



Puertos del Estado



**Huella de Carbono e
Inventario de Emisiones a la Atmosfera:
Puerto de Cartagena
Año 2017**



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



AGENDA 2030

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Dirección del informe:

Álvaro Rodríguez Dapena (Puertos del Estado)

Obdulio Serrano Hidalgo (Puertos del Estado)

Ponencia y redacción:

Laura Crespo Garcia (CETA-CEDEX)

Colaboraciones:

José Sánchez Pérez (Autoridad Portuaria de Cartagena)

Rafael Cano Albaladejo (Autoridad Portuaria de Cartagena)

ÍNDICE

1. BREVE REFERENCIA A LA METODOLOGÍA EMPLEADA	1
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO PORTUARIO	2
4. DELIMITACIÓN DEL ALCANCE DEL CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA, HUELLA DE CARBONO Y OTROS GASES CONTAMINANTES	13
4.1. ALCANCE 1	13
4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES FIJAS QUE GENERAN EMISIONES DE GEI Y OTROS GASES CONTAMINANTES QUE DEPENDEN DE LA APdC.....	14
4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES MÓVILES QUE GENERAN EMISIONES DE GEI Y OTROS GASES CONTAMINANTES	14
4.1.3. INSTALACIONES DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN CON EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.	14
4.1.4. FACTORES DE EMISIÓN DE LAS FUENTES MÓVILES: GASES DE EFECTO INVERNADERO Y OTROS GASES CONTAMINANTES.	15
4.1.5. CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI y OTROS CONTAMINANTES EN EMBARCACIONES y VEHÍCULOS	17
4.2. ALCANCE 2	19
4.2.1. FACTORES DE EMISIÓN CO ₂ y CO ₂ eq DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DEL SERVICIO ELÉCTRICO A LA APdC.....	19
4.2.2. CÁLCULOS DE LA HUELLA DE CARBONO	20
4.2.3. FACTORES DE EMISIÓN DE OTROS CONTAMINANTES ASOCIADOS AL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA	20
4.2.4. CALCULO DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES BRUTAS ASOCIADAS AL ALCANCE 2, SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA.....	20
4.2.5. COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE GEI Y CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA.....	21
4.3. ALCANCE 3	21
4.3.1. EMISIONES DIRECTAS DE LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS: EMISIONES de GEI Y EMISIONES CONTAMINANTES	22
4.3.2. EMISIONES INDIRECTAS ASOCIADAS AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DE LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS	31
4.3.3. CONSUMOS DE ENERGÍA DEL TRÁFICO MARÍTIMO EN EL PUERTO	42
4.3.4. CONSUMO DE ENERGÍA DEL TRÁFICO DE MERCANCÍAS POR CAMIÓN EN EL PUERTO	56

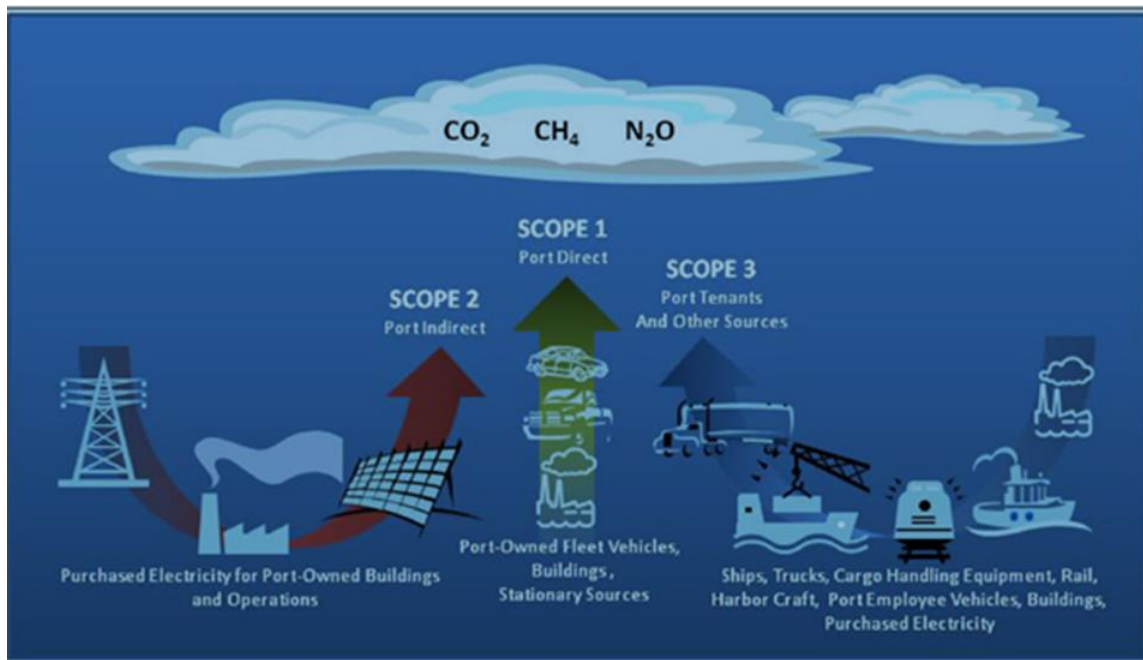
4.3.5. CONSUMO DE ENERGÍA ASOCIADA AL TRANSPORTE POR TUBERÍA EN EL PUERTO	58
4.3.6. CONSUMO DE ENERGÍA ASOCIADA AL TRANSPORTE DE VIAJEROS DE CRUCEROS EN EL RECINTO PORTUARIO	59
4.4. COMPARACION DE RESULTADOS. PESO DE ACTIVIDADES EN LA GENERACIÓN DE GEI Y OTROS CONTAMINANTES EN EL TOTAL DEL PUERTO	61
4.4.1. COMPARACIÓN DE ACTIVIDADES EMISORAS DE GEI	61
4.4.2. COMPARACIÓN DE ACTIVIDADES EMISORAS DE CONTAMINANTES	62
5. ANALISIS DE RESULTADOS. CONCLUSIONES	65
6. BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXO I: CUESTIONARIO DE CONSUMO DE ENERGÍA EN LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS DEL PdC	

1. BREVE REFERENCIA A LA METODOLOGÍA EMPLEADA

La *Guía para el cálculo de Huella de Carbono en Puertos*, elaborada por Puertos del Estado y el CEDEX, sirve como de referencia para trabajar la huella de carbono del Puerto de Cartagena (PdC). 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.

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. 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 y otros gases contaminantes se establecen tres alcances:

- *Alcance 1:* emisiones directas de GEI¹. Las emisiones directas de GEI se asocian a las producidas por fuentes fijas o móviles que son de propiedad de la APdC.
- *Alcance 2:* emisiones indirectas de GEI asociadas a la adquisición de electricidad de la APdC.
- *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.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO PORTUARIO

Previo a la realización del inventario de emisiones se delimitará el espacio portuario a incluir en el cálculo, acorde a las actividades y competencias que desempeña la APdC. Estas actividades serán las de prestación de servicios generales, y la gestión y control de los servicios portuarios, ordenación de la zona de servicio del puerto y de los usos portuarios, y la gestión del dominio público portuario mediante el otorgamiento de concesiones y autorizaciones, la construcción, conservación y explotación de las obras y servicios del puerto, la instalación y el mantenimiento de la señalización, balizamiento y otras ayudas a la navegación que sirven de aproximación y acceso del buque al puerto, fomento de las actividades industriales y comerciales relacionadas con el tráfico marítimo o portuario, coordinación de las operaciones de los distintos modos de transporte en el espacio portuario y ordenación y coordinación del tráfico portuario, tanto marítimo como terrestre.

Además la actividad de la AP está relacionada con las actividades comerciales portuarias, como operaciones de estiba, desestiba, carga, descarga, transbordo y almacenamiento de mercancías de cualquier tipo, que justifican la utilización de medios mecánicos o instalaciones especializadas, el tráfico de pasajeros y sus vehículos, siempre que no sea local o de ría, la atención a las escalas de los cruceros turísticos, el avituallamiento, o la construcción y reparación de buques; pero también puede guardar relación con actividades complementarias y auxiliares a las anteriores, incluidas las actividades logísticas y de almacenaje, y actividades de empresas industriales o comerciales cuya localización en el puerto esté justificada por su relación con el tráfico portuario o por el volumen de los tráficos marítimos que generan. Hay empresas ubicadas en entornos portuarios, y sin embargo no están incluidas en el alcance del estudio, refinerías, petroquímicas, etc. **La autoridad portuaria fija el alcance de estas empresas según presten servicios portuarios en régimen de concesión.**

Las empresas que prestan servicio en el PdC son muy variadas, abarcan capacidades muy diferentes, desde las relacionadas con el puerto por su posición estratégica de interconexión, con gran dependencia con el transporte marítimo, como son las actividades energéticas, las de transformación de semillas vegetales, molturación de semillas oleaginosas, extracción y refinado de aceites vegetales, fabricación de biodiesel, distribución de cemento, planta de cogeneración por Ciclo Combinado con Gas Natural, la carga, descarga, almacenamiento de GNL (gas natural licuado) y otras que son propias de las actividades portuarias: trabajos subacuáticos, estiba/almacenaje, acuicultura, lonja de pescado del puerto, actividades deportivas, paseos turísticos, servicios MARPOL, buceo, varada, reparación y mantenimiento

¹ Se extiende y aplica el cálculo a las emisiones contaminantes: NOx, SO₂, material particulado, COVNM y CO.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

de embarcaciones, amarre y desamarre de buques, almacenamiento de productos líquidos a granel, mantenimiento de grúa pórtico, empresa estibadora, almacenamiento de hidrocarburos, operador de buque, puerto deportivo y actividades náuticas, practicaje, remolque portuario, parking público, consignatarios y operadores náuticos, y almacenes. En su mayoría son empresas intensivas en el consumo de energía, sobre todo las clasificadas en el primer grupo, las ubicadas en ámbitos portuarios por razones de logística y aprovechando su capacidad de interconexión. Todos estos consumos de energía están inventariados en el alcance 3.

En el alcance 3 se incluyen las emisiones debidas al transporte de los graneles líquidos por tubería desde las terminales portuarias a la refinería de Cartagena, situada fuera del recinto controlado por la AP de Cartagena. La longitud total de la tubería en el interior del recinto tiene una longitud de 1,5 km, aunque el total de tubería hasta la refinería de Repsol tiene una longitud de 4 km.

En las figuras 2.1-2.2 y la figura 3 se identifican gráficamente en planta los espacios de tierra y agua. Distinguiendo los espacios de tierra según uso portuario (concesiones portuarias), y en los espacios de agua entre Zona I y Zona II.

En la tabla 1 se detalla la superficie de flotación de la Zona I y Zona II, en la tabla 2 se describen los espacios de tierra o superficies terrestre y en la tabla 3 los diques de abrigo. Además, en la figura 2.1 se muestran todas las superficies de los distintos terminales activos y áreas logísticas incluidos en el alcance de la huella de carbono.

Figura 2.1. Distribución en planta de los diferentes usos y concesiones portuarias

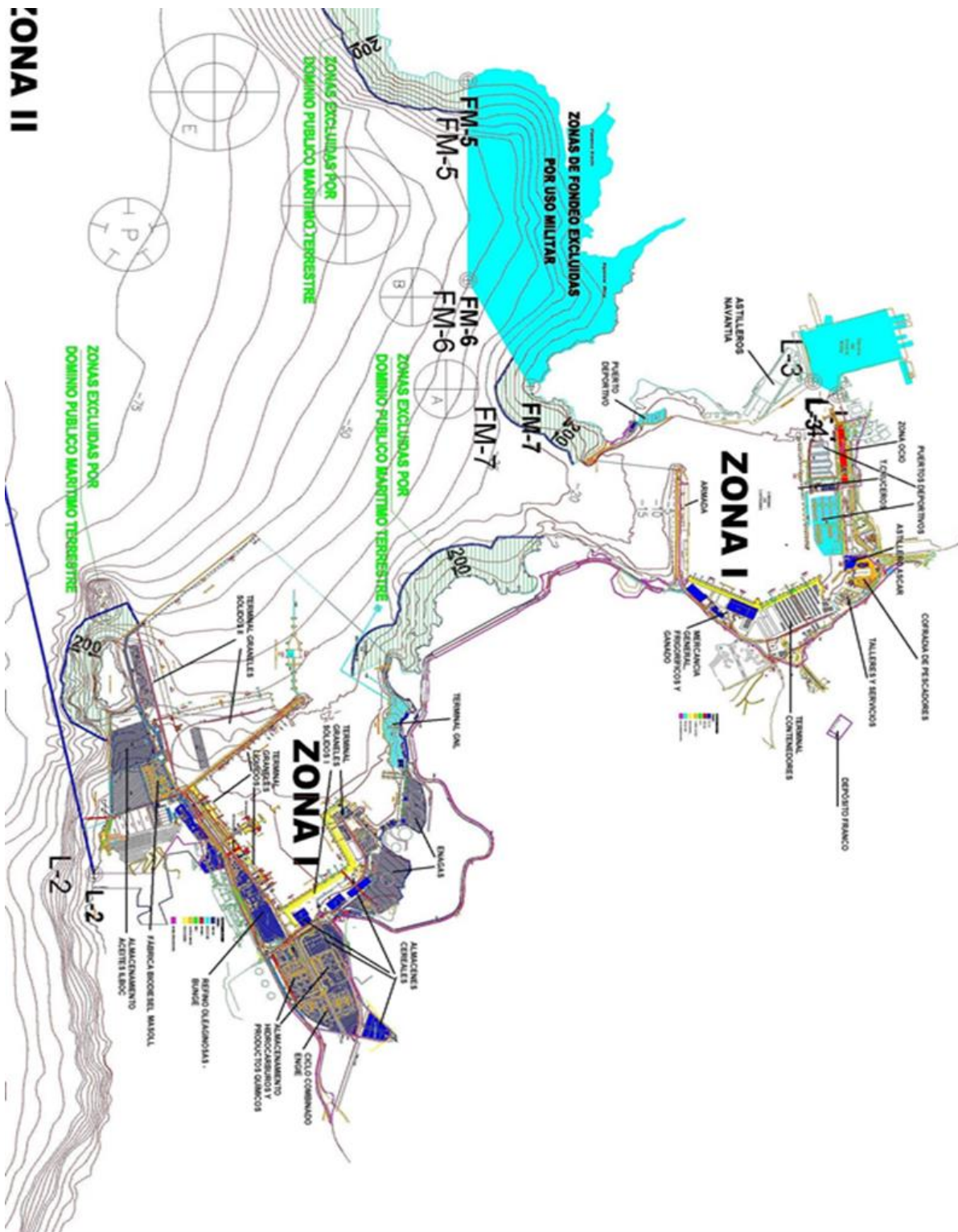
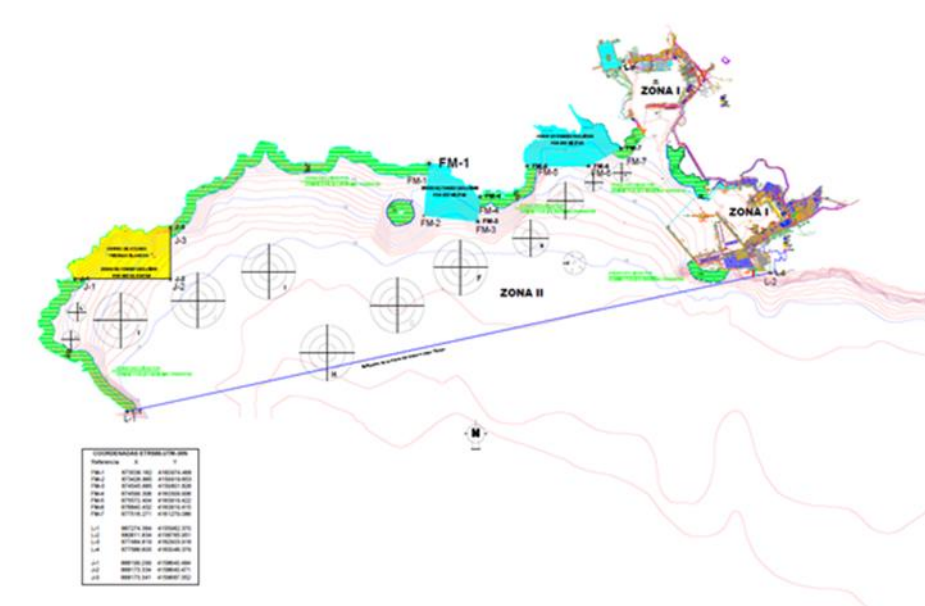


Figura 2.2. Planta del Puerto de Cartagena, con las instalaciones y concesiones. Límite del Puerto y Área de Estudio



Figura 3. Zona I y Zona II del Puerto de Cartagena



En la figura 3, se describe la Zona I y Zona II del Puerto de Cartagena. Esta figura delimita el espacio de interés en el estudio que depende de la Autoridad Portuaria, las aguas de la Zona II del Puerto y las dársenas de Cartagena y exterior e interior de Escombreras (Zona I).

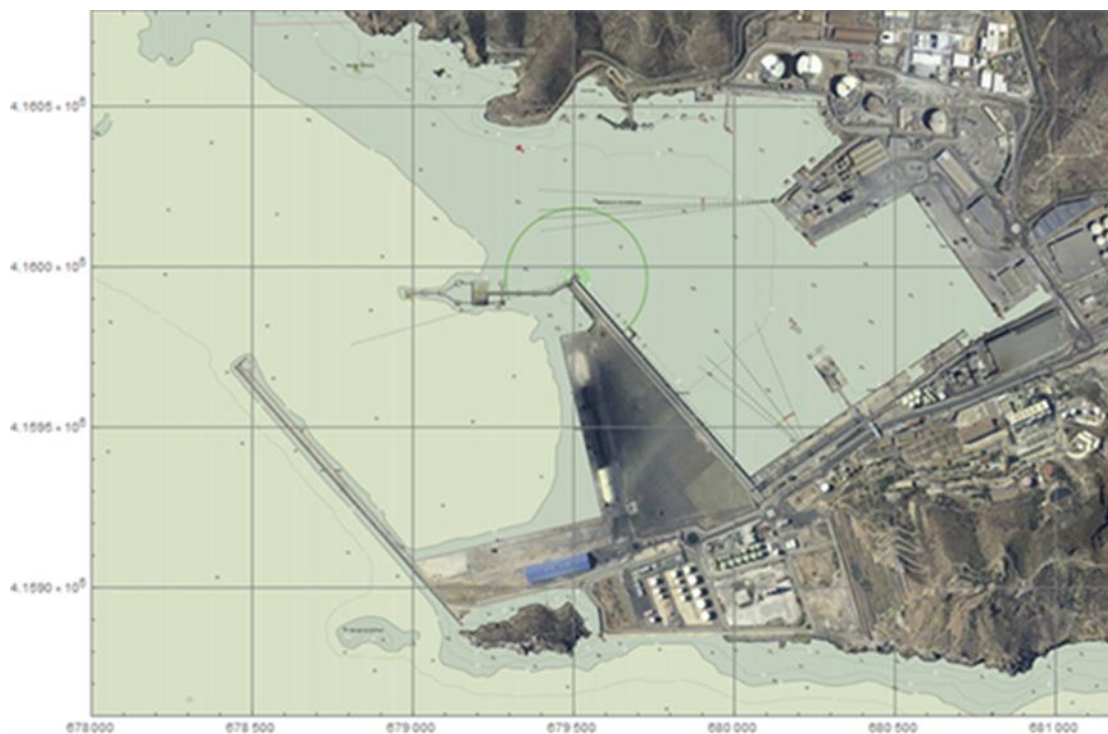
Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Las dársenas y muelles del Puerto de Cartagena, quedan descritas en las figuras 2.1 y 2.2, dársenas de Cartagena y Escombreras. La dársena de Cartagena (detalle en la figura 4a) queda limitada por el Dique de Curra y el contradique de Navidad. En esa dársena se encuentran los muelles más tradicionales del Puerto y en su extremo Noroeste, la dársena de Armamento Militar. Tras la ampliación realizada desde finales de la década de 1990, la dársena de Escombreras (figura 4.b) se descompone en una exterior, abrigada por el nuevo Dique Suroeste, y la dársena interior que se desarrolla tras el Dique Bastarrece.

Figura 4.a. Dársena de Cartagena



Figura 4.b. Dársena de Escombreras



Los graneles líquidos en el Puerto de Cartagena son los mayoritarios medidos en toneladas de peso, representan el 77,6% del total de mercancías (considerando la carga, descarga y el tránsito marítimo)². Estos graneles se transportan en su totalidad por tubería que discurre desde la terminal marítima en la dársena de Escombreras hasta las instalaciones de Repsol Petróleo, S.A. Estas instalaciones están fuera del espacio que gestiona la Autoridad Portuaria. La distribución en planta de la tubería desde la dársena de Escombreras a la planta de Repsol puede verse en la figura 5.

² La clasificación de mercancías según este concepto se divide en graneles líquidos, sólidos y mercancía general.

Figura 5. Distribución en planta del trazado de la tubería hasta la refinería de Repsol



A continuación, se pasa a describir las instalaciones y dependencias de manera más detallada según los usos y superficies ocupadas.

En la tabla 1, se describen las Zona I y II portuarias de las dos dársenas que integran el puerto, según sus diferentes usos y superficies en hectáreas.

En la tabla 2 se describe la superficie terrestre en m², almacenes, viales y otros usos.

En la tabla 3 se detallan los diferentes diques del puerto, su longitud y características constructivas.

Tabla 1. Descripción de las diferentes áreas de la Zona I y Zona II del PdC, por dársenas

Superficie de flotación(ha)			
Zona I			
Tipo de Área	Cartagena	Escombreras	Total
Comerciales	108,3	105,18	213,48
Pesqueras	1,23	-	1,23
Otras	9,66	-	9,66
Zona II			
Accesos	Fondeadero	Otros	Total
290,3	44.462,60	311,1	4.983

Tabla 2. Tipología de las diferentes superficies terrestres del puerto

Superficie Terrestre(m ²)			
Almacenes	Viales	Otros	Total
521.602	226.038	975.760	1.723.400

Tabla 3. Diques de abrigo del PdC

Diques de abrigo		
Denominación	Longitud	Características
Dique de Curra	600 m	En talud de escollera y bloques con espaldón
Dique de Navidad	190m	En talud de escollera y bloques con espaldón
Dique-Muelle Bastarrece	817 m	En talud de escollera y bloques con espaldón
Dique suroeste	1.000 m	Vertical con cajones con espaldón

En el cálculo de la huella de carbono juega un papel relevante las comunicaciones interiores y exteriores del puerto, al soportar y recaer en ellas parte de la distribución de las mercancías en el recinto portuario. Por ello hay que determinar los recorridos que hacen los camiones y la tubería (principales modos de transporte del puerto) para descargar y cargar mercancías condiciona el cálculo de la huella de carbono. Según la información portuaria de los tráficó de mercancías, estas se clasifican en: graneles líquidos, graneles sólidos, mercancía en general, animales vivos, etc. Los recorridos que hacen los camiones en el recinto portuario se determinaron con el responsable de medioambiente del Puerto de Cartagena, en visita al recinto portuario y posteriores aclaraciones mediante correo electrónico.

Las comunicaciones exteriores por carretera del PdC tienen lugar por la AP-7 y la A-30 de Madrid-Albacete, como puede observarse en la figura 6.

En la dársena de Cartagena, las dos carreteras principales que llegan son la autovía A-30 Madrid-Albacete-Murcia-Cartagena y la Nacional N-332 que viene de Andalucía por el Oeste y continúa con la AP-7 Cartagena-Alicante en dirección Este. El eje principal, que comunica con Murcia, es una Autovía que enlaza con Alicante-Murcia-Puerto de Lumbreras, y enlaza con Andalucía. Esta Autovía conecta con el puerto por Sta. Lucía por la CT-33. Esta salida del puerto se une con otra desde la dársena de Escombreras, y permite la salida directa de mercancías sin pasar por la ciudad. Por el Oeste existe un enlace con la autovía Murcia-Andalucía a través de la carretera de Cartagena-Fuente Álamo-Alhama.

La unión de la dársena de Escombreras con la de Cartagena se hace con la carretera de servicio de la costa, propiedad de la AP. Siguiendo la carretera CT-34 de Escombreras-Alumbres enlaza con las autovías de salida del Puerto y de Cartagena.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Las comunicaciones interiores del PdC entre las dos dársenas por mar tienen una distancia de 1,5 millas y por carretera 5 km. La distancia que recorren los camiones por el recinto portuario según la información de los responsables en materia medioambiental es de 800-1000 m aproximadamente.

La zona de servicio de la dársena Cartagena está situada al Sur del casco urbano de la ciudad, teniendo al Noroeste la dársena del Arsenal Militar y los Astilleros de Navantia y al Noreste el barrio de Sta. Lucía. La carretera de servicio de los muelles de la dársena de Cartagena comienza en la explanada oeste del muelle de Curra. Desde esta carretera existen accesos a la zona cercada del muelle Alfonso XII, a los talleres de la Autoridad Portuaria, a los muelles de Sta. Lucía y S. Pedro y al muelle de Curra.

En la dársena de Escombreras existe una carretera de servicio del Puerto que llega a la entrada de la terminal petrolífera, con viales dentro de los muelles con circulación restringida. Existe un ramal de acceso a los muelles del Príncipe Felipe e Isaac Peral y a la terminal de Enagás.

Figura 6. Entorno de comunicaciones por carretera del PdC



Figura 7. Enlaces del Puerto con las carreteras de Acceso



En cuanto a las comunicaciones por Ferrocarril, el puerto no cuenta con ferrocarril operativo, como lo demuestra el estudio de detalle de la figura 8 adjunta, publicada en la revista vía libre en 2016. El ramal de ferrocarril con el PdC se está construyendo como se recoge en la memoria 2017 del Puerto de Cartagena.

Figura 8. Acceso ferroviario de la Dársena de Escombreras del PdC y entronque con la línea de FFCC Cartagena – Escombreras

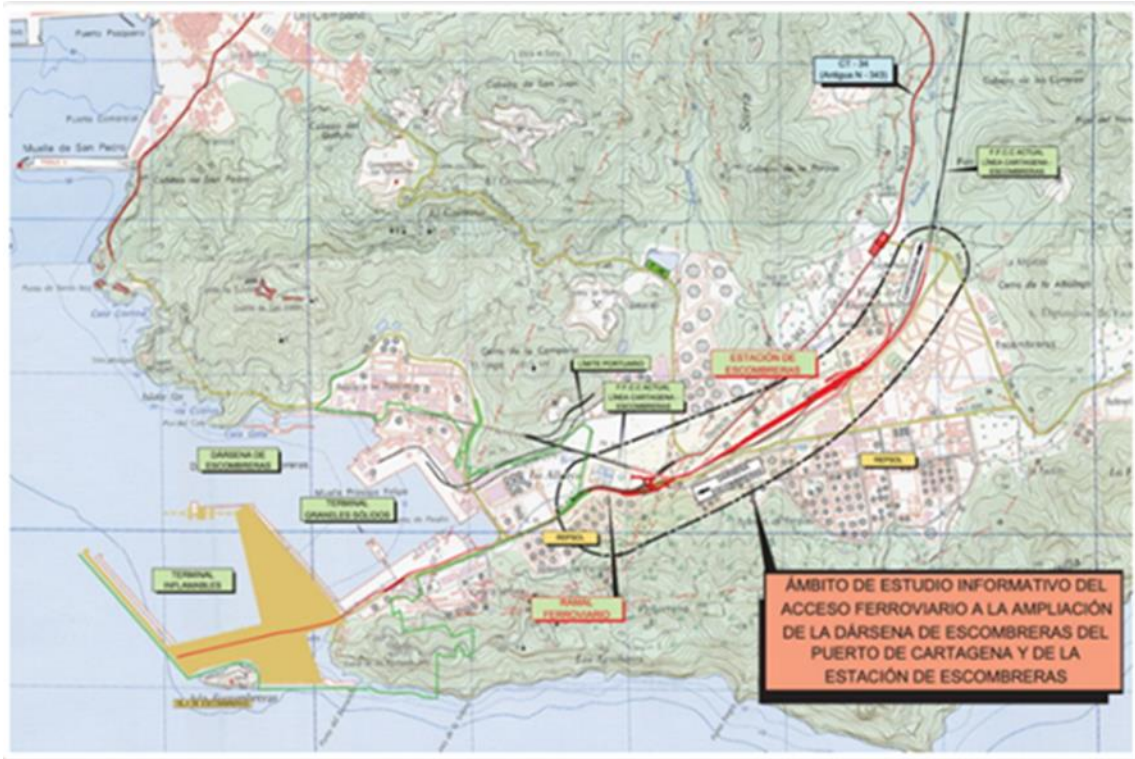


Figura 9. Estudio de detalle de la línea de ferrocarril en el entorno portuario



Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

El proyecto o ramal ferroviario parte de la estación de Escombreras, tomará dirección Suroeste y se ajustará a la refinería de REPSOL, donde afectará a la CT-34, exigiendo un proyecto de adecuación a su paso por dicha carretera.

En concreto en la dársena de Cartagena, la estación terminal está al Noreste de ésta, enlazando con un ramal de acceso para su entrada por los muelles de Sta. Lucía y de S. Pedro.

En la dársena de Escombreras las instalaciones del Puerto están enlazadas con la línea Madrid-Cartagena por una vía de ancho normal, con un ramal con los muelles de Príncipe Felipe y de Isaac Peral.

El Puerto de Cartagena en la dársena de Escombreras cuenta con conexión de tubería. La tubería se encuentra entre los muelles de la dársena de Escombreras y las instalaciones de REPSOL PETRÓLEO, que bombea los crudos hasta los tanques de almacenamiento de combustibles: gasóleo, fuel oil, gasolina y aceite.

Existe otra tubería de carga y descarga de gases licuados (butano y propano) y otra tubería de retorno de gases en esta misma planta. La planta de ENAGAS cuenta con una tubería de descarga de gas natural, desde esta misma planta de ENAGAS parte un gaseoducto que comunica con Murcia y Crevillente. El complejo petrolero de PdC está integrado por Terliq, Saras Energía, S.A, Felguera IHI, S.A., Compañía Logística de Hidrocarburos, S.A., Compañía de Gas Licuado Zaragoza, S. A. cuentan con tuberías, que en algunos casos llegan a los puntos de atraque de barcos.

La Red de gasoductos de transporte el PdC forma parte del Eje Oriental de la península: Barcelona-Valencia-Alicante-Murcia-Cartagena.

La longitud de tubería por el PdC y que depende de la autoridad Portuaria es de **1,5 Km** de tubería, por la que pasan **27.268.412 toneladas de graneles líquidos, según resumen de tráficos portuarios de 2017.**

4. DELIMITACIÓN DEL ALCANCE DEL CÁLCULO DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA, HUELLA DE CARBONO Y OTROS GASES CONTAMINANTES

4.1. ALCANCE 1

En el alcance 1 de Puerto de Cartagena se incluyen todas las emisiones de las fuentes móviles y fijas atribuidas a la Autoridad Portuaria de Cartagena.

En cuanto a las fuentes móviles, se detalla el consumo de combustible generado por los vehículos que dan servicio a la APdC y las embarcaciones. Toda la información aquí descrita se ha obtenido de la declaración ambiental del año 2017, donde se recoge el consumo de combustible generado por los vehículos, generadores eléctricos y embarcaciones, detalle descrito en la tabla 4.

En la declaración medioambiental no se refiere a la existencia de fuentes fijas (calderas) susceptibles de generar emisiones propias debidas a climatización de instalaciones dependientes de la AP, calor y frío. Preguntado al respecto, confirman que la climatización y el agua caliente se alimentan de electricidad.

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES FIJAS QUE GENERAN EMISIONES DE GEI Y OTROS GASES CONTAMINANTES QUE DEPENDEN DE LA APdC

No existen instalaciones fijas dependientes de la APdC que generen emisiones GEI y otros gases contaminantes.

4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES MÓVILES QUE GENERAN EMISIONES DE GEI Y OTROS GASES CONTAMINANTES

Esta información con todo detalle viene descrita en el documento de declaración ambiental elaborado para el 2017 por los responsables de medioambiente de la APdC.

Tabla 4. Fuentes móviles generadoras de emisiones

Fuentes móviles generadoras de emisiones		
Descripción de vehículos y embarcaciones	Combustible utilizado	Litros
Vehículos diésel	Diésel/gasóleo	25.931
Autogas GLP	GLP	2.479
Vehículos híbridos de gasolina	Gasolina	1.503
Embarcaciones Gasoil	Gasóleo	1.000
Grupos electrógenos	-	0

Fuente: Declaración ambiental del PdC del año 2017.

4.1.3. INSTALACIONES DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN CON EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.

La información de recarga de los fluidos refrigerantes no venía descrita en la Declaración Ambiental del año 2017, por lo que fue solicitada a los responsables ambientales. La descripción del potencial de calentamiento del fluido refrigerante R-410A viene descrito en la tabla 22. El poder de calentamiento de la reposición de los fluidos refrigerantes, R-410A utilizado en las instalaciones es de 2.088, lo que

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

multiplicado por la recarga de fluidos del año de cálculo (35,5 kg), hace un total de gases de efecto invernadero de 73.080 kg de CO₂eq, **73,08 t CO₂eq** de gases de efecto invernadero por este concepto.

Tabla 5. Descripción de las emisiones de fluidos refrigerantes

Instalaciones de refrigeración y climatización con emisiones de gases de efecto invernadero		
Descripción de su ubicación en los recintos de la AP	Fluido refrigerante	kg
Edificio de Escombreras	R-410A	35,5

4.1.4. FACTORES DE EMISIÓN DE LAS FUENTES MÓVILES: GASES DE EFECTO INVERNADERO Y OTROS GASES CONTAMINANTES.

4.1.4.1. FACTORES DE EMISIÓN DE GEI EN LAS FUENTES MÓVILES: EMBARCACIONES Y COCHES

Tabla 6. Factores de emisión de GEI de fuentes móviles

Fuentes de emisión	Combustibles	Factor de emisión
Vehículos, maquinaria y otros equipos móviles terrestres	Gasóleo A	2,52 Kg de CO ₂ /l
	Gasolina	2,18 Kg de CO ₂ /l
	GLP (Gas licuado de petróleo)	1,671 Kg de CO ₂ /l
Barcos y Equipos móviles acuáticos	MDO (Marine diésel oil)*	3,2597 Kg de CO ₂ eq/kg
	MGO (Marine gas oil)	

Para la conversión a unidades másicas en gasóleo y gasolinas podrá utilizarse las siguientes densidades medias especificadas obtenidas del RD 1088/2010: 747,5 Kg/m³ en gasolina; 832,5 kg/m³ en gasóleo A y B; 900 kg/m³ en gasóleo C. La densidad del GLP es 0,56 kg/l y la MDO es 0,89 kg/l

Fuente: Guía de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). Factor de emisión para barcos y equipos móviles con MDO-MGO, tercer informe del IMO, 2013

4.1.4.2. FACTORES DE EMISIÓN DE OTROS GASES CONTAMINANTES EN FUENTES MÓVILES: EMBARCACIONES Y COCHES

En las siguientes tablas se describen los consumos de los combustibles de las diferentes fuentes móviles dependientes de la APdC, la tipología de combustible empleado y los factores de emisión de los

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

contaminantes que van a ser objeto de estudio, para avanzar en el conocimiento más allá del cálculo de la huella de carbono, inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera asociados a las actividades portuarias: NOx (óxidos de nitrógeno), Material particulado en todas sus formas (PST, PM10 y PM2,5), SO₂ (dióxido de azufre), CO (monóxido de carbono) y COVNM (compuestos orgánico volátiles no metánicos).

Tabla 7. Consumo de combustible y factores de emisión de contaminantes atmosféricos de pequeñas embarcaciones, asimilables a barcas de recreo

Tipo de combustible	Consumo de combustible l	NOx kg/t fuel	C kg/t fuel	COVNM kg/t fuel	SO ₂ kg/t fuel	TMP kg/t fuel	PM10 kg/t fuel	PM2,5 kg/t fuel
Marine gas oil (MGO)	1000	38,4	19,8	7,45	2	4,6	4,6	4,6

Fuente: Guía EMEP EEA 2016. Navigation (shipping) 2016 Tier 2. Tabla 3-5.

Tabla 8. Factores de emisión de contaminantes atmosféricos de vehículos de carretera. Norma Euro 6

Tipo de combustible	Consumo de combustible l	NOx g/km	CO g/km	COVNM g/km	TMP g/km	PM10 g/km	PM2,5 g/km
Diésel	25.931	0,45	0,049	0,008	0,0015	0,0015	0,0015
GNL	2.479	0,056	0,62	0,1	0,0011	0,0011	0,0011
Gasolina	1.503	0,061	0,62	0,065	0,0014	0,0014	0,0014

Fuente: Guía EMEP EEA 2016. Road transport 2018. Norma euro 6.

4.1.5. CÁLCULO DE EMISIONES DE GEI y OTROS CONTAMINANTES EN EMBARCACIONES y VEHÍCULOS

4.1.5.1. EMISIONES DE GEI y CONTAMINANTES ASOCIADAS A LAS EMBARCACIONES

Las emisiones totales de GEI son el resultado de multiplicar el consumo de combustible declarado por la AP en embarcaciones por el factor de Emisión de C del combustible utilizado, tabla 7, corrigiendo por la densidad del gasóleo MDO (tabla 6). **En total 2,9 t de CO₂eq.** Para pasar las emisiones de CO₂ a CO₂eq se toma como referencia el Sistema Español de Inventarios a la Atmósfera: tabla 1A(a) s3.e, sectorial background data for energy: Navegación doméstica, gas/diesel oil del año 2019 que informa de los datos del año 2017. La relación se debe comprobar cada año, en concreto la del 2017 es: 1,01(1%), mayor como es lógico el CO₂eq, al incluir el metano y el óxido nitroso con elevados potenciales de calentamiento. El potencial de calentamiento del metano y del óxido nitroso viene descrito en la figura 10.

En la tabla 7 se detallan los factores de emisión de los contaminantes asociados a pequeñas embarcaciones, tipología de barcos a las que se ha asociado las barcas que dispone la AP. Guía EMEP EEA 2016 para pequeños barcos.

Las emisiones brutas de gases contaminantes resultan de multiplicar el consumo de combustible dado en litros por su factor de emisión de la tabla 7, corregido por la densidad del combustible para adecuar el factor de emisión de la guía a la información de consumos de pequeñas embarcaciones recogido en la tabla 6. El consumo de combustible se ha obtenido de la declaración ambiental 2017 de la AdC. Estas emisiones totales de gases contaminantes quedan recogidas en la tabla 9.

4.1.5.2. EMISIONES DE GEI y CONTAMINANTES ASOCIADAS A LOS COCHES

Las emisiones totales de GEI son el resultado de multiplicar el consumo de combustible declarado por la AP por el factor de emisión de CO₂ del combustible utilizado para cada tipo de vehículo, y recogido por la tabla 6. La relación de CO₂eq/CO₂ se obtiene de Sistema Español de Inventarios a la Atmósfera 2017. Transport/road/car y referido para cada tipo de combustible. Año 2019, que recoge las emisiones del año 2017.

Total de emisiones de GEI debidas a los coches, según distintos tipos de combustibles dependientes de la Autoridad Portuaria son **73,6 t de CO₂eq. Tabla 10.**

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 10. Cálculo de Emisiones de CO₂eq de los coches por tipo de combustible de la APdC

Tipo de combustible	Consumo combustible l	FE kgCO ₂ /l	CO ₂ eq/CO ₂ R	CO ₂ eq Kg	CO ₂ eq t
Diésel	25.931,00000	2,52000	1,01220	66.143,02460	66,143
GNL	2.479,00000	1,67100	1,00548	4.165,10395	4.165
Gasolina	1.503,00000	2,18000	1,00639	3.297,46392	3.297
Total de CO ₂ eq				73.605,59250	73,605

El cálculo de las emisiones contaminantes asociadas a los coches utilizados por la APdC parte de los consumos de combustible descritos en la Declaración Ambiental de la APdC. Para obtener el factor de emisión de gases contaminantes se ha solicitado a la APdC información adicional de consumos medios de combustible/km por tipología de vehículo de su parque de vehículos. De esta información se ha obtenido un consumo medio de los vehículos por tipología de combustible de todos los vehículos que declara la autoridad portuaria. Para calcular el consumo medio se ha ponderado los consumos medios por el kilometraje que hace cada vehículo, a estos consumos medios se les afecta el factor de emisión de la Guía EMEP EEA 2016, para un coche euro 6, de gama media, que coincide con los que dispone la APdC, al tener contratado un servicio de leasing de coches que renuevan en cortos periodos de tiempo. Los consumos medio por tipología de vehículo permiten calcular el kilometraje que se hace con los consumos de combustible declarados. Las emisiones totales de gases contaminantes, tabla 11, son el resultado de multiplicar el FE por tipología de vehículo de la Tabla 8 por el número de km que realiza cada tipología de vehículos según el combustible que declara haber consumido la APdC, recogido en tabla 11.

Tabla 11. Emisiones totales de contaminantes atmosféricos de vehículos de la AP según tipo de combustible de vehículos

Tipo de combustible	Consumo de combustible	NOx kg	CO kg	COVNM kg	TMP kg	PM 10 kg	PM 2,5 kg
Diésel	25.931	155,54	16,93	1,2	0,233	0,233	0,233
GNL	2.479	2,14	12,7	2,04	0,022	0,022	0,022
Gasolina	1.503	1,4	14,33	1,5	0,033	0,033	0,033

4.2. ALCANCE 2

En este alcance se incluye el consumo de energía eléctrica registrado en el PdC, dependiente de la AP. Se corresponde con las instalaciones ubicadas en el recinto portuario, edificios, viales y muelles: Edificio de Héroes de Cavite, Edificios talleres de S. Lucía, Viales y Muelles de Cartagena, Viales y Muelles escombreras. Estos recintos y los consumos eléctricos pueden verse en la tabla 12.

Tabla 12. Descripción de las instalaciones en las que se consume la electricidad: zonas, superficie, usos de las mismas

Instalaciones propias (edificios), viales y muelles	Año 2017		
	kWh/año	m ²	Indicador*
Edificio de Héroes de Cavite	307.673	1.639	187,7
Edificios talleres de S. Lucía	261.926	1.685	155,44
Viales y Muelles de Cartagena	350.988	505.985	0,69
Viales y Muelles escombreras	675.300	1.022.009	0,66
Total de instalaciones propias	1.739.771	1.532.118	1,13

Fuente: Declaración Ambiental del PdC de 2017. * Indicador: kWh/año/m².

4.2.1. FACTORES DE EMISIÓN CO₂ y CO₂eq DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA DEL SERVICIO ELÉCTRICO A LA APdC

La empresa suministradora de energía eléctrica es Iberdrola clientes SAU tiene un factor de emisión del mix eléctrico en 2017 de 0,28 kg de CO₂/kWh. Este factor de emisión puede obtenerse de la guía publicada por la OECC que actualiza el factor de emisión de todas las comercializadoras de energía eléctrica, el documento tiene por título: FACTORES DE EMISIÓN REGISTRO DE HUELLA DE CARBONO, COMPENSACIÓN Y PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO. La relación de CO₂ a CO₂eq se obtiene del Sistema Español de Inventarios a la Atmósfera (SEIA) 2019, y se calcula para el conjunto del Sistema Eléctrico Español, no se detalla por comercializadoras de suministro de electricidad.

4.2.2. CÁLCULOS DE LA HUELLA DE CARBONO

Para obtener el cálculo de la huella de carbono de las emisiones de electricidad de la ApdC se multiplica una vez más los consumos de electricidad declarados en la Declaración Ambiental del 2017 por el factor de emisión que recoge la OECC a tales efectos. Las emisiones en CO₂ (t) son 487,135 t que equivalen a 491,749 t de CO₂eq. La relación entre CO₂ y CO₂eq se obtiene de SEIA 2019, que recoge la información del año 2017. Referencia obtenida de “Public electricity and heat production”.

4.2.3. FACTORES DE EMISIÓN DE OTROS CONTAMINANTES ASOCIADOS AL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Partiendo de las emisiones brutas de los contaminantes atmosféricos de la generación eléctrica obtenidas del SEIA 2019, y que recoge las emisiones del año 2017, se obtienen las emisiones contaminantes por kWh (tabla 13). El dato de producción total de electricidad a nivel nacional se obtiene de REE³(Red Eléctrica de España), que permite el cálculo de las emisiones de los distintos contaminantes de la generación eléctrica por unidad de consumo (kWh)⁴.

4.2.4. CALCULO DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES BRUTAS ASOCIADAS AL ALCANCE 2, SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las emisiones brutas de contaminantes es el resultado de multiplicar el factor de emisión de la electricidad (tabla 13) por los consumos de electricidad que declara la APdC en la Declaración Ambiental de 2017. Así se obtiene el total de emisiones brutas debidas al consumo de la electricidad, tabla 14.

Tabla 14. Total de emisiones contaminantes debidas al consumo de electricidad del PdC

Consumo de electricidad kWh/año	NOx t	CO t	COVNM t	SO ₂ t	TMP t	PM10 t	PM2,5 t
1.739.771	8,191	1,723	0,34	6,278	0,544	0,418	0,313

³ Otra posible fuente es el libro de la Energía 2017, pero cuando se redacta este documento el informe en cuestión no está publicado.

⁴ No se tiene información de la composición del mix de la suministradora de energía eléctrica (Iberdrola clientes SAU) y por ello se calculan las emisiones contaminantes del conjunto del SEN (Sistema Eléctrico Nacional).

4.2.5. COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE GEI Y CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA

En la Declaración Medioambiental 2017 publicada por la Autoridad Portuaria de Cartagena, apartado de Energía Eléctrica, se detalla que están instaladas placas fotovoltaicas en la Cofradía de Pescadores, integradas completamente en el sistema de control y gestión de la red eléctrica. Esta energía se vende a Iberdrola y en concreto en el año 2017 asciende a 26.542 kWh.

Cuando se produce electricidad con energías renovables “la Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización” de OECC contempla la posibilidad de restar esta energía del consumo total de electricidad para el cálculo de la huella de carbono. Este mismo criterio se puede aplicar para compensar las emisiones de gases contaminantes. La energía generada durante 2017 asciende a 26.542 kWh.

Con una energía 26.542 kWh se consigue una reducción de CO₂eq de 7,498 t.

En la tabla 15 se recogen las emisiones de gases contaminantes evitadas: NO_x, CO, SO₂, COVNM, PMT, PM10 y PM2,5. Los factores de emisión por kW se refieren al del Sistema Eléctrico en su conjunto, no en concreto a la comercializadora, Iberdrola Clientes SAU.

Tabla 15. Emisiones contaminantes evitadas por generar energía eléctrica con energía con fuentes renovables

Producción de electricidad con paneles fotovoltaicos kWh/año	NO _x t	CO t	COVNM t	SO ₂ t	PMT t	PM10 t	PM2,5 t
26.542	0,1247	0,0262	0,0053	0,095	0,0082	0,063	0,0045

4.3. ALCANCE 3

En el alcance 3 se incluyen emisiones de origen muy distinto y en el cómputo de emisiones portuarias representan el porcentaje de mayor peso. En este epígrafe se incluyen las emisiones directas (procedentes de combustibles fósiles y de fluidos refrigerantes) o indirectas de las empresas concesionarias del PdC, del tráfico de los barcos en el recinto portuario, el traslado de mercancías en el interior del puerto en camiones, tubería y de pasajeros a los cruceros, etc.

En la visita al PdC no se ha detectado otro tipo de actividad con repercusión en el balance de emisiones totales a incluir en este alcance. En el caso de finalizar la construcción del ferrocarril al PdC, el tráfico de mercancías por este modo, es decir las emisiones asociadas al tráfico de mercancías por ferrocarril, estaría incluido en este alcance.

4.3.1. EMISIONES DIRECTAS DE LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS: EMISIONES de GEI Y EMISIONES CONTAMINANTES

En este epígrafe se incluyen todas las emisiones de fuentes directas (móviles y fijas, fluidos refrigerantes de las instalaciones de climatización) e indirectas (electricidad) asociadas a todas las empresas que cuentan con una concesión para prestar servicios portuarios de naturaleza distinta (estiba y almacenamiento, trabajos subacuáticos, acuicultura, actividades deportivas, etc.) y toda la descripción de actividades recogidas en la tablas siguientes y cuyo detalle queda reflejado en la columna de razón social de dichas tablas (tabla 16 y siguientes).

Para obtener el consumo de combustibles fósiles, fluidos refrigerantes y de electricidad asociadas a todas las actividades se elaboraron unas tablas: CHECK-LIST PARA CONCESIONES/AUTORIZACIONES/EMPRESAS DE SERVICIOS, para que fueran cumplimentadas por las empresas concesionarias del Puerto de Cartagena. El cuestionario fue circulado por los responsables de medio ambiente de la APdC a las distintas empresas concesionarias, en total se han recibido 30 cuestionarios cumplimentados. Para completar la información de las concesionarias del PdC faltarían los consumos de energía de un puerto deportivo, con moderado consumo en iluminación y un par de almacenes en Escombreras. Según justifican los responsables de la APdC son concesiones de poco consumo de energía en el balance total. El modelo de encuesta distribuido entre las empresas concesionarias del puerto queda recogido en el **anejo I de este informe**.

Las empresas concesionarias del PdC cuentan con emisiones directas e indirectas (procedentes de los consumos eléctricos). Dentro de las emisiones directas se encuentran las procedentes de fuentes fijas (se incluye los fluidos refrigerantes) y móviles. Las fuentes directas (fijas y móviles) quedan descritas en la tabla 16 por tipología de actividad y las emisiones totales de fuentes indirectas quedan recogidas en la tabla 26.

Entre las fuentes móviles pertenecientes a las empresas concesionarias se encuentran: barcos auxiliares para actividades de recreo, lanchas, carretillas elevadoras móviles, remolcadores, coches, furgonetas y camiones. Los combustibles asociados a estas fuentes son: gasóleo A y B, gasolina y gasóleo Mar e+.

En las fuentes fijas directas encontramos instalaciones de combustión incluidas en el Inventario IPPC, afectadas por la Directiva de Control Integrado de la Contaminación (registro PRTR), Grandes Instalaciones que tienen como combustible gas natural. En este grupo está incluida una planta de Molturación de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales y una planta de Generación eléctrica por Ciclo Combinado (CCGN). En el Comercio de Derechos de Emisión está la planta de Descarga, carga, almacenamiento y regasificación de GNL. En otro orden existen otras instalaciones asociadas a procesos productivos para fabricación de biodiesel que no alcanzan los 20 MW, por lo que no están incluidas en Comercio de Derechos de Emisión. Estas instalaciones tienen un peso importante en la huella de carbono y en el cálculo de otras emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, y por tanto en el inventario de emisiones del puerto. Existen otro grupo de instalaciones de menos peso pero que se describen igualmente como las Instalaciones fijas, calderas de agua caliente subsidiaria de almacenaje de productos líquidos a granel, bombas y generadores de emergencia, instalaciones de calderas de climatización de edificios de menos potencia, etc. Muchas de estas instalaciones cuentan con consumos eléctricos, fuentes indirectas de emisiones, donde las comercializadoras de la electricidad

son muy variadas: Iberdrola SAU, EDP Energía, Endesa y otras. Quedan descritas en la tabla 24, con su correspondiente factor de emisión de la electricidad que suministran.

4.3.1.1. EMISIONES DE GEI DE LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS PROCEDENTES DE FUENTES DIRECTAS

Con la información recibida de las diferentes concesionarias se elabora la tabla 16, donde se clasifica la información de los consumos de los combustibles por fuentes de combustión fijas (por categorías) y móviles (por categorías) y tipos de combustible. El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero es el resultado de multiplicar una vez más los consumos de combustibles de la tabla 16 por los factores de emisión de los combustibles empleados, tabla 18. En el caso del cálculo de las emisiones de CO₂, éstas no dependen del tipo de tecnología empleada en los procesos de combustión. Sí depende en el caso de su transformación a CO₂eq, al relacionarse con otros contaminantes distintos al CO₂: NO₂ y CH₄, cuyo potencial de calentamiento vienen descritos en la figura 10. La relación entre CO₂eq/CO₂ por tecnología y combustible viene descrito en la tabla 19, que ha sido elaborada a partir del Inventario de Emisiones a la Atmósfera 2019. Refieren los datos del año 2017 <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/>.

Como ya se ha mencionado el cálculo de emisiones de GEI y contaminantes parte de un cuestionario que han completado las empresas concesionadas del Puerto de Cartagena, donde se recoge todo un abanico de combustibles y de unidades de medida (unidades energéticas). Por ello se acompaña a estos factores de emisión el detalle de los poderes caloríficos inferiores de los diferentes combustibles para poder realizar la conversión de unidades. La fuente de los PCI (poderes caloríficos inferiores) es el IDAE⁵: gasolina: 12,19 kWh/kg; gasóleos: 11,8 kWh/kg; propano: 12,83 kWh/kg. Densidades de combustibles: densidad media de la gasolina: 0,747 kg/l, densidad media del gasóleo A/B: 0,8325 kg/l; densidad media de gasóleo C: 0,9 kg/l. Estas densidades específicas han sido obtenidas del R.D.1088/2010, de 3 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, en lo relativo a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocarburantes y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo. El contenido de azufre de los combustibles marinos utilizado en los puertos se recoge en el Real Decreto 290/2015, de 17 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, se regula el uso de determinados biocarburantes y el contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

Figura 10. Cálculo del CO₂eq

⁵ Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía.

$$udCO_{2eq} = udCO_2 + 25 * udCH_4 + 298 * udN_2O$$

El Inventario de emisiones permite obtener las equivalencias según sectores y combustibles en la relación de CO_{2eq}/CO₂: transporte de carretera (coche, furgoneta), transporte marítimo Nacional (barco por tipo de combustibles). Sin embargo, el inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera no cuenta con el mismo detalle cuando se refiere a pequeños motores estacionarios, para conseguir esta información se ha acudido a los factores de emisión de la Guía EMEP EEA 2016 que recoge los factores de emisión de los distintos contaminantes y del CO₂. Por ejemplo, Maquinaria móvil de no carretera. Los factores de corrección para transformar el CO₂ a CO_{2eq} utilizados para las diferentes tecnologías vienen descritos en la tabla 19.

Las emisiones de CO_{2eq} totales procedentes de fuentes fijas y móviles de empresas concesionarias asciende a 427.925,9 toneladas.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 16. Emisiones de CO₂/CO₂eq de fuentes directas de las empresas concesionarias por tipo de servicio

Razón Social	Tipo de instalación												Emisiones de CO ₂ Kg	CO ₂ eq Kg			
	Fuentes móviles				Fuentes fijas				Tipo de instalación								
	Gasóleo A/B, Motos, Landos	Gasolina A/B	Gasóleo A/B	Gasolina A/B	Gasóleo A/B	Gasolina A/B	Gasóleo A/B	Gasolina A/B	Gas Natural Min3	Gas Natural kWh Min3	Gasóleo A/B	Propano L, kg			Gasóleo A/B 1 Min3, kg	Gasóleo C	Gas natural Min3
Actividades deportivas			714,56													1.800,89	1.818,70
Agricultura	143.472,70				4.437,30		4.088,00									370.465,22	374.196,62
Almacenamiento aceites lubricantes																2.423,08	2.423,08
Almacenamiento de hidrocarburos			364,00													4.814,89	4.828,08
Almacenamiento de productos líquidos a granel			855,00													1.661.112,63	1.661.899,31
Arriate y desamare de buques	8.324,00		7.649,96													40.264,38	40.707,73
Buceo	1.000,00															2.520,00	2.545,20
Estiba/Almacenamiento/Consultaristas y operadores portuarios			20.376,90				49.463,00		615.550,00							2.504.791,55	2.519.298,55
Descarga, carga, almacenamiento y reparación de GILL										687.42,00						186.982,99	188.633,28
Distribución de cemento									1.400,00			2.300,00				10.285,40	10.327,19
Fábrica de biodiesel							67.275,11									20.118,67	20.751,77
Generación eléctrica por CCGN													6,78		131.410.546,00	312.132.630,47	317.294.631,40
Larga de pescado																0,00	0,00
Mantenimiento de gruas pórtico			600,00													1.512,00	1.530,44
Mostración de semillas oleaginosas y extracción y refino de aceites vegetales										41.333.120,00						98.170.293,43	102.714.496,65
Operador de buques																2.294,40	2.294,40
Parking público																0,00	0,00
Paseos marítimos	16.914,00															42.623,28	43.049,51
Practicaje	81.429,00									102,00						206.443,34	207.590,31
Puerto deportivo/actividades náuticas										60.675,00						27.335,05	28.035,31
Remolque portuario	1.593.770,00															4.026.228,76	4.067.128,68
Servicios muelle	80.628,75	2.991,32	110.661,28													209.705,53	211.864,75
Trabajos Subacuáticos	3.000,00															7.586,20	7.661,00
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones																14.112,00	14.202,00
TOTAL EMISIONES CO₂ / CO₂eq toneladas																418.149,28	427.925,90

4.3.1.2. EMISIONES CONTAMINANTES DE LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS PROCEDENTES DE FUENTES DIRECTAS

Las emisiones contaminantes que se contemplan son: NO_x (óxidos de nitrógeno), PST (material particulado: PM_{2,5}, PM₁₀), SO₂ (dióxido de azufre), CO (monóxido de carbono) y COVNM (compuestos orgánicos volátiles no metánicos). Estas emisiones contaminantes dependen del tipo de combustible y del tipo de motor, turbina o caldera donde tiene lugar la combustión y que presta el servicio. Por tanto, para realizar este cálculo hay que diferenciar el tipo de combustible y la tecnología empleada para cada caso. El cálculo de las emisiones contaminantes es el resultado de multiplicar el factor de emisión de los contaminantes atmosféricos descritos por tecnología y combustible (tabla 20), por el combustible atribuido a las fuentes directas, bien sean móviles y fijas, de las diferentes concesionarias que prestan servicio en el puerto de Cartagena (tabla 16). Al pie del cuadro de la tabla 20 se detalla las fuentes bibliográficas que han permitido obtener los factores de emisión, Guía EMEP EEA 2016 aplicada a los distintos sectores: transporte por carretera, marítimo, pequeñas y grandes instalaciones de combustión, etc. La página web cuenta con el siguiente link: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion>. Las emisiones contaminantes totales por tipo de empresa concesionaria que presta el servicio en el PdC quedan recogidas en la tabla 17.

En la tabla 20 se describen los factores de emisión por tipo de fuente: fija y móvil y tipo de combustible. Estos factores se han obtenido de la Guía EMEP EEA 2016 para cada tipo de sector: transporte por carretera (coche, furgoneta, camión); o transporte por Barco; instalación móvil de combustión no de carretera, instalaciones de combustión de procesados de energía, otras instalaciones auxiliares de empresas del sector comercial e institucional, todo ello pormenorizando por el tipo de combustible.

Como en el caso anterior ha sido necesario emplear varios cambios de unidades, dependiendo de las unidades energéticas declaradas por las diferentes empresas concesionarias.

Cambio de unidades empleadas:

1 kWh = 0,0036 GJ

1 m³ de Gas Natural = 11,7 kWh

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 17. Emisiones contaminantes de las empresas concesionarias por tipo de servicio portuario, procedentes de fuentes directas

Razón Social	Fuentes fijas/ móviles	Emisiones NOx kg	Emisiones PM10 kg	Emisiones PM2,5 kg	Emisiones PST kg	Emisiones SO2 kg	Emisiones CO kg	Emisiones COVNM kg
Actividades deportivas		0,08	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Acuicultura		5.080,46	619,08	619,08	619,08	264,17	4.512,44	1.678,74
Almacenamiento aceites lubricantes		10,40	0,71	0,61	0,68	3,19	31,71	0,68
Almacenamiento de hidrocarburos		17,33	1,19	1,02	1,13	5,31	52,71	1,13
Almacenamiento de productos líquidos a granel		0,46	0,01	0,01	0,01	0,00	0,15	0,12
Amarre y desamarre de buques		266,77	31,92	31,92	31,92	13,85	137,15	51,60
Buceo		34,18	4,09	4,09	4,09	1,78	17,62	6,63
Estiba/Almacenamiento/Consignatarios y operadores portuarios		23.350,84	1.514,21	1.494,20	1.507,54	626,87	13.255,27	2.338,70
Descarga, carga, almacenamiento y regasificación de GNL		354,22	9,20	8,26	8,89	30,47	407,24	13,84
Distribución de cemento		46,21	2,54	2,54	2,54	0,07	15,76	6,48
Fábrica de biodiesel		46,52	2,15	1,87	2,06	8,94	94,14	7,45
Generación eléctrica por CCGN		265.834,31	1.112,76	1.111,98	1.112,50	1.580,14	26.817,35	8.863,68
Lonja de pescado		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mantenimiento de gruas pórtico		0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Molturación de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales		83.589,05	348,29	348,29	348,29	489,34	8.358,91	2.786,30
Operador de buques		10,18	0,70	0,60	0,67	3,13	31,03	0,67
Parking público		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Paseos marítimos		578,05	69,25	69,25	69,25	30,11	298,06	112,15
Practicaje		2.601,88	311,65	311,65	311,65	135,50	1.341,55	504,83
Puerto deportivo/actividades náuticas		61,33	1,72	1,72	1,72	0,15	442,50	56,78
Remolque portuario		50.950,02	6.103,37	6.103,37	6.103,37	2.653,63	26.270,92	9.884,76
Servicios marpol		17.127,53	1.459,01	1.459,01	1.459,01	148,46	3.070,97	1.018,73
Trabajos Subacuáticos		103,12	12,35	12,35	12,35	5,36	53,17	19,98
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones		121,07	8,78	8,78	8,78	0,00	44,29	12,52
TOTAL EMISIONES CONTAMINANTES kg		450.184,06	11.612,98	11.590,60	11.605,52	6.000,47	85.252,92	27.365,77

Tabla 18. Factores de emisión de CO₂ de los combustibles

Factores de emisión del año 2017		
Fuentes de emisión	Combustible	Factores de emisión
Vehículos, maquinarias y otros equipos móviles terrestres.	Gasóleo A y B	2,52 Kg CO ₂ /l
	Gasolina	2,18 Kg CO ₂ /l
Barcos y equipos móviles acuáticos.	MDO (Marine Diésel Oil) MGO (Marine Gasoil)	3,597 Kg CO ₂ /Kg
	Gasóleo B	2,52 Kg CO ₂ /l
Fuentes fijas, grúas, calderas y grupos electrógenos, bombas	Propano	2,938 Kg CO ₂ /Kg
	Gasóleo C	2,868 Kg CO ₂ /l
	Gas natural	0,203 Kg CO ₂ /kWh
	Gasóleo B	2,52 Kg CO ₂ /l

Fuente: Factores de emisión de registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO₂. OECC. Abril de 2018.

Tabla 19. Relación de CO₂eq/CO₂ por tipo de fuente y de combustible

Tipo de instalación	Tipo de combustible	CO ₂ eq/CO ₂	
Fuentes móviles	Barcos, equipos, móviles acuáticos.	Gasóleo B	1,01
	Coches	Gasóleo A	1,01
		Gasolina	1,018
	Furgonetas	Gasóleo A	1,008
	Camión	Gasóleo A	1,014
	Grúas móviles terrestres	Gasóleo A/B	1,013
Gasolina		1,068	
Fuentes fijas	Pequeñas calderas	Propano	1,0046
		Gasóleo C	1
	Grupos electrógenos, bombas	Gasóleo B	1,0029
		Gasóleo C	1,00296279
	Grandes instalaciones de combustión	Gas natural	1,016

Tabla 20. Factores de emisión de contaminantes por tipo de instalación y combustible

Tipo de instalación		Tipo de combustible	NO _x	PST	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	COVNM	
		FE Kg de contaminante / t combustible								
Fuentes móviles	Barco	Gasóleo B	38,4	4,6	4,6	4,6	2	19,8	7,45	
	Furgoneta	Gasóleo B	14,91	1,52	1,52	1,52		7,4	1,54	
	Camión	Gasóleo B	33,37	0,94	0,94	0,94		7,58	1,92	
	Carretilla (2 tiempos)	Gasolina	2,765	3,762	3,762	3,762		620,7	227,289	
	Vehículo	Gasóleo A	0,1296	0,01	0,01	0,01		0,0033	0,0007	
	Maquinaria Móvil No carretera (carretilla, grúa móvil)	Gasóleo B	32,629	2,104	2,104	2,104		10,77	3,377	
Fuentes fijas	Antorcha, calderas y vaporizadores del sector industrial >= 20 MW	Gas natural	FE g /GJ							
	Instalación de combustión IPPC >= 50 MW para molturación de semillas oleaginosas	Gas natural	89	0,89	0,89	0,89	0,281	39	2,6	
	Caldera de agua caliente/climatización <= 20 MW	Propano/gas natural	74	0,78	0,78	0,78	0,67	29	29	
	Grúa pórtico fija, bomba, generador de emergencia	Gasóleo C	306	21	18	20	94	93	20	

Fuente bibliográfica de los factores de emisión empleados en la tabla 20:

- Los factores de emisión del barco se han obtenido de la Guía EMEP EEA 2016, tier 2. Asimilando los barcos a pequeños barcos de placer y de servicio de embarcaciones. Tabla 3-5. NRF 1A3dii. Small boats.
- Las furgonetas de la Guía EMEP EEA 2016, transporte por carretera, tier 1, vehículos LCV, diésel. Tabla 3-5 y 3-6. Sector 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv.
- Los camiones, ídem al caso de camiones, en vehículos HDV.
- Los vehículos, ídem a los casos del transporte por carretera, PC, coches de pasajero para gasóleo.
- Carretilla, 2 tiempos de gasolina se han obtenido de la Guía EMEP EEA 2016. Non –road mobile sources and machinery. Tier 2. 1.A.4.a.ii; 1.A.4.b.ii; etc.
- Antorchas del sector de la industria energética, calderas y vaporizadores. Guía EMEP EEA 2016. Categoría 1.A.1.a Industrias de la energía, con combustibles gaseosos, tier 1. Tabla 3-4.
- Instalación de turbina de gas, de más de 50 MM, para molturación de semillas. Guía EMEP EEA 2016. Categoría 1.A.1.a , con gas natural. Tier 2. Tabla 3-17.
- Caldera de gas de propano y gas natural para climatización y agua caliente<= de 20 MW. Guía EMEP EEA 2016. NRF 1.A.4.a.i, 1.A.4.b i/c.i,1.A.5.a. pequeñas instalaciones de combustión. Tier 1. Combustibles gaseosos. Tabla 3-8.
- Grúa pórtico, generador de emergencia. Guía EMEP EEA 2016. Categoría comercial, institucional y otras fuentes estacionarias, NRF 1.A.4.a.i/1.A.4.c.i/1.A.5.a. Combustibles líquidos.

4.3.1.3. EMISIONES DIRECTAS DE GEI ASOCIADAS A LOS FLUIDOS REFRIGERANTES DECLARADOS POR LA CONCESIONARIAS

Tabla 21. Descripción de las emisiones de fluidos refrigerantes

Instalaciones de refrigeración y climatización con emisiones de gases de efecto invernadero		
Actividades productivas que declaran reposición de fluidos refrigerantes	Fluidos refrigerantes	kg
Molturación de semillas oleaginosas	R-410A	9
Planta de generación eléctrica de ciclo combinado	R-410A	22
	R-407C	26
	R 404 A	6
Planta de caga, descarga de gas natural, almacenamiento y regasificación	R-410A	2

Tabla 22. Potencial de calentamiento de los fluidos refrigerantes empleados

Nombre	Composición (%)	PCG ⁽¹⁾
R-404A	R-125/143a/134a (44/52/4)	3.922
R-407A	R-32/125/134a (20/40/40)	2.107
R-407C	R-32/125/134a (23/25/52)	1.774
R-410A	R-32/125 (50/50)	2.088

(1) Potenciales de Calentamiento Global que se indican en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (Reglamento 517/2014)

Tabla 23. Emisiones de GEI asociadas a los fluidos refrigerantes por tipo de actividad

Emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a los fluidos refrigerantes		
Actividades productivas que declaran reposición de fluidos refrigerantes	Fluidos refrigerantes	Total de emisiones de CO ₂ eq (kg)
Moltruración de semillas oleaginosas	R-410A	35.298
Planta de generación eléctrica de ciclo combinado	R-410A	86.284
	R-407C	54.782
	R 404 A	23.532
Planta de carga, descarga de gas natural, almacenamiento y regasificación	R-410A	4.176
Total de emisiones debidas a los fluidos refrigerantes (kg)		204.072

La información de partida de reposición de los fluidos refrigerantes ha sido obtenida del cuestionario distribuido por la Autoridad Portuaria del Puerto de Cartagena a las distintas concesionarias. Han sido las grandes empresas las que han cumplimentado esta información: moltruración de semillas oleaginosas, planta de generación eléctrica de ciclo combinado, planta de carga, descarga y almacenamiento de gas natural y regasificación. El resto de empresas no han cumplimentado este apartado. La información remitida por las empresas, clasificadas por tipo de actividad queda recogida en la tabla 21, los potenciales de calentamiento de los fluidos refrigerantes empleados quedan descrito en la tabla 22 y el resumen de las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a los fluidos refrigerantes queda descrito en la tabla 23. El total de emisiones de gases de efecto invernadero por este concepto es 204,07 toneladas de CO₂eq, resultado de multiplicar la cantidad de fluido refrigerante repuesto en el año 2017 por su potencial de calentamiento.

4.3.2. EMISIONES INDIRECTAS ASOCIADAS AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD DE LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS

Como en el caso anterior se ha partido de la información enviada por la Autoridad Portuaria de Cartagena obtenida de un cuestionario enviado a las concesionarias en las que se les preguntaba por **los consumos de electricidad del año 2017**, el suministrador o comercializadora, la descripción del lugar donde se produce el consumo, y si se mide o se estima el consumo de energía eléctrica. Las emisiones asociadas a los consumos de electricidad son las emisiones indirectas, producidas en un lugar distinto a donde se consume la energía, plantas de generación eléctrica por ciclo combinado, plantas térmicas, etc.

4.3.2.1. EMISIONES DE GEI ASOCIADAS AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD

Todos los años la OECC y la Comisión Nacional del Mercado y la Competencia publican los factores de las comercializadoras de energía eléctrica que operan en el territorio nacional. La publicación anual que recoge esta información se conoce como “FACTORES DE EMISIÓN. REGISTRO DE HUELLA DE CARBONO, COMPENSACIÓN Y PROYECTOS DE ABSORCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO “. En ella hemos obtenido los factores de emisión de del mix de 2017 de las comercializadoras que suministran energía eléctrica a las distintas concesionarias del PdC, tabla 24.

Tabla 24. Comercializadoras de electricidad del PdC, año 2017

Comercializadoras de electricidad del PdC	Factor del Mix 2017 kg CO ₂ / kWh
Iberdrola Clientes, SAU	0,28
Factor Energía	0,32
Energía VM, Gestión de Energía, SLU	0
Endesa Energía, SL	0,39
EDP COMERCIALIZADORA, SAU	0,26
EDP ENERGÍA, SAU	0,25

Las emisiones de CO₂ asociadas a las concesionarias del PdC, son el resultado de multiplicar los consumos declarados por cada una de las empresas por su correspondiente factor de emisión.

Para calcular la relación entre CO₂eq/CO₂ se acude al Inventario de Emisiones a la Atmósfera del Sistema Eléctrico Español de 2019, que contiene datos de 2017. Referencia obtenida de “Public electricity and heat production”. El factor para el mix eléctrico del año 2017 para el conjunto del territorio español es 1,00946979.

La comercializadora de Energía VM, Gestión de Energía, SLU suministra energía eléctrica a la empresa de molturación de semillas oleaginosas y extracción de refino de aceites vegetales, y como su origen es 100% renovable, las emisiones de gases de efecto invernadero y otras emisiones contaminantes debidas a esta actividad son nulas. Esta práctica contable de emisiones está permitida, aunque distorsione el concepto de mejora de la eficiencia energética. Permite reducir emisiones sin haber implementado mejoras de eficiencia energética de los procesos productivos.

Tabla 25. Emisiones de GEI asociadas al consumo de electricidad de las empresas concesionarias

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Razón Social	kWh consumidos en 2017	Compañía Comercializadora	total de CO ₂ eq kg
Actividades deportivas	8.502,00	IBERDROLA	2.403,10
Acuicultura	9.390,00	IBERDROLA	2.654,10
Almacenamiento aceites lubricantes	1.640.490,00	IBERDROLA	463.687,03
Almacenamiento de hidrocarburos	506.106,00	ENDESA	199.250,50
Almacenamiento de productos líquidos a granel	971.390,00	IBERDROLA	274.564,88
Amarre y desamarre de buques	13.011,00	IBERDROLA	3.677,58
Buceo	0,00		0,00
Estiba/Almacenamiento/Consignatarios y operadores portuarios	3.499.647,47	IBERDROLA	989.180,75
Descarga, carga, almacenamiento y regasificación de GNL	29.682.711,00	IBERDROLA	8.389.864,00
Distribución de cemento		IBERDROLA	197.856,08
Fábrica de biodiesel	7.763.632,00	IBERDROLA	2.194.402,55
Generación eléctrica por CCGN	0,00		0,00
Lonja de pescado	338.138,00	IBERDROLA	95.575,23
Mantenimiento de gruas pórtico	448.098,00	IBERDROLA	126.655,59
Moltración de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales	34.109.134,35	ENÉRGYA VM GESTIÓN DE ENERGÍA, S.L.U.	0,00
Operador de buques	668.242,00	ENDESA	263.082,34
Parking público	128.027,00	EDP COMERCIALIZADORA, S.A.U.	33.602,24
Paseos marítimos	0,00		0,00
Practicaje	10.657,00	IBERDROLA	3.012,22
Puerto deportivo/actividades náuticas	195.914,00	ENDESA	77.130,01
	214.483,00	IBERDROLA	60.623,95
Remolque portuario	1.192,00	IBERDROLA	336,92
Servicios marpol	28,16	IBERDROLA	7,96
Trabajos Subacuáticos	0,00		0,00
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones	7.500,00	IBERDROLA	2.119,89
TOTAL DE CO₂eq toneladas			13.379,69

4.3.2.2. EMISIONES DE CONTAMINANTES ASOCIADAS AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

El cálculo de las emisiones contaminantes asociadas a la generación eléctrica no se publica para cada una de las comercializadoras que operan en el territorio español, por lo que es necesario realizar el cálculo de los factores de emisión asociados al Sistema Eléctrico a nivel nacional, cuestión que ha sido descrita en el cálculo de las emisiones contaminantes asociadas al alcance 2, que describe el cálculo de las emisiones por unidad de energía del conjunto del Sistema Eléctrico Español.

Las emisiones contaminantes son el resultado de multiplicar los consumos declarados por las distintas concesionarias del PdC por los factores de emisión de los contaminantes atmosféricos (NO_x, material particulado, SO₂, CO y COVNM) del conjunto del Sistema Eléctrico Español.

Tabla 26. Emisiones contaminantes asociadas al consumo de electricidad de las empresas concesionaria

Razón Social	kWh consumidos en 2017	Emisiones Nox kg	Emisiones PM10 kg	Emisiones PM2,5 kg	Emisiones PST kg	Emisiones SO2 kg	Emisiones CO kg	Emisiones COVNM kg
Actividades deportivas	8.502,00	39,96	2,04	1,52	2,66	30,61	8,42	1,70
Agricultura	9.390,00	44,13	2,25	1,68	2,94	33,80	9,30	1,88
Almacenamiento aceites lubricantes	1.640.480,00	7.710,30	393,72	293,65	513,47	5.905,76	1.624,09	328,10
Almacenamiento de hidrocarburos	506.106,00	2.378,70	121,47	90,59	158,41	1.821,98	501,04	101,22
Almacenamiento de productos líquidos a granel	971.390,00	4.565,53	233,13	173,88	304,05	3.497,00	961,68	194,28
Amare y desamare de buques	13.011,00	61,15	3,12	2,33	4,07	46,84	12,88	2,60
Buceo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Estiba/Almacenamiento/Consignatarios y operadores portuarios	3.499.647,47	16.448,34	839,92	626,44	1.095,39	12.598,73	3.464,65	699,98
Descarga, carga, almacenamiento y regeneración de GNL	29.682.711,00	139.008,74	7.123,85	5.313,21	9.290,69	106.857,76	29.385,88	5.936,54
Distribución de cemento	700.000,00	3.290,00	168,00	125,30	219,10	2.520,00	693,00	140,00
Fabrica de biodiesel	7.763.632,00	36.489,07	1.863,27	1.389,69	2.430,02	27.949,08	7.686,00	1.552,73
Generación eléctrica por CCGN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lanza de pescado	338.138,00	1.589,25	81,15	60,53	105,84	1.217,30	334,76	67,63
Mantenimiento de gruas pórtico	448.098,00	2.106,06	107,54	80,21	140,25	1.613,15	443,62	89,62
Molituración de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales	34.109.134,35	160.312,93	8.186,19	6.105,54	10.676,16	122.792,88	33.768,04	6.821,83
Operador de buques	668.242,00	3.140,74	160,38	119,62	209,16	2.405,67	661,96	133,65
Parking público	128.027,00	601,73	30,73	22,92	40,07	460,90	126,75	25,61
Paseos marítimos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Practicaje	10.657,00	50,09	2,56	1,91	3,34	38,37	10,55	2,13
Puerto deportivo/actividades náuticas	410.357,00	1.928,87	98,50	73,46	128,45	1.477,43	406,29	82,08
Rancho portuario	1.192,00	5,60	0,29	0,21	0,37	4,29	1,18	0,24
Servicios marpol	28,16	0,13	0,01	0,01	0,01	0,10	0,03	0,01
Trabajos Subacuáticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones	7.500,00	35,25	1,80	1,34	2,35	27,00	7,43	1,50
TOTAL DE EMISIONES CONTAMINANTES kg		380.308,68	19.419,91	14.484,02	26.928,80	291.296,66	80.107,13	16.183,28

Para el cálculo de las emisiones contaminantes a la atmósfera no se considera que la comercializadora ENERGIA VM, COMERCIALIZADORA S.L.U dispone el 100% de la energía de origen renovable, suministradora de energía a la empresa de molturación de semillas oleaginosas. Igual que para el cálculo de la huella de carbono está permitida esta práctica, para el resto de contaminantes esto no se ha

acordado, tampoco se facilitan los factores de emisión de los contaminantes atmosféricos para cada una de las comercializadoras, actualizados todos los años, por lo que se ha considerado que la empresa emite emisiones contaminantes proporcionales a su consumo de electricidad. Este tratamiento facilita el análisis sin las distorsiones del artificio contable que se permite para el cálculo de la huella de carbono.

4.3.2.3. EMISIONES DE GEI ASOCIADAS A LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS DEL PdC (FUENTES DIRECTAS E INDIRECTAS)

La tabla 27 resume las emisiones de las empresas concesionarias del PdC provenientes tanto de fuentes directas (incluido fuentes de fluidos refrigerantes) como indirectas.

La actividad de mayor peso en la generación de emisiones de gases de efecto invernadero es la Planta de Generación Eléctrica de Ciclo Combinado con gas natural, de más de 50MW de potencia en el conjunto de sus instalaciones. Supones el 71,9% del peso total, le sigue la molturación de semillas oleaginosas para la extracción y refino de aceites vegetales con el 23,2% (considerando el artificio de suministrarse energía eléctrica de una comercializadora 100% renovable), el resto de actividades participan en menor proporción, la planta de descarga, carga y almacenamiento y regasificación de gas natural licuado 1,9% y menos del 1% lo representan los consignatarios de mercancías, el remolque portuario y la fábrica de biodiesel.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 27. Emisiones totales de GEI totales de las empresas concesionarias

Razón Social	total de CO2 eq electricidad kg	total de CO2 eq fuentes directas kg	CO2 eq de fluidos refrigerantes kg	total de CO2 eq t	Peso actividad respecto total CO2 eq
Actividades deportivas	2.403,10	1.818,70		4,22	0,0010%
Acuicultura	2.654,10	374.198,02		376,85	0,0854%
Almacenamiento aceites lubricantes	463.687,03	2.423,08		466,11	0,1056%
Almacenamiento de hidrocarburos	199.250,50	4.826,08		204,08	0,0462%
Almacenamiento de productos líquidos a granel	274.664,88	166.899,31		441,46	0,1000%
Amarre y desamarre de buques	3.677,58	40.707,73		44,39	0,0101%
Buceo	0,00	2.546,20		2,55	0,0006%
Estiba/Almacenamiento/Consignatarios y operadores portuarios	989.180,75	2.519.298,55		3.508,48	0,7947%
Descarga, carga, almacenamiento y regasificación de GNL	8.389.864,00	189.633,28	4.176,00	8.583,67	1,9442%
Distribución de cemento	197.856,08	10.327,19		208,18	0,0472%
Fábrica de biodiesel	2.194.402,55	20.751,77		2.215,15	0,5017%
Generación eléctrica por CCGN	0,00	317.294.631,40	164.598,00	317.459,23	71,9031%
Lonja de pescado	95.575,23	0,00		95,58	0,0216%
Mantenimiento de gruas pórtico	126.655,59	1.530,44		128,19	0,0290%
Molituración de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales	0,00	102.714.496,65	35.298	102.749,79	23,2724%
Operador de buques	263.082,34	2.294,40		265,38	0,0601%
Parking público	33.602,24	0,00		33,60	0,0076%
Paseos marítimos	0,00	43.049,51		43,05	0,0098%
Practicaje	3.012,22	207.590,31		210,60	0,0477%
Puerto deportivo/actividades náuticas	77.130,01	28.035,31		105,17	0,0238%
	60.623,95			60,62	0,0137%
Remolque portuario	336,92	4.067.126,68		4.067,46	0,9213%
Servicios marpol	7,96	211.854,75		211,86	0,0480%
Trabajos Subacuáticos	0,00	7.661,00		7,66	0,0017%
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones	2.119,89	14.202,00		16,32	0,0037%
TOTAL EMISIONES DE GEI's (toneladas)				441.509,66	100,0000%

4.3.2.4. EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS DEL PdC (FUENTES DIRECTAS E INDIRECTAS)

Este apartado analiza las emisiones tanto de fuentes directas como de indirectas asociadas a cada uno de los servicios portuarios prestados en el PdC. Los contaminantes analizados son el NOx, material particulado en todas sus formas, SO₂, COVNM y CO.

El total de las emisiones queda descrito en la tabla 28. Para analizar la comparativa de la generación de gases contaminantes, comparamos la generación de óxidos de nitrógeno, al considerarle un contaminante ligado a la generación de emisiones en los procesos de combustión a altas temperaturas. Este análisis queda descrito en la tabla 29, donde la mayor proporción de óxidos de nitrógeno generados vienen asociados a la Planta de Generación Eléctrica de Ciclo Combinado por gas natural, seguida por la planta de molturación de semillas oleaginosas. El tercer lugar lo ocupa la planta de descarga, carga y almacenamiento de gas natural, y le siguen: remolque portuario, consignatarios, fábrica de biodiesel y servicios MARPOL.

La diferencia en los pesos en la emisión de gases contaminantes y gases de efecto invernadero se debe al artificio contable que se produce cuando se suministra energía de origen renovable, como es el caso de la comercializadora, ENERGYA VM, COMERCIALIZADORA S.L.U. En el caso del cálculo de las emisiones contaminantes se ha utilizado el factor de emisión del mix medio del Sistema Eléctrico Español, con lo que se ha roto el artificio contable que te permiten a la hora de computar gases de efecto invernadero, obteniendo unas emisiones equiparables a los consumos de electricidad y combustibles empleados en sus procesos productivos. Si se hubiera seguido utilizando este criterio la proporción de emisiones de gases contaminantes tendría una distribución semejante a la descrita en los gases de efecto invernadero.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 28. Emisiones totales de emisiones contaminantes de las empresas concesionarias

Razón Social	Total emisiones						
	NOx kg	PM10 kg	PM2,5 kg	PST kg	SO2 kg	CO kg	COVNM kg
Actividades deportivas	40,04	2,05	1,53	2,67	30,61	8,42	1,70
Acuicultura	5.124,60	621,34	620,76	622,02	297,97	4.521,74	1.680,62
Almacenamiento aceites lubricantes	7.720,70	394,43	294,26	514,15	5.908,96	1.655,79	328,78
Almacenamiento de hidrocarburos	2.396,02	122,65	91,61	159,54	1.827,29	553,75	102,35
Almacenamiento de productos líquidos a granel	4.566,00	233,14	173,89	304,06	3.497,01	961,82	194,39
Amarre y desamarre de buques	327,92	35,04	34,25	35,99	60,69	150,03	54,20
Buceo	34,18	4,09	4,09	4,09	1,78	17,62	6,63
Estiba/Almacenamiento/Consignatarios y operadores portuarios	39.799,18	2.354,12	2.120,64	2.602,93	13.225,60	16.719,92	3.038,63
Descarga, carga, almacenamiento y regasificación de GNL	139.862,96	7.133,05	5.321,46	9.299,57	106.888,23	29.793,12	5.950,38
Distribución de cemento	3.336,21	170,54	127,84	221,64	2.520,07	708,76	146,48
Fábrica de biodiesel	36.535,59	1.865,42	1.391,56	2.432,07	27.958,01	7.780,14	1.560,17
Generación eléctrica por CCGN	265.834,31	1.112,76	1.111,98	1.112,50	1.580,14	26.817,35	8.863,68
Lonja de pescado	1.589,25	81,15	60,53	105,84	1.217,30	334,76	67,63
Mantenimiento de gruas pórtico	2.106,13	107,55	80,21	140,26	1.613,15	443,62	89,62
Molituración de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales	243.901,99	8.534,48	6.453,82	11.024,45	123.282,23	42.126,95	9.608,13
Operador de buques	3.150,91	161,08	120,21	209,82	2.408,80	692,59	134,31
Parking público	601,73	30,73	22,92	40,07	460,90	126,75	25,61
Paseos marítimos	578,05	69,25	69,25	69,25	30,11	298,06	112,15
Practicaje	2.651,96	314,21	313,56	314,98	173,87	1.352,10	506,96
Puerto deportivo/actividades náuticas	1.990,19	100,21	75,18	130,17	1.477,58	848,79	138,86
Remolque portuario	50.955,62	6.103,66	6.103,59	6.103,74	2.657,92	26.272,10	9.885,00
Servicios marpol	17.127,66	1.459,02	1.459,02	1.459,02	148,57	3.071,00	1.018,74
Trabajos Subacuáticos	103,12	12,35	12,35	12,35	5,36	53,17	19,98
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones	156,32	10,58	10,13	11,13	27,00	51,72	14,02
TOTALES EMISIONES CONTAMINANTES kg	830.490,63	31.032,89	26.074,62	36.932,32	297.299,12	165.360,05	43.549,03

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Analizando los contenidos de la tabla 29, donde se pasa a valorar el peso en la generación de emisiones de las empresas concesionarias, centrándonos en los óxidos de nitrógeno. Se observa una vez más que la planta de Generación Eléctrica de Ciclo Combinado con Gas Natural es la que tiene mayor proporción de emisión de óxidos de nitrógeno (32%), que en este caso son emisiones directas, resultado de la combustión de gas natural para producir electricidad. La segunda actividad en importancia lo ocupa la planta de molturación de semillas oleaginosas y extracción y refino de aceites vegetales, con un 29,36%, en este caso son emisiones directas (34,2%) e indirectas (65,7%), sólo las emisiones directas afectan a la calidad del aire del entorno portuario, máxime como se ha comentado que la electricidad de esta empresa se suministra mediante una comercializadora de origen 100% renovable.

El tercer lugar en la emisión de este contaminante lo ocupa la actividad de descarga, carga y almacenamiento de GNL con un 18,84% de las emisiones, donde la mayor proporción son emisiones indirectas, por el alto consumo de electricidad que conlleva, es la segunda empresa más intensiva en consumo de electricidad.

La fabricación de biodiesel le sigue en importancia de generación de emisiones, con un peso de 4,3%.

Entre las actividades más relacionadas con los servicios portuarios y que mantienen significación en el peso de las emisiones: remolque portuario (6,13%), estiba, almacenamiento y consignatarios (4,7%), servicios MARPOL (2,06%), practicaje y operador de buques (0,3%), el mantenimiento de grúas pórtico (0,254%) y acuicultura (0,6%).

Resulta importante diferenciar el origen de las emisiones de óxidos de nitrógeno procedentes de fuentes directas e indirectas, las fuentes directas son las que condicionan la salud de las ciudades portuarias, las indirectas (electricidad) inciden en la salud de los entornos de las plantas en las que tiene lugar la generación de electricidad y se consideran en las emisiones de óxidos de nitrógeno a nivel nacional cuyo techo está marcado por la Directiva de Techos Nacionales de Emisiones, que tiene por objetivo evitar la acidificación y eutrofización del medio receptor de dicha contaminación, que puede estar alejado del lugar donde se genera la contaminación.

La transición a una economía más electro-intensiva permite reducir la contaminación portuaria por óxidos de nitrógeno y la contaminación atmosférica en el resto de los entornos cuando la generación de energía sea 100% de origen renovable.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 29. Comparativa y peso en la generación de emisiones contaminantes (en términos de NOx) de las empresas suministradoras de servicios portuarios

Razón Social	Emisiones NOx kg	Peso de la actividad en relación al total de emisiones de NOx
Actividades deportivas	40,04	0,005%
Acuicultura	5.124,60	0,617%
Almacenamiento aceites lubricantes	7.720,70	0,930%
Almacenamiento de hidrocarburos	2.396,02	0,289%
Almacenamiento de productos líquidos a granel	4.566,00	0,550%
Amarre y desamarre de buques	327,92	0,039%
Buceo	34,18	0,004%
Estiba/Almacenamiento/Consignatarios y operadores portuarios	39.799,18	4,792%
Descarga, carga, almacenamiento y regasificación de GNL	139.862,96	16,841%
Distribución de cemento	3.336,21	0,402%
Fábrica de biodiesel	36.535,59	4,399%
Generación eléctrica por CCGN	265.834,31	32,009%
Lonja de pescado	1.589,25	0,191%
Mantenimiento de gruas pórtico	2.106,13	0,254%
Moltración de semillas oleaginosas y extracción y refinado de aceites vegetales	243.901,99	29,368%
Operador de buques	3.150,91	0,379%
Parking público	601,73	0,072%
Paseos marítimos	578,05	0,070%
Practicaje	2.651,96	0,319%
Puerto deportivo/actividades náuticas	1.990,19	0,240%
Remolque portuario	50.955,62	6,136%
Servicios marpol	17.127,66	2,062%
Trabajos Subacuáticos	103,12	0,012%
Varada, reparación y mantenimiento de embarcaciones	156,32	0,019%
TOTALES EMISIONES CONTAMINANTES kg	830.490,63	100,000%

4.3.2.5. COMPARACIÓN EN LA EMISIÓN DE GEI Y DE EMISIONES CONTAMINANTES EN LAS ACTIVIDADES CONCESIONADAS DEL PdC

Las diferencias en el comportamiento en la distribución de emisiones cuando se compara el CO₂eq y los NO_x se deben al artificio contable comentado. Las empresas concesionarias que están ubicadas en el PdC por exigencias de la logística son las que dominan en el peso del cálculo de la huella de carbono y de las emisiones de otros gases contaminantes.

Figura 11. Distribución de las emisiones de GEI según servicios portuarios

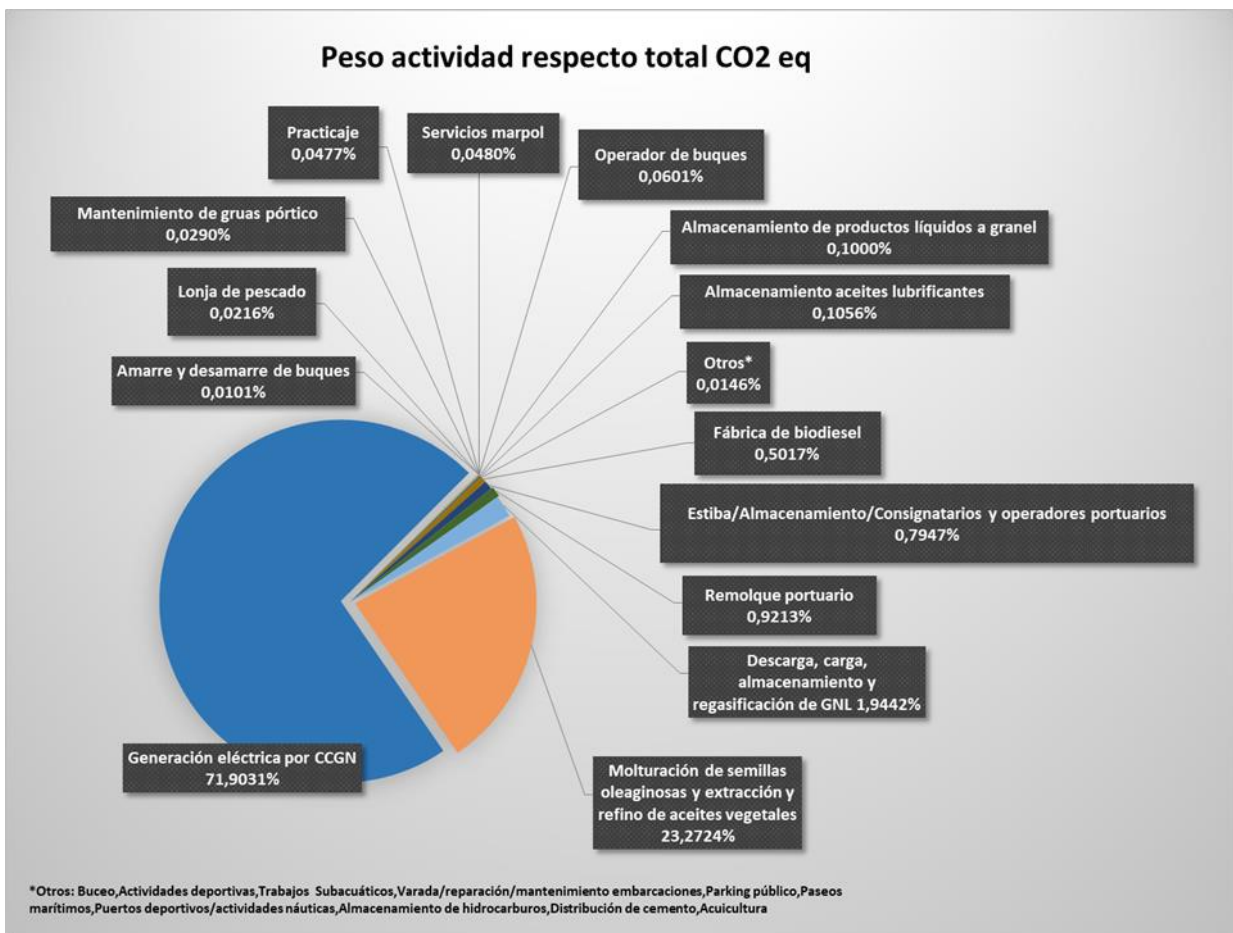
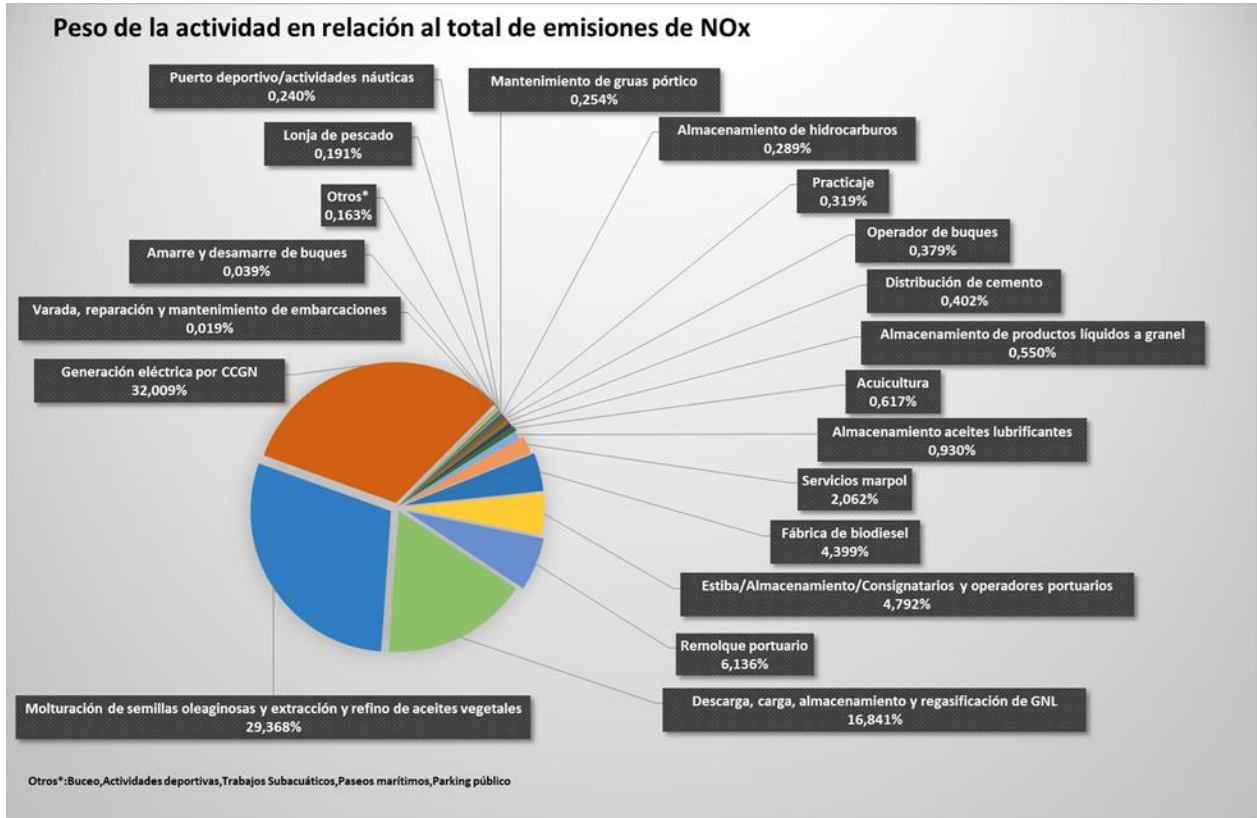


Figura 12. Distribución de emisiones contaminantes (NOx) según servicios portuarios



4.3.3. CONSUMOS DE ENERGÍA DEL TRÁFICO MARÍTIMO EN EL PUERTO

Siguiendo los criterios establecidos en la Guía CEDEX 2017 se considera tráfico marítimo susceptible de contabilizar en el cálculo de la huella de carbono asociado al Puerto de Cartagena el correspondiente a los buques mercantes, de pasaje y mixtos que hacen escala en el mismo, de un año concreto. Para este ejercicio se considera el año 2017. Para calcular los consumos de energía de estos tráfcos se consideran los asociados a las etapas de maniobra para la entrada en el puerto (Zona I) y atraque del tráfico de los buques cuando permanecen en el muelle. No se incluyen en este epígrafe los consumos de energía asociados al tráfico pesquero, deportivo y/o de recreo, las embarcaciones al servicio de la operación de los buques en el interior de las instalaciones portuarias o al resto de material flotante empleado en el puerto.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Para hacer este estudio se puede abordar de diversas maneras. La metodología más extendida consiste en analizar las bases de datos de Lloyd's Register para el Puerto de Cartagena y el año 2017, de donde se obtiene para cada barco que hace escala en el PdC las potencias de los motores principales, los tiempos de llegada y salida del mismo, con las señales AIS⁶, y todo para cada buque. Esta manera de proceder en el inventario de emisiones a la atmósfera se conoce como metodología bottom-up, que consiste en calcular los consumos de energía en los entornos portuarios barco a barco, en cada uno de sus movimientos. Metodología EMEP EEA 2016, tier 3.

En este caso ha sido la AAPP de Cartagena la que ha informado del número de escalas de los buques según tipología, la potencia de los motores principales y los tiempos de estancia en puerto, diferenciando la fase de atraque y de maniobra (de entrada y salida). La AAPP declara que conoce el tiempo de estancia total en el puerto, y ha estimado el tiempo de maniobra, considerando dos periodos, el de ida al puerto y el de salida del buque.

Tabla 30. Número de buques mercantes que hacen escala en el Puerto de Cartagena

Tipo de buque		Año 2017
Graneleros líquidos (Tanques)		980
Graneleros sólidos		282
Mercancía general	Carga general	421
	Portacontenedores	225
	Ro-Ro (mercancía y mixtos)	6
Pasaje Crucero		153

Tabla 31. Estancia media en el PdC por tipología de buque, según tipo de tráfico, año 2017

Puerto	Estancia media de un buque (h)						
	Granel líquido	Granel sólido	Mercancía convencional	Mercancía en contenedor	Tráfico ro-ro	Pasajeros	
						Régimen de transporte	Crucero
Cartagena	35,6	68,9	44,4	38,2	68,24	-	8,6

Nota: Según la AAPP los tiempos de maniobra de los buques en el PdC son de 35-40 minutos y para cruceros son 30 minutos. Traducido a tiempo en horas según guía EMEP EEA 2016, el tiempo de maniobra de buques es de 0,583-0,666 y cruceros 0,5 horas

⁶ Automatic Identification System.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 32. Potencia Nominal del motor principal (PNMP) media por tipología de buque, y tipo de tráfico, año 2017

Puerto	Potencia nominal media de los motores principales (kW)						
	Granel líquido	Granel sólido	Mercancía convencional	Mercancía en contenedor	Tráfico ro-ro	Pasajeros	
						Régimen de transporte	Crucero
Cartagena	8.972	5.827	3.398	9.934	4.562	-	33.062

Tabla 33. Ratio entre la potencia nominal de los motores auxiliares y principales, según tipo de tráfico

Tipo de tráfico		Ratio PNMA ⁷ / PNMP
Granel líquido		0,3
Granel sólido		0,3
Mercancía general	Mercancía convencional	0,23
	Mercancía en contenedor	0,25
	Tráfico ro-ro	0,24
Pasajeros en régimen de transporte		0,16
Pasajeros de crucero		

Fuente: Guía de inventario de emisiones EMEP EEA 2016.

⁷ Potencia Nominal Motor Auxiliar.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 34. Factor de carga al que funcionan los motores principales y auxiliares durante las etapas de maniobra y atraque. Fases del Puerto

Tipo de tráfico		Factor de carga de los motores principales (MP)		Factor de carga de los motores auxiliares (MA)	
		Maniobra (FC _{MP-Maniobra})	Atracado (FC _{MP-Atracado})	Maniobra (FC _{MA-Maniobra})	Atracado (FC _{MA-Atracado})
Granel líquido		20%	20%	50%	60%*
Granel sólido					
Mercancía general	Mercancía convencional				
	Mercancía en contenedor				
	Tráfico ro-ro				
Pasajeros en régimen de transporte					
Pasajeros de crucero					

Fuente: Guía de inventario de emisiones EMEP EEA 2016.

* La potencia de carga del motor secundario del 60% sólo afecta a los gráneles líquidos (tanques)

Tabla 35. Utilización de los motores principales y auxiliares durante las etapas de maniobra y atraque en muelle

Porcentaje de utilización de los motores principales		Porcentaje de utilización de los motores auxiliares	
Maniobra	Atracado	Maniobra	Atracado
100%	5% *	100%	100%

* Excepto tanques que en atraque utilizan el 100% del tiempo de los motores principales

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 36. Factores de emisión de NOx, NM VOC, PM y consumo de combustibles (MDO, MGO)

Maniobra y Atraque		Consumo combustibles	NOx 2010 g/kWh	COVNM g/kWh	PM-10/PM 2,5 g/kWh	CO2 eq g/kWh	CO2 t/ tonelada de combustible	SO2 kg/ tonelada de combustible
		g de fuel/kWh						
Motor principal	Media velocidad diesel	223	9,9	1,5	0,9	660	3,19	2
	Baja velocidad diesel	204						
Motor secundario	Media velocidad	217	13	0,4	0,3			

(1) Consumo de Combustibles, Factores de Emisión: NOx, COVNM, PM Guía EMEP-EEA2016

(2) Factor de Emisión de CO2eq (g /kWh): MGO y MDO. Fuente: Goldsworthy, Land Galbally. 2011

(3) Factor de Emisión de CO2 (t/tonelada de combustible). Third IMO GHG Study 2014

(4) Para pasar CO2 a CO2eq se ha de multiplicar por el factor 1,01040486. Sistema Español de Inventarios a la Atmosfera 2019. Datos de 2017

Figura 13. Consumos de energía en puerto, en fases de atraque y de maniobra

Consumo de energía en puerto (kWh)	=	Consumo de energía en la fase de atraque (kWh)	+	Consumo de energía en fase de maniobra (kWh)
Consumo de energía en atraque (kWh)	=	$t_{\text{atraque}} (h) * \{ (P_{MP} (KW) * FC_{MP})$	+	$(P_{MS} (kw) * FC_{MS}(\%)) \}$
Consumo de energía en maniobra (kWh)	=	$t_{\text{maniobra}} (h) * \{ (P_{MP} (KW) * FC_{MP})$	+	$(P_{MS} (kw) * FC_{MS}(\%)) \}$

Tabla 37. Consumos de energía en fase de atraque: Motor principal y secundario

Consumo de energía en el Puerto de Cartagena											
Consumo de energía en el Atraque											
Tipología de buque	Nº de Escalas	t _M (h)	Consumo de energía del MP - Atraque			Consumo de energía del MS - Atraque				Consumo de energía Atraque (kWh)	
			P _{MP} (kW)	% Carga _{MP}	% t _{MP}	Consumo energía _{MP} (kWh)	P _{MS} (kW)	% Carga _{MS}	% t _{MS}		Consumo energía _{MS} (kWh)
Granel líquido (Tanques)	980	34,434	8.972	0,20	1,00	60.552.602,21	2.691,60	0,60	1,00	54.497.341,99	115.049.944,20
Graneleros sólidos	282	67,734	5.827	0,20	0,05	22.260.291,42	1.748,10	0,40	1,00	13.356.174,85	35.616.466,26
Carga General	421	43,234	3.398	0,20	0,05	12.369.748,91	781,54	0,40	1,00	5.690.084,50	18.059.833,42
Portacontenedores	225	37,034	9.934	0,20	0,05	16.555.309,02	2.483,50	0,40	1,00	8.277.654,51	24.832.963,53
RO-RO (mercancía y mixtos)	6	67,074	4.562	0,20	0,05	367.189,91	1.094,88	0,40	1,00	176.251,15	543.441,06
Pasaje de Crucero	153	7,600	33.062	0,20	0,05	7.688.898,72	5.289,92	0,40	1,00	2.460.447,59	10.149.346,31
Total energía (kWh)						119.794.040,18				84.457.954,59	204.251.994,78

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 38. Consumo de energía del motor principal y secundario en la fase de maniobra. Estos consumos se deben multiplicar por dos: ida y vuelta

Consumo de energía en el Puerto de Cartagena												
Consumo de energía en la fase de Maniobra												
Tipología de buque	Nº de Escalas	t _M (h)	Consumo de energía del MP - Maniobra				Consumo de energía del MS - Maniobra				Consumo de energía maniobra (kWh)	
			P _{MP} (KW)	% Carga _{MP}	% t _{MP}	Consumo de energía _{MP} (KWh)	P _{MS} (KW)	% Carga _{MS}	% t _{MS}	Consumo energía _{MS} (KWh)		
Granel líquido (Tanques)	980	0,583	8.972	0,20	1,00	1.025.212,50	2.691,60	0,50	1,00	788.909,37	1.794.121,87	
Graneleros sólidos	282	0,583	5.827	0,20	1,00	191.598,75	1.748,10	0,50	1,00	143.699,06	335.297,82	
Carga General	421	0,583	3.398	0,20	1,00	166.803,06	781,54	0,50	1,00	95.911,76	262.714,82	
Portacontenedores	225	0,583	9.934	0,20	1,00	260.618,49	2.483,50	0,50	1,00	162.886,66	423.505,05	
RO-RO (mercancía y mixtos)	6	0,583	4.662	0,20	1,00	3.191,58	1.094,88	0,50	1,00	1.914,95	5.106,52	
Pasaje de Crucero	163	0,500	33.062	0,20	1,00	505.848,60	5.289,92	0,50	1,00	202.339,44	708.188,04	
Total energía (KWh)						2.153.272,98				1.375.661,14	3.528.934,12	
Consumo total en el PdC (kWh)											112.103,16	

La Guía elaborada por el CEDEX recoge la metodología de **cálculo de los consumos de energía asociados al puerto**, aplicando los criterios descritos en la metodología EMEP EEA 2016 para el cálculo de Inventarios a la Atmósfera del modo marítimo. Según esta metodología al puerto se le asignan las fases de atraque y de maniobra tanto de entrada como de salida del puerto.

El proceso de cálculo queda descrito en la figura 13, que de manera gráfica simplifica que el consumo de energía asociado a la fase de atraque es el resultado de aplicar el tiempo empleado en el atraque, medido en horas, por la potencia del motor principal, que en esta fase trabaja con un factor de carga específico (tabla 34) y de igual modo ocurre con el motor secundario. El motor secundario en esta fase trabaja el tiempo empleado en esta fase, con un factor de carga (propio de esta fase) de la potencia total que dispone el motor secundario.

La **fase de maniobra se desdobra, en maniobra de entrada y de salida**. Por ello el consumo de energía asociado a estas fases es el resultado de aplicar el tiempo empleado a la potencia instalada en el motor principal, que en esta fase trabaja con un factor de carga determinado y de igual modo el motor secundario del buque en cuestión.

Las potencias de los motores secundarios no vienen descritas en las bases de datos de Lloyd's, por ello se acude a la relación de la tabla 33, obtenida de la experiencia de ENTEC para el Reino Unido (UK), en la elaboración de Inventarios a la Atmósfera. El factor de carga de los motores y los tiempos de utilización según las fases vienen descritos en la tabla 34 y 35 respectivamente.

4.3.3.1. EMISIONES DE GEI ATRIBUIDAS AL TRÁFICO MARÍTIMO

Las emisiones de GEI atribuidas al tráfico marítimo del PdC son el resultado de multiplicar los consumos de energía descritos en el apartado anterior por el factor de emisión correspondiente (tabla 36). Este consumo depende de la velocidad del motor y del tipo de motor, principal y secundario (a mayor velocidad más consumo de energía). Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Puerto de Cartagena equivalen a 112.103 t de CO₂eq, repartido en fase de atraque y maniobra de entrada y salida. **A la fase de atraque le corresponde el 95,5% del CO₂ y la maniobra el 4,5% del total de estas emisiones**. Estos consumos a su vez se reparten entre el motor principal y secundario, el primero en el atraque emite el 41,67%, mientras que el 53,89% lo consume el secundario. En la fase de maniobra de ida y vuelta al puerto el motor principal consume el 2,73% y el secundario 1,69% en el conjunto total de

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

emisiones GEI asociadas al puerto. Estas proporciones son las mismas que las del consumo de energía por cuanto existe una relación directa y lineal entre el consumo de energía y las emisiones de CO₂eq.

Se asume que durante la combustión todo el carbón contenido en el combustible se transforma a CO₂. Esta asunción es razonable por cuanto el carbón contenido en las partículas y en los compuestos orgánicos volátiles es mínima (Lloyds Register, 1995).

En la tabla 39 se resume el consumo de combustible y CO₂eq asociado al Puerto de Cartagena, en las fases de maniobra y atraque, según motor principal y secundario. En la figura 14 se observa de forma gráfica el reparto de emisiones de GEI en porcentaje entre las fases de atraque y maniobra, según motor principal y secundario.

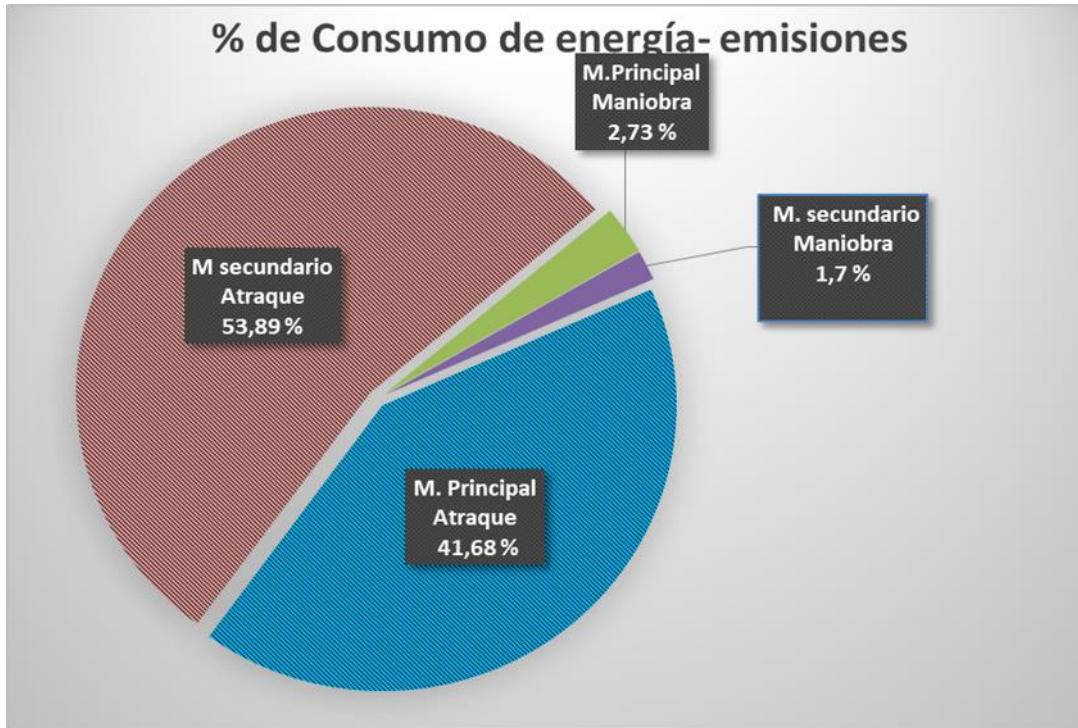
Tabla 39. Consumo de combustible y emisiones de CO₂ en la fase de maniobra y atraque

Fase	Combustible (t fuel)			CO ₂ t
	Motor principal	Motor secundario	Total	
Atraque	14.646,17	18.938,49	33.584,66	107.135,07
Maniobra	960,35	597,03	1557,39	4.968,10
Total	15.606,53	19.535,53	35.142,06	112.103,16

(1) Para pasar CO₂ a CO₂eq se ha de multiplicar por el factor 1,01040486. Sistema Español de Inventarios a la Atmosfera 2019. Datos de 2017.

Toneladas de emisiones en CO₂eq 113.269,58.

Figura 14. Reparto de emisiones de GEI en fase de atraque atraque y maniobra



4.3.3.2. EMISIONES CONTAMINANTES ATRIBUIDAS AL TRÁFICO MARÍTIMO

Las emisiones contaminantes del tráfico marítimo son debidas a la combustión que se producen en los dos motores, principal y secundario, de combustibles utilizados para el movimiento de los buques, su mantenimiento y condiciones de confort (climatización) de los espacios habitables de los buques.

La OMI (Organización Marítima Internacional), es la encargada de regular las emisiones y la eficiencia energética de los buques en el ámbito internacional, después la UE hace suyos estos mandatos a través de Directivas europeas. Los Convenios y Protocolos de la OMI regulan las emisiones contaminantes debidas a la combustión y que forman: SO_x, NO_x, PM₁₀ y COV's y las emisiones de gases de escape que afectan a la destrucción de la capa de ozono. Estos mismos acuerdos se adoptan en el seno de la UE mediante Directivas europeas, que se plasman y materializan en metodologías de trabajo para elaborar los inventarios de emisiones atmosféricas asociadas a los distintos modos de transporte. Esta información puede encontrarse de manera detallada en la Web: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion>. Recoge la metodología de elaboración de inventarios de gases contaminantes y de efecto invernadero para el modo marítimo.

Los inventarios a la atmosfera están dentro de las metodologías EMEP EEA 2016 que para el modo marítimo sigue la guía EMEP EEA 2016, que en el tier 3 detalla los factores de emisión para los óxidos de nitrógeno, compuestos volátiles no metánicos, material particulado y cálculo del consumo de combustible. Estos factores se describen por tipo de motor: principal y secundario y según las fases de

desempeño de actividad de un barco: maniobra, crucero y ataque. Diferencian a su vez por tipo de motor y combustible. Los factores de emisión que caracterizan la actividad portuaria se corresponden con la fase de maniobra y atraque, con combustibles MDO/MGO y velocidades medias que son las propias de un puerto del tipo de Cartagena.

Descripción de origen de los contaminantes en el tráfico marítimo, extrapolable a otras actividades de combustión (coches, industria, actividades domésticas y servicios):

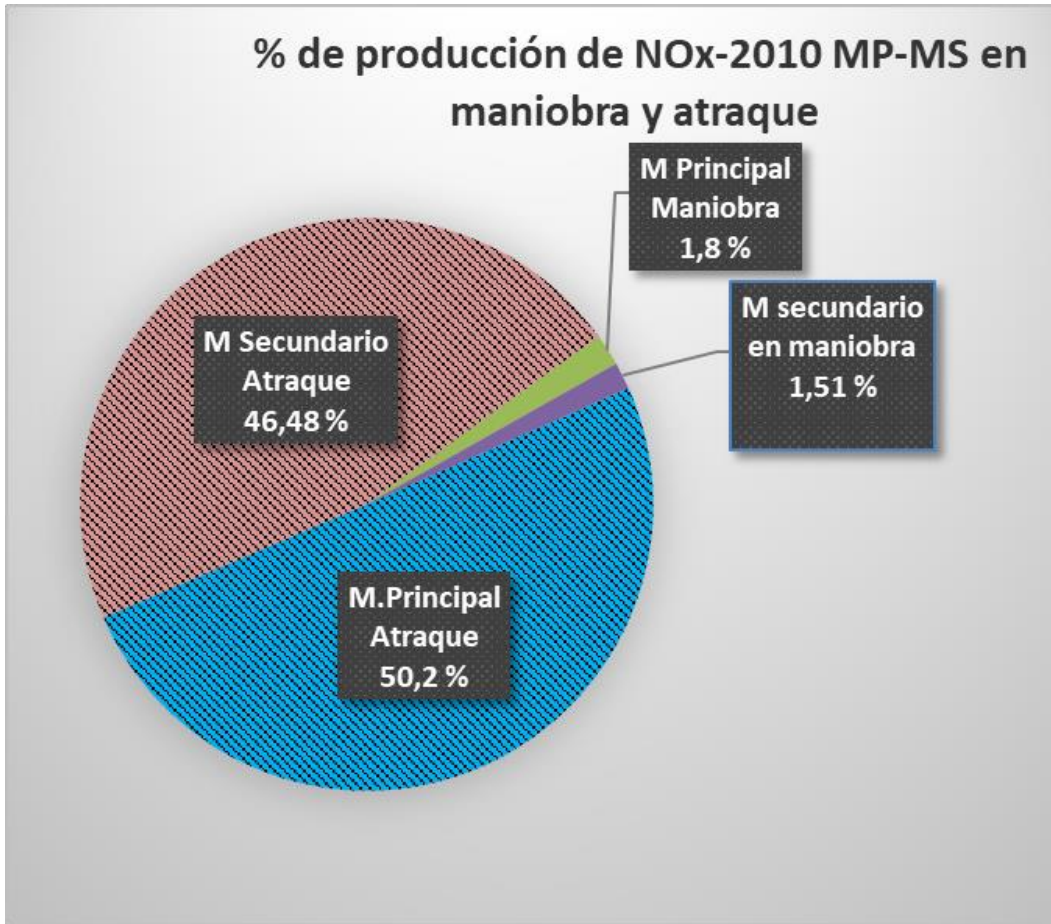
- **Óxidos de nitrógeno (NOx):** Las emisiones de óxidos de nitrógeno son el resultado de procesos de combustión a altas temperaturas que tiene lugar en los motores de los barcos debidos a la oxidación del nitrógeno contenido en aire del motor. Por ello los niveles de emisión dependen de los procesos de combustión en los diferentes tipos de motores. Este grupo de contaminantes depende del tipo de tecnología y de las condiciones de manejo. Funcionar con velocidades bajas de los motores exige más tiempo en el trayecto y las altas temperaturas, mejora la eficiencia de la combustión pero aumenta la emisión de óxidos de nitrógeno. La relación de NOx: NO₂ puede variar entre 0,05 y 0,1, se asume que el NO₂ supone entre 5-10% del total de los óxidos de nitrógeno (NOx).

El factor de emisión de los óxidos se obtiene de la guía EMEP EEA 2016, tier 3, tomando como referencia el año 2010 de fabricación de los motores, considerando que el motor principal diésel trabaja con media velocidad, combustible MDO/MGO y en el secundario, media velocidad y el mismo tipo de combustible. Los factores de emisión están recogidos en la tabla 35 de este documento.

En la tabla 41 se detallan las emisiones brutas de los diferentes tipos de contaminantes, diferenciando la fase de maniobra y atraque, por motor principal y secundario. El 98,34% de las emisiones de NOx en el PdC se producen en el atraque, la maniobra representa algo más del 1,5%, en los dos casos pesa ligeramente más el motor principal que el secundario.

Esta distribución de emisiones, donde el peso lo tiene la fase de atraque permite pensar que si los buques dispusieran de posibilidad de estar enchufados a la red eléctrica, o estuvieran hibridados con soluciones de distinto tipo (baterías), las emisiones de óxido de nitrógeno de los entornos portuarios se reducirían notablemente.

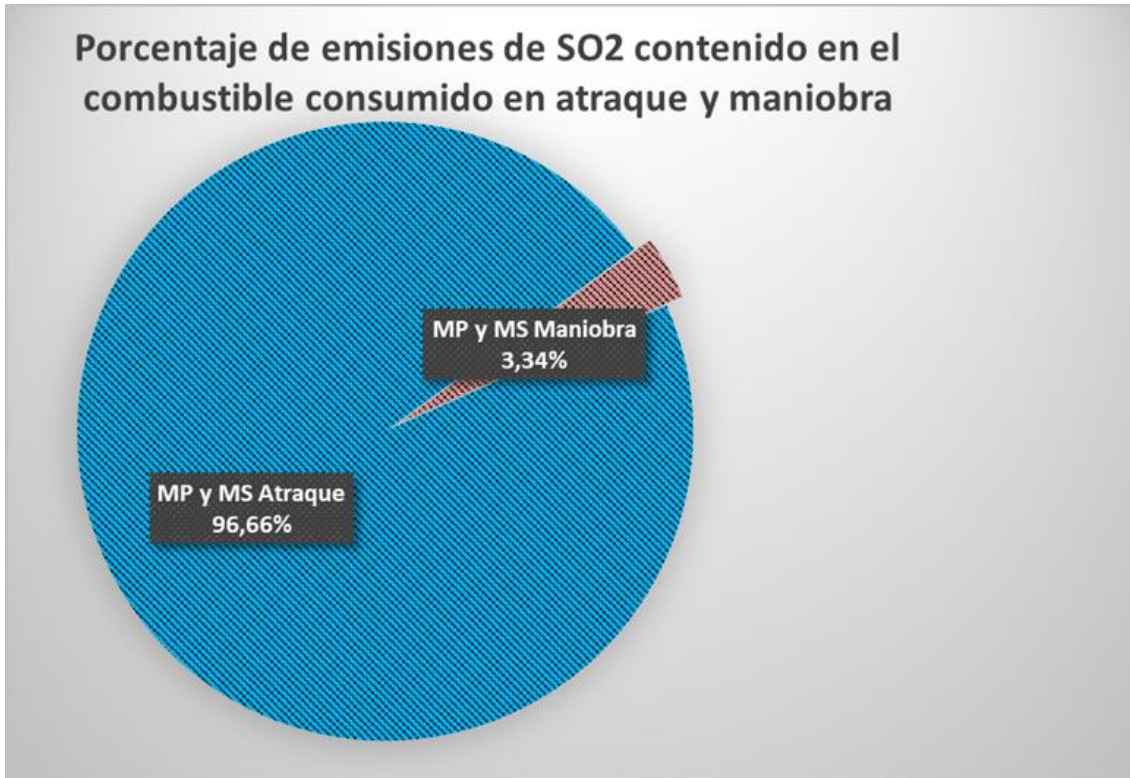
Figura 15. Reparto de emisiones de NOx en fase de atraque y maniobra



- **Dióxido de azufre (SO₂):** Las emisiones de SO₂ emitidas por los barcos dependen del contenido de sulfuro del combustible, se asume que todo el sulfuro que contiene el combustible se convierte en dióxido de azufre en la combustión. En cuanto a los límites de emisión de este compuesto en los puertos españoles se considera que se está cumpliendo todo lo que recoge la Directiva 2013/33/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, que modifica la Directiva 1999/32/CE en lo relativo al contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo: Mantiene la limitación desde 1 de enero de 2010 de que todos los buques atracado en puertos europeos deben utilizar combustibles con menos de 0,1% de contenido de azufre en masa (0,1% m/m), lo que equivale a un factor de emisión de 2 kg de SO₂/tonelada de combustible. La emisión del SO₂ no depende del motor en el que se produce la combustión, la emisión de azufre es función del consumo de combustible que alimenta el motor principal y secundario, según su potencia de carga.

El Cold ironing, la hibridación de buques con baterías o el uso del gas natural en los buques en puerto reduciría los niveles de SO₂, o simplemente desulfurar los combustibles marinos como lo ha hecho la carretera.

Figura 16. Reparto de emisiones de SO₂ en fase de atraque y maniobra

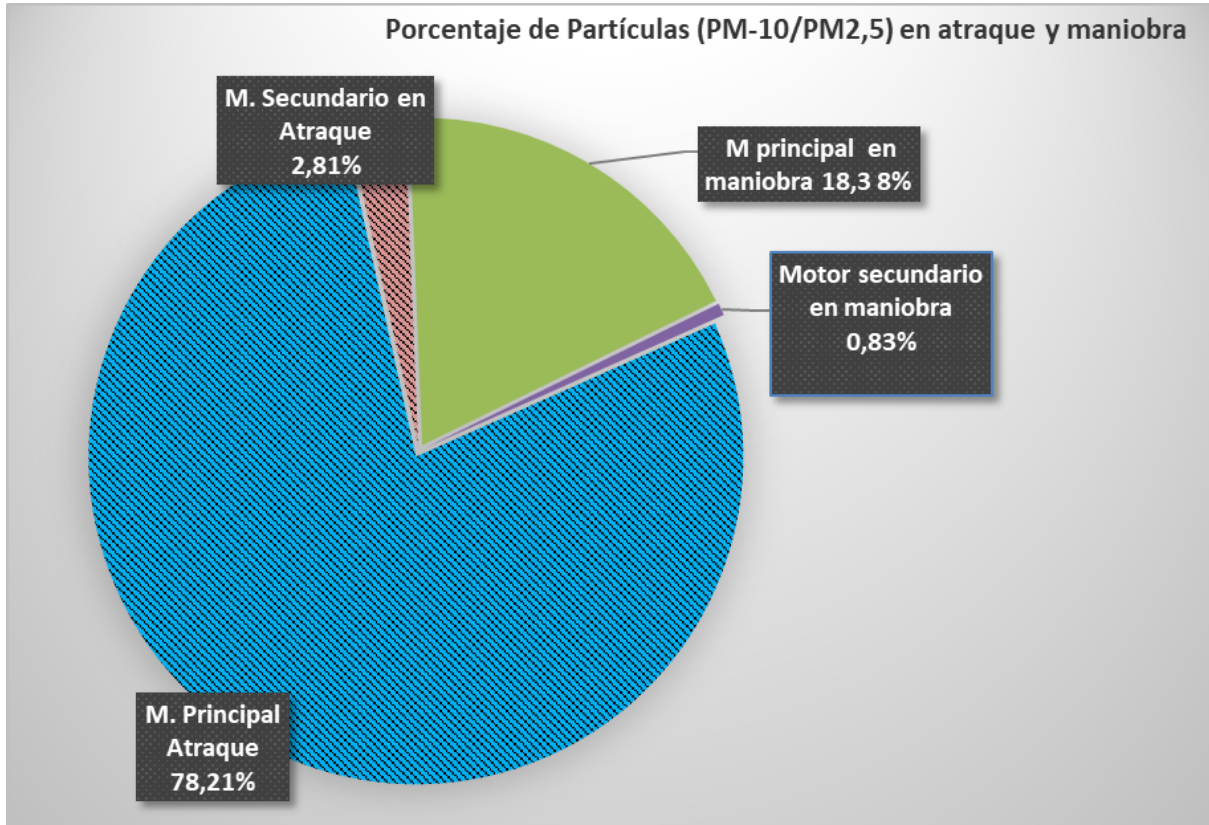


Las emisiones totales de SO₂ se pueden ver en la tabla 41, 93,21 toneladas de azufre, emitidas en la fase de atraque y maniobra.

- **Material Particulado (PM):** El material particulado proviene de elementos inquemados del combustible, se le asocia al hollín, y elementos incombustibles. Se asume que aproximadamente el 90% del material particulado es PM_{2,5} y el 5% restante es PM₁₀ (Cofala et al., 2007). Esta fracción supone un peligro para la salud que es tanto mayor, cuanto menor es el tamaño de las partículas, por su mayor facilidad de acceder a través del sistema respiratorio a los bronquios y bronquiolos, y las de menor tamaño (las partículas menores de PM_{2,5}) llegan al torrente circulatorio. Los factores de emisión se han obtenido de la Guía EMEP EEA 2016, tier 3, recogidos en la tabla 36 que diferencia el factor de emisión del motor principal y el secundario, considerando que los buques van a velocidad media de motor y el combustible utilizado es MDO/MGO. Estas emisiones son variables y dependen de las condiciones de manejo del barco, varían según el tipo de motor, y del tipo de combustibles. En los combustibles con menos contenido en azufre, como es el que se exige en los puertos, el material particulado también se reduce considerablemente. Las emisiones brutas vienen descritas en la tabla 41 de emisiones totales del PdC. La variación de emisiones según el tipo de motor empleado es importante. Como en los casos anteriores, los sistemas como el Cold Ironig y la hibridación de barcos con batería⁸ reducirían las emisiones en los puertos.

⁸ El estado del arte de la hibridación con baterías puede encontrarse en la publicación de: In Focus-the future is Hybrid- a guide to use of batteries in Shipping.DNV-GL.

Figura 17. Reparto de emisiones de material particulado en fase de atraque y maniobra, por tipo de motores



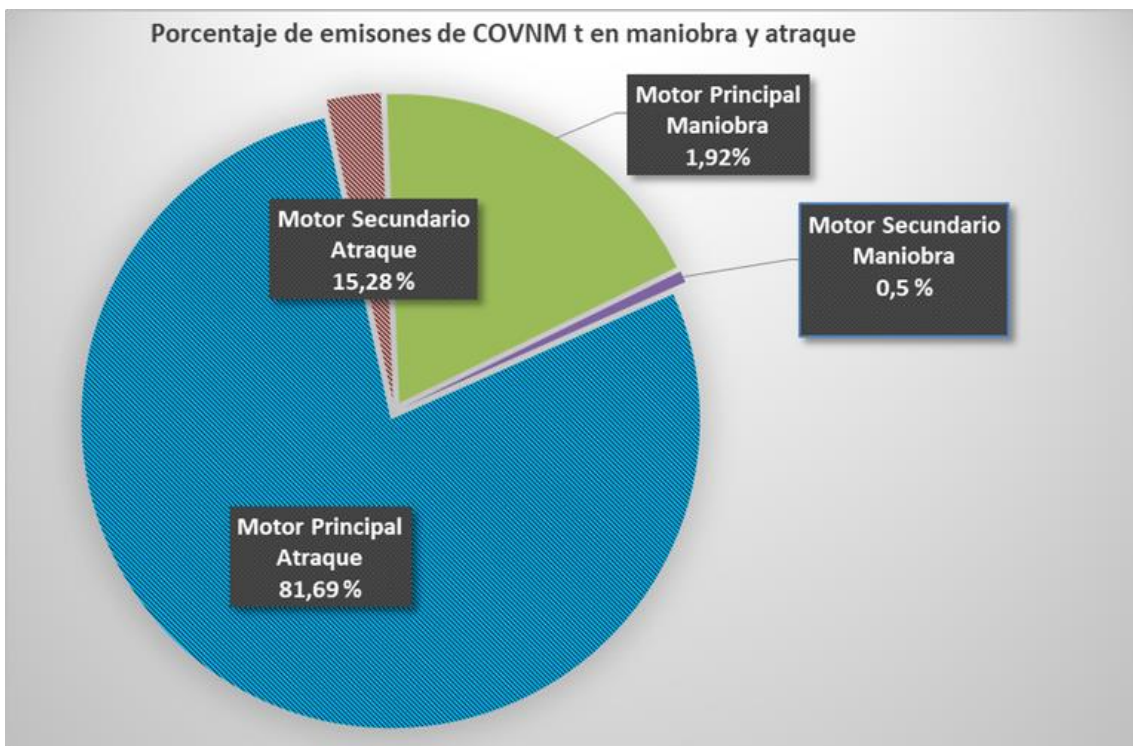
- **Compuestos orgánico Volátiles no metánicos (COVNM):** Se asume que proceden de la evaporación de los combustibles, (Endresen et al. 2003). Este autor considera que del total de evaporación 11,36% es CH₄ y 88,64% son COVNM. La emisión de hidrocarburos procede del combustible no quemado en los motores y de las emisiones fugitivas procedentes de la evaporación del fuel. Depende por tanto del tipo de motor y del porcentaje de carga con la que trabaja (variable según la fase de estado del barco, maniobra o atraque).

Los factores de emisión de COVNM se han obtenido como en los casos anteriores de la Guía EMEP EEA 2016, tier 3. Tabla 3.10, tomando valores que se aproximan a las condiciones del PdC, considerando medias velocidades, tanto para el motor principal como secundario. El 98,29% de las emisiones se corresponden con la fase de atraque, que se corresponde con el mayor tiempo de funcionamiento del motor. Entre las posibles opciones que se barajan en los puertos para reducir sus emisiones contaminantes se repite la tendencia en los puertos europeos de recomendar el uso de GNL (gas natural licuado), que en la cuestión que ahora atañe aumentaría la emisión de CH₄, no tanto los COVNM (ENTEC, 2002).

La sustitución de MGO/MDO por GNL en la fase TTW (tank- to-wheel) supone una mejora de las emisiones en CO₂eq, ventaja que se pierde al considerar todo el ciclo de vida WTW (desde el pozo a la rueda) (DEFRA, 2015). El estudio “The role of natural gas and biomethane in the transport sector”, Ricardo Energy & Environment recoge todos estos aspectos detallando las emisiones de CO₂eq de los distintos tipos de combustibles en la fase WTT y TTW.

Los compuestos orgánicos volátiles son contaminantes precursores del ozono.

Figura 18. Reparto de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en fase de atraque y maniobra, por tipo de motores



El tercer informe del IMO documenta otros factores de emisión y vienen recogidos en la tabla 40.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 40. Factores de emisión de combustibles marinos: MDO y GNL. Tercer informe del IMO, año 2013

Emisiones contaminantes	Factor de emisión Marine diésel oil MDO (g/gfuel)	Factor de emisión del GNL marino (g/gfuel)
CO ₂	3,206	2,75
CH ₄	0,00006	0,0512
N ₂ O	0,00015	0,00011
NO _x	0,08725	0,00783
CO	0,00277	0,00783
NM VOC	0,00308	0,00301

- **El monóxido de carbono (CO):** La Guía no contempla el cálculo de este contaminante, en salud pública este contaminante está asociado a espacios interiores, como garajes subterráneos, posiblemente sea la razón por la que no incluyen en la guía este factor de emisión. Procede de la combustión incompleta de los carburantes. Por esta razón no se pasa a calcular este tipo de emisiones en el PdC.

Las emisiones totales son el resultado de multiplicar los consumos de los combustibles (tabla 39, 37 y 38) por los factores de emisión (tabla 36).

Tabla 41. Emisiones totales de distintos contaminantes en el PdC. Año 2017

		NO _x -2010 MP-MS t	COVNM t	SO ₂ t	Partículas (PM-10/PM2,5) kg
Atraque	Motor principal	1.207,28	182,92	-	109,75
	Motor secundario	1.116,26	34,35	-	25,76
	Total	2.323,54	217,27	91,65	135,51
Maniobra	Motor principal	21,32	3,23	-	1,94
	Motor secundario	17,88	0,55	-	0,41
	Total	39,20	3,78	1,56	2,35
Total		2.362,74	221,05	93,21	137,86

4.3.4. CONSUMO DE ENERGÍA DEL TRÁFICO DE MERCANCÍAS POR CAMIÓN EN EL PUERTO

Tabla 42. Consumo de combustible asociado al tráfico de camiones en el recinto portuario. Emisiones de CO₂eq

Consumo de Combustible asociado al tráfico de Camiones por el recinto portuario													
	Toneladas/TEU hº de cabezas	Modo de transporte en el puerto	Carga útil tipo de camión t	Aprovechamiento del camión	Nº de camiones	Distancia entrada muelles(ida y vuelta) km	Camiones-km recintoportuario	% de vacíos 85 %	Camiones-km recintoportuario ponderado con el % de vacíos	Consumo de combustible l	t de CO ₂	t de CO ₂ eq	
Graneles líquidos	27.268.412,00	tubería	-	-	-	1,5	-	-	-	-			
Graneles sólidos	5.829.615,00	camión	26,25	85%	222.080,57	1,8	399.745,03	1,15	459.706,78	174.688,58			
MG convencional	310.834,00			85%	11.841,30		21.314,33		24.511,48	9.314,36			
MG contenedores	1.236.255,00		10	1 TE U	123.625,50		222.525,90	255.904,79	97.243,82				
contenedores(TEU)	90.266,00			1 TE U	90.266,00		162.478,80	186.850,62	71.003,24				
Tráfico local (avituallamientos) combustibles líquido	8.030,00		21,9	50%	366,67		660,00	2	1.320,00	501,60			
Otros avituallamientos	136.973,00		26,25	85%	5.218,02		9.392,43	1,15	10.801,30	4.104,49			
Animales vivos													
Nº de cabezas bovinos	80.000,00			30	2.666,67		4.800,00		5.520,00	2.097,60			
Nº de cabezas ovinos	590.000,00			150	3.944,00		7.099,20		8.164,08	3.102,35			
Toneladas	79.302,00												
Total	0,38						828.015,69		952.779,05	362.056,04	919,26	932,23	

Para el cálculo de las emisiones del tráfico de camiones asociado al recinto de la autoridad portuaria se parte de la información que tiene el puerto de Cartagena sobre el tráfico portuario de diciembre de 2017: **resumen general de tráfico portuario**, clasificado por mercancías según su presentación, otras mercancías y otros movimientos. Con esta información se elabora la columna 2 de la tabla 42, Consumo de combustible asociado al tráfico de camiones por el recinto portuario.

La información de la web resulta imprecisa en relación a los animales vivos, por lo que hubo que reformular la pregunta para matizar este aspecto al PdC, para que especificaran las cabezas de ganado bovino y ovino: 80.000 y 590.000 respectivamente, que mueve el puerto.

También se preguntó a la APdC sobre el transporte de graneles líquidos en el recinto portuario y confirmaron que el transporte de graneles líquidos tenía lugar mediante tubería. El cálculo de la tubería queda detallado en el epígrafe correspondiente (4.3.5, del alcance 3).

En la publicación que tiene por título “Observatorio del transporte intermodal terrestre y marítimo, junio de 2011” se han obtenido las características de un camión tipo que encamina mercancía a los recintos portuarios. Las características más relevantes para este tipo de camión son: carga útil 26,25 t, recorrido anual en carga 85% y en vacío 15%. Consumo medio 38,5 litros/km. Las características de este camión son las supuestas para transportar los graneles sólidos, otros avituallamientos, los contenedores y animales vivos. En el caso de transportar contenedores su carga es de 1 TEU (10 toneladas, según la información del Observatorio del transporte intermodal terrestre y marítimo, 2011). En el caso de transportar animales vivos se consideran condiciones de habitabilidad de normas de procesado sanitario de carne, que para ovino recomiendan una superficie mínima de 0,4 m² por cabeza, dos jaulas por camión, con 30 m² de jaula por camión, se obtiene una superficie aprovechable de 60 m² por camión. En el caso del bovino se considera una sola jaula y un peso tipo de animales cebados para exportar animales de 400kg de peso, lo que condiciona una cabida de 30 animales por camión.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

En el transporte de combustible líquido se considera una carga útil de 21,6 t (Revista del Gas natural) y un nivel de % de vacíos del 50%. Se ha considerado que el transporte de graneles líquido tiene lugar por tubería.

La columna 5, de nº de camiones, recoge el número de camiones que encaminan mercancía por el recinto portuario. La distancia de ida y vuelta que recorre cada camión ha sido documentada por los responsables de Medio Ambiente del PdC (900 m de distancia media desde la entrada al puerto a los muelles).

4.3.4.1. EMISIONES DE GEI ASOCIADAS AL TRÁFICO DE CAMIONES

El cálculo de emisiones de CO₂eq resulta de multiplicar el consumo de combustible consumido por los camiones en el recinto portuario por el factor de emisión del gasóleo. La relación entre CO₂ y CO₂eq se obtiene del Sistema Español de Inventarios a la Atmósfera 2017. Equivale a 932 t de CO₂eq.

Tabla 43. Emisiones de CO₂ asociados al tráfico de camiones

Consumo de combustible l	t de CO ₂	t de CO ₂ eq
362.056,00	919,26	932,234

4.3.4.2. EMISIONES CONTAMINANTES ASOCIADAS AL TRÁFICO DE CAMIONES

Los factores de emisión de los contaminantes se obtienen de la norma euro 6, para camiones de más 32 toneladas, Guía EMEP EEA 2016, ya que los camiones que transitan por el PdC son camiones de poca antigüedad. No se han considerado emisiones asociadas a la descarga, en la visita al puerto todos los camiones en descarga mantenían el motor apagado.

Tabla 44. Factores de emisiones de gases contaminantes de camiones de más de 32 t

FE CO g/camión-km	FE COVNM g/camión-km	FE NOx g/camión-km	FE PM2,5,PM10, PST g/camión-km
0,121	0,012	0,5	0,0013

Tabla 45. Emisiones brutas asociadas al tráfico de camiones en recinto portuario de Cartagena

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Camiones-km recinto portuario ponderado con el % de vacíos*	kg de CO	kg de COVM	kg de NOx	kg de PM10/PM2,5/PST
952.779,05	115,28	11,43	476,38	1,23861276

* 25% de vacíos según el Observatorio del Transporte Intermodal, Terrestre y Marítimo. Documento final.

4.3.5. CONSUMO DE ENERGÍA ASOCIADA AL TRANSPORTE POR TUBERÍA EN EL PUERTO

En el PdC domina el transporte por tuberías gas y de derivados del petróleo frente a la carretera. El acceso de ferrocarril al puerto se está construyendo. El Puerto de Cartagena dispone de red de oleoductos y de gasoductos que discurren en el interior del recinto portuario con una longitud de 1,5 km que transportan los derivados de petróleo a la Refinería de Repsol. Según el proyecto ENERTRANS, proyecto CEDEX 2008, la tubería presenta un consumo de energía específico medio 0,0816 kWh/t-km.

Tabla 46. Cálculo de los Consumos de Energía y Emisiones de GEI del PdC

Cálculo de los Consumos de Energía y emisiones de GEI del PdC							
Tipología de mercancía	Toneladas transportadas	Modo de transporte	Recorrido tubería en el recinto portuario km	Tráfico de GL recinto portuario (t-km)	Energía de tubería (kWh/t-km)	Kg de CO ₂ /kWh Iberdrola	t de CO ₂ eq
Graneles líquidos	27.268.412,00	tubería	1,5	40.902.618	0,0816	0,28	943,3929

4.3.5.1. EMISIONES DE GEI DE LA TUBERÍA

Las emisiones de GEI se obtienen de multiplicar las t-km de graneles líquidos transportados por tubería en el interior del recinto portuario de Cartagena por el consumo de energía asociado a cada t-km. Obteniendo así, el consumo de energía asociado a la tubería. Este consumo se le afecta por el factor de emisión (kg de CO₂/kWh) de la empresa suministradora del servicio de energía eléctrica en el Puerto de Cartagena, Iberdrola SAU.

La longitud de la tubería por el recinto portuario, 1,5 km, dato que se ha obtenido del responsable de Medio ambiente de la AP.

$$t \text{ de CO}_2\text{eq} = (\text{tráfico de graneles líquidos en el recinto portuario (t-km)} * \text{consumo de energía (kWh/t-km)} * \text{FE del suministrador de energía eléctrica (kg de CO}_2\text{/kWh)}) * (\text{R CO}_2\text{eq/CO}_2)$$

La relación entre CO₂eq/CO₂ se obtiene del Sistema Español de Inventarios a la Atmósfera 2017, Generación eléctrica.

4.3.5.2. EMISIONES CONTAMINANTES ASOCIADAS A LA TUBERÍA DEL APdC

Los factores de emisión de los contaminantes atmosféricos asociados a los consumos eléctricos han sido descritos en el apartado del alcance 2. Las emisiones totales de distintos contaminantes son el resultado del producto de consumo de energía eléctrica de la tubería por el factor de emisión por cada kWh de cada contaminante.

Tabla 47. Factores de emisión de la energía eléctrica de la tubería

FE NOx g/kWh	FE CO g/kWh	FE COVNM g/kWh	FE SO ₂ g/kWh	FE PM2.5 g/kWh	FE PM10 g/kWh	FE PM g/kWh
4,7	0,99	0,2	3,6	0,17	0,24	0,31

Tabla 48. Emisiones brutas de contaminantes atmosféricos asociados al consumo de electricidad de tubería

Consumo en kWh	t de NOx	t de CO	t de COVNM	t de SO ₂	t de PM2,5	t de PM10	t de PST
3.337.653,63	15,714	3,306	0,669	12,044	0,6	0,802	1,044

4.3.6. CONSUMO DE ENERGÍA ASOCIADA AL TRANSPORTE DE VIAJEROS DE CRUCEROS EN EL RECINTO PORTUARIO

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

El número de pasajeros que llegan en cruceros podrían por operatividad desplazarse andando desde el puerto al centro urbano, no obstante se ha pedido información a los responsables medioambientales y declaran que muchos se trasladan en autobús para acceder al casco histórico. El recorrido del autobús por el recinto portuario es 0,3 km. El número de pasajeros que llegan al PdC se obtiene del resumen general del tráfico portuario de diciembre de 2017, se excluyen los cruceristas en tránsito.

La capacidad de pasajeros de los autobuses se indica por AP. Se ha considerado que los autobuses tienen el mismo consumo que el de los camiones que acceden al puerto, por tratarse del mismo motor, únicamente cambia la carrocería. No se considera proporción de vacíos, porque el recorrido de los cruceristas en el recinto portuario en su mayoría es caminado

Tabla 49. Cálculo de consumo de combustible asociado a los autobuses de los pasajeros de cruceros en el recinto portuario

Número de pasajeros	Nº de pasajeros/autobús	Nº de autobuses	Km autobus recinto	Autobus-km recinto	Consumo de autobus l/km	Consumo de autobus l	CO2eq kg
677	50	13,54	0,3	4,062	0,385	1,54	3,97

4.3.6.1. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, GEI ASOCIADAS A LOS AUTOBUSES DE CRUCERISTAS

El cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero es el producto del consumo de combustible de gasóleo (l) por el factor de emisión de CO₂ de dicho combustible. La relación entre CO₂eq/CO₂ se obtiene del Inventario de Emisiones a la Atmósfera 2017, camiones de mercancías y autobuses.

4.3.6.2. EMISIONES CONTAMINANTES ASOCIADAS A LOS AUTOBUSES DE CRUCERISTAS

Los factores de emisión de los contaminantes atmosférico se obtienen de la Guía EMEP EEA 2016. Coaches standart Euro 6.

Las emisiones totales se obtienen de multiplicar el tráfico de autobuses en el recinto portuario (autobús-km) por el factor de emisión de cada contaminante.

Tabla 50. Factores de emisión de contaminantes atmosféricos

FE CO g/autobús- km	FE COVM g/autobús- km	FE NOx g/autobús- km	FE PM g/autobús- km
0,15	0,021	0,407	0,0018

Tabla 51. Emisiones totales de gases contaminantes asociadas al desplazamiento de autobuses de cruceristas

Autobús–km recinto	CO g	COVNM g	NOx g	PM10/PM2,5/PST g
4,062	0,6	0,89364	1,65	0,0073

4.4. COMPARACION DE RESULTADOS. PESO DE ACTIVIDADES EN LA GENERACIÓN DE GEI Y OTROS CONTAMINANTES EN EL TOTAL DEL PUERTO

4.4.1. COMPARACIÓN DE ACTIVIDADES EMISORAS DE GEI

El mayor porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero están incluidas en el Alcance 3, suponen el 99,89% de las emisiones y siguiendo el criterio de clasificación seguido por grupos de actividad, en el alcance 3 el mayor peso de las emisiones de gases de efecto invernadero lo representan las empresas concesionarias, a pesar de que una empresa concesionaria dedicada a la molturación de semillas oleaginosas, muy intensiva en el consumo de energía eléctrica se suministra con una comercializadora que se acredita con cero emisiones en su mix de suministro eléctrico. Este artificio contable distorsiona cualquier análisis de consumo de energía, al traducir esos consumos de energía a cero emisiones de gases de efecto invernadero.

Se pueden dividir las emisiones del alcance 3 en 3 grandes grupos, clasificadas por el tipo servicio que desempeñan en el puerto: empresas concesionarias ubicadas por razones de logística en el puerto, tráfico marítimo del PdC y tráfico de mercancías-pasajeros por el recinto portuario. El mayor peso de las emisiones de GEI es el de las empresas concesionarias ubicadas por razones de logística en el puerto, a pesar de que buena parte de estos son consumos eléctricos y permite artificios contables como el descrito, que distorsiona la realidad. Entre las empresas concesionarias ubicadas en el PdC se encuentran empresas como: una planta de ciclo combinado de GNL para la generación eléctrica, dos empresas de molturación de semillas para la extracción de aceite vegetal y una planta de biodiesel que, no siendo actividades propias de los puertos, se ubican en estos espacios para facilitar las relaciones comerciales de entrada y salida de materias primas y productos elaborados. Las actividades asociadas a la actividad portuaria en un sentido más estricto no son representativas en el balance de las emisiones GEI (remolcadores, estiba, etc.).

En el segundo grupo de actividades con peso en las emisiones de gases de efecto invernadero se encuentra el tráfico marítimo, en concreto la fase de atraque por ser la que más tiempo emplea.

Las emisiones debidas al tráfico de camiones y de tubería están muy igualadas en cuanto al porcentaje de emisiones y no representan más del 0,16% en el total de las emisiones (ver tabla 52)

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 52. Participación en las emisiones de GEI de las actividades portuarias

Peso de las actividades en la generación de la huella de carbono en el PdC 2017 (t de CO2 eq)			% en el total	
Alcance 1	Fuentes móviles dependientes de la ApdC	Barcos	2,90	0,001%
		Coches	73,60	0,013%
	Instalaciones con fluidos refrigerantes			0,000%
	Alcance 1 :Total de fuentes		76,50	0,014%
Alcance 2	Consumo de electricidad en edificios de ApdC		491,74	0,088%
	Compensación de Emisiones Producción fotovoltaica		7,49	0,001%
	Alcance 2 :Total emisiones		484,25	0,087%
Alcance 3	Empresas concesionarias	Emisiones directas	427.925,90	76,797%
		Emisiones de electricidad	13.379,69	2,401%
		Fluidos refrigerantes	204,07	0,037%
	Total emisiones		441.509,66	79,235%
	Tráfico marítimo en el puerto de Cartagena	Atraque	108.249,79	19,427%
		Maniobra	5.019,79	0,901%
	Total emisiones		113.269,58	20,328%
	Tráfico de camiones en el recinto portuario del PdC		932,23	0,167%
	Trasporte por tubería		943,39	0,169%
	Transporte de cruceristas en el recinto portuario de Cartagena		0,004	0,000%
	Alcance3: Total de emisiones		556.654,864	99,899%
	TOTAL (alcance1+alcance 2+alcance 3)		557.215,61	100,000%

4.4.2. COMPARACIÓN DE ACTIVIDADES EMISORAS DE CONTAMINANTES

Tabla 53. Participación en las emisiones contaminantes (NOx) de las actividades portuarias

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Peso de las actividades en la generación de emisiones contaminantes en el PdC 2017(kg de NOx)			% en el total	
Alcance 1	Fuentes móviles dependientes de la ApdC	Barcos	34,00	0,001%
		Coches	159,08	0,005%
	Alcance 1 :Total de fuentes		193,08	0,006%
Alcance 2	Consumo de electricidad en edificios de ApdC		8.191,00	0,255%
	Compensación de Emisiones Producción fotovoltaica		124,70	0,004%
	Alcance 2: Total emisiones		8.066,30	0,251%
Alcance 3	Empresas concesionarias	Emisiones directas	450.184,06	14,027%
		Emisiones de electricidad	380.306,58	11,850%
	Total emisiones		830.490,64	25,877%
	Tráfico marítimo en el puerto de Cartagena	Atraque	2.323.540,00	72,397%
		Maniobra	39.200,00	1,221%
	Total emisiones		2.362.740,00	73,619%
	Tráfico de camiones en el recinto portuario del PdC		476,00	0,015%
	Trasporte por tubería		15.714,00	0,490%
	Transporte de cruceristas en el recinto portuario de Cartagena		0,000	0,000%
	Alcance 3: Total emisiones			100,000%
TOTAL emisiones de NOX (kg)		3.209.420,64	100,000%	

En el caso de las emisiones contaminantes particularizadas para los óxidos de nitrógeno, es el alcance 3 el dominante, el resto de alcances no tienen peso significativo. Las emisiones de gases de efecto invernadero son proporcionales al consumo de energía, en sus distintos vectores (con sus respectivas particularidades), mientras que las emisiones de óxidos de nitrógeno dependen de la tecnología empleada en la combustión.

Las emisiones del alcance 3 con mayor peso en el total de las emisiones de óxidos de nitrógeno se deben al tráfico marítimo, le sigue las emisiones asociadas a las empresas concesionarias. Las emisiones de gases contaminantes son el producto del consumo de combustible y de un factor de emisión, que depende de cada tecnología. En el caso del tráfico portuario de barcos el factor de emisión para los óxidos de nitrógeno es 50 veces superior al factor de emisión de una gran instalación de combustión (tipo la planta de generación eléctrica de ciclo combinado con gas natural del tipo a la que está en el recinto del PdC). En este caso las emisiones de NOx debidas a la electricidad no están corregidas como en el caso descrito de las de gases de efecto invernadero, considerando que la comercializadora de electricidad compra energía 100% renovables y por tanto de cero emisiones. No acudir a este artificio contable que permite la Guía de cálculo de la huella de carbono de la OECC, permite tener una representación más real del peso de las distintas actividades en la generación de emisiones, relacionándola con el consumo de energía.

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Tabla 54. Participación en la generación de emisiones de las actividades portuarias, particularizadas para el SO₂

Peso de las actividades en la generación de emisiones contaminantes en el PdC 2017 (kg de SO ₂)			% en el total	
Alcance 1	Fuentes móviles dependientes de la ApdC	Barcos	1,78	0,000%
		Coches	0,00	0,000%
	Alcance 1 :Total de fuentes		1,78	0,000%
Alcance 2	Consumo de electricidad en edificios de ApdC		6.278	1,535%
	Compensación de Emisiones Producción fotovoltaica		95,00	0,023%
	Alcance 2: Total emisiones		6.373,00	1,558%
Alcance 3	Empresas concesionarias	Emisiones directas	6.000,47	1,467%
		Emisiones de electricidad	291.298,65	71,235%
	Total emisiones		297.299,12	72,702%
	Tráfico marítimo en el puerto de Cartagena	Atraque	91.650,00	22,412%
		Maniobra	1.560,00	0,381%
	Total emisiones		93.210,00	22,794%
	Tráfico de camiones en el recinto portuario del PdC		0,00	0,000%
	Trasporte por tubería		12.044,00	2,945%
	Transporte de cruceristas en el recinto portuario de Cartagena		0,000	0,000%
	Alcance 3: Total emisiones		402.553,120	98,441%
TOTAL emisiones de SOX (kg)		408.927,90	100,000%	

Las emisiones de dióxido de azufre (SO₂) como en los casos anteriores están asociadas al alcance 3. Se significan de forma relevante las emisiones asociadas a los consumos de electricidad de las empresas concesionarias (71,2%). La presencia del dióxido de azufre en el mix de electricidad se debe a la participación del carbón en la generación del mix de electricidad, que en ese año representa el 17% de la energía primaria del total del mix de generación (REE, 2017. Balance Eléctrico Nacional). Le sigue en importancia el tráfico portuario de barcos, fase de atraque, con un 22% en el total. La tubería, incluida en el alcance 3, representa el 3% del peso total al contar con suministro energía eléctrica.

Las empresas concesionarias representan el primer lugar en emisiones de SO₂ (72,7%), le sigue en importancia la fase de atraque en puerto (dentro del apartado de tráfico marítimo), donde las emisiones de SO₂ son relevantes (22,4%). En las fases de maniobra de entrada y salida del puerto, las emisiones de SO₂ son de menor proporción. Esto viene condicionado por el tiempo que dura la maniobra frente al

tiempo de duración de la fase de atraque. El contenido de azufre en los combustibles está regulado⁹, tanto en el atraque como en la maniobra se impone el límite del 0,1% en masa del contenido en azufre.

El peso de la carretera, representada por el concepto de tráfico de camiones y por el transporte de cruceristas en el recinto portuario es poco significativo. La razón de este comportamiento se debe a que se han desulfurado todos los combustibles que se utilizan, gasolina y gasóleo. Por ello, este contaminante desaparece de las actividades del tráfico de carretera, tanto en el transporte de mercancías, como de pasajeros y a que el recorrido por carretera tanto de camiones y autobuses los trayectos en el recinto portuario de Cartagena no son significativos.

La presencia del SO₂ en la tubería se debe al uso del vector eléctrico como fuente de energía, que en su mix de generación está el carbón y los combustibles líquidos derivados del petróleo con cantidades significativas de SO₂.

La solución para evitar las emisiones de SO₂ de la generación eléctrica estaría en el uso mayoritario de renovables en el mix de generación y del gas natural como energía de respaldo.

5. ANALISIS DE RESULTADOS. CONCLUSIONES

La contaminación de los puertos se debe a las actividades asociadas a los requerimientos portuarios propiamente dichos y a la ubicación en los recintos portuarios de empresas muy intensivas en el consumo de energía, cuya selección del emplazamiento viene motivado por las oportunidades de logística que prestan los puertos. Estos suponen las puertas de entrada y salida de mercancías y de pasajeros a otros destinos de dentro y fuera de la Península Ibérica.

El peso en las emisiones de GEI y contaminantes varían de un puerto a otro según las actividades en régimen de concesión que albergan, y no es posible establecer una norma de carácter general en cuanto a su distribución y peso. En el caso del PdC, el puerto cuenta con una empresa de generación de energía con ciclo combinado con gas natural; este tipo de actividad representa un peso muy relevante en el balance total de las emisiones, tanto de emisiones de GEI, como de contaminantes.

Por tanto el tratamiento del cálculo de la huella de carbono, que analiza la emisión de GEI de los entornos portuarios, y el del resto de contaminantes es diferente y depende de cada entorno portuario.

⁹ La normativa aplicable es el Real Decreto 290/2015, de 17 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se fijan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo, se regula el uso de determinados biocarburantes y el contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo del RD el combustible, que en su artículo 11 recoge: **“Contenido máximo de azufre de los combustibles para uso marítimo utilizados por los buques atracados en puertos españoles.**

Los buques atracados o fondeados en puertos ubicados en territorio nacional no podrán utilizar combustibles para uso marítimo con un contenido de azufre superior al 0,10 % en masa, concediendo a la tripulación el tiempo suficiente para efectuar la eventual operación necesaria de cambio de combustible lo antes posible después del atraque y lo más tarde posible antes de la salida”

Huella de Carbono e Inventario de Emisiones a la Atmosfera. Puerto de Cartagena. Año 2017

Las emisiones de GEI afectan a nivel global y es necesario analizar tanto las fuentes directas como a las indirectas generadoras de emisiones. En cuanto a las emisiones contaminantes procedentes de fuentes directas e indirectas, aunque sea necesario contabilizarlas para poder corregir y mejorar las prácticas portuarias, las emisiones debidas a los consumos eléctricos no tienen influencia directa en estos entornos (influyen en los emplazamientos en los que se genera esta energía) y no deben ser consideradas en los trabajos de modelización de la calidad del aire, que determina las condiciones de salud de los ciudadanos que viven en las inmediaciones de los puertos. Estas emisiones de contaminantes se deben considerar en la elaboración del Plan Nacional a implementar para corregir las emisiones de contaminantes afectadas por las Directivas de Techos Nacionales, para preservar la biodiversidad y los ecosistemas, reduciendo la deposición y los niveles de los contaminantes atmosféricos acidificantes y eutrofizantes, así como del ozono, por debajo de las cargas y niveles críticos fijados por el Convenio LRTAP (Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia).

La huella de carbono, es decir, la emisión de gases de efecto invernadero es una relación lineal del consumo de energía fósil. Varía dependiendo del tipo de combustible y del motor en el que tiene lugar la combustión. Los factores de emisión de los combustibles utilizados en la carretera y del modo marítimo no son muy diferentes. Los combustibles empleados en la carretera tienen menores emisiones de CO₂ (factor de emisión más bajo). El factor de emisión del vector eléctrico depende de la proporción de combustibles fósiles del mix energético, que en el caso español depende de las condiciones del año hidráulico. En el año 2016 la relación de generación de energía primaria/energía final fue de 2,3:1 para la electricidad. Así, las emisiones de gases de efecto invernadero dependen de la proporción, tipo de combustibles fósiles empleados y energía de origen renovables que la forman. Este vector será más eficiente a medida que se incluyan más fuentes de energía renovable y tecnologías de respaldo más eficientes.

En relación a las emisiones de gases contaminantes generados con fuentes directas, el comportamiento varía para cada tipo de contaminante. La emisión de SO₂ es función del contenido de este compuesto en los combustibles. En las fuentes indirectas (vector eléctrico), su factor de emisión depende de la proporción y tipo de carbón que integre el mix, y del tipo y proporción de combustibles derivados del petróleo utilizados en las plantas de generación térmica.

En la generación de las emisiones de gases de efecto invernadero el mayor peso de actividad portuaria está en el grupo definido como empresas concesionarias que se ubican en el PdC por razones de logística. La planta de generación eléctrica de ciclo combinado con gas natural domina a cualquier otra actividad, seguida por las plantas de extracción, molturación de semillas oleaginosas, etc. Los servicios relacionados con la actividad portuaria propiamente dicha toman una proporción irrelevante en relación a las actividades que podríamos considerar como productivas, que se ubican por razones de necesidades energéticas y de logística en el recinto portuario.

El tráfico portuario, atraque y maniobra, emite unas emisiones de GEI proporcionales a sus consumos energéticos, aunque el factor de emisión de los combustibles marinos de origen fósil es superior a los factores de emisión de los combustibles empleados en la carretera y en las industrias productivas-energéticas. El peso que representan los combustibles marinos en relación a otros contaminantes (NOx y SO₂) es superior al de otras actividades por unidad de energía consumida. El SO₂ emitido por la carretera ha desaparecido por la desulfuración de los combustibles empleados en este modo.

Los factores de emisión de los barcos de NOx son del orden de 50 veces más que el de una planta de ciclo combinado con gas natural para la generación de energía.

6. BIBLIOGRAFÍA

Declaración Ambiental del Puerto de Cartagena 2017.

Defra. UK Ship Emissions Inventory. Final Report. November 2010.

EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016.

Estadísticas del Sistema Eléctrico Español. Año 2017.

In Focus-The future is Hybrid- a guide to use of batteries in Shipping. DNV GL 2015.

Observatorio del transporte internacional, terrestre y marítimo. Año 2011.

Poderes caloríficos de las principales fuentes energéticas. IDAE.

Port of Los Angeles Inventory of Air Emissions. 2017.

Proyecto ENERTRANS. Proyecto de investigación CEDEX. Año 2009

Resumen General de tráfico portuario. Puerto de Cartagena. Año 2017

Sistema Español de Inventarios a la Atmósfera. 2019.

Tercer informe de IMO. 2013.

Inventario de Emisiones a la Atmosfera: Puerto de Cartagena

ANEXO I: CUESTIONARIO DE CONSUMO DE ENERGÍA EN LAS EMPRESAS CONCESIONARIAS DEL PdC

Inventario de Emisiones a la Atmosfera: Puerto de Cartagena

Alcance 1. CONSUMOS DE COMBUSTIBLES. AUTORIDAD PORTUARIA DE Cartagena

CONSUMOS RELACIONADOS CON SU ACTIVIDAD O SERVICIO (AÑO 2017)					
CONSUMOS DE COMBUSTIBLES FÓSILES (DIÉSEL, GASOLINA, GAS NATURAL, GAS PROPANO,...) (AÑO 2017)					
Fuentes fijas y móviles					
<i>Consumo</i>	<i>Unidades (m³,litros,kg,...)</i>	<i>Tipo de combustible</i>	<i>Edificio/Instalación/Vehículo... Descripción</i>	<i>Tipo Fuente (Fija,Móvil)</i>	<i>Medido /Estimado</i>
CONSUMOS DE GASES FLUORADOS (RECARGAS EN EQUIPOS DE FRÍO, AIRE ACONDICIONADO,...) (AÑO 2017)					
<i>Consumo</i>	<i>Unidades (m³,litros,kg,...)</i>	<i>Tipo de gas (fórmula)</i>	<i>Edificio/Instalación...</i>	<i>Medido /Estimado</i>	

Inventario de Emisiones a la Atmosfera: Puerto de Cartagena

Alcance 2: CONSUMOS ELÉCTRICOS DE LA AUTORIDAD PORTUARIA DE CARTAGENA 2017

Descripción de los consumos eléctricos por zonas, si es que están diferenciadas.

Inventario de Emisiones a la Atmosfera: Puerto de Cartagena

Alcance 3. CUESTIONARIO DE ENVÍO A EMPRESAS CONCESIONARIAS Y PRESTADORAS DE SERVICIOS

CHECK-LIST PARA CONCESIONES / AUTORIZACIONES

HUELLA DE CARBONO 2017

<u>EMPRESA</u>			
<i>Por favor, indique la empresa y los datos solicitados a continuación (*opcional).</i>			
Persona de contacto:		Email:	
Dirección:		Web:	
Teléfono:		Fax: *	
Fecha inicio concesión/autorización: *		Fecha fin concesión/autorización: *	
Descripción de la actividad/servicio:		Número de empleados:	

<u>FACTURACIÓN O VOLUMEN DE NEGOCIO</u>		<u>AÑO</u>	2017
<i>(Volumen de negocio del año en estudio, toneladas movidas,...)</i>		<i>Indicar el año en estudio</i>	

<u>HUELLA DE CARBONO. GRADO DE SENSIBILIZACIÓN</u>			
<i>¿Ha realizado su empresa recientemente el cálculo de la huella de carbono?</i>	SI		NO

Inventario de Emisiones a la Atmosfera: Puerto de Cartagena

CONSUMOS RELACIONADOS CON SU ACTIVIDAD O SERVICIO (AÑO 2017)					
CONSUMOS DE COMBUSTIBLES FÓSILES (DIÉSEL, GASOLINA, GAS NATURAL, GAS PROPANO,...) (AÑO 2017)					
<i>Consumo</i>	<i>Unidades (m³, litros,kg, ...)</i>	<i>Tipo de combustible</i>	<i>Edificio/Instalación/Vehículo...</i>	<i>Tipo Fuente (Fija,Móvil)</i>	<i>Medido /Estimado</i>
CONSUMOS DE ELECTRICIDAD (AÑO 2017)					
<i>Consumo</i>	<i>Unidades (kWh,...)</i>	<i>Suministrador</i>	<i>Edificio/Instalación/Vehículo...</i>	<i>Medido /Estimado</i>	
CONSUMOS DE GASES FLUORADOS (RECARGAS EN EQUIPOS DE FRÍO, AIRE ACONDICIONADO, ...) (AÑO 2017)					
<i>Consumo</i>	<i>Unidades (m³, litros,kg,...)</i>	<i>Tipo de gas (fórmula)</i>	<i>Edificio/Instalación...</i>	<i>Medido /Estimado</i>	