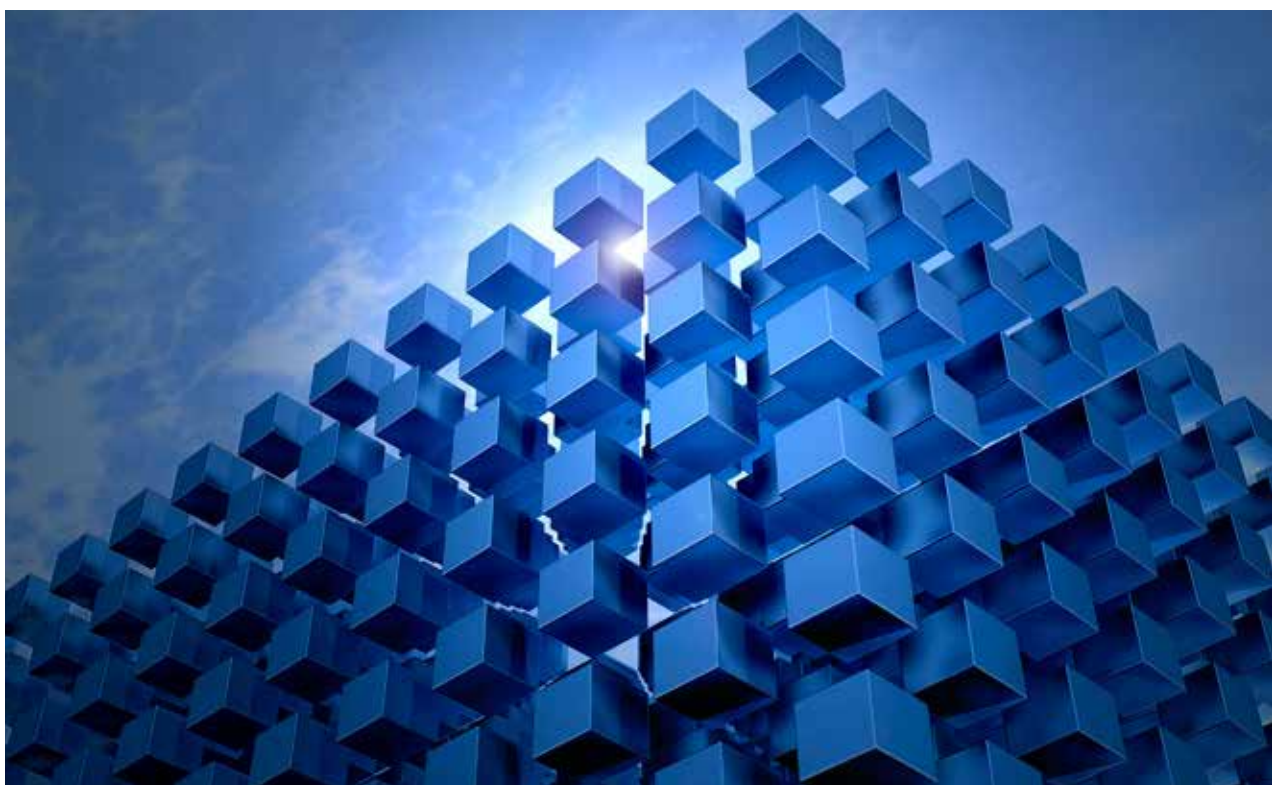


# 10.



*La Calidad Académica,  
un compromiso institucional*



Valenzuela Jiménez, Luis  
Fernando; Giner Fillol,  
Arturo; Ripoll Feliu,  
Vicente.  
(2019). Una propuesta  
metodológica para la  
gestión integral de los  
puertos marítimos.  
Criterio Libre, 17 (30)  
pp. 257-277  
ISSN 1900-0642

## Una propuesta metodológica para la gestión integral de los puertos marítimos

*Luis Fernando Valenzuela Jiménez  
Arturo Giner Fillol  
Vicente Ripoll Feliu*



# UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS PUERTOS MARÍTIMOS\*

A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR THE INTEGRAL  
MANAGEMENT OF MARITIME PORTS

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A GESTÃO  
INTEGRAL DOS PORTOS MARÍTIMOS

UNE PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE POUR LA GESTION  
INTÉGRALE DES PORTS MARITIMES

*LUIS FERNANDO VALENZUELA JIMÉNEZ\*\**

*ARTURO GINER FILLOL\*\*\**

*VICENTE RIPOLL FELIU\*\*\*\**

## RESUMEN

La globalización tiene su soporte en el intercambio internacional de mercancías, donde los puertos marítimos desarrollan un papel clave, por lo que la competitividad de los países está determinada por la capacidad que tengan estos nodos de la red mundial para satisfacer las exigencias de los diversos actores que demandan sus servicios.

Periódicamente se publican clasificaciones a nivel mundial sobre el desempeño de los puertos marítimos atendiendo a factores cuantitativos, dando menos importancia a otros criterios que los actores de la cadena logística portuaria valoran para su calificación. A este respecto, en el presente trabajo de investigación se presenta un modelo integral de evaluación con ocho criterios, siguiendo la metodología multicriterio con la técnica de Thomas Saaty, con una ponderación de dominancia entre los criterios asignada por expertos del sector mediante una encuesta en línea.

\* Proyecto de investigación que origina el artículo y la fuente de financiación: Pasantía postdoctoral del Profesor Luis Fernando Valenzuela Jiménez en la Universidad de Valencia-España, para investigar sobre el desempeño de los puertos marítimos, avalada mediante Resolución N°1340 de 2015 de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia

\*\* Doctorado en Administración por Valores, Spenta University (México), Magister en Administración, Universidad Nacional de Colombia. lfvalenzuelaji@unal.edu.co

\*\*\* Máster en Gestión Portuaria y Transporte Intermodal ICAI-ICADE - Universidad Pontificia de Comillas (España). aginer@valenciaport.com

\*\*\*\* Doctor en Contabilidad, Universidad de Valencia (España) vicente.ripoll@uv.es

Se aporta un ejemplo práctico con cinco puertos para demostrar que los mejores puertos combinan adecuadamente los diversos criterios para lograr la meta de prestar servicios de calidad, procurando que los buques y los contenedores permanezcan el menor tiempo posible en sus instalaciones.

**PALABRAS CLAVE:**

calidad, conectividad, criterios, logística, puertos, tiempo.

**CLASIFICACIÓN JEL:**

M10; M11; M21

**ABSTRACT**

Globalization has its support in the international exchange of goods, where maritime ports play a key role, so the competitiveness of countries is determined by the ability of these nodes of the global network to meet the demands of the various actors who demand their services.

World classifications are periodically published on the performance of maritime ports, taking into account quantitative factors, while giving less importance to other criteria that the actors of the port logistics chain value for their qualification. In this regard, this research paper presents a comprehensive evaluation model with eight criteria, following the multicriteria methodology with the Thomas Saaty technique, with a weighting of dominance among the criteria assigned by sector experts through an online survey.

It is provided a practical example with five ports to demonstrate that the best ports adequately combine the various criteria to achieve the goal of providing quality services, ensuring that ships and containers stay as little time as possible in their facilities.

**Keywords:** connectivity, criteria, logistics, ports, quality, time.

**JEL Classification:** M10; M11; M21

**RESUMO**

A globalização tem o seu apoio no intercâmbio internacional de bens, onde os portos marítimos desenvolvem um papel fundamental, de modo que a competitividade dos países é determinada pela capacidade destes nós da rede global para atender as demandas dos vários atores que exigem seus serviços.

Periodicamente são publicadas as classificações mundiais sobre o desempenho dos portos marítimos em resposta a fatores quantitativos, dando menos importância a outros critérios que os atores do valor da cadeia logística

portuária para sua qualificação. Neste sentido, o presente trabalho de pesquisa apresenta um modelo de avaliação integral com oito critérios, seguindo a metodologia multicriteres com a técnica de Thomas Saaty, com uma ponderação de dominância entre os critérios atribuídos por especialistas do setor através de uma pesquisa on-line.

Um exemplo prático é fornecido com cinco portos para demonstrar que os melhores portos combinam adequadamente os vários critérios para atingir o objetivo de prestar serviços de qualidade, assegurando que as embarcações e os recipientes permaneçam o mais curtos possível em suas instalações.

**Palavras-chave:** conectividade, critérios, logística, qualidade, portos, tempo.

**Classificação JEL:** M10; M11; M21

## RÉSUMÉ

La mondialisation a son soutien dans l'échange international de biens, où les ports maritimes développent un rôle clé, de sorte que la compétitivité des pays est déterminée par la capacité de ces noeuds du réseau mondial à répondre les exigences des différents acteurs qui exigent leurs services.

Périodiquement, des classifications mondiales sont publiées sur la performance des ports maritimes en réponse à des facteurs quantitatifs, ce qui donne moins d'importance à d'autres critères que les acteurs de la valeur de la chaîne logistique portuaire pour leur qualification. À cet égard, le présent document de recherche présente un modèle d'évaluation intégrale avec huit critères, suivant la méthodologie multicritère avec la technique de Thomas Saaty, avec une pondération de dominance parmi les critères attribués par les experts du secteur grâce à une enquête en ligne.

Un exemple concret est fourni avec cinq ports pour démontrer que les meilleurs ports combinent adéquatement les différents critères pour atteindre l'objectif de fournir des services de qualité, en veillant à ce que les navires et les conteneurs restent aussi courts que possible dans leurs installations.

**Mots clés:** connectivité, critères, logistique, qualité, ports, temps.

**Classification JEL:** M10; M11; M21

## INTRODUCCIÓN

La actividad comercial marítima es un termómetro del potencial económico global y el transporte marítimo es la columna vertebral de la globalización, dado que más de 80% del comercio mundial -unos 10.000 millones de toneladas en 2016- se hace por vía marítima, donde los 20 principales puertos de contenedores representan la mitad del volumen mundial en 2015

(UNCTAD, 2016). El país dominante en este sector es China, con 20 de los 100 puertos más grandes del mundo; se le reconoce como dominante en este sector, por lo que su declive en el comercio marítimo también afecta el resto de países en forma importante (Nightingale, 2016). Esto significa que la ubicación de los puertos y la economía del país son criterios clave en la evaluación del desempeño de los puertos marítimos, bajo el concepto del *hinterland* portuario (Wilmsmeier, Hoffmann, & Sanchez, 2006; Haezendonck, Doms, & Verbeke, 2014).

Los 100 principales puertos de contenedores del mundo movieron 545,6 millones de TEUs<sup>2</sup> -Twenty-foot Equivalent Units- en 2015, de los cuales 36,5 millones fueron manejados por Shanghai y representan 6,7% (Nightingale, 2016). Así, los países que tienen puertos fuertemente competitivos han entendido que se requiere una poderosa infraestructura -otro de los criterios de evaluación- para atender los gigantes flotantes que llevan las mercancías por todo el mundo, formulando políticas que potencien este factor (Jitendra K. & Ajay, 2012).

Diversos estudios han determinado la eficiencia de los puertos a través de modelos que consideran variables técnicas, económicas o de gestión logística (Wang, Ducruet, & Wang, 2015; Hu, Wang, Jin, & Ding, 2015; Meidutė, Aranskisa, & Litvinenko, 2014). Con similar propósito, otros han revisado temas de inversiones y su relación con el mercado (Figueiredo & Pierre, 2015; Hollen, Van den Bosch, & Frans, 2015); hasta asuntos legales y ambientales (Güner, 2015), en la determinación de lo más aconsejable para la operación de los puertos.

No obstante, son escasos los trabajos que intentan reunir el conjunto de los factores que determinan tanto la eficiencia como la calidad de las operaciones portuarias (Wan, Min Lu, & Pao Wang, 2010; De Langen & Sharypova, 2013; Van der

Lugt, Doms, Michaël, & Parola, 2013; Hales, Siu Lee, & Tae C, 2016). Los numerosos actores subyacentes a la actividad marítima y portuaria, con sus intereses y expectativas, diariamente piensan cuál y cómo es el mejor puerto marítimo que pueda hacer parte de su cadena logística.

Esta situación problemática encierra una variedad de retos que muchos puertos marítimos deben enfrentar para operar en beneficio de sus países, lo que lleva a preguntarnos: ¿cómo podrían evaluarse comparativamente los puertos de manera que se combinen criterios cualitativos y cuantitativos comunes a todos ellos? Este trabajo se propone aportar una metodología para calificar de manera integral los puertos de contenedores mediante ocho criterios, que resultaron de una investigación documental previa con los autores y publicaciones de mayor impacto en las bases de datos Web of Science y Science Direct. Tales criterios operan sinérgicamente para lograr las metas que persigue el puerto; por un lado, minimizar el tiempo de las mercancías y de los buques en sus instalaciones; y por el otro lado, brindar servicios con altos estándares de calidad. Con un enfoque similar y centrándose en los gestores de puertos, Hales et al. (2016) han propuesto la teoría equilibrada de la competitividad portuaria.

Ya que una evaluación integral de los puertos exige tratar no solo variables cuantitativas sino también cualitativas, se ha usado el proceso analítico jerárquico (Saaty, Peniwati, & Shang, 2007) de la metodología multicriterio (Saaty, 2008) al combinar información real histórica del desempeño de los puertos, con apreciaciones autorizadas de profesionales y algunos expertos del sector, recolectadas por medio de encuestas, entrevistas y opiniones, aportando al estudio validez, pertinencia y fiabilidad. En este problema de toma de decisiones en un ambiente complejo, el binomio conocimiento-razonamiento ha sido clave para jerarquizar los criterios de calificación de los puertos por la participación de expertos y académicos (Moreno Jiménez, 2002).

Los resultados que ofrece este trabajo pueden servir para emprender acciones estratégicas

---

2 Twenty-foot Equivalent Unit es la unidad de medida de capacidad en transporte marítimo expresada en contenedores, aplicable a buques portacontenedores y terminales portuarios para contenedores.

y perspectivas por parte de las autoridades en cooperación con los diversos actores de la cadena portuaria para mejorar hacia el futuro la situación de sus correspondientes regiones, con los políticos como protagonistas responsables de visualizar la actividad portuaria y marítima como factor clave del desarrollo (UNCTAD , 2016). Además, consideramos como contribución académica y práctica que el sistema o modelo ofrecido para evaluar diferentes puertos marítimos toma datos reales para los criterios de acuerdo con estadísticas mundialmente reconocidas y sirve a los intereses de cualquier *stakeholder* portuario, por lo que estamos complementando la teoría equilibrada de la competitividad portuaria (Hales, Siu Lee, & Tae C, 2016).

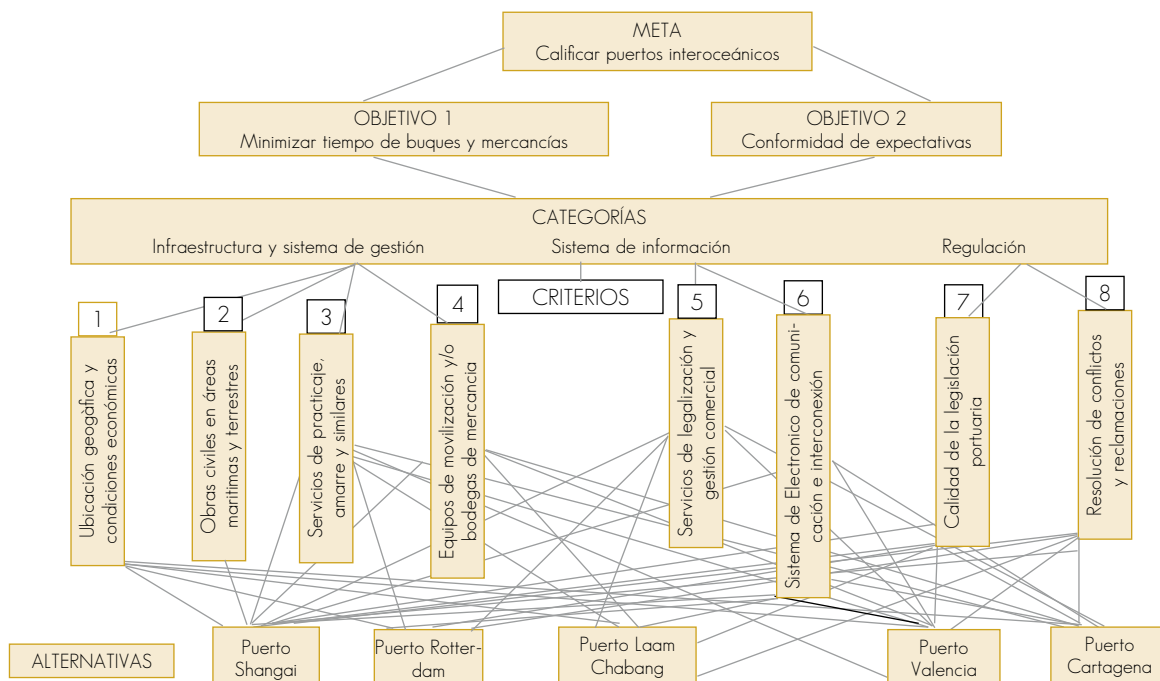
El trabajo presenta cuatro partes adicionales a la introducción. La primera sección explica la metodología; en segundo lugar se describe el marco teórico del modelo de evaluación portuaria con sus componentes; en el tercer apartado se muestran los resultados del modelo creado dando algunos ejemplos con la discusión correspondiente; y finalmente se dan unas conclusiones.

# 1. METODOLOGÍA

Para evaluar y calificar los puertos marítimos hay diversidad de parámetros, por lo que estamos frente a un problema de toma de decisiones de carácter multicriterio, con criterios que es preciso priorizar, dada su importancia relativa en la solución más acertada (Saaty, 1990). Así, seguimos a Saaty (2000) con su proceso analítico jerárquico (AHP) de tres etapas: primero se construyen jerarquías o redes de retroalimentación, en segundo lugar se hacen juicios sobre pares de criterios con respecto a un elemento controlador -la meta- para derivar escalas de relación que después, en tercer lugar, se sintetizan a lo largo de la estructura que conduce a seleccionar la mejor alternativa. El gráfico 1 representa el modelo de jerarquías de nuestro problema, con lo que se surte la primera etapa de la resolución del proceso analítico jerárquico (AHP):

Los ocho criterios para calificar los puertos fueron priorizados por un total de 12 expertos

**Gráfico 1.** Modelo de evaluación y calificación de puertos marítimos



consultados en línea y sus respuestas las hemos ordenado con la tabla de valoración ideada por Saaty (2008), cuya virtud de tener solo números positivos elimina las ambigüedades cuando se comparan elementos en la proximidad del cero o del infinito (Moreno Jiménez, 2002), para definir la dominancia entre criterios, en una aproximación al consenso necesario que le da validez al modelo (Dong & Saaty, 2014).

Antes de enviar la encuesta definitiva el instrumento se entregó a tres expertos, dos de ellos profesores universitarios conocedores del tema portuario, como prueba piloto para hacerle los ajustes correspondientes. Luego se envió a los expertos de varios continentes en el mundo que trabajan en diversos cargos del sector marítimo. Los doce expertos que respondieron totalmente la encuesta provienen de Europa, América y Asia y están vinculados a empresas navieras interoceánicas, o son periodistas del sector, o son profesores universitarios, autores de artículos académicos sobre el tema o pertenecen a autoridades portuarias.

A continuación se muestra la tabla 1 de valoración de Saaty que los expertos usaron para efectos de calificar comparativamente los criterios entre sí, puestos a su consideración en 28 preguntas:

La segunda etapa consiste en evaluar los elementos de cada nivel *versus* los elementos del nivel superior de la jerarquía, paso en el que se concretan las priorizaciones con la realización de las matrices, como se muestra más adelante en el tercer apartado.

En la tercera etapa se aplica el algoritmo de ponderación que revela la mejor opción en el conjunto de alternativas evaluadas, lo que también se puede apreciar en la tercera sección.

Los resultados de la investigación fueron sometidos a consideración de un evento académico internacional en la Universidad Pablo Olavide de Sevilla, en el que se aprobó su presentación como ponencia y posteriormente se hicieron los ajustes sugeridos por los académicos asistentes.

**Tabla 1.** Escala fundamental de números absolutos.

Intensidad de importancia	Definición	Explicación
1	Importancia igual	Las actividades contribuyen equivalentemente al objetivo
2	Leve o débil	
3	Importancia moderada	La experiencia o el juicio levemente favorece una actividad sobre la otra
4	Más moderado	
5	Importancia fuerte	La experiencia o el juicio fuertemente favorece una actividad sobre la otra
6	<i>Strong plus</i>	
7	Muy fuerte o demostrada importancia	Una actividad está muy fuertemente demostrada sobre la otra; la dominancia está demostrada en la práctica
8	Muy, muy fuerte	
9	Importancia extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra está extremadamente demostrada.

Fuente: A partir de Saaty (1990).



## MARCO CONCEPTUAL DEL MODELO DE 2. LA ESTRUCTURA EVALUATIVA DE PUERTOS MARÍTIMOS

La academia con sus revistas científicas y universidades, el comercio y la industria con empresas o agremiaciones, y los organismos gubernamentales o multilaterales, se ocupan permanentemente de evaluar el desempeño del sector marítimo, no solo al reportar cifras sobre el comportamiento de sus actores de la cadena logística portuaria, sino con el examen riguroso de las diferentes variables que determinan su eficiencia y eficacia (González, Soler, & Camarero, 2013; Marlow & Paixao, 2003; Tongzon, 1995).

El estudio de la literatura sobre los puertos marítimos y los análisis publicados periódicamente sobre el comportamiento del sector nos han permitido diseñar el modelo de evaluación integral, cuyos componentes se explican a continuación. Nuestra propuesta guarda analogía con la teoría equilibrada de la competitividad portuaria que toma dos grupos de criterios, atendiendo al cliente y al inversor (Hales, Siu Lee, & Tae C, 2016), en tanto nuestro modelo integra las expectativas de todos los actores portuarios en ocho criterios, donde lo que interesa es satisfacer los objetivos de minimizar el tiempo y lograr las conformidades exigidas.

### La meta

Como se trata de minimizar el tiempo en el puerto y de lograr altos estándares en la calidad de los servicios portuarios, la meta que se propone el modelo es calificar comparativa e integralmente un grupo de puertos en virtud de su eficiencia y calidad, lo que dependerá de las características propias del puerto, de acuerdo con los indicadores en que se despliegan los ocho criterios que configuran la evaluación del desempeño del puerto.

### Los objetivos

La idoneidad del puerto está asociada a las aspiraciones de los usuarios del puerto con relación a la agilidad en la prestación de los servicios, su calidad y los costos de los mismos. Así, emergen como objetivos minimizar el tiempo en puerto de buques y mercancías, por un lado (Musso, Ferrari, & Benacchio, 2006; Heaver, 2006), y exigir la conformidad con las expectativas (Marlow & Paixao, 2003), asunto que reporta la calidad de los servicios.

### Las categorías

De los objetivos anteriores se deducen tres categorías determinantes de la satisfacción del uso del puerto marítimo, a saber: la infraestructura y sistemas de gestión, los sistemas de información y la regulación.

### Los criterios

Las categorías se despliegan en ocho criterios, que representan conceptos cuantitativos y/o cualitativos y que finalmente servirán para calificar el comportamiento de los puertos. Para el efecto se han tomado los datos empíricos de las estadísticas del Banco Mundial para la calificación de cada puerto, característica importante del modelo en tanto se da objetividad a los resultados.

### Ubicación geográfica y condiciones económicas

Este criterio se concreta en dos conceptos: conectividad y TEUs. En la conectividad hemos tomado el Índice de Conectividad del Transporte Marítimo de Línea de la UNCTAD (LSCI)<sup>3</sup> que

3 Liner Shipping Connectivity Index. En mayo de 2016 los países mejor conectados fueron Marruecos, Egipto y Sudáfrica en África; China y la República de Corea en Asia oriental; Panamá y Colombia en América Latina y el Caribe; Sri Lanka e India en Asia meridional; Singapur y Malasia en Asia sudoriental

nos da la posición general de cada país en las redes mundiales de transporte de contenedores, con el índice de conectividad marítima y el tipo de puerto con su *hinterland* (UNCTAD , 2016; Soon & Haur Lam, 2013; Panigrahi & Pradhan, 2012; Talley , Ng , & Marsillac, 2014; Tovar & Rodríguez, 2015). Los actores de la actividad marítima en aras de sus fines siempre presionarán para que las mercancías y los buques tarden lo menos posible en los puertos, por lo que surgen iniciativas y estrategias para que las operaciones resulten eficientes (Park & Medda, 2015; Wanga & Cullinane, 2014; Rodrigue & Notteboom, 2012; Klink & Van den Berg, 98).

Pero la ubicación geográfica no es suficiente *per se*, dado que se requieren unas condiciones económicas que se evidencian con la realización de operaciones portuarias a través del movimiento de mercancías porque el puerto es un nodo dinámico en la compleja cadena logística global (Button, Chin, & Kramberger, 2015; Notteboom, 2007; Veldman, Garcia-Alonso , & Liu, 2015) y esto se demuestra con el flujo de contenedores movidos (Dunford & Yeung, 2009; Ping Song , Lyons, Li, & Sharifi, 2016; Shinohara, 2016; Tien Fang, 2016), factor que se mide en TEUs. Para efectos de calificar este criterio hemos tomado la información aportada por *Lloydslist.com/topports* con sus *Top 100 container ports 2016* (Lloyd's List Intelligence, 2017).

## Obras civiles en áreas marítimas y terrestres

Para calificar este criterio hemos tomado el ítem % respecto del más alto rendimiento de la metodología LPI internacional, en cuanto que la infraestructura del puerto es fundamental para cumplir con las expectativas de los usuarios y actores en la cadena logística portuaria (Song & Van Geenhuizen, 2014; Funke & Yu, 2011). En razón de las cuantiosas inversiones y tecnologías

requeridas no todos los puertos pueden disponer de las obras adecuadas, por lo que se precisan modelos de operación y financiación con la participación de inversiones privadas (Theys, Notteboom, Pallis, & De Langen, 2010; De Martino, Errichiello, Marasco, & Morvillo, 2013; Arduino, y otros, 2013).

La protección y conservación del entorno también exigen puertos marítimos que controlen los problemas ambientales con políticas socialmente responsables y alineadas con el desarrollo sostenible (Zhang & Pel, 2016; Park & Yeo, 2012; Chang & Wang, 2012; Bergqvist & Zandén, 2012; Iannone, 2012; Yun Peng, Zijian Guo, & Qi , 2016).

## Servicios de practicaaje, amarre, estiba y similares

Este criterio configura los servicios náuticos con los rasgos particulares del modelo de gestión, regulación y costos que les permite a los puertos diferenciarse en la oferta del comercio marítimo (Ucan & Nas, 2016; Ozbas, Or, & Altioik, 2013; Pinto, Goldberg, Stupello, Bruno, & Haley, 2010). El puntaje Logistics quality and competence -LQC- de la metodología LPI internacional del Banco Mundial ha sido utilizado para calificar este criterio en los puertos.

## Equipos de movilización y/o bodegaje de mercancías

Los indicadores de capacidad y rendimiento de los puertos muestran la eficiencia operativa, considerando diversos elementos como tamaño de espacios, grúas, tecnología, factores determinantes en las decisiones de escala por parte de las navieras (Talley W. K., 2006; Talley W. K., 2006; Chun, Wua, & Goh, 2010; Park & Medda, 2015). El puntaje de infraestructura del LPI internacional del Banco Mundial ha sido tomado para asignar la calificación de este criterio.

---

(UNCTAD , 2016). LPI 2016 clasifica a 160 países en seis dimensiones del comercio.

## Servicios de legalización y gestión comercial

En respuesta a la globalización, en su función las autoridades portuarias diseñan estrategias de agilidad y más recientemente con representación comercial internacional (Dooms, Van der Lugt, & De Langen, 2013; González Laxe, 2008; Pallis & De Langen, 2010). La puntuación aduanera del LPI internacional del Banco Mundial la hemos usado para calificar los puertos en este criterio.

## Sistema electrónico de comunicación e interconexión

El factor tecnológico del sistema electrónico de la información y la interconexión de los actores de la cadena logística portuaria en tiempo real son clave para reducir los tiempos de paso y mejorar los rendimientos (Parola & Maugeri, 2013; Shi, Tao, & Voss, 2011; Cepolina & Ghiara, 2013). Hemos usado la puntuación de seguimiento y trazabilidad del LPI internacional del Banco Mundial para la calificación de este criterio.

## Calidad de la legislación portuaria

Ubicación, infraestructura, competitividad, tecnología y demás criterios que determinan el desempeño portuario han de armonizarse con unas normas eficaces que estimulen la operación y el intercambio; por tanto, los Estados con sus autoridades portuarias deben propiciar unas leyes que estimulen la actividad y no sean un obstáculo en su desarrollo (Clark, Dollar, & Micco, 2004; Matsushima & Takauchi, 2014).

Por lo anterior, cada Estado intenta permanentemente armonizar su legislación con las tendencias que marcan los organismos reguladores multilaterales que como el Control del Estado Rector de Puerto (CERP)<sup>4</sup>, por directrices de la OMI, con iniciativas prácticas como MOU de París, emite el

listado normativo de banderas en las categorías blanco, gris y negro. Este listado con sus puntajes es el que hemos utilizado para calificar el criterio de calidad de la legislación portuaria.

## Resolución de conflictos y reclamaciones

Por la compleja realidad de la actividad marítima portuaria, esta variable requiere un enfoque interdisciplinario ya que se enmarca en cuestiones y problemas relacionados con la ingeniería, el derecho, la economía, la geografía, la gestión estratégica y la sociología, tal como ha sucedido en Francia e Italia, donde las decisiones de inversión, operaciones cotidianas y la gestión han implicado trabajadores, sindicatos, ciudadanos y otros actores de la cadena portuaria, dando emergencia a conflictos que se generan por la coexistencia de intereses públicos y privados, difíciles de conciliar (Parola & Maugeri, 2013).

Se ha tomado para este importante criterio el porcentaje del highest performer del índice LPI del Banco Mundial.

## DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Para poner en práctica el modelo de evaluación y calificación integral de puertos hemos tomado cinco puertos de contenedores: Shangai en China, considerado el mayor puerto del mundo; Rotterdam en Holanda, usualmente calificado como el mayor puerto de Europa, Laem Chabang de Tailandia, Valencia en España, el más importante de España y Cartagena de Indias en Colombia. Los puertos elegidos se ubican en tres continentes y presentan diversidad en los criterios, algo previsible para cualquier grupo de puertos que se quisiera tomar con una cobertura intercontinental.

4 Figura del Derecho marítimo internacional por la cual los Estados costeros controlan los buques que

arriben a sus puertos, a la luz de convenciones internacionales (Solas, Marpol, STCW).

La tabla 2 compendia los criterios para evaluar el desempeño del puerto con los indicadores correspondientes:

**Tabla 2.** Criterios e indicadores de su evaluación.

N°	Criterios	Indicadores
1	Ubicación geográfica y condiciones económicas	Conectividad index LSCI 2016. % TEUs 2015
2	Obras civiles en mar y tierra	% del LPI ideal
3	Practicaje, amarre, estiba y similares	puntaje LQC
4	Equipos de movilización, bodegaje y servicios portuarios	Puntaje de infraestructura
5	Legalización, tasas, gestión comercial	Puntaje de customs
6	SEC e intercomunicación	Tracking and tracing
7	Calidad de legislación	Flag Performance list
8	Resolución de conflictos	Porcentaje del highest performer

**Tabla 3.** Valoración de criterios e indicadores de puertos marítimos.

N°	Criterios	Indicadores	Shangai	Rotterdam	Laem Chabang	Valencia	Cartagena
1	Ubicación geográfica y condiciones económicas	Conectividad index LSCI 2016. % TEUs 2015	167,48 6,7	95,73 2,2	44,32 1,2	86,13 0,8	52,98 0,5
2	Obras civiles en mar y tierra	Porcentaje del LPI ideal	82,49	98,81	69,9	84,55	49,98
3	Practicaje, amarre, estiba y similares	puntaje LQC	3,62	4,22	3,14	3,73	2,67
4	Equipos de movilización, bodegaje y ss portuarios	Puntaje de infraestructura	3,75	4,29	3,12	3,72	2,43
5	Legalización, tasas, gestión comercial	Puntaje de customs	3,32	4,12	3,11	3,48	2,21
6	SEC e intercomunicación	Tracking and tracing	3,68	4,17	3,2	3,82	2,55
7	Calidad de legislación	Flag Performance list	56	62	24	33	10
8	Resolución de conflictos	Porcentaje del highest performer	82,49	98,81	69,9	84,55	49,98

El modelo creado es útil y viable para evaluar cualquier cantidad de puertos siguiendo la metodología explicada y tomando los valores de las estadísticas publicadas por Logistics Performance Index, LPI Internacional del Banco Mundial.

Los valores asignados a los ocho criterios se han tomado de acuerdo con lo explicado en el apartado anterior, quedando de la siguiente manera como se muestra en la tabla 3.

**Siguiendo la segunda etapa del AHP** procedemos a la valoración de los criterios, incorporando las preferencias, gustos y deseos de los expertos mediante los juicios incluidos en las denominadas matrices de comparaciones pareadas. Estas matrices cuadradas  $A = (a_{ij})$  reflejan la dominación relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo o propiedad en común. En particular,  $a_{ij}$  representa la dominación de la alternativa  $i$  sobre la  $j$  (Moreno Jiménez, 2002). Se dice que  $A$  es una matriz de comparaciones pareadas de  $n$  alternativas, si  $a_{ij}$  es la medida de la preferencia de la alternativa en el renglón  $i$  cuando se le compara con la alternativa en el renglón  $j$ . Cuando  $i = j$ , el valor de  $a_{ij}$  será igual a 1, en tanto se está comparando la alternativa consigo misma, razón

por la cual a los expertos solo se les hicieron 28 preguntas, en tanto con las 28 respuestas inversas se tendrían en total 56 respuestas, las que sumadas a las 8 respuestas equivalentes a 1, nos permiten construir la matriz, como se aprecia a continuación.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Además se cumple que:  $a_{ij} a_{ji} = 1$ ; es decir:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Como consecuencia de lo anterior, los criterios priorizados por los expertos arrojan la siguiente matriz comparativa, mostrada en la tabla 4.

Con la matriz priorizada se calcula la matriz normalizada que nos revela el vector promedio (Saaty, 1990), como se ilustra la tabla 5.

**Tabla 4.** Matriz comparativa de criterios con valoración de expertos.

Criterios	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8.
Criterio 1	1,00	6,00	6,00	6,00	5,00	6,00	6,00	5,00
Criterio 2	0,16	1,00	3,00	5,00	3,00	5,00	6,00	5,00
Criterio 3	0,16	0,33	1,00	5,00	7,00	6,00	5,00	5,00
Criterio 4	0,16	0,20	0,20	1,00	6,00	6,00	7,00	6,00
Criterio 5	0,20	0,33	0,14	0,16	1,00	7,00	7,00	6,00
Criterio 6	0,16	0,20	0,16	0,16	0,14	1,00	6,00	6,00
Criterio 7	0,16	0,16	0,20	0,14	0,14	0,16	1,00	6,00
Criterio 8	0,20	0,20	0,20	0,16	0,16	0,16	0,16	1,00
SUMA	2,20	8,42	10,90	17,62	22,44	31,32	38,16	40,00

**Tabla 5.** Matriz normalizada de criterios con vector promedio.

Criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	Vector promedio
Criterio 1	0,45	0,71	0,55	0,34	0,22	0,19	0,16	0,13	0,345
Criterio 2	0,07	0,12	0,28	0,28	0,13	0,16	0,16	0,13	0,166
Criterio 3	0,07	0,04	0,09	0,28	0,31	0,19	0,13	0,13	0,155
Criterio 4	0,07	0,02	0,02	0,06	0,27	0,19	0,18	0,15	0,121
Criterio 5	0,09	0,04	0,01	0,01	0,04	0,22	0,18	0,15	0,093
Criterio 6	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,16	0,015	0,058
Criterio 7	0,07	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,15	0,039
Criterio 8	0,09	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,023
									1,000

**Tabla 6.** Matriz comparativa de alternativas con el criterio Equipos de movilización y bodegas.

Equipos de movilización y bodegas	Puntaje de infraestr.	Equipos de movilización y bodegas	Shangai	Rotterdam	Laem Chabang	Valencia	Cartag., Col.
Shanghai	3,75	Shanghai	1,000	0,874	1,202	1,008	1,543
Rotterdam	4,29	Rotterdam	1,144	1,000	1,375	1,153	1,765
Laem Chabang	3,12	Laem Chabang	0,832	0,727	1,000	0,839	1,284
Valencia	3,72	Valencia	0,992	0,867	1,192	1,000	1,531
Cartagena	2,43	Cartagena	0,648	0,566	0,779	0,653	1,000
		suma	4,616	4,035	5,548	4,653	7,123

Equipos de movilización bodegas	Shangai	Rotterdam	Laem Chabang	Valencia	Cartag.	vector propio
Shanghai	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217
Rotterdam	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
Laem Chabang	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Valencia	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215
Cartagena	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140
suma	1	1	1	1	1	1,000

Nótese que los tres criterios con mayor dominancia asumen 66,6 % del peso total en la decisión, dado que la ubicación geográfica y las condiciones económicas están en primer lugar, con 34,5 %, seguido del criterio obras civiles en mar y tierra, con 16,6 %, y en tercer lugar está practicaje, amarre, estiba y similares, con 15,5 %.

Luego hemos construido las matrices de comparación de las alternativas, en función de cada uno de los ocho criterios, cuyo propósito es hallar el vector propio de cada criterio para construir la supermatriz que nos dará la solución al problema. Para ilustración vemos a continuación la matriz comparativa en función del cuarto criterio. "Equipos de movilización, bodegaje y servicios portuarios". Por razones de espacio se omiten las otras matrices.

Hemos construido las matrices comparativas usando directamente los guarismos correspondientes a cada criterio, de manera que el dato arrojado para cada celda  $ij$  es el valor real, a diferencia de los valores aproximados que mostraría la matriz en caso de usarse la tabla Saaty. Para efectos de comprobación hemos usado la tabla Saaty y hemos encontrado que los resultados son consistentes y muy cercanos a los hallados con nuestra metodología. Adicionalmente hemos hecho la comprobación con el software Superdecisions, dando unos resultados igualmente consistentes y bastante aproximados a nuestros cálculos.

Una vez calculados los vectores propios de cada criterio, elaboramos la matriz que reúne las alternativas con sus correspondientes criterios ponderados, tal como se visualiza en la tabla 6. Para facilitar su comprensión hemos sombreado el vector del criterio Equipos de movilización, bodegas y servicios portuarios, calculado previamente. Insistimos en que los demás vectores propios han sido calculados aparte.

La anterior matriz (Tabla 6) la multiplicamos por la Matriz Priorizada de Criterios con Vector Promedio (Tabla 3), arribando al resultado final que buscamos, esto es, la Matriz Comparativa de Alternativas con la ponderación de todos los ocho criterios (Tabla 7), de acuerdo con la importancia que le han dado los expertos y que nos muestra el peso de cada alternativa, de manera que se posibilita la evaluación y calificación de los puertos.

Usualmente se llama supermatriz la matriz que reúne los resultados finales del proceso analítico jerárquico, que como en nuestro caso, revela comparativamente el comportamiento de los puertos seleccionados para el modelo de evaluación y calificación de puertos interoceánicos. Se deduce que el puerto de Shanghai posee mejor desempeño según los ocho criterios de evaluación, considerando las dominancias entre los criterios, según los expertos consultados y las características específicas de cada puerto a la luz de los índices de reconocimiento internacional.

**Tabla 7.** Matriz comparativa de alternativas y criterios con vectores propios.

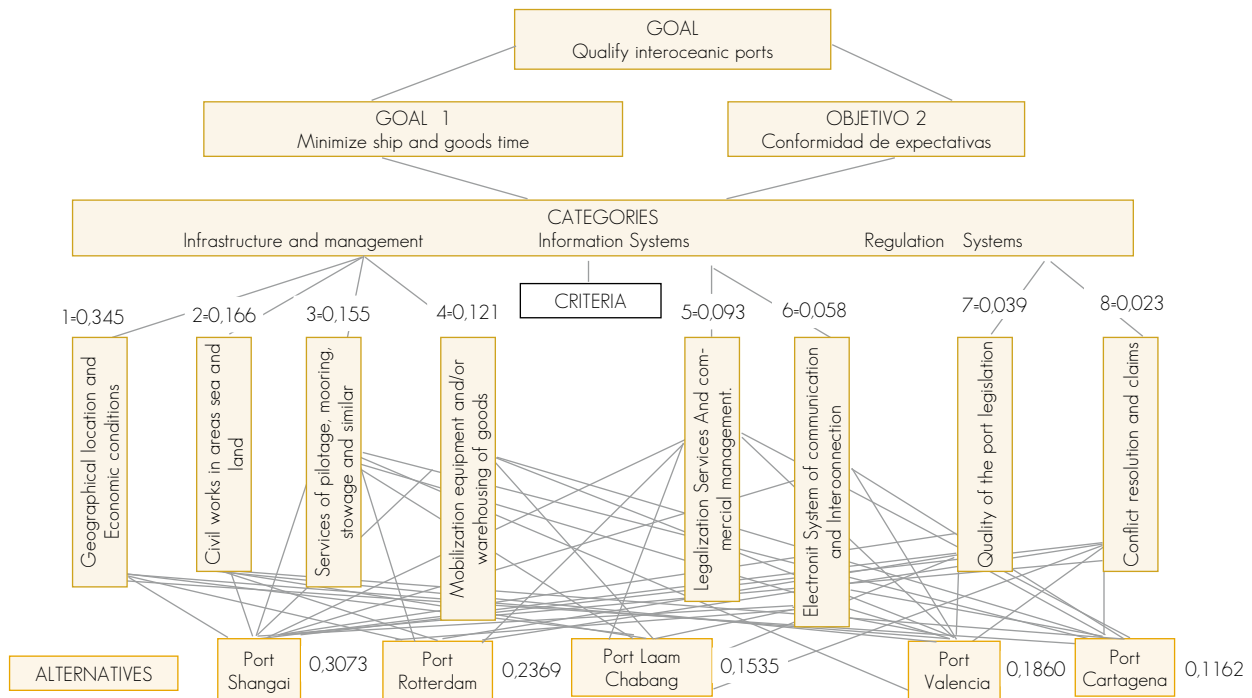
Criterios y alternativa	Crit.1	Crit.2	Crit.3	Crit.4	Crit.5	Crit.6	Crit.7	Crit.8
Shangai	0,479	0,214	0,208	0,217	0,204	0,211	0,303	0,214
Rotterdam	0,204	0,256	0,243	0,248	0,254	0,239	0,335	0,256
Laem Chabang	0,104	0,181	0,181	0,180	0,192	0,184	0,130	0,181
Valencia	0,133	0,219	0,215	0,215	0,214	0,219	0,178	0,219
Cartagena	0,08	0,130	0,154	0,140	0,136	0,146	0,054	0,130

**Tabla 8.** Supermatriz comparativa de criterios y puertos ponderados.

	Criterios-puertos	Vector promedio	Shangai	Rotterdam	Laem Chabang	Valencia	Cartagena
1	Criterio 1	0,345	0,479	0,204	0,104	0,133	0,080
2	Criterio 2	0,166	0,214	0,256	0,181	0,219	0,130
3	Criterio 3	0,155	0,208	0,243	0,181	0,214	0,154
4	Criterio 4	0,121	0,217	0,248	0,180	0,215	0,140
5	Criterio 5	0,093	0,204	0,254	0,192	0,214	0,136
6	Criterio 6	0,058	0,211	0,239	0,184	0,219	0,147
7	Criterio 7	0,039	0,303	0,335	0,130	0,178	0,054
8	Criterio 8	0,023	0,214	0,256	0,181	0,219	0,130
	Suma	1,000	0,3073	0,2369	0,1535	0,1860	0,1162

El modelo con la estructura del problema y los resultados obtenidos quedaría así:

**Gráfico 2.** Resultados de evaluación y calificación de puertos.








El resultado también se halló mediante el uso del software Superdecisions, donde se evidencian las imprecisiones atribuibles a la asignación mediante la escala Saaty a las comparaciones pareadas,

pero con resultados muy aproximados a los hallados mediante nuestra metodología, como muestra el reporte siguiente.



**Ilustración 3.** Resultados con Superdecisions.

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network  
Super Decisions Main Window:  
prueba 120617.sdmod:ratings

Cartagena		0,058610
Laem Chabang		0,111663
Rotterdam		0,313816
Shangai		0,353473
Valencia		0,162438

Puede comprobarse que, de los puertos tomados para la aplicación del modelo de los ocho criterios, el puerto de Shangai es el que resulta con mayor puntaje, seguido del puerto de Rotterdam. Estos resultados son coherentes con las estadísticas y datos empíricos sobre las diferentes condiciones y factores que determinan la excelencia en el desempeño de los puertos marítimos.

## 4. CONCLUSIONES

Se ha podido evidenciar mediante este trabajo que los puertos interoceánicos como nodos de las redes que interconectan múltiples actores para la movilización de mercancías deben minimizar el tiempo de permanencia de las naves en sus instalaciones y optimizar los servicios que prestan a los diferentes usuarios de la cadena portuaria. Para estos efectos se ofrece una metodología multicriterio que combina criterios cualitativos y cuantitativos, con la asignación de importancia por parte de expertos, que resulta ser muy apropiada para la evaluación y calificación del desempeño de los puertos interoceánicos.

Aunque se ha escrito mucho sobre el desempeño y evaluación de los puertos, la literatura no ha dedicado la atención debida a los asuntos cualita-

tivos que también importan para la calificación de los puertos. Este trabajo usa el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) de Thomas Saaty como metodología conveniente para los propósitos de evaluar y calificar el desempeño de los puertos, con criterios ponderados por expertos del sector.

Un puerto es mejor si satisface las características de oportunidad y conformidad para satisfacer las expectativas de los usuarios, lo que depende de las condiciones de infraestructura y gestión, plataforma TIC y regulación de la actividad, que generan un conjunto de variables que determinan la eficiencia y la calidad de los servicios, como lo demuestran los resultados obtenidos con este trabajo, con la aplicación de la metodología AHP en la calificación del desempeño de los puertos marítimos.

Mediante el uso de la metodología propuesta se espera que los usuarios de los puertos marítimos y las autoridades puedan planear mejoras significativas para incrementar su competitividad hacia el futuro.

## REFERENCIAS

- Haezendonck, E., Dooms, M., & Verbeke, A. (15 de mayo de 2014). A new governance perspective on port-hinterland relationships: The Port Hinterland Impact (PHI) matrix. *Maritime Economics & Logistics*, 16, 229-249. doi:10.1057/mel.2014.10
- Arduino, G., Aronietis, R., Croze, Y., Frouws, K., Ferrari, C., Guihéry, L., ... Vanelstlander, T. (2013). How to turn an innovative concept into a success? An application to seaport-related innovation. *Research in Transportation Economics*, 42, 97-107. doi:10.1016/j.retrec.2012.11.002
- Bergqvist, R., & Zandén, N. E. (2012). Green port dues – The case of hinterland transport. *Research in Transportation Business & Management*, 5, 85-91. doi:10.1016/j.rtbm.2012.10.002

- Button, K., Chin, A., & Kramberger, T. (2015). Incorporating subjective elements into liners' seaport choice assessments. *Transport Policy*, 44, 125-133. doi:10.1016/j.tranpol.2015.07.006
- Cepolina, S., & Ghiara, H. (2013). New trends in port strategies. Emerging role for ICT infrastructures. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 195-205. doi:10.1016/j.rtbm.2013.07.001
- Chang, C. C., & Wang, C. M. (2012). Evaluating the effects of green port policy: Case study of Kaohsiung harbor in Taiwan. *Transportation Research Part D*, 17, 185-189. doi:10.1016/j.trd.2011.11.006
- Chun, Y., Wua, J., & Goh, M. (2010). Container port efficiency in emerging and more advanced markets. *Transportation Research Part E*, 46, 1030-1042. doi:10.1016/j.tre.2010.01.002
- Clark, X., Dollar, D., & Micco, A. (2004). Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade. *Journal of Development Economics*, 75, 417-450. doi:10.1016/j.jdeveco.2004.06.005
- De Langen, P. W., & Sharypova, K. (2013). Inter-modal connectivity as a port performance indicator. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 97-102. doi:10.1016/j.rtbm.2013.06.003
- De Martino, M., Errichiello, L., Marasco, A., & Morvillo, A. (2013). Logistics innovation in Seaports: An inter-organizational perspective. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 123-133. doi:10.1016/j.rtbm.2013.05.001
- Dong, Q., & Saaty, T. (septiembre de 2014). An analytic hierarchy process model of group consensus. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 23(3), 362-374.
- Dooms, M., Van der Lugt, L., & De Langen, P. W. (2013). International strategies of port authorities: The case of the Port of Rotterdam Authority. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 148-157. doi:10.1016/j.rtbm.2013.06.004
- Dunford, M., & Yeung, G. (2009). Port-Industrial Complexes. *Elsevier Ltd.*, 285-294. doi:10.1016/B978-008044910-4.00858-0
- Figueiredo, G., & Pierre, C. (2015). The impact of competition on container port (in)efficiency. *Transportation Research Part A* 78, 124-133. doi:10.1016/j.tra.2015.04.034
- Funke, M., & Yu, H. (2011). The emergence and spatial distribution of Chinese seaport cities. *China Economic Review*, 22(2), 196-209. doi:10.1016/j.chieco.2011.01.002
- González Laxe, F. (2008). Port Governance: Main Trends. *Revista de Economía Mundial*, 18, 355-368. doi: WOS:000257680600027
- González, M. N., Soler, F., & Camarero, A. (2013). Modelo de eficiencia de las terminales de contenedores del sistema portuario español. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 14, 49 - 67. Recuperado el 4 de marzo de 2017, de: file:///C:/Users/LuisFernando/Downloads/Dialnet-ModeloDeEficienciaDeLasTerminalesDeContenedoresDel-4742939.pdf
- Güner, S. (2015). Investigating infrastructure, superstructure, operating and financial efficiency in the management of Turkish seaports using data envelopment analysis. *Transport Policy*, 40, 36-48. doi:10.1016/j.tranpol.2015.02.006
- Hales, D., Siu Lee, J., & Tae C, Y. (2016). The Balanced Theory of Port Competitiveness. *Transportation Journal*, 55(2), 168-189. doi:10.5325/transportationj.55.2.0168
- Heaver, T. (2006). The evolution and challenges of port economics. *Port Economics Research in Transportation Economics*, 16, 11-41. doi:10.1016/S0739-8859(06)16002-3
- Hollen, R., Van den Bosch, A., & Frans, V. (2015). Strategic levers of port authorities for industrial ecosystem development. *Maritime Economics & Logistics*, 17(1), 79-96. doi:10.1057/mel.2014.28

- Hu, H., Wang, J., Jin, F., & Ding, N. (2015). Evolution of regional transport dominance in China 1910-2012. *Journal Geography Science*, 25(6), 723-738. doi:10.1007/s11442-015-1198-3
- Iannone, F. (2012). The private and social cost efficiency of port hinterland container distribution through a regional logistics system. *Transportation Research Part A*, 46, 1424-1448. doi: 10.1016/j.tra.2012.05.019
- Jitendra K., P., & Ajay, P. (2012). Competitive maritime policies and strategic dimensions for commercial seaports in India. *Ocean & Coastal Management*, 62, 54-67. doi:10.1016/j.ocecoaman.2012.03.008
- Klink, H. A., & Van den Berg, G. C. (1998). Gateways and intermodalism. *Journal of Transport Geography*, 6(1), 1-9. doi: 10.1016/S0966-6923(97)00035-5
- Lloyd's List Intelligence (2017). *Top 100 container port 2016*. Linton Nightingale. Recuperado el 22 de marzo de 2017, de: <https://www.lloydslist.com/ll/incoming/article506151.ece>
- Marlow, P., & Paixao, A. (2003). Measuring lean ports performance. *International Journal of Transport Management*, 1, 189-202. doi: 10.1016/j.ijtm.2003.12.002
- Matsushima, N., & Takauchi, K. (2014). Port privatization in an international oligopoly. *Transportation Research Part B*, 67, 382-397. doi: 10.1016/j.trb.2014.04.010
- Meidutė, I., Aranskisa, A., & Litvinenko, M. (2014). Consumer satisfaction with the quality of logistics services. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110, 330-340. doi: 10.1007/s11442-015-1198-3
- Moreno Jiménez, J. M. (2002). *El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Recuperado el 3 de marzo de 2017, de: [http://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP\(ve%20rpaginas11-16\).pdf](http://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/ExplicacionMetodoAHP(ve%20rpaginas11-16).pdf)
- Musso, E., Ferrari, C., & Benacchio, M. (2006). Port Investment: Profitability, Economic, Impact and Financing. *Port Economics Research in Transportation Economics*, 16, 171-218. doi: 10.1016/S0739-8859(06)16008-4
- Nightingale, L. (2016). *Top 100 Container Ports 2016*. Tampa: Lloyd's List and Containerisation International.
- Notteboom, T. (2007). Strategic Challenges to Container Ports in a Changing Market Environment. *Devolution, Port Governance and Port Performance Research in Transportation Economics*, 17, 29-52. doi: 10.1016/S0739-8859(06)17002-X
- Ozbas, B., Or, I., & Altioek, T. (2013). Comprehensive scenario analysis for mitigation of risks of the maritime traffic in the Strait of Istanbul. *Journal Of Risk Research*, 16(5), 541-561. doi: 10.1080/13669877.2012.726239
- Pallis, A. A., & De Langen, P. W. (2010). Seaports and the structural implications of the economic crisis. *Research in Transportation Economics*, 27, 10-18. doi: 10.1016/j.retrec.2009.12.003
- Panigrahi, J., & Pradhan, A. (2012). Competitive maritime policies and strategic dimensions for commercial seaports in India. *Ocean & Coastal Management*, 62, 54-67. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2012.03.008
- Park, J. y., & Yeo, G. t. (2012). An Evaluation of Greenness of major Korean ports: A Fuzzy Set Approach. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 28(1), 067-082. doi: 10.1016/j.ajsl.2012.04.004
- Park, Y., & Medda, F. (2015). Hub Status and Indexation of Container Ports. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 31(2). doi: 10.1016/j.ajsl.2015.06.005
- Parola, F., & Maugeri, S. (2013). Origin and taxonomy of conflicts in seaports: Towards a research agenda. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 114-122. doi: 10.1016/j.rtbm.2013.07.005

- Ping Song , D., Lyons, A., Li, D., & Sharifi, H. (2016). Modeling port competition from a transport chain perspective. *Transportation Research Part E*, 87, 75-96. doi: 10.1016/j.tre.2016.01.001
- Pinto, M., Goldberg, D., Stupello, Bruno, B., & Haley, C. (2010). Regulation and price setting of pilotage services in Brazil. *Maritime Economics & Logistics*, 12(4), 430-442. doi: 10.1057/mel.2010.15
- Rodriguez, J. P., & Notteboom, T. (2012). Dry ports in European and North American intermodal rail systems: Two of a kind? *Research in Transportation Business & Management*, 5, 4-15. doi: 10.1016/j.rtbm.2012.10.003
- Saaty , T. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 1(1). doi: <http://dx.doi.org/10.1504/IJSSci.2008.01759>
- Saaty, T. (5 de septiembre de 1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26. doi: 10.1016/0377-2217(90)90057-1
- Saaty, T. (2000). The Seven Pillars of the Analytic Hierarchy Process. En: M. Köksala, & S. Ziont, *Multiple Criteria Decision Making in the New Millennium: Proceedings of the Fifteenth International Conference on Multiple Criteria Decision Making (MCDM)* (pp. 15-37). Ankara. doi: 10.1007/978-3-642-56680-6\_2
- Saaty, T. (December 2008). Who won the 2008 olympics? A multicriteria decision of measuring intangibles. *Journal of systems science and systems engineering*, 17(4), 473-486.
- Saaty, T., Peniwati, K., & Shang, J. (octubre de 2007). The analytic hierarchy process and human resource allocation: Half the story. *Mathematical and Computer Modeliling*, 46(7-8), 1041-1053.
- Shi, X., Tao, D., & Voss, S. (2011). RFID Technology And Its Application To Port-Based Container Logistics. *Journal Of Organizational Computing And Electronic Commerce*, 21(4), 322-347. doi: 10.1080/10919392.2011.614202
- Shinohara, M. (2016). Characteristics of Japanese port policy: Strategic ports and policy dilemma. *Research in Transportation Business & Management*, xx-xx. doi: 10.1016/j.rtbm.2016.08.005
- Song, L., & Van Geenhuizen, M. (2014). Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. *Transport Policy*, 36, 173-183. doi: 10.1016/j.tranpol.2014.08.003
- Soon, C., & Haur Lam, W. (2013). The growth of seaports in Peninsular Malaysia and East Malaysia for 2007-2011. *Ocean & Coastal Management*, 78, 70-76. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2013.03.007
- Talley , W. K., Ng , M., & Marsillac, E. (2014). Port service chains and port performance evaluation. *Transportation Research Part E*, 69, 236-247. doi: 10.1016/j.tre.2014.05.008
- Talley, W. K. (2006). An Economic Theory Of The Port. *Transportation Economics*, 16, 43-65. doi: 10.1016/S0739-8859(06)16003-5
- Talley, W. K. (2006). Port Performance: An Economics Perspective. *Transportation Economics*, 17, 499-516. doi: 10.1016/S0739-8859(06)17022-5
- Theys, C., Notteboom, T., Pallis, A., & De Langen, P. (2010). The economics behind the awarding of terminals in seaports: Towards a research agenda. *Research in Transportation Economics*, 37, 37-50. doi: 10.1016/j.retrec.2009.12.006
- Tien Fang, F. (2016). *50 years of transportation in Singapore : achievements and challenges*. Singapore: Fwa Tien Fang, National University of Singapore. doi: 79.110.19.199
- Tongzon, J. (1995). Determinants Of Port Performance And Efficiency. *Transportation Researchs A. Police and Practice*, 29 A(3), 245-252.
- Tovar, B., & Rodríguez, H. (2015). Classifying Ports for Efficiency Benchmarking: A Review

- and a Frontier-based Clustering Approach. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 35(3), 378-400. doi: 10.1080/01441647.2015.1016473
- Ucan, E., & Nas, S. (2016). Analysing Istanbul Strait Maritime Pilot Capacity by Simulation Technique. *Journal Of Navigation*, 69(4), 815-827. doi: 10.1017/S0373463315000909
- UNCTAD (2016). *REVIEW OF MARITIME TRANSPORT 2016*. New York and Geneva: UNCTAD/RMT/2016, UNITED NATIONS PUBLICATION.
- Van der Lugt, L., Dooms, Michaël, M., & Parola, F. (2013). Strategy making by hybrid organizations: The case of the port authority. *Research in Transportation Business & Management*, 8, 103-113. doi: 10.1016/j.rtbm.2013.06.005
- Veldman, S., Garcia-Alonso, L., & Liu, M. (2015). Testing port choice models using physical and monetary data: a comparative case study for the Spanish container trades. 43, 495-508. doi: 10.1080/03088839.2015.1099754
- Wan, S., Min Lu, W., & Pao Wang, T. (2010). Benchmarking the operating efficiency of Asia container ports. *European Journal of Operational Research*, 203, 706-713. doi: 10.1016/j.ejor.2009.09.005
- Wang, C., Ducruet, C., & Wang, W. (2015). Evolution, accessibility and dynamics of road networks in China from 1600 BC to 1900 AD. *Jorunal Geographic Science*, 25(4), 451-484. doi: 10.1007/s11442-015-1180-0
- Wanga, Y., & Cullinane, K. (2014). Traffic consolidation in East Asian container ports: A network flow analysis. *Transportation Research Part A*, 61, 152-163. doi: 10.1016/j.tra.2014.01.007
- Wilmsmeier, G., Hoffmann, J., & Sanchez, R. (2006). The Impact of Port Characteristics on International Maritime Transport Costs. *Port Economics Research in Transportation Economics*, 16, 117-140. doi: 10.1016/S0739-8859(06)16006-0
- Yun Peng, W., Zijian Guo, X. S., & Qi, Z. (2016). A stochastic seaport network retrofit management problem considering shipping routing design. *Ocean & Coastal Management*, 119, 169-176. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.10.013
- Zhang, M., & Pel, A. J. (2016). Synchromodal hinterland freight transport: Model study for the port of Rotterdam. *Journal of Transport Geography*, 52, 1-10. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2016.02.007