

## ARTÍCULOS



## La conectividad de los puertos españoles del Mediterráneo

Fernando González Laxe\*, María Jesús Freire\*, Carlos Pais Montes\*

**RESUMEN:** Los efectos de la crisis mundial y la emergencia de nuevas rutas marítimas provocan cambios sustanciales en lo que concierne a la polarización de las zonas económicas y logísticas. Se alteran los tradicionales parámetros de atracción y las perspectivas de los puertos quedan determinadas por nuevos criterios de conectividad interna y externa que delimitan una nueva jerarquía portuaria internacional.

Esta investigación propone una medición de la influencia de los puertos españoles del Mediterráneo en lo que se refiere a la conectividad externa (*foreland*). Esta medición será desarrollada destacando las distintas especializaciones y conexiones inter-portuarias.

**Clasificación JEL:** H54; L90; L97; R40; R49.

**Palabras clave:** transporte marítimo; puertos; competitividad; selección y conectividad.

### Connectivity in Mediterranean Spanish Ports

**ABSTRACT:** The effects of current world crisis, together with emerging new maritime routes bring about significant changes in terms of polarization of economic and logistic areas. Traditional parameters defining port attractiveness are changing. New criteria around internal and external port connectivity determine its prospects, giving rise to a new international port hierarchy.

This research proposes a measure of the Spanish Mediterranean ports influence in terms of external connectivity (*foreland*). The measure will be explained /laid out highlighting distinct inter-port specializations and connectivity.

**JEL Classification:** H54; L90; L97; R40; R49.

**Keywords:** shipping; ports; competitiveness; selection and connectivity.

---

\* Instituto Universitario de Estudios Marítimos. Universidade da Coruña.  
Para contacto: Fernando González-Laxe, catedrático de Economía Aplicada, Universidad de A Coruña. Correo electrónico: *laxe@udc.es*.

*Recibido: 14 de febrero de 2014 / Aceptado: 4 de febrero de 2015.*

## 1. Introducción

El análisis cuantitativo y cualitativo de grandes conjuntos de datos geoposicionados de la flota mercante, es un desarrollo relativamente reciente (Frémont, 2007; Ducruet *et al.*, 2010; Hall y Jacobs, 2010; Kaluza *et al.*, 2010; Ducruet & Notteboom, 2012a, b; González Laxe *et al.*, 2012). No obstante, está siendo utilizado, cada vez más, para determinar la estructura de las redes complejas del transporte, las rutas óptimas y más eficientes para las compañías navieras, y para poder calcular la conectividad y los niveles de atracción de los puertos.

Sin duda alguna, los problemas derivados del diseño de redes del transporte marítimo y la localización óptima de los *hubs* tienen una altísima influencia en los campos de la logística y, sobre todo, en los planteamientos estratégicos y geo-económicos de los entornos y ciudades portuarias (Gelareh y Pisinger, 2011; Gelareh y Nickel, 2011).

La industria, en un mundo globalizado como el actual, requiere acceder a más mercados. Para conseguirlo en el menor tiempo posible, con la mayor seguridad y de la manera más competitiva, precisa de modos de transporte cada vez más eficientes. Los desarrollos del transporte marítimo evolucionan muy rápidamente y cada vez están más vinculados a la distribución y a la concentración de cargas (Cullinane y Khanna, 1999). En este sentido, los parámetros relativos al acceso al transporte y a la logística se convierten en elementos claves para garantizar una mejor competitividad a nivel internacional.

Los puertos, en consecuencia, desempeñan un papel estratégico en estas dinámicas. Son facilitadores de la distribución en las cadenas globales de transporte, sustituyendo aquellas obsoletas concepciones que los definían como «meros intercambiadores» o «simples puntos de transferencia aislados», como lo había explicado Bird (1971). En la actualidad, los puertos se encaminan hacia la conformación de centros regionales de carga, integrados en corredores de transporte y formando redes donde se articulan y fluyen las cargas transportadas y movilizadas por los servicios de líneas marítimas (Notteboom y Rodrigue, 2005).

Es evidente que la selección y la jerarquía portuaria adquieren una mayor importancia, al mismo tiempo que resultan básicos los análisis concernientes a la coordinación de los flujos y la obtención de economías de escala.

Nuestro trabajo se centra en analizar los distintos vectores de la conectividad interna y externa de los puertos españoles situados en el Mediterráneo con respecto a la carga general, para las fechas de ejercicio 2009-2012. Se escoge, por tanto, un subconjunto de puertos españoles homogéneo y representativo a nivel global, tanto desde el punto de vista del entorno geoeconómico de influencia (claramente distinto en el caso de los puertos del Norte), como respecto al tipo de operaciones que realizan las terminales allí ubicadas (con predominancia de graneles sólidos y líquidos en el caso sur-atlántico).

Se examinan, en primer término, los índices de inserción externa de los puertos en función de los parámetros relativos a sus características técnicas y a su capaci-

dad de carga. A continuación, se evalúa la conectividad desde la perspectiva de los movimientos de buques y sus escalas en el conjunto del planeta (análisis del grado, centralidad y *foreland* de proximidad). De esta forma, se dispone de un análisis muy amplio y denso de su operativa y, en consecuencia, de su inserción en las cadenas globales de suministro.

Las conclusiones de este tipo de análisis son muy valiosas para las industrias demandantes de un servicio de transporte; para los agentes económicos que necesitan conocer con exactitud desde qué lugar es preferible intercambiar sus productos; y para los decisores públicos, pues en base a estos posicionamientos se pueden reorientar las estrategias políticas de los puertos y de sus corredores de transporte.

El artículo está estructurado en seis partes: en primer lugar, se realiza una introducción a la materia de estudio; en segundo lugar, se exponen los principales antecedentes teóricos que han permitido enfocar correctamente el problema desde un punto de vista económico; en tercer lugar, se explica la metodología seguida; en cuarto lugar, se presentan los resultados, diferenciando entre resultados descriptivos y resultados analíticos; por último, se presentan las conclusiones más relevantes del estudio.

## **2. Antecedentes**

Para analizar la conectividad resulta obligatorio reflejar la relación entre transporte, economía y geografía, estableciendo los nuevos conceptos económicos derivados de los flujos, de los nodos y de las redes.

Entendemos el transporte como un servicio, que tiene como objetivo tanto movilizar como trasladar bienes o personas de un lugar a otro, eliminando los posibles estreñimientos físicos derivados de la geografía y pudiendo otorgar un mayor valor agregado a los propios servicios o bienes, haciendo posible, en consecuencia, lograr definir las oportunidades existentes entre dos, o más puntos, distantes entre sí (Rodríguez, 2010).

Por tanto, los servicios de transporte permiten visualizar dos conceptos, el de la conectividad y el de la accesibilidad. En primer lugar, la conectividad entendida como la capacidad de acceso a servicios de transporte marítimo que tiene un puerto (Hoffmann, 2005) o como el número e influencia de las conexiones directas que un puerto establece con su área de influencia (González-Laxe *et al.*, 2012), lo que implica que a mayor conectividad, mayor competitividad (Yeo *et al.*, 2008).

En segundo lugar, se define la accesibilidad como la expresión de movilidad del transporte o de la capacidad de una zona de ser alcanzada por una o varias áreas geográficas en las que también participan factores económicos, sociales y de oportunidad de mercado o ventajas competitivas (Salgado y Cea, 2012).

Los modelos teóricos utilizados en la literatura académica se basan en establecer la relación entre las características de los puertos y sus conectividades (Freire-Seoane y González-Laxe, 2009). Los trabajos sobre la conectividad externa de los puertos

están basados en los estudios seminales elaborados, desde 2004, por la UNCTAD (Hoffmann, 2005). Su Linner Shipping Connectivity Index (LCSI) incluye seis factores que permiten medir la conectividad: *a*) el número de buques portacontenedores que proveen servicios directos y que recalcan en el puerto; *b*) la capacidad total en TEUs de dichas naves; *c*) el tamaño medio de los buques medido en TEUs; *d*) el tamaño máximo del buque que recalca en el puerto; *e*) el número de compañías navieras con presencia en el puerto; y *f*) el número de buques portacontenedores utilizados por las compañías navieras que recalcan en el puerto. En base a estos parámetros se construye un índice que asume valores situados entre 0 (mínima conectividad) y 1 (máxima conectividad).

Salgado y Cea (2012) amplían a nueve estos factores de conectividad/accesibilidad y los clasifican en torno a tres grupos. Las variables son: *a*) el número de puertos intermediarios situados entre dos nodos cualquiera; *b*) el número de países que conectan los puertos; *c*) el número de servicios de líneas que operan en cada puerto; *d*) el número de líneas navieras que operan; *e*) la capacidad total en TEUs del puerto; *f*) el número de buques que recalcan; *g*) el tamaño medio de los buques; *h*) el tamaño máximo de los buques; e *i*) el buque promedio por cada compañía marítima. El agrupamiento de los índices se efectúa bajo el criterio de asociar, en el primer grupo, las características de los buques (tamaño medio, tamaño máximo y buque promedio por cada compañía marítima). En un segundo grupo, se alinean los índices que incluyen el número de líneas y de navieras; o sea, magnitudes absolutas referenciadas a las empresas. El tercer grupo, promedia los restantes índices, es decir, el número de puertos y países que se conectan y los buques que recalcan y su capacidad de carga.

No obstante, otros autores estudian la conectividad desde el punto de vista de las rutas reales que los buques realizan a lo largo de un periodo, fijándose en las escalas anteriores y posteriores a un puerto dado (Kaluza, *et al.*, 2010; Ducruet *et al.*, 2010; Freire-Seoane *et al.*, 2013). Para ello, las técnicas modernas de análisis de redes complejas (redes no aleatorias de acuerdo a Boccaletti *et al.*, 2006) facilitan no sólo una estimación precisa de la importancia local y global de un determinado nodo en términos de conectividad (González *et al.*, 2008) sino que también permiten realizar una clara y precisa representación visual de las relaciones económicas resultantes (Ducruet y Zaidi, 2012), incluyendo el análisis del *foreland* tal y como se mostrará en este artículo. Son, en definitiva, buenos complementos al análisis estadístico convencional y proporcionan información nueva relativa al puerto (nodo) analizado y las relaciones (vínculos) que éste establece con los otros nodos de la red.

Al profundizar en las dinámicas conectividad/accesibilidad se distingue entre las externas, definidas por el *foreland*; y las internas, establecidas por el *hinterland*. De una parte, el *foreland* acentúa los parámetros relacionados con las compañías marítimas, países que se conectan, alianzas compañías-suministradores y, conexiones entre puertos; y en lo que respecta al *hinterland*, los vínculos vendrán determinados por los centros de producción, los accesos portuarios, las infraestructuras, las capacidades de carga, los flujos, los centros de distribución y las zonas extra-portuarias. Dicho de otro modo, la conectividad externa está determinada por las dinámicas globales

del transporte marítimo; en tanto que la conectividad interna depende de los flujos comerciales con otras zonas y de las propias actividades logísticas y empresariales.

Si bien ambas componentes resultan básicas e imprescindibles para catalogar la *performance* de los puertos y de las fachadas marítimas-portuarias, no es menos cierto que existe un tercer elemento básico y crucial: el relativo al atractivo comercial de un puerto (González-Laxe, 2011). Existen muchos criterios para determinar este parámetro, que oscilan desde la oferta de infraestructuras y servicios; a la fiabilidad, el tiempo y coste de las operaciones efectuadas, factores relacionados con la ubicación y las conexiones con otras áreas económicas. En este sentido, se subrayan dos grandes escuelas en lo tocante a los estudios portuarios. Aquellas que apuntan a los criterios de selección de los puertos y las que señalan los niveles de eficiencia de los puertos. Para las primeras, sobre los criterios de selección, Yeo *et al.*, (2008) identifican hasta 38 factores que inciden en la competitividad de los puertos.

Para las correspondientes a los niveles de eficiencia se contabilizan los siguientes parámetros (Petit y Beresford, 2007): enlaces terrestres (infraestructura del transporte), enlaces marítimos (servicios de fletes y de *feeders*), infraestructura de transporte, superestructura portuaria, eficiencia en las operaciones, servicios de valor añadido, navegación, apoyo gubernamental, potencial de desarrollo, servicios financieros, servicios de información de sistemas, riesgos (retraso, congestión, daño, pérdida de mercancía), destreza y seguridad, costes (precios del flete, tarifas portuarias, costes totales), logística, localización geográfica e infraestructuras portuarias (navegación, atraque, amarre).

Otros autores se han centrado en analizar la eficiencia en base a las reformas de los puertos y a la propiedad de los mismos (Barros y Athanassiou, 2004); otra escuela distinta enfatiza la adopción como base de la dimensión portuaria, la capacidad de *transshipment*, las inversiones y los *hub-ports* (Notteboom *et al.*, 2000); y unos terceros miden la eficiencia y el tiempo (Cullinane *et al.*, 2004). Más sencillos son los análisis basados en el comportamiento de los movimientos de cargas y del desempeño portuario (Song y Yeo, 2004; Trujillo y Tovar, 2007; Park y De, 2004).

Existe un amplio acuerdo en que la eficiencia de un puerto es una realidad multivariable, lo que permite utilizar distintos indicadores de desempeño y de eficiencia operativa, por lo que existen trabajos relacionados con la localización del puerto (Song y Yeo, 2004), sobre la importancia de la región donde está ubicado (Medal-Bartual y Sala-Garrido, 2011), sobre el papel de las infraestructuras (Liu, 1995), sobre la capacidad de los muelles (Park y De, 2004), sobre la eficiencia relativa de los *hinterlands* (Merk, 2013), sobre la accesibilidad (Wiegmans, 2003), y sobre la conexión con las redes logísticas (Tongzon y Heng, 2005), por citar algunos análisis muy sobresalientes.

Caldeirinha y Felicio (2011) proponen una caracterización de los puertos europeos en base a cuatro factores fundamentales: *a)* los puertos localizados en regiones con mayores niveles de desarrollo poseen una mejor eficiencia; *b)* la mayor dimensión de los puertos influye en la eficiencia operacional y financiera; *c)* los puertos con mejores infraestructuras inciden en la mejora de la eficiencia con rendimientos cons-

tantes; *d*) los puertos más especializados y con mejores servicios poseen un mayor nivel de eficiencia. En suma, los puertos son nodos centrales de una red y desarrollan conectividades con los restantes nodos de las mismas. Por eso, en los puertos resulta obligatorio proceder a identificar los efectos de los *forelands* y de los *hinterlands*. Los puertos que brindan mayores oportunidades a los exportadores de poder acceder a las cadenas logísticas serán, en conclusión, aquellos que posean las mejores condiciones de accesibilidad marítima.

### 3. Metodología

Para el presente trabajo se proponen aproximaciones a la competitividad y la conectividad de los puertos españoles del Mediterráneo, basadas en dos perspectivas metodológicas diferentes: una primera, descriptiva, en la que se investigan las características técnicas y volumétricas de los puertos y de la flota que atracan en ellos, los movimientos anuales de carga general y contenerizada, su capacidad máxima estimada y los ratios de inserción exterior; y una segunda, analítica, que presenta los parámetros de red calculados para el conjunto formado por los nodos analizados y las relaciones que éstos establecen con los demás elementos de la red (sistema portuario mundial).

La primera aproximación descriptiva supone la reunión de datos procedentes de las memorias anuales publicadas por cada una de las autoridades portuarias, aunque también se acude en algún momento a información procedente del Organismo Público Puertos del Estado.

En la segunda aproximación, basada en las herramientas de la teoría de grafos aplicadas a redes complejas, se utiliza la metodología de cálculo del *foreland* de proximidad establecida por Freire-Seoane *et al.*, (2013). El procedimiento realizado se puede descomponer en tres fases.

En primer lugar, se parte de una base de datos formada por posiciones de atraque y salida de puertos procedente de los emisores Automatic Information System (AIS, en adelante) obligatorios para todos los buques mayores de 300 GTs a partir de 2001 (Harati-Mokhtari *et al.*, 2007). El conjunto de datos utilizado procede del histórico gestionado por el Lloyd's Register of Shipping, medio que ha experimentado a lo largo de la última década una extraordinaria difusión gracias a la posibilidad de acceso telemático a la serie descodificada de emisiones AIS. De este modo, la información precisa sobre el posicionamiento y las características estructurales y jurídicas del buque, se abre más allá del puente de mando y las capitanías marítimas, para entrar en mercados de grandes bases de datos destinados a cargadores, profesionales de la logística, *policy-makers*, medios de información especializados y a investigadores en economía del transporte marítimo (Feixiang, 2011).

En segundo lugar, por medio de un servidor de bases de datos (Berkus, 2007), se construye el conjunto formado por los puertos de atraque, y los vínculos existentes entre sí, lo que da lugar a una estructura de red compleja en la que hay muchos

nodos escasamente conectados, y pocos nodos que concentran una gran cantidad de conexiones (*hubs*). A este tipo de redes aleatorias se les ha denominado redes libres de escala (González-Laxe *et al.*, 2012) y su estudio se ha generalizado a campos científicos tan dispares como la neuroanatomía o las ciencias computacionales.

Por último, una vez obtenida esta estructura de red (cuadro 1), es posible determinar algunos parámetros fundamentales de cada uno de los nodos, como el grado o la centralidad, que constituyen dos indicadores diferentes de la conectividad portuaria. Es preciso definir aquí estos dos conceptos que serán importantes de cara a la interpretación de los resultados analíticos.

**Cuadro 1.** Composición de la muestra global de posiciones AIS

		<i>Portacontenedores</i>	<i>Mercancía General</i>
Buques analizados		2.175	1.991
Nodos obtenidos en la red		861	1.625
Vínculos obtenidos en la red		8.210	27.757
Capacidad de los buques presentes en la muestra**	Máxima	15.550	51.624
	Mínima	450	1.510
	Promedio	4.770	14.076
	Total de la muestra	10.376.331	28.026.908
	Total mundial*	12.142.444	108.881.000
Grado	Máximo	Singapur (251)	Shanghai (471)
	Promedio	Suape (19)	Yokohama (34)
Centralidad	Máximo	Singapur (39.456)	Shanghai (153.339)
	Promedio	Moji (743)	Manzanillo MEX (1.347)

\* UNCTAD (2013).

\*\* TPMs para Mercancía General (Toneladas de Peso Muerto) y TEUs (Twenty-Foot Equivalent Unit) para Portacontenedores, que se corresponden con las medidas de capacidad de carga más usuales para ambas clases de buque.

Fuente: Elaboración propia basada en datos del Lloyd's Shipping Register.

Definiendo el grado de un nodo (Ducruet, 2008) como el número de conexiones directas incidentes en esa posición, en la muestra obtenida se observan conectividades máximas y promedios superiores en los sistemas de mercancía general [carga no contenerizada o *break bulk* (UNCTAD, 2013)] respecto a los de mercancía contenerizada. Este hecho está directamente relacionado con la exclusividad de las rutas de transporte marítimo contenerizado, en contraste con las rutas de mercancía general, más sometidas a regímenes no regulares de transporte (*spot market*) y con una exigencia mucho menor en términos de infraestructuras portuarias de estiba y desestiba.

El concepto de centralidad de un puerto (Rodríguez, 2010), matemáticamente expresada a través del cálculo del número de veces que un nodo intermedia a la ruta

más corta que une dos puntos aleatorios de la red, es otra medida de conectividad portuaria que expresa la importancia regional que tiene un nodo como intermediador de rutas de transporte ejecutadas entre otros dos puertos dados. Es evidente, asimismo, que la centralidad promedio se incrementa más para el transporte de la mercancía general que para el tráfico de contenedores, en la medida que la primera muestra una red mucho más esparcida (más puertos actuando como *hubs*) y una estructura de puertos primarios. Por otra parte, la red de buques contenedores, más ligada a los servicios marítimos regulares, está más concentrada, jerarquizada y con vínculos más estrechos, es decir, una estructura de pocas terminales de contenedores, altamente conectadas en contraste con la diseminada red de puertos de mercancía general (Pais-Montes *et al.*, 2012).

Por último, mediante la programación de un algoritmo de búsqueda ejecutado sobre las redes globales de mercancía general y contenerizada, se fija un puerto determinado (en este caso los puertos españoles del Mediterráneo) y se extrae la sub-red formada por los puertos situados a una distancia mayor que tres nodos del puerto fijado (Freire-Seoane *et al.*, 2013). Esta distancia es lo suficientemente alta como para garantizar que los vínculos importantes serán considerados, pero también lo suficientemente baja para borrar vínculos espurios.

Expresado en términos computacionales, dado un buque  $B_i$  y el periodo de tiempo  $T$ , sea la ruta

$$B_i \rightarrow R_i^T = (p_{i,1}^T, \dots, p_{i,(k_1^i-1)}^T, p_{i,k_1^i}^T, \dots, p_{i,(k_{n(i)}^i)}^T, \dots) \in \mathfrak{R}^{m(i)}$$

donde:  $m(i)$  es el número total de puertos de atraque para la ruta en el periodo  $T$ ;  $n(i)$  es el número total de puertos de atraque  $P$  en la ruta  $i$ ; y  $(k_1^i, \dots, k_{n(i)}^i) \in \mathfrak{R}^{n(i)}$  el vector perfil que contiene las posiciones que el puerto  $P$  ocupa a lo largo de la ruta seguida por el buque. Se calcula entonces un nuevo subconjunto  $S$

$$S = \left\{ \left( p_{i,(k_j^i-3)}^T, p_{i,(k_j^i-2)}^T, p_{i,(k_j^i-1)}^T, p_{i,k_j^i}^T, p_{i,(k_j^i+1)}^T, p_{i,(k_j^i+2)}^T, p_{i,(k_j^i+3)}^T \right), \forall j \in [1, n(i)], \forall B_i \right\}$$

conteniendo  $\sum_{i=1}^{c^T} n(i)$  sub-rutas cuya longitud es 7 y cuyo centro es precisamente  $P$ , donde  $c^T$  es el número de portacontenedores o buques de mercancía general incluidos en la muestra en el periodo temporal  $T$ .

Por otra parte, los nodos con los vínculos comerciales más cercanos con un puerto dado  $P$  quedan determinados no sólo por sus coordenadas geográficas, sino también por la capacidad máxima de carga que ha arribado a ellos durante el periodo analizado y en cada una de las sub-rutas escogidas. Ello permite determinar una capacidad máxima de carga total (capacidad del *foreland* de proximidad, o simplemente capacidad) calculada sumando la capacidad de todos los buques que atracan en el periodo considerado, en cada una de las posiciones pertenecientes al *foreland* de proximidad  $S$ .

Realizar una aproximación de la capacidad real a través de la capacidad máxima es un procedimiento que presenta propiedades estadísticas de consistencia y máxima verosimilitud (Panchenko, 2003).

## 4. Resultados

### 4.1. Análisis descriptivo

El cuadro 2 muestra los resultados para el área del Mediterráneo español. Se constata la existencia de puertos muy heterogéneos, tanto en su dimensión y rasgos, como en sus niveles de especialización y conexiones internacionales. Es decir, del conjunto de 11 puertos, tres se encuentran en el top-100 mundial en los movimientos de contenedores (Valencia, Algeciras y Barcelona), dos de ellos en el top-10 mundial de cruceros (Barcelona y Baleares), otros dos muy especializados en graneles líquidos y sólidos (Cartagena y Tarragona) y, el resto, son puertos de una dimensión mediana muy relacionados con el desarrollo de su entorno económico y empresarial.

Los resultados están en línea con las investigaciones de Caldeirinha y Felicio (2011) cuando, para el conjunto de los puertos europeos, afirman que: *a)* el movimiento de graneles tiene correlación positiva con el movimiento de carga general; *b)* el movimiento total de carga de un puerto está correlacionado negativamente con los valores de las tasas facturadas por toneladas, lo que significa que los puertos que mueven más cantidades de carga suelen ser los más competitivos, confirmando el efecto de las economías de escala y exigiendo, por tanto, a los puertos, una masa crítica suficiente para ser competitivos; *c)* la dimensión media de los barcos que atracan en un puerto está correlacionada positivamente con los movimientos de cargas, con lo que los mayores puertos serán más competitivos, más baratos y recibirán buques de mayor dimensión; *d)* la dimensión de los barcos que recalán en el puerto está correlacionada con los dragados de acceso marítimo (aun siendo una verdad previsible, resulta lógico dada la dinámica del gigantismo naval, el poder afirmar que los puertos con mejores accesos marítimos podrán servir de escala a los buques de mayor tamaño, los que mueven y movilizan más cargas y que son más competitivos); y, *e)* los mayores barcos no necesariamente recalán en los puertos del norte de Europa, sino donde se combinen dimensión, movimientos de cargas, accesibilidad marítima y presencia de terminales.

Los puertos españoles del Mediterráneo presentan, en el año 2012, una tipología muy heterogénea. Coexisten puertos con grandes movimientos de tráfico, y radas portuarias con tráfico más bien reducido. Existen puertos con elevados niveles de especialización en graneles sólidos (por encima del 30% del total del puerto) tales como Almería (87%) y Tarragona (33%). En graneles líquidos, destacan por encima del 50%, los puertos de Cartagena (80%), Motril (59%), Castellón (57%) y Tarragona (57%). Y en lo que atañe a la mercancía general, los puertos que destacan son los de Valencia (91%), Algeciras (70%) y Barcelona (63%).

**Cuadro 2. Características de los puertos españoles del Mediterráneo (2012)**

	Barcelona	Tarragona	Castellón	Valencia	Alicante	Baleares	Cartagena	Almería	Motril	Málaga	Algeciras
<i>Movimientos y rasgos de los buques</i>											
Número buques que entran/salen	8.182	3.159	1.385	7.043	907	7.981	1.423	1.892	342	1.764	29.368
Total tamaño buques que entran/salen (GT)	256.182.393	45.270.079	15.459.004	190.423.071	12.131.152	153.500.809	296.008.517	25.222.720	2.985.274	42.652.794	296.008.517
Tamaño medio buque (GT)	31.310	14.330	11.161	27.037	13.375	19.233	18.946	13.331	8.728	24.179	10.079
<i>Características técnicas portuarias</i>											
Calado máximo del puerto (m.)	16	20	16	17	15	14	21	16	12	16	19
Longitud de los muelles (metros)	20.122	13.462	6.279	18.647	4.894	11.137	11.389	3.400	1.752	5.825	17.033
Superficie total de los muelles (ha)	439	213	61	353	35	38	54	35	72	36	384
Núm. grúas portacontenedores	29	2	4	32	4	—	2	—	—	6	22
<i>Capacidad del puerto y tráfico contenedores</i>											
Capacidad técnica (Teus)	9.501.672	1.568.000	722.130	6.852.333	201.135	—	219.420	—	—	1.084.896	7.458.375
Movimientos anuales Teus	1.945.734	255.407	4.206.937	14.7674	78.425	—	64.657	2767	2867	298.401	2.816.556
Núm. terminales contenedores	4	1	2	4	1	—	1	—	—	1	2
Superficie terminales contenedores	111	40	31	152	6	—	11	—	—	25	110
% contenedorización del tráfico	69,08	78,39	74,14	64,63	85,48	6,29	79,06	5,51	14,62	68,37	88,76
% superficie concesionada	45,07	51,29	36,66	27,66	31,42	27,70	32,97	31,33	17,08	51,78	39,12
<i>Ratios de inserción exterior</i>											
Núm. compañías marítimas en el puerto	61	21	13	49	9	2	7	6	2	8	18
Núm. servicios líneas regulares en el puerto	98	49	29	70	12	25	30	8	2	11	62
Países conectados (*)	62	61	49	62	57	31	62	39	27	60	62

Fuente: Elaboración propia atendiendo a la memoria de las autoridades portuarias. (\*) Países con los que el tráfico marítimo es superior al millón de toneladas.

En lo que concierne a los puertos de contenedores (cuadro 3) debemos destacar los puertos de Algeciras, Barcelona y Valencia, en un primer grupo; seguidos de Málaga, Tarragona, Castellón y Alicante, en un segundo. En relación al primer grupo, que concentra el 70% del tráfico de España, subrayar una nota distintiva para cada uno de los tres. Algeciras es un puerto especializado en el *transshipment* y poco conectado a su *hinterland*. En el puerto de Valencia predomina, asimismo, el tránsito sobre el comercio exterior, aunque esta última rúbrica es creciente al servir de nodo al entorno económico del área de Madrid. Y, por último, el puerto de Barcelona es base del comercio exterior, es decir, de importaciones/exportaciones derivadas de su base territorial asociada y complementaria.

**Cuadro 3.** Tráficos portuarios de los puertos españoles del Mediterráneo

	Tráfico portuario (miles Tm)		Movimiento contenedores (miles TEUs)		Transshipment* (miles TEUs)	
	2008	2013	2008	2013	2008	2013
Alicante	2.803	2.348	151	149	1	2
Almería	5.850	4.874	1	7	0	0
B. Algeciras	74.845	90.906	3.328	4.337	3.165	3.948
Baleares	13.466	11.694	176	62	1	1
Barcelona	51.809	42.417	2.570	1.719	998	277
Cartagena	25.752	29.508	47	81	1	1
Castellón	13.588	13.912	88	194	1	2
Málaga	4.742	2.875	429	296	410	262
Motril	2.389	1.957	0	6	0	0
Tarragona	33.151	28.060	46	148	1	74
Valencia	59.772	66.192	3.602	4.328	1.578	2.158

\* Operaciones de tránsito o transbordo de contenedores.

Fuente: Elaboración propia, atendiendo a datos de Puertos del Estado.

Por último, el análisis descriptivo del sistema portuario contenerizado del Mar Mediterráneo revela tendencias importantes: estabilización de la mercancía general, presentando una ponderación heterogénea en lo que respecta a su peso en el conjunto nacional; elevada especialización portuaria en lo que respecta a los tráfico de contenedores, distribuida en torno a tres núcleos geográficos y económicos: Valencia; Barcelona y Bahía de Algeciras; presencia de terminales de operadores y compañías marítimas internacionales (Hutchinson Port Holding y TCB en el puerto de Barcelona; Mediterranean Shipping Company y Noatum, en Valencia; Maersk y Hanjin, en Algeciras); finalmente, un posicionamiento de los puertos más importantes en la red de escalas de las grandes líneas internacionales.

La reciente distribución de escalas de la Alianza Marítima denominada P-3 (alianza de CMA/CGM, Maersk Lines y MSC -255 buques, 29 servicios- que concentra el 37% del total mundial de TEUs) sólo incluye a dichos tres puertos españoles en sus servicios Asia-Norte de Europa; Asia-EEUU; Asia-Mediterráneo y Servicios Transatlánticos. En total, los servicios que harán escala en dichos puertos suman doce (Valencia con cinco, Algeciras con cuatro y Barcelona con tres servicios).

Si se investigan los movimientos en 2012 en TEUs, la fachada española mediterránea gana posiciones frente a otras. Los tres primeros puertos: Algeciras, Valencia y Barcelona, suman diez millones de TEUs, cifra superior a los tres primeros italianos (Génova, La Spezia y Gioia Tauro, que contabilizan seis millones de TEUs), al puerto francés de Marsella (un millón de TEUs), al griego del Pireo (2,7 millones de TEUs), y al maltés de Marsaxlokk (2,5 millones de TEUs). Sólo la irrupción de Tánger-Med (más de dos millones de TEUs) ha hecho cambiar el equilibrio en los últimos cuatro años.

#### 4.2. Análisis del *foreland* de proximidad

La generalización de indicadores cuantitativos sobre la conectividad/accesibilidad marítima y terrestre de los puertos es, como se ha visto, un desarrollo reciente que complementa, de modo significativo, la calificación de un puerto en términos de importancia regional y global.

De este modo, en la actualidad, existe un amplio consenso a la hora de señalar la insuficiencia de los datos sobre el volumen de actividad a la hora de determinar la influencia estratégica de un puerto (González-Laxe *et al.*, 2012). Es posible que existan puertos cuyo volumen de movimiento de mercancías haya crecido en los últimos años, y que, sin embargo, hayan decrecido en influencia en el sentido de perder vínculos comerciales externos, provocando, por tanto, una contracción en su *foreland*. Al mismo tiempo, se puede dar la situación inversa, y existir puertos con un volumen decreciente de mercancías en un periodo determinado, pero que hayan puesto en funcionamiento políticas de expansión comercial que hayan ampliado el *foreland* y, por tanto, las oportunidades para abrir nuevas líneas de suministro.

El cálculo del *foreland* de proximidad permite, en base a la metodología expuesta, realizar aproximaciones cuantitativas precisas al concepto de conectividad/accesibilidad. En los cuadros 4 y 5 se presentan los principales parámetros calculados, tanto con respecto al conjunto global de posiciones AIS considerado (variables globales de red: grado y centralidad) como teniendo en cuenta la sub-red extraída para cada puerto español del Mediterráneo (*foreland* de proximidad: capacidad del *foreland*<sup>1</sup>, nodos<sup>2</sup>, vínculos<sup>3</sup> y países<sup>4</sup>). Se han añadido los datos de actividad declarados por cada Auto-

<sup>1</sup> Suma de las capacidades máximas de los buques presentes en la muestra que recalcan en el puerto seleccionado en algún momento del periodo 2009-2011.

<sup>2</sup> Número total de nodos (puertos) presentes en el *foreland* de proximidad calculado (S).

<sup>3</sup> Número total de aristas no orientadas que conectan entre sí a los nodos del *foreland* de proximidad.

<sup>4</sup> Países a los que pertenecen cada uno de los nodos pertenecientes al *foreland* de proximidad.

ridad Portuaria en el periodo considerado (2009-2011) para contrastar los rankings obtenidos en base al volumen de mercancías, con los parámetros de influencia obtenidos mediante la metodología propuesta (volumen total de mercancías movidas, y número y capacidad máxima de los buques que han atracado).

Con la información disponible se puede afirmar que:

- A pesar de que ya se ha visto que los estimadores máximo y promedio para el grado y la centralidad son mayores para la mercancía general que para la contenerizada, existen puertos como Valencia, Málaga o Algeciras que registran valores muy superiores para el tráfico contenerizado, lo que refleja la prioridad que las terminales de portacontenedores tienen para el negocio de estos puertos. Para el resto de puertos, la conectividad global, tanto desde el punto de vista del grado como de la centralidad, es siempre superior para el *break bulk*<sup>5</sup>.
- Son muy relevantes las diferentes posiciones que los puertos adoptan en el *ranking* mundial/nacional para cada una de las variables analizadas y de acuerdo a cada modalidad logística considerada:
  - Para mercancía contenerizada, los puertos con más volumen de actividad<sup>6</sup> son también los más influyentes: Valencia, Algeciras, Barcelona y Málaga son los que más contenedores mueven y, también, por ese orden, los que tienen mayores parámetros de conectividad (tanto en grado como en centralidad). En lo que respecta a la estructura del *foreland* de proximidad, de nuevo Valencia es el puerto con un área portuaria de influencia mayor (tanto en capacidad como en el número total de nodos y vínculos), pero la segunda posición parece ocupada esta vez por Barcelona en vez de Algeciras, con un *foreland* de proximidad con mayor capacidad máxima (696.297 y 535.354 miles de TEUs, respectivamente), con más nodos (158 y 157, respectivamente) y una estructura de vínculos más rica (547 y 448, respectivamente). En base a estos datos se puede afirmar que si bien Algeciras es, a nivel global, un *hub* muy influyente en la cadena mundial de suministro, Barcelona es capaz de igualarle en términos del número de puertos pertenecientes al *foreland* de proximidad e incluso superarle en el potencial máximo de mercado en términos de capacidad máxima movida en el periodo 2009-2011, lo que puede traducirse como un éxito del Puerto de Barcelona a la hora de desplegar su influencia comercial.
  - Para la mercancía general, la dicotomía *throughput*<sup>7</sup>/influencia se resuelve de modo completamente diferente. En este caso, los puertos con mayor volumen de mercancía general movida, es decir, Valencia y Algeciras, muestran un comportamiento peor posicionado en términos de conecti-

<sup>5</sup> Mercancía general no contenerizada (Vigarié, 1999).

<sup>6</sup> Medida tanto en TEUs totales como en función del número y capacidad máxima de los buques que han realizado algún atraque en el periodo considerado.

<sup>7</sup> Volumen total de mercancías en el periodo considerado.

vidad, ocupando las posiciones 5.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>, respectivamente, en el *ranking* de grado y centralidad. En cambio, puertos con un menor volumen de mercancías, como Barcelona y Tarragona, poseen mucha más influencia global, ocupando en grado y centralidad los puestos 1.<sup>o</sup> y 2.<sup>o</sup>, respectivamente. En términos de la estructura de su *foreland* de proximidad, la situación es similar, y tanto Valencia como Algeciras muestran grafos con un número muy inferior de nodos, vínculos y países, que los correspondientes a Barcelona y Tarragona, que se sitúan en el 2.<sup>o</sup> y 1.<sup>er</sup> lugar, respectivamente, también con respecto a esos tres parámetros. Estos resultados refuerzan la imagen de los tráficos de *break bulk* como sometidos a un mercado mucho menos regular<sup>8</sup>, y por tanto con terminales portuarias sometidas a un mayor grado de volatilidad. En este caso, se apuntan elementos para contrastar la hipótesis de si el mayor beneficio económico proviene de atraer un mayor volumen de mercancías o de diversificar lo máximo posible los mercados de origen/destino de las mercancías.

- Los ajustes lineales de la capacidad total del *foreland* respecto a los datos reales ofrecidos por las autoridades portuarias en 2008, muestran una correlación importante, con  $R^2 = 0,843$  para mercancía contenerizada y  $R^2 = 0,468$  para mercancía general. Esto evidencia la fiabilidad de este indicador para realizar afirmaciones sobre la evolución portuaria basadas en posiciones AIS.

#### 4.2.1. *Foreland* de proximidad: estructuras de separación

Para el análisis cualitativo del *foreland* de proximidad se parte de la representación cartográfica en proyección azimutal de los nodos y vínculos de cada elemento del *foreland*. A continuación se procede, utilizando un entorno de cálculo en estructuras de red (Bastian *et al.*, 2009), a «separar» el conjunto geográfico de rutas de acuerdo a la configuración de nodos y vínculos resultante para cada puerto. Esto se consigue mediante la aplicación de un algoritmo «*force-directed*» que consigue, manteniendo invariante la configuración de vínculos, que los nodos más importantes tiendan a posicionarse en el centro de la red, mientras que los más secundarios y de menor conectividad se sitúan en la periferia (Traud *et al.*, 2009; Mueller *et al.*, 2006; Fruchterman *et al.*, 1991). Los gráficos 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f y 1g presentan las estructuras geográficas de separación obtenidas para cada uno de los puertos del Mediterráneo analizados.

Bahía de Algeciras (gráfico 1a) muestra en mercancía general una gran actividad de cabotaje con puertos españoles cercanos (Málaga, Barcelona, Valencia, Tarragona, Ceuta) y con otros puertos del Mediterráneo también anexos (Tánger, Argel). Es importante la cadena de suministro Algeciras-Lisboa-Leixoes-Vigo que consigue conectar toda la Fachada Atlántica. En tráfico contenerizado se pueden distinguir cuatro líneas de suministro fundamentales: Costa Este de Suramérica (a través de

<sup>8</sup> *Spot market* o *tramp shipping market*.

**Cuadro 4.** Conectividad (grado, centralidad y foreland de proximidad) para terminales de mercancía general (2009-2011)

	Barcelona	Tarragona	Castellón	Valencia	Alicante	Baleares	Cartagena	Almería	Málaga	Algeciras
<i>Datos de actividad procedentes de las Autoridades Portuarias: valor total y situación (...) en el ranking de puertos españoles de acuerdo a los datos de Puertos del Estado</i>										
Total de mercancía general (x 1.000 Tm)	82.310 (3)	10.521 (5)	5.406 (7)	162.767 (1)	4.026 (8)	23.966 (4)	2.794 (9)	1.690 (10)	7.083 (6)	134.918 (2)
Buques que x 1.000 GTs han realizado escala	766.739 (2)	132.127 (5)	45.022 (9)	568.181 (3)	39.093 (10)	466.016 (4)	81.100 (7)	77.553 (8)	129.176 (6)	900.909 (1)
Núm.	24.181 (3)	8.820 (5)	4.064 (9)	20.657 (4)	2.764 (10)	64.406 (2)	4.546 (8)	5.011 (7)	5.550 (6)	79.413 (1)
<i>Variables globales de red: valor total, posición global* y situación (...) en el ranking de puertos españoles</i>										
Total	154	153	112	94	54	47	80	29	45	101
Grado	47 [1]	48 [2]	109 [3]	154 [5]	339 [7]	382 [8]	202 [6]	571 [10]	411 [9]	132 [4]
Total	5.395	3.376	1.911	1.282	455	926	726	113	317	1.798
Centralidad	84 [1]	142 [2]	201 [3]	288 [5]	462 [8]	339 [6]	391 [7]	692 [10]	520 [9]	215 [4]
<i>Foreland de proximidad: valor total y situación (...) en el ranking de puertos españoles</i>										
Capacidad en '000 DWTs	308.747 [1]	208.872 [3]	110.099 [5]	245.372 [2]	44.011 [8]	82.441 [6]	59.326 [7]	14.208 [10]	42.568.568 [9]	113.614 [4]
Total	271 [2]	289 [1]	196 [3]	184 [4]	112 [8]	149 [7]	156 [6]	63 [10]	103 [9]	171 [5]
Relación máxima	Valencia	Barcelona	Tarragona	Barcelona	Alcanar	Génova	Ceuta	Pitea	Algeciras	Málaga
	Marsella	Valencia	Barcelona	Algers	Barcelona	Gibraltar	Rotterdam	Gandía	Algers	Valencia
	Algers	Ceuta	Mariupol	Tarragona	Valencia	Southampton	Barcelona	Alicante	Tánger	Tarragona
Total	611 [2]	637 [1]	356 [3]	356 [4]	168 [8]	227 [7]	249 [6]	81 [10]	145 [9]	274 [5]
Vínculos	Valencia- Barcelona	Barcelona- Tarragona	Tarragona- Castellón	Valencia- Barcelona	Alicante- Alcanar	Palma- Génova	Cartagena- Barcelona	Abidjan- San Pedro	Algeciras- Málaga	Algeciras- Málaga
Relación máxima	Marsella- Barcelona	Valencia- Tarragona	Barcelona- Castellón	Algers- Valencia	Barcelona- Valencia	Gibraltar- Palma	Cartagena- Ceuta	Almería- Alicante	Tánger- Algeciras	Tarragona- Barcelona
	Argelia- Barcelona	Tarragona- Bourgas	Mariupol- Castellón	Barcelona- Tarragona	Alicante- Valencia	Gibraltar- Southampton	Gante- Rotterdam	Almería- Lagos	Algers- Algeciras	Tánger- Algeciras
Total	75	70	55	50	35	48	48	26	41	56
Países	Francia	Italia	Italia	Argelia	Italia	Italia	Alemania	Finlandia	Argelia	Portugal
Relación máxima	Argelia	Alemania	USA	Marruecos	USA	UK	Ucrania	Suecia	Marruecos	Argelia
	Italia	Bulgaria	Ucrania	Italia	Suecia	USA	Holanda	Italia	Francia	Marruecos

\* Calculado respecto a la muestra global de posiciones AIS. Fuente: Elaboración propia basada en datos del Lloyd's Shipping Register y de Puertos del Estado.

**Cuadro 5. Conectividad (grado, centralidad y foreland de proximidad) para terminales de portacontenedores (2009-2011)**

	Barcelona	Tarragona	Castellón	Valencia	Alicante	Balears	Cartagena	Almería	Málaga	Algeciras
<i>Datos de actividad procedentes de las Autoridades Portuarias: valor total y situación (...) en el ranking de puertos españoles de acuerdo a los datos de Puertos del Estado</i>										
Total de contenedores movidos (x 1.000 TEUs)	5.745 (3)	702 (5)	302 (7)	12.188 (1)	433 (6)	273 (8)	195 (9)	8 (10)	1.065 (4)	9.453 (2)
Buques que han realizado escala	219.377 (3)	30.619 (5)	11.082 (7)	346.000 (1)	11.238 (6)	26 (10)	5.614 (8)	643 (9)	33.135 (4)	245.275 (2)
Núm.	7.242 (3)	1.455 (4)	720 (8)	9.305 (1)	1.270 (5)	6 (10)	765 (7)	127 (9)	1.120 (6)	7.410 (2)
<i>Variables globales de red: valor total, posición global* y situación [...] en el ranking de puertos españoles</i>										
Grado	Total	87	22	10	147	2	6	2	52	1.33v
	Posición global	34 [3]	216 [5]	337 [6]	8 [1]	684 [8]	416 [7]	704 [9]	95 [4]	11 [2]
Centralidad	Total	3.825	166	431	14.148	0	153	0	1.869	12.454
	Posición global	42 [3]	236 [6]	182 [5]	7 [1]	703 [8]	240 [7]	704 [9]	77 [4]	9 [2]
<i>Foreland de proximidad: valor total y situación [...] en el ranking de puertos españoles</i>										
Capacidad en '000 TEUs	Total	696.297 [2]	92.933 [4]	3.010 [6]	1.232.491 [1]		410.592 [7]		85.781 [5]	535.354 [3]
Nodos	Relación máxima	Valencia	Halifax	Valencia	Barcelona		Kingston		Hong Kong	Rotterdam
		Génova	New York	Barcelona	Singapur		New York		Bremerhaven	Tánger
		La Spezia	Livorno	Izmir	Génova		Quindao		Felixtowe	Bremerhaven
Vínculos	Total	547 [2]	49 [5]	24 [6]	741 [1]		6 [7]		127 [4]	448 [3]
	Relación máxima	Valencia-Barcelona	Tarragona-Halifax	Valencia-Castelló	Valencia-Barcelona		Savannah-Kingston		Felixtowe-Bremerhaven	Tánger-Algeciras
		Barcelona-Caronte	New York-Halifax	Castellón-Barcelona	Caronte-Barcelona		Kingston-New York		Bremerhaven-Málaga	Rotterdam-Bremerhaven
Países	Total	57	18	10	67		4		38	61
	Relación máxima	Italia	Italia	Turquia	Italia		Jamaica		China	Holanda
		Francia	USA	Grecia	Singapur		USA		Alemania	USA
	Egipto	Canadá	Francia	Francia		China		UK	Marruecos	

\* Calculado respecto a la muestra global de posiciones AIS.  
Fuente: Elaboración propia basada en datos del Lloyd's Shipping Register y de Puertos del Estado.

Santos); Costa Este de EEUU (usando New York y Savannah como *hubs* de distribución); Northern Range europeo (complejos portuarios de Rotterdam, Bremerhaven, Brujas y Thamesport); y línea pendular Este de Asia-Northern Range, con el especial protagonismo de dos grandes estructuras intermediarias de *transshipment* situadas en Oriente Medio: Jeddah (Arabia Saudí), Jebel Ali (Dubai).

El Puerto de Valencia (gráfico 1b) muestra fortaleza en mercancía general sólo a nivel local, con una importante vinculación con Barcelona, Argel y Tarragona. En cambio, el *foreland* de mercancía contenerizada muestra una extraordinaria densidad de nodos y, de nuevo, tres zonas de influencia comercial directa muy definidas: Costa Este de EEUU vía Sines (Portugal); líneas pendulares Northern Range-Este de Asia, con una relevante presencia de escalas en puertos de Oriente Medio, y el suministro a los puertos brasileños vía Las Palmas-Santos.

El Puerto de Barcelona (gráfico 1c) presenta una gran dispersión en las líneas de suministro de mercancía general, con especial protagonismo de puertos mediterráneos como Marsella, Oran, Marsaxlokk, Argel o Génova y con una importante actividad de cabotaje con Valencia y Tarragona. En el tráfico contenerizado, los flujos se concentran en el Golfo de México-Caribe, en la Costa Este de Sudamérica (*hub* de Santos) y en puertos situados a lo largo de la línea pendular que conecta con el Este de Asia.

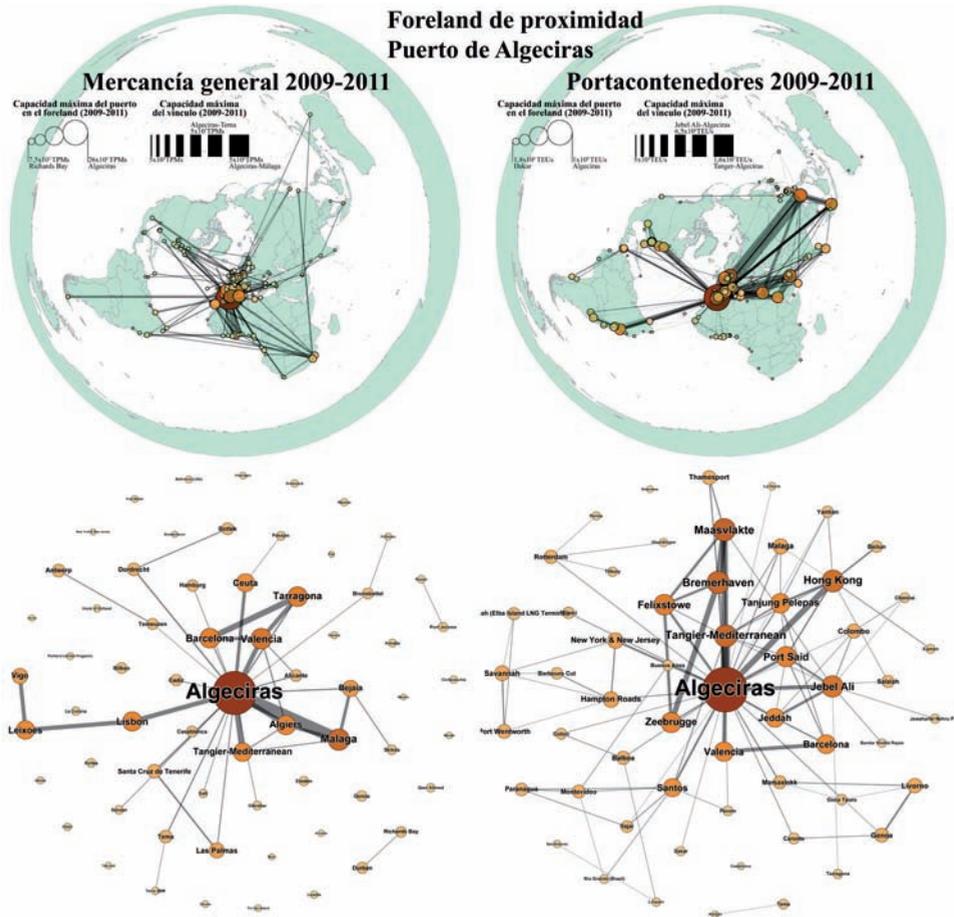
El Puerto de Málaga (gráfico 1d), en lo tocante a mercancía general, presenta una importante actividad comercial con puertos muy cercanos. Es especialmente significativo el suministro que se efectúa a Tánger y Argel, vía Algeciras. Ceuta parece actuar como *hub* de distribución de mercancía general a puertos situados en latitudes totalmente diferentes, como Bilbao, Shannon Foynes o Vlissingen-Amsterdam. En mercancía contenerizada, destaca la fuerte línea de suministro Málaga-Bremerhaven-Felixtowe-Maasvlakte (Rotterdam) así como la presencia de un importante servicio transpacífico que conecta el puerto malagueño directamente con Hong Kong y Los Ángeles. Algeciras, Tánger, Valencia y Port Said (Egipto) son también puertos con un estrecho vínculo comercial.

El Puerto de Cartagena (gráfico 1e), sin *foreland* de proximidad para contenedores, sí que muestra una estructura reticular densa en lo que respecta a la mercancía general, con una línea transatlántica muy consolidada, y con cierta influencia en puertos del Mar Negro como Constanza (Bulgaria), Dneprovsko y Yuzhny (Ucrania).

Tampoco en Palma de Mallorca (gráfico 1f) existe estructura de *foreland* para portacontenedores. En cambio, es fuerte el servicio Gibraltar-Southampton así como el abastecimiento de Haydarpaşa (Turquía) vía Génova.

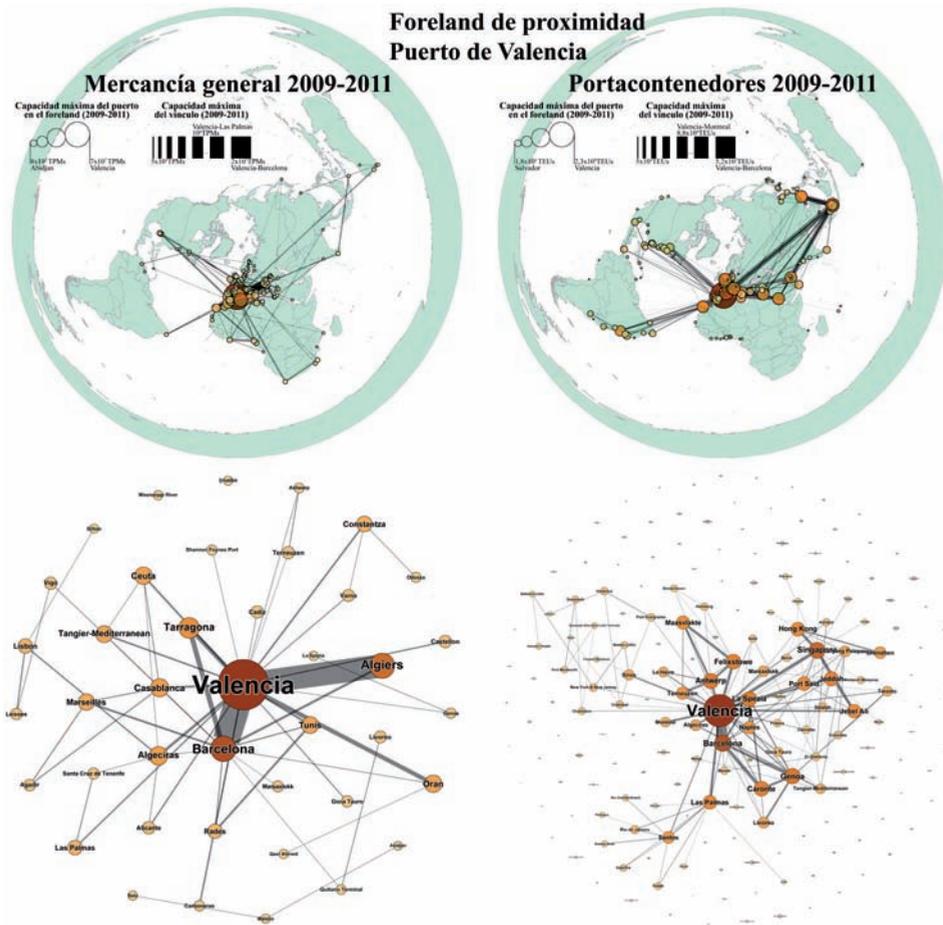
Por último, Tarragona (gráfico 1g) presenta una estructura altamente radial en el *foreland* de proximidad para mercancía general, también con fuertes vínculos de cabotaje con otros puertos del Mediterráneo y del Mar Negro. La reciente terminal de Dubai Ports World construida en 2007, ha ocupado ya una incipiente posición de mercado, sobre todo con puertos norteamericanos y con otros situados en el Levante Mediterráneo (Haifa, Port Said y Piraeus).

Gráfico 1a. *Foreland* de proximidad para la Bahía de Algeciras.



Fuente: Elaboración propia basada en datos del Lloyd's Shipping Register.

Gráfico 1b. Foreland de proximidad para el puerto de Valencia.



Fuente: Elaboración propia basada en datos del Lloyd's Shipping Register.











nuevas áreas, mejorando sus conexiones internacionales y el negocio (Freire-Seoane *et al.*, 2013).

En los principales puertos españoles del Mediterráneo, el presente análisis muestra que la inserción de un puerto en las redes logísticas internacionales de las grandes compañías permite ofrecer el recinto portuario a sus clientes con un servicio más global, más completo, de mayor calidad y en la mayor parte de las veces más competitivo. De esta forma, resulta fácil colegir que la inserción en cadenas de suministro global incentiva la obligación de utilizar nuevas técnicas, facilitando la eliminación de costes no productivos, y aumentando la eficiencia y satisfacción de los clientes. Las exigencias son, por tanto, mayores por lo que comienza a poseer mucha relevancia los niveles de gobernanza y la participación privada en lo que concierne a los desarrollos portuarios.

La dimensión, el *transit time* y los efectos asociados a los desarrollos portuarios derivados de las economías de escala son determinantes de la eficiencia e inserción de los puertos. La mayor oferta de servicios marítimos, así como el mayor número de barcos que pueden operar en el puerto, permiten a las compañías desarrollar sus estrategias de futuro. Asimismo, el número de escalas de los operadores globales mejora el nivel de integración de un puerto en las redes logísticas de los grandes armadores.

Es importante que las Autoridades Portuarias realicen avances hacia la integración del análisis de sus parámetros de influencia (grado, centralidad, *foreland* de proximidad) en su balance anual de resultados. Este tipo de aproximación, como se ha visto, sirve para complementar los datos clásicos sobre jerarquía por volumen de mercancías o de número y capacidad máxima de buques que realizan operaciones. En este sentido, en numerosas ocasiones, puertos con un elevado volumen de mercancías movidas, no son, sin embargo, los más influyentes en términos de conectividad, lo que se podría traducir como una vulnerabilidad en el caso de que se produzcan cortes en la cadena de suministro. Es el caso de las terminales de mercancía general que operan en los puertos de Valencia y Algeciras. La regularidad propia de las líneas de transporte contenerizado muestra, en cambio, una buena sincronización de jerarquías portuarias respecto al volumen total de TEUs movidos y a la influencia medida a través del grado, la centralidad y el *foreland* de proximidad.

En términos de geografía económica del *foreland*, los principales puertos de Valencia, Algeciras y Barcelona se configuran como nodos emergentes en mercancía general y contenerizada; y se caracterizan por un modelo de crecimiento fundamentado en una estructura de conexiones más complejas. Sus principales puntos de interés son los siguientes: *a*) gran fortalecimiento de líneas de suministro con el Northern Range (Amberes, Hamburgo, Rotterdam y Bremerhaven); *b*) extraordinario desarrollo de las conexiones con puertos asiáticos para la actividad comercial (Este de Asia vía Singapur); *c*) emergen líneas importantes y relevantes a lo largo de toda la costa oeste del Atlántico (Costa Este de EEUU, Caribe y Brasil); *d*) se constituyen clústeres de actividad con los puertos mediterráneos y del Mar Negro; y *e*) comienzan a apreciarse conexiones importantes con puertos de Oriente Medio.

En suma, este estudio de las redes del transporte marítimo usando modernas tecnologías de las bases de datos, permite medir la realidad inmediata de los vínculos comerciales que unos puertos establecen con otros. Las herramientas expuestas permiten a cargadores y compañías navieras conocer mejor la localización geográfica de la demanda, caracterizada por una gran volatilidad durante los años de la crisis.

## Bibliografía

- Barros, C. P., y Athanassiou, M. (2004): «Efficiency in European Seaport wit DEA: Evidence from Greece and Portugal», *Maritime Economics & Logistics*, 6, 122-140.
- Bastian, M.; Heymann, S., y Jacomy, M. (2009): *Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks*, en International AAAI conference on Weblogs and Social Media.
- Berkus, J. (2007): PostgreSQL Publishes First Real Benchmark, en <http://it.toolbox.com/blogs/database-soup/postgresql-publishes-first-real-benchmark-17470> (accedido el 8 de mayo de 2014).
- Bird, J. H. (1971): *Seaports and Seaport Terminals*, Hutchinson, London.
- Boccaletti, S.; Latora, V.; Moreno, Y.; Chavez, M., y Hwang, D.-U. (2006): «Complex networks: structure and dynamics», *Physics Reports*, 424 (2006), 175-308.
- Caldeirinha, V., y Felício, A. (2011): «The influence of factors characterizing the performance of ports, measured by operational, financial and efficiency indicators», *MPRA*.
- Cullinane, K.; Song, D. W.; Ping, J., y Wang, T. F. (2004): «An application of DEA. Window Analysis to Container Port Production Efficiency», *Review of Networks Economics*, 3, 184-206.
- Cullinane, K., y Khanna, M. (1999): «Economies of scale in large container ships», *Journal of Transport Economics and Policy*, 33 (2), 185-208.
- Ducruet, C. (2008): «Hub dependence in constrained economies. The case of North Korea», *Maritime Policy & Management*, 35 (4), 374-388.
- Ducruet, C.; Lee, S. W., y Ng, K. Y. A. (2010): «Centrality and vulnerability in liner shipping networks: Revisiting the Northeast Asia port hierarchy», *Maritime Policy and Management*, 37 (1), 17-36.
- Ducruet, C.; Notteboom, T. (2012a): «The World Maritime Network of container shipping: Spatial Structure and Regional Dynamic», *Global Networks*, 12 (3), 395-423.
- (2012b): «Developing Liner Service Networks in Container Shipping», en Song D. W., y Panayides, P. (eds.), *Maritime Logistics: A complete guide to effective shipping and port management*, Kogan Page, London, 77-100.
- Ducruet, C., Zaidi, F. (2012): «Maritime constellations: a complex network approach to shipping and ports», *Maritime Policy and Management*, 39 (2), 151-168.
- Feixiang, Z. (2011): «Mining Ship Spatial Trajectory Patterns from AIS Database for Maritime Surveillance», *Emergency Management and Management Sciences (ICEMMS), 2nd IEEE International Conference on*, pp. 772-775.
- Freire-Seoane, M. J., y González-Laxe, F. (2009): *Tráfico marítimo y economía global*, Netbiblo, A Coruña.
- Freire-Seoane, M. J.; González-Laxe, F., y Pais-Montes, C. (2013): «Foreland determination for containerization and general cargo ports in Europe 2007-2011», *Journal of Transport Geography*, 24, 33-44.
- Frémont, A. (2007): «Global Maritime Networks: The case of Maersk», *Journal of Transport Geography*, 15 (6), 431-442.

- Fruchterman, T. M., y Reingold, E. M. (1991): «Graph drawing by force-directed placement», *Software: Practice and experience*, 21 (11), 1129-1164.
- Gelareh, S., y Nickel, S. (2011): «Hub location problems in transportation networks», *Transportation Research Part E*, 47 (2011), 1092-1111.
- Gelareh, S., y Pisinger, D. (2011): «Fleet deployment, network design and hub location of liner shipping companies», *Transportation Research Part E*, 47 (2011), 947-964.
- González, M.; Hidalgo, C., y Barabasi, A.-L. (2008): «Understanding individual mobility patterns», *Nature*, 453, 779-782.
- González-Laxe, F. (2011): «La accesibilidad y conectividad portuaria», *Boletín económico de ICE, Información Comercial Española* (3011), 35-46.
- González-Laxe, F.; Freire, M. J., y Pais-Montes, C. (2012): «Maritime Degree, Centrality and Vulnerability port hierarchies and emerging areas in containerised transport, 2008-2010», *Journal of Transport Geography*, 24 (2), 33-44.
- Hall, P. V., y Jacobs, W. (2010): «Shifting Proximities: The Maritime ports sector in a era of global supply chain», *Regional Studies*.
- Harati-Mokhtari, A.; Wall, A.; Brooks, P., y Jin, W. (2007): «Automatic identification system (AIS): data reliability and human error implications», *The Journal of Navigation*, 60, 373-389.
- Hoffmann, J. (2005): «Liner shipping connectivity», *UNCTAD Transport Newsletter*, 27, 4-12.
- Kaluza, P.; Kölzsch, A.; Gastner, M. T., y Blasius, B. (2010): «The complex network of global cargo ship movement», *Journal of Royal Society Interface*, 7 (48), 1093-1103.
- Liu, Z. (1995): «The comparative performance of public and private enterprises: the case of British ports», *Journal of Transport Economics and Policy*, 263-274.
- Medal-Bartual, A., y Sala-Garrido, R. (2011): «Análisis de la eficiencia de los puertos españoles por áreas geográficas», *Revista de Estudios Regionales*, vol. 91, núm. 2, pp. 161-186.
- Merk, O. (2013): *Competitiveness of Global Port-Cities*, OCDE, Paris.
- Mueller, C.; Gregor, D., y Lumsdaine, A. (2006): «Distributed force-directed graph layout and visualization», en *Proceedings of the 6th Eurographics conference on Parallel Graphics and Visualization* (pp. 83-90), Eurographics Association.
- Notteboom, T., y Rodrigue, J.-P. (2005): «Foreland-based regionalization: integrating intermediate Hubs with Port Hinterlands», *Research in Transportation Economics*, 27, 19-29.
- Notteboom, T.; Coeck, C., y Van Den Broeck, J. (2000): «Measuring and explaining the relative efficiency of container terminals by means of Bayesian stochastic frontier models», *Maritime Economics & Logistics*, 2 (2), 83-106.
- Pais-Montes, C.; Freire-Seoane, M. J., y González-Laxe, F. (2012): «General cargo and containership emergent routes: A complex networks description», *Transport Policy*, 24 (1), pp. 128-140.
- Panchenko, D. (2003): 18.443 Statistics for Applications, Fall 2003. Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare (License: Creative Commons BYNC-SA), en <http://ocw.mit.edu> (accedido el 8 de mayo de 2014).
- Park, R. K., y De, P. (2004): «An Alternative Approach to Efficiency measurement of Seaport», *Maritime Economics & Logistics*, 6, 53-69.
- Petit, S. J., y Beresford, A. (2007): *An analysis of logistics distribution patterns from major container ports and proposed container port developments in Great Britain*, The Logistics Research Networks, University of Hull.
- Rodrigue, J. P. (2010): *The Geography of Transport Systems*, Routledge, Oxford.
- Salgado, O., y Cea, P. (2012): «Análisis de la conectividad externa de los puertos de Chile como un factor de competitividad», *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 20 (1), 25-39.
- Song, D. W., y Yeo, K. T. (2004): «Comparative Analysis of Chinese containers ports using the analysis hierarchy process», *Maritime Economics & Logistics*, 6 (1), 34-52.

- Tongzon, J. L., y Heng, W. (2005): «Port privatization, efficiency and competitiveness. Some empirical evidence from container port terminals», *Transportation Research, Part A*, 39 (5), 405-424.
- Traud, A. L.; Frost, C.; Mucha, P. J., y Porter, M. A. (2009): «Visualization of communities in networks», *Chaos*, 19 (4), 041104.
- Trujillo, L., y Tovar, B. (2007): «The European Port Industry: An Analysis of its Economic Efficiency», *Maritime Economics & Logistics*, 9, 148-171.
- UNCTAD (2013): *Review of Maritime Transport*, Genève.
- Wiegmans, B. W. (2003): *Performance determinants for container terminals*, Wiley Online Library, New York.
- Yeo, G. T.; Song, D. W., y Dinwoode, J. (2008): «Evaluating the competitiveness of containers ports in Korea and China», *Transportation Research, Part A*, 42, 910-921.