

Cómo citar este artículo:

Isaías Vicente-Cera, Isaías *et al.* “Emisiones y residuos producidos por el tráfico de la flota de buques cruceros en el estrecho de Gibraltar”. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibaltareños*, 49, diciembre 2018. Algeciras. Instituto de Estudios Campogibaltareños, pp. 75-85.

Recibido: septiembre de 2017

Aceptado: octubre de 2017

EMISIONES Y RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL TRÁFICO DE LA FLOTA DE BUQUES CRUCERO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Isaías Vicente-Cera / Asunción Acevedo-Merino / Juan Antonio López-Ramírez / Enrique Nebot

Dpto. Tecnologías del Medio Ambiente. Facultad Ciencias del Mar y Ambientales. Instituto Universitario de Investigaciones Marinas (INMAR). Universidad de Cádiz. Campus Universitario Puerto Real

RESUMEN

La industria del turismo de cruceros ha experimentado en todo el mundo un importante crecimiento en los últimos años en términos de nuevos pasajeros y flota, observando un creciente proceso de popularización y adquiriendo una enorme importancia como factor económico en todo el mundo. Además, la industria moderna de cruceros es también uno de los ejemplos más destacados de la globalización, con puertos y destinos en todo el mundo. En concreto, el estrecho de Gibraltar es una de las zonas marinas más impactadas por este tipo de transporte al concentrar en un área tan pequeña un elevado número de estos buques. Las personas a bordo de estos buques, viven y se entretienen en ellos, produciendo una gran cantidad de residuos: basuras, aguas residuales (grises y negras), aguas de sentina, y emisiones gaseosas (CO₂, NO_x, SO_x and PM_{2.5}). La Organización Marítima Internacional (OMI) es la agencia especializada responsable de la seguridad y protección de la navegación y la prevención de la contaminación marítima por los buques y obliga a los buques de pasaje, incluidos los cruceros, a utilizar el sistema AIS (sistema de identificación automática). Este sistema proporciona de forma continua a través de ondas de radio información útil como la posición GPS, el número de identificación, la velocidad y el rumbo del buque. En este trabajo, se utilizan datos AIS para evaluar los impactos ambientales relacionados con el tráfico de cruceros a lo largo de las rutas que transcurren por el estrecho de Gibraltar. La metodología propuesta permite, a partir de datos AIS, informes de agencias ambientales y de navieras y bases de datos, evaluar los impactos ambientales y la presión ambiental que ejerce la flota mundial de cruceros en las aguas del estrecho de Gibraltar.

Palabras clave: AIS, agua residual, CO₂, crucero, buque.

ABSTRACT

The cruise tourism industry has experienced significant growth in recent years in terms of new passengers and fleet, undergoing a growing popularization process and acquiring enormous importance as an economic factor throughout the world. In addition, the modern cruise industry is also one of the most prominent examples of globalization, with ports and destinations around the world. In particular, the Strait of Gibraltar is one of the most impacted marine areas by this type of transport, by focusing on such a small area a large number of these vessels. People on board these ships, live and entertain in them, these activities produce a lot of waste: solid waste, wastewater (grey and black), bilge water and gaseous emissions (CO₂, NO_x, SO_x and PM_{2.5}). The International Maritime Organization (IMO) is the specialized agency responsible for the safety and security of navigation and the prevention of marine pollution by ships and obeys passenger ships, including cruise ships, to use the AIS system. Automatic identification). This system provides useful information such as identification number, GPS position, speed and heading of the vessel. In this work, AIS data are used to assess the environmental impacts related to cruise traffic along its routes, specifically those in the Strait of Gibraltar. The proposed methodology enables AIS data, reports from shipping and environmental agencies, and databases to assess the environmental impacts and environmental pressure exerted by the global cruise fleet in the Strait of Gibraltar waters.

Keywords: AIS, wastewater, CO₂, cruise, ship.

1. INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo es un componente clave de la movilidad mundial, ya que es un sector económico que brinda muchos beneficios para la sociedad: como el transporte de mercancías, empleo y movilidad de personas, ya sea para el ocio o los negocios. (*European Environment Agency, 2017*). La industria del crucero en particular, dedicada íntegramente al transporte de personas, tiene una capacidad total de 486.385 personas y transporta anualmente 22,2 millones de personas en todo el mundo (*Cruise Market Watch, 2015*).

Las personas que eligen este tipo de transporte no persiguen simplemente la movilidad que ofrece el buque o el avión, sino que además disfrutan de sus vacaciones a bordo y realizan su vida diaria, convirtiendo este tipo de embarcaciones en verdaderas ciudades flotantes, donde se realizan todo tipo de actividades de ocio y vida diaria, una mezcla de alojamiento y movilidad. En consecuencia, se producen una gran cantidad de residuos: basuras, aguas residuales (grises y negras), aguas de sentina y emisiones gaseosas (CO₂, NO_x, SO_x, and PM_{2.5}). Estos residuos impactan en el medio ambiente, contribuyendo a los retos científicos más relevantes de la actualidad: el cambio climático, la eutrofización y las basuras marinas.

La gestión de los residuos a bordo de estos buques está regulada por la normativa MARPOL 73/78, Anexos I – VI. De acuerdo con este reglamento (Anexos IV y VI), los buques crucero pueden verter al mar basuras orgánicas y aguas residuales sin tratar cuando se encuentran a más de 12 millas de la costa, y fuera de zonas sensibles. En el caso de las aguas residuales tratadas, pueden ser vertidas al mar cuando el buque se encuentra a más de 3 millas de la costa y fuera de zonas sensibles. En las zonas sensibles los residuos que se pueden verter están restringidos de manera particular: Zona 1: aceites; Zona 2: basuras; Zona 3: basura y químicos.

En la última década, las emisiones de residuos de la industria del crucero ha ido despertando el interés de la comunidad científica sobre todo a nivel de puerto (Howitt *et al.*, 2010; Buffaloe *et al.*, 2014; Donateo *et al.*, 2014; Kivekäs *et al.*, 2014; Dragović *et al.*, 2015; Merico *et al.*, 2016). Aunque solo unas pocas de estas investigaciones se han dedicado a profundizar, el impacto medioambiental de esta industria (Johnson, 2002; Carić and Mackelworth, 2014; Stefanidaki y Lekakou, 2014). En concreto, los residuos de cruceros han sido analizados en profundidad para diferentes regiones

del mundo, sobre todo las emisiones gaseosas (Huhta, Rytkönen and Sassi, 2007; Howitt *et al.*, 2010; Keuken *et al.*, 2014; Coello *et al.*, 2015; Papaefthimiou, Maragkogianni y Andriosopoulos, 2016). Sin embargo, muy pocos estudios han incluido las aguas residuales entre las variables estudiadas, o han analizado el tráfico de buques crucero de zonas tan concretas como el estrecho de Gibraltar, así como los residuos que producen mientras navegan sus aguas.

Si bien es cierto que la industria del crucero está llevando a cabo esfuerzos para reducir sus vertidos y emisiones mejorando sus motores y sistemas de tratamiento de aguas (CLIA, 2016). Prueba de esta actitud, es que varias compañías publican periódicamente informes medioambientales donde se detallan sus producciones de residuos y emisiones gaseosas, así como de sus descargas y consumos. Aunque es cierto que la mayoría de estos informes contienen una gran cantidad de publicidad y marketing sobre las actividades de las diferentes compañías, son una gran herramienta para la difusión y un ejercicio de transparencia (CLIA, 2016a). Estos informes medioambientales son una fuente de información valiosa desde la que extraer los flujos de producción de residuos y emisiones contaminantes de las diferentes compañías. De hecho, la Unión Europea en su norma (EU) 2015/757, recientemente aplicada, exige a las compañías que sean ellas mismas las que informen de estos parámetros validando sus sistemas de medición a través de agentes autorizados de certificación y verificación.

Debido al creciente impacto social y ambiental de esta industria, las diferentes administraciones deben asegurar que exista una adecuada gestión medioambiental en la vida diaria de estos buques (Maragkogianni y Papaefthimiou, 2015), teniendo en cuenta las principales corrientes: combustible consumido, emisiones de escape, aguas residuales producidas, generación de basuras, etc. (Mouchtouri *et al.*, 2012).

Es necesario, por tanto, dimensionar el problema, y determinar qué partes del mundo están siendo más afectadas y en qué medida. En todo el mundo las zonas más populares para el turismo de cruceros se sitúan en las zonas con mayor valor cultural y medioambiental (Johnson, 2002; Stefanidaki y Lekakou, 2014). Las aguas del mar Caribe, el mar de Alaska, el mar del Norte y el mar Mediterráneo destacan especialmente, situando al estrecho de Gibraltar como punto de acceso principal a uno de los mercados más populares y con mayor tráfico marítimo del mundo: el mar Mediterráneo. La posición estratégica de este estrecho es al mismo tiempo su mayor ventaja y su mayor amenaza, convirtiéndolo en una de las masas de agua con mayor tráfico de pasajeros por unidad de área del planeta (Vicente-Cera *et al.*, 2016) y, en consecuencia, sometida a una gran presión medioambiental.

Para estudiar la problemática de cualquier masa de agua, pero en concreto la del estrecho de Gibraltar, es necesario acceder a datos del tráfico marítimo que representen de manera fiel el flujo de buques en el Estrecho. Los datos del Sistema de Identificación Automática (AIS, de sus siglas en inglés) es un recurso valioso para los estudios del tráfico marítimo ya que permiten localizar a los buques en el espacio y en el tiempo, tanto en tiempo real como en bases de datos históricas (Wu *et al.*, 2016). Además de ser una herramienta útil para la gestión, el análisis de riesgo y los impactos derivados de las actividades en el mar (Buhaug *et al.*, 2009; *International Maritime Organization* (IMO), 2013; Silveira, Teixeira y Guedes Soares, 2013; UNCTAD, 2013, 2016; Zhao *et al.*, 2014).

El objetivo principal de este artículo es analizar la presión ambiental a la que es sometida el estrecho de Gibraltar por el tráfico de buques crucero. Estimando el volumen de las potenciales descargas de aguas residuales, basuras y emisiones gaseosas. Así como determinar las rutas de crucero que atraviesan el estrecho, sobre todo las más populares. Para alcanzar estos objetivos, se utiliza un método que integra bases de datos de tráfico marítimo (AIS) y buques, junto con informes medioambientales de empresas y agencias medioambientales.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Obtención de datos AIS

Los datos AIS fueron obtenidos a través de Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Gobierno de España. Estos datos contienen sólo registros de buques crucero con una frecuencia de registro de una hora desde el año 2011 hasta el año 2015. Estos datos contienen un total de 533,581 registros incluyendo las variables: fecha, hora (UTC), número MMSI, número IMO, latitud (WGS84), longitud (WGS84), velocidad (nudos), nombre del buque y destino, lo que supone un total de 8,519,095 valores (figura 1).

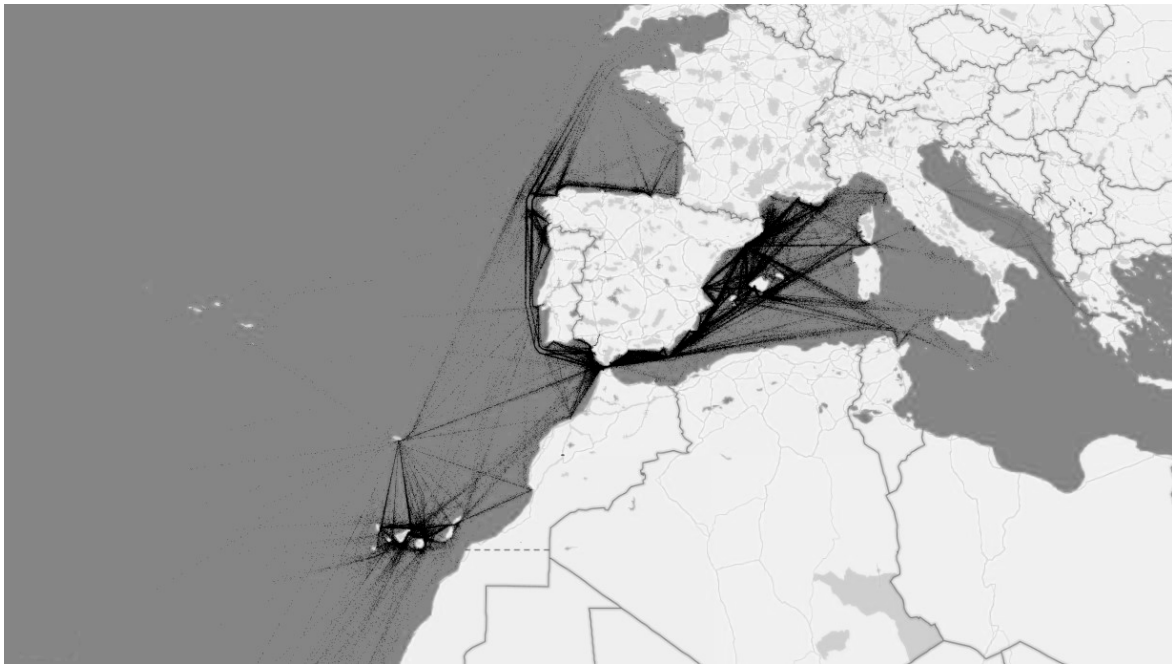


Figura 1. Registros AIS (533,581) desde el año 2011 hasta 2015. Facilitados por Puertos del Estado, Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

2.2. Procedimiento de construcción de las bases de datos

Se construyeron dos bases de datos: una que contiene los registros AIS y variables añadidas (AIS-BD) y otra con información de los buques crucero (B-BD).

Para construir la base de datos AIS-BD se añadieron nuevas variables a las anteriormente descritas en el punto 2.1. La distancia navegada fue calculada utilizando la fórmula de Haversine (De Mendoza y Ríos, 1795; Korn, 2000; GeoNet, 2017). El tiempo de navegación fue calculado como el tiempo transcurrido en horas desde un registro hasta el siguiente. Para calcular ambas variables se aplicaron los siguientes condicionantes: que las señales pertenecieran al mismo buque, fueran consecutivas y que la velocidad fuera mayor a un nudo, asegurando así solo considerar los verdaderos movimientos de buque.

Para construir la base de datos de B-BD se obtuvieron datos de los buques crucero en bases de datos online (Marine Traffic, Vessel Finder and Cruise Mapper): pasajeros (n), tripulación (n), eslora (m), manga (m), tonelaje (TRB) y año de construcción (año). Los factores de producción de los diferentes residuos para cada buque también se incluyeron en esta base de datos. Esta base de datos contuvo 328 registros y 16,775 valores.

Utilizando el software libre QGIS, a cada punto de la base de datos se le asignó una nueva variable “masa de agua”, indicando el mar en el que se ubica el registro AIS. Este procedimiento llamado “unir atributos por localización” permite cruzar una capa de valores geolocalizados con una capa de polígonos. La capa de valores utilizada fue la propia AIS-BD, mientras que como capa de polígonos se utilizó IHO Sea areas (VLIZ, 2017), que contiene bordes delimitados para todas las masas de agua del mundo, incluyendo el estrecho de Gibraltar como una masa de agua independiente.

2.3. Procedimiento para calcular las rutas

Una ruta está definida como el movimiento de un crucero desde un destino hasta el siguiente sin importar la dirección (p. ej., Southampton-Gibraltar es tratado igual que Gibraltar-Southampton). Utilizando el campo destino de AIS-BD se calcularon todas las rutas posibles de la base de datos. Para ello, cuando un destino cambia para un mismo buque al destino anterior se le denomina origen y al siguiente destino, ordenando cada punto de la ruta de manera consecutiva hasta el siguiente cambio del campo destino. Una vez procesadas todas las rutas, solo aquellas que cruzan en algún momento el estrecho de Gibraltar se conservaron para este estudio.

Además, a las diferentes rutas se les asignó un valor diferenciando si entran o salen del Mediterráneo para analizar la estacionalidad del tráfico. Si los puntos de la ruta dentro del estrecho de Gibraltar aumentan su longitud conforme el buque avanza se asignó el valor “entra”, si por el contrario la longitud se reduce mientras el buque avanza se asignó el valor “sale”.

Los resultados para la estacionalidad y rutas se procesaron utilizando el software Microsoft Excel 2016, en concreto los módulos de tablas dinámicas y Power Maps. Las representaciones de las rutas se realizaron utilizando el software *Tableau Public*.

2.4. Procedimiento para calcular la producción de residuos y emisiones gaseosas

Los factores de producción de residuos (tabla 1) fueron recopilados de los informes medioambientales de nueve de las empresas de cruceros más relevantes (representando el 60% de todos los pasajeros transportados del mundo), además de informes de agencias de protección del medio ambiente y estadísticas oficiales de países (USEPA, 2006, 2008; *Princess Cruises*, 2009; *Seabourn Cruises*, 2009; Eurostat, 2012; *Holland America Line*, 2013; AIDA, 2015; *Carnival Corporation*, 2015) y añadidos a la base de datos B-BD.

Variable	Mínimo	Medio	Máximo	Desviación Estándar	Unidades
<i>Aguas Negras</i>	36,0	64,9	111,0	24,4	L . persona ⁻¹ . día ⁻¹
<i>Aguas Grises</i>	129,0	159,6	212,2	24,3	L . persona ⁻¹ . día ⁻¹
<i>Aguas de Sentina</i>	11,3	22,8	25,6	4,4	L . milla náutica ⁻¹
<i>CO₂</i>	0,2	0,34	0,9	0,2	kg . ALB ⁻¹ . KM ⁻¹
<i>SO₂</i>	5,8	11,8	16,4	4,7	Kg . milla náutica ⁻¹
<i>NO₂</i>	9,1	17,8	22,4	5,5	kg . milla náutica ⁻¹
<i>PM_{2,5}</i>	0,2	0,3	0,4	0,1	kg . milla náutica ⁻¹
<i>Basuras</i>	3,2	9,5	51,7	15,0	kg . persona ⁻¹ . día ⁻¹
<i>Combustibles</i>	77,3	82,6	84,2	2,4	g . Alb ⁻¹ . km ⁻¹

*ALB: Available Lower Bertg. Camarote más pequeño disponible (2 personas por camarote), de sus siglas en inglés. Se corresponde con la capacidad nominal del buque.

Tabla 1. Factores de producción de residuos medios a partir de informes mediambientales de empresas, agencias y autoridades.

Para calcular la producción de residuos y emisiones gaseosas, se multiplicó un factor de producción del contaminante por las correspondientes magnitudes (tiempo de navegación, distancia, número de pasajeros, etc.) ya que comparten las mismas unidades. De esta forma es fácil estimar el residuo producido desde un registro hasta el siguiente. Para el presente estudio, la producción de residuos y emisiones gaseosas se realizó utilizando únicamente registros que se encontrasen en el estrecho de Gibraltar, con el fin de estimar la presión ambiental a la que está sometido.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 2015, operaban en todo el mundo 328 buques crucero. De todos ellos, 196 cruzaron en algún momento el estrecho de Gibraltar, lo que supone que un 60% de la flota mundial de buques crucero lo transita en algún momento del año. La entrada y salida por el estrecho de Gibraltar implica cambios en el nº de total de cruceros dentro del mar Mediterráneo (figura 2).

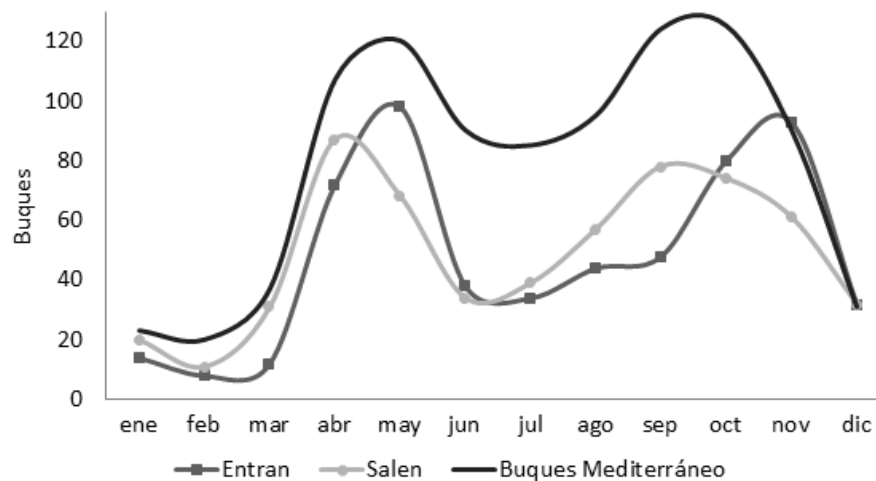


Figura 2. Número de cruceros que entran o salen a lo largo del año del estrecho de Gibraltar, respecto de los cruceros que se encuentran en el mar Mediterráneo.

Como se observa en la figura el tráfico de buques crucero en el estrecho es más intenso en los meses de marzo, abril y mayo, donde el tráfico de entrada y salida de buques es muy intenso. Durante el periodo estival las entradas y salidas de buques se producen de manera más escalonada. En los meses de agosto, septiembre y octubre, el tráfico vuelve a ser intenso, pero de menor calibre, para finalmente comenzar a decaer y hacerse mínima en invierno hasta la siguiente primavera. De cualquier manera, y aunque el tráfico es más intenso durante 9 meses al año, el tráfico nunca decae por debajo de los 20 buques mensuales.

Este es un patrón que se repite año a año, junto con un crecimiento en el número de buques que visitan el mar Mediterráneo a través del estrecho de Gibraltar. En la figura 3 puede observarse cómo desde 2011 el número de buques que realizan escalas que transitan el estrecho es cada vez mayor con la excepción del año 2012, con un tráfico ligeramente inferior.

EMISIONES Y RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL TRÁFICO DE LA FLOTA DE BUQUES CRUCERO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Isaías Vicente-Cera *et al.*

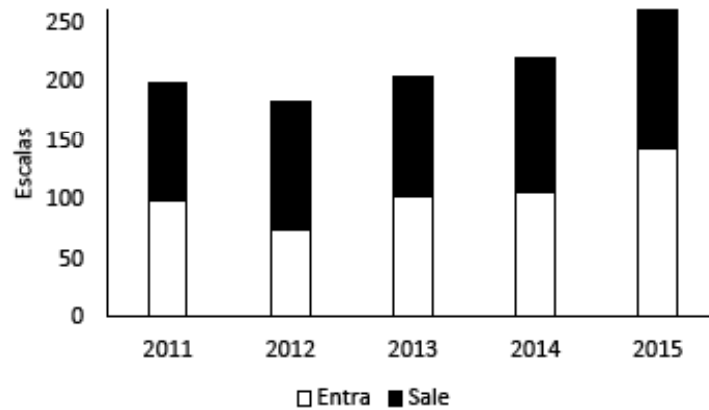


Figura 3. Tráfico de buques con escala que transitan el estrecho de Gibraltar desde el año 2011 hasta 2015. En negro las escalas con dirección de entrada y en blanco con dirección de salida.

El estrecho de Gibraltar se sitúa en una posición estratégica respecto del resto de Europa y el mundo, permitiendo el trasiego de buques hacia dentro y fuera del mar Mediterráneo. Los datos AIS muestran un total de 465 rutas cruzando el estrecho de Gibraltar con orígenes y destinos diversos. Las 10 rutas más populares según el número de escalas que acumulan se representan en la figura 4. Destacan especialmente, los tráficos entre los puertos de Cádiz y Málaga, así como todos los entrantes y salientes del puerto de Gibraltar. La presencia de rutas de cruceros tan importantes en la zona, aporta un tráfico muy importante de personas, que repercute importantes ganancias económicas en las ciudades y puertos del entorno (Rodrigue and Notteboom, 2013).

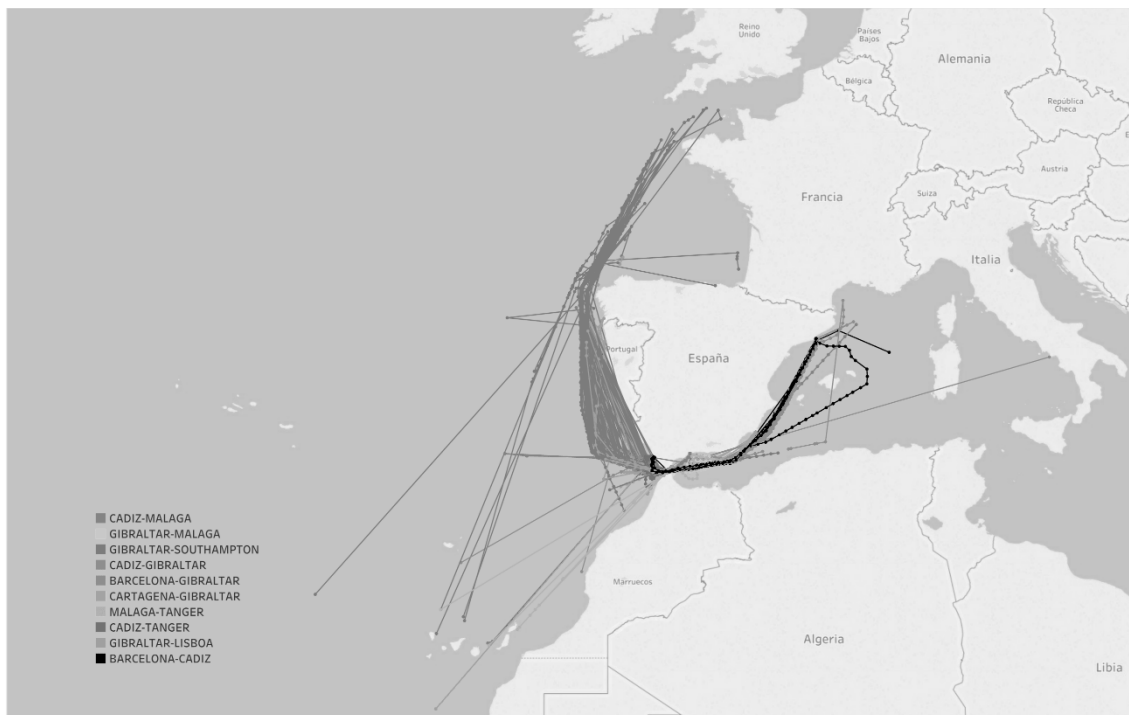


Figura 4. Las 10 rutas más populares que cruzan el estrecho de Gibraltar según el número de escalas de buques crucero.

EMISIONES Y RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL TRÁFICO DE LA FLOTA DE BUQUES
CRUCERO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Isaías Vicente-Cera *et al.*

No obstante, la confluencia de todos estos tráficos de entrada y salida en un área de dimensiones tan reducidas produce una presión medioambiental en forma de contaminantes producidos por los buques crucero, contribuyendo significativamente a esta presión. En la tabla 2 se detalla la producción de residuos y emisiones gaseosas por buques crucero en las aguas del estrecho de Gibraltar.

Buques (n . año ⁻¹)	196
Distancia navegada (km . año ⁻¹)	298.187
Tiempo navegado (km . año ⁻¹)	3.085,4
Escalas (m . año ⁻¹)	320
Aguas residuales (m ³ . año ⁻¹)	52.007,9
Aguas grises (m ³ . año ⁻¹)	36.937,0
Aguas negras (m ³ . año ⁻¹)	15.070,9
Aguas de sentina (m ³ . año ⁻¹)	713,9
Combustible (kg . año ⁻¹)	8.973.700,6
CO ₂ (Kg . año ⁻¹)	31.617.428,4
NO ₂ (Kg . año ⁻¹)	562.851,4
SO ₂ (Kg . año ⁻¹)	379.679,7
PM _{2.5} (Kg . año ⁻¹)	10.338,2
Basuras (kg . año ⁻¹)	2.529.719,2

Tabla 2. Producción de residuos, emisiones gaseosas y estadísticas de navegación de la flota de buques crucero en el estrecho de Gibraltar.

Los residuos y emisiones gaseosas producidas en el estrecho de Gibraltar representan aproximadamente el 1% de los residuos producidos por esta industria en todo el mundo (Vicente-Cera and Nebot, 2017), un porcentaje muy elevado si consideramos las dimensiones en comparación, todas las masas de agua del mundo respecto de un área de 1637 km². Destaca especialmente que esta gran cantidad de residuos es producida por tan solo 196 buques, esto es debido a la gran cantidad de personas que transportan abordo, a las actividades que se realizan a bordo y al tamaño de los buques, con un tonelaje que va desde las 345 TRB del buque más pequeño hasta las 225.282 TRB del buque más grande, lo que hace un promedio de 57.783 TRB. Debido a este tamaño y a la fricción del mar, en promedio un buque crucero emite 850 kg CO₂·km⁻¹, para lograr este nivel de emisiones necesitaríamos 11.500 automóviles ocupados en promedio con 1,45 pasajeros·vehículo⁻¹ (EEA, 2010). Es importante destacar que las emisiones de gases vienen acompañadas de gran cantidad de NO_x, SO_x y PM_{2.5} que han demostrado tener efectos especialmente nocivos en la salud humana y un alto coste social (Maragkogianni y Papaefthimiou, 2015; Merico *et al.*, 2016).

La producción de 52.007,9 m³·año⁻¹ de aguas residuales, aunque se corresponden con la producción de una ciudad pequeña impactan especialmente las aguas donde se vierten, ya que se estima que la carga residual de estas aguas es elevada, y solo un 50% (Loehr *et al.*, 2006; USEPA, 2008) de estas aguas son tratadas con sistemas de tratamiento avanzados que obtienen eficiencias de depuración del 90% (Loehr *et al.*, 2006; USEPA, 2008). En cualquier caso, estas aguas contribuyen al total de contaminantes presentes en el agua, en una zona donde se han encontrado frecuentemente contaminantes emergentes con importantes efectos sobre la vida humana y la fauna marina (Biel-Maeso *et al.*, 2018).

Con respecto a las basuras, un pasajero de cruceros produce 9,5 kg·persona-1·día-1 en promedio (2.529.719,2 kg·año-1 en el estrecho de Gibraltar), lo que equivale a siete veces más basura que el ciudadano promedio de la Unión Europea (1,33 kg·persona-1·día-1) (*Eurostat*, 2012). Este valor es tan elevado debido a la forma de vida que se lleva a bordo de estos buques, principalmente actividades de ocio y productos que necesitan siempre de algún tipo de embalaje. Si bien es cierto que las tasas de reciclaje son muy elevadas y que la normativa MARPOL no permite el vertido de plásticos al mar, son unas basuras que necesitan de una gestión en tierra en unas cantidades muy elevadas, trasladando a las ciudades y puertos donde atracan estos puertos la presión medioambiental (Johnson, 2002; Carić y Mackelworth, 2014).

4. CONCLUSIONES

Las bases de datos de tráfico marítimo AIS constituyen una herramienta científica y de gestión muy útil a la hora de analizar el tráfico marítimo de los buques crucero, así como los posibles impactos ambientales derivados de esta industria.

El elevado tráfico de buques crucero en el estrecho de Gibraltar contribuye significativamente a la presión medioambiental en la zona con una marcada estacionalidad, con dos grandes picos de actividad en primavera y otoño, manteniendo una actividad considerable durante todo el periodo estival. Las especiales características del estrecho de Gibraltar como puerta del mar Mediterráneo le aportan grandes ventajas estratégicas y económicas, que suponen al mismo tiempo una gran desventaja en materia ambiental, con graves problemas que merecen especial atención por parte de empresas, científicos y gestores.

La gran cantidad de residuos y emisiones gaseosas que se producen en una zona tan pequeña suponen un riesgo para la salud humana, la fauna y flora marinas, así como un alto coste social. Estos contaminantes se corresponden con el 1% de lo que emite toda la flota de buques crucero en todo el mundo, pero en un espacio muy reducido, concentrando así sus efectos perjudiciales. Por unidad de área, no existe otra zona en el mundo tan cargada de tráfico y emisiones.

El elevado tráfico de buques y personas de la zona no solo supone una presión medioambiental, sino social, aportando grandes beneficios económicos a las ciudades y puertos que estos buques visitan. Es importante encontrar estrategias que permitan que esta industria aporte los beneficios económicos más provechosos con el menor perjuicio para la sociedad y el medioambiente. Una correcta gestión de los residuos del buque, como la gestión integrada de aguas, puede contribuir significativamente a reducir estos efectos perjudiciales, haciendo que la actividad siga siendo muy rentable reduciendo el coste para la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- AIDA (2015) *AIDA in numbers. AIDA cares*. Disponible en: <http://www.aida.de/en/aida-cruises/responsibility/aida-cares-2013.25658.html>.
- Biel-Maeso, M. *et al.* (2018) "Occurrence, distribution and environmental risk of pharmaceutically active compounds (PhACs) in coastal and ocean waters from the Gulf of Cadiz (SW Spain)", *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 612, pp. 649–659. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.279.
- BUFFALO, G. M. *et al.* (2014) "Black carbon emissions from in-use ships: A California regional assessment," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14(4), pp. 1881–1896. doi: 10.5194/acp-14-1881-2014.
- BUHAUG, Ø. *et al.* (2009) *Second IMO GHG study 2009*. Londres: International Maritime Organization. Londres.
- CARIĆ, H. and MACKELWORTH, P. (2014) "Cruise tourism environmental impacts - The perspective from the Adriatic Sea", *Ocean and Coastal Management*, 102(PA), pp. 350–363. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2014.09.008.
- Carnival Corporation (2015) Sustainability from ship to shore. Available at: http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=140690&p=irol-sustainability_env.
- COELLO, J. *et al.* (2015) "An AIS-based approach to calculate atmospheric emissions from the UK fishing fleet", *Atmospheric Environment*. Elsevier Ltd, 114, pp. 1–7. doi: 10.1016/j.atmosenv.2015.05.011.
- Cruise Line International Association (CLIA) (2016a) "CLIA - Environment Sustainability Report 2016".

EMISIONES Y RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL TRÁFICO DE LA FLOTA DE BUQUES
CRUCERO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Isaías Vicente-Cera *et al.*

- Cruise Line International Association (CLIA) (2016b) "CRUISE LINES: preserving and protecting the environment". Disponible en: <https://goo.gl/FDBzrr>.
- Cruise Market Watch (2015) 2015 Cruise Trends Forecast, <http://cruisemarketwatch.com>. Available at: <http://www.cruisemarketwatch.com/> (Consultado: Junio, 2017).
- DONATEO, A. *et al.*, (2014) "Contribution of harbour activities and ship traffic to PM_{2.5}, particle number concentrations and PAHs in a port city of the Mediterranean Sea (Italy)," *Environmental Science and Pollution Research*, 21(15), pp. 9415–9429. doi: 10.1007/s11356-014-2849-0.
- DRAGOVIĆ, B. *et al.*, (2015) "Ship emissions and their externalities in cruise ports", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. doi: 10.1016/j.trd.2015.11.007.
- European Environment Agency (2017) Aviation and shipping impacts on Europe's environment TERM 2017: Transport and Environment Reporting Mechanism (TERM) report. doi: 10.2800/4907.
- European Environmental Agency (EEA) (2010) "Occupancy rates of passenger vehicles."
- EUROSTAT (2012) *Eurostat statistics explained*. Waste Statistics. Disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics (Consultado: noviembre 2017).
- GEONET (2017) "Distance on a sphere: The Haversine Formula". Disponible en: <https://community.esri.com/groups/coordinate-reference-systems/blog/2017/10/05/haversine-formula> (Consultado: noviembre 2017).
- HOLLAND AMERICA LINE (2013) Holland America Line Sustainability Report. Available at: <http://es.hollandamerica.com/enes/pageByName/Simple.action?requestPage=Sustainability2013&himage=no> (Consultado: noviembre 2017).
- HOWITT, O. J. A. *et al.*, (2010) "Carbon emissions from international cruise ship passengers' travel to and from New Zealand", *Energy Policy*, 38(5), pp. 2552–2560. doi: 10.1016/j.enpol.2009.12.050.
- HUHTA, H. K., RYTKÖNEN, J. AND SASSI, J. (2007) "Estimated nutrient load from waste waters originating from ships in the Baltic Sea area," *VTT Tiedotteita - Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus*, (2370), pp. 3–58.
- INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO) (2013) AIS Transponders, <http://www.imo.org>. Available at: <http://www.imo.org/en/ourwork/safety/navigation/pages/ais.aspx> (Consultado: julio 2017).
- JOHNSON, D. (2002) "Environmentally sustainable cruise tourism: A reality check," *Marine Policy*, 26(4), pp. 261–270. doi: 10.1016/S0308-597X(02)00008-8.
- KEUKEN, M. P. *et al.* (2014) "Impact of inland shipping emissions on elemental carbon concentrations near waterways in The Netherlands," *Atmospheric Environment*. Elsevier Ltd, 95, pp. 1–9. doi: 10.1016/j.atmosenv.2014.06.008.
- KIVEKÄS, N. *et al.* (2014) "Contribution of ship traffic to aerosol particle concentrations downwind of a major shipping lane," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 14(16), pp. 8255–8267. doi: 10.5194/acp-14-8255-2014.
- KORN, G. (2000) *Mathematical handbook for scientists and engineers: definitions, theorems, and formulas for reference and review*. Mineola, N.Y: Dover Publications.
- LOEHR, L. C. *et al.*, (2006) "The significance of dilution in evaluating possible impacts of wastewater discharges from large cruise ships", *Marine Pollution Bulletin*, 52(6), pp. 681–688. doi: 10.1016/j.marpolbul.2005.10.021.
- MARAGKOGIANNI, A. and PAPAETHIMIOU, S. (2015) "Evaluating the social cost of cruise ships air emissions in major ports of Greece," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 36, pp. 10–17. doi: 10.1016/j.trd.2015.02.014.
- DE MENDOZA y RÍOS, J. (1795) "Memoria sobre algunos métodos nuevos de calcular la longitud por las distancias lunares: y aplicación de su teórica a la solución de otros problemas de navegación". Madrid. Imprenta Real.
- MERICO, E. *et al.* (2016) "Influence of in-port ships emissions to gaseous atmospheric pollutants and to particulate matter of different sizes in a Mediterranean harbour in Italy", *Atmospheric Environment*. Elsevier Ltd, 139, pp. 1–10. doi: 10.1016/j.atmosenv.2016.05.024.
- MOUCHTOURI, V. A. *et al.*, (2012) "Water Safety Plan on cruise ships: A promising tool to prevent waterborne diseases," *Science of the Total Environment*. Elsevier B.V., 429, pp. 199–205. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.04.018.
- PAPAETHIMIOU, S., MARAGKOGIANNI, A. and ANDRISOPOULOS, K. (2016) "Evaluation of cruise ships emissions in the Mediterranean basin: The case of Greek ports," *International Journal of Sustainable Transportation*. Taylor & Francis, 10(10), pp. 985–994. doi: 10.1080/15568318.2016.1185484.
- PRINCESS CRUISES (2009) Sustainability Report. Disponible en: http://www.princess.com/downloads/pdf/about_us/Princess_SustainabilityReport.pdf.
- RODRIGUE, J. P. and NOTTEBOOM, T. (2013) "The geography of cruises: Itineraries, not destinations," *Applied Geography*. Elsevier Ltd, 38(1), pp. 31–42. doi: 10.1016/j.apgeog.2012.11.011.
- SEABOURN CRUISES (2009) Sustainability Report. The yachts of Seabourn. Disponible en: http://www.seabourn.com/assets/about-best-cruise-lines/Seabourn-cruises-Sustainability-report_3.3.11.pdf (Consultado: julio 2017).
- SILVEIRA, P., TEIXEIRA, A. and GUEDES SÓARES, C. (2013) "Use of AIS Data to Characterise Marine Traffic Patterns and Ship Collision Risk off the Coast of Portugal," *The Journal of Navigation*, 66, pp. 879–898. doi: 10.1017/S0373463313000519.
- Stefanidaki, E. y Lekakou, M. (2014) "Cruise carrying capacity: A conceptual approach", *Research in Transportation Business and Management*. Elsevier Ltd, 13, pp. 43–52. doi: 10.1016/j.rtbm.2014.11.005.
- UNCTAD (2013) *Review of Maritime Transport 2013*, United Nations Conference on Trade and Development. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- UNCTAD (2016) *Review of Maritime Transport 2016*, -UNCTAD/RMT/2016. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

EMISIONES Y RESIDUOS PRODUCIDOS POR EL TRÁFICO DE LA FLOTA DE BUQUES
CRUCERO EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

Isaías Vicente-Cera *et al.*

- USEPA (2006) *Sampling Episode Report Princess Cruise Lines - Island Princess*. doi: Sampling Episode 6505.
- USEPA (2008) *Cruise Ship Discharge Assessment Report*. EPA842-R-07-005.
- VICENTE-CERA, I. *et al.* (2016) “Ais-based characterization of environmental pressure on world oceans by cruise industry”, in I encuentro internacional de investigadores Fundación Campus Tecnológico de Algeciras. “Enfoques sistémicos para la gestión de un medio ambiente cambiante: taller de divulgación.” Algeciras (España): Fundación Campus Tecnológico de Algeciras.
- VICENTE-CERA, I. and Nebot, E. (2017) “Caracterización ambiental del tráfico mundial de buques cruceros a partir de datos AIS,” in III SIMPOSIO CIENTÍFICO DE ALUMNOS (SACMA). Cádiz: Universidad de Cádiz.
- VLIZ (2017) IHO Sea Areas. Available at: <http://www.marineregions.org/> (Consultado: abril 2018).
- WU, L. *et al.* (2016) “Mapping Global Shipping Density from AIS Data”, *Journal of Navigation*, (Junio), pp. 1–15. doi: 10.1017/S0373463316000345.
- ZHAO, Z. *et al.* (2014) “Ship Surveillance by Integration of Space-borne SAR and AIS – Further Research”, *The Journal of Navigation*, 67, pp. 295–309. doi: 10.1017/S0373463313000702.