



GRADO EN ECONOMÍA

2021/2022

TRABAJO FIN DE GRADO

**ANÁLISIS DEL SECTOR PORTUARIO BAJO UN ENFOQUE DE
TEORÍA DE JUEGOS**

**ANALYSIS OF THE PORT INDUSTRY UNDER A GAME THEORY
APPROACH**

AUTOR: ALEJANDRO IZURIETA RIEGA

TUTOR/A: SORAYA HIDALGO GALLEGO

JULIO 2022

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	3
Abstract.....	3
1. Introducción.....	4
1.1. Objetivo.....	4
1.2. Método.....	4
1.3. Principales resultados.....	4
2. Contextualización.....	5
2.1. Procesos de devolución portuaria (Historia).....	5
2.2. Artículo Peran Van Reeve.....	8
3. Revisión de la literatura.....	9
4. Modelo.....	12
5. Conclusiones.....	27
6. Bibliografía.....	28

RESUMEN

Los puertos conforman una parte muy importante dentro de la economía del país puesto que son el medio más utilizado para el desarrollo del comercio. A su vez, se han producidos grandes avances que, junto con la globalización y con las revoluciones industriales, han permitido mejorar la eficiencia de los puertos para mejorar la economía mundial.

A lo largo de la historia, el manejo de los puertos se ha regido bajo el mandato de los gobiernos, pero debido a sucesivas causas, éstos han permitido la entrada de entidades privadas para conseguir una mayor eficiencia y eficacia. Debido a esto, se produce un importante fenómeno gubernamental, la devolución portuaria. Debido a esto, las entidades privadas intervienen en los puertos de tal forma que estimula la competencia portuaria.

World Bank (2007) establece cuatro tipos de gobernanza portuaria, a saber, landlord, toolport, puerto privado y puerto público. Cabe mencionar que el sistema más utilizado en el mundo es el primero y demostraremos el porqué.

Esta devolución portuaria favorece la competencia y a su vez la eficiencia y por ello, la Comisión Europea ha permitido dicho fenómeno para mejorar la calidad de servicio y ayudar a los puertos menos eficientes.

A lo largo de la investigación, mediante un enfoque de teoría de juegos, analizaremos la competencia de dos puertos con diferentes sistemas de gobernanza portuaria (toolport vs landlord) y calcularemos las funciones de beneficios y precios para obtener un equilibrio de Nash, es decir, la mejor estrategia para cada puerto.

ABSTRACT

Ports are a very important part of the country's economy since they are the most used means for the development of trade. At the same time, there have been great advances that, together with globalization and industrial revolutions, have made it possible to improve the efficiency of ports to improve the world economy.

Throughout history, port management has been governed under the mandate of governments, but due to successive causes, these have allowed the entry of private entities to achieve greater efficiency and effectiveness. Due to this, an important governmental phenomenon, port devolution, occurs. Due to this, private entities intervene in ports in a way that stimulates port competition.

World Bank (2007) establishes four types of port governance, namely landlord, toolport, private port and public port. It is worth mentioning that the most widely used system in the world is the first one and we will show why.

This port devolution favors competition and in turn efficiency and therefore, the European Commission has allowed such a phenomenon to improve the quality of service and help less efficient ports.

Throughout the research, using a game theory approach, we will analyze the competition of two ports with different port governance systems (toolport vs. landlord) and calculate the profit and price functions to obtain a Nash equilibrium, i.e. the best strategy for each port.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO

Analizaremos la literatura acerca de este tema para conocer el terreno de la investigación, además de inyectarnos conocimientos que nos ayuden a entender los términos útiles para el análisis.

Tras analizar la literatura, con la ayuda de Peran Van Reeven, investigaremos qué tipo de gobernanza portuaria es más beneficiosa en el caso de que exista competencia entre dos puertos. En este análisis utilizará un toolport y un landlord ya que son los tipos de gobernanza más utilizados en el mundo.

1.2 MÉTODO

La metodología a utilizar para este tema es, como he dicho previamente, es la recopilación de artículos científicos y textos de libros que hablen sobre el sector portuario, tanto de su historia como de su actualidad, para conocer los diferentes puntos de vista de los autores. En estos artículos se tratarán principalmente los modelos de gobernanza y como afecta la competencia entre puertos a cada uno, bajo diferentes escenarios y en diferentes lugares como Asia (Shanghai y Busan Port) o Reino Unido (Liverpool y Southampton)

Después de haber conocido los resultados obtenidos por los autores en sus artículos científicos y a su vez, los modelos de teoría de juegos aplicados por los autores, con la ayuda de un artículo en el que se analiza la competencia entre dos puertos (Van Reeven, 2010) modelaremos tres escenarios en el que dos puertos competirán en precios y cantidades bajo diferentes circunstancias, dos toolport, dos landlord o un toolport y un landlord. De esta forma, observaremos qué escenario es el más beneficioso para los puertos y para la autoridad portuaria analizando los precios, cantidades, beneficios y tarifas en cada puerto.

Después de haber conseguido esto, analizaremos los principales resultados y concluiremos sobre qué situación es más beneficiosa para los puertos y la autoridad portuaria, comparado las variables que he mencionado anteriormente y estableciendo el equilibrio de Nash mediante una matriz de beneficios.

1.3 PRINCIPALES RESULTADOS

Tras analizar los puertos bajo diferentes escenarios y con la metodología anteriormente mencionada, observamos como el modelo landlord es el sistema de gobernanza portuaria usado por la mayoría de los puertos de grandes dimensiones y esto se debe a que, bajo este sistema, los puertos obtienen mayores beneficios ya que los usuarios/consumidores tienen unos precios más altos, por lo que las ganancias de los puertos incrementan y por lo tanto sus beneficios. A su vez, bajo este sistema, los beneficios de la autoridad portuaria son menores que bajo otro escenario como bajo un sistema toolport.

A su vez, si un puerto adopta un sistema toolport, los beneficios de los puertos se ven inferiores a los obtenidos en la otra situación (landlord) ya que los precios que soportan los consumidores son menores y los puertos tienen, como principal objetivo, obtener el mayor beneficio posible y como con este sistema no se consigue ese objetivo, no es el elegido en la mayoría de los puertos del mundo. Y en lo referente a la autoridad portuaria, bajo este sistema obtiene mayores beneficios.

2.CONTEXTUALIZACIÓN

2.1 PROCESOS DE DEVOLUCIÓN PORTUARIA (HISTORIA)

En el Boletín Oficial del Estado (2003), se define puerto como “Infraestructura que se integra como parte fundamental en un sistema general de transporte de carácter intermodal, sostenible y competitivo, constituyendo nodo de interconexión modal y plataforma logística con un importante papel tanto en la cadena de transporte como en la cadena de valor”. Los puertos son infraestructuras fundamentales para el crecimiento económico de los países. Dado este papel fundamental, los países deben asegurar que el funcionamiento de los puertos sea el correcto, asegurando la eficiencia y la competitividad de los mismos. Para garantizar este buen funcionamiento, los gobiernos deben definir cuál es el modelo de gobernanza que mejor se ajusta a las características del país y del entorno en que los puertos operan.

La creación de sistemas de gobernanza portuaria se basa en buscar la relación entre los intereses, las leyes y las estructuras portuarias de cada país existiendo diversos modelos que van desde puertos en los que el sector público asume todas las operaciones a puertos en los que únicamente interviene el sector privado. (Factoridea, 2018)

De acuerdo con el criterio de gobernanza, no todos los autores están de acuerdo qué modelo es el más beneficioso determinadas zonas del mundo. Es importante hacer hincapié en la descentralización de los puertos. Basándose en la teoría agente-principal, se cree que la propiedad privada es más eficiente que la propiedad pública, pero hay economistas que sostienen lo contrario (Vickers y Yarrow, 1989; Estrin y Perontin, 1991).

La descentralización nace sobre los años ochenta, cuando el modelo centralista está obsoleto tras una gran crisis mundial que pone de manifiesto la poca eficiencia de la gestión pública en los puertos. En este momento, las empresas privadas comienzan a realizar fuertes inversiones para hacerse con el mando de los puertos, pero el Estado debía estar presente e intervenir de forma que se cree competencia portuaria. Unos claros ejemplos de esta descentralización son el Puerto de Buenos Aires, el Puerto de Panamá y el Puerto de Chile entre otros.

En muchos países se considera a los puertos como entidades ligadas a la economía nacional. Los puertos son vitales, tanto que deben estar sometidos al control público. De otro modo, las inversiones necesarias para desarrollar dichas entidades son tan altas que no deja lugar a duda que la intervención pública es necesaria.

De acuerdo con una visión comercial, tanto se ha desarrollado el comercio que la exigencia de los clientes ha motivado a crear nuevas ideas de gobernanza. La reestructuración de la gestión de los puertos depende de los objetivos que se pretendan lograr, siendo el más importante la eficiencia acompañada de una mejora en la calidad del servicio prestado. Otro motivo para dicha reestructuración es reducir los costes, o bien, satisfacer las necesidades del cliente usuario del puerto. (García, 2007)

Yendo al grano, los puertos han tenido que adoptar distintos modelos de gestión debido a la evolución del mercado ya que un puerto eficiente y que satisfaga las necesidades de sus clientes relanza la economía del país donde esté ubicado el puerto. Como objetivos concretos de la mayoría de los puertos tenemos los siguientes, entre otros:

- Aumentar la eficiencia y diversificación de servicios
- Reducir los costes
- Fomentar la competencia
- Facilitar métodos modernos para una fácil gestión empresarial

En los últimos años, la globalización y la competencia han sido los principales factores que han impulsado al cambio experimentado por los puertos. Dentro del ámbito de la gestión, tenemos un término importante, la devolución portuaria.

En la década de los 90, se produce en los puertos de todo el mundo un proceso de devolución portuaria que transformó la forma de gobernanza de los mismos. Se puede definir “devolución portuaria” como “la transferencia de funciones o de la responsabilidad de la prestación de programas y servicios del gobierno federal a otra entidad” (Rodal & Mulder, 1993).

Desde otro enfoque, existen otras definiciones de devolución portuaria como “conjunto de reglas y estructuras impuestas a las empresas y que influyen en el alcance y en la forma en que toman sus decisiones de gestión”. (R Brooks & Cullinane, 2006)

La gobernanza portuaria ha experimentado cambios o transformaciones a lo largo del tiempo, desembocando en nuevas formas de gobernar los puertos. Estas transformaciones se deben a dos factores principales (Cerbán Jiménez & Ortí Llatas, 2015):

1. Modificación en el comportamiento de los agentes públicos y privados
2. Introducción del contenedor como principal medio de transporte.

Viajando al pasado, concretamente a la década de ochenta, es la década en que la inversión y la participación de las empresas privadas tienen una presencia notable en los puertos. Muchos puertos se habían convertido en actividades costosas y lentas debido a tres problemas principales:

1. Prácticas laborales restrictivas en el sector marítimo-portuario
2. Dificultad de los puertos para responder a la demanda
3. Escasa calidad del servicio de los puertos

Remontándonos a épocas anteriores, los puertos han pasado por muchas formas de gobernanza que se pueden resumir en las siguientes:

- Tool Port
- Landlord Port
- Puerto Público (Service Port)
- Puerto Privado (Private Service Port)

Desde la década de los 80, hay debate acerca qué modelo es el más beneficioso para ciertas zonas del mundo. Introduciéndose en zonas determinadas como por ejemplo en América Latina, la mayoría de las naciones o de gobiernos sostienen que la mejor forma de gestionar los puertos es aplicando un modelo Landlord. Sin embargo, en México, tras la publicación de la “Ley de Puertos”, el gobierno sostiene que la mejor forma de dirigir el puerto es aplicando un modelo Toolport. Al igual que la mayoría de América Latina, el modelo Landlord es el más extendido en la mayoría de los países de la Unión Europea. Revisando la literatura mundial acerca de este tema, múltiples autores defienden que se necesitan cambios en la estructura de gobierno de los puertos para alcanzar el objetivo principal: conseguir un puerto eficiente y asegurar la movilidad de materias primas de forma que se convierta en un puerto competitivo. (Llaquet, 2007)

En cuanto a los tipos de gobernanza, el Banco Mundial (2001) establece cuatro modelos de gestión de puertos que se explican a continuación:

Service port model o puertos públicos

Se trata de un modelo en el que la autoridad portuaria es responsable del puerto en su totalidad. La Autoridad es propietaria de las infraestructuras, superestructuras y es la encargada de la provisión de los servicios del puerto. Los servicios son ofrecidos o prestados por empresas portuarias que son responsables del mantenimiento de las infraestructuras y de todos los equipamientos necesarios para el desarrollo de los servicios.

En general, las empresas privadas no participan en las operaciones del puerto y es aquí donde podemos encontrar la principal ventaja de este modelo ya que solo uno es responsable del desarrollo y de la operación de la instalación por lo que se obtiene una optimización de las acciones en el puerto de forma coherente.

Por otro lado, la falta de competencia interna puede generar ineficiencias en la gestión portuaria o falta de innovación.

Este tipo de modelo son los más utilizados en países en desarrollo como pueden ser países como India, Sri Lanka, Tanzania o Sudáfrica.

Tool port model

Este tipo de modelo destaca por la presencia del Estado como la propietaria del puerto de la infraestructura y superestructura de los puertos. Los servicios portuarios son prestados por empresas privadas en forma de concesión y las empresas portuarias privadas son las responsables del mantenimiento de las infraestructuras y los equipamientos.

En este modelo, las actividades handling (actividades realizadas por grúas) son responsabilidad de los operarios privados. A menudo, esta decisión ha generado muchos conflictos entre los operadores privados y las autoridades, lo que afecta la eficiencia operativa. El modelo incluye cuestiones de compartir responsabilidades operativas, ya que en este modelo la empresa privada tiene responsabilidad contractual con la naviera y no tiene el control total de las actividades.

Ejemplos de países en los que los puertos se gestionan bajo modelo Tool port son Francia o México.

Landlord port model

La autoridad portuaria es la propietaria de la infraestructura. Los servicios portuarios son prestados por empresas privadas y dicho puerto puede estar dividido en terminales independientes gestionadas por operadores privados. El equipamiento y las infraestructuras suelen ser propiedad de estos operadores que se encargan de su inversión y mantenimiento.

El objetivo de este modelo es buscar el equilibrio entre los intereses de operadores públicos y privados. Es el modelo más extendido entre los puertos de grandes y medianas dimensiones entre los que destacan los puertos de Rotterdam, Nueva York, Génova, Singapur así como los puertos españoles de interés general.

La fortaleza de este modelo es que el mismo operador realiza las operaciones y es propietaria del equipo de manejo de carga, por lo tanto, es más probable que se produzcan mejores resultados y se reaccione de forma más eficaz ante cambios en el mercado.

Sin embargo, existe el riesgo de un exceso de capacidad, ya que más de un operador privado puede impulsar la expansión y puede haber duplicación en los esfuerzos económicos.

Puerto privado o private service port model

Este es un modelo que no es muy común, salvo casos excepcionales como Reino Unido y en Nueva Zelanda.

En este modelo tanto la propiedad de la infraestructura como la superestructura es privada y los servicios prestados van a cargo de empresas privadas. Los operadores en el puerto son los encargados de la inversión y mantenimientos de la maquinaria y las infraestructuras.

La tabla 1 representa de forma esquemática las principales diferencias entre los modelos explicados:

Tabla 1: Esquema modelos de gestión portuaria

Tipo	Puerto Público	Tool Port	Landlord Port	Puerto Privado
Infraestructuras	Publico	Publico	Publico	Privado
Superestructuras	Publico	Publico	Privado	Privado
Trabajo	Publico	Privado	Privado	Privado
Otras funciones	Mayormente publico	Ambos	Ambos	Mayormente privado

Fuente: Banco Mundial, 2001

2.2 ARTÍCULO PERAN VAN REEVEN

Peran Van Reeven es un profesor de economía de la Universidad de Rotterdam, Países Bajos. El autor, junto con la ayuda de personal externo escribió un artículo que tiene mucho que ver con la gestión de los puertos, titulado “The Effect of competition on economic rents in seaports”.

Un organismo de una importante repercusión europea como es la Comisión Europea ha tratado desde hace unos años de establecer la competencia intraportuaria, es decir, la competencia entre proveedores de un mismo servicio portuario, a través de una sucesión de propuestas legislativas.

Con esta competencia intraportuaria, la Comisión Europea intenta mejorar la eficiencia, es decir, eliminar las eficiencias de los puertos y mejorar la calidad del servicio de los mismos.

La industria portuaria ha rechazado esta iniciativa de la Comisión Europea, sosteniendo que los puertos en Europa están ubicados cerca entre sí, y esto genera una competencia fuerte. Además de esto, manifiestan que la competencia intraportuaria en puertos de pequeñas dimensiones va a tener efectos negativos.

Van Reeven (2010) ofrece un modelo para examinar el impacto de esta competencia intraportuaria. En dicho modelo, existen 2 puertos que compiten por el comercio de la carga. Van Reeven (2010) sostiene que dichos puertos tienen la posibilidad de ser incluidos verticalmente (toolport) en el que cada una de las ocupaciones están manejadas por la autoridad portuaria, o separados verticalmente (landlord), en los que además de la autoridad portuaria hay diversos operadores privados de terminales que hacen operaciones portuarias.

El modelo planteado por Van Reeve (2010) es un juego de 2 fases. En la primera fase, los puertos deciden como se gestionan, y en la segunda fase las autoridades portuarias y los operadores de terminales establecen los costos y tarifas portuarias. El objetivo de Van Reeve (2010) es analizar el efecto de estas formas de organización en la industria portuaria y en los usuarios, teniendo en cuenta los beneficios de los puertos y de la autoridad portuaria bajo los escenarios mencionados y los costes de los usuarios en cada escenario.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En esta sección se revisarán trabajos de investigación en los que se aplican enfoques de teoría de para analizar aspectos de la industria portuaria como la competencia, los procesos de devolución portuaria o la especialización.

Do et al. (2015) estudian la competencia entre los puertos de Hong Kong y Shenzhen por el tráfico de contenedores. El objetivo del artículo es analizar las decisiones de inversión en capacidad de estos puertos como estrategia para competir y recomendar estrategias de inversión eficaces para ambos puertos. Para ello, construyen un juego con dos jugadores en el que existe incertidumbre en los pagos. Los jugadores han de decidir si invierten o no y sus pagos no sólo son inciertos, sino que también dependerán de la decisión del otro jugador. Para resolver este juego se proponen dos metodologías: Estadísticas Inciertas (Uncertain Statistics) y estrategia EN esperada (Expected NE strategy). Cuando los autores aplican la metodología de Estadísticas Inciertas sus resultados muestran que invertir domina a no invertir para Shenzhen con ganancias positivas independientemente de la estrategia que adopte Hong Kong y, por lo tanto, Hong Kong debería invertir también. Los resultados obtenidos a partir de enfoque de estrategia EN esperada confirman los resultados anteriores dado que el equilibrio de Nash implica que los dos puertos inviertan. (Do, Park, Choi, Kang, & Baik, 2015)

Park et al. (2010) analizan la industria portuaria en China (Shanghai Port) y Corea del Sur (Busan Port) utilizando un enfoque de teoría de juegos. Con este artículo se pretende ayudar a los gestores de los puertos a la elección de estrategias y a sus respuestas. Para conseguir dicho objetivo utilizan dos modelos diferentes: modelo de Cournot (competencia en producción) y modelo de Bertrand (competencia en precios) ya que se considera a la industria portuaria como un oligopolio. En el corto plazo, la oferta es inelástica, pero a largo plazo, un aumento en la demanda provocara un aumento en los precios, mejorando las instalaciones y la calidad del servicio, por lo que la función de oferta se vuelve más elástica.

Los autores concluyen con que no hay un modelo perfecto para la toma de decisiones y manifiestan la gran dificultad que se presenta en un puerto a la hora de obtener beneficios a corto plazo, por lo que los gestores deben tener más en cuenta el beneficio a largo plazo, teniéndolo en cuenta para realizar la inversión inicial.

Tongzon & Heng (2004) analizan la relación entre la estructura de propiedad portuaria y la eficiencia a través de un modelo de frontera estocástica (Battese & Coelli, 1995) con datos de panel. El objetivo principal es conocer cuáles son que permitan tanto a autoridades portuarias como a operadores lograr una ventaja competitiva y mantenerla.

Los resultados obtenidos muestran que la privatización total del puerto no es una forma efectiva de mejorar la eficiencia. Sin embargo, la privatización parcial de los puertos es una estrategia eficaz para que las autoridades ganen competitividad.

Para finalizar, los autores manifiestan que la adecuación a la demanda de los clientes es el factor más relevante a la hora de mejorar la competitividad del puerto.

Munim et al. (2019) analizan el efecto de un cambio de modelo de gobernanza portuaria, concretamente de un toolport a un landlord, sobre las ganancias. Los autores aplican un modelo en dos etapas. En la primera deben decidir si aceptan o no una coalición y en la segunda se aplica un modelo de Bertrand bajos los escenarios de coalición y no coalición. El estudio se centra en los operadores privados de terminales de los puertos de Chittagong (Bangladesh) y Mongla (Bangladesh), teniendo en cuenta el excedente potencial de los usuarios del puerto y las ganancias de estos operadores.

Los resultados principales muestran que para aumentar el excedente total debe evitarse la fijación de precios monopolísticos y que el cambio en el modelo de gobernanza portuaria podría ser beneficioso para países en vías de desarrollo.

Estas conclusiones son respaldadas por Van Reeve (2010) ya que afirma que “la introducción de la competencia a través de un modelo landlord reduce los precios y las ganancias de la industria, pero limita la apertura de puertos para dicha competencia”.

Park y Suh (2015) tratan de encontrar el precio y la ganancia de equilibrio de las terminales de contenedores que operan bajo situaciones competitivas. Para ello, los autores utilizan un modelo cooperativo dentro del ámbito de teoría de juegos para dos terminales analizando las funciones de utilidad de ambas terminales. Con datos de 2006-2011, calculan los precios y las ganancias y realizan una comparación de sensibilidad.

Los resultados obtenidos muestran que el modelo de demanda utilizado cambia en un -0,046 en relación con el costo del puerto, es decir, sensibilidad negativa. Aplicando un modelo de Bertrand, se observa que, si en un puerto aumenta el gasto por manipulación para maximizar su ganancia, el puerto competidor mantendrá su precio y por lo tanto el primero perderá su demanda. Sin embargo, si se adopta una estrategia de precio más bajo, la competencia también adoptará dicha estrategia para captar a los clientes por lo que ambas tendrán pérdidas. Se concluye de tal forma que, el precio existente de una situación de cooperación es un 13% más alto que el inicial y se obtienen un 37% más de beneficios respecto a una situación de no cooperación. (Kyu Park & Suh, 2015)

Paul Tae-Woo et al. (2012) examinan el efecto de la competencia entre dos puertos (Busan y Kobe) bajo un enfoque de teoría de juegos. Estos autores utilizan un modelo no cooperativo en el que cada puerto elige estratégicamente los gastos en el momento de la inversión inicial.

Los resultados obtenidos muestran que los puertos deben establecer tarifas más bajas cuando la elasticidad de la demanda es alta, pero, sin embargo, la decisión del gobierno japonés fue la contraria a la teoría. En comparación con el puerto de Busan, el puerto de Kobe atravesó una situación en la que su volumen comercial descendió gravemente debido a los altos impuestos que estableció el gobierno japonés. Tras esto, el gobierno japonés luchó y propuso unas medidas que hicieran revertir esa situación. Esto generará a medio plazo una gran competencia derivada a una disminución de las tarifas.

Zheng y Negenborn (2013) comparan modelos de gestión portuaria, modelo centralizado y modelo descentralizado para el puerto de Shanghai. Para ello, utilizan la teoría del agente principal (Spence & Zeckhauser, 1973) y teoría de juegos dinámicos. Concretamente, para el análisis del modelo centralizado utilizan la teoría del agente principal y para el modelo descentralizado, un modelo de Stackelberg.

Los resultados obtenidos muestran que la tarifa es más alta bajo un modelo de centralización, pero, sin embargo, bajo un modelo descentralizado, la eficiencia portuaria es mayor. Lo mismo ocurre con la demanda y el bienestar social que es mayor bajo un modelo centralizado. En lo que concierne a las ganancias y a la capacidad portuaria, en ambos casos son inciertas.

Cui y Notteboom (2017) analizan una situación en la que el gobierno impone un impuesto sobre las emisiones a los buques y las operaciones portuarias. Se utilizan dos puertos, uno privado y otro público que se encuentran en competencia o cooperación de Cournot o Bertrand con un servicio diferenciado.

Los resultados obtenidos muestran que, en primer lugar, el nivel privado óptimo de un puerto público parcial bajo la competencia de Cournot y Bertrand varía entre un totalmente privado y un puerto altamente público, mientras que, en el escenario de cooperación, el gobierno preferirá un puerto altamente público o cerca de un puerto altamente público para maximizar el bienestar social global. Además de estos resultados, obtenemos que los puertos producen daños ambientales mayores bajo una situación de competencia de Bertrand ya que la cantidad óptima es menor en Cournot. Sin embargo, en una situación de cooperación, se producirá un mayor daño ambiental y por consiguiente, los puertos pagarán un impuesto mayor.

Finalmente, los autores analizan también el bienestar social, obteniéndose un mayor nivel de bienestar social bajo una situación de cooperación que bajo una competencia de Cournot o Bertrand.

Zhou (2015) investiga qué estrategia es mejor para los puertos, competencia o cooperación. En su estudio, se aplica un modelo de Hotelling bajo dos escenarios, competencia o cooperación para diversos puertos chinos localizados en la misma región.

En primer lugar, modeliza la situación de estudio. En segundo lugar, obtiene las funciones de demanda y de utilidad de los puertos. Finalmente, resuelve la matriz de precios de equilibrio.

Los resultados principales muestran que los puertos tienen una motivación para alcanzar un escenario en el que exista cooperación ya que, si ambos puertos cooperan, la suma total de la demanda es más alta que si compitieran entre sí, por lo que es más beneficioso cooperar ya que abarcan mayor participación de mercado. En cuanto a la utilidad, teniendo en cuenta factores como la localización y los niveles de servicios, la localización es fija por lo que los niveles de servicio son el factor determinante que afectará directamente a las ganancias.

Song et al (2016) analizan la competencia entre los puertos británicos Southampton y Liverpool. En una primera etapa, utilizan un modelo de costes estocásticos para analizar la competitividad relativa de los puertos. Posteriormente, a partir de un modelo de juegos no cooperativos se derivan los precios óptimos y las decisiones de los puertos. Finalmente se utiliza un modelo de gestión centralizada entre los dos puertos y un transportista.

Los resultados obtenidos podemos dividirlos en tres grupos, los obtenidos bajo el modelo de precios estocásticos, los obtenidos bajo el modelo de juego no cooperativos y los obtenidos bajo el modelo de gestión centralizado.

En primer lugar, unas velocidades de navegación de los barcos y un coste de combustible más altos, favorecería la selección de Southampton mientras que un mayor envío al interior y mayores volúmenes de transbordo favorecería a Liverpool. Dentro del enfoque de juegos no cooperativos, se obtiene que: (1) los precios de los puertos podrían no aumentar cuando aumentan los envíos. (2) los precios de los puertos aumentarán (en mayor proporción en el caso de Liverpool) cuando el transportista le da

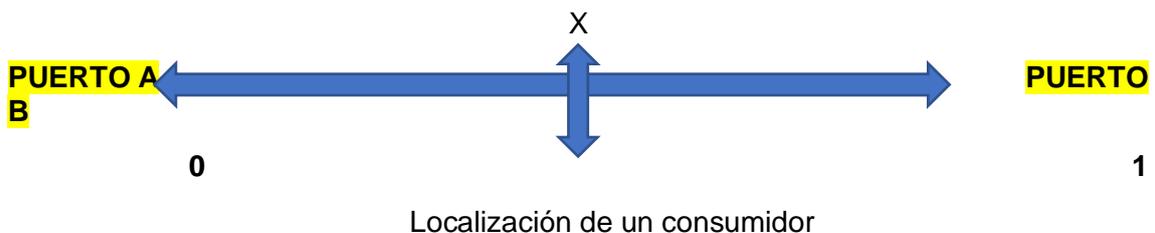
más importancia al coste de gestión. (3) Aumentos en la capacidad portuaria disminuyen los precios y las ganancias de los puertos.

Por último, bajo un modelo de gestión centralizado, los autores encuentran que, existe una mayor rentabilidad de la cadena de suministro en ambos puertos, pero más en el puerto de Southampton.

4.MODELO

A lo largo de este apartado se realizará una comparación de los precios, cantidades y beneficios de dos puertos que están compitiendo entre sí en varios escenarios, apoyándonos en el modelo de Van Reeveen (2010), utilizando la teoría de juegos.

El modelo propuesto por Van Reeveen (2010) se inicia a partir de un modelo de Hotelling suponiendo una ciudad lineal donde en cada extremo hay colocado un puerto marítimo compitiendo por la carga entrante. En este caso, todos los usuarios de los puertos están repartidos a lo largo de dicha ciudad y los usuarios deberán decidir a qué puerto acudir para realizar las actividades de interés teniendo en cuenta el precio, la cantidad y el beneficio potencial. Para simplificar el modelo, se asume que los usuarios están colocados en puntos donde se encuentran los puertos, es decir, entre los puntos 0 y 1.



Hay tres escenarios posibles en los cuales debemos calcular el precio, la cantidad y las ganancias de cada puerto bajo determinadas circunstancias. El primer escenario muestra que ambos puertos han adoptado como modelo de gestión portuaria un toolport (1), es decir, la autoridad portuaria se encarga de realizar todas las operaciones. El segundo escenario es la separación vertical, o bien, un modelo landlord (2) en el que además de la autoridad portuaria, también intervienen operadores privados. Finalmente, tenemos el tercer escenario (3) en el que uno opera bajo un modelo toolport y el otro bajo un modelo landlord.

El proceso de elección de un puerto u otro depende de varios factores como los costes para los usuarios además de otro factor que no debemos olvidar, la accesibilidad a dichos puertos.

Primero de todo lo referente a lo matemático, aplicando un modelo de Hotelling, es importante reflejar los supuestos en los que se basa el modelo:

1. El puerto se localiza en el intervalo $[0,1]$
2. Los clientes se distribuyen de manera uniforme en el intervalo.
3. Existen dos puertos que venden el mismo producto, pero la principal diferencia es la localización de ellos.
4. Los consumidores tienen demandas unitarias, es decir, pueden adquirir una unidad o ninguna.
5. El coste de transporte por unidad de distancia de los bienes consumidos viene dado por "t" y es asumido por los consumidores.
6. El puerto A esta ubicado en el punto 0 y el puerto B en el punto 1.

7. Si el consumidor se ubica a la derecha de "x" preferirá consumir en el puerto B mientras que si se ubica a la izquierda de "x" preferirá en el puerto A.

Antes de involucrarnos de lleno en el modelo, tenemos que mencionar algunos datos relevantes para la obtención de las funciones de demanda de cada puerto.

Precio de los usuarios $\rightarrow P_i = e_i + s_{i,j}$ (1)

Dicho precio se le cobra a los usuarios y es la suma de la cuota portuaria que se debe pagar a la autoridad portuaria (e_i) y la tarifa de servicios de un proveedor de servicios J ($s_{i,j}$). Además del precio que soportan los usuarios, es importante tener claros los costes generales de cada puerto, que se derivan de la siguiente manera:

Puerto A $\rightarrow C_A = P_A + tx$ (2)

Puerto B $\rightarrow C_B = P_B + t(1-x)$ (3)

Los costes generales para el puerto A son la suma del coste para los usuarios del puerto A (P_A) más el coste de transporte por cada unidad de distancia (tx). En el caso del puerto B los costes generales son igual a la diferencia entre el coste por usuario del puerto B (P_B) y el coste de transporte (t) menos el coste de transporte por cada unidad de distancia ($t(1-x)$).

A su vez, la suma de los beneficios de la autoridad portuaria y del proveedor de los servicios del puerto se representa de la siguiente manera:

$$\Pi_{AP_i+Ps} = (e_i + s_i)D_i \quad (4)$$

Entrando de lleno a la formula anterior, vamos a distinguir los beneficios de los agentes económicos que intervienen para su formación de forma que nos encontramos ante que el beneficio del proveedor de servicios ($\Pi_{ps_i} = s_i * q_{ij}$) es igual a la tarifa de los servicios (s_i) por la capacidad portuaria ($q_{i,j}$) y el beneficio de la autoridad portuaria ($\Pi_{Ap} = e_i * D_i$) se formula de forma que podemos decir que es igual a la cuota portuaria (e_i) por la demanda (D_i).

También podemos mencionar que el sumatorio de la capacidad portuaria representa a la demanda del puerto en cuestión ($\sum_j q_{ij} = D_i$ donde $J=(1,2,\dots,N)$)

Juntando las ecuaciones de los beneficios de la autoridad portuaria y del proveedor de los servicios y sacando factor común, obtenemos (4).

Por consiguiente, los beneficios totales obtenidos en el puerto "i" se pueden definir como el sumatorio de todos los beneficios del puerto, teniendo en cuenta el número de proveedores (J) de forma que:

$$\Pi_i = \Pi_A + \sum J \Pi_{ij} \quad (5)$$

Tras haber obtenidos las funciones de los beneficios de los agentes económicos que intervienen en el modelo, además del beneficio total del puerto, tenemos que calcular e interpretar las funciones de demanda para cada puerto. Dichas funciones de demanda se calculan igualando las funciones de costes de cada puerto



$$(2) = (3) \rightarrow C_A = C_B$$

$$P_A + tx = P_B + t - tx$$

Tras haber igualado las funciones de costes generales de cada puerto, el siguiente paso es despejar la variable "x" de tal forma que:

$$x = \frac{P_B - P_A + t}{2t} \rightarrow D_A \quad (7)$$

Y como por definición, la suma de las demandas tiene que ser 1, la demanda del puerto B quedaría:

$$1 - x = \frac{P_A - P_B + t}{2t} \rightarrow D_B \quad (8)$$

Como hemos mencionado al principio del apartado, tenemos tres escenarios diferentes, en cada uno hay una forma de gobernanza diferente y es lo que analizaremos a continuación. Empezaremos por el escenario en el que ambos puertos han optado por un toolport en donde la autoridad portuaria se encarga de realizar todas las operaciones.

1. Landlord vs landlord

Continuamos con el análisis del segundo escenario propuesto en el modelo, dos puertos que compiten entre sí y los cuales han adoptado un modelo landlord como sistema de gobernanza. En este tipo de gobernanza intervienen operadores privados en la realización de las operaciones portuarias además de la autoridad portuaria.

Antes de meternos de lleno en el cálculo del precio y de la cantidad óptima, debemos formular las funciones de demanda (P_A Y P_B) respetando su forma inicial ($P_i = e_i + s_i$)

$$D_A = \frac{e_B + s_B - e_A - s_A + t}{2t} \quad (9)$$

$$D_B = \frac{e_A + s_A - e_B - s_B + t}{2t} \quad (10)$$

Ahora, a partir de la ecuación $\sum q_{ij} = D_i$, despejamos s_A :

$$s_A = e_B - e_A + s_B + t - 2t \sum q_{Aj} \quad (11)$$

Como hemos dicho anteriormente, estos puertos presentan simetría, por lo que la función de tarifa del puerto B es:

$$s_B = e_A - e_B + s_A + t - 2t \sum q_{Bj} \quad (12)$$

Una vez formuladas las nuevas demandas para el caso del escenario 2, calcularemos los beneficios de ambos puertos de acuerdo con la ecuación que formulamos con anterioridad, $\Pi_{i,j} = S_A \cdot q_{i,j}$.

El proceso a seguir es el siguiente: sustituimos las funciones de demanda inversas en la función de beneficios y después, se maximiza respecto $q_{i,j}$ y despejamos $q_{i,j}$. Haremos los casos de los puertos (A y B)

Puerto A:

$$\Pi_A = (e_B - e_A + s_B + t - 2t \sum q_{Aj}) q_{Aj}$$

$$M_{ax}\Pi_A = (e_B - e_A + s_B + t - 2t\Sigma q_{Aj})q_{Aj}$$

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial q_{Aj}} (\cdot) = 0$$

$$-2q_{Aj}t + e_B + e_A + s_B + t - 2t\Sigma q_{Aj} = 0$$

$$2q_{Aj}t + 2t \sum_{j=1}^N q_{Aj} = e_B - e_A + s_B + t$$

$$2t \left(q_{Aj} + \sum_{j=1}^N q_{Aj} \right) = e_B - e_A + s_B + t$$

$$2t(q_{Aj} + Nq_{Aj}) = e_B - e_A + s_B + t$$

$$2tq_{Aj}(N + 1) = e_B - e_A + s_B + t$$

$$q_{A,j^*} = \frac{(e_B - e_A + s_B + t)}{2t(N+1)} \quad (13)$$

Por simetría, obtenemos la función de capacidades optimas (q_{i,j^*}) del puerto B:

$$q_{B,j^*} = \frac{(e_A - e_B + s_A + t)}{2t(N+1)} \quad (14)$$

El siguiente paso es sustituir las funciones de capacidad optima en la función de demanda que corresponda para que, posteriormente, se obtengan las funciones de reacción de ambos puertos. Tal que así:

$$s_B = e_A - e_B + s_A + t - 2t \sum_{j=1}^N q_{2j}$$

$$s_B = (e_A - e_B + s_A + t) - 2t \cdot Nq_{Bj}$$

$$s_B = (e_A - e_B + s_A + t) - 2tN \cdot \frac{e_A - e_B + s_A + t}{2t(N + 1)}$$

$$s_B = \frac{(e_A - e_B + s_A + t)(N + 1) - N(e_A - e_B + s_A + t)}{N + 1}$$

$$s_A = \frac{t - e_B + s_A + e_A}{N + 1} \quad (15)$$

$$s_B = \frac{t - e_A + s_B + e_B}{N + 1} \quad (16)$$

A continuación, se sustituyen las funciones calculadas entre sí, es decir, s_A se sustituye en s_B y viceversa, de forma que:

$$s_A = \frac{t + e_B - e_A + \frac{t - e_B + s_A + e_A}{N + 1}}{N + 1}$$

$$s_A = \frac{e_B - e_A}{N + 2} + \frac{t}{N} \quad (17)$$

$$s_B = \frac{t - e_B - e_A + \frac{t + e_B + s_B + e_A}{N + 1}}{N + 1}$$

$$s_B = \frac{e_A - e_B}{N + 2} + \frac{t}{N} \quad (18)$$

Una vez calculadas las funciones de reacción de cada puerto, los otros agentes que intervienen en el sistema de gobernanza landlord son las autoridades portuarias que, por supuesto, debemos maximizar también sus beneficios respecto las cuotas portuarias (e_i), de manera que se obtiene la función de mejor respuesta de cada autoridad portuaria.

$$\text{Max } \Pi_A = e_A * \frac{t + s_B + e_B - s_A - e_A}{2t}$$

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial e_A}(\cdot) = 0$$

$$\partial \Pi_A = \frac{t + s_B + e_B - s_A - e_A}{2t} - \frac{e_A}{2t} = 0$$

$$e_A = \frac{t + s_B + e_B - s_A}{2}$$

(19)

SIMETRÍA



$$e_B = \frac{t + s_A + e_A - s_B}{2}$$

(20)

Primero de todo, para calcular las tarifas y las cuotas portuarias optimas, es sustituir las funciones de las cuotas entre sí, es decir, sustituir s_A en s_B y viceversa, al igual que ocurrió con las funciones de capacidades portuarias (s_i).

$$e_A = \frac{t + s_B + e_B - s_A}{2}$$

$$e_A = \frac{t + s_B + \frac{t + s_A + e_A - s_B}{2} - s_A}{2}$$

$$e_A = \frac{3t + s_B - s_A}{3}$$

(21)

SIMETRÍA



$$e_B = \frac{3t + s_A - s_B}{3}$$

(22)

Para la obtención de las tarifas de servicios y las cuotas portuarias optimas se realiza a partir de las ecuaciones s_A , e_A y e_B . Primero se calcula las tarifas optimas que se obtienen sustituyendo e_A y e_B en s_A y quedaría de la siguiente forma:

$$s_A = \frac{e_B - e_A}{N + 2} + \frac{t}{N}$$

$$s_A = \frac{\frac{3t - s_B + s_A}{3} - \frac{3t + s_B - s_A}{3}}{N + 2} + \frac{t}{N}$$

$$s_A = \frac{(3N+6)t - 2s_B N}{3N^2 + 4N} \quad (23)$$

Como a lo largo del modelo hemos mencionado que existe simetría, entonces:

$$s_B = \frac{(3N+6)t - 2s_A N}{3N^2 + 4N} \quad (24)$$

Una vez calculadas las funciones de las tarifas, para calcular las funciones de tarifas optimas, sustituimos como a lo largo del modelo, s_A en s_B y viceversa, de forma que:

$$s_A = \frac{(3N + 6)t - 2 \frac{(3N + 6)t - 2s_A N}{3N^2 + 4N} N}{3N^2 + 4N}$$

ANÁLISIS DEL SECTOR PORTUARIO BAJO UN ENFOQUE DE TEORÍA DE JUEGOS

$$s_A^* = \frac{t}{N}$$

(25)

simetría



$$s_B^* = \frac{t}{N}$$

(26)

El siguiente paso, una vez calculadas las tarifas optimas, es calcular las cuotas portuarias optimas, que se hace de forma similar a las tarifas. Partiremos de las funciones de cuotas portuarias de los puertos A y B y en ellas, sustituimos las funciones de reacción (s_A y s_B)

$$e_A = \frac{\frac{2t}{N} + 3t - \frac{e_B - e_A}{N+2} + \frac{e_B - e_A}{N+2}}{3}$$

$$e_A = \frac{(2N^2 + 8N + 4)t - 2e_B N}{3N^2 + 4N}$$

$$e_B = \frac{(2N^2 + 8N + 4)t - 2e_A N}{3N^2 + 4N}$$

$$e_A = \frac{(2N^2 + 8N + 4)t - 2 \frac{(2N^2 + 8N + 4)t - 2e_A N}{3N^2 + 4N} N}{3N^2 + 4N}$$

$$e_A^* = t$$

(27)

simetría

$$e_B^* = t$$

(28)

Para calcular las demandas optimas de los puertos, lo que se hace es sustituir en las funciones de demanda calculadas previamente (9) y (10), las funciones de tarifas y cuotas calculadas anteriormente.

$$D_A = \frac{t + \frac{t}{N} - t - \frac{t}{N} + t}{2t}$$

$$D_A = \frac{e_B + s_B - e_A - s_A + t}{2t}$$

$$D_A^* = \frac{1}{2}$$

(29)

SIMETRÍA



$$D_B^* = \frac{1}{2}$$

(30)

El siguiente paso es calcular las capacidades optimas y se obtienen sustituyendo las funciones de cuotas y tarifas en las propias funciones de capacidad (13) y (14):

$$q_{Aj} = \frac{(e_B - e_A + s_B + t)}{2t(N + 1)}$$

$$q_{Aj} = \frac{\left(t - t + \frac{t}{N} + t\right)}{2t(N + 1)}$$

$$q_{Aj^*} = \frac{1}{2N}$$

(31)

simetría

$$q_{Bj^*} = \frac{1}{2N}$$

(32)

Finalmente, el último paso trata sobre el cálculo de los beneficios de cada puerto en el escenario 2, es decir, en un escenario en el que ambos puertos adoptaron un modelo landlord y compiten entre sí en precios y cantidades, teniendo en cuenta variables como tarifas y cuotas portuarias.

$$\Pi_A = e_A^* D_A^* + s_A^* \sum_{j=1}^N q_{Aj}^*$$

Sustituimos cada variable por su función previamente calculada a lo largo del modelo:

$$\Pi_A = \frac{t}{2} + \frac{t}{N * 2N}$$

$$\Pi_A = \frac{t(N + 1)}{2N}$$

(33)

Y como a lo largo del modelo hemos comentado que existe simetría, el beneficio del puerto B es igual que el beneficio del puerto A, por lo que quedaría lo siguiente:

$$\Pi_B = \frac{t(N + 1)}{2N}$$

(34)

2. Toolport vs toolport

Primero de todo, vamos a considerar que la forma de gobernanza portuaria en ambos puertos es un toolport, es decir, situación en el que la autoridad portuaria es la encargada de manejar y controlar todas las operaciones del puerto.

Para calcular los beneficios de cada puerto es necesario multiplicar el precio de cada puerto por su demanda. Una vez calculados estos beneficios, debemos maximizar dicha función de beneficios y de ahí se obtienen las funciones de reacción de cada puerto. De forma que:

$$\Pi_A = P_A * D_A$$

$$\Pi_A = P_A * \frac{(P_B - P_A + t)}{2t}$$

$$M_{ax}\Pi_A = P_A * \frac{(P_B - P_A + t)}{2t}$$

$$\frac{\partial \Pi_A}{\partial P_A}(\cdot) = 0$$

$$\frac{t + P_B - P_A}{2t} - \frac{P_A}{2t} = 0$$

Para obtener la función de reacción del puerto A, es necesario despejar P_A

$P_A = \frac{P_B + t}{2}$		Función de reacción del puerto A
---------------------------	--	----------------------------------

(35)

Lo mismo ocurre con el puerto B, de forma que:

$$\Pi_B = P_B * D_B$$

$$\Pi_B = P_B * \frac{(P_A - P_B + t)}{2t}$$

$$M_{ax}\Pi_B = P_B * \frac{(P_A - P_B + t)}{2t}$$

$$\frac{\partial \Pi_B}{\partial P_B}(\cdot) = 0$$

$$\frac{t + P_A - P_B}{2t} - \frac{P_B}{2t} = 0$$

Suponiendo que se utiliza un modelo de Bertrand, ambas empresas presentan simetría, de forma que las funciones de reacción son iguales (adaptándose a sus variables):

$P_B = \frac{P_A + t}{2}$ (36)		Función de reacción del puerto B
--------------------------------	--	----------------------------------

Una vez tenemos las funciones de reacción de cada puerto, debemos sustituirlas entre sí y de esa forma, obtendremos los precios de equilibrio.

$$P_A = \frac{P_B + t}{2}$$

$$P_A = \frac{\frac{P_A + t}{2} + t}{2}$$

$$P_{A_{EQ}} = t$$

(37)

Como hemos dicho que, en este modelo de Bertrand, existe simetría entre ambas funciones de reacción, el precio de equilibrio en el puerto B será igual que en el puerto A:

$$P_{B_{EQ}} = t$$

(38)

Una vez calculados los precios de equilibrio en cada puerto, es importante calcular las funciones de demanda, es decir, calcular D_A y D_B , de forma que:

$$D_A = \frac{P_B - P_A + t}{2t}$$

$$D_A = \frac{t - t + t}{2t}$$

$$D_{A_{EQ}} = \frac{1}{2} \quad (39)$$



$$D_{B_{EQ}} = \frac{1}{2} \quad (40)$$

Una vez calculados los precios y las demandas de equilibrio de cada puerto, es importante calcular los beneficios en una situación de equilibrio de los puertos en cuestión, que se calculan de la siguiente forma:

$$\Pi_{A_{EQ}} = P_{A_{EQ}} * D_{A_{EQ}}$$

$$\Pi_A = t * \frac{1}{2}$$

$$\Pi_{AEQ} = \frac{t}{2} \quad (41)$$

$$\Pi_{BEQ} = \frac{t}{2} \quad (42)$$

3. Toolport vs landlord

Por último, vamos a analizar el último escenario planteado en el que los puertos adoptan distintos modelos de gobernanza portuaria, un puerto (puerto B) adopta un toolport y el otro (puerto A) adopta un landlord. El primer paso es calcular la función de la tarifa portuaria s_B .

Para ello, debemos sustituir q_{Bj} en la función inversa de demanda y se obtiene s_B .

$$s_B = P_A - e_B + t - 2t \sum q_{Bj}$$

$$s_B = P_A - e_B + t - 2tN \frac{(P_A - e_B + t)}{2t(N + 1)}$$

$$s_B = \frac{(P_A - e_B + t)}{N + 1} \quad (43)$$

Maximizando los beneficios de la autoridad portuaria y del puerto que ha adoptado un toolport, obtenemos la mejor respuesta de la autoridad portuaria (e_B) y del puerto A (P_A)

$$\text{Max } \Pi_B = e_A * \frac{t - s_B - e_B + s_A + e_A}{2t}$$

$$\frac{\partial \Pi_B}{\partial e_B} (\cdot) = 0$$

$$\partial \Pi_B = \frac{e_A + s_A - e_B - s_B + t}{2t} - \frac{e_B}{2t}$$

$$e_B = \frac{P_A - s_B + t}{2} \quad (44)$$

$$\partial \Pi_A = \frac{t + P_B - P_A}{2t} - \frac{P}{2t} = 0$$

$$P_A = \frac{e_B + s_B + t}{2} \quad (45)$$

El siguiente paso es calcular la tarifa óptima para el puerto B (landlord), que se obtiene sustituyendo P_A en e_B y viceversa.

$$e_B = \frac{\frac{e_B + s_B + t}{2} - s_B + t}{2}$$

$$e_B = \frac{3t - s_B}{3} \quad (46)$$

$$P_A = \frac{\frac{P_A - s_B + t}{2} + s_B + t}{2}$$

$$P_A = \frac{3t + s_B}{3} \quad (47)$$

Una vez calculado P_A y e_B , se sustituyen dichas funciones en la función de reacción del puerto B.

$$s_B = \frac{\frac{3t + s_B}{3} - \frac{3t - s_B}{3} + t}{N + 1}$$

$$s_B^* = \frac{3t}{3N + 1} \quad (48)$$

El segundo paso es calcular la cuota portuaria óptima para el puerto B. Primero se obtiene s_B y P_A :

$$s_B = \frac{\left(\frac{e_B + s_B + t}{2} - e_B + t\right)}{N + 1}$$

$$s_B = \frac{3t - e_B}{2N + 1} \quad (49)$$

$$P_A = \frac{e_B + \left(\frac{P_A - e_B + t}{N + 1}\right) + t}{2}$$

$$P_A = \frac{(N + 2)t + e_B N}{2N + 1} \quad (50)$$

Después, se sustituyen en la función de reacción (44) las ecuaciones anteriores (49) y (50)

$$e_B^* = \frac{\frac{(N+2)t + e_B N}{2N+1} - \frac{3t - e_B}{2N+1} + t}{2}$$

$$e_B^* = \frac{3tN}{3N+1} \quad (51)$$

Finalmente se calcula el precio optimo del puerto 1. El primer paso es obtener e_B y s_B

$$e_B = \frac{P_A - \frac{(P_A - e_B + t)}{N+1} + t}{2}$$

$$e_B = \frac{Nt + P_A N}{2N+1} \quad (52)$$

$$s_B = \frac{\left(P_A - \frac{P_A - s_B + t}{2} + t\right)}{N+1}$$

$$s_B = \frac{t + P_A}{2N+1} \quad (53)$$

Ahora se sustituye e_B y s_B en (45) para calcular P_A^* :

$$P_A = \frac{\frac{Nt + P_A N}{2N+1} + \frac{t + P_A}{2N+1} + t}{2}$$

$$P_A^* = \frac{3tN + 2t}{3N+1} \quad (54)$$

Una vez calculado el precio optimo del puerto A, el objetivo es calcular la demanda optima de dicho puerto y la capacidad optima del puerto B.

Para D_A^* :

$$D_A^* = \frac{P_B - P_A + t}{2t}$$

$$D_A^* = \frac{(e_B + s_B) - P_A + t}{2t}$$

$$D_A^* = \frac{\frac{3tN}{3N+1} + \frac{3tN}{3N+1} - \frac{3tN+2t}{3N+1} + t}{2t}$$

$$D_A^* = \frac{2+3N}{2+6N} \quad (55)$$

Una vez calculada la demanda óptima del puerto A, procedemos a calcular la capacidad portuaria óptima del puerto B a partir de (14)

$$q_{Bj} = \frac{P_A - e_B + t - 2t\sum q_{Bj}}{2t}$$

$$q_{Bj} = \frac{\frac{3tN+2t}{3N+1} - \frac{3tN}{3N+1} + t - 2t\sum q_{Bj}}{2t}$$

$$q_{Bj}^* = \frac{3}{6N} + 2 \quad (56)$$

Como paso final, vamos a obtener los beneficios del puerto que ha adoptado un modelo toolport (puerto A) y los del puerto que ha adoptado un modelo landlord (puerto B)

$$\Pi_A = P_A^* D_A^*$$

$$\Pi_A = \frac{3tN+2t}{3N+1} * \frac{2+3N}{2+6N}$$

$$\Pi_A = \frac{t(3N+2)^2}{2(3N+1)^2}$$

$$\Pi_B = e_B \sum q_{Bj} + s_B \sum q_{Bj}$$

$$\Pi_B = \frac{3tN}{3N+1} * \frac{3}{6N+2} + \frac{3t}{3N+1} * \frac{3}{6N+2}$$

$$\Pi_B = \frac{9tN(N+1)}{2(3N+1)^2}$$

RESULTADOS

Una vez calculados los beneficios de ambos puertos bajo los tres escenarios posibles, anteriormente mencionados, vamos a mostrarlos a través de una matriz de beneficios para que se vean con claridad.

Matriz de beneficios de los puertos		PUERTO B	
		TOOLPORT	LANDLORD
PUERTO A	TOOLPORT	$\frac{t}{2}, \frac{t}{2}$	$\frac{t(3N+2)^2}{2(3N+1)^2}, \frac{9tN(N+1)}{2(3N+1)^2}$
	LANDLORD	$\frac{9tN(N+1)}{2(3N+1)^2}, \frac{t(3N+2)^2}{2(3N+1)^2}$	$\frac{t(N+1)}{2N}, \frac{t(N+1)}{2N}$

Mediante esta matriz se puede ver de manera más clara los beneficios de los puertos bajo los modelos de gobernanza portuaria adoptados. Claramente se puede observar que ambos puertos presentan unos mayores beneficios bajo modelos landlord por lo que se establecería como equilibrio de Nash (landlord, landlord). Por eso mismo es el modelo más utilizado en los puertos de grandes y medianas dimensiones.

Además de esto, si ambos puertos adoptasen un toolport como modelo de gobernanza, la autoridad portuaria obtendría los menores beneficios.

Otro punto que destacar es que al introducir competencia intraportuaria dentro de un puerto, los beneficios disminuyen, provocando que a la industria portuaria no le interese introducir competencia entre proveedores, en otras palabras, la competencia reduce las ganancias de los puertos.

Por último, y no menos importante, tenemos los precios de los puertos bajo los tres escenarios posibles. Podemos utilizar el ratio del precio medio para analizar qué precio medio es más alto y en qué situación y por lo tanto sería más caro para los consumidores.

Escenario 1 → toolport vs toolport:

$$P_M = t * \frac{1}{2} + t * \frac{1}{2} = t$$

Escenario 2 → Landlord vs landlord

$$P_M = \left(\frac{t}{N} + t\right) * \frac{1}{2} + \left(\frac{t}{N} + t\right) * \frac{1}{2} = \frac{t(N+1)}{N}$$

Escenario 3 → Toolport vs Landlord

$$P_M = \frac{t(3N+2)^2}{2(3N+1)^2} + \frac{9tN(N+1)}{2(3N+1)} = \frac{t(18N^2 + 21N + 4)}{2(3N+1)^2}$$

Como hemos comentado anteriormente, el precio medio es un buen índice para ver en qué situación, los precios son más caros para el consumidor. En este análisis se ha demostrado que los consumidores soportan unos precios más altos bajo una situación de dos puertos los cuales han adoptado un landlord como forma organizativa. Sin embargo, en la situación contraria (toolport vs toolport), los precios son los más bajos.

5.CONCLUSIONES

El sector portuario ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas para intentar amoldarse a las nuevas tecnologías que favorecen la eficiencia, a la creciente competencia dentro del sector y de tal forma, mejorar la economía mundial.

En la década de los 80, se produce el fenómeno anteriormente mencionado, la devolución portuaria por la cual los gobiernos de los países del mundo permitieron las entidades privadas y así privatizar de cierta manera los puertos marítimos y así mejorar su gestión. Gracias a esta privatización portuaria, los gobiernos mejoraron la eficiencia y la calidad del servicio (Cheon, Dowall, & Song, 2010). Otra institución importante como es la Comisión Europea presentó en 2001 una iniciativa dirigida hacia los servicios portuarios, con el objetivo de instaurar la competencia entre los proveedores de servicios portuarios y lograr un equilibrio entre los puertos, donde se alcanzan los intereses de cada puerto.

Banco Mundial (2004) estableció una clasificación de cuáles son los tipos de sistemas de gobernanza portuaria, a saber, toolport, landlord, puerto privado y puerto público. En este trabajo se tomarán más en cuenta los dos primeros ya que son los más utilizados por los puertos de alrededor del mundo. Estos dos sistemas de gobernanza de portuaria han sido investigados por diversos autores del mundo, analizando sus puntos fuertes y sus puntos débiles en sus artículos científicos. Estos artículos científicos han ayudado a conocer el mundo de los puertos y su competencia entre ellos y a su vez, el funcionamiento para poder proseguir con la investigación y poder analizar qué modelo es el más beneficioso para los puertos, cual para los consumidores y cual para la autoridad portuaria.

En esta investigación se ha analizado la competencia en la industria portuaria desde el modelo postulado por Van Reeve (2010). Analiza la competencia intraportuaria desde un modelo basado en teoría de juegos, en el que se incluyen dos puertos controlados por una autoridad portuaria y que compiten por la carga. El modelo planteado por Van Reeve (2010) estima que los puertos tienen la posibilidad de adoptar un modelo toolport o un modelo landlord.

A través del modelo, se han calculado los beneficios totales de la autoridad portuaria y de ambos puertos bajo los tres escenarios: toolport vs toolport, landlord vs landlord y toolport vs landlord. Los resultados obtenidos nos han permitido afirmar que el equilibrio de Nash (mejor estrategia para ambos) se establece en el escenario 2 (landlord vs landlord) ya que ambos puertos obtienen los beneficios más altos y a su vez, generan costes más altos para los usuarios. En el caso de que ambos puertos adoptasen un modelo toolport, los beneficios son más bajos al igual que sus costes para los usuarios.

La industria portuaria por su parte optará por unos puertos landlord y que no haya competencia entre los proveedores del puerto, ya que esto hace posible que la autoridad portuaria obtenga mayores ventajas económicas ya que a los usuarios se les cobran unos costes más altos. La introducción de la competencia entre los proveedores en un escenario en el que existan dos puertos landlord provocaría reducir los costos cobrados a los consumidores, pero, sin embargo, la autoridad portuaria declina esta situación ya que sus beneficios se verían reducidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, W. (2015). La Nueva Era de la Gobernanza Portuaria. En *Cronicas Marítimas* (pág. 3). Panamá: RedMAMLa.
- Anderson, C., Park, Y.-A., Chang, Y.-T., Yang, C.-H., Lee, T.-W., & Luo, M. (2010). A game-theoretic analysis of competition among container port hubs: The case of Busan and Shanghai. En *MAritime Policy & Management* (págs. 5-26). Taylor Francis.
- Brooks, M. R. (2004). The government structure of ports. En *Review of Network Economics* (págs. 168-183). De Gruyter.
- Cerbán Jiménez, M., & Ortí Llatas, J. (2015). *Análisis del sistema portuario español*.
- Cheon, S., Dowall, D., & Song, D.-W. (2010). Evaluating impacts of institutional reforms on port efficiency changes: Ownership, corporate structure, and total factor productivity changes. En *Transportation Research Parte E* (págs. 546-561). Elsevier.
- Cui, H., & Notteboom, T. (2017). Modelling emission control taxes in port areas and port privatization levels in port competition and co-operative sub-games. En *Transportation Research Part D* (págs. 110-128). Elsevier.
- Do, T., Park, G.-K., Choi, K., Kang, K., & Baik, O. (2015). Application of Game Theory and Uncertainty Theory in Port Competition between Hong Kong Port and Shenzhen Port. En *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy* 2 (págs. 12-23). Elsevier.
- Estrada Llaquet, J. (Enero de 2007). *Mejora de la Competitividad de un puerto por medio de un nuevo modelo de gestión de la estrategia aplicando el cuadro de marco integral*. Obtenido de Mejora de la Competitividad de un puerto por medio de un nuevo modelo de gestión de la estrategia aplicando el cuadro de marco integral : https://oa.upm.es/535/1/JOSE_LUIS ESTRADA_LLAQUET.pdf
- Factoridea. (2018). *Woodward Logistics*. Obtenido de Woodward Logistis: <http://woodwardlogistics.com/la-nueva-gobernanza-portuaria/>
- Fomento, M. d. (Mayo de 2016). *Revision y Actualizacion del Método de Evaluación de Inversiones Portuarias*. Obtenido de Revision y Actualizacion del Método de Evaluación de Inversiones Portuarias: https://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/MEIPOR_mayo_2016.pdf
- García, L. M. (Junio de 2007). *Modelos de gestión portuaria. Participación privada*. Obtenido de Modelos de gestión portuaria. Participación privada.
- Kyu Park, N., & Suh, S.-C. (2015). Port Competition Study: Cooperative Game Model. En *J. o. Management*. Busan: KoreaScience.
- Llaquet, J. L. (2007). *Mejora de la competitividad de un puerto por medio de un modelo de gestión de la estrategia aplicando un cuadro de mando general*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
- Logistic, Actualidad Stock. (13 de Octubre de 2020). *La Gobernanza de los Puertos*. Obtenido de La Gobernanza de los Puertos: <https://www.stocklogistic.com/la->

gobernanza-de-los-
puertos/#:~:text=Se%20basa%20en%20que%20una,la%20legislaci%C3%B3n%20aplicable%20al%20caso.

- Logistica, B. d. (31 de Enero de 2022). *Modelos de gestion de puertos*. Obtenido de Modelos de gestion de puertos: <https://blogs.x.uoc.edu/logistica/modelos-de-gestion-de-puertos/>
- Logistics, W. (2016). *La nueva gobernanza portuaria*. Obtenido de La nueva gobernanza portuaria: <http://woodwardlogistics.com/la-nueva-gobernanza-portuaria/>
- Montero García, L. (2007). *Modelos de Gestión Portuaria*. Obtenido de Modelos de Gestión Portuaria: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-de-colima/gestion-y-operacion-portuaria/modelos-de-gestion-portuaria/5911980>
- Munim, Z., Saeed, N., & Larsen, O. (2019). Tool port to landlord port: a game theory approach to analyse gains from governance model transformation. En *MAritime Policy & Management* (págs. 43-60). Taylor Francis.
- Musso, E., Parola, F., & Ferrari, C. (2012). Modelos de Gestion Portuaria. En *La Economía del Transporte MARítimo y los Puertos* (págs. 116-127). Papeles de Economía Española. Obtenido de Modelos de Gestion Portuaria: https://www.funcas.es/wp-content/uploads/Migracion/Articulos/FUNCAS_PEE/131art09.pdf
- Ortí Llatas, J. (2020). *Estudios sobre la Economía Española 2015/20*. Obtenido de Estudios sobre la Economía Española 2015/20: <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2015-20.pdf>
- Park, G.-K., Han, X., & Lu, D.-Q. (2010). Analysis of PORT Competition using Game Theory. En *Transportation System* (págs. 8-12). SCIS & ISIS.
- R Brooks, M., & Cullinane, K. (2006). *Devolution, Port Governance and Port Performance*. Elsevier.
- Reeven, P. V. (2010). The Effect of Competition on Economic Rents in Seaports. En *Journal of Transport Economics and Policy* (págs. 79-92).
- Rodal, & Mulder. (1993). *The governance structure of ports*. De Gruyter.
- Sanchez, R., & Pinto, F. (2015). El gran desafío para los puertos: la hora de pensar en una nueva gobernanza portuaria ha llegado. En *FACILITACIÓN DEL TRANSPORTE Y EL COMERCIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE* (págs. 1-9). Cepal.
- Song, D.-P., Lyons, A., Li, D., & Sharifi, H. (2016). Modeling port competition from a transport chain perspective. En *Transportation Research Part E* (págs. 75-96). Liverpool: Elsevier.
- Spence, & Zeckhauer. (1973). Problema del agente principal.
- Tae-Woo Lee, P., Ishii, M., Tezuka, K., & Chang, Y.-T. (2012). A game theoretical analysis of port competition. En *Transportation Research Part E* (págs. 92-106). Elsevier.
- Tongzon, J., & Heng, W. (2005). Port privatization, efficiency and competitiveness: Some empirical evidence from container ports (terminals). En *Transportation Research Part A* (págs. 405-424). Singapur: Elsevier.

- Trujillo, L., & Tovar, B. (2007). The European Port Industry: An Analysis of its Economic Efficiency. En *MAritime Economics & Logistics* (págs. 148-171). Springer Link.
- Zheng, S., & Negenborn, R. (2014). Centralization or decentralization: A comparative analysis of port regulation modes. En *Transportation Research Part E* (págs. 21-40). Elsevier.
- Zhou, X. (2015). Competition or cooperation: a simulation of the price strategy of ports. En *International Journal Of Simulation Modelling* (págs. 463-474). Shanghai: International Journal Of Simulation Modelling.