



ÍNDICE DE CONECTIVIDAD PORTUARIA: REVISIÓN METODOLÓGICA Y NUEVO ENFOQUE.

El siguiente documento persigue un doble objetivo. Por un lado, revisar la metodología actual que se utiliza para el cálculo de la conectividad para tráficos TMCD del sistema portuario español. Por otro lado, proponer un nuevo enfoque que, más allá de los puertos españoles, permita medir la conectividad de los principales puertos del Mediterráneo en tráfico de contenedores mediante una nueva metodología y nuevas variables.

1. Revisión Metodológica ICP

Con el objetivo de ofrecer una mejor herramienta para medir la conectividad portuaria, en octubre de 2019 se realizó una revisión de la metodología utilizada para el cálculo del Índice de Conectividad Portuaria (ICP) de Valenciaport.

Hasta la fecha, dicho índice, que mide la conectividad de los tráficos de corta distancia de los puertos españoles en base a la información disponible en la base de datos Lineport, incorpora las siguientes variables:

- Número de buques
- Frecuencia (número de salidas semanales)
- Capacidad ofertada
- Número de servicios
- Número de navieras
- Número de puertos de destino
- Tamaño máximo de buques que escala en un puerto, medido en TEUs.

En cuanto a la metodología, en su definición se tomó como referencia la utilizada por la UNCTAD en el Liner Shipping Connectivity Index, LSCI, donde todas las variables se ponderan con el mismo peso sobre el resultado final, siendo este sin duda su principal punto débil. Por ello, a través del uso de metodologías alternativas se buscó reducir esta discrecionalidad en la asignación de pesos. Así, en este proceso, el Data Envelopment Analysis (DEA por sus siglas en inglés), y más concretamente el Beneficio de la Duda (en adelante BoD), ha sido estudiado para evaluar su idoneidad en la medición del ICP. Para este propósito, se cuenta con la colaboración de Ramón Sala, investigador y profesor de la Universitat de Valencia.

En los siguientes apartados se analizarán los resultados obtenidos en las diferentes pruebas realizadas. También se presentarán las últimas modificaciones del LSCI, que es el índice de referencia para el indicador propuesto por Valenciaport. Por último, se presentará una discusión sobre cuáles son los siguientes pasos a seguir en la actualización del ICP.



ICP: resultados obtenidos en las distintas aplicaciones con el BoD

Las diferentes aplicaciones se han realizado sobre los datos del primer semestre de 2016. Los resultados obtenidos se pueden clasificar en 2 grandes grupos:

A) BoD: pruebas con 7 y 5 variables.

La primera prueba se realizó con las 7 variables que actualmente componen el ICP. En los resultados se muestran, para cada puerto, los resultados obtenidos con la metodología actual y con la BoD.

PUERTO ORIGEN	ICP	BoD (7 VARIABLES)
ALGECIRAS	77,12	100
ALICANTE	3,80	6,801
ALMERÍA	2,78	8,33
BARCELONA	78,63	98,101
BILBAO	24,46	50
CÁDIZ	4,63	15,6
CARTAGENA	11,03	39,13
CASTELLÓN	27,63	67,39
GANDIA	3,86	10,87
GIJÓN	13,19	24,34
HUELVA	3,93	8,7
LAS PALMAS	27,05	59,97
MELILLA	2,69	8,33
PASAJES	1,82	3,01
TENERIFE	8,14	16,67
SEVILLA	4,20	15,22
TARRAGONA	12,62	27,09
VALENCIA	100,00	100
VIGO	19,24	28,797
VILAGARCÍA	2,52	6,99



En la segunda prueba, se excluyeron dos de las siete variables anteriores: el buque de máximo tamaño (por ser una variable discutible para medir la conectividad) y el número de buques (por ser equivalente a la frecuencia).

PUERTO ORIGEN	ICP	BoD (5 VARIABLES)
ALGECIRAS	77,12	100,00
ALICANTE	3,80	5,56
ALMERÍA	2,78	8,33
BARCELONA	78,63	94,44
BILBAO	24,46	50,00
CÁDIZ	4,63	6,52
CARTAGENA	11,03	39,13
CASTELLÓN	27,63	67,39
GANDIA	3,86	10,87
GIJÓN	13,19	23,91
HUELVA	3,93	8,70
LAS PALMAS	27,05	36,96
MELILLA	2,69	8,33
PASAJES	1,82	2,78
TENERIFE	8,14	16,67
SEVILLA	4,20	15,22
TARRAGONA	12,62	19,44
VALENCIA	100,00	100,00
VIGO	19,24	28,80
VILAGARCÍA	2,52	2,78

En ambos casos se obtiene el mismo resultado: Valencia y Algeciras serían los mejor conectados, coincidiendo ambos en la primera posición del ranking con la puntuación de 1. A modo de ejemplo, excepto en una variable donde Algeciras es el mejor posicionado (en la aplicación de 5 variables), Valencia obtiene una mayor puntuación en el resto de componentes, siendo Barcelona el segundo mejor en todas las variables incluidas. Pese a esto, tanto Algeciras como Valencia aparecen con valor 1 y en primera posición. Esto se debe a que el DEA se ajusta con sus mejores pesos, es decir, si Algeciras es mejor en una variable, se ajusta con esa y no con las demás. Por eso, aunque Barcelona aparezca como el segundo mejor en todas las variables (pero no es mejor en ninguna), siempre aparecerá detrás de Algeciras en el índice global.



Pese a que su uso tiene la ventaja de eliminar la discrecionalidad en la asignación de pesos, el principal inconveniente de esta metodología es que no discrimina entre los puertos que obtienen las mejores puntuaciones en alguna de las variables. Por lo tanto, las aplicaciones que se presentan a continuación van dirigidas a tratar de obtener mayores diferencias en las puntuaciones obtenidas entre Valencia y Algeciras.

B) BoD: otorgando un peso máximo a cada variable.

La única solución que permite discriminar más entre los distintos puertos es incluir un peso máximo para todas las variables (o para algunas de ellas).

Por un lado, se fijó un peso máximo del 25% para cada variable. Los resultados se muestran a continuación:

PUERTO ORIGEN	ICP	BoD (25% PESO MÁX)
ALGECIRAS	77,12	87,67
ALICANTE	3,80	5,24
ALMERÍA	2,78	4,29
BARCELONA	78,63	88,268
BILBAO	24,46	33,503
CÁDIZ	4,63	6,881
CARTAGENA	11,03	17,157
CASTELLÓN	27,63	39,091
GANDIA	3,86	5,809
GIJÓN	13,19	19,031
HUELVA	3,93	5,716
LAS PALMAS	27,05	35,879
MELILLA	2,69	4,142
PASAJES	1,82	2,561
TENERIFE	8,14	11,39
SEVILLA	4,20	6,283
TARRAGONA	12,62	17,151
VALENCIA	100,00	100
VIGO	19,24	24,949
VILAGARCÍA	2,52	3,593



Por otro lado, se fijó un peso máximo del 15% para cada variable, es decir, esta cuota es resultado de otorgar el mismo peso a cada una. En los resultados también se muestra una columna con los relativos al peso máximo del 25% para facilitar su comparación.

PUERTO ORIGEN	ICP	BoD (15% PESO MÁX)	BoD (25% PESO MÁX)
ALGECIRAS	77,12	77,663	87,67
ALICANTE	3,80	3,896	5,24
ALMERÍA	2,78	2,856	4,29
BARCELONA	78,63	79,132	88,268
BILBAO	24,46	25,006	33,503
CÁDIZ	4,63	4,727	6,881
CARTAGENA	11,03	11,339	17,157
CASTELLÓN	27,63	28,275	39,091
GANDIA	3,86	3,966	5,809
GIJÓN	13,19	13,519	19,031
HUELVA	3,93	4,029	5,716
LAS PALMAS	27,05	27,448	35,879
MELILLA	2,69	2,768	4,142
PASAJES	1,82	1,871	2,561
TENERIFE	8,14	8,342	11,39
SEVILLA	4,20	4,312	6,283
TARRAGONA	12,62	12,869	17,151
VALENCIA	100,00	100	100
VIGO	19,24	19,611	24,949
VILAGARCÍA	2,52	2,576	3,593

En las dos aplicaciones, los resultados muestran discriminación entre los puertos de Valencia y Algeciras. Sin embargo, el principal inconveniente radica en la dificultad de elegir y justificar el peso máximo para las variables. Con el uso de esta metodología se pretendía eliminar la discrecionalidad en la asignación del peso de cada variable, sin embargo, en este punto se requiere de nuevo que se utilicen pesos máximos.

Conclusiones

Los resultados obtenidos no han sido concluyentes en cuanto a la elección de la mejor metodología para el ICP. Se ha calculado el índice de correlación entre los diferentes resultados obtenidos con BoD y los relativos al ICP, obteniendo en todos ellos una correlación positiva



superior al 95% en todos los casos. Otro aspecto relevante es que el BoD otorga una puntuación mayor para cada puerto.

Con los resultados obtenidos hasta la fecha, se podrían plantear tres escenarios distintos:

- **Seguir con la metodología actual.**
- **Utilizar BoD:** es una metodología más rigurosa que asigna el peso a cada variable, siendo ampliamente utilizada en la literatura para el cálculo de índices. En cambio, como se ha visto, el principal inconveniente es la no discriminación entre los puertos que presentan la mejor puntuación en alguna de las variables.
- **Utilizar BoD con restricciones de peso máximo:** como solución al anterior, se consigue resolver el problema, pero es necesario incluir pesos máximos para cada una de las variables (igual para todas). La principal limitación es elegir y justificar el peso máximo seleccionado, si este se aplica a todas las variables por igual o si se establecen pesos máximos distintos para cada una de ellas. Sin embargo, para no incluir subjetividad, la cota de los pesos debe ser igual para todas.

UNCTAD: cambio de variables y enfoque

Hasta agosto de 2019, el LSCI elaborado por la UNCTAD se empleaba para medir la conectividad marítima de países. Sin embargo, en dicha fecha, la institución lanzó también el Port LSCI (PLSCI) que tiene por objetivo medir la conectividad de los puertos. Ante este cambio de enfoque, el índice mantiene la misma metodología pero experimenta cambios en las variables incluidas, adaptándolas de este modo al estudio de los puertos. Así, las variables que finalmente forman parte de del PLSCI son las siguientes:

- Número de buques por semana (frecuencia semanal)
- Capacidad ofertada
- Número de servicios
- Número de navieras
- Número de puertos de destino
- Tamaño medio de buques medido en TEUs.

Respecto al LSCI, este nuevo índice incluye como novedades la variable puertos de destino y el tamaño medio de los buques (que sustituye a la variable Buque de máximo tamaño que escala en el país).

La única diferencia entre el PLSCI y el ICP es que el segundo incluye tanto el número de buques como la frecuencia (que recogen exactamente el mismo efecto) y el primero sólo incluye el número de buques.

Por lo tanto, uno de los siguientes pasos en relación al ICP debería ser la reflexión sobre qué objetivo persigue el índice y qué variables se ajustan mejor a este.

Posibles siguientes pasos respecto al ICP

- En base a los resultados expuestos arriba, una de las primeras tareas a realizar sería seleccionar la metodología que mejor se ajuste al objetivo del ICP, planteando pruebas adicionales si fuera necesario



- En línea con lo anterior, se considera necesario revisar las variables que se incluyen en el índice, y escoger las que más se ajusten al objetivo, especialmente tras el lanzamiento del PLSCI (UNCTAD) para evitar replicar el trabajo ya publicado. Por un lado, seguir con el objetivo que trata de medir la conectividad a partir de las características de los servicios marítimos que escalan en los puertos, mostrando de este modo la oferta de conectividad que el puerto pone a disposición de los exportadores e importadores. Así, se debería estudiar si el número de navieras, el buque de máximo tamaño y el número de buques son variables que realmente reflejan unos niveles distintos de conectividad entre puertos. Por otro lado y en términos generales, se puede medir la conectividad ampliando el número de variables, como por ejemplo la distancia a las grandes rutas marítimas, el tamaño del puerto medido en TEUs o la vulnerabilidad del puerto dentro de la red de transporte marítimo. En este caso, el objetivo iría más allá de la oferta de servicios, incorporando al análisis factores geográficos y de comercio.
- Otro punto a revisar está relacionado con el alcance del índice, lo que implica confirmar se incluyen únicamente los tráficos TMCD (como hasta la fecha) o se incorporan también los tráficos interoceánicos. En este último caso se plantean algunas preguntas como se si deberían medir los TMCD e interoceánicos con índices separados o, por el contrario, deberían incluirse las mismas variables para el estudio de cada tipo de servicio.
- Finalmente, el cuarto punto a revisar iría dirigido al ámbito geográfico del análisis: ¿se sigue únicamente con el análisis de sistema portuario español o se amplía la muestra a puertos del Mediterráneo y/o Europa?

2. Propuesta del nuevo enfoque para el ICP

Tras la revisión del ICP, se continuó trabajando para el desarrollo de un nuevo índice de conectividad que no estudiase únicamente los tráficos de TMCD para los puertos españoles, sino que ampliase su alcance a los principales puertos competidores de Valenciaport. Con este nuevo propósito, dado que la magnitud y rol que juegan los nuevos puertos a estudiar son diferentes a los incluidos en el ICP, se requiere de un nuevo enfoque con variables que capturen las diferencias existentes entre ellos. Para ello, se propone un índice formado por dos sub-índices: por un lado, se encuentran las variables que afectan positivamente a la conectividad del puerto, es decir, a mayor valor de estas variables mayor será la conectividad del puerto; por otro lado, variables que influyen negativamente sobre la conectividad, en otras palabras, un mayor desempeño en estas variables reduce la conectividad del puerto.

Las variables propuestas son las siguientes:

- **Variables positivas:** las variables reflejan que cuanto mayor sea su valor, mayor será el nivel de conectividad del puerto. Por ejemplo, mayor número de servicios, mayor conectividad. Estas variables son una modificación de las que ya aparecen en el ICP, basadas en las características de los servicios marítimos que escalan en el puerto.
 - Frecuencia (número de salidas semanales)
 - Capacidad ofertada
 - Número de servicios
 - Número de navieras
 - Número de puertos de destino



- **Variables negativas:** estas variables muestran que un mayor desempeño, reduce la conectividad del puerto. A modo de ejemplo, una mayor distancia y una mayor vulnerabilidad debido a la concentración de navieras o mercados de destino reduce su conectividad. Las variables incluidas son las siguientes:
 - **Localización del puerto:** esta variable tiene por objetivo medir la localización del puerto respecto a las grandes rutas marítimas, medida en millas náuticas. Así, a través de *Marinetraffic*, se ha identificado las rutas que siguen los buques de más de 15.000 TEUs en el Mediterráneo y se ha calculado la distancia de cada puerto respecto a esta.
 - **Concentración de navieras:** la variable recoge la vulnerabilidad del puerto frente a la concentración de servicios marítimos en el puerto por una misma naviera. Así, con los datos proporcionados por Alphaliner, se han identificado todas las navieras que ofrecen servicios en el puerto, así como todas aquellas que comparten o utilizan alguna estrategia (slots, VSA, etc) en la cual más de una naviera actúa como oferente del servicio. Sin embargo, únicamente aquellas que ofrecen el servicio completo se han incluido, eliminando de la muestra aquellas que sólo ofrecen algún tramo de la ruta. La concentración de servicios tiene dos efectos negativos para la conectividad: por un lado, un elevado porcentaje de líneas del puerto en manos de una naviera aumenta su vulnerabilidad ante cambios en la estrategia de escala de la naviera; por otro lado, puede limitar la competencia para determinados destinos, pudiendo tener efecto en la calidad del servicio prestado y en los fletes que pagan los exportadores. Por ello, esta variable se ha incluido en el índice como negativa para la conectividad.
 - **Vulnerabilidad:** esta variable mide el porcentaje que representa los intercambios de flujos con el principal país de su red comercial sobre el total de mercancías en contenedor del puerto. De este modo, lo que se observa es que, si un puerto presenta un elevado porcentaje de tráfico con un único país de todos los que componen su red, dicho puerto será más vulnerable al dinamismo económico y comercial de ese país. Por ello, a mayor vulnerabilidad, menor conectividad. Esta variable se mide a través de los datos disponibles en Eurostat, por lo tanto, su inclusión en el índice dependerá de cual sea el área de estudio y los puertos que finalmente se incluyan en la muestra, al estar disponible para países miembro de la UE.

La fuente de datos principal para llevar a cabo el estudio es la base de datos *Alphaliner*, que proporciona información sobre los servicios marítimos de contenedor de los principales puertos a lo largo del mundo.

Tal y como se ha explicado en el apartado de revisión del ICP, la metodología de cálculo será el DEA, pero en este caso, una variante de la misma llamada Supereficiencia. Uno de los principales problemas para el objetivo del índice era la imposibilidad de discriminar con el DEA en aquellos puertos que obtenían la calificación de 1. Por ello, el empleo de la **Supereficiencia** sí permite dicha discriminación, lo que sería óptimo para el caso propuesto.

Sin embargo, dado el amplio abanico de posibilidades que esta metodología presenta, se están realizando pruebas y, aunque todavía no se ha obtenido un resultado consistente, las pruebas realizadas se ajustan cada vez más a proporcionar una medida fidedigna de conectividad.



En cuanto al área de estudio, a partir del listado de los 120 puertos más importantes del mundo realizada por *Alphaliner* en 2018, se han seleccionado dos muestras distintas.

Por un lado, el Mediterráneo en su conjunto, incluyendo tanto la parte Oriental como Occidental. En un principio, se decidió estudiar únicamente el Occidental por tratarse de competidores más directos de Valenciaport. Sin embargo, dado que para un uso adecuado de la metodología DEA (Supereficiencia) se requería una potencia de muestra mayor, finalmente se amplió al tramo Oriental. Así, los puertos incluidos son Valencia, Barcelona, Algeciras, Tanger MED, Génova, Gioia Tauro, La Spezia, Fos, Marsaxlokk, Pireo, Sines, Ashdod, Haifa, Port Said, Mersin, Izmit, Ambarli.

Por otro lado, el Norte de Europa, donde se incluyen los puertos de Róterdam, Amberes, Hamburgo, Bremerhaven, Felixstowe, Le Havre, Southampton, Gdansk, Zeebrugge.

Todas las pruebas y cálculos se han realizado sobre el Mediterráneo debido a la proximidad geográfica con Valencia y por ser competidores más directos. Sin embargo, para estos puertos, al no pertenecer todos ellos a la UE, no es posible incluir la variable *vulnerabilidad* en el índice, ya que Eurostat no proporciona datos para Marruecos, Egipto e Israel. Por ello, también existe la posibilidad de que el área de estudio sea la UE, incluyendo únicamente los puertos de los países miembro, ya que este enfoque sí permitiría incluir la variable *vulnerabilidad*.

Posibles siguientes pasos respecto al nuevo enfoque

- En primer lugar, discutir sobre la idoneidad de las variables incluidas y del enfoque mediante el uso de variables que afectan con signo positivo y negativo a la conectividad. Pese a que este va más allá de medir la conectividad mediante la oferta de servicios del puerto (esto lo hace el ICP), es un complemento que incluye variables adicionales adaptadas a las dimensiones de los puertos que se incluyen en la muestra.
- En el caso de no querer incluir las variables con la parte negativa de conectividad, se puede medir igual la conectividad con las 5 variables de signo positivo. De este modo, las restricciones a la hora de incluir los puertos objeto de estudio desaparecerían, pudiendo definir la muestra según se ajuste mejor al objetivo ya que para todos los puertos están disponibles las 5 variables a través de *Alphaliner*.
- En función de si la variable vulnerabilidad decide incluirse en el índice, podría estudiarse el Mediterráneo (no la incluiría) o los puertos de la UE (sí la incluiría). Para el caso de Valencia, tal vez lo más adecuado sería estudiar el Mediterráneo, donde además se espera que obtuviese una elevada puntuación en conectividad que le hiciese destacar respecto al resto de puertos. En cambio, con el enfoque de la UE, pese a que se incluiría la variable vulnerabilidad, dado el tamaño de los puertos del Norte de Europa, Valencia podría quedar en segundo plano frente Rotterdam o Amberes.
- Si finalmente la metodología empleada en este caso (Supereficiencia) permite discriminar entre la puntuación obtenida por cada puerto sin que el valor 1 sea el máximo que se puede alcanzar, se tratará de aplicar también al ICP.