cost and demand functions are made. For the cost function, a flexible functional form is assumed, specifically the translog, allowing us to calculate the marginal costs and as a result, the mark-ups for the different authorities. Regarding the demand functions, the demand functions for cargo and vessels are estimated, using a semi-logarithm form, which let us obtain the price elasticities of demand as well as the cross elasticities.

The estimation results show that, during the period studied, ports have not followed a Ramsey price structure and consequently, port fees do not maximize social surplus subjected to the restriction that port authorities do not have economic profits. There is a huge heterogeneity among port authorities and due to the complementary character that exists between vessels and cargo, some authorities do not even cover marginal costs. All this makes it evident that there is room for improvement in terms of port fee regulation. Were port authorities to have more freedom when fixing the fees, an increase of the social welfare could take place.

Key words: Port taxes, marginal costs, elasticities of demand, translogarithmic function, second best, Ramsey prices.

1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

El 74% de las importaciones y 58% de las exportaciones de mercancías en España se comercian por vía marítima (Puertos del Estado 2015). Además, se estima que la actividad económica del sistema portuario supone en torno al 20% del PIB del sector transporte, representando un 1,1% del PIB español (Souto 2015). De este modo, resulta evidente que la actividad desarrollada por los Puertos del Estado constituye un rol fundamental para el desarrollo del comercio y la competitividad del país.

Por ello, y especialmente en el actual contexto de globalización, se hace inminente la necesidad de una política portuaria en la que se aúnen intereses públicos y privados con el fin de promover puertos eficientes y competitivos bien posicionados en el mercado internacional.

Los diversos cambios regulatorios aplicados en el sector, especialmente desde la reforma de 1992 en la cual se implanta el actual modelo de gestión *Landlord*, han ido dirigidos a mejorar la competitividad de los puertos españoles.

El régimen económico del sistema portuario español se basa en el principio de autosuficiencia económica y autonomía económico-financiera, de modo que los ingresos recibidos por las AAPP deben de ser suficientes para el desarrollo y mantenimiento de los puertos y, además, deben obtener al menos un 2,5% de rentabilidad. Las tasas que reciben las AAPP son un elemento clave de sus recursos económicos, además de tener gran importancia a la hora de que las compañías navieras elijan entre un puerto u otro.

En las últimas reformas, se ha tratado de aumentar la liberalización del sector, aplicando, entre otras, medidas destinadas a obtener una mayor libertad tarifaria para las Autoridades Portuarias. Sin embargo, finalmente la política de precios continúa recayendo sobre el Ministerio de Fomento.

Gran parte de las discusiones teóricas sobre la regla de precios óptimos para el caso de los puertos, así como de otros sectores estratégicos, se basa en el conocido como primer óptimo, que maximiza el bienestar total fijando precios iguales a los costes marginales. Sin embargo, dado que los puertos son unidades productivas con considerables economías de escala, esta regla de precios puede resultar en pérdidas para las AAPP.

En aras de solucionar este problema, la teoría económica sugiere, entre otras propuestas, la implantación del segundo óptimo basado en la regla de Ramsey. La literatura de precios Ramsey para los puertos es prácticamente inexistente, si bien es cierto que Núñez-Sánchez (2013) realizó, de forma pionera, un análisis de la estructura tarifaria de las Autoridades Portuarias durante el periodo 1986-2015, comparando dichos resultados con los posibles obtenidos aplicando un mecanismo basado en precios Ramsey. Además, existen diversos casos de estudio para industrias de red como son el transporte ferroviario, transporte aéreo, agua o servicios postales.

Ramsey (1927) consideró este método de fijación de precios el más adecuado para dar al gobierno el mayor ingreso reduciendo el excedente del consumidor lo menos posible. Sin embargo, como cualquier regla de precios que difiera del primer óptimo, supone una pérdida de peso muerto, en este caso para los amarradores y consignatarios, que tendrán que pagar tasas mayores.

En este trabajo, se pretende analizar el sistema de tasas para las Autoridades Portuarias españolas durante el periodo 1993-2014, utilizando como referencia el trabajo realizado por Núñez-Sánchez (2013). En aras de realizar dicho estudio y comprobar si se ha seguido una estrategia de precios Ramsey, se presta especial atención a las estimaciones de las funciones de costes, que permitirán el cálculo de los costes

marginales por autoridad, así como las funciones de demanda, con las que se calculará la elasticidad de éstas en relación a las tasas portuarias.

Para ello, se consideran únicamente las tasas de mercancía y buque, dado que tienen especial relevancia en el total de las tasas recibidas por las Autoridades Portuarias. En cuanto a los costes, serán estimados mediante formas funcionales flexibles. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que únicamente se considerarán costes monetarios, que dependerán del precio de los factores utilizados y de la mercancía y buques, omitiendo costes importantes como podrían ser el coste de oportunidad de mercancías y buques medido por el tiempo de espera en el puerto (Meersman y Voorde 2003).

El trabajo se estructura del siguiente modo. En el apartado dos, se describen los rasgos generales del sistema portuario español, haciendo especial hincapié en las reformas llevadas a cabo que han tratado de liberalizar el sector y en el régimen económico del sistema portuario, donde se describen las principales tasas estudiadas. El apartado tres, es una descripción del modelo teórico de precios Ramsey. El apartado cuatro, contiene las especificaciones econométricas de las funciones de costes y demanda, y posteriormente, en el apartado cinco, se definen las variables a utilizar. En el apartado seis, se presentan los resultados de las estimaciones de las funciones de costes y demanda, prestando especial atención a los costes marginales y las elasticidades de demanda que permitirán comparar la estructura de precios existente con las predicciones del modelo de precios Ramsey. Para finalizar, en el apartado siete, se describen las principales conclusiones obtenidas del análisis realizado.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL

2.1. RASGOS GENERALES DEL SISTEMA PORTUARIO ESPAÑOL

El sistema portuario español está formado por cuarenta y seis puertos de interés general, los cuales son gestionados por veintiocho Autoridades Portuarias (AAPP). Dichas autoridades son coordinadas y controladas por la entidad pública Puertos del Estado, dependiente del Ministerio de Fomento. El Organismo Público Puertos del Estado se encarga de llevar a cabo la política portuaria del Gobierno.

Para una mejor comprensión del funcionamiento del sistema portuario español, resulta conveniente analizar las principales funciones de los órganos competentes. Como ya se ha mencionado, el sistema portuario español se asienta en el organismo público Puertos del Estado, cuyas competencias principales son las siguientes: (Jiménez y Llatas 2015)

1. Ejecución de la política portuaria del Gobierno, coordinación y control del sistema portuario.
2. Órgano intermedio: coordinación de los órganos de la Administración general del Estado en lo referido a competencias portuarias.
3. Planificación y coordinación del sistema de señalización marítima.

Entre sus funciones, resulta de especial interés la aprobación de la programación financiera y de inversiones de las AAPP y su papel como gestor en lo referente a la ejecución y auditoría de las acciones de las Autoridades (González Laxe 2012a).

Por su parte, las Autoridades Portuarias, son entidades con personalidad jurídica propia y capacidad de ejercitar autónomamente su estrategia empresarial. Sus competencias principales son: (Jiménez y Llatas 2015)

1. Prestación, gestión y control de servicios generales.
2. Ordenación de las zonas de servicios del puerto y de los usos portuarios.
3. Planificación, construcción y explotación de las obras y servicios del puerto.
4. Optimización de la gestión económica y rentabilización de los recursos.
5. Coordinación de las operaciones de diferentes modos de transporte dentro del espacio portuario.

En el ámbito de interés, las principales funciones de las AAPP son la libre aprobación de las tarifas por los servicios que prestan, así como otorgar licencias de prestación de servicios portuarios a empresas privadas.

La legislación portuaria española y sus diversas actualizaciones han hecho que esta industria se adapte a las condiciones internacionales cambiantes, aportando al sistema portuario los instrumentos necesarios para mejorar su competitividad en un marco global. A fin de comprender el actual funcionamiento del sistema portuario español, así como el papel que desempeñan las AAPP, resulta necesario conocer algunos de los cambios que se han llevado a cabo en la gestión portuaria durante las últimas décadas.

Hasta los años 90, el modelo de gestión que predominaba en el escenario español era el conocido como *Service Port*, caracterizado por la elevada participación del sector público, tanto en la prestación de servicios portuarios, como en la construcción de la infraestructura. La tendencia descentralizadora en numerosos países que tuvo lugar a finales de los 80, se trasladó también a España, con la finalidad de otorgar a los puertos una mayor autonomía.

La reforma de 1992, supuso la creación de las Autoridades Portuarias, así como del ente público Puertos del Estado. Además, inició la transición del anterior sistema de

gestión *Service Port* al actual modelo *Landlord*, en el cual el sector público es propietario de la infraestructura, que alquila mediante concesiones a agentes privados. Por lo tanto, los servicios los prestan empresas privadas, mientras que la Autoridad Portuaria planifica, provisiona y gestiona las infraestructuras, además de encargarse de la regulación técnica y económica (Cabrera et al. 2015).

Las posteriores reformas que tuvieron lugar en 1997, 2003 y 2010, trataron de agudizar el proceso de liberalización, con el fin de dotar a los puertos de un ambiente más competitivo. La Ley de 1997 proporciona mayor participación a las Comunidades Autónomas en términos de gestión portuaria. La Ley 48/2003, consigue avances en el ámbito liberalizador, al reducirse algunas de las funciones de las AAPP. Su participación se limita a regular y proveer la infraestructura, y solo subsidiariamente prestan servicios (Hontañón et al 2015). Otro aspecto importante de esta reforma es que se aprueba la homogenización de las tarifas en todos los puertos españoles, de modo que se reduce la competencia interportuaria (Castillo-Manzano y López-Valpuesta 2008).

Tras este proceso de evolución de la normativa, actualmente la gestión portuaria se regula sobre el Real Decreto Legislativo 2/2011, mediante el cual se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante (TRLPEMM).

La Ley 33/2010, trata de reducir los costes portuarios y logísticos, así como incentivar la competencia. Hace hincapié en el planteamiento de puerto como plataforma logística para el comercio internacional, es decir, apuesta por una mayor integración de los puertos en el sistema de transporte. Además, dota a las AAPP de la libertad para adaptarse a cada área territorial en lo que se refiere a la oferta de servicios. En lo que concierne a este estudio, cabe destacar una mayor libertad tarifaria, ya que se concede a las AAPP la autoridad de proponer valores propios de las tasas del buque, pasaje y mercancías para adaptarse a la realidad económica de cada momento. Por otro lado, tendrán la potestad de sugerir bonificaciones más elevadas sobre los tráficos de interés estratégicos, a fin de mejorar la competitividad de los puertos (González Laxe 2012b). Posteriormente, han tenido lugar diversas modificaciones con el fin aumentar el crecimiento, la eficiencia y la competitividad.

A modo de resumen, el modelo español se basa en un esquema en el cual la propiedad pública de la infraestructura portuaria es combinada con la propiedad privada (Rodríguez-Álvarez y Tovar de la Fe 2009). La agencia gestora es Puertos del Estado, que depende del Ministerio de Fomento, y la tierra es propiedad del Gobierno de España, pero es cedida a las Autoridades Portuarias que actúan como *landowner*, al conceder cesiones de terreno a empresas privadas. Por otro lado, las competencias de regulación son llevadas a cabo por la Comisión Nacional de Mercados y la Competencia. Este modelo público/privado, es de aplicación en todos los puertos españoles (Jiménez y Llatas 2015). Dicho esquema aparece ilustrado en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1.: Funcionamiento del sistema portuario español

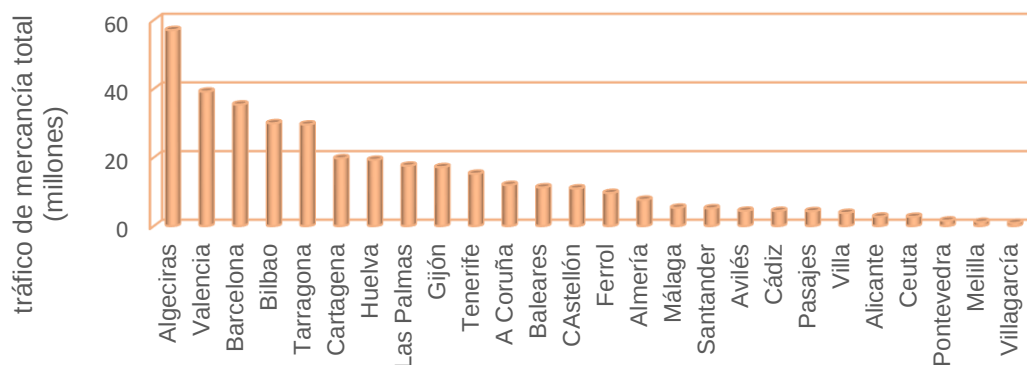
AGENCIA GESTORA PORTUARIA	LANDOWNER	OPERADORES
Ministerio de Fomento Puertos del Estado	AUTORIDADES PORTUARIAS (AAPP)	Empresas privadas
Ejecución de la política portuaria nacional. Coordinación del sistema	Provisión, planificación, gestión de infraestructu. Regulación de servicios portuarios	Operaciones de estiba y desestiba, prestación de servicios etc. Noatum, Ership, Bergé...

Fuente: Elaboración propia a partir de Jiménez y Llatas (2015).

En cuanto a la tipología de los puertos españoles, existen diversas formas de clasificación. Resulta interesante un análisis en función del volumen de tráfico y de la especialización de los mismos.

Cabe destacar que, de las 28 AAPP que forman el sistema portuario español, 10 de ellas mueven el 80% del total de mercancías, siendo el porcentaje similar al tratarse de tráfico de contenedores. Concretamente, los puertos de Bahía de Algeciras, Valencia y Barcelona aglutinan la mayor parte del tráfico. El gráfico 2.1, muestra la cantidad de mercancías media movidas por cada autoridad portuaria en media durante el periodo 1993-2014.

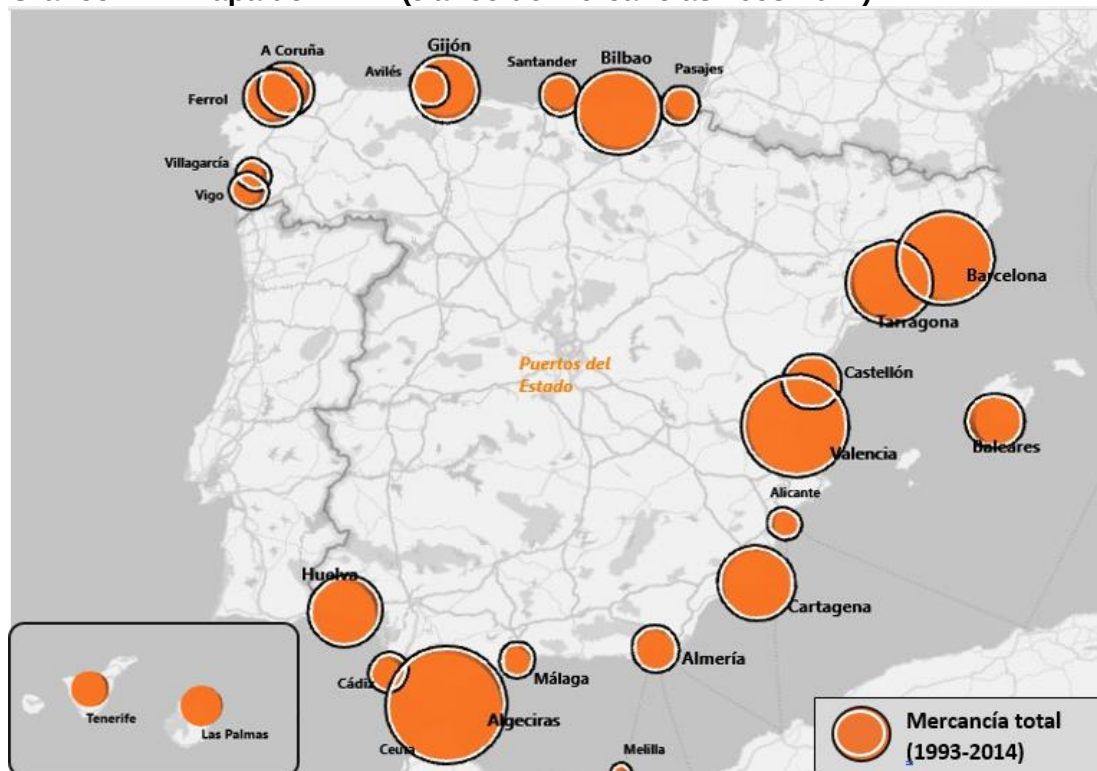
Gráfico 2.1.: Mercancías por Autoridad Portuaria (promedio 1993-2014)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos económicos de Puertos del Estado

El posterior mapa, puede resultar ilustrativo para ver la distribución de las AAPP así como su importancia a nivel nacional. Cabe mencionar que, atendiendo a la distribución geográfica de los puertos, comúnmente se distinguen cuatro fachadas: la Cornisa Cantábrica, Galicia, Sur-meridional y Canarias (González Laxe 2012b).

Gráfico 2.2.: Mapa de AAPP (tráfico de mercancías 1993-2014)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos económicos de Puertos del Estado

2.2 RÉGIMEN ECONÓMICO DEL SISTEMA PORTUARIO

La Ley 33/2010, ahonda en la idea de que el régimen económico del sistema portuario español debe responder al principio de autosuficiencia económica y autonomía de gestión económico-financiera del sistema en su conjunto y de las Autoridades Portuarias, de forma que se garantice la sostenibilidad del sistema y los ingresos sean suficientes para el desarrollo y mantenimiento de los puertos. Dicho principio de autosuficiencia implica que, los ingresos recibidos por las actividades portuarias del sistema en conjunto y de cada una de las AAPP, percibidos principalmente mediante tasas, deben cubrir al menos los gastos de explotación y financieros, las cargas fiscales, la depreciación de los bienes e instalaciones, sus obligaciones financieras y, además, deben permitir obtener un rendimiento razonable para poder realizar futuras inversiones (Beltrán 2014).

Por lo tanto, la ley vincula el principio de autosuficiencia financiera con el de rentabilidad. Puertos del Estado acuerda con cada AAPP la rentabilidad anual de cada una de ellas, atendiendo a diferentes condicionantes de cada autoridad en cuestión. El objetivo anual de rentabilidad del sistema portuario que deben cumplir las AAPP se ha fijado por ley en un 2.5 % (Perez del Val Sheriff 2013).

2.2.1. Ingresos del Sistema Portuario

En cuanto a los recursos económicos, es importante distinguir entre los recursos del Puertos del Estado y de las Autoridades Portuarias, aunque de forma general, parte de sus ingresos corresponden a (BOE 2011):

- a) Los productos y rentas de su patrimonio y los ingresos derivados de la venta de sus activos.
- b) Los ingresos obtenidos por el ejercicio de sus actividades (esencialmente tasas en el caso de las AAPP).
- c) Las aportaciones que reciben del Fondo de Compensación Interportuario. Trata de mejorar la igualdad competitiva de los puertos, nutriéndose de aportaciones realizadas por las AAPP.
- d) Ayudas y subvenciones.
- e) Recursos procedentes de créditos, préstamos, etc.
- f) Donaciones legales y otras aportaciones de particulares.
- g) Régimen sancionador.

En lo que se refiere a los recursos de Puertos del Estado, además de lo anteriormente mencionado, reciben el 4 por 100 de las tasas portuarias gestionadas por las Autoridades Portuarias. En cuanto a las AAPP, sus ingresos más relevantes corresponden a las tasas portuarias, que aproximadamente representan un 96% de sus ingresos (Jiménez y Llatas 2015).

En aras de garantizar el principio de autosuficiencia anteriormente mencionado, así como la competitividad de los puertos y la eficiencia del sistema portuario, la financiación del sistema se realiza mediante tasas y tarifas que los particulares que prestan servicios en el puerto aportan (García López y Pardo Rodríguez 2012).

Resulta relevante realizar la distinción entre las tasas y tarifas portuarias. Las tarifas no dejan de ser precios privados que las AAPP perciben por la prestación de servicios comerciales en régimen de concurrencia con empresas privadas. En este caso, se rigen por el principio de libertad tarifaria, no pudiendo ser menores que el coste del servicio que se presta, y es cada Autoridad Portuaria la responsable de fijar un límite. En cuanto a las tasas, la regla de cuantificación se rige por el principio de cobertura de costes o lo que se conoce como principio de equivalencia (Hidalgo 2012). Las empresas que desean establecerse en el suelo portuario, es decir, cualquier empresa que se

aproveche del dominio público portuario o preste del servicio de señalización marítima, debe pagar a la administración las tasas correspondientes, y la administración debe cubrir, con estos ingresos, sus gastos corrientes y de capital. Las tasas se perciben principalmente en concepto de utilización privativa o aprovechamiento especial del dominio público portuario y prestación de servicios no comerciales por las AAPP. En el cuadro 2.2 se ofrece una breve descripción de las mismas.

Cuadro 2.2.: Definición de las tasas portuarias

TASAS		DESCRIPCIÓN
Tasa de ocupación		Ocupación privativa del dominio público portuario (ocupación de terrenos, agua).
Tasa de actividad		Ejercicio de actividades comerciales, industriales y de servicios.
Tasas de utilización (Utilización de las instalaciones portuarias)	Tasa de Buque (T-1)	Utilización por parte de los buques de las aguas de la zona de servicio del puerto y de las obras e instalaciones portuarias
	Tasa del pasaje (T-2)	Por los pasajeros y vehículos en régimen de pasaje
	Tasa de la mercancía (T-3)	Uso por las mercancías que se embarquen, desembarquen o transborden en las instalaciones
	Tasa de la pesca fresca (T-4)	
	Tasa de embarcaciones recreativas y de recreo (T-5)	Embarcaciones que no realicen transporte de mercancías y que los pasajeros no viajen en régimen de crucero
	Tasa por utilización especial de la zona de tránsito (T-6)	
Tasas de ayuda a la navegación		Prestación del servicio de señalización marítima.

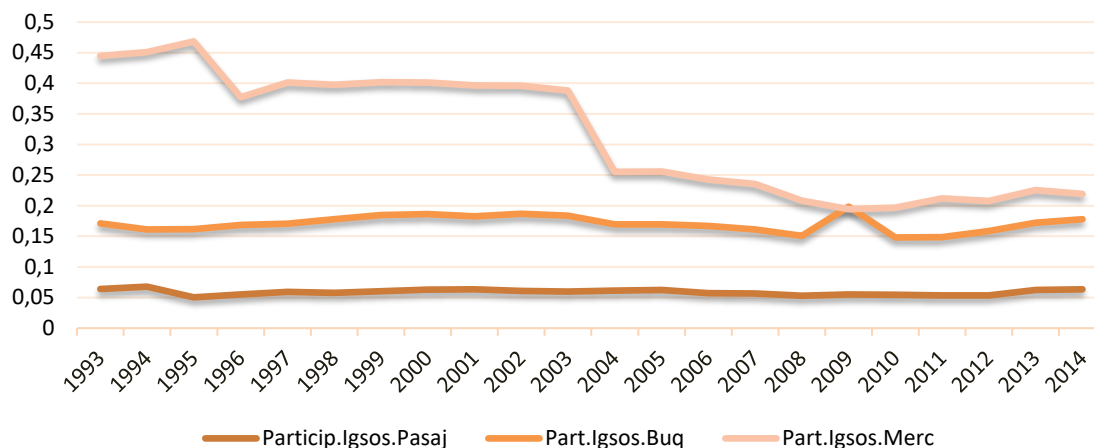
Fuente: Elaboración propia a partir de Lopez Quiroga y Fernández-Quirós (2012)

Trujillo y Nombela (2000) destacan la importancia que tienen las tasas portuarias a la hora de que las compañías navieras elijan entre un puerto u otro, si bien es cierto, que podría resultar insignificante en comparación con el coste total que deben afrontar los usuarios de los puertos. Las tasas portuarias representan entre un 5 y un 15 por ciento del coste total, siendo las asociadas a la manipulación de la carga las más relevantes (Núñez-Sánchez 2013a).

En este trabajo, se centra la atención en el análisis de las tasas de buque y mercancía, dado que son las más importantes en términos de recaudación de las Autoridades Portuarias. Para el periodo 1993-2014, los ingresos por tasas de buque han supuesto un 18% de los ingresos totales de las AAPP, y las de mercancía un 32%. En el gráfico

2.3 se muestra la evolución de la participación de las tasas de mercancía, buques y pasajeros del promedio de las AAPP para dicho periodo.

Gráfico 2.3.: Participación de las tasas en los ingresos totales de las AAPP (1993-2014)



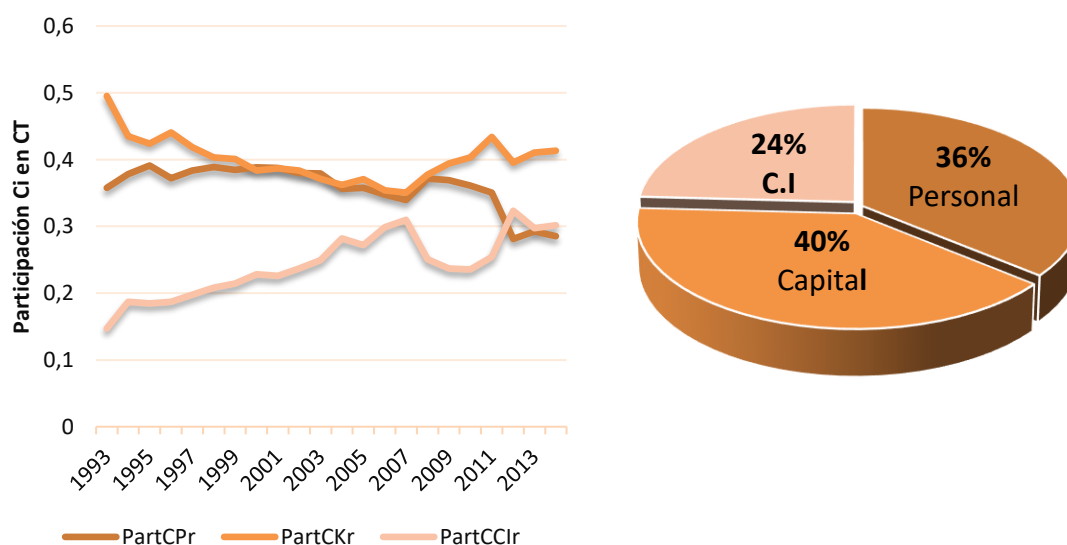
Fuente: Elaboración propia a partir de datos económicos de Puertos del Estado

Dada la importancia que dichas tasas tendrán en el presente trabajo, en el Anexo 1, se describen más exhaustivamente.

2.2.1. Costes del sistema portuario

En cuanto a los costes de las Autoridades Portuarias, en el presente trabajo se dividirán los mismos en costes de personal, costes de capital y costes de consumos intermedios. En el gráfico 2.4 se muestra la participación de los mismos en los costes totales de las AAPP en media para el periodo 1993-2014 y su evolución en el tiempo.

Gráfico 2.4. Participación de los costes de las AAPP en los CT (1993-2014)



Fuente: Elaboración propia a partir de Puertos del Estado

Por último, cabe destacar que, a pesar de que desde la Ley 27/1992 se ha tratado de liberalizar el sistema portuario español, la realidad es que la política de precios de los puertos españoles recae finalmente sobre el Ministerio de Fomento (Núñez-Sánchez 2013a). Como se ha mencionado con anterioridad, los precios son tasas, es decir, son precios públicos que se publican en el Boletín Oficial del Estado. El Ministerio de Fomento aprueba en cada ejercicio económico la estructura tarifaria y establece los límites en los cuáles deben fijar los precios las AAPP, dotando a las mismas de libertad para fijar las tasas en función de sus resultados económicos, siempre atendiendo a los principios anteriormente mencionados. Aunque con la Ley 33/2010 se ha apostado por una mayor libertad para que las AAPP fijen las tasas portuarias, dado que los límites son comunes para todas, resulta imposible ejercer la libre competencia en precios (Martín 2002).

Como consecuencia de esta falta de flexibilidad vía tasas, la competencia de los puertos se ha dado vía capacidad, llevando en muchos casos a inversiones excesivas. Además, a nivel internacional, los puertos cada vez resultan menos atractivos para los operadores, y esto tiene que ver precisamente con el alto coste de los servicios y las tasas portuarias, que, en los últimos años de crisis, han tendido a mostrar una escasa flexibilidad (Jiménez y Llatas 2015).

3. MARCO TEÓRICO: APLICACIÓN DE PRECIOS RAMSEY PARA LOS PUERTOS ESPAÑOLES

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, las tasas o ingresos más importantes de las Autoridades Portuarias son las tasas de mercancía y de buque. Además, ya se ha destacado que el sistema tarifario de los puertos españoles recae finalmente sobre el Ministerio de Fomento, lo cual resulta en una falta de flexibilidad que resta competitividad a los puertos. Esto, en los últimos años, ha llevado a los puertos a competir en capacidad y no en precios para liderar el sector, lo cual ha provocado una sobrecapacidad en muchos puertos españoles, llevando a rentabilidades incluso negativas de los mismos.

Por ello, el posterior análisis se centrará en el estudio de un sistema alternativo de fijación de precios para el sistema portuario español, teniendo en cuenta principalmente las tasas de mercancía y buque.

Con base en la teoría económica y de la regulación de precios, se asume que el precio eficiente o primer óptimo es aquel en el que el coste marginal se iguala al precio, ya que es la situación en la que se maximiza el bienestar total. Sin embargo, si asumimos que los puertos son unidades productivas con considerables economías de escala, fijar tasas iguales al coste marginal puede resultar en pérdidas para las AAPP (Núñez-Sánchez 2013a). Cuando no es rentable subsidiar estas pérdidas, los precios o tasas deben aumentar hasta que el beneficio económico se iguale a cero, lo cual se considera el “segundo óptimo”, que aquí vamos a tratar. Si existiese un único bien, es decir, si por ejemplo las AAPP solamente cobrasen la tasa de pasaje, resulta obvio que esta tasa tendría que ser igual al coste medio para que el beneficio económico fuese cero, que no el contable. Sin embargo, la realidad es más compleja, y ante lo que podemos considerar un caso multiproducto, hay diferentes combinaciones de precios que pueden llegar a que el beneficio total sea cero. Ramsey (1927), fue el primer autor que propuso un método de fijación de tasas que diese al gobierno el mayor ingreso disminuyendo el excedente del consumidor lo menos posible (Train 1991).

En este trabajo, se propone un modelo de tasas común para todas las Autoridades Portuarias utilizando precios Ramsey, de forma que se maximice el excedente total con la condición de que las AAPP no tengan beneficios ni pérdidas. Dicho análisis se basa en el estudio de Núñez-Sánchez (2013), que analiza los costes marginales y las elasticidades de demanda de las Autoridades españolas durante el periodo 1986-2005, utilizando la ecuación de precios Ramsey para estudiar si se está siguiendo una estrategia de precios basada en el segundo óptimo.

Pese a que no se han encontrado más trabajos que analicen la posibilidad de aplicar precios Ramsey para el caso portuario, existen diversos estudios en otras industrias de red, como son los aeropuertos, compañías eléctricas, servicios postales, de agua, ferrocarril etc. algunos de los cuales se muestran en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1.: Revisión de la literatura de Precios Ramsey

Autor	Actividad	Objetivo	Resultados
Morrison 1982	Aeropuertos con exceso de capacidad	Comparar sistema de tarifas del momento, en el que el que se cobraban tasas de aterrizaje dependiendo del peso de los aviones para cubrir las pérdidas que supone el <i>first best</i> con un modelo de precios Ramsey.	El sistema de tarifas basado en precios Ramsey resultaría más eficiente, al tener en cuenta no sólo el tamaño de los aviones, sino la distancia que recorren.
Matsukawa et al. 1993	Compañías eléctricas en Japon	Empleo de formas funcionales (translog) para estimar funciones de costes y funciones de demanda en aras de calcular la regla de precios Ramsey para la regulación tarifaria de las eléctricas.	La tarificación del momento se acercaba más el primer óptimo. La aplicación de precios Ramsey requeriría un aumento del precio de la electricidad residencial y una disminución del precio de la electricidad industrial.
Kim 1995	Servicios de agua en Estados Unidos	Comparación de las tarifas actuales, el primer óptimo y una metodología de precios Ramsey. Estimación de los costes marginales mediante una función translog y elasticidades de demanda.	La estructura de precios que existía en el momento era muy similar a la estructura de precios Ramsey.
Cuthbertson y Dobbs 1996	Servicio postal en Reino Unido	Utilizar una metodología con información mínima sobre costes para solventar problemas de información asimétrica de precios Ramsey. Reformulación del problema, maximizando el bienestar total, pero incluyendo beneficios a largo plazo.	Concluyen la eficiencia del sistema de precios Ramsey respecto al sistema de precios postal del momento.
Jørgensen et al. 2004	Transbordadores (Noruega)	Desarrollo de un modelo de costes a largo plazo para los operadores. Comparación del actual sistema de tarifas con los costes marginales (<i>first best</i>) y tarifas Ramsey.	Precios Ramsey implican relaciones más pronunciadas entre tarifas y longitud de viajes, por lo que sistema tarifario que maximice el bienestar debería implicar tarifas bajas para viajes cortos y altas para largos.

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores mencionados

Está claro que este sistema de fijación de tasas tiene un doble efecto respecto a aquel en el que se iguala cada tasa al coste marginal. Por un lado, aumentan los beneficios de las AAPP, cubriendo las posibles pérdidas existentes con el primer óptimo. Sin embargo, también se produce una pérdida de peso muerto, ya que, en este caso, los amarradores y consignatarios tendrán que pagar tasas más elevadas por la utilización de las instalaciones portuarias (Church y Ware 2000). Por lo tanto, la clave estará en encontrar el equilibrio entre estos dos efectos.

En primer lugar, se procede a describir el problema de forma teórica. De forma general, el problema que se plantea para obtener la ecuación de precios Ramsey, es un problema de maximización en el cual el regulador tratará de maximizar el excedente total o bienestar social, que es la suma del excedente de los consumidores y de los beneficios de la empresa, sujeto a la restricción de que los beneficios de la empresa sean cero:

$$\begin{aligned} \text{Máx}_{\vec{P}} \quad & \sum_{i=1}^N \left[\int_0^{P_i} Q_i dP_i - P_i Q_i \right] + \sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) \\ \text{s. a.} \quad & \sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) = \Pi_0 \end{aligned} \quad (1)$$

En el caso de que las demandas de los bienes fuesen independientes, la resolución del problema (1) mediante el multiplicador de Lagrange sería prácticamente inmediata, de forma que se obtendría la siguiente expresión:

$$\frac{P_i - CMg(\vec{Q})}{P_i} = \frac{\lambda}{1 - \lambda} * \frac{1}{|\varepsilon_{ii}|} \quad (2)$$

Donde, $|\varepsilon_{ii}| = -\frac{dQ_i}{dP_i} * \frac{P_i}{Q_i}$ es la elasticidad precio de demanda

$\frac{\lambda}{1-\lambda}$ se denomina el número Ramsey, donde $0 \leq \lambda \leq 1$

$\frac{P_i - CMg(\vec{Q})}{P_i}$, es el conocido como *Mark-up* o índice de Lerner

La ecuación (2) indica que, a medida que aumenta la elasticidad precio de demanda, disminuye el mark-up. Es decir, para aquellos bienes más elásticos, en los cuales ante variaciones del precio la demanda del bien cae más que proporcionalmente, los precios serán menores, y viceversa. Por ello, la regla de precios Ramsey es conocida en muchas ocasiones como la **regla de la elasticidad inversa**, ya que los productos con demandas inelásticas tendrán mark-ups o Índices de Lerner mayores (Train 1991).

Sin embargo, en el caso de estudio, las demandas que se estimarán posteriormente no son independientes. Asumiremos a priori, aunque tras el análisis de las estimaciones podrá comprobarse, que dichas demandas son dependientes y más concretamente complementarias, de forma que una variación en la tasa de mercancía debería afectar negativamente a la demanda de buques y viceversa.

Cuando las demandas son interdependientes, la regla de precios Ramsey se hace más compleja de derivar. Partiendo del problema de maximización (1), las variables de decisión serán P_b, P_m , que indican las tasas de buques y mercancías respectivamente, siendo Q_b, Q_m la demanda de buques y mercancías respectivamente y $C(\vec{Q})$ los costes totales que dependerán de las demandas, en este caso de buque y mercancía.

Construyendo el Lagrangiano del problema de maximización (1), y calculando las condiciones de primer orden respecto a la tasa de mercancías y buques, si asumimos

que los efectos precio cruzados son iguales, se llega a las siguientes ecuaciones (Véase Anexo 2 para la derivación completa):

$$\frac{\lambda}{1-\lambda} = \frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_b} + \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_b} \quad (3')$$

$$\frac{\lambda}{1-\lambda} = \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_m} + \frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_m} \quad (4')$$

Donde $-\frac{\partial Q_b}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_b} = \varepsilon_{bb}$, $-\frac{\partial Q_m}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_m} = \varepsilon_{mm}$, son las elasticidades precio de la demanda

$\frac{\partial Q_b}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_b} = \varepsilon_{bm}$, $\frac{\partial Q_m}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_m} = \varepsilon_{mb}$, son las elasticidades precio cruzadas

Igualando (3') y (4') se obtiene la ecuación (5) o ecuación de precios Ramsey con demandas dependientes:

$$\frac{P_b - Cmg_b(\vec{Q})}{P_b} * (|\varepsilon_{bb}| + \varepsilon_{mb}) = \frac{P_m - Cmg_m(\vec{Q})}{P_m} * (|\varepsilon_{mm}| + \varepsilon_{bm}) \quad (5)$$

Donde $(|\varepsilon_{bb}| + \varepsilon_{mb})$, $(|\varepsilon_{mm}| + \varepsilon_{bm})$ son lo que se denominan superelasticidades.

Dado que las demandas de servicios de buque y mercancías que hacen los agentes privados a las AAPP son complementarias, las elasticidades cruzadas serán negativas. Es decir, al aumentar la tasa de buque, la demanda de mercancías disminuye y viceversa. En este sentido, podría darse incluso el caso de que una de las tasas fuese inferior al coste marginal, siempre que el efecto de la elasticidad cruzada fuese lo suficientemente grande para que finalmente el beneficio de la AAPP fuese igual a cero (Church y Ware 2000).

Antes de proceder a las estimaciones pertinentes, resulta de interés realizar un análisis crítico del modelo de precios Ramsey y de los problemas a los que nos podemos enfrentar al tratar de calcular el *second best*:

1. *Problemas de información.* La implementación de precios Ramsey requiere información sobre la demanda y las funciones de costes, en este caso de las AAPP. Sin embargo, lo más probable es que existan problemas de información asimétrica y las AAPP actúen de forma estratégica para obtener mayores beneficios. Además, lo lógico es que las AAPP posean más información sobre la sensibilidad de los usuarios a las tasas. Cuthbertson et al (1996) dan mucha importancia al problema de información asimétrica al tratar de establecer un sistema óptimo de precios Ramsey para los servicios postales de UK.
2. *Fallos de mercado.* La teoría del *second best* se basa en la idea de que no hay fallos de mercado en la economía. Es decir, el resto de mercados deben actuar en competencia perfecta. Por el contrario, la realidad se aleja bastante de este supuesto (Church y Ware 2000).
3. *Resistencia de los usuarios.* La regla de precios Ramsey impone diferentes precios, en este caso tasas, dependiendo de la elasticidad de demanda de los usuarios. Diferenciando entre tasas de buque y mercancía, resulta lógico que aquellos que paguen una tasa de utilización más elevada sean más reacios a la implementación de estas tasas (Lasheras 1999).

4. ESPECIFICACIÓN ECONÓMETRICA: FUNCIONES DE COSTES Y DE DEMANDA

4.1. FUNCIONES DE COSTES

A la hora de estimar las funciones de costes, se tendrá en cuenta lo que de Rus et al. (2003) sugieren como tres de las cuestiones más importantes en el caso de la economía del transporte, las cuales son:

- La especificación de la forma funcional
- El problema de la definición del output
- Los resultados existentes sobre la medición de economías de escala, alcance y densidad

La forma funcional que se escoja para representar una función de costes, debe cumplir ciertas condiciones de regularidad que aseguren que la función sea consistente con el mínimo gasto posible para obtener un producto determinado, dados los precios de los factores (Tovar de la Fe 2002). Además, dicha función debe ser no negativa y linealmente homogénea respecto al precio de los factores, no decreciente en los mismos y cóncava (Gibbard y Varian 1978).

Para el caso de las funciones de costes multiproductivas, Baumol et al. (1982) destacan, entre otras propiedades, la importancia de que los resultados empíricos que se obtengan tengan consistencia con los datos y no con la forma funcional elegida. Esto es lo que posteriormente se denominará *flexibilidad de la forma funcional*.

4.1.1. Literatura de las funciones de costes para puertos

Si hay algo en lo que ha estado de acuerdo la literatura económica que ha tratado de estudiar las funciones de costes para el caso del sector portuario, es en el carácter multiproductivo de las mismas. Además, pese a que los distintos autores que se presentan a continuación analizan diferentes actividades en sus trabajos, coinciden en la existencia de economías de escala crecientes en el punto de aproximación.

Kim y Sachish (1986) realizan una estimación de una función de costes monoprodutiva por escasez de datos para el caso del puerto de Ashdod (Israel). Sin embargo, ellos mismos reconocen la naturaleza multiproductiva de los mismos. Utilizan una función de costes translogarítmica y estiman el grado de economías de escala, la elasticidad de la demanda del factor con respecto a su precio y las elasticidades cruzadas.

En una primera estimación, Budría (1996) utiliza un panel de datos para los puertos españoles el periodo 1985-1989. Estima las funciones de costes de los mismos mediante funciones Cobb-Douglas y traslog, encontrando que la prestación de servicios portuarios de infraestructura presenta grandes economías de escala y requiere elevados costes de establecimiento. Es decir, presenta las características de monopolio natural.

Posteriormente, Budría et al. (1998), centrándose en el estudio de la actividad de las sociedades estatales de estiba y desestiba españolas, utilizan funciones de costes translogarítmicas en un contexto multiproductivo. Vuelven a encontrar economías de escala crecientes en el punto de aproximación. Para el caso del contexto multiproductivo, también destacan los trabajos de Jara-Díaz et al. (1997) Jara-Díaz et al. (2002). Utilizan un panel de 286 observaciones (26 puertos en 11 años) para estimar, mediante una función cuadrática, una función de costes para los servicios de infraestructura de los puertos españoles. Calculan el grado de economías de escala y de alcance para cada puerto, encontrando que las primeras son moderadamente crecientes en el punto de aproximación. Además, estiman los costes marginales para cada producto i , encontrando los mayores para la mercancía general.

Núñez-Sánchez et al. (2011), realizan una estimación de las funciones de costes para 26 Autoridades Portuarias españolas durante el periodo 1986-2005 mediante una forma funcional cuadrática. Dicha estimación permite el cálculo de los costes marginales de mercancías, graneles líquidos y sólidos y pasajeros para cada autoridad portuaria, que proceden a comparar con los límites de tasas establecidos por ley, encontrando grandes diferencias dependiendo del *output* en cuestión.

4.1.2. Formas funcionales para la función de costes: la forma funcional translogarítmica

La forma funcional Cobb-Douglas, ha sido ampliamente utilizada para el análisis empírico debido su fácil manejo y el cumplimiento de una serie de propiedades que tienden a considerarse deseables en la economía neoclásica. De forma general, dicha forma funcional puede definirse como:

$$Y = AL^{\alpha}K^{\beta}, \quad \forall \quad \alpha, \beta \geq 0$$

Donde α, β son los parámetros a estimar que representan las elasticidades del producto respecto al trabajo y capital.

Dicha forma funcional, se caracteriza por ser homogénea de grado uno, $\alpha + \beta = 1$, lo cual deriva en que la elasticidad de escala es constante, es decir, no varía ante variaciones en la proporción de los factores productivos y/o del nivel de producción (Tovar de la Fe et al. 2004). Por lo tanto, la sustitución entre los factores se realizará en la misma proporción que los cambios en su propio precio.

La función CD presenta ventajas importantes como son su adaptación a distintos procesos productivos, fácil estimación al transformarse en una función lineal mediante la aplicación de logaritmos y sencillez de la interpretación económica de los resultados (Budría 1996). La ecuación 6 corresponde con la función de costes CD en logaritmos y las variables que intervienen aparecen explicadas en el apartado 5.

$$\ln(CT_{it}) - \ln(Pci_{it}) = \beta_0 + \beta_1[\ln(w_{it}) - \ln(Pci_{it})] + \beta_2[\ln(r_{it}) - \ln(Pci_{it})] + \beta_3\ln(Buq_{it}) + \beta_4\ln(Mtot_{it}) + uit \quad (6)$$

Pese a que la función CD resulta sencilla de estimar, presenta importantes limitaciones. Lo deseable es recurrir a formas funcionales flexibles, que eviten restricciones impuestas por la propia forma funcional. La separabilidad y especialmente interesante, la elasticidad de sustitución constante o rendimientos constantes a escala, ya no vendrán impuestos como restricciones, sino que podrán contrastarse a partir de los datos (Dodgson 1985).

En los últimos años, la mayor parte de los estudios empíricos de análisis de costes en la economía del transporte, han utilizado este tipo de formas funcionales flexibles para la estimación de costes, que pueden entenderse como aproximaciones de Taylor de segundo orden (Banda y Verdugo 2010). Las más utilizadas han sido la función cuadrática y translogarítmica, siendo la segunda prácticamente una transformación logarítmica de la forma funcional cuadrática. Por conveniencia, realizaremos el análisis utilizando una función de costes translog, ya que los coeficientes son fácilmente interpretables.

La forma funcional translogarítmica es una forma funcional flexible que, además de cumplir los requisitos anteriores, permite la complementariedad en costes entre distintas actividades, en este caso, mercancías y buques (Budría 1996).

Algunas de las principales ventajas de la función translogarítmica, son que permite un análisis sencillo de la estructura de producción subyacente: homogeneidad, separabilidad, economías de escala y elasticidad de sustitución (Tovar de la Fe 2002). Además, los coeficientes de primer orden son fácilmente interpretables, ya que son las elasticidades coste-producto calculadas en su media, de forma que su suma invertida nos proporcionará el grado de economías de escala (Díaz 1983).

Por otro lado, la estimación de esta forma funcional permitirá analizar la estructura de producción a partir de la función de la estimación de costes.

En el Anexo 3 se muestra cómo construir una forma función translogarítmica basada en una aproximación de Taylor de segundo orden, donde el punto de aproximación será la media geométrica de cada variable.

La regresión más básica que procederemos a estimar será la ecuación 7, dado que se producirán alteraciones de la misma añadiendo dummies temporales o tendencia y dummies por autoridad portuaria para realizar un análisis más exhaustivo. Lo que resultará de interés serán los parámetros asociados a los coeficientes de primer orden: $\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2, \hat{\alpha}_3, \hat{\alpha}_4$: $\hat{\alpha}_i = \frac{\partial \ln(CTn_{it})}{\partial \ln(\tilde{x}_{it})}$, que indica, en el caso de los outputs, la elasticidad del coste respecto a buques o mercancías en la media y, en el caso de los precios de los factores, la participación del trabajo o capital en los costes totales (McCarthy 2001).

$$\begin{aligned} \ln(CTn_{it}) = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln(\widetilde{Buq}_{it}) + \alpha_2 \ln(\widetilde{Mtot}_{it}) + \alpha_3 \ln(\widetilde{w}_{it}) + \alpha_4 \ln(\widetilde{r}_{it}) + \frac{1}{2} * \\ & [\beta_1 \ln(\widetilde{Buq}_{it})^2 + \beta_2 \ln(\widetilde{Mtot}_{it})^2 + \beta_3 \ln(\widetilde{w}_{it})^2 + \beta_4 \ln(\widetilde{r}_{it})^2] + \phi_{12} [\ln(\widetilde{Buq}_{it}) * \\ & \ln(\widetilde{Mtot}_{it})] + \phi_{13} [\ln(\widetilde{Buq}_{it}) * \ln(\widetilde{w}_{it})] + \phi_{14} [\ln(\widetilde{Buq}_{it}) * \ln(\widetilde{r}_{it})] + \phi_{23} [\ln(\widetilde{Mtot}_{it}) * \\ & \ln(\widetilde{w}_{it})] + \phi_{24} [\ln(\widetilde{Mtot}_{it}) * \ln(\widetilde{r}_{it})] + \phi_{34} [\ln(\widetilde{w}_{it}) * \ln(\widetilde{r}_{it})] + u_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

Donde todas las variables aparecen con un acento para indicar que están expresadas en desviaciones respecto a la media geométrica (al tratarse de logaritmos) y, además, los costes totales y precios de los inputs están normalizados respecto a los consumos intermedios, imponiendo así homogeneidad de grado uno por simplicidad.

Por lo tanto, $\ln(\widetilde{w}_{it}) = \ln(w_{it} - \overline{w}_{it}) - \ln(Pci_{it} - \overline{Pci}_{it})$

$$\ln(\widetilde{r}_{it}) = \ln(r_{it} - \overline{r}_{it}) - \ln(Pci_{it} - \overline{Pci}_{it})$$

4.2. FUNCIONES DE DEMANDA

Para calcular las elasticidades precio de la demanda, así como las elasticidades cruzadas de mercancías y buques, las cuales hemos visto serán necesarias para el cálculo de precios Ramsey, se estimarán dos funciones de demanda.

4.2.1. Literatura de las funciones de demanda para puertos

La forma funcional más utilizada a la hora de estimar funciones de demanda es la forma funcional Cobb-Douglas. Chang (1978) es la primera referencia en la literatura en la que se estiman funciones de producción para puertos. Para ello, estima una función Cobb-Douglas en aras de analizar la productividad y la capacidad de expansión del puerto de Mobile (Alabama), utilizando los beneficios netos como variable dependiente y el número de trabajadores, valor de los activos netos y una *proxy* para el cambio tecnológico como variables a explicar. Posteriormente, diversos autores han estimado funciones de demanda utilizando la misma forma funcional, pero con distintas variables explicativas y diferentes objetivos.

Así, Reker et al. (1990) utilizan una forma funcional Cobb-Douglas para terminales portuarias, teniendo de este modo en cuenta la manipulación de la carga. Cabe destacar que, en sus estimaciones del puerto de Melbourne, encuentran presencia de economías de escala decrecientes, lo cual destaca con estudios anteriores.

El análisis de Tongzon (1993) puede resultar de especial interés. Estima una función de producción para la manipulación de contenedores con el objetivo de analizar, para el puerto de Melbourne, si la nueva tarificación aplicada había mejorado la eficiencia y sus efectos distributivos. Para ello, utiliza una función Cobb-Douglas teniendo como inputs el número de grúas, el número de TEUs transportados por carretera y el número de “manos” para explicar el número de toneladas por hora de atraque.

4.2.2. Forma funcional para las funciones de demanda

En este estudio, como ya se ha comentado, se estiman dos funciones de demanda, una para mercancía y otra para buques. Asumiremos una forma funcional con semielasticidades, al incorporar la variable dependiente en logaritmos, con el objetivo de obtener más fácilmente las elasticidades precio de demanda y las elasticidades cruzadas.

La variable dependiente será el tipo de mercancía en cada caso, clarificando que buques está medido en arqueo bruto, y las variables explicativas las tasas de buques (P_{buq}) y mercancías (P_{mtot}), aproximadas utilizando como *proxy* los ingresos medios. Además, en cada caso, se añadirán variables de control para tratar de capturar diferentes factores que afectan a la competencia interportuaria entre las distintas Autoridades Portuarias. Para ello, se tienen en cuenta los factores que Gutiérrez (2003) considera en este ámbito:

1. Factores asociados a la posición geográfica del puerto: En este caso, utilizaremos el PIB del hinterland del puerto.
2. Factores asociados a las infraestructuras del puerto: Se utilizará una variable relacionada con el calado de los barcos, así como el número de grúas del puerto como una “proxy” para el tamaño del mismo. El uso de grúas siempre es un tema controvertido, si bien es cierto que otros autores como Cullinane et al. (2002) o Tongzon (1993), entre otros, utilizan dicha variable.
3. Factores asociados a las condiciones de explotación: No serán incluidos en estas estimaciones.

Por lo tanto, las funciones de demanda a estimar serán las siguientes

Función de demanda de mercancías:

$$\ln Mtot_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Pmtot_{it} + \alpha_2 Pbuq_{it} + \alpha_3 \ln(PIBhint_{it}) + \alpha_4 \ln(Gruas_{it}) + \sum_{i=1}^I \delta_i D_i + \sum_{t=1}^T \tau_t T_t + a_{it} \quad (8)$$

Función de demanda de buques:

$$\ln Buq_{it} = \beta_0 + \beta_1 Pbuq_{it} + \beta_2 Pmtot_{it} + \beta_3 \ln(PIBhint_{it}) + \beta_4 Calado_{it} + \sum_{i=1}^I \delta_i D_i + \sum_{t=1}^T \tau_t T_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

Donde D_i , son las dummies por autoridad portuaria

T_t , son las dummies temporales

Dado que se ha asumido una forma semilogarítmica, será sencillo calcular las elasticidades precio de demanda:

$$\varepsilon_{bb_{it}} = \left(\frac{\partial \ln(Buq)}{\partial Pbuq} \right)_{it} * Pbuq_{it} = \beta_1 * Pbuq_{it}, \varepsilon_{mm_{it}} = \left(\frac{\partial \ln(Mtot)}{\partial Pmtot} \right)_{it} * Pmtot_{it} = \alpha_1 * Pmtot_{it}$$

Además, las ecuaciones (8) y (9) permitirán comprobar si efectivamente ambas funciones de demanda dependen de las tasas de mercancías y buques, y, mediante las estimaciones pertinentes, será posible demostrar si las demandas de buques y mercancías son complementarias o sustitutivas, dependiendo del signo de la elasticidad cruzada, la cual será calculada como:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{d \ln(Q_i)}{d P_j} = \frac{d Q_i}{d P_j} * \frac{P_j}{Q_i} = \beta_{ij} * P_j \quad \forall i, j = b, m \quad (10)$$

5. DATOS

La muestra analizada en este trabajo está formada por veintiséis Autoridades Portuarias, ya que la autoridad de Sevilla ha sido extraída de la muestra por tratarse de un puerto fluvial, lo cual hace que su estructura de costes responda a una tecnología distinta.

Los datos anuales comprenden un periodo de veintidós años, de 1993, primer año en el que existieron como tal las Autoridades Portuarias tras la reforma de 1992, a 2014. Por lo tanto, el panel final consiste en 572 observaciones, comprendido por 26 unidades de sección cruzada y un periodo temporal de 22 años.

5.1. VARIABLES DE LA FUNCIÓN DE COSTES

En cuanto a la descripción de las variables que participan en la función de costes, (*CT*) representa la variable dependiente, que es el coste total anual expresado en € con base en 2001. En las estimaciones, aparecerá transformado dependiendo de la forma funcional adoptada, siendo $\ln(CT_n)$ el logaritmo de los costes totales desviado respecto a la media geométrica. La variable (*CT*) incluye los costes de personal (*CL*), los costes de capital (*CK*) y los gastos en consumos intermedios (*CI*). Los costes de personal, están expresados en € de 2001, e incluyen los pagos a la seguridad social. Los de capital, también expresados en términos reales. Por último, los costes en consumos intermedios incorporan gastos de consumo, como pueden ser el agua o la electricidad, y servicios externos.

Como variables explicativas, se han considerado dos *otuputs* y tres precios de *inputs*. Los outputs que intervienen son (*Mtot*), que representa los movimientos de mercancía total en toneladas y (*Buq*), medido en arqueos brutos, como forma de homogenización. Los precios de los factores utilizados han sido los salarios (*w*), que se calculan como el coste de personal entre el número de empleados, el precio del capital (*r*), calculado como el ICNC (Índice de precios de la Confederación Nacional de la Construcción) multiplicado por la suma del tipo de interés a largo plazo (*rlp*) y la tasa de depreciación (*d*), calculada como el gasto de depreciación anual para cada autoridad portuaria entre el número total de activos: $r = ICNC * (rlp + d)$ (Núñez-Sánchez 2013).

5.2. VARIABLES DE LAS FUNCIONES DE DEMANDA

Como variables dependientes se han utilizado las variables ya descritas (*Mtot*) y (*Buq*), en logaritmo neperiano. En cuanto a las variables explicativas, las más relevantes serán las tasas de buques y mercancías (*Pbuq*), (*Pmtot*) aproximadas por los ingresos medios, calculados como la ratio entre el ingreso total anual recibido por las tasas de mercancía y buques entre el movimiento total de mercancía y buques respectivamente. Se han añadido variables de control como son el PIB del hinterland (*PIBhint*) el calado mayor de 4m (*Calado4*), y el número de grúas (*Gruas*) de cada AAPP (Núñez-Sánchez 2013).

En la tabla 5.1, se muestran los estadísticos principales de las variables que participan tanto en las funciones de costes como de demanda.

Tabla 5.1.: Estadísticos principales de las variables de costes y demanda

Variable	Media	Desv. Típica.	Mínimo	Máximo	Obs. ausentes
FUNCIONES DE COSTES					
<i>CT</i>	2.083e+007	1.574e+007	3.409e+006	9.394e+007	0
<i>CP</i>	6.763e+006	4.420e+006	1.692e+006	2.726e+007	0
<i>CK</i>	8.612e+006	6.888e+006	888536.	3.781e+007	0
<i>CCI</i>	5.481e+006	5.189e+006	353238.	3.636e+007	0
<i>r</i>	6.12359	2.24753	1.384	16.4558	0
<i>Pci</i>	48.1983	49.5414	1.487	437.336	0
<i>w</i>	31539.6	5472.36	14166.6	57664.2	0
<i>Buq</i>	4.811e+007	6.610e+007	1.061e+006	4.035e+008	0
<i>Mtot</i>	1.414e+007	1.500e+007	515442.	8.796e+007	0
FUNCIONES DE DEMANDA					
<i>Pmtot</i>	0.839950	0.139010	2.79101	0.478620	3
<i>Pbuq</i>	0.210740	0.0119604	3.42312	0.198801	3
<i>Gruas</i>	36.1877	0.00000	356.000	48.8568	2
<i>Calado4</i>	9413.97	933.000	28331.0	5819.35	0
<i>PIBhint</i>	4.955e+007	667933.	1.630e+008	3.842e+007	0

**Nota: Todas las variables han sido obtenidas a partir de Puertos del Estado, excepto el PIB del hinterland, cuyos datos proceden del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el precio del capital (w) calculado con datos del INE, Puertos del Estado y la Confederación Nacional de la Construcción.*

6. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES

6.1. ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE COSTES

En primer lugar, resulta interesante mencionar por qué una forma funcional translogarítmica y no una Cobb-Douglas. Además de la flexibilidad que aporta la función translog, como ya se ha explicado con anterioridad, se ha hecho un contraste de significación conjunta para los coeficientes de segundo orden y las interacciones de la aproximación de Taylor que se incluyen en la forma translogarítmica, ya que son la principal diferencia con la forma funcional C.D.

Podríamos considerar la ecuación 6 como el modelo restringido y la ecuación 7 como el modelo no restringido. Calculando el estadístico F:

$$F = \frac{(SCRr - SCRnr)/q}{SCRnr/(n - k - 1)}$$

Se obtiene un estadístico F robusto $(10, 25) = 4.70531$, con p-valor de 0,0007, de forma que se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes de segundo orden y las interacciones sean estadísticamente igual a cero, concluyendo que será mejor la forma funcional translogarítmica (Véase Anexo 4).

Dada la estructura de datos de panel a la que nos enfrentamos, a priori, los métodos de estimación elegidos podrían ser efectos fijos o efectos aleatorios. Si bien es cierto que existen diversas diferencias entre ambos métodos, quizá la más significativa sea que el estimador de efectos fijos permite correlación entre el efecto inobservable (a_i) y las variables explicativas, mientras que efectos aleatorios supone que no existe tal correlación, lo cual resulta ser más la excepción que la regla. Por lo tanto, el método de efectos fijos permite controlar los posibles efectos inobservables constantes en el tiempo, y más cuando están correlacionados con las variables explicativas (Wooldridge 2009).

Por lo tanto, debido a la correlación arbitraria que permite efectos fijos ($Cov(\vec{X}_{it}, a_i) \neq 0$) generalmente se consideran una herramienta más convincente. En este caso, para corroborarlo, se han estimado ambos modelos y realizado una prueba de contraste. Hausman (1978) propone una prueba cuya idea es utilizar efectos aleatorios a menos que se rechace la hipótesis nula, la cual implica que la covarianza entre las variables explicativas y los efectos inobservables es cero (Wooldridge 2009). El resultado de estimar la ecuación (7) con ambos métodos se muestra en la tabla 6.1 y el contraste de Hausman aparece en el anexo 5, donde se puede concluir que se rechaza la hipótesis nula, de modo que $Cov(\vec{X}_{it}, a_i) \neq 0$ y efectos fijos será el método utilizado.

Sin embargo, resulta necesario contemplar otro posible problema que tiende a darse en las estimaciones de funciones de costes, la endogeneidad. Las mercancías y buques podrían ser variables endógenas y es fácil observar en la ecuación (7) que, por la aproximación de Taylor, realmente existen nueve variables que podrían ser endógenas. En aras de solucionar este problema, se realizan estimaciones mediante el método de variables instrumentales, más concretamente mínimos cuadrados en dos etapas. Para ello, recordando que para que los instrumentos sean válidos es necesario que no estén correlacionados con el error, pero sí con las variables endógenas, se eligen, basándonos en la literatura económica, los primeros retardos de buques y mercancías, sus cuadrados, y las interacciones con los precios de los factores normalizados como instrumentos. La estimación de un panel mediante variables instrumentales no es a priori sencilla, y resulta especialmente difícil corregir la heterocedasticidad que presenta el modelo de efectos fijos estimado con variables instrumentales, como indica el test de Wald (véase anexo 6). Sin embargo, se ha decidido estimar variables instrumentales añadiendo dummies por autoridad portuaria, permitiendo controlar la heterocedasticidad

(tabla 6.1, MC2E). En Wooldridge (2002) se sugiere un test para probar la endogeneidad, el cual aparece en el anexo 5. Se acepta la hipótesis nula de que los estimadores MCO son consistentes, de forma que no existe endogeneidad y puede procederse a la estimación mediante efectos fijos.

En la tabla 6.1, aparecen las estimaciones definitivas mediante el método de efectos fijos. Cabe recordar que los coeficientes deben ser los mismos que mediante una estimación por MCO añadiendo dummies por autoridad portuaria.

Tabla 6.1.: Estimaciones de la función de costes

V. Dependiente: $\ln(CT_n)$			
	EF. FIJOS	EF. ALEATORIOS	MC2E
	<i>Coeficientes</i>	<i>Coeficientes</i>	<i>Coeficientes</i>
<i>const</i>	13.05** (0.04084)	13.08** (0.09841)	13.24** (0.03881)
<i>FOCbuq</i>	0.07410 (0.05835)	0.1370** (0.05045)	0.08912 (0.09075)
<i>FOCmtot</i>	0.1192** (0.05374)	0.1502** (0.04604)	0.1123 (0.09426)
<i>FOCw</i>	0.6493** (0.03050)	0.6498** (0.03143)	0.6736** (0.02729)
<i>FOCr</i>	0.2132** (0.02100)	0.2346** (0.02098)	0.1920** (0.02030)
<i>SOCbuq</i>	0.1251* (0.06177)	0.09733* (0.05549)	0.1494 (0.09353)
<i>SOCmtot</i>	0.1688** (0.07940)	0.1304** (0.05477)	0.1671 (0.1101)
<i>SOCw</i>	0.1558** (0.07516)	0.1781** (0.09049)	0.06973 (0.06797)
<i>SOCr</i>	0.2169** (0.05003)	0.2454** (0.05782)	0.1335** (0.05332)
<i>buqmtot</i>	-0.09553 (0.05698)	-0.08051* (0.04357)	-0.1059 (0.08999)
<i>wbuq</i>	0.08750** (0.03707)	0.1033** (0.03438)	0.09390** (0.03235)
<i>rbuq</i>	-0.08709** (0.02696)	-0.1022** (0.02540)	-0.07463** (0.02756)
<i>wmtot</i>	-0.08635** (0.04118)	-0.08701** (0.03754)	-0.09001** (0.03493)
<i>rmtot</i>	0.04680* (0.02335)	0.04896** (0.02383)	0.01949 (0.02472)
<i>rw</i>	-0.1752** (0.05958)	-0.2014** (0.07158)	-0.09347 (0.05819)

Nota: La estimación de MC2E incluye dummies por AAPP que no aparecen en el cuadro.

Desviaciones típicas entre paréntesis

*(**) Significatividad al 5%, (*) Significatividad al 10%*

Los coeficientes asociados a las condiciones de primer orden pueden ser interpretados como el coste marginal evaluado en la media. Como se mencionó en el apartado anterior, las funciones de costes deben cumplir no decrecimiento, quasi-concavidad y homogeneidad de grado uno respecto al precio de los inputs. Es fácil demostrar que se cumplen dichas propiedades, por lo que las AAPP están minimizando sus costes.

Dado que los precios de los inputs se han normalizado y se ha impuesto homogeneidad de grado uno, la contribución de los consumos intermedios es de $\hat{\beta}_{ci} = 1 - 0.649 - 0.2132 = 0.1378$, es decir, un 13.8% de los costes totales proviene de los inputs intermedios.

El coste marginal evaluado en la media es de 0.07€/gt para los buques y 0.12€/T para las mercancías, como muestran los coeficientes, aunque el coeficiente asociado a buques no es significativo, es decir, los costes marginales evaluados en la media de los datos son estadísticamente cero. Sin embargo, la media observada de las tasas es de 0.20€/gt y 0.83€/T respectivamente, por lo que se muestra que ambas tasas son muy superiores a los costes marginales, alejándose del primer óptimo.

En cuanto a la tendencia, no aparece en los resultados, pero sí se ha testado su significatividad. Dado que todas las estimaciones asociadas a la tendencia temporal, así como las *dummies* temporales, son individualmente y conjuntamente no significativas, puede concluirse que el cambio tecnológico no es significativo y, por lo tanto, se han obviado estas variables.

Las estimaciones de la tabla 6.1, resultarán de utilidad para posteriormente calcular, en la tabla 6.3, los costes marginales por autoridad portuaria.

6.2. ESTIMACIÓN DE LAS FUNCIONES DE DEMANDA

Como ya se ha comentado en la sección 4, en las estimaciones de las funciones de demanda, dada la dificultad para obtener datos para las tasas por autoridad portuaria, se han utilizado los ingresos medios de mercancía y buques como variable *proxy* de las tasas. Además, se han incluido variables que ofrecen información sobre la posición geográfica del puerto y sobre la infraestructura.

El método de estimación para ambas funciones ha sido efectos fijos, dado que las variables cambian en el tiempo. Se ha contrastado mediante el test de Hausman que no existe correlación entre el error y las variables explicativas, por lo que este método puede ser válido. Otro motivo para el uso de efectos fijos, además de los mencionados en el apartado 6.1, es que será más eficiente que tomar primeras diferencias siempre que los errores idiosincrásicos no estén correlacionados en el tiempo. Si bien es cierto que este supuesto es muy restrictivo, el modelo de efectos fijos se establece habitualmente asumiendo que no existe autocorrelación entre los errores (Wooldridge, 2009).

Se ha asumido una forma funcional semilogarítmica, por lo que la interpretación se realiza en términos porcentuales, y, además, dicha forma funcional ha permitido fácilmente la obtención de las elasticidades precio de demanda propias y cruzadas para cada autoridad (Tabla 6.2). En cuanto a la demanda de mercancías, se observa que el coeficiente asociado a la tasa de mercancías es negativo y significativo, como predice la teoría económica. Sin embargo, el coeficiente asociado a las tasas de buque es estadísticamente igual a cero. Este resultado puede ser explicado si tenemos en cuenta, como se vio en el gráfico 2.3, que las tasas de mercancía han sido históricamente mucho mayores que las de buques. Por otro lado, se observa que, mientras que el PIB del hinterland no afecta a la demanda de mercancías, sí lo hace el número de grúas asociado a la infraestructura. Como cabría esperar, existe una relación positiva entre la demanda de mercancías y el número de grúas.

En cuanto a la estimación asociada a la demanda de buques, se observa algo similar en lo que concierne a las tasas. La tasa de mercancía afecta negativamente a la demanda de buques, como es lógico, ya que ambos son complementarios. En este caso, la tasa de buques sí tiene efecto sobre la demanda de los mismos, aunque dicho efecto es menor que el de la tasa de mercancías y además la significatividad del coeficiente es más baja. Dada la complementariedad casi perfecta que existe entre ambas demandas por motivos tecnológicos, y dado que la tasa de mercancías es generalmente mayor, es lógico que los usuarios tengan más en cuenta la tasa de mercancías, ya que tendrán que afrontar ambas. En cuanto al PIB del hinterland, en este caso sí tiene un efecto significativo y positivo, y también parece que el calado afecta positivamente a la demanda de buques.

Tabla 6.2.: Estimaciones de las funciones de demanda

V Depend. $\ln(Mtot)$		V Depend. $\ln(Buq)$	
<i>const</i>	15.00** (3.891)	<i>const</i>	-1.980 (2.057)
<i>Pmtot</i>	-0.5601** (0.1210)	<i>Pmtot</i>	-0.2612** (0.07151)
<i>Pbuq</i>	0.1011 (0.1582)	<i>Pbuq</i>	-0.1772* (0.09806)
$\ln(Gruas)$	0.2147** (0.06523)	$\ln(calado4)$	0.2356** (0.1110)
$\ln(PIBhint)$	0.03955 (0.2235)	$\ln(PIBhint)$	0.9886** (0.1327)

Nota: Desviaciones típicas entre paréntesis
(**) Significatividad al 5%, (*) Significatividad al 10%

6.3. COSTES MARGINALES Y ELASTICIDADES DE DEMANDA

A partir de las estimaciones de la función de costes (ecuación 7, tabla 6.1) ha sido posible calcular los costes marginales de mercancías y buques para cada autoridad portuaria. Siendo la elasticidad del coste respecto al output:

$$\epsilon_{Buq_{it}} = \left(\frac{d\ln(CTn)}{d\ln(Buq)} \right)_{it} = \widehat{\alpha}_1 + \widehat{\beta}_1 [\ln(\widetilde{Buq}_{it})] + \widehat{\phi}_{12} [\ln(\widetilde{Mtot}_{it})] + \widehat{\phi}_{13} [\ln(\widetilde{W}_{it})] + \widehat{\phi}_{14} [\ln(\widetilde{r}_{it})] \quad (11)$$

$$\epsilon_{Mtot_{it}} = \left(\frac{d\ln(CTn)}{d\ln(Mtot)} \right)_{it} = \widehat{\alpha}_2 + \widehat{\beta}_2 [\ln(\widetilde{Mtot}_{it})] + \widehat{\phi}_{12} [\ln(\widetilde{Buq}_{it})] + \widehat{\phi}_{23} [\ln(\widetilde{W}_{it})] + \widehat{\phi}_{24} [\ln(\widetilde{r}_{it})] \quad (12)$$

Vemos, en la ecuación (13), que mediante el cálculo de $\epsilon_{Q_{it}}$, podrán obtenerse los costes marginales para cada autoridad portuaria.

$$CMG_{Q_{it}} = \frac{d\ln(CTn_{it})/CTn_{it}}{d\ln(Q_{it})/Q_{it}} = \epsilon_{Q_{it}} * \frac{CTn_{it}}{Q_{it}} \quad \forall Q = Buq, Mtot \quad (13)$$

En la tabla 6.3 se muestran los costes marginales para mercancías y buques para cada autoridad portuaria en media durante el periodo elegido, lo que, junto con las tasas

(P_{buq} , P_{mtot}), permitirá el cálculo de los *markups* y consecuentemente de parte de la ecuación 5.

Tabla 6.3.: Costes marginales, tasas y *markups*

	CMG_{buq}	CMG_{mtot}	P_{buq}	P_{mtot}	$\frac{(P_{mtot} - CMG_{mtot})}{P_{mtot}}$	$\frac{(P_{buq} - CMG_{buq})}{P_{buq}}$
<i>Algeciras</i>	0,0262	0,0880	0,0450	0,3299	0,7333	0,4189
<i>Alicante</i>	0,0540	0,2049	0,1479	0,8351	0,7547	0,6348
<i>Almería</i>	0,0301	0,1165	0,1180	0,5170	0,7747	0,7449
<i>Avilés</i>	-0,1451	0,3617	0,3953	1,0325	0,6497	1,3671
<i>Cádiz</i>	0,0845	0,0651	0,1772	1,2019	0,9458	0,5231
<i>Barcelona</i>	0,0930	0,2913	0,1154	1,1897	0,7551	0,1939
<i>Bilbao</i>	0,0427	0,4296	0,2361	0,6713	0,3600	0,8190
<i>Cartagena</i>	-0,0249	0,2208	0,2918	0,7012	0,6850	1,0853
<i>Castellón</i>	-0,0454	0,2154	0,1965	0,4029	0,4654	1,2313
<i>Ceuta</i>	0,0613	-1,4222	0,0197	0,6056	3,3484	-2,1056
<i>Ferrol</i>	-0,0271	0,1935	0,2054	0,4961	0,6099	1,1318
<i>Gijón</i>	-0,1349	0,4997	0,5031	0,6231	0,1980	1,2681
<i>Huelva</i>	-0,0126	0,3221	0,2872	0,6788	0,5254	1,0438
<i>A Coruña</i>	-0,0682	0,3263	0,3233	0,7127	0,5421	1,2109
<i>Las Palmas</i>	0,0599	0,0065	0,0947	0,6757	0,9904	0,3679
<i>Málaga</i>	0,0517	-0,1232	0,1457	0,6757	1,1824	0,6455
<i>Melilla</i>	0,1198	-1,5310	0,0284	1,1931	2,2832	-3,2155
<i>Baleares</i>	0,0506	0,1970	0,0396	0,7554	0,7393	-0,2781
<i>Pasajes</i>	-0,0818	0,5081	0,2989	1,0415	0,5122	1,2737
<i>Pontevedra</i>	-0,0750	0,0549	0,5380	1,3192	0,9584	1,1393
<i>Tenerife</i>	0,0446	0,0018	0,0363	0,5771	0,9970	-0,2269
<i>Santander</i>	0,0755	0,3658	0,2308	1,1190	0,6731	0,6728
<i>Tarragona</i>	-0,0284	0,2959	0,3090	0,5493	0,4612	1,0919
<i>Valencia</i>	0,0668	0,3205	0,1485	1,0431	0,6927	0,5503
<i>Villa</i>	0,0807	-0,0972	0,1974	1,4626	1,0664	0,5912
<i>Villagarcía</i>	-0,1735	0,2222	0,3212	1,3144	0,8310	1,5402
<i>Promedio</i>	0,0048	0,0821	0,2096	0,8355	0,8744	0,5277

En los costes marginales asociados a buques, se encuentran varios casos negativos. Hay que tener en cuenta que los coeficientes $\widehat{\alpha}_1$ y $\widehat{\phi}_{12}$ son estadísticamente igual a cero. Por ello, aunque el *software* utilizado no permite calcular el estadístico t para cada coste marginal directamente, y no se trata de un cálculo sencillo, es más que probable que dichos costes marginales sean estadísticamente igual a cero. En cuanto a los costes marginales de mercancías, tampoco pueden calcularse su t-estadístico, pero los coeficientes mediante los cuales se calculan si son estadísticamente distintos de cero, excepto $\widehat{\phi}_{12}$. Por ello, podría ocurrir que los costes marginales que son negativos fuesen estadísticamente igual a cero.

Los *markups* asociados a mercancías son todos ellos mayores que cero, lo que sugiere que las tasas de mercancías aplicadas exceden a los costes marginales para todas las Autoridades Portuarias, siendo los *markups* más elevados los de Ceuta y Melilla. Para el caso de los buques, se observa que hay autoridades que no cubren sus costes marginales como es el caso de Ceuta y Melilla. Resulta bastante lógico si tenemos en cuenta la complementariedad de mercancías y buques. Además, como señala Núñez-Sánchez (2013), los puertos de Ceuta y Melilla están localizados en ciudades del continente africano, siendo considerados como puertos estratégicos por el gobierno español. Por ello, las tasas podrían ser mucho menores. Algo similar ocurre en el caso de Baleares y Tenerife. Además, el promedio de los *markups* para mercancías (0.87) es mucho mayor que para buques (0.53), indicando que puede existir cierto nivel de discriminación tarifaria.

En la tabla 6.4, se muestran se muestran las diferentes elasticidades de demanda, tanto propias como cruzadas para cada autoridad portuaria en promedio durante el periodo seleccionado, las cuales serán necesarias para calcular los precios Ramsey. Las elasticidades propias son en ambos casos menores que uno para todas las autoridades, indicando que la demanda es inelástica a las tasas. Como ya se ha comentado, las elasticidades precio de demanda asociadas a la mercancía son mucho mayores, siendo la elasticidad de los buques en promedio -0.03 mientras que la de mercancías es de -0.47. En cuanto a las elasticidades cruzadas, la demanda de buques sí se ve alterada por la tasa de mercancías (-0.22) mientras que, por motivos ya explicados, no ocurre lo mismo con la demanda de mercancías respecto a la tasa de buque, siendo ε_{mb} en media 0.021 y, probablemente estadísticamente igual a cero. Por otro lado, estos resultados sirven para confirmar la dependencia que existe entre mercancías y buques, ya que la elasticidad cruzada, especialmente de buques respecto a las tasas de mercancías, es relevante.

Tabla 6.4.: Elasticidades de demanda

Autoridad	ε_{bb}	ε_{bm}	ε_{mm}	ε_{mb}
Algeciras	-0,0080	-0,0862	-0,1848	0,0046
Alicante	-0,0262	-0,2181	-0,4678	0,0150
Almería	-0,0209	-0,1351	-0,2896	0,0119
Avilés	-0,0701	-0,2697	-0,5783	0,0400
Cádiz	-0,0314	-0,3139	-0,6732	0,0179
Barcelona	-0,0205	-0,3108	-0,6664	0,0117
Bilbao	-0,0418	-0,1754	-0,3760	0,0239

<i>Cartagena</i>	-0,0517	-0,1831	-0,3927	0,0295
<i>Castellón</i>	-0,0348	-0,1052	-0,2257	0,0199
<i>Ceuta</i>	-0,0035	-0,1582	-0,3392	0,0020
<i>Ferrol</i>	-0,0364	-0,1296	-0,2779	0,0208
<i>Gijón</i>	-0,0892	-0,1628	-0,3490	0,0509
<i>Huelva</i>	-0,0509	-0,1773	-0,3802	0,0290
<i>A Coruña</i>	-0,0573	-0,1862	-0,3992	0,0327
<i>Las Palmas</i>	-0,0168	-0,1765	-0,3785	0,0096
<i>Málaga</i>	-0,0258	-0,1765	-0,3785	0,0147
<i>Melilla</i>	-0,0050	-0,3117	-0,6683	0,0029
<i>Baleares</i>	-0,0070	-0,1973	-0,4231	0,0040
<i>Pasajes</i>	-0,0530	-0,2721	-0,5834	0,0302
<i>Pontevedra</i>	-0,0954	-0,3446	-0,7389	0,0544
<i>Tenerife</i>	-0,0064	-0,1507	-0,3233	0,0037
<i>Santander</i>	-0,0409	-0,2923	-0,6268	0,0233
<i>Tarragona</i>	-0,0548	-0,1435	-0,3077	0,0312
<i>Valencia</i>	-0,0263	-0,2725	-0,5843	0,0150
<i>Vigo</i>	-0,0350	-0,3820	-0,8192	0,0200
<i>Villagarcía</i>	-0,0569	-0,3433	-0,7362	0,0325
<i>Promedio</i>	-0,0371	-0,2182	-0,4680	0,0212

6.4. ESTRUCTURA DE TASAS EXISTENTE VS. PREDICCIÓN DEL MODELO

Reordenando la ecuación 5, se obtiene que, acorde al segundo óptimo, el cociente de los *markups* debería ser igual al cociente de superelasticidades anteriormente definidas como la elasticidad propia de demanda menos la elasticidad cruzada.

$$\frac{\frac{P_m - CMg_m(\vec{Q})}{P_m}}{\frac{P_b - CMg_b(\vec{Q})}{P_b}} = \frac{(|\varepsilon_{bb}| + \varepsilon_{mb})}{(|\varepsilon_{mm}| + \varepsilon_{bm})} \quad (5')$$

En aras de comprobar si las Autoridades Portuarias están siguiendo una estrategia de precios basada en precios Ramsey, el primer paso será el cálculo del cociente entre los *markups* y el cociente de las superelasticidades para cada autoridad en media durante el periodo 1993-2014. Dichos resultados, se muestran en la tabla 6.5.

Tabla 6.5.: Cocientes de *markups* y superelasticidades

<i>Autoridad</i>	$\frac{P_m - CMg_m(\vec{Q})}{P_m} / \frac{P_b - CMg_b(\vec{Q})}{P_b}$	$(\epsilon_{bb} + \epsilon_{mb}) / (\epsilon_{mm} + \epsilon_{bm})$
<i>Algeciras</i>	1,7505	0,1271
<i>Alicante</i>	1,1888	0,1649
<i>Almería</i>	1,0401	0,2125
<i>Avilés</i>	0,4753	0,3565
<i>Cádiz</i>	1,8082	0,1373
<i>Barcelona</i>	3,8942	0,0903
<i>Bilbao</i>	0,4396	0,3275
<i>Cartagena</i>	0,6312	0,3875
<i>Castellón</i>	0,3780	0,4542
<i>Ceuta</i>	-1,5902	0,0304
<i>Ferrol</i>	0,5389	0,3856
<i>Gijón</i>	0,1561	0,7519
<i>Huelva</i>	0,5034	0,3940
<i>A Coruña</i>	0,4477	0,4225
<i>Las Palmas</i>	2,6917	0,1305
<i>Málaga</i>	1,8318	0,2009
<i>Melilla</i>	-0,7101	0,0222
<i>Baleares</i>	-2,6581	0,0488
<i>Pasajes</i>	0,4021	0,2673
<i>Pontevedra</i>	0,8412	0,3798
<i>Tenerife</i>	-4,3942	0,0586
<i>Santander</i>	1,0004	0,1921
<i>Tarragona</i>	0,4224	0,5238
<i>Valencia</i>	1,2589	0,1326
<i>Vigo</i>	1,8038	0,1257
<i>Villagarcía</i>	0,5395	0,2275
<i>Promedio</i>	0,5650	0,2520

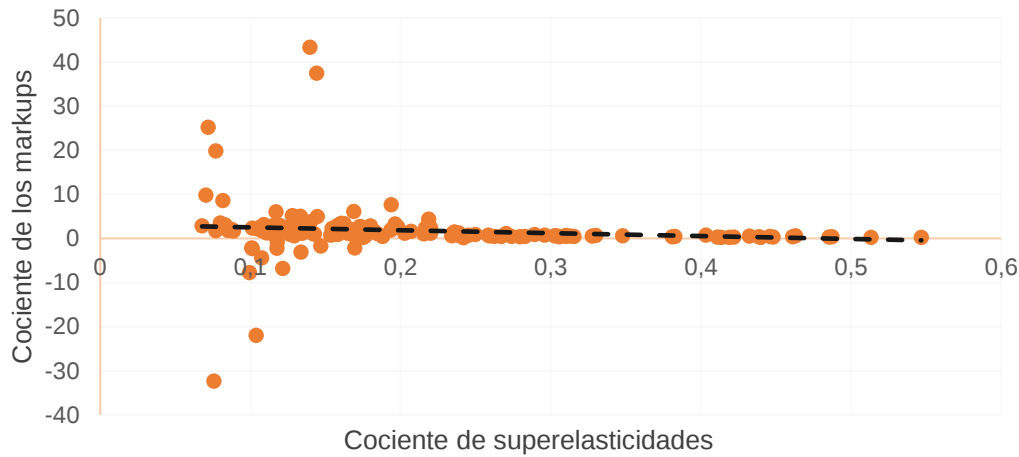
En primer lugar, cabe mencionar que, en media, no se puede concluir que las tasas sean las óptimas para maximizar el bienestar social como indica la fórmula de precios Ramsey, ya que, en ese caso, el cociente de las superelasticidades (0.252) debería ser igual al cociente de los *markups* (0.565), lo cual no se cumple, siendo el cociente de los *markups* mucho mayor.

Al analizar el cociente de los *markups* más detalladamente, se encuentra que existe una gran heterogeneidad entre las diferentes autoridades. Hay cuatro autoridades, todas ellas con características distintivas, como son Baleares, Ceuta, Melilla y Tenerife, en las cuales las tasas no cubren los costes marginales, ya que, como se vio en el apartado anterior, las tasas, especialmente de buques en estos casos, son muy bajas. La regla

de precios Ramsey muestra que, cuando dos productos son complementarios, como es el caso de mercancías y buques, puede darse el caso de que la tasa de uno de ellos sea menor que el coste marginal, siempre y cuando la elasticidad cruzada sea lo suficientemente grande como para compensarlo. Sin embargo, esta no es la situación que se da en estas autoridades, ya que las superelasticidades son siempre positivas.

En segundo lugar, se procede a realizar un gráfico de dispersión con las dos variables para todas las autoridades y todos los periodos temporales (Véase gráfico 6.1).

Gráfico 6.1.: Cociente de *markups* y superelasticidades



Se observa claramente que no se están implementando precios Ramsey, ya que prácticamente no existe ninguna relación entre los cocientes de los *markups* y las superelasticidades. Si dicho método de fijación de tasas se estuviese implementando, la pendiente de la línea de tendencia debería ser aproximadamente uno. Sin embargo, en este caso, se observa que la línea de tendencia tiene una pendiente igual a cero, de forma que no existe relación entre estas dos variables, mostrando así que las tasas se están fijando sin tener en cuenta las elasticidades de demanda.

Además, resulta llamativa la existencia de valores anómalos en los cocientes de los *markups*. Dichos valores, tanto los positivos como los negativos, están indicando casos en los que las tasas de buques son aproximadamente igual a los costes marginales, de forma que la división entre el *markup* de mercancías y buques resulta en valores extremos.

Por último, se procede a la estimación de la ecuación (5'):

$$\left[\frac{P_m - CMg_m(\vec{Q})}{P_m} \right]_{it} = \beta_0 + \beta_1 \left[\frac{(|\varepsilon_{bb}| + \varepsilon_{mb})}{(|\varepsilon_{mm}| + \varepsilon_{bm})} \right]_{it} + u_{it} \quad (14)$$

Si se estuviesen aplicando precios Ramsey, la constante debería ser igual a cero y β_1 debería ser igual a 1. Sin embargo, al realizar la estimación pertinente se obtienen los resultados que aparecen en la tabla 6.6. Dicha estimación se ha realizado mediante MCO incluyendo variables dummies por autoridad portuaria, las cuales son todas significativas.

Tabla 6.6.: Relación entre el cociente de las superelasticidades y *markups*

V. Dependiente: *RatioMarkup*

<i>const</i>	3.01044** (0.3589)
<i>RatioSuperelasticity</i>	2.58767 (2.737)
R ²	0.0564

Como cabía esperar teniendo en cuenta los resultados anteriores, el cociente de las superelasticidades es estadísticamente igual a cero, es decir, ante un cambio en las superelasticidades el *markup* no varía. Es inmediato ver que β_0 es estadísticamente distinto de cero, y, si se realiza un test individual para ver si beta uno es igual a uno: $H0: \beta_1 - 1 = 0$, no se rechaza la hipótesis nula con un p-valor de 0.567. Sin embargo, quizá lo más interesante sea que variaciones en el cociente de superelasticidades no parecen afectar a variaciones en el cociente del *markup*, ya que el r-cuadrado es muy bajo, de forma que las variaciones en el cociente de los *markups* no vienen explicadas por variaciones en las superelasticidades.

Los resultados obtenidos en este último apartado indican que, la fijación de las tasas, tanto de buque como de mercancía, no se está realizando en base a la regla de precios Ramsey, ya que parece no existir relación entre el cociente de los *markups* y las superelasticidades. Por ello, como se comentaba al principio del trabajo, las tasas son fijadas de forma externa sin tener en cuenta las elasticidades de demanda. Este resultado no debería ser sorprendente si se tiene en cuenta que, históricamente, las tasas de mercancía se han fijado de acuerdo al valor de las propias mercancías y las tasas de buque se fijan de acuerdo a criterios tecnológicos.

7. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se ha llevado a cabo un análisis de la estructura tarifaria de las Autoridades Portuarias españolas durante el periodo 1993-2014. Desde la reforma de 1992, donde se implanta el actual sistema de gestión *Landlord*, en el cual el sector público es propietario de la infraestructura, que alquila mediante concesiones a agentes privados, las Autoridades Portuarias han podido provisionar y gestionar las infraestructuras, decidiendo la asignación de sus recursos económicos bajo el principio de autofinanciación. Las posteriores reformas que han tenido lugar hasta la actualidad han tratado de agudizar el proceso de liberalización del sistema portuario.

El régimen económico del sistema portuario debe responder al principio de autosuficiencia económica y autonomía de gestión económico-financiera, es decir, los ingresos recibidos por las actividades portuarias, deben cubrir todos los gastos y, además, permitir una rentabilidad que actualmente se sitúa en un 2.5%. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos liberalizadores, la realidad es que la política de precios de los puertos españoles recae finalmente sobre el Ministerio de Fomento, que establece los límites en los cuáles deben fijar las tasas las AAPP, atendiendo siempre a los principios anteriormente mencionados.

Para las Autoridades Portuarias españolas, los ingresos más relevantes corresponden a las tasas portuarias, que aproximadamente representan un 96% de los mismos, siendo las tasas de utilización, en concreto las de buque y mercancía, las más importantes en términos de recaudación. Por ello, y dada la importancia que tienen las tasas portuarias a la hora de que las compañías navieras elijan entre un puerto u otro, el presente trabajo se ha centrado en el análisis de las mismas.

El sistema de precios centralizado, precios Ramsey o segundo óptimo, permite la maximización del bienestar total bajo el principio de autofinanciación sin suponer pérdidas para las autoridades, como podría ocurrir con el caso del primer óptimo. Aunque en la literatura solamente se ha encontrado el trabajo de Núñez-Sánchez (2013) que analice una estructura de precios Ramsey para el caso de las tasas portuarias, existen numerosos estudios que contemplan su aplicación en otras industrias de red.

La ecuación que finalmente define los precios Ramsey para el caso de una industria multiproductiva, como es el caso de los puertos, indica que el cociente de los *markups*, los cuales tienen en cuenta las tasas y los costes marginales, debería ser igual a el cociente de la superelasticidades, formadas por las elasticidades precio de demanda y elasticidades cruzadas. Por ello, para evaluar qué estrategia de precios han seguido las Autoridades Portuarias en el periodo seleccionado, se ha estimado una función de costes utilizando una forma funcional flexible, en concreto translogarítmica, que permite la complementariedad en costes entre distintas actividades, en este caso, mercancías y buques, y cuyos coeficientes son fácilmente interpretables. Por otro lado, se ha estimado una función de demanda para buques y otra para mercancías, asumiendo una forma funcional semilogarítmica para facilitar la obtención de las elasticidades.

Los resultados de las funciones de costes muestran que las Autoridades Portuarias presentan importantes economías de escala, ya que un aumento de un 1% en ambos *outputs* implica un incremento mucho menor del 1% en los costes totales. Por lo tanto, las autoridades pueden reducir sus costes a largo plazo si operan con una escala mayor. Esto, sumado a la falta de flexibilidad en precios que resta competitividad a los puertos, ha llevado a las AAPP a competir en capacidad en las últimas décadas, lo cual ha provocado problemas de sobrecapacidad en muchos puertos españoles.

En cuanto a los costes marginales, se ha comprobado que las autoridades están minimizando costes. Sin embargo, existe una gran heterogeneidad entre las distintas Autoridades Portuarias y cabe mencionar que los costes marginales asociados a buques

parecen ser estadísticamente igual a cero. Comparando los costes marginales con las tasas existentes en media durante el periodo, se observa que no se ha aplicado el primer óptimo en las autoridades españolas, ya que, para la mayoría de ellas, los *markups* son positivos.

Por otro lado, las estimaciones de las funciones de demanda han permitido calcular la sensibilidad de la demanda de buques y mercancías a las tasas, tanto propias como cruzadas. Destaca la inelasticidad de ambos *outputs* a las tasas, ya que la demanda de buques y mercancías disminuye menos que proporcionalmente a un aumento en las tasas. Como cabía esperar, la elasticidad propia, tanto para mercancías como para buques, es negativa. Sin embargo, las elasticidades cruzadas aportan interesantes resultados. La demanda de mercancías no se ve afectada por variaciones en la tasa de buque, pese a la complementariedad que existe entre ambos, mientras que la demanda de buques se ve más afectada por variaciones en la tasa de mercancías que en su propia tasa. La explicación más acertada para este hecho es que, las tasas de mercancía han sido históricamente mucho mayores que las de buques, y dada la elevada complementariedad que existe entre dichas actividades por motivos tecnológicos, es lógico que la tasa de mercancías afecte mucho más a la demanda tanto de mercancías como de buques.

Por último, se ha realizado una comparación entre la estructura de tasas existente durante el periodo 1993-2014 y las predicciones del modelo. Dada la dificultad de estimar los precios Ramsey, se ha decidido, mediante las estimaciones anteriores, calcular el cociente de los *markups* y de las elasticidades que caracterizan la ecuación de precios Ramsey. Los resultados permiten llegar a la conclusión de que no se ha estado maximizando el bienestar total con las tasas existentes, de forma que no se están teniendo en cuenta las elasticidades, sino que las tasas de mercancía se están fijando, como se ha hecho históricamente, de acuerdo al valor de las propias mercancías y las tasas de buque de acuerdo a criterios tecnológicos.

En conclusión, dada la gran heterogeneidad que existe entre los distintos puertos españoles, quizá no tendría demasiado sentido una política de tasas general para todas las Autoridades Portuarias. Sin embargo, existe mucho margen de mejora, ya que no se está maximizando el bienestar total y las tasas siguen fijándose externamente. Por lo tanto, podría mejorarse el actual mecanismo permitiendo a las autoridades elegir sus propias tasas atendiendo, entre otros criterios, a las elasticidades propias y cruzadas, y no estableciendo límites tan restrictivos como los actualmente existentes, por los cuales el mecanismo de precios recae finalmente sobre el Ministerio de Fomento.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BANDA, H.S. Y VERDUGO, L.B., 2010. Funciones de costos translogarítmicas. Una aplicación para el sector manufacturero mexicano. *El trimestre económico*, 77 (307), pp. 638-717. ISSN 24448-718X. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448718X2010000300683&script=sci_abstract&lng=en
- BELTRÁN, D., 2014. *Influencia de un nuevo marco jurídico en la competitividad del sistema portuario español*. Almazán, J.L., director. Tesis doctoral: Universidad Politécnica de Madrid
- BAUMOL, W.J. et al., 1982. Contestable markets and the theory of industry structure. Disponible en: <http://tocs.ulb-tu-darmstadt.de/33979766.pdf>
- BOE, 2011. Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante. *Boletín Oficial del Estado*, 20 de septiembre de 2011, 253 Disponible en : <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-16467>
- BUDRÍA, E.M., 1996. Un estudio econométrico de los costes del sistema portuario español. *RAE: Revista Asturiana de Economía*, (5), pp. 135-150. Disponible en: [file:///C:/Users/lucia/Downloads/Dialnet-UnEstudioEconometricoDeLosCostesDelSistemaPortuari-4042714%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/lucia/Downloads/Dialnet-UnEstudioEconometricoDeLosCostesDelSistemaPortuari-4042714%20(1).pdf)
- BUDRIA, E.M, MARRERO, R.M Y HERNÁNDEZ, J.J.D., 1998. Análisis económico de las Sociedades Estatales de Estiba y Desestiba en España. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de La Laguna.
- CABRERA, M., SUÁREZ-ALEMÁN, A. Y TRUJILLO, L., 2015. Public-private partnerships in Spanish ports: current status and future prospects. *Utilities Policy*, 32, pp. 1-11. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178714000836>
- CASTILLO-MANZANO, J. Y LÓPEZ-VALPUESTA, L., 2008. Economic analysis of the Spanish port sector reform during the 1990s. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42 (8), pp. 1056-1063. Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856408000682>
- CHANG, S., 1978. Production function, productivities, and capacity utilization of the Port of Mobile. *Maritime Policy and Management. The flagship journal of international shipping and port research*, 5 (4), pp. 297-305
- CHURCH, J. Y WARE, R., 2000. *Industrial organization: a strategic approach*. University of Calgary: Irwin McGraw-Hill
- CULLINANE, K., SONG, D. Y GRAY, R., 2002. A stochastic frontier model of the efficiency of major container terminals in Asia: assessing the influence of administrative and ownership structures. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 36 (8), pp. 743-762. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856401000350>
- CUTHBERTSON, K. Y DOBBS, I., 1996. A robust methodology for Ramsey pricing with an application to UK postal services. *The Journal of Industrial Economics*, 44 (3), pp. 229-247. Disponible en: http://www.jstor.org/stable/2950495?seq=1#page_scan_tab_contents

- DE RUS, G., CAMPOS, J. Y NOMBELA, G., 2003. *Economía del transporte*. Barcelona: Antoni Bosch editor.
- DIAZ, S., 1983. Freight transportation multioutput analysis. *Transportation Research Part A: General*, 17 (6), pp. 429-438. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0191260783901632>
- DODGSON, J., 1985. A survey of recent developments in the measurement of rail total factor productivity. Button, KJ and Pitfield, D.(Eds.), *International Railway Economics*
- GARCÍA LOPEZ, A.M. Y PARDO RODRÍGUEZ, A., 2012. La tasa de la mercancía en la ley de puertos. Aplicación a sectores estratégicos. *Papeles de Economía Española*, 131. Disponible en: <https://www.funcas.es/publicaciones/Sumario.aspx?IdRef=1-01131>
- GIBBARD, A. Y VARIAN, H., 1978. Economic models. *The Journal of Philosophy*, 75 (11), pp. 664-677. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2025484?origin=JSTOR-pdf>
- GONZÁLEZ LAXE, F., 2012a. El marco regulatorio de los puertos españoles, Resultados y conectividad internacional. *Economía Industrial*, 386, pp.27–38.
- GONZÁLEZ LAXE, F., 2012b. El nuevo marco institucional portuario. *Papeles de Economía Española*, (131), pp.66–79.
- GUTIÉRREZ, M., 2003. *Influencia del modelo de gestión y de la política tarifaria en la competitividad de los puertos: aplicación al caso español*. Paredes, P.P, directores. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: <http://oa.upm.es/9629/>
- HIDALGO, C.R., 2012. Las Tasas Portuarias Y La Potestad Portuarias De Los Puertos. *Crónica tributaria*, (142), pp. 113-127. Disponible en: https://economistas.es/Contenido/REAF/ct/ct142/142_Ruiz.pdf
- HONTAÑÓN, P. et al., 2015. *Eficiencia técnica en las terminales portuarias españolas (2000-2012)*. Universidad de Cantabria
- JARA-DÍAZ, S. et al., 2002. A multioutput cost function for the services of Spanish ports' infrastructure. *Transportation*, 29 (4), pp. 419-437. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1016386131712?LI=true>
- JARA-DÍAZ, S. et al, 1997. Marginal costs and scale economies in spanish ports. En: *Transportation Planning Methods Volume 1, Proceedings of seminar e held ptrc European Transport Forum, Brunel University 1 y 5 septiembre*. Inglaterra. P414. Disponible en: <https://trid.trb.org/view.aspx?id=635178>
- JIMÉNEZ, M. Y LLATAS, J., 2015. *Infraestructuras Portuarias. Análisis del sistema Portuario Español Contexto Internacional y propuestas de reforma*, No eee2015-20. Estudios sobre la Economía Española, FEDEA. Disponible en: <http://econpapers.repec.org/paper/fdafdae/eee2015-20.htm>
- KIM, M. Y SACHISH, A., 1986. The structure of production, technical change and productivity in a port. *The Journal of Industrial Economics*, 35 (2), pp. 209-223. Disponible en: http://www.jstor.org/stable/2098359?seq=1#page_scan_tab_contents
- LASHERAS, M.Á., 1999. *La regulación económica de los servicios públicos*. Barcelona: Ariel.
- LOPEZ QUIROGA, J. Y FERNÁNDEZ-QUIRÓS, T., 2012. *Guía sobre legislación*

- portuaria. Disponible en:
<http://www.uria.com/es/abogados/TFQ?iniciales=TFQyseccion=publicaciones>
- MARTÍN, M., 2002. *El sistema portuario español: regulación, entorno competitivo y resultados. Una aplicación del análisis envolvente de datos*. Segarra I Blasco, M., director. Tesis doctoral: Universitat Rovira i Vigili. Disponible en:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=85672>
- MCCARTHY, P., 2001. *Transportation economics: theory and practice: a case study approach*. Nevada, EEUU: Wiley-Blackwell.
- MEERSMAN, H. Y VOORDE, E. VAN DE, 2003. Port pricing. Considerations on economic principles and marginal costs. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 3 (4). Disponible en:
<https://trid.trb.org/view.aspx?id=743902>
- NÚÑEZ-SÁNCHEZ, R., JARA-DÍAZ, S., Y COTO-MILLÁN, P., 2011. Public regulation and passengers importance in port infrastructure costs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7), 653-666. Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856411000772>
- NÚÑEZ-SÁNCHEZ, R., 2013. Marginal Costs, Price Elasticities of Demand, and Second-best Pricing in a Multiproduct Industry: An Application for Spanish Port Infrastructure. *Journal of Transport Economics and Policy*, 47 (3), pp. 349-369. Disponible en:
<http://www.ingentaconnect.com/content/lse/jtep/2013/00000047/00000003/art00003>
- PEREZ DEL VAL SHERIFF, V., 2013. *El problema tarifario, y el principio de reserva de ley, en el sistema portuario de interés general en España*. Ballbé, M., director. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en:
<https://ddd.uab.cat/record/127049>
- PUERTOS DEL ESTADO., 2015. Disponible en: <http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/RestoEstad%C3%ADsticas/anuarioestadisticos/Paginas/2015.aspx>
- RAMSEY, F.P., 1927. A contribution to the Theory of Taxation. *The Economic Journal*, 37 (145), pp. 47-61. Disponible en:
http://www.jstor.org/stable/222721?seq=1#page_scan_tab_contents
- REKER, R., CONNELL, D. Y ROSS, D., 1990. *The development of a production function for a container terminal in the port of Melbourne*. Melbourne: Australasian Transport Research Forum. Disponible en:
http://atrf.info/papers/1990/1990_Reker_Connell_Ross.pdf
- RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, A., Y TOVAR DE LA FE, B. 2009. *Reformas regulatorias y eficiencia en el sector portuario español*. Universidad de Oviedo: Economic Discussion Papers. Efficiency Series Paper 05/2009. Disponible en:
<https://ideas.repec.org/p/oeg/wpaper/2009-05.html>
- SOUTO PASCUAL, O., 2015. Estadísticas de tráfico portuario. *Revista Índice*, (64), pp. 13-18. Disponible en: <http://www.revistaindice.com/numero64/p13.pdf>
- TONGZON, J., 1993. The Port of Melbourne Authority's pricing policy: its efficiency and distribution implications. *Maritime Policy and Management*, 20 (3), pp. 197-215. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03088839300000012>

- TOVAR DE LA FE, B.T., 2002. *Análisis multiproductivo de los costes de manipulación de mercancías en terminales portuarias: el puerto de La Luz y de Las Palmas*. Sergio Jara-Díaz, S. y Trujillo, L. directores. Tesis doctoral, Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Disponible en: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/btf/index.htm>
- TOVAR DE LA FE, B., JARA-DÍAZ, S. Y TRUJILLO, L., 2004. *Funciones de producción y costes y su aplicación al sector portuario. Una revisión de la literatura*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria; Universidad de Chile. Disponible en: <https://ideas.repec.org/p/can/series/2004-06.html>
- TRAIN, K.E., 1991. *Optimal Regulation: The Economic Theory of Natural Monopoly*. University of California, Berkeley. Disponible en: <https://ideas.repec.org/b/mtp/titles/0262200848.html>
- TRUJILLO, L. Y NOMBELA, G., 2000. *Multiservice infrastructure-privatizing port services. Viewpoint: Public Policy for the Private Sector*. Washington, DC: World Bank. Note No. 222. Disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11417>
- WOOLDRIDGE, J.M., 2002. *Econometric analysis of cross section and panel data*, Massachusetts: The MIT press.
- WOOLDRIDGE, J.M., 2009. *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno* 4ª edición., Cengage Learning Editores.

ANEXO

ANEXO 1: Descripción de las tasas portuarias

Tasa de buque (T-1). Según el artículo 194 del TRLPEMM (BOE 2011), grava la utilización, por los buques o artefactos flotantes, de las aguas incluidas en la zona de servicio del puerto, así como de las instalaciones portuarias que permiten el acceso al puesto de amarre o fondeadero que se asigna al buque y su estancia en estos. Los sujetos pasivos son el capitán, el propietario y el naviero del buque, que deben afrontar el pago de la tasa.

Tasa de mercancía (T-3). Según el artículo 211 del TRLPEMM, grava la utilización, por las mercancías y sus elementos de transporte, de las instalaciones de atraque, zonas de manipulación de carga y descarga del buque, accesos y vías de circulación viarios y ferroviarios y demás instalaciones portuarias. Además, grava su estancia en las zonas de tránsito. Dependiendo del tipo de operaciones de tránsito (salida o entrada de mercancías, transbordo de mercancías, tránsito marítimo y terrestre), podrá estar un número determinado de horas, y superadas las mismas, pasará a ser gravado por la T-6. El sujeto pasivo de la T-3 dependerá de la operación en particular de la que sea objeto la mercancía.

ANEXO 2: Derivación de la ecuación de precios Ramsey

$$\begin{aligned} \text{Máx}_{\vec{P}} \quad & \sum_{i=1}^N \left[\int_0^{P_i} Q_i dP_i - P_i Q_i \right] + \sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) \\ \text{s. a.} \quad & \sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) = \Pi_0 \end{aligned} \quad (1)$$

las variables de decisión serán P_b, P_m .

$$L(P_b, P_m, \lambda) = \sum_{i=1}^N \left[\int_0^{P_i} Q_i dP_i - P_i Q_i \right] + \sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) - \lambda \left[\sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) \right] \quad \text{ó}$$

$$\text{alternativamente } L(P_b, P_m, \lambda) = \int_{P_0}^P \sum_{i=1}^N P_i Q_i dP_i + \left[\sum_{i=1}^N P_i Q_i - C(\vec{Q}) \right] (1 - \lambda)$$

Obteniendo la condición de primer orden respecto a la tasa de buque (P_b):

$$\frac{\partial L(P_b, P_m)}{\partial P_b} = 0 \rightarrow -Q_b + \left[Q_b + P_b \frac{\partial Q_b}{\partial P_b} + P_m \frac{\partial Q_m}{\partial P_b} - \frac{\partial C(\vec{Q})}{\partial Q_b} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_b} - \frac{\partial C(\vec{Q})}{\partial Q_m} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_b} \right] (1 - \lambda) = 0$$

Por simplicidad no aparece en las ecuaciones, pero $Q_i = f(P_b, P_m)$ y $C = f(Q_b, Q_m)$:

$$-\lambda Q_b + \left[\frac{\partial Q_b}{\partial P_b} * (P_b - C m g_b) + \frac{\partial Q_m}{\partial P_b} * (P_m - C m g_m) \right] (1 - \lambda) = 0$$

Multiplicando y dividiendo por P_b y P_m , se obtiene:

$$\frac{\lambda}{1 - \lambda} = \frac{(P_b - C m g_b)}{P_b} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_b} + \frac{(P_m - C m g_m)}{P_m} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_b} \frac{P_m}{Q_b} \quad (3)$$

Suponiendo que los efectos precio cruzados son iguales, es decir, suponiendo que:

$\frac{\partial Q_b}{\partial P_m} = \frac{\partial Q_m}{\partial P_b}$ Puede sustituirse de la ecuación (3) $\frac{\partial Q_m}{\partial P_b}$ por $\frac{\partial Q_b}{\partial P_m}$, de forma que:

$$\frac{\lambda}{1-\lambda} = \frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_b} + \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_b} \quad (3')$$

Donde $-\frac{\partial Q_b}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_b} = \varepsilon_{bb}$, o elasticidad precio de la demanda de buques

$\frac{\partial Q_b}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_b} = \varepsilon_{bm}$, o elasticidad precio elasticidad precio cruzada de la demanda de buques respecto a la tasa de mercancías

Obteniendo la condición de primer orden respecto a la tasa de buque (P_m):

$$\frac{\partial L(P_b, P_m)}{\partial P_m} = 0 \rightarrow -Q_m + \left[Q_m + P_m \frac{\partial Q_m}{\partial P_m} + P_b \frac{\partial Q_b}{\partial P_m} - \frac{\partial C(\vec{Q})}{\partial Q_m} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_m} - \frac{\partial C(\vec{Q})}{\partial Q_b} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_m} \right] (1-\lambda) = 0$$

$$-\lambda Q_m + \left[\frac{\partial Q_m}{\partial P_m} * (P_m - Cmg_m) + \frac{\partial Q_b}{\partial P_m} * (P_b - Cmg_b) \right] (1-\lambda) = 0$$

Multiplicando y dividiendo por P_b y P_m , se obtiene:

$$\frac{\lambda}{1-\lambda} = \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_m} + \frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} * \frac{\partial Q_b}{\partial P_m} \frac{P_b}{Q_m} \quad (4)$$

Realizando el mismo supuesto sobre los efectos cruzados se obtiene:

$$\frac{\lambda}{1-\lambda} = \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_m} + \frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} * \frac{\partial Q_m}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_m} \quad (4')$$

Donde $-\frac{\partial Q_m}{\partial P_m} \frac{P_m}{Q_m} = \varepsilon_{mm}$, o elasticidad precio de la demanda de mercancías

$\frac{\partial Q_m}{\partial P_b} \frac{P_b}{Q_m} = \varepsilon_{mb}$, o elasticidad precio elasticidad precio cruzada de la demanda de mercancías respecto a la tasa de buques

Igualando las ecuaciones (3') y (4'):

$$-\frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} |\varepsilon_{bb}| * + \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * \varepsilon_{bm} = -\frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} |\varepsilon_{mm}| * + \frac{(P_b - Cmg_b)}{P_b} * \varepsilon_{mb}$$

$$\frac{P_b - Cmg_b(\vec{Q})}{P_b} * (|\varepsilon_{bb}| + \varepsilon_{mb}) = \frac{(P_m - Cmg_m)}{P_m} * (|\varepsilon_{mm}| + \varepsilon_{bm}) \quad (5)$$

Donde $(|\varepsilon_{bb}| + \varepsilon_{mb})$, $(|\varepsilon_{mm}| + \varepsilon_{bm})$ son lo que se denominan superelasticidades.

ANEXO 3: Forma funcional translogarítmica

Para construir un modelo empírico basado en formas funcionales flexibles, tales como la cuadrática o la translogarítmica, que puede entenderse como una aproximación de Taylor de segundo orden, si suponemos que tenemos una función de n términos tal que: $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, tendremos que incluir los siguientes términos:

1. La función evaluada en la media: $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$
2. Las diferencias: $(x_i - \bar{x}_i), i = 1, 2, \dots, n$
3. $\frac{1}{2}$ por el cuadrado de cada diferencia: $\frac{1}{2} * (x_i - \bar{x}_i)^2$
4. Los productos cruzados de las diferencias: $(x_i - \bar{x}_i) * (x_j - \bar{x}_j)$

Por lo tanto, nos encontramos con la siguiente expresión:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i (x_i - \bar{x}_i) + \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{2} (x_i - \bar{x}_i)^2 + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n \phi_{ij} (x_i - \bar{x}_i) * (x_j - \bar{x}_j) + u$$

Donde α_i son los coeficientes de primer orden

β_i son los coeficientes de segundo orden

ϕ_{ij} son los coeficientes de las interacciones

Los coeficientes de interés serán los coeficientes de primer orden, que indican el cambio en la función evaluado en la media debido a una variación de x_i :

$$\alpha_i = \frac{\partial f(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)}{\partial x_i}$$

Para la forma funcional translogarítmica la media utilizada será la media geométrica, mientras que para la cuadrática será la media aritmética.

ANEXO 4: Contraste de significación conjunta para justificar la elección de función translogarítmica

Para analizar si es necesario aplicar una forma funcional translogarítmica, se hace un contraste en aras de comprobar si todos los coeficientes menos los de primer orden son conjuntamente significativos, en cuyo caso, sí sería necesario utilizar la forma funcional translogarítmica.

$$H0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \phi_{12} = \phi_{13} = \phi_{14} = \phi_{23} = \phi_{24} = \phi_{34} = 0$$

$H1$: en otro caso

En la siguiente tabla se muestran los resultados de estimar las ecuaciones (6) y (7) mediante MCO.

V.Dependiente: $\ln(CTn)$. Estimación por MCO

*No se muestran las dummies por autoridad, pero están incluidas en ambos modelos.

	Modelo no restringido (translogarítmica)	Modelo restringido (C.D)
<i>const</i>	13.23** (0.03920)	13.26** (0.04188)
<i>FOCbuq</i>	0.07410 (0.05970)	0.1171** (0.05223)
<i>FOCmtot</i>	0.1192** (0.05499)	0.06869 (0.05936)
<i>FOCw</i>	0.6493** (0.03121)	0.6495** (0.03677)
<i>FOCr</i>	0.2132** (0.02149)	0.2197** (0.02095)
<i>SOCbuq</i>	0.1251* (0.06320)	
<i>SOCmtot</i>	0.1688** (0.08125)	
<i>SOCw</i>	0.1558* (0.07690)	
<i>SOCr</i>	0.2169** (0.05120)	
<i>buqmtot</i>	-0.09553 (0.05830)	
<i>wbuq</i>	0.08750** (0.03793)	
<i>rbuq</i>	-0.08709** (0.02758)	
<i>wmtot</i>	-0.08635* (0.04214)	
<i>rmtot</i>	0.04680* (0.02389)	
<i>rw</i>	-0.1752** (0.06096)	

Desviaciones típicas entre paréntesis

(**) Significatividad al 5%, (*) Significatividad al 10%

Por si fuese necesario, se aclara que *FOCbuq*, *FOCmtot*, *FOCr*, *FOCw*, son las variables asociadas a los coeficientes de primer orden ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$), *SOCbuq*, *SOCmtot*, *SOCw*, *SOCr* a los coeficientes ($\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$), y *buqmtot*, *wbuq*, *rbuq*, *wmtot*, *rmtot*, *rw* a los coeficientes ($\phi_{12}, \phi_{13}, \phi_{14}, \phi_{23}, \phi_{24}, \phi_{34}$) de la ecuación (7).

Contraste de omisión de variables:

Hipótesis nula: los parámetros son cero para las variables

SOCbuq, SOCmtot, SOCw, SOCr, buqmtot, wbuq, rbuq, wmtot, rmtot, rw

Estadístico de contraste: $F(10, 25) = 4.70531$ con valor $p = P(F(10, 25) > 4.70531) = 0.000799888$ **ANEXO 5: Prueba de Hausman: efectos fijos VS. efectos aleatorios**Variable dependiente: $\ln(CTn)$

	Ef. Aleatorios (1)	Ef. Fijos (2)	MC2E (3)
<i>const</i>	13.08** (0.09841)	13.05** (0.04084)	13.24** (0.03881)
<i>FOCbuq</i>	0.1370** (0.05045)	0.07410 (0.05835)	0.08912 (0.09075)
<i>FOCmtot</i>	0.1502** (0.04604)	0.1192** (0.05374)	0.1123 (0.09426)
<i>FOCw</i>	0.6498** (0.03143)	0.6493** (0.03050)	0.6736** (0.02729)
<i>FOCr</i>	0.2346** (0.02098)	0.2132** (0.02100)	0.1920** (0.02030)
<i>SOCbuq</i>	0.09733* (0.05549)	0.1251* (0.06177)	0.1494 (0.09353)
<i>SOCmtot</i>	0.1304** (0.05477)	0.1688** (0.07940)	0.1671 (0.1101)
<i>SOCw</i>	0.1781** (0.09049)	0.1558** (0.07516)	0.06973 (0.06797)
<i>SOCr</i>	0.2454** (0.05782)	0.2169** (0.05003)	0.1335** (0.05332)
<i>buqmtot</i>	-0.08051* (0.04357)	-0.09553 (0.05698)	-0.1059 (0.08999)
<i>wbuq</i>	0.1033** (0.03438)	0.08750** (0.03707)	0.09390** (0.03235)
<i>rbuq</i>	-0.1022** (0.02540)	-0.08709** (0.02696)	-0.07463** (0.02756)
<i>wmtot</i>	-0.08701** (0.03754)	-0.08635** (0.04118)	-0.09001** (0.03493)
<i>rmtot</i>	0.04896** (0.02383)	0.04680* (0.02335)	0.01949 (0.02472)
<i>rw</i>	-0.2014** (0.07158)	-0.1752** (0.05958)	-0.09347 (0.05819)

Desviaciones típicas entre paréntesis

(**) Significatividad al 5%, (*) Significatividad al 10%

Contraste de Hausman (Efectos Aleatorios VS. Efectos fijos)

H0: Los estimadores de MCG son consistentes $\rightarrow (Cov(\vec{X}_{it}, a_i) = 0)$
Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(14) = 386.446
con valor p = 9.05504e-074.

Contraste para testar endogeneidad (En base a los resultados por MC2E)

H0: Los estimadores de MCO son consistentes

Estadístico de contraste asintótico: Chi-cuadrado(9) = 15.2396
con valor p = 0.0845609

Dicho contraste consiste en regresar cada una de las posibles variables endógenas sobre los instrumentos. De cada regresión, se guardan los residuos. Finalmente se estima, mediante MCO, el modelo original, es decir, la aproximación de Taylor para la función de costes, en este caso añadiendo las Autoridades Portuarias y los residuos estimados anteriormente. Se hace un contraste de significación conjunta de los residuos, donde con un p-valor de 0.0845 no puede rechazarse la hipótesis de que la correlación entre los residuos y las explicativas sea cero, de forma que se descarta la existencia de endogeneidad.

ANEXO 6: Estimación de panel (efectos fijos) con variables instrumentales

V.Dependiente: $\ln(CT_n)$

V. Endógenas: $FOCbuq$ $FOCmtot$ $SOCbuq$ $SOCmtot$ $rbuq$ $rmtot$ $wbuq$ $wmtot$ $buqmtot$

V. Instrumentales: I_Buq_1 I_Mtot_1 $sq_I_Buq_1$ $sq_I_Mtot_1$ $\ln buq1r$ $\ln buq1w$ $\ln mtot1r$ $\ln mtot1w$ $\ln buq1mtot1$

	Ef. Aleatorios (con panel)	
<i>const</i>	13.0438** (0.0.093)	Contraste de heterocedasticidad H0: La varianza es constante en el tiempo Wald chi-square(13) = 4118.2 [0.0000] Existe heterocedasticidad que, debido a las características del <i>software Gretl</i> , no se puede corregir.
<i>FOCbuq</i>	0.07938* (0.042249)	
<i>FOCmtot</i>	0.124621** (0.06442)	
<i>FOCw</i>	0.679275** (0.024974)	
<i>FOCr</i>	0.1861456** (0.02098)	

*Por simplicidad, solo se muestran los coeficientes de primer orden, pero todos han sido incluidos en la regresión.