



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

Puertos del Estado



Huella de Carbono:

Puerto de Vigo

Periodo 2014 – 2016



Documento elaborado con el apoyo de:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



Dirección del informe:

Álvaro Rodríguez Dapena (Puertos del Estado)

Obdulio Serrano Hidalgo (Puertos del Estado)

Ponencia y redacción:

Laura Crespo Garcia (CETA-CEDEX)

Alberto Compte Angela (CETA-CEDEX)

Colaboraciones:

Carlos Botana Lagarón (Autoridad Portuaria de Vigo)

ÍNDICE

1. Referencia a la metodología empleada.....	1
2. Delimitación del alcance del cálculo de la huella de carbono.....	3
3. Emisiones de alcance 1.....	5
4. Emisiones de alcance 2.....	6
5. Emisiones de alcance 3.....	8
5.1. Emisiones atribuibles a otras organizaciones que operan en el Puerto de Vigo en régimen de Contratación, Concesión, Autorización, o Licencia.....	8
5.2. Emisiones del tráfico marítimo en el Puerto.....	12
5.2.1. Emisiones derivadas del consumo de combustible por los motores de los buques.....	12
5.2.2. Emisiones derivadas de la energía eléctrica suministrada a los buques.....	14
5.3. Emisiones atribuibles al transporte de mercancías en camión dentro del recinto portuario.....	14
6. Huella de carbono del Puerto de Vigo.....	17
7. Referencias.....	22

1. REFERENCIA A LA METODOLOGÍA EMPLEADA

La *Guía para el cálculo de la Huella de Carbono en Puertos*, de Puertos del Estado - CEDEX sirve como de referencia para trabajar la huella de carbono del Puerto de Vigo (APV).

Esta guía fue el resultado de un trabajo conjunto con diferentes Autoridades Portuarias (AAPP) con experiencia en trabajos de este tipo, organizaciones empresariales, empresas privadas y autoridades académicas especializadas en el ámbito de la ingeniería marina, náutica y electrónica. Se partió de la metodología GHG Protocol, cuyo objetivo es ordenar las actividades portuarias para elaborar un inventario de emisiones de forma organizada, sin que se produzcan vacíos de información, o solapamientos de actividades con capacidad emisora de GEI y contaminantes atmosféricos.

El GHG Protocol es una iniciativa puesta en marcha por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), apoyado por numerosas empresas, organizaciones no gubernamentales y administraciones públicas con interés y competencias en esta materia. Por todo ello, el GHG Protocol se convierte en una metodología para cuantificar e informar de las emisiones de actividades generadoras de emisiones de gases de efecto invernadero. Este inventario de actividades permite la identificación de los consumos de energía de combustibles fósiles y vectores energéticos, para con posterioridad calcular las emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones de gases contaminantes asociadas a la actividad portuaria (cuando se pasa a elaborar el inventario de emisiones atmosféricas). En la Figura 1 se describe el esquema del protocolo GHG Protocol, y las actividades generadoras de emisiones asociadas a sus tres alcances, que se definen a continuación.

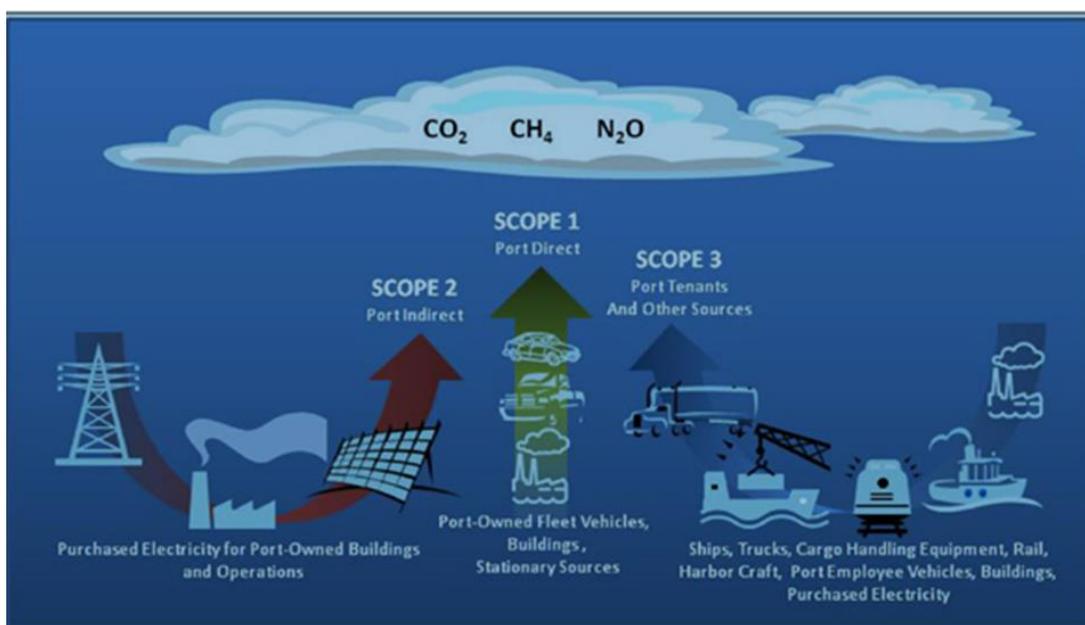


Figura 1. Esquema de GHG Protocol

Para calcular la huella de carbono se establecen tres alcances:

- **Alcance 1: emisiones directas de GEI.** Las emisiones directas de GEI se asocian a las producidas por fuentes fijas o móviles que son de propiedad de la Autoridad Portuaria de Vigo
- **Alcance 2: emisiones indirectas de GEI asociadas** a la adquisición de electricidad de la AP de Vigo
- **Alcance 3**: son emisiones **directas o indirectas asociadas a la actividad portuaria** pero que no son propiedad de ésta, y tampoco están controladas por ella. Se trata de empresas concesionarias de servicios portuarios.

En este alcance se incluye los consumos de energía y emisiones de gases de efecto invernadero de tráficos de mercancías por tipología o en sus diferentes modalidades en el recinto portuario, transporte terrestre: por viales y por ferrocarril de tracción diésel.

En este alcance también se incluye las emisiones de los buques por tipología en la zona I del puerto, en las fases de atraque y maniobra, tanto de entrada como de salida.

Imagen general del puerto de Vigo



2. DELIMITACIÓN DEL ALCANCE DEL CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO

El cálculo de la HC del Puerto de Vigo, descrito a continuación, engloba las emisiones atribuibles a:

- Todas las actividades relacionadas con la prestación de los siguientes servicios generales dentro del recinto portuario, para lo cual la APV contrata en ocasiones apoyo de empresas externas:
 - Ordenación, coordinación y control del tráfico portuario, tanto marítimo como terrestre.
 - Coordinación y control de las operaciones asociadas a los servicios portuarios, comerciales y otras actividades.
 - Servicios de señalización, balizamiento y otras ayudas a la navegación.
 - Servicio de policía en las zonas comunes.
 - Servicio de alumbrado de las zonas comunes.
 - Servicio de limpieza habitual de las zonas comunes de tierra y de agua.
 - Servicios de prevención y control de emergencias.

Para la prestación del servicio de limpieza de las zonas comunes, la APV dispone de dos contratistas: la empresa Thaler Couceiro para la limpieza y retirada de basuras en tierra, y la empresa Segem para la limpieza del espejo del agua y apoyo en la lucha contra la contaminación.

- Las actividades desarrolladas directamente por la APV relacionadas con la prestación de los siguientes servicios comerciales:
 - Suministro de combustibles a buques y otros suministros.
 - Astilleros e instalaciones de reparación naval.
 - Servicios asociados a la pesca.
 - Servicios a embarcaciones náutico-deportivas.
- Las actividades desarrolladas dentro del Puerto para la prestación de los siguientes servicios portuarios y comerciales, tanto cuando son realizadas directamente por la APV como cuando son realizadas por otras organizaciones que operan en el puerto en régimen de concesión, autorización o licencia:
 - Servicios técnico-náuticos: practica, remolque portuario, amarre y desamarre.
 - Servicio de recepción de desechos generados por buques, que incluye la recepción de los desechos y residuos de los anexos I, IV, V o VI del Convenio MARPOL 73/78.
 - Servicio al pasaje, que incluye el embarque y desembarque de pasajeros, la carga y descarga de equipajes, y la de vehículos en régimen de pasaje.
 - Servicio de manipulación de mercancías, que consisten en la carga, estiba, descarga, desestiba, tránsito marítimo y el transbordo de mercancías.
 - Almacenamiento y distribución de mercancía.



Las empresas que prestan los servicios técnico-náuticos en Vigo son Botamavi (amarre), Corporación de Prácticos de Vigo (practica) y Remolcanosa (remolque).

El servicio de recogida de desechos generados por los buques se presta con apoyo de las empresas Marpolgal, Gemarga y Toysal.

En cuanto a las actividades vinculadas a los servicios al pasaje y a la manipulación y almacenamiento de mercancías, se incluyen dentro del alcance del cálculo de la HC las siguientes:

- Las emisiones liberadas por fuentes relacionadas con la manipulación y almacenamiento de granel líquido y sólido en el muelle del Arenal. En esta terminal operan Afamsa (aceites), Elnosa (sosa), Cepsa Comercial Petróleo S.A. y – hasta 2016 - Repsol Productos Asfálticos (gasóleo), Cementos Tudela Veguín S.A. y Holcim España S.A. (cemento), y Vicente Suárez y Cía S.L. y – hasta final de 2014 - Sales del Sur S.A. (sal).
- Las emisiones liberadas por fuentes relacionadas con la manipulación y almacenamiento de mercancía general en convencional y prestación de servicios en el área de muelles comerciales (muelles de Arenal, Transversal y de Comercio). En el muelle Transversal se manipulan principalmente bloques de granito en bruto y otra mercancía convencional como madera, chatarra, minerales y piezas especiales. Las empresas que operan en estos muelles son Kaleido Logistics S.L., Pérez Torres Marítima S.L., Alfacargo Shipping and Logistic S.L., Estibadora Gallega S.A., Joaquín Dávila y Cia S.A. y Tramagasa.
- Las emisiones liberadas por fuentes relacionadas con la operación de la terminal de contenedores en el muelle de Guixar. La terminal - gestionada por Terminales Marítimas de Vigo, Termavi - dispone de una zona de depósito de 180.000 m² y 1.270 conexiones reefer. Macon S.L. (filial de Tramagasa) proporciona servicios de mantenimiento y reparación de contenedores. Por su parte, Progeco Vigo S.A. está especializado en depósito y consolidación de contenedores, entre otras actividades. La terminal cuenta además con el PIF, para inspección de contenedores.
- Las emisiones liberadas por fuentes relacionadas con la operación de la terminal de transbordadores ro-ro del área portuaria de Bouzas. Esta terminal dispone de cinco rampas fijas para el atraque de buques y una móvil. Tiene una superficie anexa de almacenamiento descubierto de aproximadamente 400.000 m², además de un silo de almacenamiento de vehículos en altura, con el que se amplía la capacidad de la terminal en casi 60.000 m² más. En la terminal operan Bergé Marítima S.L., Líneas Marítimas Españolas – Flota Suardiáz, y Termicar Vigo S.L. En el alcance de la HC no se incluye la utilización ocasional del muelle de Comercio para operaciones ro-ro.
- Las emisiones liberadas por fuentes relacionadas con los servicios necesarios para el embarque, desembarque y tránsito de pasajeros en régimen de crucero en el muelle de Trasatlánticos. En este muelle se ubica la Estación Marítima del Puerto (de 8.744 m²), con todos los servicios necesarios para el control y tránsito de los pasajeros y tripulaciones, que opera Vigo Cruise Terminal.



Quedan fuera del alcance de la HC las emisiones por actividades de terceros tales como el tráfico de pasajeros en línea regular, el avituallamiento a buques, la construcción y reparación naval, las asociadas a la pesca y a su manipulación y distribución, o las náutico-deportivas. La mayor parte de estas actividades se desarrollan en el Área Portuaria de Beiramar, en el muelle de Reparaciones del Área Portuaria de Bouzas, en el Puerto Pesquero, o en otras áreas al lado norte y sur de la Ría. También quedan fuera del alcance de la HC las emisiones que puedan asociarse al desarrollo de la Plataforma Logística que promueve el Puerto de Vigo junto con el Consorcio Zona Franca de Vigo y la Xunta de Galicia en los municipios de Salvaterra y As Neves.

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

Los edificios e instalaciones que son propiedad de la APV incluyen, además de varias casetas de control de accesos (Policía Portuaria), casetas de centros de transformación y transformadores:

- Un edificio de oficinas centrales en el muelle de Comercio.
- Tres edificios (para oficinas, enfermería, aulas de formación, Centro Sociocultural, hostelería, archivo, talleres) en el muelle del Arenal.
- Varios edificios en el muelle de Transatlánticos (que albergan, entre otros, el Centro de Control de Emergencias 24h de la Policía Portuaria, Capitanía Marítima, SASEMAR, Sanidad Exterior y SOIVRE), además de una nave dedicada al depósito y reparación de embarcaciones.
- Varias oficinas, una caseta para báscula de camiones y una caseta de bombas de agua salada en el puerto pesquero El Berbés.
- Una nave industrial en Beiramar.
- Oficinas, un almacén de redes y una nave de servicios en el muelle de reparaciones de Bouzas.

Por lo que se refiere a las áreas de depósito, la APV es propietaria en estos muelles de varios almacenes descubiertos (312.966 m² en total), del silo de almacenamiento de vehículos en altura en la terminal de tráfico rodado de Bouzas (58.650 m²) y de un depósito cerrado de sal marina en el muelle de Arenal (706 m²). Además, dispone de dos almacenes frigoríficos (5.506 m²) en el área portuaria de Beiramar y el puerto pesquero El Berbés.

3. EMISIONES DE ALCANCE 1

A continuación, se relacionan las fuentes de emisión que son propiedad de, o están controladas por, la APV y consumen combustibles fósiles. La tabla 2 muestra el consumo anual atribuible a estas fuentes, según tipo de combustible. El consumo anual se ha estimado a partir de las facturas de suministro de combustible, prorrateando el suministro facturado entre años sucesivos si procede, para evitar confundir el dato de consumo con la información de suministro.

- Fuentes de emisión fijas asociadas a los edificios/instalaciones de la APV:
 - Una caldera para calefacción y agua caliente sanitaria ubicada en el taller (gasóleo C).
 - Una caldera para calefacción y agua caliente sanitaria en el edificio de oficinas centrales en Plaza da Estrela (gas natural).
 - Dos calderas para calefacción y agua caliente sanitaria en el edificio del Centro Sociocultural (gas propano).
- Equipos móviles propios (gasóleo A/B):
 - Vehículos: 23 vehículos diésel.
 - Maquinaria: 1 carretilla elevadora, 2 dúmpers y 1 retro pala excavadora.
 - Embarcaciones: 2 embarcaciones para el servicio del puerto (*Rande y Berbés*) y 1 embarcación para el servicio de señales marítimas (*Rías Bajas*).

Tabla 2

Consumo de combustibles fósiles de fuentes de emisión que son propiedad de, o están controladas por, la APV

Tipo de combustible	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Gas propano	6.846 kg	3.577 kg	5.414 kg
Gas natural	11.551 m ³	3.618 m ³	7.415 m ³
Gasóleo C	1.200 l	4.253 l	1.150 l
Gasóleo A/B	41.862 l	28.506 l	35.128 l

La APV no dispone en sus edificios de instalaciones fijas de refrigeración y climatización que supongan consumo de gases fluorados.

La HC de Alcance 1 se obtiene de multiplicar los consumos indicados en la tabla 2 por los factores de emisión correspondientes de la tabla 3. Las tres columnas centrales de dicha tabla muestran los factores de emisión de CO₂ propuestos por el *Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción*¹. Para la conversión de unidades físicas a unidades energéticas en el caso del gas natural, se ha empleado el factor 10,7056 kWh/m³. La última columna de la tabla I.A.3 reproduce los coeficientes recomendados por esta Guía para transformar las emisiones de CO₂ a emisiones de CO₂eq.

Tabla 3
Factores de emisión de los combustibles fósiles

Tipo de combustible	Año 2014	Año 2015	Año 2016	Coeficiente
Gas propano	2,938 kgCO ₂ /kg	2,938 kgCO ₂ /kg	2,938 kgCO ₂ /kg	1 gCO ₂ ≈ 1,007 grCO ₂ eq
Gas natural	0,202 kgCO ₂ /kWh	0,202 kgCO ₂ /kWh	0,202 kgCO ₂ /kWh	1 gCO ₂ ≈ 1,003 grCO ₂ eq
Gasóleo C	2,868 kgCO ₂ /l	2,868 kgCO ₂ /l	2,868 kgCO ₂ /l	1 gCO ₂ ≈ 1,016 grCO ₂ eq
Gasóleo A/B	2,544 kgCO ₂ /l	2,544 kgCO ₂ /l	2,539 kgCO ₂ /l	1 gCO ₂ ≈ 1,012 grCO ₂ eq
Gasolina	2,205 kgCO ₂ /l	2,205 kgCO ₂ /l	2,196 kgCO ₂ /l	1 gCO ₂ ≈ 1,008 grCO ₂ eq

En la tabla 4 figura la HC de Alcance 1 obtenida tras efectuar los cálculos descritos anteriormente.

Tabla 4
Alcance 1 de la HC de la APV (kgCO₂eq)

Tipo de combustible	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Gas propano	20.254	10.583	16.018
Gas natural	25.054	7.848	16.035
Gasóleo C	3.497	12.393	3.351
Gasóleo A/B	107.775	73.391	90.261
Total, Alcance 1	156.580	104.215	125.665

4. EMISIONES DE ALCANCE 2

La APV destina la electricidad que consume a los usos siguientes:

- *Alumbrado*: Iluminación de los viales, jardines y plazas del Puerto de Vigo. Incluye el alumbrado del silo de almacenamiento de vehículos en altura en el área de Bouzas.
- *Oficinas*: Instalaciones eléctricas de todas las oficinas administrativas de la Autoridad Portuaria: alumbrado, equipos informáticos, equipos de climatización, etc. Incluye el suministro a dos vehículos eléctricos pertenecientes a la APV.
- *Bombeos*: Equipos de bombeo de la red de saneamiento y red de suministro de agua dulce y salada del Puerto de Vigo.
- *Red de frío*: Sistema de frío de las lonjas del Puerto de Vigo.
- *Red ozono*: Red de esterilización del agua salada que se emplea en las Lonjas.
- *Embarcaciones*: Barco “Rías Bajas”.

La tabla 5 muestra el consumo anual de energía eléctrica según tipo de uso y la compañía suministradora.

¹ *Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. Factores de emisión. Versión 9.* Oficina Española de Cambio Climático. Julio 2017.

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

Tabla 5
Energía eléctrica consumida por la APV

Usos	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Alumbrado	2.110.319 kWh	2.796.624 kWh	2.168.176 kWh
Oficinas	946.400 kWh	1.166.825 kWh	1.466.701 kWh
Bombeos	155.463 kWh	90.911 kWh	7.259 kWh
Red frío	320.342 kWh	329.281 kWh	164.640 kWh
Red ozono	24.458 kWh	19.490 kWh	20.399 kWh
Embarcaciones	893 kWh	1.115 kWh	962 kWh
Suma	3.557.875 kWh	4.404.246 kWh	3.828.137 kWh
Compañía suministradora	Unión Fenosa	Iberdrola Clientes SAU	Iberdrola Clientes SAU

La APV dispone de paneles fotovoltaicos en algunos de sus edificios del muelle del Arenal así como en el silo de vehículos de la terminal ro-ro. La tabla 6 refleja la producción de energía vendida a red procedente de estas instalaciones.

Tabla 6
Energía eléctrica vendida a red por la APV

Instalación	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Paneles fotovoltaicos muelle de Bouzas	43.280 kWh	74.750 kWh	71.720 kWh
Paneles fotovoltaicos muelle del Arenal	29.440 kWh	30.970 kWh	31.120 kWh
Suma	72.720 kWh	105.720 kWh	102.840 kWh
Comprador	Gas Natural Sur SDG	Gas Natural Sur SDG	Gas Natural Sur SDG

La HC de Alcance 2 se obtiene de multiplicar la diferencia de consumos indicados en las tablas 5 y 6, por los factores de emisión correspondientes de la tabla 7. Las tres primeras columnas de la tabla 7 muestran los factores de emisión de CO₂ propuestos para cada año por el *Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción*². Puesto que Unión Fenosa es una comercializadora de energía eléctrica sin Garantía de Origen y Etiquetado de la Electricidad (GdO), para el cálculo de la HC en 2014 se aplica el factor de emisión del mix eléctrico correspondiente a todas aquellas comercializadoras que no han formado parte del sistema de GdO. La última columna de la tabla 7 reproduce el coeficiente recomendado por esta Guía para transformar las emisiones de CO₂ a emisiones de CO₂eq.

Tabla 7
Factores de emisión de la energía eléctrica consumida por la APV

Año 2014	Año 2015	Año 2016	Coeficiente
0,37 kgCO ₂ /kWh	0,21 kgCO ₂ /kWh	0,15 kgCO ₂ /kWh	1 gCO ₂ ≈ 1,007 grCO ₂ eq

En la tabla 8 figura la HC de Alcance 2 obtenida una vez realizados los cálculos descritos previamente.

Tabla 8 Alcance 2 de la HC de la APV (kgCO₂eq)

	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Total Alcance 2	1.298.534	909.009	562.706

² *Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. Factores de emisión. Versión 9.* Oficina Española de Cambio Climático. Julio 2017.

5. EMISIONES DE ALCANCE 3

Dentro del Alcance 3 de la HC se incluyen:

- las emisiones atribuibles a otras organizaciones que operan en el Puerto de Vigo en régimen de contratación, concesión, autorización o licencia;
- las emisiones del tráfico marítimo en el Puerto; y
- las emisiones ocasionadas por el transporte de mercancías en camión dentro del Puerto.

El cálculo de la HC no toma en consideración las emisiones asociadas a la explotación de la terminal ferroviaria de contenedores de ADIF situada en terrenos contiguos al muelle de Guixar, puesto que se encuentra fuera de la zona de servicio del Puerto. Tampoco se consideran las emisiones atribuibles al tráfico ferroviario dentro del recinto portuario, dada su escasa entidad. A pesar de que el puerto dispone de 15 km de vías férreas interiores de ancho 1,668 m - que enlazan la terminal de ADIF con los muelles de Guixar, Arenal, Transversal, Comercio, Trasatlánticos y Puerto Pesquero -, la última circulación de un tren dentro del Puerto se produjo en marzo de 2014.

5.1. Emisiones atribuibles a otras organizaciones que operan en el Puerto de Vigo en régimen de contratación, concesión, autorización o licencia

Para cada una de las organizaciones mencionadas en el apartado 1, se ha recopilado - mediante un formulario - información sobre su consumo anual de combustibles fósiles y su consumo anual de electricidad y compañía suministradora. Los datos obtenidos se resumen en la tabla 9.

Tabla 9
Consumo de combustibles fósiles y electricidad de otras organizaciones que operan en el Puerto de Vigo

	Fuente	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Servicios generales de limpieza	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	21.409 l	22.426 l	19.701 l
	Electricidad			
	Sin especificar	2.982 kWh	3.169 kWh	3.548 kWh
Servicios técnico-náuticos	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	286.844 l	296.790 l	330.500 l
	Gasóleo C	2.700 l	1.200 l	1.750 l
	Electricidad			
	Gas Natural Fenosa	110.062 kWh	51.159 kWh	73.469 kWh
	Iberdrola Clientes SAU	- kWh	55.330 kWh	41.165 kWh
Servicios de recepción de desechos generados por buques	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	125.728 l	134.039 l	176.497 l
	Electricidad			
	Gas Natural Fenosa	15.751 kWh	- kWh	- kWh
Iberoelectra	15.751 kWh	32.883 kWh	33.512 kWh	
Manipulación y almacenamiento de granel líquido y sólido en el muelle del Arenal	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	6.012 l	6.773 l	6.966 l
	Gasóleo C	42.574 l	51.857 l	46.409 l
	Gas propano	6.300 kg	6.100 kg	5.900 kg
	Electricidad			

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

	Sin especificar	167.419 kWh	260 kWh	- kWh
	Unión Fenosa	314.563 kWh	329.940 kWh	309.853 kWh
	Gas Natural Comercial	3.416 kWh	1.134 kWh	1.868 kWh
	Gas Natural Servicios	15.266 kWh	18.174 kWh	17.258 kWh
Manipulación y almacenamiento de mercancía general en convencional y prestación de servicios en los muelles de Arenal, Transversal y de Comercio	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	463.119 l	450.595 l	433.428 l
	Electricidad			
	Gas Natural Fenosa	51.963 kWh	53.651 kWh	48.665 kWh
	Unión Fenosa	64.460 kWh	- kWh	- kWh
	Nexus	- kWh	70.319 kWh	78.042 kWh
Operación de la terminal de contenedores en el muelle de Guixar	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	489.663 l	670.598 l	678.222 l
	Electricidad			
	Unión Fenosa	746.909 kWh	691.861 kWh	577.849 kWh
Operación de la terminal de transbordadores ro-ro del área portuaria de Bouzas	Combustibles fósiles			
	Gasóleo A/B	84.000 l	79.604 l	97.955 l
	Electricidad			
	Gas Natural Fenosa	77.059 kWh	- kWh	- kWh
	Iberdrola Clientes SAU	- kWh	66.688 kWh	72.797 kWh
Servicios a pasajeros en régimen de crucero en el muelle de Trasatlánticos	Electricidad			
	Gas Natural Fenosa	14.127 kWh	- kWh	- kWh
	Iberdrola Clientes SAU	- kWh	18.441 kWh	24.698 kWh

Para completar el dato sobre consumo de combustible atribuible a la operación de la terminal de transbordadores ro-ro del área de Bouzas (figura2), es necesario considerar el consumo debido al funcionamiento de los motores de los vehículos en régimen de mercancía mientras son conducidos por esta terminal.

Figura 2
Imagen general de la terminal de transbordadores ro-ro del área de Bouzas



Dicha estimación se ha efectuado en base al tráfico anual de vehículos en régimen de mercancía (tabla 12) y los consumos medios por tipo de vehículo desde que el vehículo llega en un camión portavehículos hasta su embarque en el buque, o viceversa (tabla 13). El consumo medio por tipo de vehículo se ha obtenido a partir de los supuestos de consumo incluidos en la Guía (cf. apartado 1.3.2.1. y tabla I.7) y considerando trayectos

de 400 m en promedio, de acuerdo con la estimación efectuada por la Autoridad Portuaria. El consumo de los vehículos especiales se ha supuesto equivalente al de los camiones. La diferenciación entre consumo de gasolina y gasóleo A en el caso de turismos, se ha realizado en base a los datos de matriculación de turismos en España publicados por la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones.

Tabla 12
Vehículos en régimen de mercancías embarcados/desembarcados en la terminal ro-ro del área de Bouzas

Tipo de vehículo	Vehículos embarcados/desembarcados (nº)		
	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Turismos	417.172	439.770	451.572
Autobuses	189	181	160
Camiones	1.553	2.208	5.572
Vehículos especiales	88	1.451	1.117

Tabla 13
Consumo medio de combustible de los vehículos en régimen de mercancías embarcados/desembarcados en la terminal ro-ro del área de Bouzas

Tipo de vehículo	Vehículos según tipo de combustible						Consumo medio (l/veh)	
	Año 2014		Año 2015		Año 2016		Gasolina	Gasóleo
	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo	Gasolina	Gasóleo		
Turismos	34%	66%	37%	63%	43%	57%	0,0356	0,0268
Autobuses	-	100%	-	100%	-	100%	-	0,1356
Camiones	-	100%	-	100%	-	100%	-	0,2068
Vehículos especiales	-	100%	-	100%	-	100%	-	0,2068

La tabla 14 muestra el consumo total adicional que hay que considerar (además del indicado en la tabla 11), bajo las hipótesis descritas anteriormente.

Tabla 14
Consumo adicional a considerar en la terminal ro-ro del área de Bouzas por la circulación de vehículos en régimen de mercancía por la terminal

	Fuente	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Operación de la terminal de transbordadores ro-ro del área portuaria de Bouzas	Combustibles fósiles			
	Gasolina	5.049	5.293	6.913
	Gasóleo A/B	7.744	8.203	8.303

La tabla 16 presenta las emisiones obtenidas al aplicar a los consumos anteriores los correspondientes factores de emisión de CO₂ propuestos por el *Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción* y los coeficientes recomendados por esta Guía para transformar las emisiones de CO₂ a emisiones de CO₂eq, de forma análoga a como se ha hecho para el cálculo de la HC de Alcances 1 y 2. Los factores de emisión correspondientes a los combustibles fósiles son los indicados en la tabla 3. Los factores de emisión considerados para la energía eléctrica se indican en la tabla 15.

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

Tabla 15
Factores de emisión de la energía eléctrica consumida

Compañía suministradora	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Gas Natural Fenosa	0,37 kgCO ₂ /kWh	0,40 kgCO ₂ /kWh	0,36 kgCO ₂ /kWh
Iberdrola Clientes SAU	- kgCO ₂ /kWh	0,21 kgCO ₂ /kWh	0,15 kgCO ₂ /kWh
Iberoelectra	0,37 kgCO ₂ /kWh	0,40 kgCO ₂ /kWh	0,36 kgCO ₂ /kWh
Unión Fenosa	0,37 kgCO ₂ /kWh	0,40 kgCO ₂ /kWh	0,36 kgCO ₂ /kWh
Gas Natural Comercializadora	0,29 kgCO ₂ /kWh	0,35 kgCO ₂ /kWh	0,29 kgCO ₂ /kWh
Gas Natural Servicios	0,29 kgCO ₂ /kWh	0,36 kgCO ₂ /kWh	0,29 kgCO ₂ /kWh
Nexus Energía	- kgCO ₂ /kWh	0,12 kgCO ₂ /kWh	0,02 kgCO ₂ /kWh
Sin especificar	0,37 kgCO ₂ /kWh	0,40 kgCO ₂ /kWh	0,36 kgCO ₂ /kWh

Tabla 16
Emisiones atribuibles a otras organizaciones que operan en el Puerto de Vigo (kgCO₂eq)

		Año 2014	Año 2015	Año 2016
Servicios generales de limpieza	Combustibles fósiles	55.118	57.736	50.621
	Electricidad	1.111	1.276	1.286
Servicios técnico-náuticos	Combustibles fósiles	746.355	767.591	854.308
	Electricidad	41.008	32.307	32.852
Servicios de recepción de desechos generados por buques	Combustibles fósiles	323.690	345.085	453.503
	Electricidad	11.737	13.245	12.149
Granel líquido y sólido en el muelle del Arenal	Combustibles fósiles	158.173	186.590	170.585
	Electricidad	185.037	139.993	117.913
Mercancía general en convencional en los muelles de Arenal, Transversal y de Comercio	Combustibles fósiles	1.192.313	1.160.169	1.113.679
	Electricidad	43.378	30.108	19.214
Operación de la terminal de contenedores en el muelle de Guixar	Combustibles fósiles	1.260.651	1.726.473	1.742.670
	Electricidad	278.291	278.682	209.482
Operación de la terminal de transbordadores ro-ro del área portuaria de Bouzas	Combustibles fósiles	247.220	237.638	288.105
	Electricidad	28.711	14.103	10.996
Servicios a pasajeros en régimen de crucero en el muelle de Trasatlánticos	Combustibles fósiles	0	0	0
	Electricidad	5.264	3.900	3.731
Total	Combustibles fósiles	3.983.520	4.481.282	4.673.471
	Electricidad	594.537	513.614	407.623
	Suma	4.578.057	4.994.896	5.081.094

5.2. Emisiones del tráfico marítimo en el Puerto

Se consideran en este epígrafe las emisiones asociadas a los buques de granel líquido, de granel sólido, de mercancía general, portacontenedores, ro-ro y de crucero que hacen escala en el Puerto de Vigo, y que tienen lugar durante la etapa de maniobras en aguas abrigadas del puerto (Zona I) y mientras los buques permanecen atracados en el muelle. Se consideran las emisiones derivadas tanto del consumo de combustible por los motores de los buques, como del suministro de energía eléctrica a los buques mientras éstos permanecen atracados.

5.2.1. Emisiones derivadas del consumo de combustible por los motores de los buques

Para las primeras, la Guía admite como alternativa simplificada, para realizar el cálculo en primera aproximación, partir directamente del número de buques que hacen escala en el puerto - agrupados según tipo de tráfico -, y estimar la potencia total consumida por cada tipo de tráfico durante las etapas de maniobras y atraque considerando potencias nominales de los motores, factores de carga y tiempos de utilización de los mismos promedios para cada tipo de tráfico. La tabla 17 indica el número de escalas de buques en el Puerto de Vigo de acuerdo con la información de que dispone la Autoridad Portuaria.

Tabla 17
Número de buques mercantes que hacen escala en el Puerto de Vigo

Tipo de buque		Año 2014	Año 2015	Año 2016
Graneleros líquidos (Tanques)		21	28	20
Graneleros sólidos		52	58	45
Mercancía general	Carga general	194	189	157
	Portacontenedores	484	543	537
	Ro-Ro (mercancías y mixtos)	425	486	496
Pasaje Crucero		81	82	83

A continuación, se detalla el cálculo de las emisiones atribuibles al funcionamiento de los motores de los buques de granel líquido (HC_{GL}) en el Puerto. Para el cálculo de las emisiones atribuibles al resto de tipos de buque se procedería de forma análoga. De acuerdo con la Guía, HC_{GL} puede calcularse como:

$$HC_{GL} = N_{GL} * (HC_{GL-Maniobra} + HC_{GL-Atracado})$$

siendo N_{GL} el número de buques de granel líquido que hacen escala en el Puerto (21 en 2014, 28 en 2015 y 20 en 2016); y

$HC_{GL-Maniobra}$ y $HC_{GL-Atracado}$ las emisiones promedio atribuibles a un buque de granel líquido durante las maniobras y mientras permanece atracado en el muelle, respectivamente.

Las emisiones promedio de un buque de granel líquido durante las maniobras pueden calcularse a partir de la expresión siguiente:

$$HC_{GL-Maniobra} = [PN_{MP} * FC_{MP-Maniobra} * t_{MP-Maniobra}] * FE_{MP} + [PN_{MA} * FC_{MA-Maniobra} * t_{MA-Maniobra}] * FE_{MA}$$

donde PN_{MP} y PN_{MA} son, respectivamente, las potencias nominales medias de sus motores principales y auxiliares;

$FC_{MP-Maniobra}$ y $FC_{MA-Maniobra}$ son los factores de carga a los que funcionan cada tipo de motor mientras duran las maniobras;

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

$t_{MP-Maniobra}$ y $t_{MA-Maniobra}$ son los tiempos de utilización de cada tipo de motor durante las maniobras; y

FE_{MP} y FE_{MA} son, respectivamente, los factores de emisión correspondientes a los motores principales y auxiliares de un buque de granel líquido indicados en la tabla I.2 (684 grCO₂/kWh y 705 grCO₂/kWh), multiplicados por 1,015 (cf. tabla I.4) para obtener un resultado en términos de CO₂eq.

De forma análoga, las emisiones promedio de un buque de granel líquido mientras éste permanece atracado en el muelle puede calcularse como:

$$HC_{GL-Atracado} = [PN_{MP} * FC_{MP-Atracado} * t_{MP-Atracado}] * FE_{MP} + [PN_{MA} * FC_{MA-Atracado} * t_{MA-Atracado}] * FE_{MA}$$

donde PN_{MP} , PN_{MA} , FE_{MP} y FE_{MA} son las mismas variables que se ha descrito en el párrafo anterior; $FC_{MP-Atracado}$ y $FC_{MA-Atracado}$ son los factores de carga a los que funcionan cada tipo de motor mientras el buque permanece atracado; y $t_{MP-Atracado}$ y $t_{MA-Atracado}$ son los tiempos de utilización de cada tipo de motor mientras el buque permanece atracado.

La tabla 18 reproduce el valor de referencia que propone la Guía para el Cálculo de la Huella de Carbono de Puertos del Estado para PN_{MP} en el caso de Vigo (cf. tabla I.12). También muestra el valor de referencia para PN_{MA} , obtenido de considerar el ratio entre la potencia nominal de los motores auxiliares y principales que propone emplear por defecto la Guía (0,30, según la tabla I.9).

Tabla I.A.18
Potencias nominales medias de los motores principales y auxiliares consideradas para el Puerto de Vigo

Tipo de tráfico	PN _{MP}	PN _{MA}
Granel líquido	3.780 kW	1.134 kW

La tabla 19 reproduce los valores por defecto que propone utilizar la Guía, con carácter general, para $FC_{MP-Maniobra}$, $FC_{MA-Maniobra}$, $FC_{MP-Atracado}$ y $FC_{MA-Atracado}$ (cf. tabla I.10).

Tabla 19
Factor de carga al que funcionan los motores principales y auxiliares durante las maniobras y mientras el buque permanece atracado en el muelle

Tipo de tráfico	Porcentaje de utilización de los motores principales		Porcentaje de utilización de los motores auxiliares	
	Maniobra $FC_{MP-Maniobra}$	Atracado $FC_{MP-Atracado}$	Maniobra $FC_{MA-Maniobra}$	Atracado $FC_{MA-Atracado}$
Granel líquido	20%	20%	50%	60%

Los tiempos de utilización de cada tipo de motor mientras el buque maniobra o permanece atracado se obtendrán de aplicar los porcentajes de utilización de cada tipo de motor que la Guía propone por defecto (cf. tabla I.11) a los tiempos medios que un buque de granel líquido emplea en las maniobras y pasa atracado en muelle. El tiempo medio empleado en las maniobras de entrada y salida en la Zona I del puerto se ha supuesto de 1,0 hora. El tiempo medio que pasa un buque de granel líquido atracado en muelle (20,2 horas) se obtiene de restar dicho tiempo de maniobras al tiempo de la escala medio que como referencia propone considerar la Guía para un buque de granel líquido en el caso de Vigo (21,2 horas, según la tabla I.13). La tabla 20 resume los tiempos de utilización de cada tipo de motor que se obtienen de acuerdo con la descripción anterior.

Tabla 20
Tiempo de utilización de los motores principales y auxiliares
durante las maniobras y mientras el buque permanece atracado en el muelle

Tipo de tráfico	Tiempo de utilización de los motores principales		Tiempo de utilización de los motores auxiliares	
	Maniobra	Atracado	Maniobra	Atracado
	$t_{MP-Maniobra}$	$t_{MP-Atracado}$	$t_{MA-Maniobra}$	$t_{MA-Atracado}$
Granel líquido	1,0 h (100% de 1,0 h)	1,0 h (5% de 20,2 h)	1,0 h (100% de 1,0 h)	20,2 h (100% de 20,2 h)

Al introducir los valores descritos anteriormente en las fórmulas de cálculo se obtienen las emisiones indicadas en la tabla 21.

Tabla 21
Emisiones atribuibles al funcionamiento de los motores del tráfico marítimo en el puerto (kgCO₂eq)

Tipo de tráfico		Año 2014	Año 2015	Año 2016
Granel líquido		237.208	316.277	225.912
Granel sólido		852.644	951.027	737.865
Mercancía general	Mercancía convencional	2.532.876	2.467.595	2.049.801
	Mercancía en contenedor	5.345.396	5.997.004	5.930.739
	Tráfico ro-ro	5.429.457	6.208.744	6.336.496
Pasajeros de crucero		828.146	838.370	848.594
Total		15.225.727	16.779.017	16.129.407

La tabla 21 recoge asimismo el resultado que se obtiene para el resto de tipos de buque. Los valores que se han utilizado en los cálculos son los propuestos por la Guía. El tiempo medio empleado en las maniobras por cada tipo de buque se ha supuesto siempre igual a 1,0 hora.

5.2.2. Emisiones derivadas de la energía eléctrica suministrada a los buques

Para completar el cálculo de las emisiones del tráfico marítimo, faltaría sumar - a las emisiones indicadas en la tabla 21 - las derivadas de la energía eléctrica suministrada a los buques mientras éstos permanecen atracados. En el caso de Vigo, sólo se suministra energía eléctrica a los buques que atracan en los muelles Arenal, Transversal y Comercio. Las emisiones derivadas de este suministro no se han computado en el cálculo de la HC dada su escasa entidad (80.193 kWh suministrados en 2016, equivalente en términos de emisiones a 12.113 kgCO₂eq, menos del 1% de las emisiones atribuibles al tráfico marítimo en el puerto).

5.3. Emisiones atribuibles al transporte de mercancías en camión dentro del recinto portuario

Se consideran en este epígrafe las emisiones liberadas, dentro del Puerto de Vigo, por el tráfico de vehículos pesados que transportan granel líquido y sólido, mercancía general en convencional, contenedores, vehículos como mercancía y remolques y semirremolques que embarcan/desembarcan en la terminal ro-ro de Bouzas.

La Guía propone estimar estas emisiones a partir de la distancia total recorrida dentro del recinto portuario por dicho tráfico, y de los tiempos que esperan los camiones con su motor funcionando al ralentí.

La distancia total recorrida por los camiones dentro del recinto portuario puede obtenerse de multiplicar el número de camiones de distinto tipo que acceden al puerto, por su recorrido medio desde el acceso al Puerto hasta la terminal de destino (ida y vuelta). Aunque el Puerto de Vigo dispone de un sistema automatizado para control de acceso al muelle basado en lectura automática de matrícula, la información que proporciona este sistema no es explotable a los efectos de estimar el número de camiones de cada tipo que acceden al

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

Puerto. Ante esta circunstancia, se estimará el número de camiones de cada tipo a partir – como propone la Guía - de las estadísticas de mercancías movidas por muelles y atraques de servicio, excluido mercancías en tránsito. La tabla 22 muestra los datos de partida empleados para realizar esta estimación.

Tabla 22
Mercancías embarcadas/desembarcadas en el Puerto de Vigo (excluido mercancías en tránsito)

Tipo de mercancía		Año 2014		Año 2015		Año 2016	
		Emb.	Desemb.	Emb.	Desemb.	Emb.	Desemb.
Granel líquido (Tm)		787	63.798	383	59.197	0	60.452
Granel sólido (Tm)		0	299.331	0	287.939	0	234.910
Mercancía general	Mercancía convencional (Tm)	127.610	319.877	105.470	318.810	88.381	259.923
	Mercancía en contenedor (nº) ¹	58.158	59.281	64.457	64.289	62.641	61.449
	UTI ro-ro (nº)	5.025	5.040	7.329	6.151	8.894	8.030
	Vehículos como mercancía:						
	Turismos (nº)	375.752	41.420	385.344	54.426	400.364	51.208
	Camiones (nº)	1.002	551	1.409	799	5.370	202
	Vehículos especiales (nº)	80	8	786	665	649	468
Autobuses (nº)	137	52	86	95	80	80	

¹ Incluido contenedores vacíos.

En la tabla 23 se indica el número de camiones que se obtiene si se considera como carga media de un camión cargado los valores de referencia propuestos por la Guía (cf. tabla I.6) bajo los siguientes supuestos:

- la totalidad de granel líquido y sólido y de la mercancía general entra o sale del puerto por carretera;
- para granel y mercancía general en convencional, uno de los dos recorridos dentro del puerto (desde el control de acceso hasta la terminal, o viceversa) es siempre a plena carga y el otro en vacío;
- en el caso de contenedores (y remolques, semirremolques y plataformas embarcados o desembarcados), la mitad de los camiones (o cabezas tractoras) que llegan cargados al puerto salen también cargados;
- por lo que se refiere a los vehículos como mercancía, se asume que el número de camiones depende sólo de los vehículos embarcados.



Tabla 23
Número de camiones que acceden al puerto según tipo de mercancía transportada

Tipo de mercancía		Año 2014	Año 2015	Año 2016
Granel líquido		2.019	1.862	1.890
Granel sólido		9.355	8.999	7.341
Mercancía general	Mercancía convencional	13.985	13.259	10.885
	Mercancía en contenedor	88.359	96.517	92.769
	UTI ro-ro	7.552	9.815	12.477
	Vehículos como mercancía	48.188	50.449	56.145

Aplicando el criterio de la Guía, las emisiones atribuibles a los camiones de tipo i (HC_{TMCi}) pueden calcularse - una vez conocido el número de camiones de tipo i que acceden al puerto (N_{Ci}) – aplicando la expresión siguiente:

$$HC_{TMCi} = N_{Ci} * d_{Ci} * C_{Ci} * FE_{Ci} + N_{Ci} * t_{C_{RI}} * C_{C_{RI}} * FE_{Ci}$$

siendo d_{Ci} la distancia media recorrida (km) dentro del recinto portuario por un camión de tipo i ;
 C_{Ci} el consumo medio de combustible (l/km) del motor de un camión de tipo i ;
 $t_{C_{RI}}$ el tiempo medio de funcionamiento del motor al ralentí (h) del camión de tipo i , durante esperas y procesos de carga y descarga dentro del puerto;
 $C_{C_{RI}}$ el consumo medio de combustible (l/h) del motor de un camión de tipo i , funcionando al ralentí; y
 FE_{Ci} el factor de emisión (en kgCO₂eq/l) del combustible empleado por el camión de tipo i .
 Asumiendo, como propone la Guía, que todos los camiones consuman gasóleo A, FE_{Ci} se obtiene multiplicando el factor de emisión de CO₂ del gasóleo A propuesto por el *Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción* por el coeficiente 1,010 (cf. tabla I.4).

La tabla 24 muestra los valores considerados para cada uno de estos parámetros. Los valores de d_{Ci} se han estimado a partir de mediciones realizadas sobre un plano a escala de la planta del Puerto. Los valores supuestos para $t_{C_{RI}}$ no se han podido contrastar con datos de campo o la apreciación de los operadores de las terminales. Para el resto de variables se han tomado los valores de referencia propuestos por la Guía.

Tabla 24
Parámetros utilizados para el cálculo de las emisiones atribuibles al transporte de mercancías en camión

Tipo de mercancía transportada		d_{Ci} (km) ¹	C_{Ci} (l/km)	$t_{C_{RI}}$ (h)	$C_{C_{RI}}$ (l/h)	FE_{Ci} (kgCO ₂ /l)
Granel líquido		1,600	0,517	1,0	2,5	Gasóleo A: 2014: 2,544 2015: 2,544 2016: 2,539
Granel sólido		1,600		1,0		
Mercancía general	Mercancía convencional	2,000		1,0		
	Mercancía en contenedor	1,300		1,0		
	UTI ro-ro	1,400		0,5		
	Vehículos como mercancía	1,400		0,5		

¹ Se supone que los camiones que acceden a los muelles comerciales de Guixar, Arenal, Transversal y Comercio acceden al Puerto desde la rotonda situada en el extremo Norte (desde la que se accede a la autopista AP-9) y circulan por el vial portuario interior, de acceso restringido. Los camiones que acceden a la terminal de Bouzas lo hacen por el Sur, a través de la conexión directa que existe desde la autovía de circunvalación de Vigo VG-20 mediante túnel y viaducto.

Al introducir los valores descritos anteriormente en las fórmulas de cálculo se obtienen las emisiones indicadas en la tabla 25.

Tabla 25
Emisiones atribuibles al transporte de mercancías en camión dentro del puerto (kgCO₂eq)

Tipo de mercancía transportada		Año 2014	Año 2015	Año 2016
Granel líquido		17.261	15.918	16.126
Granel sólido		79.976	76.933	62.635
Mercancía general	Mercancía convencional	126.989	120.397	98.646
	Mercancía en contenedor	720.172	786.664	754.630
	Tráfico ro-ro	282.133	305.032	347.337
Total		1.226.531	1.304.944	1.279.374

6. HUELLA DE CARBONO DEL PUERTO DE VIGO

La tabla 26 y el gráfico 3 resumen la HC obtenida para el Puerto de Vigo en los años 2014, 2015 y 2016 según Alcance. La figura 4 muestra gráficamente la distribución porcentual promedio de cada Alcance durante el periodo 2014-2016.

Tabla 26
Huella de carbono del Puerto de Vigo (kgCO₂eq)

	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Total Alcance 1	156.580	104.215	125.665
Total Alcance 2	1.298.534	909.009	562.706
Total Alcance 3	21.030.315	23.078.857	22.489.875
Otras organizaciones que operan en el Puerto	4.578.057	4.994.896	5.081.094
Tráfico marítimo en el puerto	15.225.727	16.779.017	16.129.407
Transporte de mercancías en camión dentro del puerto	1.226.531	1.304.944	1.279.374
TOTAL HC	22.485.429	24.092.081	23.178.246

Figura 3
Huella de carbono del Puerto de Vigo (kgCO₂eq)

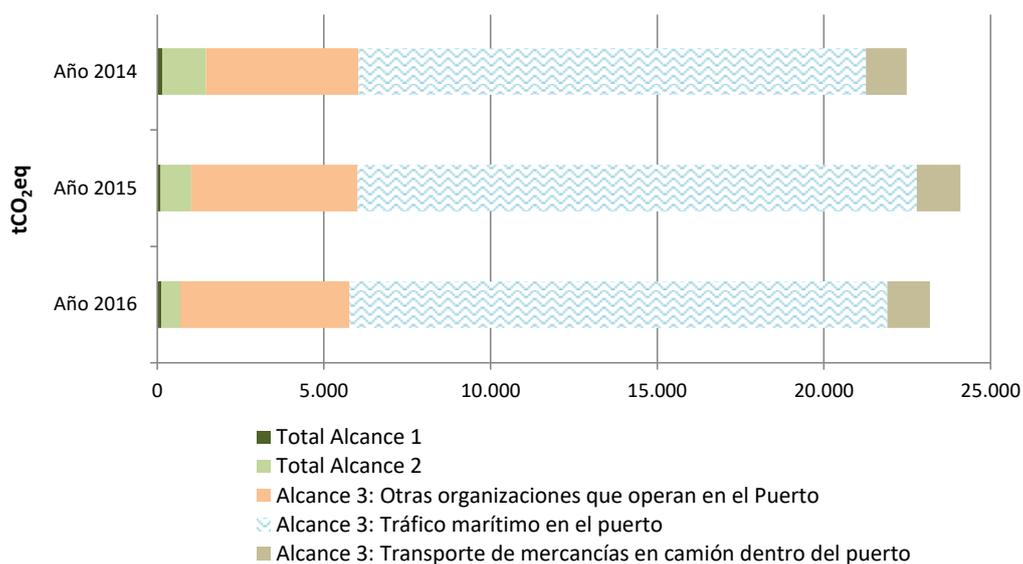
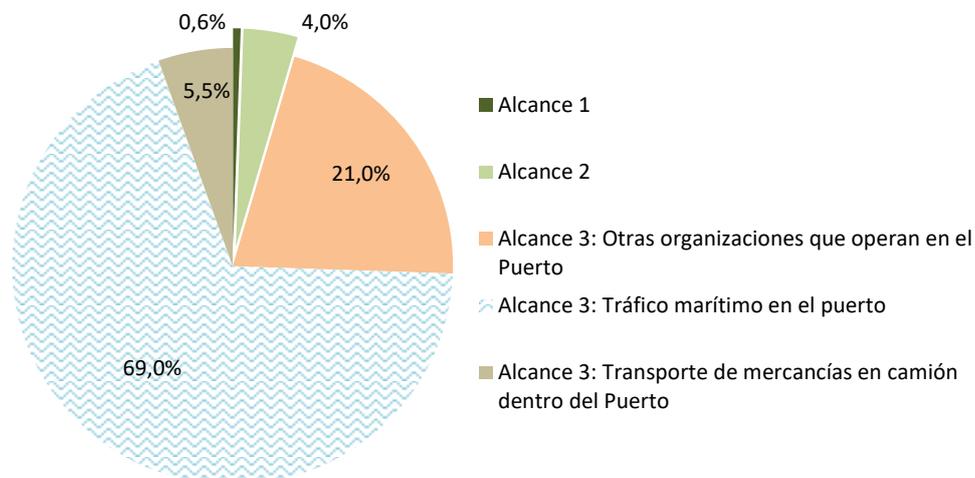


Figura 4
Distribución de la huella de carbono del Puerto de Vigo según Alcance (periodo 2014-2016)



La HC del Puerto está en todo caso condicionada, entre otros factores, por el nivel de actividad del Puerto. Por ello, para poder analizar convenientemente su evolución (y establecer, en su caso, objetivos de reducción), es aconsejable expresarla en función de algún ratio que caracterice el nivel de actividad del Puerto. En este ejemplo del Puerto de Vigo, los índices de actividad elegidos son el tráfico anual bruto de mercancías y el tráfico anual de pasajeros de crucero vinculados al cálculo de la HC. La tabla 29 identifica estos tráficos, de acuerdo con la información incluida en las Memorias anuales publicadas por la APV.

Tabla 29
Índices de actividad del Puerto de Vigo

	Año 2014		Año 2015		Año 2016	
Granel líquido	64.585	Tm	59.580	Tm	60.452	Tm
Granel sólido	299.331	Tm	287.939	Tm	234.910	Tm
Mercancía general en convencional	447.487	Tm	424.281	Tm	348.304	Tm
Mercancía general en contenedor ²	2.162.285	Tm	2.310.672	Tm	2.204.548	Tm
Mercancía en tráfico ro-ro	823.798	Tm	944.990	Tm	1.013.389	Tm
Mercancías	3.797.486	Tm	4.027.462	Tm	3.861.603	Tm
Pasajeros de crucero	176.019	pax	204.979	pax	169.223	pax

¹ Mercancías movidas por muelles y atraques de servicio, excluido avituallamiento y pesca fresca, incluido tara de los contenedores.

² Excluida la mercancía en contenedor en tráfico ro-ro; incluida la mercancía de los contenedores en tránsito.

La parte de la HC de Alcances 1 y 2 atribuible al tráfico de mercancías y al tráfico de pasajeros de crucero se estimará según la proporción de ingresos en el año por tasas a la mercancía y tasas al pasaje en régimen de crucero turístico³. La tabla 30 indica los coeficientes de reparto que resultan de aplicar este criterio.

³ El hecho imponible de la tasa a la mercancía consiste en la utilización por las mercancías de las instalaciones de atraque, zonas de manipulación, accesos y vías de circulación y otras instalaciones portuarias. El hecho imponible de la tasa al pasaje en régimen de crucero consiste en la utilización por dichos pasajeros de las instalaciones portuarias fijas.

Huella de Carbono: Puerto de Vigo. Periodo 2014-2016

Tabla 30
Coeficientes de reparto de las emisiones de Alcance 1 y 2 de la APV

Tipo de tráfico	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Mercancías	95,71 %	95,23 %	95,96 %
Pasajeros de crucero	4,29 %	4,77 %	4,04 %

El cálculo realizado de la HC de Alcance 3 permite diferenciar con facilidad la parte de las emisiones que son atribuibles al tráfico de mercancías y al tráfico de pasajeros de crucero, salvo en el caso de las emisiones ocasionadas por la prestación de servicios generales de limpieza, técnico-náuticos y de recogida de desechos generados por los buques. Para estos servicios, se supondrá que las emisiones guardan la misma proporción que la distribución por tipos de buques que hacen escala en el puerto durante el año. La tabla 31 muestra los coeficientes de reparto que resultan de aplicar este criterio (cf. tabla I.A.17).

Tabla 31
Coeficientes de reparto de las emisiones de Alcance 3 ocasionadas por la prestación de servicios generales, técnico-náuticos y de recogida de desechos

Tipo de tráfico	Año 2014	Año 2015	Año 2016
Mercancías	93,56 %	94,08 %	93,80 %
Pasajeros de crucero	6,44 %	5,92 %	6,20 %

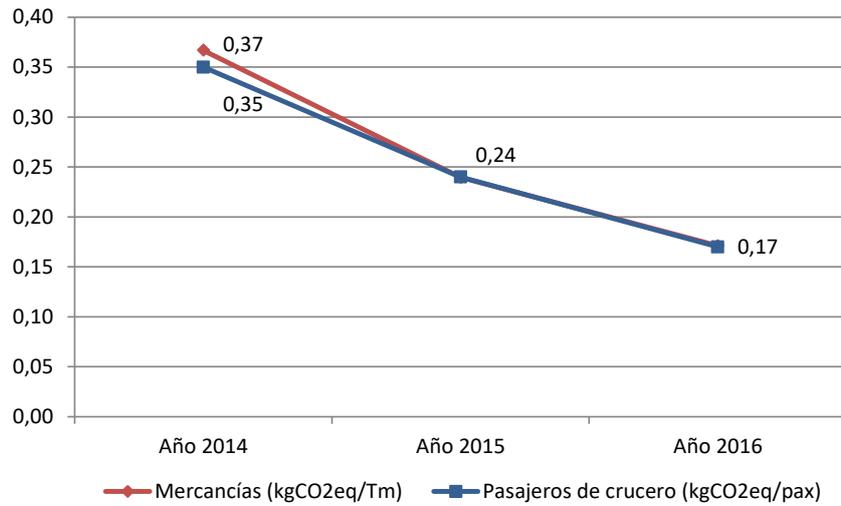
En la tabla 32 figura el reparto de la HC que resulta de aplicar los coeficientes y criterios descritos previamente.

Tabla 32
Huella de carbono del Puerto de Vigo (kgCO₂eq)

...		Año 2014	Año 2015	Año 2016
Total Alcance 1:	<i>Mercancías</i>	149.863	99.244	120.588
	<i>Pasajeros de crucero</i>	6.717	4.971	5.077
Total Alcance 2:	<i>Mercancías</i>	1.242.827	865.649	539.973
	<i>Pasajeros de crucero</i>	55.707	43.360	22.733
Total Alcance 3:	<i>Mercancías</i>	20.120.976	22.164.526	21.550.457
	<i>Pasajeros de crucero</i>	909.339	914.331	939.418
Otras organizaciones que operan en el Puerto:	<i>Mercancías</i>	4.496.864	4.918.935	4.990.270
	<i>Pasajeros de crucero</i>	81.193	75.961	90.824
Tráfico marítimo en el puerto:	<i>Mercancías</i>	14.397.581	15.940.647	15.280.813
	<i>Pasajeros de crucero</i>	828.146	838.370	848.594
Transporte de mercancías en camión:	<i>Mercancías</i>	1.226.531	1.304.944	1.279.374
	<i>Pasajeros de crucero</i>	-	-	-
TOTAL HC:	<i>Mercancías</i>	21.513.666	23.129.419	22.211.018
	<i>Pasajeros de crucero</i>	971.763	962.662	967.228

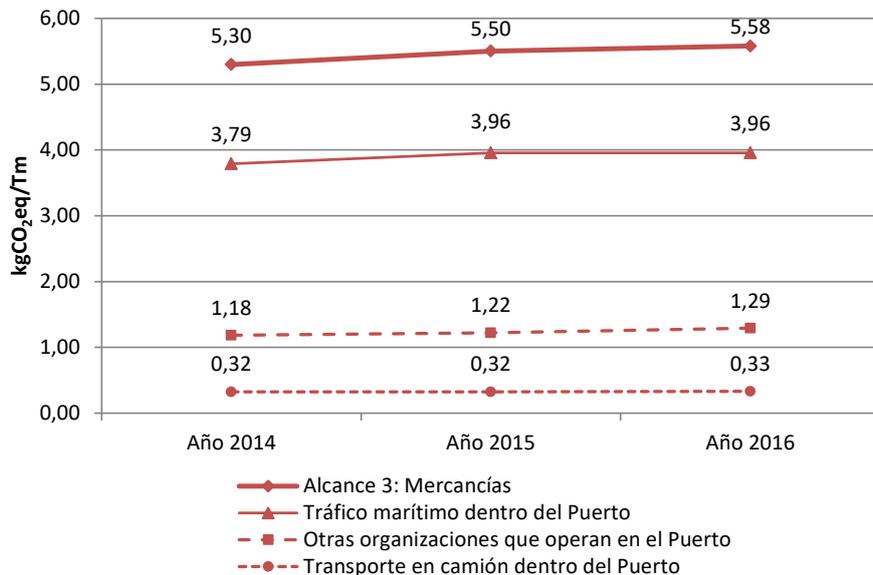
En la figura 5 se representa la evolución de los ratios de emisiones que se obtienen al referir la HC de Alcances 1 y 2 al nivel de actividad. Dicha evolución, claramente positiva, es debida fundamentalmente, no a un ahorro energético, sino a la reducción del factor de emisiones de la energía eléctrica de un año al siguiente.

Figura 5
Ratio de emisiones de Alcances 1 y 2 del Puerto de Vigo



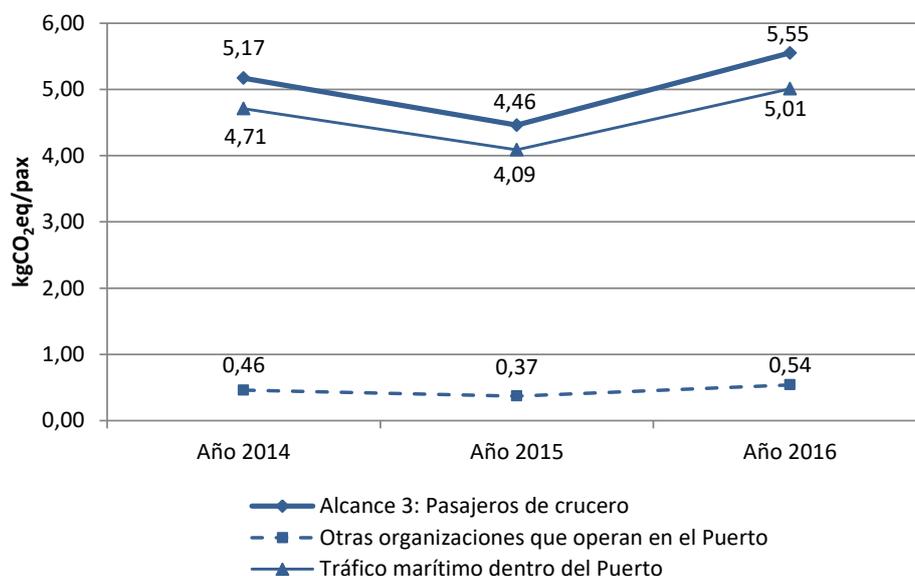
La figura 6 muestra la evolución del ratio de emisiones obtenido cuando se considera la HC de Alcance 3 atribuible al tráfico de mercancías, y la contribución al mismo de cada uno de los componentes que se ha considerado que contribuyen a ella. La evolución de este ratio se ve penalizada, básicamente, por la disminución del número de toneladas por buque embarcadas/desembarcadas en el Puerto (especialmente entre 2014 y 2015, cuando se pasa de 3.229 Tm/buque en promedio en 2014, a 3.089 Tm/buque en 2015) y – en menor medida – por la evolución del ratio de emisiones atribuibles a algunos servicios y operadores portuarios.

Figura 6
Ratio de emisiones de Alcances 3 del Puerto de Vigo atribuibles al tráfico de mercancías



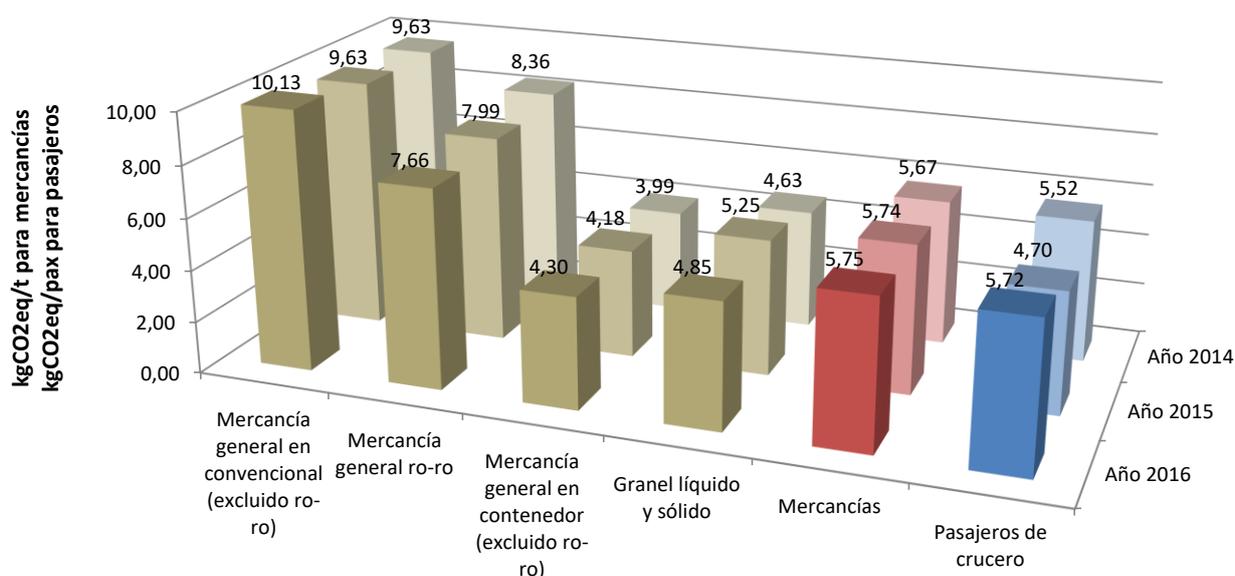
En la figura 7 se observa, por último, la evolución del ratio de emisiones obtenido al considerar la HC de Alcance 3 atribuible al tráfico de pasajeros en régimen de crucero. Dicha evolución está condicionada, fundamentalmente, por el número de cruceristas por buque que hace escala en el Puerto (2.173 pax/buque en 2014, 2.500 pax/buque en 2015 y 2.039 pax/buque en 2016).

Figura 7
Ratio de emisiones de Alcances 3 del Puerto de Vigo atribuibles al tráfico de pasajeros en régimen de crucero



En la figura 8 se representa, por último, la evolución del ratio de emisiones obtenida al considerar la HC según tipo de tráfico. Los ratios indicados corresponden a la suma de los Alcances 1, 2 y 3. El método de cálculo de la HC propuesto por la Guía permite diferenciar con facilidad las emisiones según la presentación de la mercancía, salvo a la hora de atribuir a cada modo de presentación las emisiones de Alcances 1 y 2 y las emisiones ocasionadas por la prestación de servicios generales de limpieza, técnico-náuticos y de recogida de desechos generados por los buques. Dicha distribución se ha hecho en proporción al número de buques de cada tipo que hacen escala en el puerto. De acuerdo con los resultados obtenidos, los mayores ratios de emisiones corresponden, por este orden, a la mercancía general en convencional y al tráfico ro-ro.

Figura 8
Ratio de emisiones del Puerto de Vigo según tipo de tráfico



7. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Fifth Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Noviembre 2014.
- [2] *Registro de Huella de Carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono. Factores de emisión. Versión 15*. Oficina Española de Cambio Climático. Junio 2020.
- [3] *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019*. Technical report No 13/2019; 1.A.3.d Navigation (shipping) 2019. European Environment Agency. Octubre 2020.
- [4] *Fourth IMO Greenhouse Gas Study 2020*. International Maritime Organization (IMO). 2020.
- [5] *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2018*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2020.
- [6] *A carbon footprint assessment on construction and maintenance operations for the Port of Gothenburg (with emphasis on emission reduction actions)*. A. Sarbring. Master's thesis 2014:03. Chalmers University of Technology. 2014.
- [7] *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical report No 13/2019. 1.A.4 Non-road mobile sources and machinery 2019*. European Environment Agency. Octubre 2020.
- [8] *Transporte de mercancías perecederas en contenedor frigorífico*. Trabajo Final de Carrera. J. O. Rovira Monge. Abril 2015.
- [9] *Análisis de la robustez de los resultados de aplicar la metodología de estimación de emisiones del transporte marítimo en el SEI y elaboración de proyecciones de consumo de combustibles y emisiones de tráfico marítimo*. Informe para la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. CEDEX. Octubre 2015.
- [10] *Informe científico-técnico final*. Grupo de investigación del proyecto Enertrans. Abril 2010.
- [11] *Guide des facteurs d'émissions. Version 6.1. Calcul des facteurs d'émissions et sources bibliographiques utilisées. Chapitre 2 – Facteurs associés à la consommation directe d'énergie*. Bilan Carbone. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, ADEME. Junio 2010.
- [12] *2013 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors*. Department for Environment, Food & Rural Affairs. Julio 2013.
- [13] *Observatorio de obras portuarias. Estadística de precios unitarios. Actualización*. Puertos del Estado. Julio 2013.
- [14] *Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas*. Puertos del Estado. Julio 2008.
- [15] *Energy and Carbon Costing of Breakwaters*. Bruce, Tom; Chick, John. ICE conference: Coasts, Marine Structures and Breakwaters. 2009.
- [16] *Quantifying the carbon footprint of coastal construction – a new tool HRCAT*. Broekens, Rudi; Escarameia, Manuela; Cantelmo, Clemente; Woolhouse, George. ICE Coastal Management Conference. 2011.
- [17] *Comparison of infrastructure designs for quay wall and small bridges in concrete, steel, wood and composites with regard to the CO₂-emission and the life cycle analysis*. Dudok van Heel, David; Maas, Trude; De Gijt, Jarit; Said, Mozafar. The 3er International Conference of European Asian Civil Engineering Forum. 2011.
- [18] *Incremento de recorrido por longitud de caminos, operación y gestión*. Monografía 7. A. Cillero et al. Proyecto EnerTrans “Desarrollo de un modelo de cálculo y predicción de los consumos energéticos y emisión del sistema de transporte que permita valorar la sensibilidad de los consumos a las decisiones de inversión en infraestructura y de política de transporte”. Grupo de investigación coordinado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2006-2009.

- [19] *The role of GHG emissions from infrastructure construction, vehicle manufacturing, and ELVs in overall transport sector emissions*. N. Hill et al. Final Task 2 Paper produced as part of a contract between European Commission Directorate-General Climate Action and AEA Technology plc. Octubre 2012.
- [20] *Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera*. Ministerio de Fomento. Julio 2020.
- [21] *Anuario Estadístico 2014. Sistema Portuario de Titularidad Estatal*. Puertos del Estado. Disponible en www.puertos.es/es-es/estadisticas/RestoEstadisticas/anuarioestadisticos/Paginas/2014.aspx.
- [22] *Los Transportes y las Infraestructuras. Informe Anual 2018*. Ministerio de Fomento. 2019.
- [23] *Nota informativa sobre la metodología de estimación del mix eléctrico 2015 por parte de la Oficina Catalana del Cambio Climático*. OCCC. Versión 19 de febrero de 2016.
- [24] *Energía y emisiones en el transporte por ferrocarril*. Alberto García. Colección Técnica. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Julio 2011.
- [25] *Estimación del consumo de energía y emisiones de CO₂ en trenes de mercancías y análisis de la variabilidad*. Ignacio González Franco. Fundación de los Ferrocarriles Españoles.
- [26] *Second IMO GHG Study 2009*. International Maritime Organization (IMO). Abril 2009.
- [27] *LNG for Shipping*. <https://lngforshipping.eu>.
- [28] *Particle- and Gaseous Emissions from an LNG Powered Ship*. Anderson, M., Salo, K. & Fridell, E. (2015). *Environmental Science & Technology*, 49(20), pp.12568-12575. 2015.
- [29] *Well-to-Tank Report Version 4.0. JEC Well-to-Wheels Analysis. Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context*. Joint Research Centre of the European Commission. JRC Technical Reports. 2013.
- [30] *Mejora de la metodología de estimación de emisiones del transporte marítimo en el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera*. Informe para la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. CEDEX. Noviembre 2014.
- [31] *Benchmarking of ferry and ro-ro transport for the development of "Green corridors for freight transport"*. Baltic Sea Region project Scandria. Mayo 2012.
- [32] *Current Situation of Ports According to Greenhouse Gas Emissions. Case study: Valencia port*. Climeport. Autoridad Portuaria de Valencia & Universidad Politécnica de Valencia.
- [33] *Diagnóstico de evaluación de gases de efecto invernadero en el puerto Bahía de Algeciras y puerto de Tarifa 2008//IG-MED08-60*. Climeport. Puerto Bahía de Algeciras. Febrero 2011.
- [34] *ITEC – Carbon footprint calculator for intermodal terminals*. Lars Deiterding. EcoHubs Demonstration Workshop. Bruselas, 4 de Diciembre de 2014.