

## Nuevos conceptos en la mejora medioambiental del entorno portuario.

Jerónimo Antonio Esteve Pérez<sup>a</sup>; José Enrique Gutiérrez Romero<sup>a</sup>

(a) Unidad Predepartamental de Tecnología Naval, Universidad Politécnica de Cartagena

Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Cartagena

Teléfono: 868071283 E-mail: jeronimo.esteve@upct.es

**Resumen.** La tendencia actual en la legislación medioambiental lleva a la regulación y actuación en materia de reducción en las emisiones contaminantes originadas por los buques durante su estancia en puerto. Esto obliga a las autoridades al desarrollo de estrategias para llevar a cabo esta reducción en las emisiones contaminantes. En el presente artículo se expondrá un nuevo concepto en desarrollo: "Onshore Power Supply" (OPS). Además, se planteará una nueva concepción de esta estrategia (OPS 2.0), es decir su combinación con la generación de energía procedente de fuentes renovables, llevándola hacia una aplicación práctica al ámbito portuario de Cartagena y evaluando su repercusión en la calidad ambiental de la ciudad.

### 1. Introducción

Hoy día, la operación, atraque y estancia de buques en puerto requiere un gasto energético considerable para llevar a cabo la operación de todos sus equipos y sistemas. Este gasto no sólo se refiere a la iluminación, sino también a sistemas de calefacción, agua caliente, ventilación, etc. que constituyen fuentes de demanda eléctrica a los que hay que suministrar energía, a través de los diesel generadores dispuestos para ello. Sin embargo, esta generación conlleva una contaminación (Moser [1], Hall [2]), que hoy día constituye uno de los principales problemas medioambientales en las ciudades portuarias, debido fundamentalmente al crecimiento del tráfico marítimo portuario (Batley et al., [3]).

Actualmente, tanto la Unión Europea como Estados Unidos, disponen de normativa que regula la emisión y contenido de azufre en los combustibles consumidos por los buques. Todo ello obliga a un cambio en la política medioambiental en el ámbito portuario, así como la investigación de nuevas fórmulas que aborden la reducción de las emisiones en puerto. Actualmente, ya existe la tecnología que permite a los buques conectarse a un suministro de electricidad desde tierra, permitiendo una operación más rápida, sencilla y respetuosa con el medioambiente, es el denominado concepto de "Onshore Power Supply" (OPS), que será desarrollado en el siguiente punto.

Sin embargo, el desarrollo de este concepto, está asociado con una infraestructura que la mayoría de los puertos normalmente no disponen (sólo 18 puertos disponen de estas instalaciones), para suministrar electricidad a los buques desde tierra, ni por lo general los buques están equipados para recibir este suministro de energía. Así pues, la energía necesaria se genera a bordo a través de motores auxiliares, acoplados a un generador de corriente.

Estos motores auxiliares consumen gasoil o fuel pesado, generando gases contaminantes procedentes de la exhaustación, así como, ruido y vibraciones. Así pues, si la energía eléctrica suministrada procede de tierra las emisiones contaminantes, ruido y vibraciones podrán ser reducidos hasta niveles respetuosos con el medio ambiente.

### 2. Concepto de Onshore Power Supply

La metodología OPS, consiste en sustituir la generación de energía eléctrica a bordo con grupos diesel-generadores con la electricidad generada en tierra. Así, puede definirse OPS como una estrategia para mejorar la calidad del aire en los puertos y ciudades portuarias reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, si se utilizan fuentes de energía renovable tales como la energía eólica o solar, como será presentada en el punto tres del presente artículo. La tecnología OPS ha sido utilizada desde los años 80 para el suministro de energía eléctrica desde tierra a buques comerciales. Los buques *Ferries* fueron los primeros en utilizar esta tecnología, pues siempre atracan en el mismo muelle y posición, siendo más fácil la conexión a tierra (Ericsson et al. [4]). Hoy día, otros tipos de buques comerciales, tales como, cruceros, portacontenedores y buques Ro/Ro pueden ser conectados a la red eléctrica de tierra en diferentes puertos del mundo.

El proceso de implementación de esta tecnología en puerto puede establecerse en cinco etapas (Ericsson et al. [4]):

**Primera Etapa: determinación de datos locales.** Normalmente, el tipo de buque adecuado será aquel con escalas frecuentes y largas estancias en puerto, pues el potencial en la reducción de emisiones será el más elevado.

**Segunda Etapa: estudio técnico.** Estudio de la infraestructura para llevar a cabo el suministro energético, contemplando así: estudio técnico relativo a los sistemas eléctricos, estimación del potencial de reducción de emisiones y estimación del coste económico y la eficacia medioambiental.

**Tercera Etapa: Implantación de la medida.** Obra civil necesaria para el establecimiento de los sistemas de suministro eléctrico.

**Cuarta Etapa: Revisión de la estrategia.** Evaluar los resultados de la implantación de la medida.

**Quinta Etapa. Actuación.** Extensión de la medida a otros buques, compartir experiencias con otros puertos y combinación de esta medida con otras para la reducción de emisiones contaminantes.

Actualmente el sistema OPS está siendo implementado en puertos de América del Norte y Europa, entre los que destacan: puertos de Göteborg y Estocolmo (Suecia); puertos de Kemi y Oulu (Finlandia); puerto de Amberes (Bélgica); puerto de Los Ángeles (EE.UU.); Puerto de Long Beach (EE.UU.); puerto de Juneau (EE.UU.) o el puerto de Pittsburg (EE.UU.). Otros numerosos puertos están implementando actualmente la tecnología OPS: (Le Havre (Francia), Marsella (Francia), Civitavecchia (Italia).)

A la vista de lo anterior la presencia de esta metodología está poco arraigada en los puertos del Sur de Europa. El estudio presentado en el siguiente punto convertiría a las dársenas de Cartagena y Valle de Escombreras en puertos de referencia en el Sur de Europa.

### 3. OPS 2.0: hacia la reducción total de emisiones.

En el presente punto se presenta la mejora de la estrategia OPS, mediante su combinación con fuentes de energía renovables para conformar así el concepto OPS 2.0 y su aplicación práctica a las dársenas del Puerto de Cartagena y Valle de Escombreras.

#### 3.1. Concepto OPS 2.0

Como bien se ha presentado en los puntos anteriores, el concepto OPS parte del suministro de electricidad a los buques en puerto desde tierra. Sin embargo, la mayor parte de esta energía, será de fuentes fósiles, procedentes de centrales de ciclo combinado, centrales nucleares, etc. por lo que dichas emisiones generadas en puerto serán trasladadas hacia aquellas instalaciones generadoras de energía en tierra. Como queda patente, el impacto neto en la reducción de emisiones resulta menor del esperado. Por ello, se plantea la concepción OPS 2.0; es decir, el abastecimiento eléctrico de los buques en puerto a través de fuentes renovables generadas por el propio

puerto, que dispondrá de la instalación necesaria para llevar a cabo la operación de suministro eléctrico.

#### 3.2. Estrategia OPS 2.0 aplicada al Puerto de Cartagena y Valle de Escombreras.

La estrategia para la implantación del concepto OPS 2.0, requiere de un completo estudio de los recursos energéticos renovables disponibles en el entorno cercano al puerto de implantación. En el caso que concierne al estudio propuesto, éste se realizó para las dársenas de los Puertos de Cartagena y Valle de Escombreras.

Hacer notar, que ambas dársenas disponen de unas características adecuadas para la implantación combinada de aerogeneradores e instalaciones fotovoltaicas. Atendiendo a la orografía de los montes del Valle de Escombreras, éstos constituyen un emplazamiento idóneo para la ubicación de aerogeneradores, permitiendo la reducción del impacto visual en las zonas portuarias más cercanas al núcleo urbano, además de, ser un espacio con escasa perturbación del recurso eólico.

Por lo que respecta a la instalación fotovoltaica, a fin de reducir costes de proyecto e impacto visual, se establece como emplazamiento primario para las placas de captación solar, las cubiertas de los tingladillos y techos de los edificios, situados dentro de la zona portuaria tanto en la terminal de Escombreras como el Puerto de Cartagena.

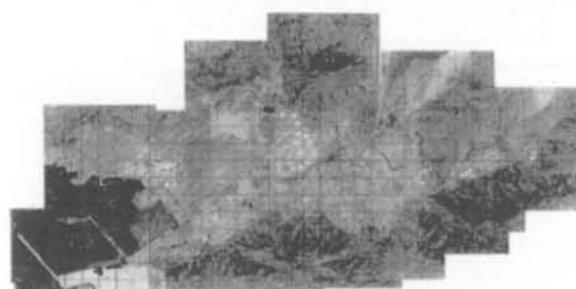


Figura 1: Valle de escombreras

Analizadas ambas dársenas se estimó que la superficie disponible destinada a albergar la instalación fotovoltaica es de 51.395 m<sup>2</sup> (Figura 1).

Unido a lo anterior, se estimó el recurso solar y eólico disponible en las áreas próximas de las terminales de Cartagena y Escombreras. En el primero de los casos se obtuvo una producción de 5,582 KWh/m<sup>2</sup>. Sin embargo, el recurso solar sólo es aprovechable un determinado número de horas al día, con lo cual hace necesario recurrir a una instalación híbrida solar-eólica de tal forma que pueda cubrirse la demanda de potencia eléctrica durante las 24 horas del día. Analizado el recurso eólico, se obtuvo una velocidad media anual del viento de 6 m/s.

A fin de poder dimensionar la instalación híbrida eólica-solar se determinaron las necesidades

energéticas de los buques que recalán en ambas dársenas, con el objetivo de conocer cuál es la potencia a suministrar. Se tomó como referencia el histórico de escalas de buques dado por la Autoridad Portuaria de Cartagena durante el año 2010. Durante el año 2010 hicieron escala entre ambas dársenas un total de 1.538 buques. Esta cifra comprende un *mix* de tipos de buques entre los que destacan: petroleros de crudo y de productos, buques de transporte de gases licuados (LPG y LNG), portacontenedores de línea regular, cruceros y graneleros.

La determinación de las necesidades energéticas de estos buques en puerto se realizó atendiendo a la descripción facilitada por la naviera que opera el buque, conociendo la potencia de los diesel-generadores y su consumo asociado; pues no sólo se determinó la potencia de suministro sino también el beneficio medioambiental que supone la medida cuantificada en toneladas de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc. que dejarían de emitirse a la atmósfera.

Una vez clasificados los buques, se estimó el consumo simultáneo de los buques en puerto y así la potencia eléctrica a suministrar. Para el año 2010 el consumo eléctrico medio de los buques en puerto fue de 130 MWh/día, registrándose el pico de demanda el día 6 de Septiembre de 2010 de 200 MWh/día. (Figura 2). A la vista de estas cifras, la instalación fue dimensionada con la capacidad necesaria para atender a la condición más desfavorable, además de las necesidades futuras derivadas del aumento del tráfico portuario.

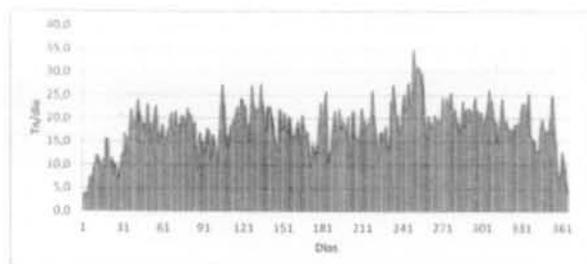


Figura 2: Consumo Tn FUEL / día por los buques en puerto

Con los parámetros calculados anteriormente, la instalación eólica dimensionada estaría compuesta por 25 turbinas de 850 KW capaces de generar 225 MWh/día, atendiendo a una disponibilidad del 60%.

Desde el punto de vista medioambiental el resultado de la implantación de esta medida en las dársenas de Cartagena y Escombreras supone un ahorro de 20.800,5 Tn/año de CO<sub>2</sub>, 454,2 Tn/año de NO<sub>x</sub> y 123,3 Tn/año de SO<sub>2</sub> (Figura 3). Esto sería equivalente a retirar de las calles de Cartagena las emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes a 10.000 automóviles.

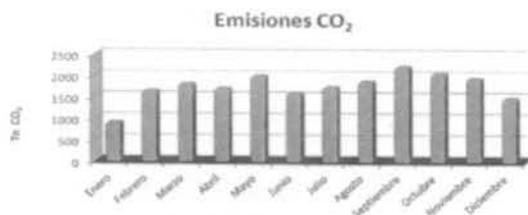


Figura 3: Distribución mensual de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los diesel-generadores de los buques.

## 4. Conclusiones

La implantación de la tecnología OPS combinada con las energías renovables supone reducir a niveles mínimos las emisiones de gases de efecto invernadero, ruido y vibraciones en el entorno portuario. Esto supone un beneficio medioambiental y salubre tanto para el personal portuario como para la población adyacente al puerto, reduciéndose de esta forma la transferencia de contaminación atmosférica puerto-ciudad.

Como se ha demostrado, la práctica de esta medida al caso propuesto en este artículo, lleva a las dársenas de Cartagena y Escombreras a una posición preferente en el uso de la tecnología OPS. Por otro lado, los principales retos inmediatos para esta tecnología residen en el alto coste de su implantación para poder abastecer a todo tipo de buques, la adaptación de buques y puertos, así como, la falta de una normativa estándar de aplicación.

Finalmente, a tenor de lo expuesto, la tecnología OPS 2.0 constituye una de las medidas más eficaces para reducir las emisiones de los buques en puerto.

## Referencias

- [1] Moser, J. (2009) "Onshore Power System, Connection to reduce emissions" 20<sup>th</sup> International Conference on Electricity Distribution. Paper 0790, Prague
- [2] Hall, W.J (2010) "Assessment of CO<sub>2</sub> and priority pollutant reduction by installation of shoreside Power" Resources, Conservation and Recycling. pp. 462-467 vol. 54. ISSN: 0921-3449
- [3] Bailey, D., Plenys, T., Solomon, G.M., Campbell, T.R., Feuer, G.R., Masters, J., Tonkonogy, B. (2004) "HARBORING POLLUTION: Strategies to Clean Up U.S. Ports" Natural Resources Defense Council
- [4] Ericsson, P., Fazlagic, I. (2008) "Shore-Side Power Supply: A feasibility Study and technical solution for an shore-side infrastructure to supply vessel with electric power while in port" Master of Science Thesis, Chalmers University of Technology. Goteborg, Sweden