

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

Actividad: 2. Specific studies.

Sub-actividad: 2.3. Environmental and social impact evaluation.

Tarea: 2.3.2.

“External cost impact of the emission estimated”

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



2

| | |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Tipo de Documento | Final Report |
| Document Number | 1 |
| Phase N° | Activity |
| Action N° | Component A2.3.2 |
| Author | Beatriz Tovar (ULPGC) |
| Dissemination Level | OPS Partners |
| Circulation | OPS Consortium |
| Contractual Date of delivery | December 2021 |
| Version | 2 |

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



3

RESUMEN

El presente informe presenta la estimación de los costes externos derivados de las emisiones generadas por las maquinas auxiliares de los buques en atraque en los cuatro puertos incluidos en el proyecto, dando cumplimiento al compromiso adquirido por la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, como socio del proyecto en la fase 2 de la subactividad 2.3.

De acuerdo con el “Grant Agreement”, la subactividad 2.3 se implementa en dos fases: “The **first group** is focused to quantify emissions of the vessel at port using their auxiliary engines to generate the electric energy..... The **other group** is focussed on the cost impact of previously calculated emissions. With the emission calculated, a study of the cost impact of these emission will be made, in other words, a study of the external cost. This study is necessary to evaluate the impact of the reduction of these pollutant emissions. This study will be developed by the “Universidad de Las Palmas de Gran Canaria”

Por tanto, el informe presenta los costes externos derivados de las emisiones de buques en atraque que podrían evitarse si los mismos recibieran suministro eléctrico desde la red en tierra en los cuatro puertos españoles objeto de estudio y durante el periodo comprendido entre julio de 2017 y junio de 2018.

En el cálculo de estos costes externos se ha seguido la práctica habitual en la literatura académica, un enfoque top-down. Además, se usan los factores de coste incluidos no sólo en Benefit Table Database, BETA (NETCEN, 2004) único informe disponible, que presenta factores de coste dedicados a las emisiones de buques en puerto, sino también los que derivan del resto de los principales estudios europeos sobre costes externos de transporte (CAFE y NEEDS) de modo que se trabaja, para cada puerto, con los umbrales existentes (altos y bajos) de factores de coste disponibles en la literatura.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Estos resultados constituyen una aportación científica de este proyecto a la transferencia de resultados de la investigación y que ha dado a su vez lugar a varias publicaciones académicas en revistas de alto impacto que se detallan a continuación y que han contribuido a la difusión del proyecto:

- Tovar, B.; Wall, A. (2019): [Environmental efficiency for a cross-section of Spanish port authorities](https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.024) **Transportation Research Part D: Transport and Environment** 75, 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.024> Abstracted/indexed in: ISI web of knowledge. Impact factor (2019): 3.445.
- Tovar, B.; Wall, A. (2021): [The external costs of port activity for port cities: An environmental efficiency analysis of Spanish ports](https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1943074) **International Journal of Sustainable Transportation**. Ahead-of-print, 1-13 <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1943074> Abstracted/indexed in: ISI web of knowledge. Impact factor (2020): 3.929
- Spengler, T.; Tovar, B. (2021): [Potential of cold-ironing for the reduction of externalities from in-port shipping emissions: The State-owned Spanish Port System case](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111807). **Journal of Environmental Management**. 279, 111807. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111807> Abstracted/indexed in: ISI web of knowledge. Impact factor (2020): 6.789.

y el siguiente documento de trabajo, actualmente en evaluación en una revista académica:

Spengler, T.; Tovar, B. (2021): Environmental valuation of in-port shipping emissions per shipping sector on four Spanish ports. Working Paper. ULPGC.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Índice del documento



| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 10 |
| 2. Metodología para estimar los costes externos de las emisiones de contaminantes | 13 |
| 3. Resultados | 19 |
| 3.1. Puerto de Las Palmas | 20 |
| 3.2. Puerto de Palma | 25 |
| 3.3. Puerto de Pasajes | 30 |
| 3.4. Puerto de Tenerife | 35 |
| 4. Comparativa | 40 |
| Referencias | 43 |

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



6

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Metodología de ruta de impacto | 15 |
|--|----|

Índice de cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 21 |
| Cuadro 2.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 26 |
| Cuadro 3.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 31 |
| Cuadro 4.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 36 |

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Índice de gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018 | 20 |
| Gráfico 1.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 22 |
| Gráfico 1.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS..... | 22 |
| Gráfico 1.4. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 23 |
| Gráfico 1.5. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 23 |
| Gráfico 1.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 24 |
| Gráfico 1.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 24 |
| Gráfico 2.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018 | 25 |
| Gráfico 2.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 27 |
| Gráfico 2.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS..... | 27 |
| Gráfico 2.4. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 28 |
| Gráfico 2.5. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 28 |
| Gráfico 2.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 29 |

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



| | |
|--|----|
| Gráfico 2.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 29 |
| Gráfico 3.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018 | 30 |
| Gráfico 3.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG 8 | 32 |
| Gráfico 3.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS..... | 32 |
| Gráfico 3.4. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 33 |
| Gráfico 3.5. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 33 |
| Gráfico 3.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 34 |
| Gráfico 3.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 34 |
| Gráfico 4.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018 | 35 |
| Gráfico 4.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 37 |
| Gráfico 4.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS..... | 37 |
| Gráfico 4.4 Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 38 |
| Gráfico 4.5 Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 38 |
| Gráfico 4.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 39 |
| Gráfico 4.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS | 39 |

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



| | |
|---|----|
| Gráfico 5.1. Costes evitables en atraque (€/h) a través del suministro desde la red en tierra. Pasaje. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 41 |
| Gráfico 5.2. Costes evitables en atraque (€/h) a través del suministro desde la red en tierra. Carga. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG | 42 |



INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



1. Introducción

Las externalidades son aquellos costes/beneficios que se derivan de las actividades productivas, de distribución y de consumo pero que no están incluidos en los costes/beneficios privados de estas actividades. Es decir, se trata de costes/beneficios soportados por la sociedad en general, o por individuos particulares, que no son los usuarios de la actividad que los genera.

El sector transporte genera una serie de daños que tienen un coste para la sociedad y de los que él no se hace cargo directamente (costes externos), como por ejemplo pérdidas de tiempo a los demás conductores por congestión, problemas de salud ligados al ruido y a la contaminación atmosférica, etc. La internalización de los costes externos en el sector del transporte ha sido un tema relevante que ha despertado interés, tanto desde el punto de vista de la investigación académica como desde el punto de vista del diseño de políticas. A este respecto son varios los ejemplos que pueden encontrarse a escala europea que persiguen impulsar un sistema de transporte competitivo y sostenible (Commission of the European Communities, 2011).

Dentro del sector transporte, el transporte marítimo ocupa un papel relevante a nivel global. Europa no es una excepción, como muestra el importante lugar que ocupa entre las actividades socioeconómicas europeas al manejar 4 mil millones de toneladas de carga y 415 millones de pasajeros en los puertos de la UE durante el año 2018. Estas cifras no dejan de aumentar, por lo que subyace la necesidad de establecer la sostenibilidad y la disminución de los impactos ambientales sobre los ecosistemas y las personas como consecuencia de esta actividad.

Uno de los grandes problemas asociados al transporte marítimo es la contaminación de sus combustibles. Las emisiones asociadas no sólo tienen un importante papel en calentamiento global sino que también causan problemas a la salud humana (van Aardenne et al, 2013 y Corbett et al, 2007), ya que este tipo de emisiones contaminantes puede ser localmente importante si tenemos en cuenta que la quema de combustible no solo ocurre con el movimiento de los buques sino con los motores auxiliares y los principales pueden seguir activos en las zonas portuarias.

En estas áreas, las emisiones de los buques han sido valoradas considerando que realizan importantes contribuciones al NOx atmosférico, SO2 y PM (Donateo et al., 2014; Merico et al., 2017). Una estimación de las emisiones de los barcos a la calidad de aire a una escala más local, como la efectuada en este trabajo, parece necesaria para determinar su impacto

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



socioeconómico, ambiental y sobre la salud humana, de tal forma que puedan establecerse mecanismos de control y gestión ante la contaminación atmosférica (van Aardenne, et al, 2013).

11

La creciente preocupación por los efectos de la contaminación del aire ha sido planteada en términos de costes social a nivel Europeo. Se ha estimado que dichos costes son el reflejo de los diversos efectos negativos soportados por las comunidades costeras. Entre ellos, una reducción en sus niveles de productividad, daños en infraestructuras, esfuerzos sanitarios adicionales y cifras de hospitalización que se estima han sumado en 2010, entre un 3-9% del PIB de la UE (330-940 billones de €). Además, y para el mismo año, se ha estimado un incremento en los índices de mortalidad prematura relacionados con la contaminación del aire y la exposición a las partículas (PM) en suspensión que se traduce en un total de hasta 400,000 muertes por año.

Recientemente, se realizó una Evaluación de Impacto en la Salud (EIS) en 8 ciudades costeras del Mediterráneo por Viana et al. (2020) que demuestra que la reducción del contenido de azufre de los combustibles para la navegación daría como resultado una reducción de los niveles de concentración de partículas y, en consecuencia, una reducción de las admisiones hospitalarias y de la mortalidad prematura. En promedio para todas las ciudades examinadas, la implementación de las regulaciones del Anexo VI de MARPOL daría como resultado una reducción del 15% en la mortalidad prematura estimada por año, siendo las ciudades de menor tamaño y con un mayor impacto relativo de las emisiones de transporte las que experimentarían los mayores beneficios esperados para la salud.

Existe una gran preocupación social ante el hecho de que los puertos se estén transformando en un factor de riesgo para la salud humana en las ciudades portuarias, además de ejercer una gran presión sobre el entorno natural. Proyectos internacionales como The International Surface Ocean - Lower Atmosphere Study (SOLAS) alertan sobre el riesgo de la contaminación del aire y del agua por las emisiones de los barcos y su influencia en los ciclos biogeoquímicos. En este contexto, existe una necesidad imperiosa de adherirse a iniciativas que permitan a las Autoridades portuarias de las ciudades portuarias realizar un control estratégico de las emisiones de contaminantes en los puertos.

Recientemente, el Ministerio de Fomento y Puertos del Estado han puesto en marcha una Estrategia de Transporte Sostenible en Puerto impulsando iniciativas que se encuentran integradas en distintos planes nacionales de carácter medioambiental, como son el Plan Nacional de Calidad del Aire, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, la Estrategia Española de Economía Circular, así como en las Estrategias Marinas y Planes Hidrológicos ligados

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



a la mejora de los ecosistemas acuáticos marinos y costeros. Entre ellas caben destacar las orientadas a mejora de la eficiencia energética, controlar las emisiones difusas, mejora de la calidad del agua y los sedimentos.

12

Entre los proyectos liderados por distintas autoridades portuarias que han abordado la problemática de la calidad medioambiental, se encuentra el proyecto HADA (Herramienta Automática de Diagnóstico Ambiental) que se ha desarrollado en los puertos de Huelva, A Coruña, Santander, Bilbao, Barcelona, Tarragona, Valencia y Cartagena. El proyecto ha implantado una herramienta de diagnóstico y predicción de la calidad del aire, con un sistema de apoyo a la toma de decisiones en caso de episodios de contaminación atmosférica, prestando especial atención al problema de las partículas en suspensión y sedimentables. También se estableció una metodología de control de niveles sonoros en el puerto de Bilbao.

En esta línea también se encuadran iniciativas como la impulsada por la Comisión europea para facilitar la implementación del Cold Ironing (conexión a red eléctrica en puerto de los buques durante su estancia en el mismo) en los puertos europeos no sólo con el propósito de evitar emisiones medioambientales sino también, contaminación acústica y otras externalidades, dentro de la que se encuadra el Proyecto "OPS Master Plan for Spanish Ports" y del que forma parte este trabajo.

De entre las diferentes externalidades que genera el transporte, este trabajo se centra en las emisiones liberadas a la atmosfera, que afectan tanto a zonas urbanas como rurales, resultan en externalidades negativas que pueden ser monetizadas como costes externos, ya que reflejan un coste real procedente de una actividad económica y dan lugar a un resultado que no es óptimo. La consecuencia inmediata es una asignación de los recursos que podría mejorarse ya que, si no se internaliza la externalidad, la producción de los bienes que generan externalidades negativas (positivas) será mayor (menor) de lo que sería socialmente deseable. Así, a través de la internalización de los costes externos, los responsables de la contaminación reciben, al percibir los verdaderos costes que la actividad impone a la sociedad (costes sociales), los incentivos correctos lográndose no sólo una mejora de la equidad (quien contamina paga) sino también de la eficiencia (precios más elevados reducirán la demanda y como consecuencia el nivel de contaminación).

Para lograr este propósito se propone el uso de instrumentos basados en el mercado y medidas de comando y control (Gibson et al., 2014). La aplicación de algunas de estas medidas requiere, como paso previo, de la monetización de la externalidad. Ésta a su vez descansa en la estimación

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



de las toneladas de emisiones que se derivan de la actividad productiva en cuestión. Ambas estimaciones están sometidas a incertidumbres, derivadas tanto de la metodología como de las fuentes de información utilizadas. Sin embargo, tal y como apuntan Tichavska & Tovar (2015, 2017), a pesar de estas limitaciones se pueden estimar los costes externos derivados de impactos negativos.

De hecho, estimar los costes externos de las emisiones de los buques atracados permite que su impacto se haga más visible y además se pueden utilizar para aplicar impuestos o

tarifas especiales para promover la reducción de emisiones nocivas (Bickel y Friedrich, 2001; Matthews et al., 2001). Además, altos costes externos pueden servir como indicador de que un puerto debería poner más atención en la prevención y control de la contaminación.

13

2. Metodología para estimar los costes externos de las emisiones de contaminantes

Las externalidades negativas están normalmente asociadas con impactos negativos sobre la salud, medioambientales y/o estéticos que pueden tener su origen, entre otros, en las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, que son las que se tratan en este informe.

Los buques atracados en puerto necesitan energía para poder mantener en funcionamiento la planta eléctrica del barco de modo que puedan continuar funcionando los equipos de emergencia, refrigeración, enfriamiento, bombas, calefacción, iluminación y cualquier otro que funcione mientras el buque carga o descarga cargas y/o pasajeros o atiende las necesidades de éstos últimos a bordo, en el caso particular de los cruceros.

Generalmente, esta energía es generada utilizando los motores auxiliares del barco atracado. El proceso de combustión vinculado al uso de los motores auxiliares durante el atraque contribuye al incremento en los niveles de exposición de residentes y visitantes de la ciudad portuaria a sustancias peligrosas (Tichavska y Tovar, 2015). Máxime cuando las zonas de atraque a menudo se localizan cerca de zonas densamente pobladas.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Además del incremento en las temperaturas globales causadas por el CO₂, la exposición a gases contaminantes derivados de la combustión de combustibles fósiles, como el NO_x, SO_x, CO, VOC y partículas volátiles (PM₁₀ y PM_{2.5}), se relaciona de manera continuada con consecuencias negativas sobre la salud. Estos efectos indeseables se presentan tanto a corto como a largo plazo. Algunos ejemplos son: dolores de cabeza, mareos, náuseas, problemas respiratorios, enfermedades crónicas, ingresos en centros de salud y mortalidad prematura (Corbett et al, 2007).

Los costes externos que se derivan de las emisiones liberadas al aire pueden cuantificarse siguiendo un enfoque bottom-up o top-down. El primero calcula los costes asociados a la contaminación del aire siguiendo las diferentes fases que pueden distinguirse en el proceso: emisión, concentración, exposición, impacto biofísico y valoración del coste económico.

Una vez realizado el **inventario de emisiones** es necesario modelizar la dispersión en la atmosfera de estas emisiones a través de modelos atmosféricos que permiten estimar el impacto de las emisiones en la calidad del aire. Es decir, se calcula la **concentración de cada contaminante en el área afectada**. Se distingue la escala local de la regional porque en esta última es necesario tener en cuenta los contaminantes secundarios (aquellos que resultan de la transformación química de los contaminantes originalmente emitidos -primarios- durante su dispersión en la atmosfera). A continuación, se efectúa la **valoración del impacto**.

Entre los impactos causados por la emisión de contaminantes atmosféricos relacionados con el transporte se distinguen (EC, 2020):

- **Efectos sobre la salud** que se derivan de la inhalación de estos contaminantes (PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x). Con el propósito de valorar el impacto sobre la salud es necesario utilizar funciones de exposición respuesta que tienen su base en estudios epidemiológicos.
- **Pérdidas de cultivos**: menor rendimiento de los cultivos derivado del ozono como contaminante atmosférico secundario y otros contaminantes atmosféricos ácidos (SO₂, NO_x).
- **Daños materiales y de construcción**: principalmente contaminación de las superficies de los edificios a través de partículas y polvo y daños en las fachadas y materiales de los edificios debido a procesos de corrosión, causados por sustancias ácidas (NO_x, SO₂).
- **Pérdida de biodiversidad**: Los más importantes son la acidificación del suelo, las precipitaciones y el agua y la eutrofización de los ecosistemas. Los daños a los ecosistemas pueden provocar una disminución de la biodiversidad (flora y fauna)

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021

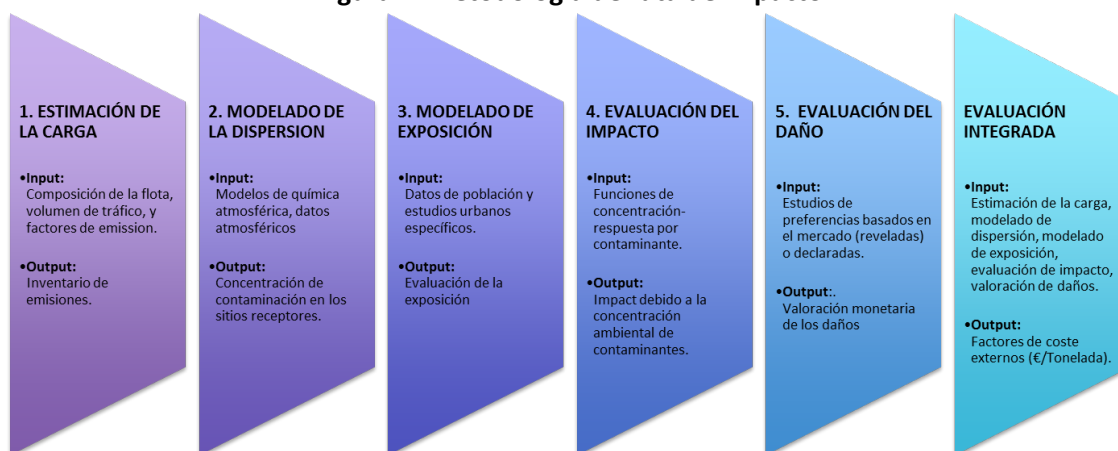


Finalmente, la monetización de los impactos supone la valoración de todos los daños, es decir, estimar los costes externos derivados de impactos negativos, bien basados en el mercado (por ejemplo, pérdidas materiales) o no basados en el mercado (salud humana). En concreto y en el caso de los impactos sobre la salud, se incluyen los derivados de los tratamientos médicos y pérdidas de salarios y productividad. Además, se tienen en cuenta los daños para los que no existe mercado como la mortalidad y morbilidad y que se valoran a través de métodos de valoración contingente (voluntad de pagar, aceptar o ser compensado por la externalidad).

15

La Figura 1 muestra que el resultado final de la metodología de ruta de impacto es la obtención de factores de coste por tonelada de cada uno de los contaminantes incluido en el estudio, es decir, con la obtención del coste marginal por tonelada de cada contaminante. Son estos factores de coste los que pueden utilizarse cuando el enfoque escogido es el top-down.

Figura 1. Metodología de ruta de impacto



Fuente: elaboración propia con base en Tichavská & Tovar (2017)

Ambos enfoques están sujetos a sus propias fuentes de incertidumbre, ventajas e inconvenientes (Miola et al., 2009). Si bien el enfoque bottom-up es más preciso y adecuado para aplicar la valoración marginal el top-down es más conveniente para evaluar los costes medios.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



En una revisión reciente de las metodologías existentes para estimar el coste externo derivado de las emisiones de los buques en puerto Tichavska y Tovar (2017) identifican la metodología de ruta de impacto (Impact Pathway Approach -IPA- en su denominación inglesa) como la metodología bottom-up más completa y la mejor práctica sugerida en el cálculo de costes externos derivados de las emisiones liberadas al aire. No obstante, la complejidad metodológica y los recursos económicos implícitos en el uso de la metodología bottom-up IPA ha resultado en una aceptación generalizada del enfoque top-down y el uso de factores de coste, por país o región, obtenidos de los principales estudios europeos (Tichavska and Tovar, 2017).

Siguiendo, por tanto, la práctica habitual en la literatura académica, la metodología aplicada para el cálculo de los costes externos derivados de las emisiones de buques en atraque en los puertos españoles incluidos en este proyecto se sigue un enfoque top-down. Además, se usan los factores de coste incluidos no sólo en Benefit Table Database, BETA (NETCEN, 2004) único informe disponible, que presenta factores de coste dedicados a las emisiones de buques en puerto, sino también los que derivan del resto de los principales estudios europeos sobre costes externos de transporte (CAFE y NEEDS) de modo que se trabaja, para cada puerto, con los umbrales existentes (altos y bajos) de factores de coste disponibles en la literatura. A continuación, y siguiendo a Tichavska and Tovar (2017), se resumen las principales características de los estos estudios.

BeTa fue desarrollada por NETCEN para la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea, tomando como punto de partida una base de datos generada para el proyecto Externe sobre la química de los contaminantes y la dispersión (Bickel y Friedrich, 2005), y con el propósito de proporcionar un mecanismo simple que permitiera estimar los costes externos derivados de las emisiones atmosféricas de todas las fuentes tanto de las zonas rurales de 15 países de la UE, como de ciudades de diferente tamaño.

Los costes externos que se consideraron en BeTa incluyen la evaluación de las externalidades derivadas de:

- Emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (VOC) a través de los efectos de los aerosoles de nitrato sobre la salud y el ozono en la producción de cultivos y la salud;

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



- Emisiones de dióxido de azufre (SO₂) a través de los efectos a corto plazo sobre la mortalidad y la morbilidad, y en los materiales (debido a la acidificación de la lluvia) utilizados en los edificios (sin incluir el de valor cultural);
- Las emisiones de materia particulada (PM) a través de los efectos a largo plazo en mortalidad y morbilidad (Boldo et al, 2011 y 2014).

17

Para el cálculo de las emisiones derivadas de los buques en puerto, BeTa asume que los factores de coste externos son la suma de los daños causados en las zonas urbanas con el mismo tamaño de la ciudad portuaria y del daño en las zonas rurales, que asimila al de las emisiones para el país en estudio. Por último, en la evaluación económica se utiliza la disponibilidad a pagar.

Para un mayor detalle que el resumen ofrecido aquí el lector interesado puede consultar el siguiente documento: <http://ec.europa.eu/environment/enveco/air/pdf/betaec02.pdf>

Clean Air for Europe (CAFE) (Amann et al., 2005; European Commission, 2015; Holland et al., 2005), supuso la adaptación de los factores de coste rural de BETA, dada la evidencia de que subestimaban los costes reales (Castells et al., 2014). Un ejemplo de esa mejora en la estimación de los factores de coste rurales es la inclusión, por primera vez, de los impactos sobre las cosechas. De este modo, empiezan a aparecer estimaciones de costes externos que, manteniendo el enfoque metodológico sugerido en BETA, utilizan los factores de coste rural actualizados que ofrece el proyecto CAFÉ (Castells et al., 2014).

El proyecto CAFE se basa en el modelo de Información y Simulación Regional de Contaminación Atmosférica (RAINS). Este modelo combina información sobre las tendencias previstas en el consumo de energía, el transporte, y las actividades agrícolas con bases de datos validadas que describen la estructura y características técnicas de las diversas fuentes de emisiones para 25 Estados miembros de la Unión Europea (excluido Chipre). El análisis reconoce que la localización de la emisión es importante por lo que distingue entre países, entre zonas rurales y urbanas, así como entre diferentes áreas marítimas.

CAFE considera cuatro escenarios de sensibilidad diferentes. Las diferencias de escenario se deben a (Castells et al, 2013):

- La metodología utilizada para valorar la mortalidad (uso de valores medios o medianos para estimar el valor estadístico de la vida (VLS, en sus siglas inglesas) o el valor de un año de vida (VOLY, en sus siglas inglesas).

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



- La gama de efectos sobre la salud que se consideran. Se separan los impactos sobre la salud en un conjunto de “funciones fundamentales” que se consideran más robustas y otro de “funciones de sensibilidad” que se consideran menos robustas.
- El punto de corte para la evaluación del impacto del ozono

18

Los factores de coste obtenidos para cada tonelada de contaminante muestran variaciones muy grandes entre Países. En general, los daños más altos se encuentran en las emisiones en Europa central y los más bajos en los países alrededor de los bordes de Europa. Esto simplemente refleja la variación en el número de personas y cultivos expuestos a los contaminantes analizados (las emisiones en los países del borde de Europa, ceteris paribus, afectarán a menos personas que las del centro de Europa dada su menor densidad de población).

Para un mayor detalle que el resumen ofrecido aquí el lector interesado puede consultar el siguiente enlace: <http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/index.htm>

El proyecto NEEDS (Preiss y Klotz, 2007) calcula mediante el modelo EcoSense los costes derivados de los principales contaminantes. Los factores de coste proporcionados en NEEDS tienen varias características que son especialmente relevantes para la aplicación de políticas. Primero, cubren todos los territorios marítimos europeos. En segundo lugar, no solo cubren los efectos sobre la salud (que corresponden a más del 90% del efecto externo total) sino que también cuantifican los efectos secundarios sobre los materiales (por ejemplo, edificios), la biodiversidad y los cultivos de las emisiones de NO_x y de SO₂.

Los factores de coste se proporcionan para cada Estado miembro de la UE y se basan en la población media expuesta por país. Además se sugiere un procedimiento para diferenciar los costes de daño de la emisión de partículas por tipo de área: rural, suburbana y urbano dada la importancia de tener en cuenta la exposición real a los riesgos para la salud (muy correlacionados con la densidad de población) al evaluar los impactos de los contaminantes locales.

Para un mayor detalle que el resumen ofrecido aquí el lector interesado puede consultar el siguiente enlace: <https://www.wind-energy-the-facts.org/determination-of-air-polluting-conventional-power-plants-and-replaceable-segment-of-conventional-electricity-generation-by-wind-energy.html>

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Por último, y como señalan (Tichavska y Tovar, 2017) la estimación de los costes externos derivados de las emisiones de CO₂ (cambio climático) se aborda de manera diferente ya que los factores de coste se estiman como costes de evitación de acuerdo con los objetivos de reducción, el año de aplicación, la tasa de descuento y el capital. Por lo tanto, se sugiere una combinación de la metodología IPA y los costes de evitación al abordar los costes del efecto invernadero (Denisis, 2009).

De este modo, en las estimaciones que se presentan a continuación, como ya se señaló, los factores de coste se obtendrán de los tres estudios bottom-up presentados: BETA, CAFÉ y NEEDS salvo para aquellos referidos a las emisiones de CO y CO₂ que se obtienen de Denise (2009) y Delft y Infrass (2001) respectivamente. En este último caso, y siguiendo las recomendaciones de no utilizar sólo un factor de coste debido a las incertidumbres asociadas a los costes del cambio climático, se utilizarán dos factores (alto y bajo) de coste para valorar las externalidades derivadas de las emisiones de CO₂.

3. Resultados

Con base en las estimaciones de gases liberados a la atmosfera por los buques atracados durante el periodo julio 2017-junio 2018 (véase metodología y estimaciones en esta misma página web) aplicando la metodología anteriormente descrita y los factores de coste señalados se obtienen los resultados que se presentan a continuación para cada uno de los cuatro puertos analizados.

Nótese que para cada uno de los puertos analizados se presentan diferentes estimaciones del coste externo local según que se utilicen los factores de coste de BeTa, los de NEEDs o se utilice una combinación del factor de coste urbano de Beta con los alternativos factores de coste rural de CAFE de modo que se trabaja, para cada puerto, con los umbrales existentes (altos y bajos) de factores de coste disponibles en la literatura. Por lo que respecta al coste externo derivado de las emisiones de CO₂ y siguiendo a Delft e Infrass (2011), la estimación de menor coste se basa en el factor de evitación calculado para cumplir con el objetivo de reducción de gases de efecto invernadero de la UE para 2020, mientras que la estimación de mayor coste se basa en el coste de cumplir con el objetivo a plazo de mantener el CO₂ por debajo de 450 ppm en la atmósfera y mantener el aumento de la temperatura global por debajo de 2 grados centígrados.

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021

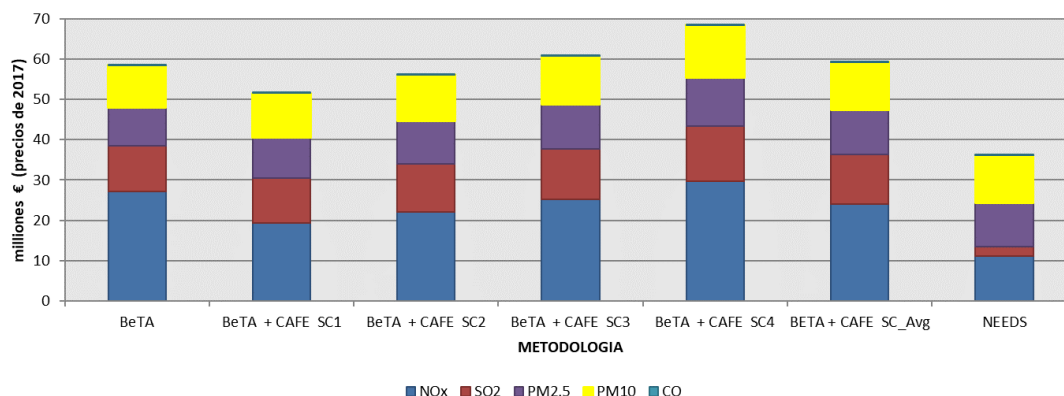


3.1. Puerto de Las Palmas.

Los costes externos de las emisiones de los barcos en atraque durante el periodo analizado que se derivan de las emisiones de CO₂, y por tanto tienen un efecto global, oscilan entre 2.747.079€ y 16.042.942€ según el factor de coste utilizado (véase cuadro 1.1).

Los costes externos locales varían en función de la metodología empleada entre 63,1 y 68,7 millones de euros como muestra el gráfico 1.1. En términos porcentuales y con respecto a los resultados de utilizar factores urbanos y rurales exclusivamente de BeTa, se observa que el coste local calculado siguiendo NEEDs es un 38% menor, mientras que en el caso de la combinación Beta y factores de coste rural de CAFÉ el rango de variación en costes de los cuatro escenarios de sensibilidad supone una reducción del 12% y del 4% para los dos primeros escenarios (SC1 y SC2) frente a un incremento del 4% y del 17% para los dos últimos (SC3 y SC4). Nótese que cuando la comparación es con el promedio de los cuatro escenarios de CAFE (BETA & CAFE SC_AVG) la diferencia es sólo de un incremento del 1% con respecto al uso de factores de coste exclusivos de BeTa.

Gráfico 1.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018



El gráfico 1.1 también muestra que, con independencia de la metodología elegida, la mayor proporción del coste externo local se debe a las emisiones de NO_x seguido, en orden descendente en importancia, del coste externo asociado a las emisiones de SO_x (con la excepción de NEEDs), de Partículas (PM_{2.5} y PM₁₀) y por último de CO.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



A continuación, en el cuadro 1.1 se presentan los resultados desagregados por subsector. Dada la similitud entre los resultados de BETA y BETA+CAFE SC_AVG se opta por presentar los resultados de este último y de NEEDS. Los costes externos derivados de la emisión de gases con efecto local ascendieron a 59.166.230€ en el caso de BETA+CAFE SC_AVG siendo un 39% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

21

Cuadro 1.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

| Puerto de Las Palmas | CO2 BAJO | CO2 ALTO | BETA & CAFE SC_AVG | | NEEDS | |
|----------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO |
| CARGA GENERAL | 31.420 | 183.494 | 916.840 | 1.100.334 | 559.796 | 743.290 |
| CARGAS LÍQUIDAS | 977.822 | 5.710.480 | 20.666.465 | 26.376.945 | 12.660.908 | 18.371.388 |
| COCHES | 18.906 | 110.414 | 787.514 | 897.928 | 439.910 | 550.324 |
| CONTENEDORES | 656.160 | 3.831.976 | 14.066.303 | 17.898.279 | 8.553.998 | 12.385.974 |
| CRUCEROS | 183.802 | 1.073.404 | 3.529.097 | 4.602.500 | 2.197.215 | 3.270.619 |
| FRIGORÍFICOS | 400.956 | 2.341.585 | 8.413.888 | 10.755.473 | 5.166.850 | 7.508.434 |
| GRANELEROS | 97.145 | 567.329 | 2.132.899 | 2.700.227 | 1.301.150 | 1.868.479 |
| MISCELÁNEOS | 17.649 | 103.069 | 393.433 | 496.502 | 237.839 | 340.908 |
| RORO | 363.218 | 2.121.192 | 8.259.791 | 10.380.983 | 5.032.356 | 7.153.547 |
| Total | 2.747.079 | 16.042.942 | 59.166.230 | 75.209.172 | 36.150.021 | 52.192.962 |

El cuadro 1.1 muestra que, tanto en un caso como en el otro, la mayor parte del coste externo local correspondió a los barcos portando cargas líquidas (35%), seguidos de los que transportan contenedores (24%) y en menor medida a los buques frigoríficos (14,2%) y RORO (14%).

El coste externo total cuando se considera el coste de las emisiones de CO₂ alto ascendió a 75.209.102€ en el caso de BETA+CAFE SC_AVG siendo un 31% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

El desglose de los costes externos evitables por tipo de contaminante se representa en los gráficos 1.2 y 1.3 para BETA+CAFE SC_AVG y NEEDS, respectivamente. La mayor proporción corresponde al coste externo asociado a las emisiones de NOx en el caso de BETA+CAFE SC_AVG y al asociado al CO₂ en el caso de NEEDS. Por lo que se refiere al coste externo derivado de la emisión de partículas las diferencias son menos notables, significando estos contaminantes una proporción mayor en el caso de NEEDS. Por último, cuando se trata del coste externo asociado al SOx las diferencias son más que notables: 4,43% en NEEDS frente al 16,22% en BETA+CAFE SC_AVG.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 1.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

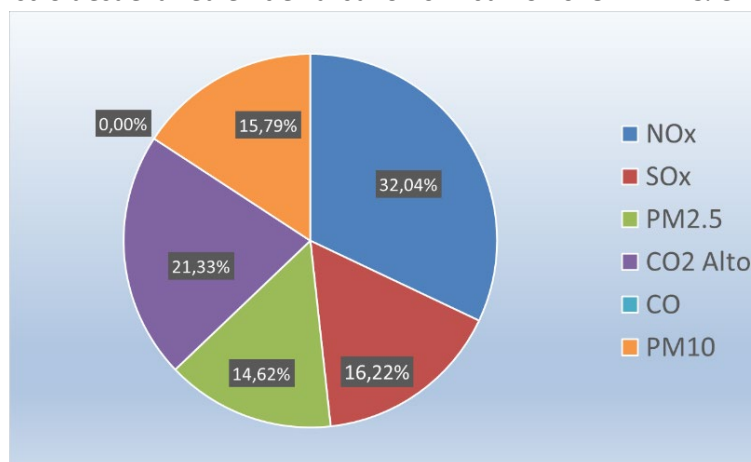
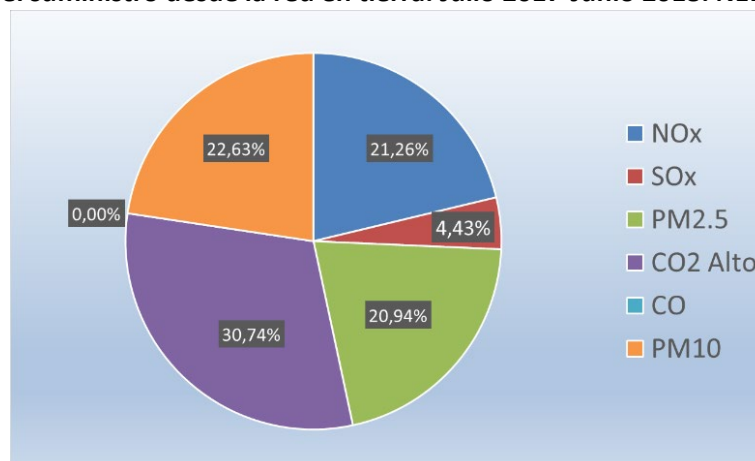


Gráfico 1.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Los Gráficos 1.4 y 1.5 ofrecen la desagregación del coste mensual externo por tipo de contaminante. Como era de esperar el perfil temporal es similar en ambos gráficos aunque el nivel de coste varía siendo más alto cuando se obtiene a través de BETA+CAFE SC_AVG que en el caso de NEEDS.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 1.4. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

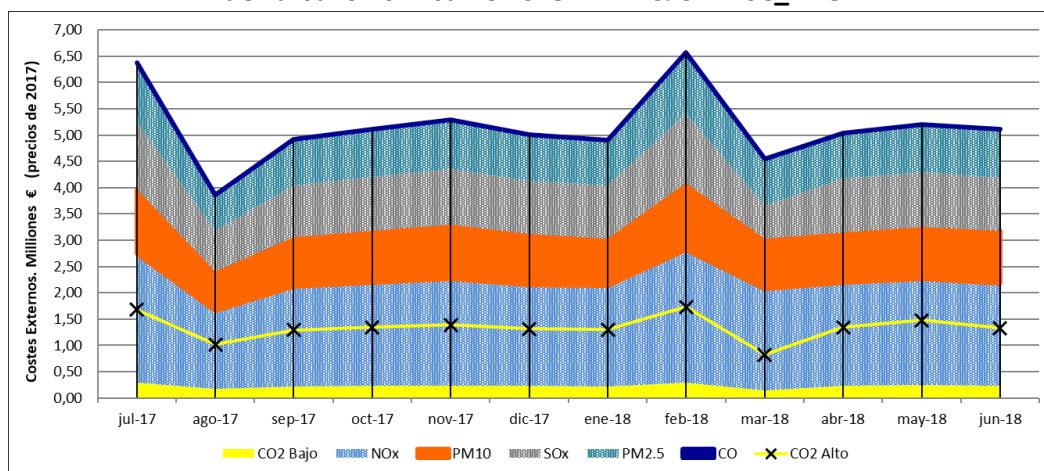
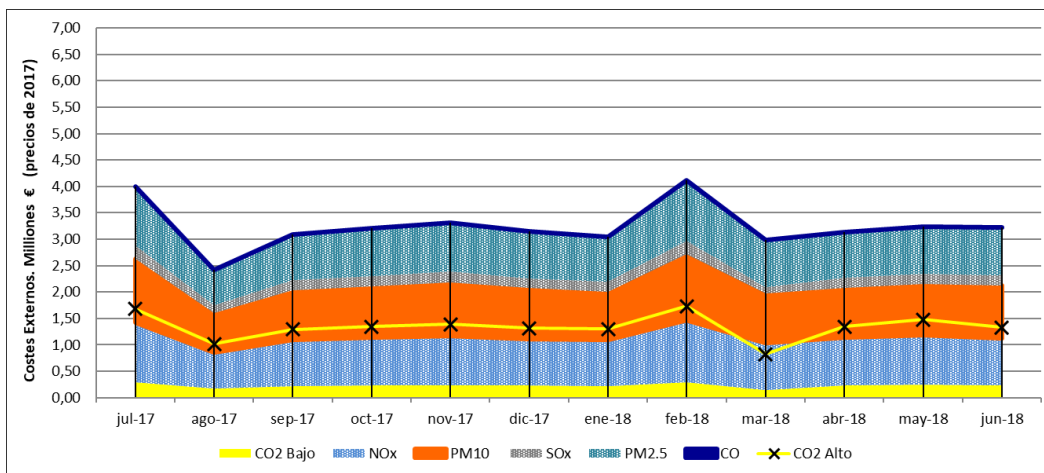


Gráfico 1.5. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Por último, los Gráficos 1.6 y 1.7 ofrecen el coste externo desagregado por tipo de contaminante y subsector lo que permite asociar los costes externos al perfil de tráfico del puerto. En el caso de Las Palmas se observa que los subsectores con mayor peso en el coste externo total evitable son, en orden descendente, las cargas líquidas, los contenedores, frigoríficos y RORO. En todos los casos destaca el peso en el coste externo de las emisiones de NOx y de PM₁₀.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 1.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

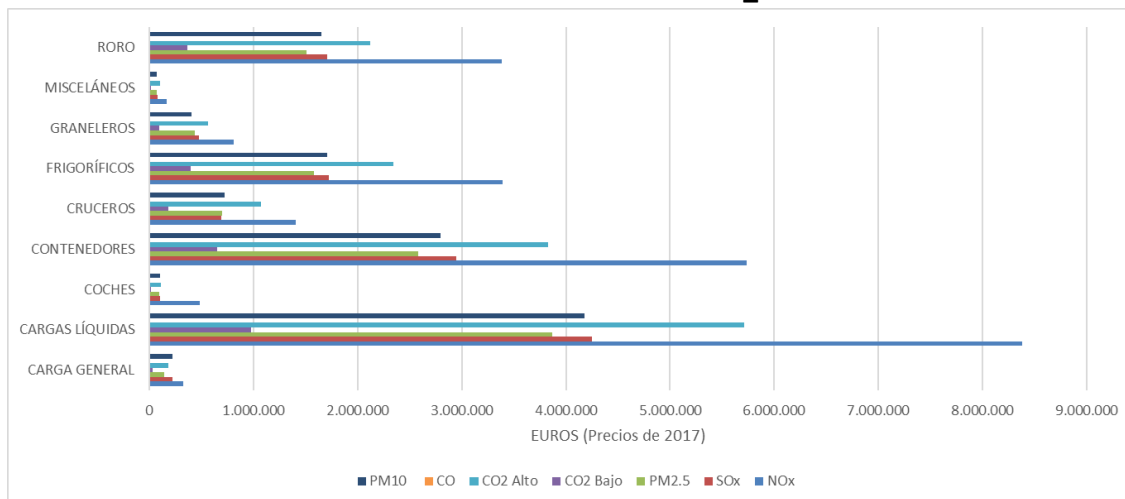
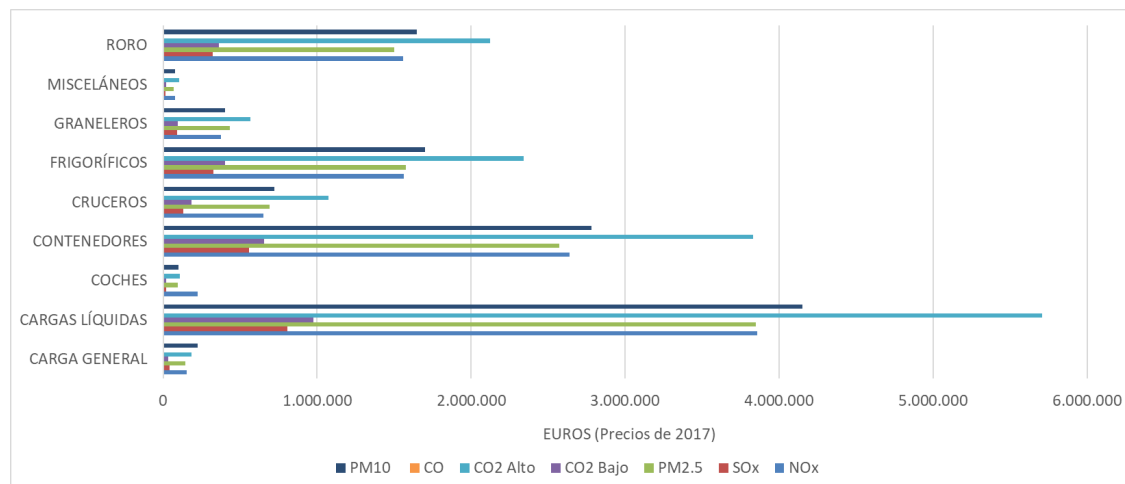


Gráfico 1.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021

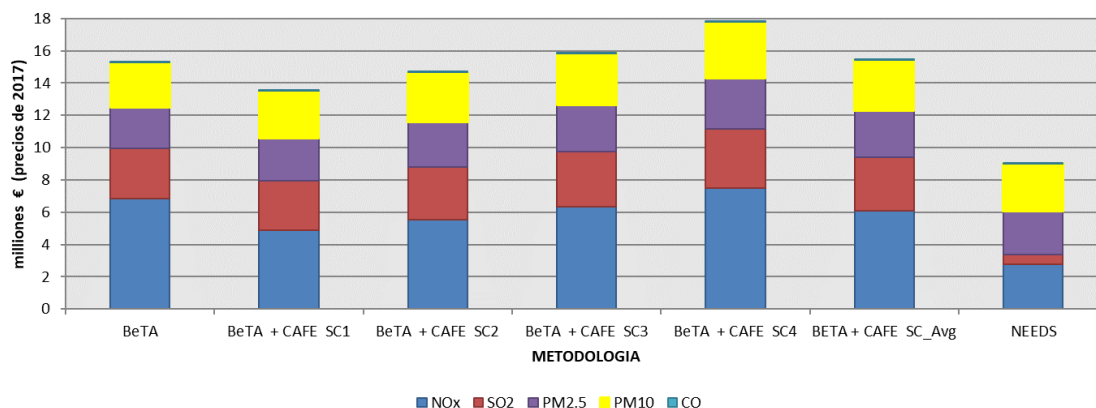


3.2. Puerto de Palma

Los costes externos de las emisiones de los barcos en atraque durante el periodo analizado que se derivan de las emisiones de CO₂, y por tanto tienen un efecto global, oscilan entre 714.587€ y 4.184.865€ según el factor de coste utilizado (véase cuadro 2.1).

Los costes externos locales varían en función de la metodología empleada entre 9 y 17,8 millones de euros como muestra el gráfico 2.1. En términos porcentuales y con respecto a los resultados de utilizar factores urbanos y rurales exclusivamente de BeTa, se observa que el coste local calculado siguiendo NEEDs es un 41% menor, mientras que en el caso de la combinación Beta y factores de coste rural de CAFÉ el rango de variación en costes de los cuatro escenarios de sensibilidad supone una reducción del 11% y del 4% para los dos primeros escenarios (SC1 y SC2) frente a un incremento del 4% y del 16% para los dos últimos (SC3 y SC4). Nótese que cuando la comparación es con el promedio de los cuatro escenarios de CAFE (BETA & CAFE SC_AVG) la diferencia es sólo de un incremento del 1% con respecto al uso de factores de coste exclusivos de BeTa.

Gráfico 2.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018



El gráfico 2.1 también muestra que, con independencia de la metodología elegida, la mayor proporción del coste externo local se debe siempre a las emisiones de NO_x seguido, no existiendo un patrón claro en el orden descendente de importancia del coste externo asociado a las emisiones de SO_x y de Partículas (PM_{2.5} y PM₁₀), salvo en el caso de NEEDS, dónde la importancia de estas últimas está muy por encima del coste externo derivado de las emisiones

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



de SOx. En todos los casos el último en importancia es el coste externo derivado de las emisiones de CO.

A continuación, en el cuadro 2.1 se presentan los resultados desagregados por subsector. Dada la similitud entre los resultados de BETA y BETA+CAFE SC_Avg se opta por presentar los resultados de este último y de NEEDS. Los costes externos derivados de la emisión de gases con efecto local ascendieron a 15.453.148€ en el caso de BETA+CAFE SC_Avg siendo un 42% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

Cuadro 2.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

| Puerto de Palma | CO2 BAJO | CO2 ALTO | BETA & CAFE SC_AVG | | NEEDS | |
|-----------------|----------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO |
| CARGA GENERAL | 4.017 | 23.459 | 274.861 | 298.320 | 198.525 | 221.984 |
| CARGAS LÍQUIDAS | 68.259 | 398.630 | 1.250.657 | 1.649.287 | 724.416 | 1.123.045 |
| COCHES | - | - | - | - | - | - |
| CONTENEDORES | 8.906 | 52.014 | 347.314 | 399.327 | 171.347 | 223.361 |
| CRUCEROS | 486.603 | 2.841.759 | 10.377.359 | 13.219.118 | 6.025.938 | 8.867.697 |
| FRIGORÍFICOS | 307 | 1.790 | 7.004 | 8.794 | 4.106 | 5.896 |
| GRANELEROS | 4.013 | 23.434 | 100.153 | 123.588 | 57.248 | 80.682 |
| MISCELÁNEOS | 2.212 | 12.916 | 113.618 | 126.535 | 56.122 | 69.038 |
| RORO | 142.271 | 830.864 | 2.982.182 | 3.813.046 | 1.771.601 | 2.602.464 |
| Total | 716.587 | 4.184.865 | 15.453.148 | 19.638.013 | 9.009.302 | 13.194.167 |

El cuadro 2.1 muestra que, tanto en un caso como en el otro, la mayor parte del coste externo local correspondió a los cruceros (67%), seguido a mucha distancia de los RORO (19%) y cargas líquidas (8%).

El coste externo total cuando se considera el coste de las emisiones de CO₂ alto ascendió a 19.638.013€ en el caso de BETA+CAFE SC_Avg siendo un 33% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

El desglose de los costes externos evitables por tipo de contaminante se representa en los gráficos 2.2 y 2.3 para BETA+CAFE SC_Avg y NEEDS, respectivamente. La mayor proporción corresponde al coste externo asociado a las emisiones de NOx en el caso de BETA+CAFE SC_Avg y al asociado al CO₂ en el caso de NEEDS, representando ambos alrededor del 30% del coste externo total. Por lo que se refiere al coste externo derivado de la emisión de partículas las diferencias son menos notables, contrario a lo que ocurre con el coste externo asociado al SOx, que tiene un peso cuatro veces mayor en el caso de NEEDS

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 2.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

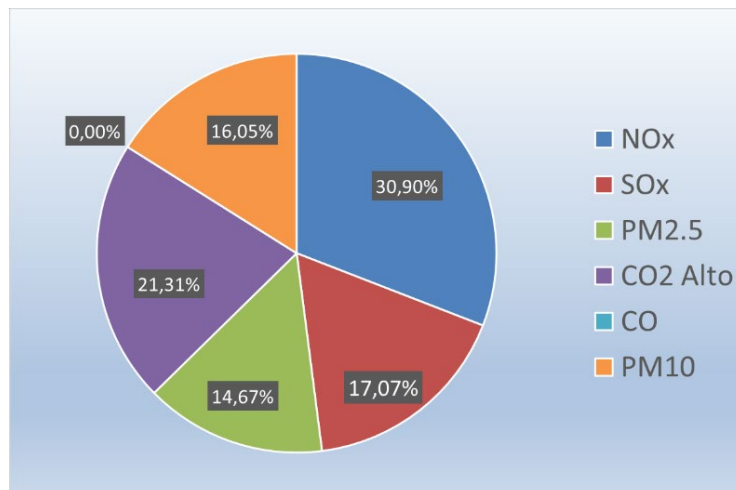
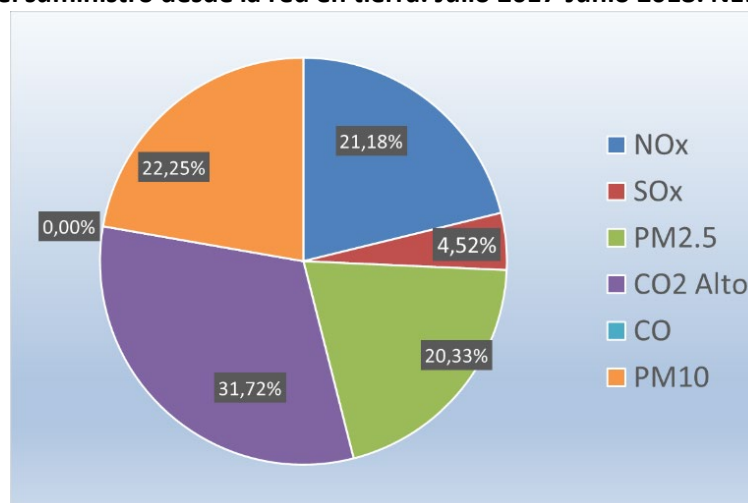


Gráfico 2.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Los Gráficos 4 y 5 ofrecen la desagregación del coste mensual externo por tipo de contaminante. Como era de esperar el perfil temporal es similar en ambos gráficos aunque el nivel de coste varía siendo más alto cuando se obtiene a través de BETA+CAFE SC_AVG que en el caso de NEEDS.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 2.4. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

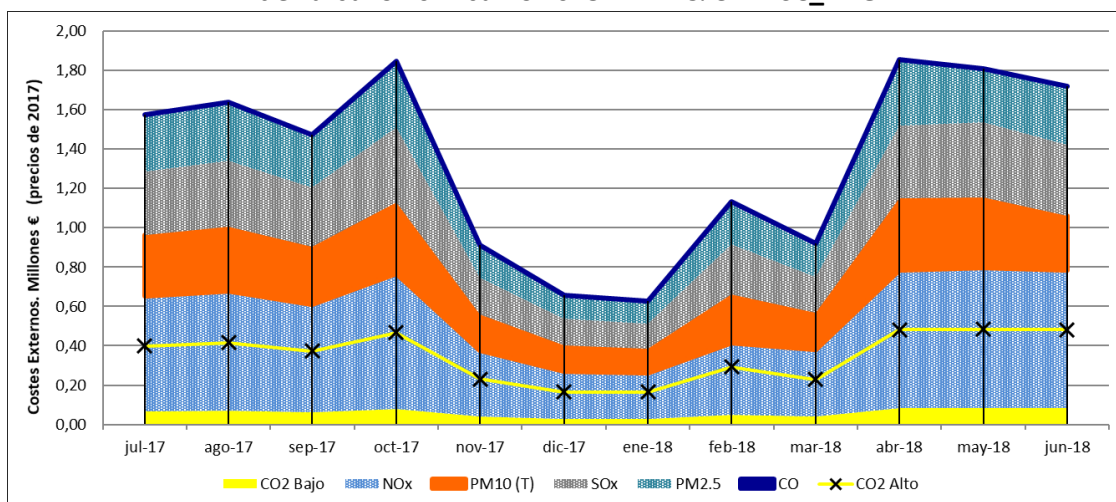
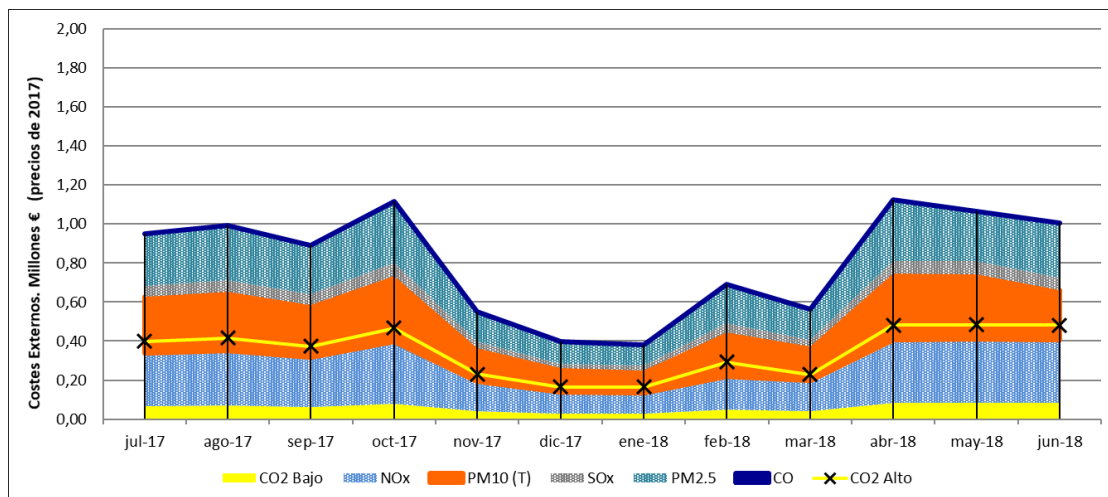


Gráfico 2.5. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Por último, los Gráficos 6 y 7 ofrecen el coste externo desagregado por tipo de contaminante y subsector lo que permite asociar los costes externos al perfil de tráfico del puerto. En el caso de Pasajes se observa que los subsectores con mayor peso en el coste externo total evitable son,

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



en orden descendente, los portacontenedores, los buques de carga general y los car-carriers. En todos los casos destaca el peso en el coste externo de las emisiones de NOx y de CO₂.

29

Gráfico 2.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

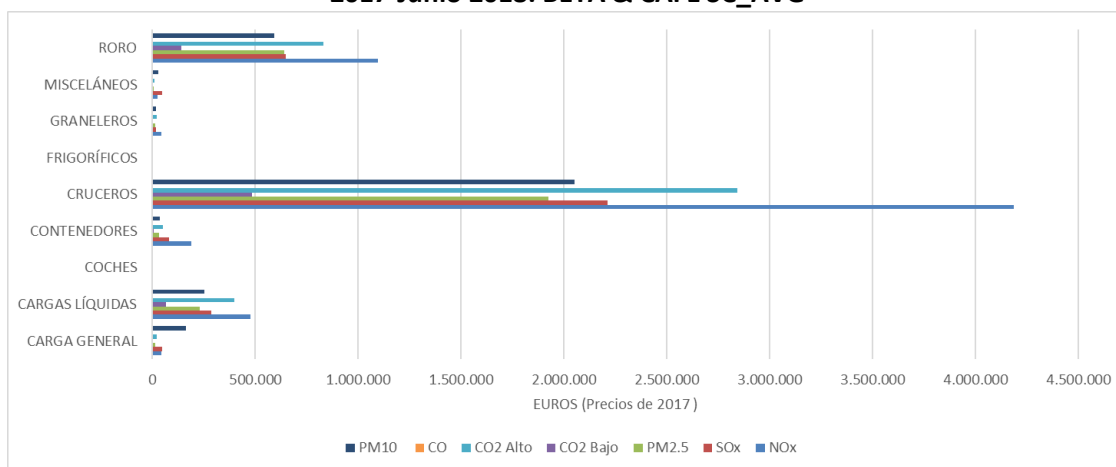
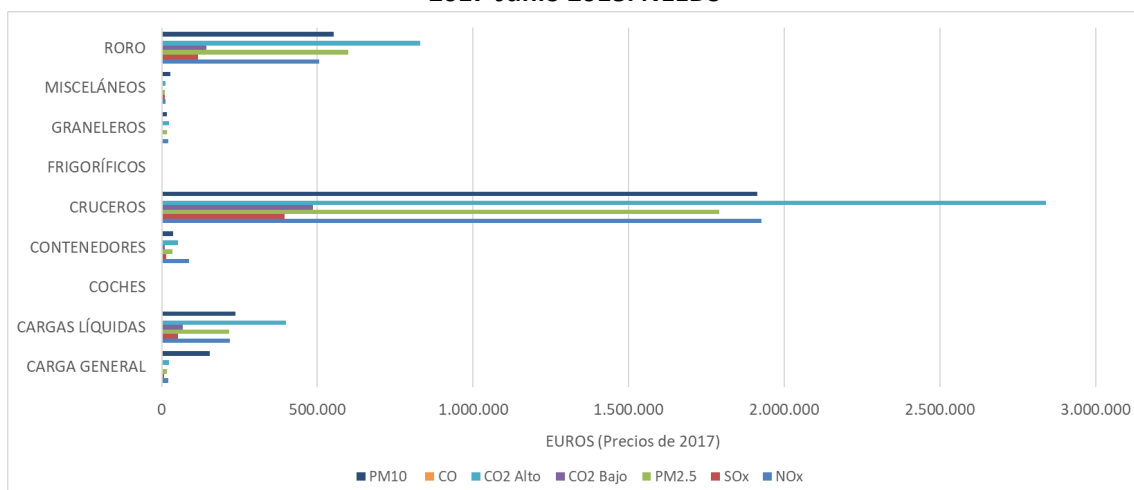


Gráfico 2.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021

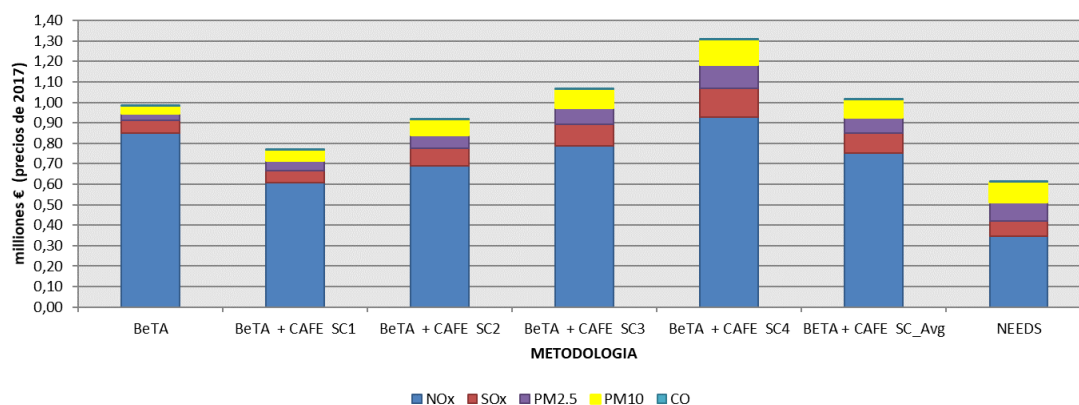


3.3. Puerto de Pasajes

Los costes externos de las emisiones de los barcos en atraque durante el periodo analizado que se derivan de las emisiones de CO₂, y por tanto tienen un efecto global, oscilan entre 517.539€ y 88.620€ según el factor de coste utilizado (véase cuadro 3.1).

Los costes externos locales varían en función de la metodología empleada entre 0,61 y 1,3 millones de euros como muestra el gráfico 3.1. En términos porcentuales y con respecto a los resultados de utilizar factores urbanos y rurales exclusivamente de BeTa, se observa que el coste local calculado siguiendo NEEDs es un 38% menor, mientras que en el caso de la combinación Beta y factores de coste rural de CAFE el rango de variación en costes de los cuatro escenarios de sensibilidad supone una reducción del 22% y del 7% para los dos primeros escenarios (SC1 y SC2) frente a un incremento del 8% y del 33% para los dos últimos (SC3 y SC4). Nótese que cuando la comparación es con el promedio de los cuatro escenarios de CAFE (BETA & CAFE SC_AVG) la diferencia es sólo de un incremento del 3% con respecto al uso de factores de coste exclusivos de BeTa.

Gráfico 3.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018



El gráfico 3.1 también muestra que, con independencia de la metodología elegida, la mayor proporción del coste externo local se debe a las emisiones de NO_x seguido, en orden descendente en importancia, del coste externo asociado a las emisiones de SO_x, de Partículas (PM_{2,5} y PM₁₀) y por último de CO.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



A continuación, en el cuadro 3.1 se presentan los resultados desagregados por subsector. Dada la similitud entre los resultados de BETA y BETA+CAFE SC_AVG se opta por presentar los resultados de este último y de NEEDS. Los costes externos derivados de la emisión de gases con efecto local ascendieron a 1.013.181€ en el caso de BETA+CAFE SC_AVG siendo un 40% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

31

Cuadro 3.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

| Puerto de PASAJES | CO2 BAJO | CO2 ALTO | BETA & CAFE SC_AVG | | NEEDS | |
|-------------------|---------------|----------------|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| | | | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO |
| CARGA GENERAL | 25.798 | 150.663 | 271.158 | 421.821 | 163.829 | 314.492 |
| CARGAS LÍQUIDAS | - | - | - | - | - | - |
| COCHES | 15.718 | 91.792 | 175.383 | 267.175 | 106.718 | 198.511 |
| CONTENEDORES | 37.464 | 218.787 | 448.223 | 667.010 | 268.766 | 487.553 |
| CRUCEROS | 1.080 | 6.309 | 9.166 | 15.475 | 5.466 | 11.775 |
| FRIGORÍFICOS | - | - | - | - | - | - |
| GRANELEROS | 8.400 | 49.055 | 107.765 | 156.820 | 64.446 | 113.500 |
| MISCELÁNEOS | - | - | - | - | - | - |
| RORO | 160 | 933 | 1.485 | 2.419 | 931 | 1.864 |
| Total | 88.620 | 517.539 | 1.013.181 | 1.530.719 | 610.157 | 1.127.695 |

El cuadro 3.1 muestra que, tanto en un caso como en el otro, la mayor parte del coste externo local correspondió a los barcos de contenedores (44%), seguidos de los de carga general (27%) y en menor medida a los car-carriers (17%) y graneleros (11%).

El coste externo total cuando se considera el coste de las emisiones de CO₂ alto ascendió a 1.530.719€ en el caso de BETA+CAFE SC_AVG siendo un 27% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

El desglose de los costes externos evitables por tipo de contaminante se representa en los gráficos 3.2 y 3.3 para BETA+CAFE SC_AVG y NEEDS, respectivamente. La mayor proporción corresponde al coste externo asociado a las emisiones de NOx en el caso de BETA+CAFE SC_AVG y al asociado al CO₂ en el caso de NEEDS. Por lo que se refiere al coste externo derivado de la emisión de partículas las diferencias son menos notables y casi desaparecen cuando se trata del coste externo asociado al SOx.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 3.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

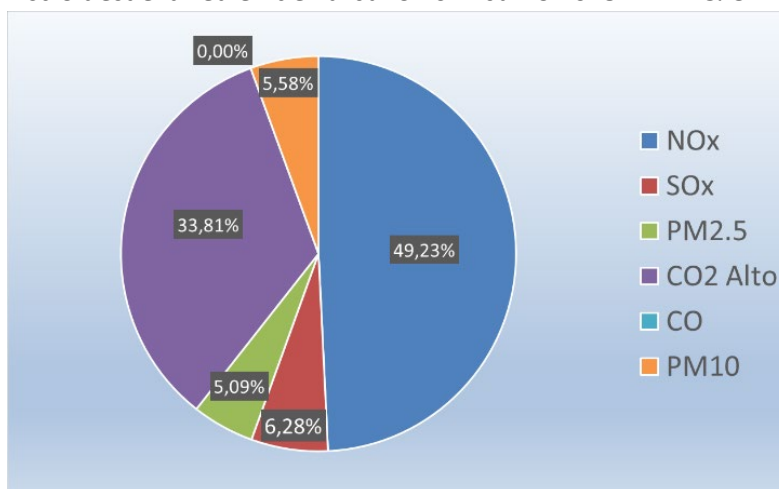
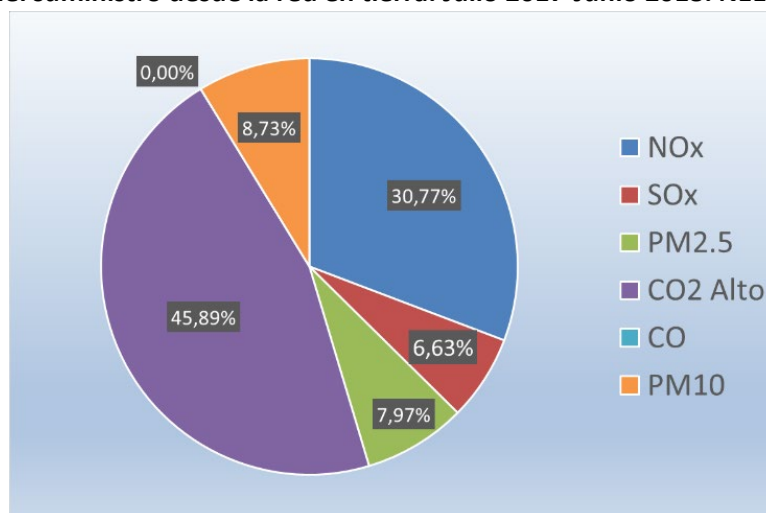


Gráfico 3.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Los gráficos 3.4 y 3.5 ofrecen la desagregación del coste mensual externo por tipo de contaminante. Como era de esperar el perfil temporal es similar en ambos gráficos aunque el nivel de coste varía siendo más alto cuando se obtiene a través de BETA+CAFE SC_Avg que en el caso de NEEDS.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 3.4. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

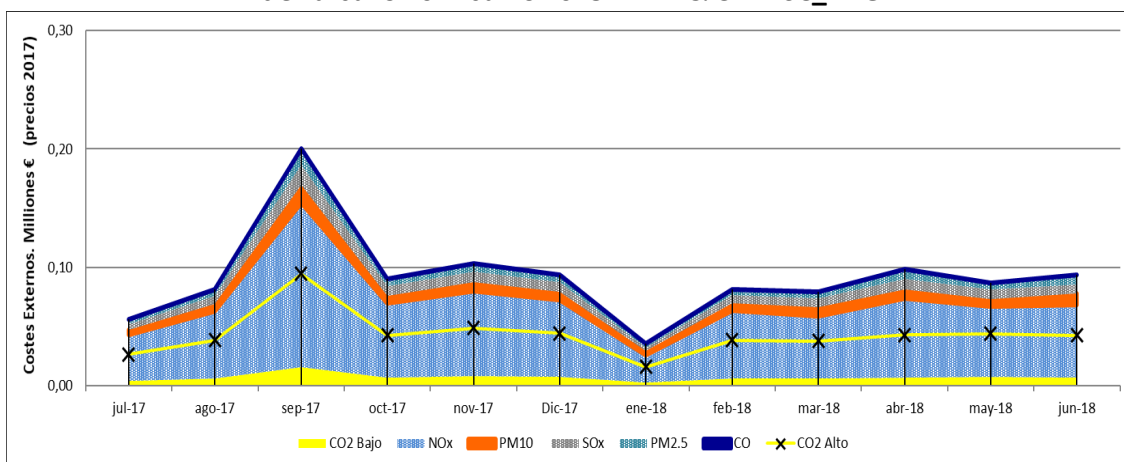
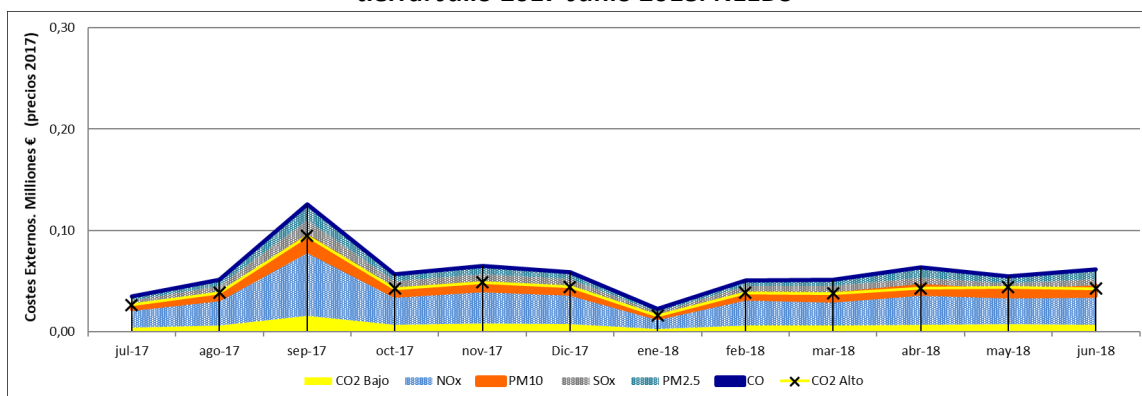


Gráfico 3.5. Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Por último, los gráficos 3.6 y 3.7 ofrecen el coste externo desagregado por tipo de contaminante y subsector lo que permite asociar los costes externos al perfil de tráfico del puerto. En el caso de Pasajes se observa que los subsectores con mayor peso en el coste externo total evitable son, en orden descendente, los portacontenedores, los buques de carga general y los car-carriers. En todos los casos destaca el peso en el coste externo de las emisiones de NOx y de CO₂.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 3.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

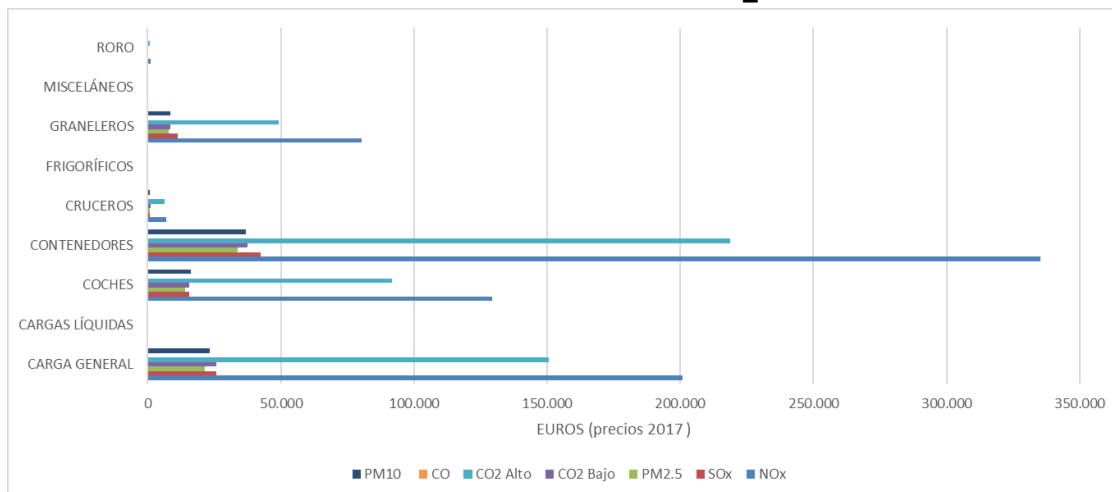
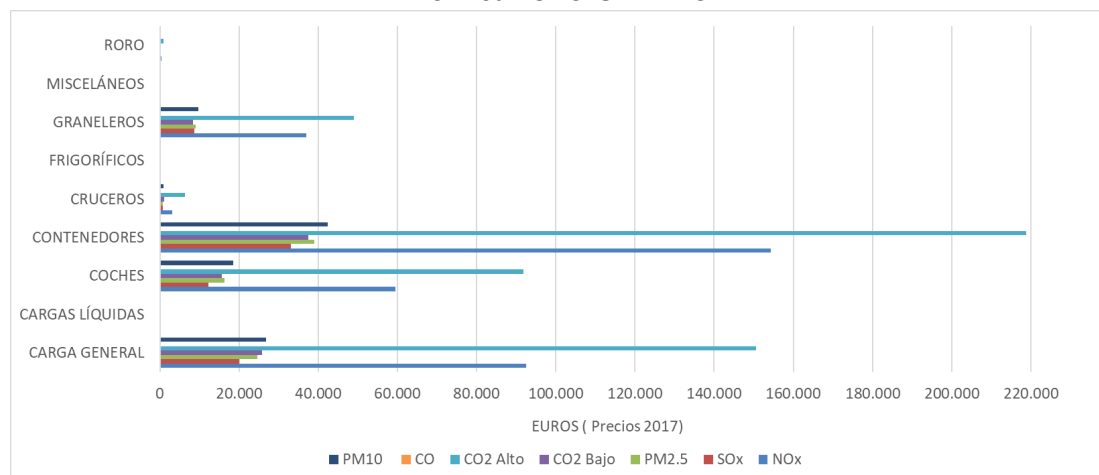


Gráfico 3.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021

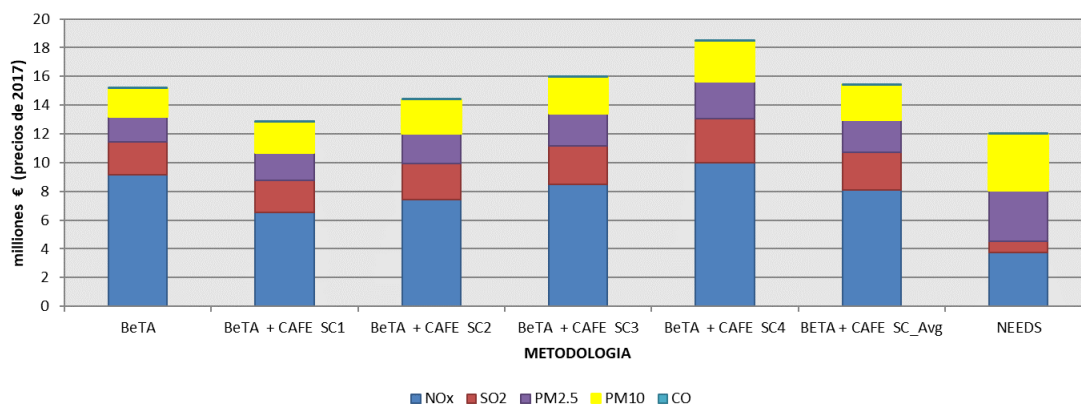


3.4. Puerto de Tenerife

Los costes externos de las emisiones de los barcos en atraque durante el periodo analizado que se derivan de las emisiones de CO₂, y por tanto tienen un efecto global, oscilan entre 935.997€ y 5.466.222€ según el factor de coste utilizado (véase cuadro 4.1).

Los costes externos locales varían en función de la metodología empleada entre 11,9 y 18,5 millones de euros como muestra el gráfico 4.1. En términos porcentuales y con respecto a los resultados de utilizar factores urbanos y rurales exclusivamente de BeTa, se observa que el coste local calculado siguiendo NEEDs es un 21% menor, mientras que en el caso de la combinación Beta y factores de coste rural de CAFÉ el rango de variación en costes de los cuatro escenarios de sensibilidad supone una reducción del 15% y del 5% para los dos primeros escenarios (SC1 y SC2) frente a un incremento del 5% y del 22% para los dos últimos (SC3 y SC4). Nótese que cuando la comparación es con el promedio de los cuatro escenarios de CAFE (BETA & CAFE SC_AVG) la diferencia es sólo de un incremento del 2% con respecto al uso de factores de coste exclusivos de BeTa.

Gráfico 4.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Todas las metodologías. Julio 2017-Junio 2018



El gráfico 4.1 también muestra que, con independencia de la metodología elegida, la mayor proporción del coste externo local se debe a las emisiones de NO_x seguido, en orden descendente en importancia, del coste externo asociado a las emisiones de SO_x (con la única excepción de NEEDs), de Partículas (PM_{2.5} y PM₁₀) y por último de CO.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



A continuación, en el cuadro 4.1 se presentan los resultados desagregados por subsector. Dada la similitud entre los resultados de BETA y BETA+CAFE SC_AVG se opta por presentar los resultados de este último y de NEEDS. Los costes externos derivados de la emisión de gases con efecto local ascendieron a 15.407.938€ en el caso de BETA+CAFE SC_AVG siendo un 22% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

36

Cuadro 4.1. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

| Puerto de Tenerife | CO2 BAJO | CO2 ALTO | BETA & CAFE SC_AVG | | NEEDS | |
|--------------------|----------|-----------|--------------------|---------------|------------|---------------|
| | | | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO | CE LOCAL | CE TOTAL ALTO |
| CARGA GENERAL | 18.803 | 109.807 | 337.345 | 447.152 | 262.926 | 372.733 |
| CARGAS LÍQUIDAS | 394.475 | 2.303.735 | 6.367.771 | 8.671.506 | 4.957.957 | 7.261.692 |
| COCHES | 12.852 | 75.058 | 209.123 | 284.180 | 198.877 | 273.935 |
| CONTENEDORES | 131.715 | 769.213 | 2.092.024 | 2.861.238 | 1.637.765 | 2.406.978 |
| CRUCEROS | 143.348 | 837.154 | 2.518.456 | 3.355.610 | 1.930.834 | 2.767.989 |
| FRIGORÍFICOS | - | - | - | - | - | - |
| GRANELEROS | 20.521 | 119.843 | 285.567 | 405.410 | 257.996 | 377.839 |
| MISCELÁNEOS | 3.065 | 17.902 | 37.693 | 55.595 | 17.538 | 35.440 |
| RORO | 211.217 | 1.233.510 | 3.559.960 | 4.793.470 | 2.730.396 | 3.963.906 |
| Total | 935.997 | 5.466.222 | 15.407.938 | 20.874.161 | 11.994.289 | 17.460.511 |

El cuadro 4.1 muestra que, tanto en un caso como en el otro, la mayor parte del coste externo local correspondió a los barcos portando cargas líquidas (41%), seguidos de los ROROs (23%), y en menor medida a los cruceros (16%) y contenedores (14%).

El coste externo total cuando se considera el coste de las emisiones de CO₂ alto ascendió a 20.817.161€ en el caso de BETA+CAFE SC_AVG siendo un 16% menor en el caso de que el método aplicado sea NEEDS.

El desglose de los costes externos evitables por tipo de contaminante se representa en los gráficos 4.2 y 4.3 para BETA+CAFE SC_AVG y NEEDS, respectivamente. La mayor proporción corresponde al coste externo asociado a las emisiones de NOx en el caso de BETA+CAFE SC_AVG y al asociado al CO₂ en el caso de NEEDS. Por lo que se refiere al coste externo derivado de la emisión de partículas las diferencias, aunque suponen una mayor proporción en el caso de NEEDS. Finalmente, también existen diferencias notables cuando se trata del coste externo asociado al SOx que tiene casi tres veces más importancia en el caso de BETA+CAFÉ SC_AVG.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 4.2. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

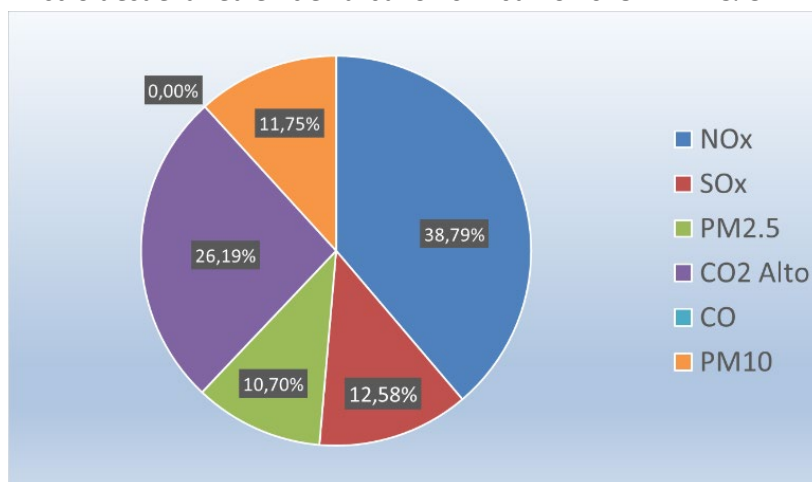
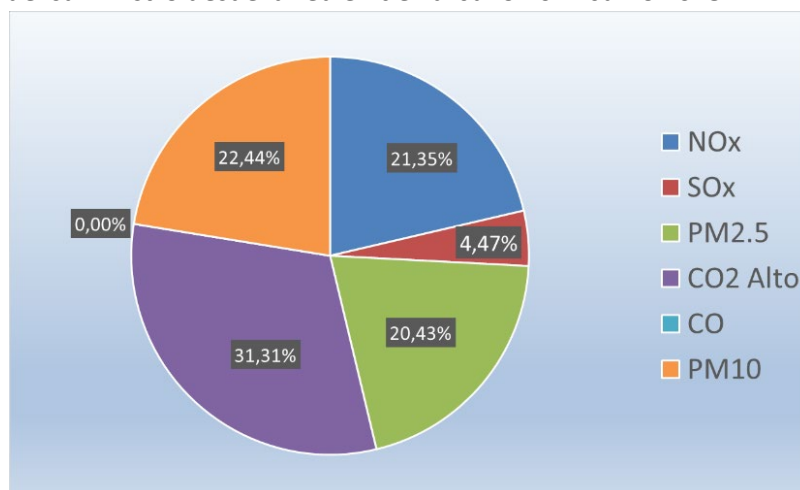


Gráfico 4.3. Importancia de cada contaminante en los costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Los Gráficos 4.4 y 4.5 ofrecen la desagregación del coste mensual externo por tipo de contaminante. Como era de esperar el perfil temporal es similar en ambos gráficos aunque el nivel de coste varía siendo más alto cuando se obtiene a través de BETA+CAFE SC_Avg que en el caso de NEEDS.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 4.4 Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

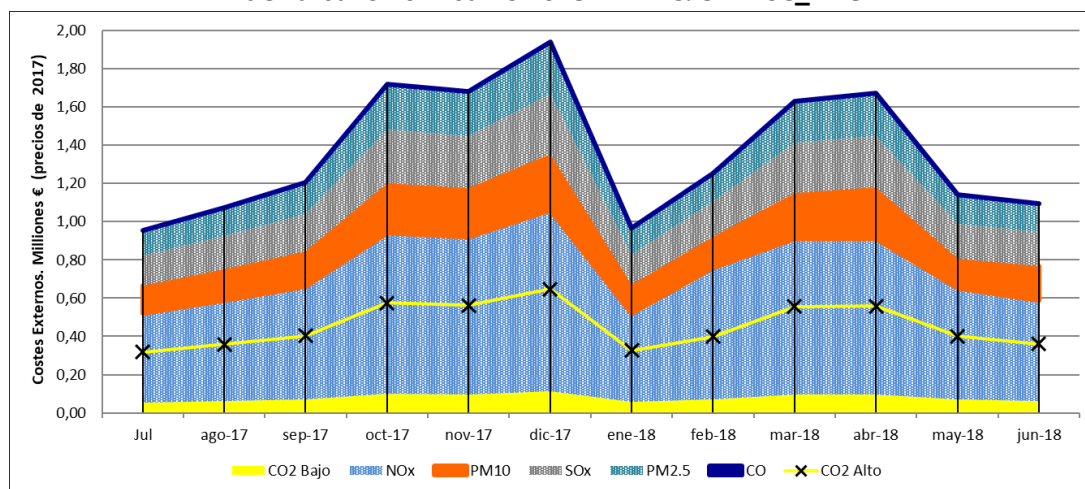
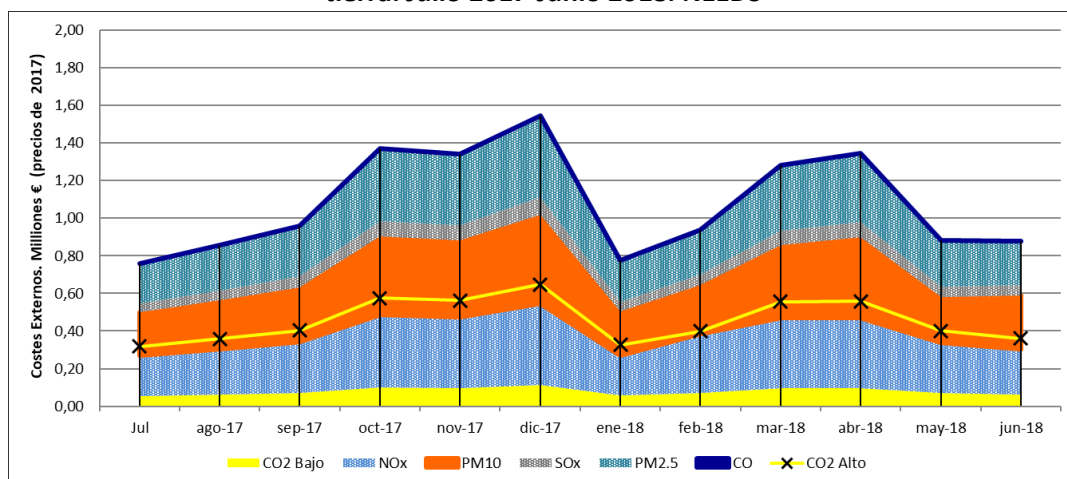


Gráfico 4.5 Costes mensuales evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



Por último, los Gráficos 4.6 y 4.7 ofrecen el coste externo desagregado por tipo de contaminante y subsector lo que permite asociar los costes externos al perfil de tráfico del puerto. En el caso de Tenerife los subsectores con mayor peso en el coste externo total evitable son, en orden descendiente, los contenedores, la carga general y los car-carriers. En todos los casos destaca el peso en el coste externo de las emisiones de CO₂.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 4.6. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG

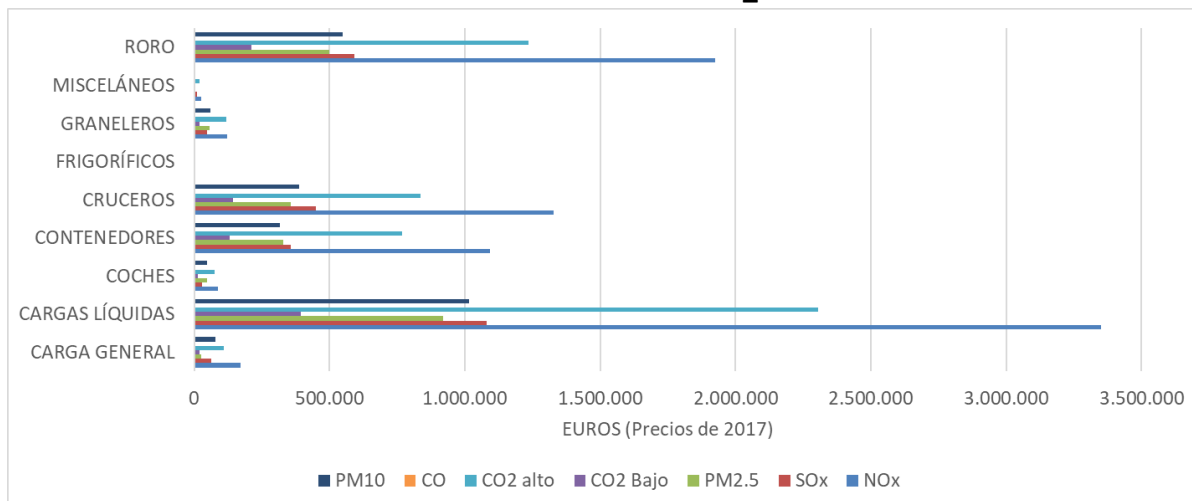
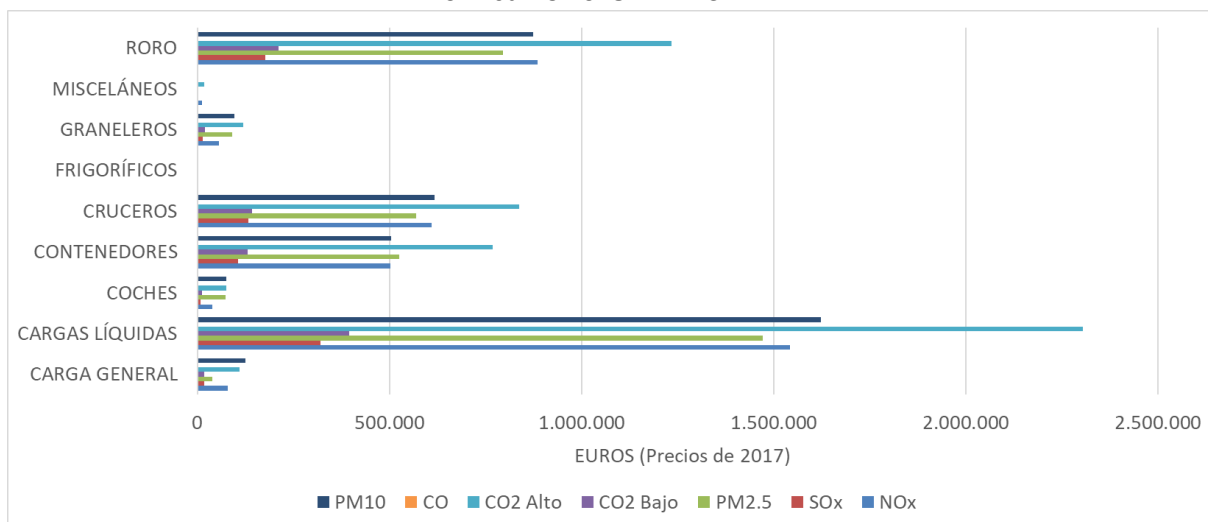


Gráfico 4.7. Costes evitables en atraque a través del suministro desde la red en tierra. Julio 2017-Junio 2018. NEEDS



INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



4. Comparativa

Como se ha puesto de manifiesto con los resultados anteriores, cada puerto tiene su perfil de tráfico, tanto en lo que se refiere a las modalidades de tráfico que maneja como al perfil temporal de los mismos, lo que aconseja un análisis individualizado y pormenorizado como el realizado en las páginas anteriores. No obstante, puede resultar interesante comparar los costes externos de puertos en estudio.

Para que esta comparación tenga sentido debe realizarse poniendo en relación los costes externos con una medida de la actividad que los ha generado. A este propósito son de especial utilidad los eco indicadores, considerados en la literatura como una herramienta valiosa para promover el desarrollo sostenible. Su uso se base en la idea de reducir el impacto asociado a una determinada actividad económica (Tichavska y Tovar, 2015).

Como señalan Tichavska y Tovar (2015), estos indicadores proporcionan a los puertos información valiosa para mejorar su posición competitiva, toda vez que les permite mejorar también su desempeño medio ambiental, algo imperativo en una sociedad cada vez más exigente a este respecto.

Con la información disponible, se pueden obtener dos eco-indicadores: coste externo por escala y coste externo por hora de atraque. Con el propósito de hacer la comparación lo más fina posible se opta por presentar en este informe sólo este último, evitando así que la posible heterogeneidad en la duración de las escalas, no sólo entre subsectores sino también entre puertos, pueda oscurecer la comparación.

Además, y con el objeto de comparar subsectores lo más homogéneos posible se agruparán los barcos en cuatro grupos. Dos de estos agrupan barcos que principalmente involucran pasajeros en su operativa: cruceros y ROROs y se compararán con la ayuda del Gráfico 5.1. Los dos grupos restantes, se compararán con la ayuda del Gráfico 5.2, se hacen cargo de barcos mercantes que transportan contenedores y aquellos que transportan carga no contenerizada, siendo este último grupo, por razones obvias, el más heterogéneo de todos los definidos.

Lo primero que llama la atención en el Gráfico 5.1 es la gran diferencia entre el puerto de Pasajes y el resto; algo que no sorprende si se tiene en cuenta que este puerto presenta un perfil de tráfico en el que el subsector de los pasajeros no reviste gran importancia, a diferencia de los otros tres puertos debido a su carácter insular y localización en un enclave turístico relevante.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

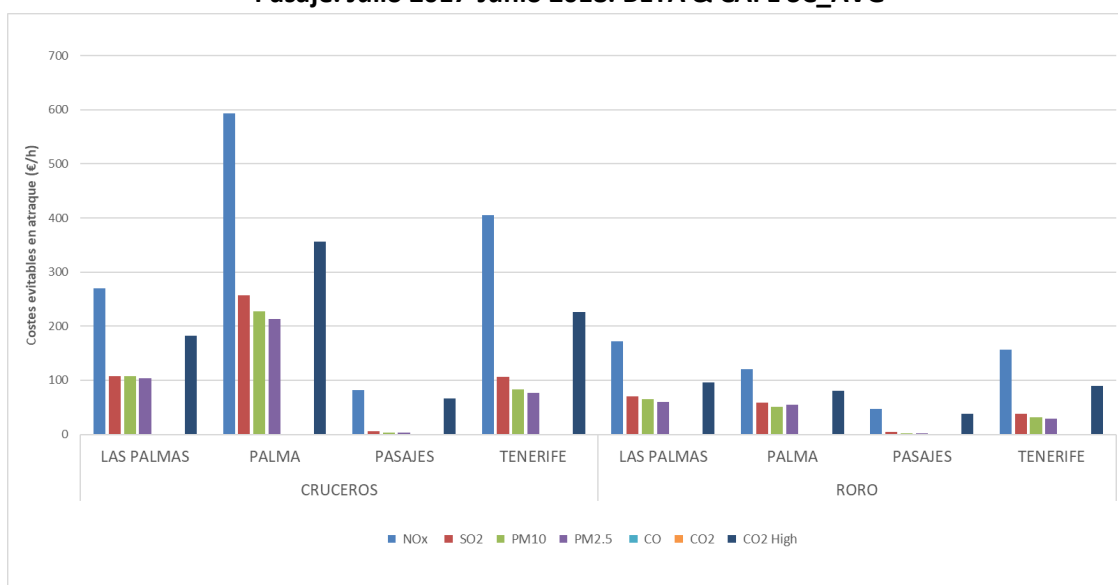
Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Además, el Gráfico 5.1 muestra que los costes externos por hora de atraque asociado al NOx tiene un comportamiento diferente en los tres puertos insulares, según que se trate del subsector cruceros, dónde el puerto de Palma presenta el mayor, o de los ROROs dónde ocurre justo lo contrario. También se observa que el perfil de costes externos asociados al subsector de los ROROs presenta menos divergencias que el de los cruceros.

41

Gráfico 5.1. Costes evitables en atraque (€/h) a través del suministro desde la red en tierra. Pasaje. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG



El Gráfico 5.2, también pone de relieve las diferencias notables entre los tres puertos insulares y el puerto de Pasajes, destacando para este puerto el mayor coste externo por hora derivado de la carga no contenerizada cuando se la compara con la contenerizada. Por otra parte, destaca el parecido perfil de los dos puertos canarios, aunque en todos los contaminantes el coste externo por hora es algo superior en el puerto de Las Palmas, con independencia del tipo de carga. Por lo que se refiere al puerto de Palma, su comportamiento es mejor en lo que se refiere a los costes externos correspondientes a la carga no contenerizada y no contenerizada salvo, en este último caso, para el coste externo asociado al NOx.

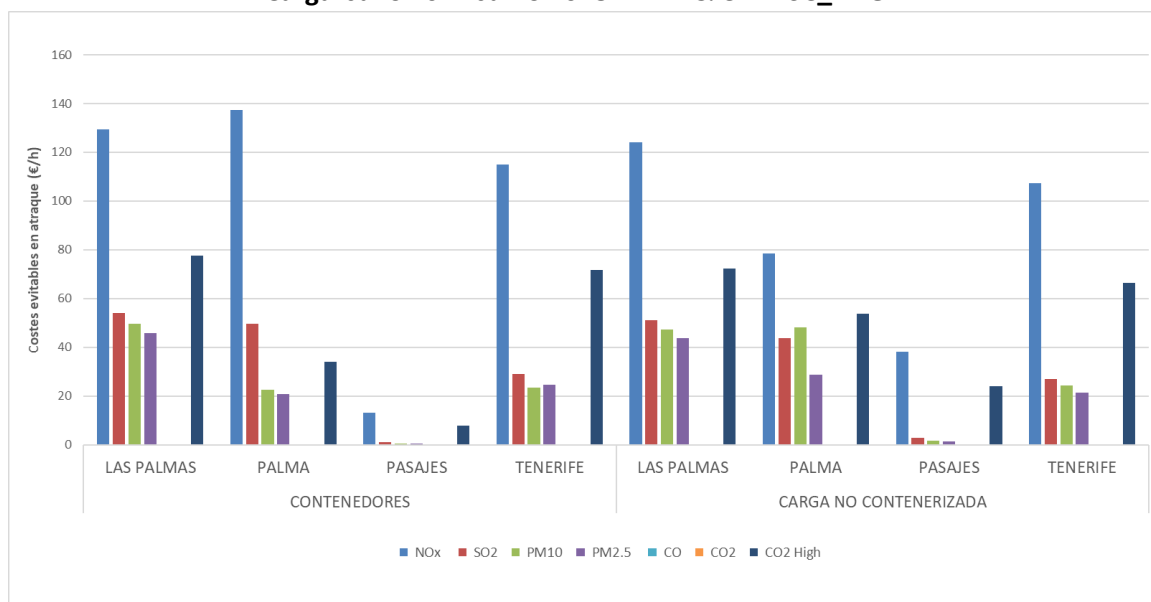
PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Gráfico 5.2. Costes evitables en atraque (€/h) a través del suministro desde la red en tierra.
Carga. Julio 2017-Junio 2018. BETA & CAFE SC_AVG



PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Referencias

- Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Gyrfas, F., Heyes, C., Klimont, Winiwarter, W. (2005). Baseline scenarios for the clean air for Europe (CAFE) programme (Final Report). Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis.
- Bickel, P., Friedrich, R., (2001). Environmental External Costs of Transport. Springer Berlin
- Bickel, P., Friedrich, R. (2005). ExterneE, externalities of energy methodology 2005 update. Direktorat-General for Research Sustainable Energy Systems, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung—IER Universität Stuttgart, Germany.
- Boldo, E., Linares, C., Lumbreras, J., Borge, R., Narros, A., García-Pérez, J., Fernández- Navarro, P., Pérez-Gómez, B., Aragonés, N., Ramis, R., Pollán, M., Moreno, T., Karanasiou, A., López-Abente, G., (2011). Health impact assessment of a reduction in ambient PM2.5 levels in Spain. Environ. Int. 37, 342–348. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.10.004>.
- Boldo, E., Linares, C., Aragonés, N., Lumbreras, J., Borge, R., De La Paz, D., Pérez-Gómez, B., Fernández-Navarro, P., García-Pérez, J., Pollán, M., Ramis, R., Moreno, T., Karanasiou, A., López-Abente, G., (2014). Air quality Modeling and mortality impact of fine particles reduction policies in Spain. Environ. Res. 128, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2013.10.009>.
- Castells S. M., Usabiaga S. J. J., Martínez D. O. F. X. (2014). Manoeuvring and hotelling external costs: Enough for alternative energy sources? Maritime Policy & Management, 41(1), 42–60.
- Commission of the European Communities. (2011). White paper – Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system.
- Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Green, E. H., Kasibhatla, P., Eyring, V., Lauer, A. (2007), Mortality from ship emissions: a global assessment. Environmental Science & Technology, 41(24), 8512–8518.
- Delft, C.E., Infras, F.I., (2011). External Costs of Transport in Europe. Update Study for 2008. Commissioned by: International Union of Railways UIC. Delft, CE Delft.

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Denisis, A., (2009). An Economic Feasibility Study of Short Sea Shipping Including the Estimation of Externalities with Fuzzy Logic. Ph.D. Thesis, The University of Michigan, USA.

Donateo, a., Gregoris, E., Gambaro, A., Merico, E., Giua, r., Nocioni, A., Contini, D. (2014). Contribution of harbour activities and ship traffic to PM2.5, particle number concentrations and PAHs in a port city of the Mediterranean Sea (Italy). Environ Sci Pollut Res, 21:9415–9429

European Commission, 2015. Clean Air for Europe Programme (CAFE). <http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/general/keydocs.htm>.

European Commission, (2020). Handbook on the external costs of transport – January 2019 – V1.1. Directorate-General for Mobility and Transport. Brussels.

Gibson, G., Varma, A., Cox, V., Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Meier, H. (2014). Update of the handbook on external costs of transport. Final Report for the European Commission–DG Mobility and Transport, London, UK.

Holland, M., Hunt, A., Hurley, F., Navrud, S., Watkiss, P. (2005). Methodology for the cost-benefit analysis for CAFE, volume 1: Overview of the methodology. Retrieved February 16, 2015, from <http://ec.europa.eu/environment/archives/air/cafe/activities/cba.htm>

Holland, M., Watkiss, P. (2002). Benefits Table database: estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe. Retrieved February 16, 2015, from <http://ec.europa.eu/environment/enveco/air/pdf/betaec02aforprinting.pdf>

Matthews, B.H.S., Hendrickson, C., Horvath, A., (2001). External costs of air emissions from transportation. J. Infrastruct. Syst. 13–17. Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04329-5>.

Merico, E., Gambaro, A., Argiriou, A., Alebic-Juretic, A., Barbaro, E., Cesari, D., Chasapidis, L., Dimopoulos, S., Dinoi, A., Donateo, A., Giannaros, C., Gregoris, E., Karagiannidis, A.; Konstandopoulos, A.G., Ivošević, T., Liora, N., Melas, D., Mifka, B., Orlić, I., Poupkou, A., Sarovic, K., Tsakis, A., Giua, R., Pastore, T., Nocioni, A., Contini, D. (2017). Atmospheric impact of ship traffic in four Adriatic-Ionian port-cities: Comparison and harmonization of different approaches. Transp. Res. Part D Transp. Environ., 50 (2017), pp. 431-445, 10.1016/j.trd.2016.11.016

PROJECT 2015-EU-TM-0417 OPS MASTER PLAN FOR SPANISH PORTS

INFORME ELABORADO POR:

Beatriz Tovar
Catedrática de Universidad
Las Palmas de Gran Canaria a 25 de noviembre de 2021



Miola, A., Paccagnan, V., Mannino, I., Massarutto, A., Perujo, A., Turvani, M., (2009). External Costs of Transportation. Case Study: Maritime Transport, Ispra: JRC European Commission.

NETCEN, (2004). Benefits Table Database: Estimates of the Marginal External Costs of Air Pollution in Europe. BeTa Version E1.02a. Created for European Commission DG Environment by Netcen.

Preiss, P., Klotz, V. (2007). Description of updated and extended draft tools for the detailed sitedependent assessment of external costs. Technical Paper No. 7.4 - RS 1b of NEEDS Project.

Tichavska, M., Tovar, B. (2015). Environmental cost and eco-efficiency from vessel emissions in Las Palmas Port. Transportation Research Part E, 83, 126–140.

Tichavska, M., Tovar, B., (2017). External costs of vessel emissions at port: a review of the methodological and empirical state of the art. Transportation Review, 37 (3), 383–402.

van Aardenne, J., Colette, A., Degraeuwe, B., Hammingh, P., Viana, M. de Vlieger, I. (2013). The impact of international shipping on European air quality and climate forcing. European Environment Agency.

Viana, M., Rizza, V., Tobías, A., Carr, E., Corbett, J., Sofiev, M., Karanasiou, A., Buonanno, G., Fann, N. (2020). Estimated health impacts from maritime transport in the Mediterranean region and benefits from the use of cleaner fuels. 138, 2020, 105670