



**GALPE  
MUR**

Grupo de Acción Local de Pesca  
y Acuicultura de la Región de Murcia



# **ESTUDIO DE HUELLA DE CARBONO DE LA FLOTA PESQUERA DE CARTAGENA Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN.**



## CRÉDITOS:

### DIRECCIÓN FACULTATIVA

D<sup>a</sup>. Gema González López. Excmo. Ayuntamiento de Cartagena.

### CONSULTOR:



### EQUIPO DE TRABAJO:

\*Pedro Martínez Baños. Director del Equipo Redactor.

Dr. CC. Biológicas.

\*Dolores Rojo Campillo.

Lcda. Ciencias Ambientales.

\*Roque Trives Gras.

Biólogo.

\*Pilar Lafuente Mercader.

Bióloga.

### Cómo citar este documento:

Martínez-Baños, P; Rojo, D; Trives, R; y Lafuente, P. 2018. ESTUDIO DE HUELLA DE CARBONO DE LA FLOTA PESQUERA DE CARTAGENA Y PROPUESTA DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN. C & C – MEDIO AMBIENTE S.L.P. para el EXCMO. AYUNTAMIENTO DE CARTAGENA. Inédito. 34 p.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL TRABAJO.
  2. DESCRIPCIÓN DE LA FLOTA Y ARTES DE PESCA DE LA COFRADÍA DE PESCADORES DE CARTAGENA.
  3. EVOLUCIÓN DE LAS CAPTURAS E INGRESOS POR MODALIDAD DE ARTE DE PESCA.
  4. CÁLCULO DE LA HUELLA CARBONO DE LA FLOTA PESQUERA DE CARTAGENA.
    - 4.1. Metodología.
      - 4.1.1. Identificación de los límites operacionales.
      - 4.1.2. Año de referencia para análisis de los avances del inventario de GEI.
      - 4.1.3. Recopilación y clasificación de la información.
      - 4.1.4. Cálculo de la huella de carbono.
        - 4.1.4.1. Factores de emisión utilizados.
  5. RESULTADOS.
    - 5.1. Emisiones totales de la flota de pesca.
    - 5.2. Emisiones por modalidad de pesca.
      - 5.2.1. Emisiones modalidad arte de arrastre.
      - 5.2.2. Emisiones modalidad artes menores.
      - 5.2.3. Emisiones modalidad de cerco.
    - 5.3. Emisiones por barco y modalidad de pesca.
    - 5.4. Estimación de emisiones por especie capturada y modalidad de pesca.
  6. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN.
  7. SINTESIS.
  8. BILIOGRAFIA.
  9. AGRADECIMIENTOS.
- ANEXO: I. EQUIPO REDACTOR.

## **1. INTRODUCCIÓN. OBJETO DEL TRABAJO.**

En un mundo donde aproximadamente el 80% de las pesquerías están completamente explotadas o sobreexplotadas, la gestión para garantizar la sostenibilidad de los caladeros es un aspecto clave para el mantenimiento de la actividad. El cambio climático, y las consecuencias adversas que de él se derivan, son una importante preocupación en todo el planeta, por lo que cada día son más las organizaciones y entidades que, sin estar obligadas, promueven la sostenibilidad a través de compromisos voluntarios con objetivos bien definidos. (Villanueva-Rey *et al.*, 2012).

Debido a la importancia de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) en el contexto global actual, surge un indicador ambiental denominado Huella de Carbono (HC), herramienta que permite valorar el impacto que se tiene sobre el clima, en referencia a las GEIs, por tanto, es una manera para evaluar en qué manera se está contribuyendo al impacto del cambio climático.

El cálculo de la huella de carbono de una organización se emplea para identificar sus principales fuentes de emisión y cuantificar las emisiones que generan. De esta manera proporciona información clave para poder trazar estrategias de reducción. Por un lado, permite establecer el escenario base para poder evaluar su evolución a lo largo del tiempo y, por otro lado, sirve para identificar puntos con mayor potencial de reducción de consumo y emisiones.

Hoy en día, ya se perfila el cálculo de la huella de carbono como un elemento diferenciador de las organizaciones que deciden comprometerse con el medio ambiente y apuestan por el desarrollo de una actividad sostenible.

## **OBJETO DEL TRABAJO**

El objeto del presente trabajo es la realización del cálculo de la Huella de Carbono (HC) de la flota pesquera de la Cofradía de Pescadores Cartagena, con el fin de obtener el sello del Ministerio de Transición Ecológica para el alcance 1 año 2017, por otra parte, se realizan unas propuesta de medidas de reducción y compensación.

El Excmo. Ayuntamiento de Cartagena consciente de esta situación encarga a la consultora ambiental C&C Medio Ambiente, el ESTUDIO DE HUELLA DE CARBONO de un sector productivo, característico de la ciudad, que es LA FLOTA PESQUERA de la COFRADÍA DE PESCADORES DE CARTAGENA. Conviene destacar que dicho tipo de estudios son prácticamente inexistentes para las flota que pescan en el mar Mediterráneo español, de hecho en la búsqueda bibliográfica en distintas base de datos no se ha obtenido referencias a este respecto.

La Cofradía de Pescadores de Cartagena se encuentra en el puerto pesquero, a los pies del Barrio de Santa Lucía. Se trata de una corporación de derecho público, sin ánimo de lucro, con personalidad jurídica propia y plena capacidad de obrar para el cumplimiento de sus finalidades. Dicha entidad está constituida por tiempo indefinido y ejerce la representación del sector pesquero en el ámbito territorial de la ciudad de Cartagena.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LOS ARTES DE PESCA Y DE LA FLOTA DE LA COFRADÍA DE PESCADORES DE CARTAGENA.**

### **ARTES DE PESCA**

Los recursos pesqueros son autorrenovables, término que no es sinónimo de ilimitado. Ello quiere decir, que cada población de seres marinos puede producir, de acuerdo con sus características, unos rendimientos que son siempre limitados.

Las técnicas de explotación de los recursos marinos vivos en la región de Murcia son muy diversas, donde la gran variedad de artes y aparejos permiten al pescador explotar de forma eficiente los distintos biotopos del ecosistema marino (figura 1).

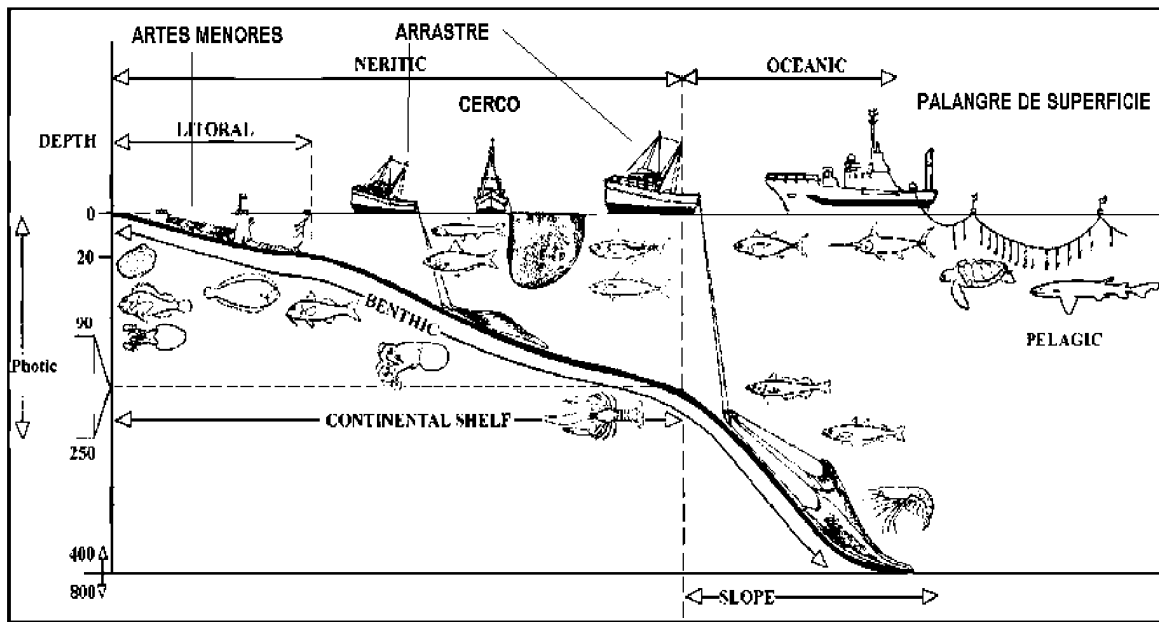


Figura 1. Explotación de los recursos pesqueros empleando distintas modalidades de pesca.

Los artes y aparejos de pesca utilizados en la región de Murcia y consecuentemente los empleados en la Cofradía de Pescadores de Cartagena, se pueden clasificar según distintos criterios, una denominación ampliamente utilizada los agrupa en las siguientes modalidades de pesca: arrastre de fondo, cerco, palangre y artesanal o artes menores.

A continuación, se procede a realizar una breve descripción de los mismos:

El **arrastre de fondo**, es ejercido mediante embarcaciones que arrastran el arte de pesca por el fondo marino, la abertura horizontal de la red se debe a las puertas (estructuras metálicas muy pesadas) y la abertura vertical a los flotadores que se sitúan en la relinga superior. La captura queda retenida en la parte final de la red que se denomina copo (figura 2). Es un arte muy poco selectivo y, en general, captura prácticamente todo individuo que encuentre a su paso. La pesquería se lleva a cabo de lunes a viernes, con salida diaria del puerto a las 05 h y regreso a 17 -18 h. Se dedica a la captura de los *recursos demersales*, que son aquellos que viven cerca del fondo, oscilando la profundidad de pesca entre los 50 y los 750 m. Entre las principales especies capturadas de interés comercial con este arte de pesca se encuentran: el salmonete (*Mullus* sp), el pulpo (*Octopus vulgaris*), la gamba roja (*Aristeus antennatus*), la merluza o pescadilla (*Merluccius merluccius*) y la bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), figura 3, (Martínez-Baños, 2000).

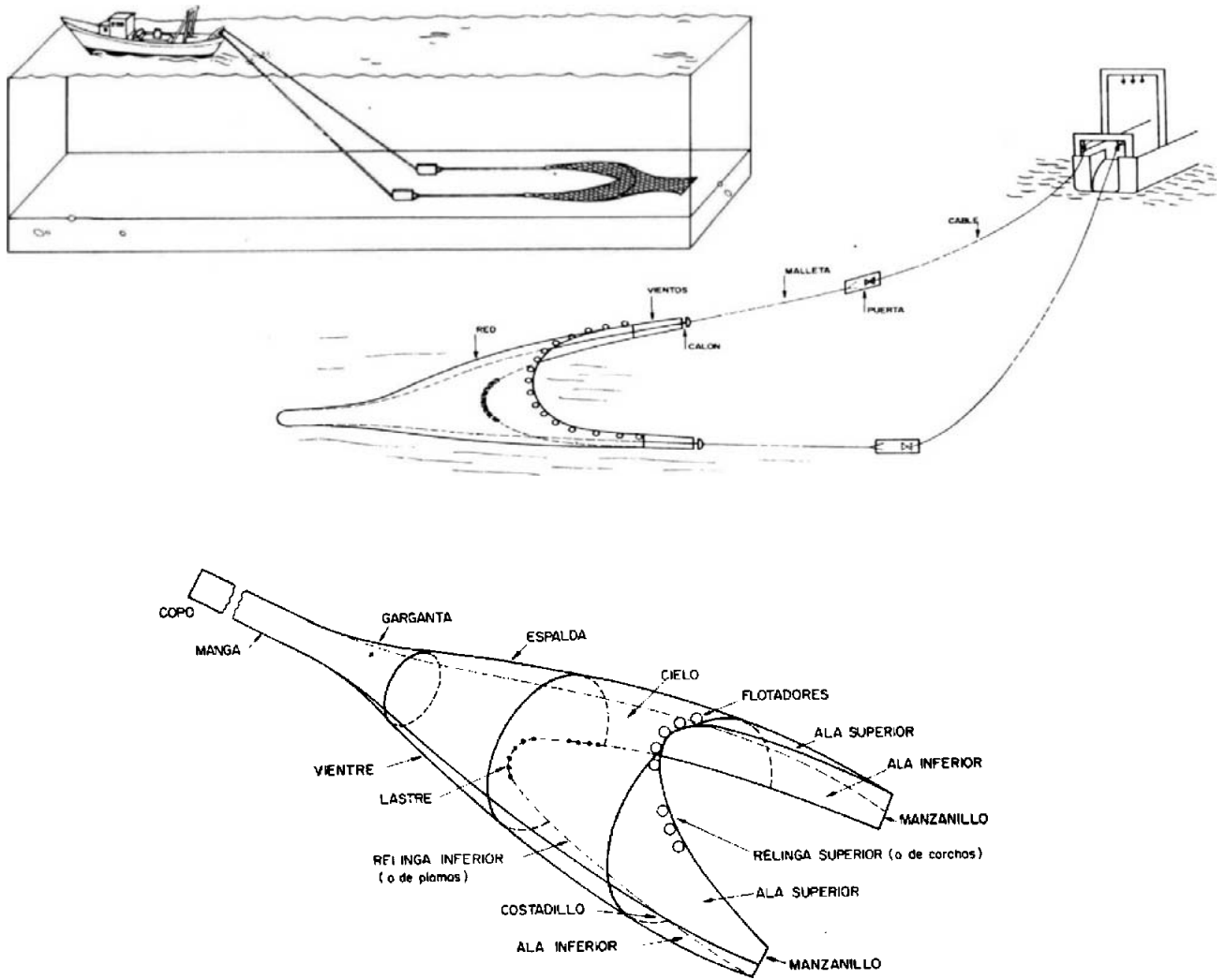


Figura 2. Esquema del arrastre de fondo.

A continuación, se muestran las principales especies capturadas con el arrastre de fondo (figura 3).

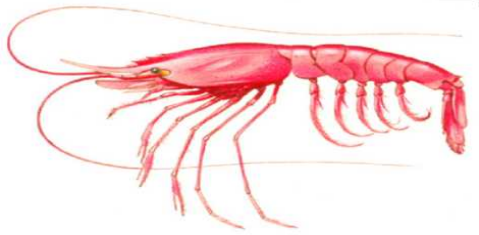


Pescadilla (*Merluccius merluccius*)



Salmonete (*Mullus sp.*)





Gamba roja (*Aristeus antennatus*)



Pulpo (*Octopus vulgaris*)

Figura 3. Principales especies capturadas con el arrastre de fondo.

La pesca con el arte de **cercos**, es un sistema de pesca activo y relativamente selectivo destinado a la captura de especies pelágicas, la pesca se efectúa mediante embarcaciones que rodean a los cardúmenes de peces con la red por los lados y por debajo, realizándose un cerco cerrado, en cuyo interior quedan los peces atrapados. Las características propias del arte de pesca varían en función de la especie objetivo, de manera que la longitud y altura de calado, así como la luz de malla, serán diferentes según se quiera capturar una especie u otra. Los cardúmenes son atraídos y concentrados con luces, que llevan los botes auxiliares denominados botes lucero, y son rodeados (cercados) por el barco principal denominado traíña. La pesquería se efectúa todos los días laborables durante las horas nocturnas, en profundidades superiores a los 35 m. Se dedica a la pesca de los *recursos pelágicos costeros*, que son aquellos que viven completamente desligados del fondo e independiente de él, como por ej. la sardina (*Sardina pilchardus*), el boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y el jurel (*Trachurus* sp).



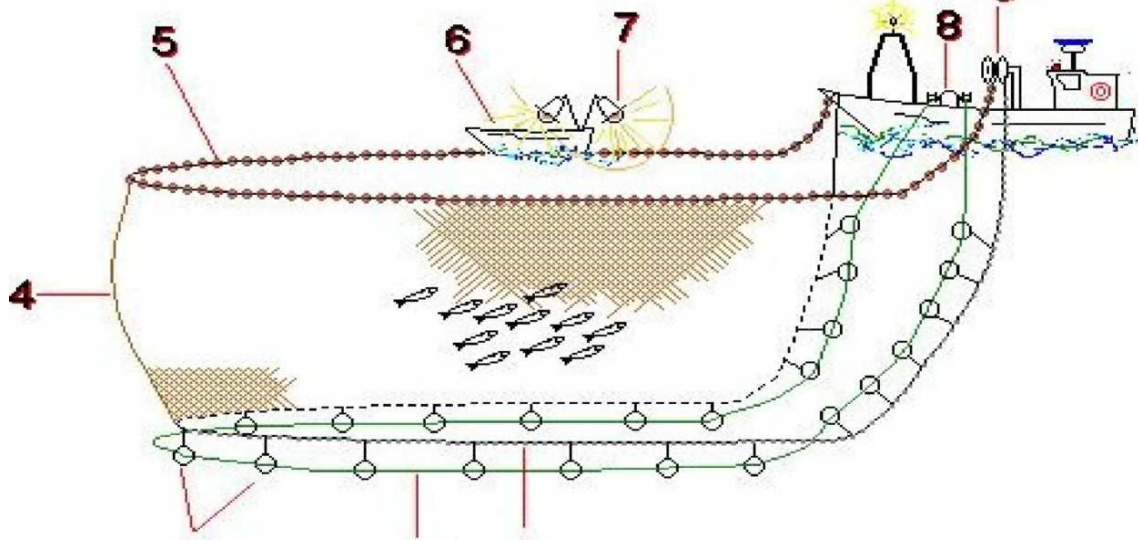
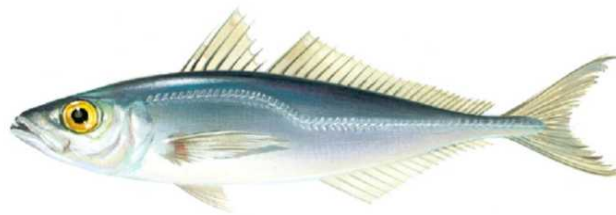


Figura 4. Esquema del arrastre de cerco.



Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)

Sardina (*Sardina pilchardus*)



Jurel (*Trachurus spp.*)

Figura 5. Principales especies capturadas con el arte de cerco.

La modalidad de pesca **artesanal**, también conocida como de **artes menores**, engloba una gran diversidad de aparejos (anzuelos) y artes de pesca (redes). Muchas de las embarcaciones con actividad permanente alternan varios tipos de pesca a lo largo del año. A continuación, se describen los principales artes menores en la región de Murcia (Más y cols., 1991; Martínez-Baños, 2003):

1) La pesca con redes pueden ser realizadas con distintos artes, entre los más característicos tenemos los artes de enmalle: la beta, la moruna y el trasmallo.

2) La pesca con anzuelos son frecuentemente utilizados por pescadores profesionales y pescadores aficionados. Se entienden incluidos dentro de esta modalidad aquellos sistemas de pesca compuestos básicamente por sedales y anzuelos, entre ellas destacan el palangre.

#### 1) Pesca con redes:

##### Artes de enmalle

Son artes de enmalle aquellas que están armadas, de tal manera que capturan las especies marinas al quedar éstas atrapadas en las mallas de los paños de red que las forman.

Las redes de enmalle son artes que trabajan fijas en el fondo, sin ningún tipo de tracción mecánica, atrapando el pescado cuando éste, por sus movimientos naturales, queda enmallado o enredado con los hilos de la red. Generalmente, se calan al atardecer y se levantan durante las primeras horas de la mañana.

La beta es un arte fijo, en algunos casos de deriva, de red simple de un solo paño, con una relinga de plomos en la parte inferior y otra de corchos en la superior. La presa queda enmallada por las agallas. Hay varios tipos de betas que reciben el nombre de la especie objetivo, como por ejemplo la merlucera, beta que se utiliza para la captura de la merluza etc.

La moruna es un arte pasivo y fijo formado por una travesía, dos caracoles y copo. Existen distintos de morunas según la especie objetivo a pescar: “gruesa” para las lechas (*Seriola dumerilii*) etc. Consiste en una red vertical, que va de la superficie hasta el fondo, dispuesta perpendicularmente a la costa travesía. En el extremo distal se dispone transversalmente otra pieza de red, con los laterales curvados hacia la pieza central son los caracoles. Las especies que siguen la línea de costa en sus migraciones, al encontrar la pieza central, la siguen hasta el extremo distal, donde las piezas transversales les obligan a retornar de nuevo a la pieza central

forzando un constante desplazamiento circular que les impide encontrar la salida. La red se inspecciona periódicamente y cuando se detectan ejemplares en el interior de los caracoles, se cierra la entrada y se capturan las presas.

El trasmallo es uno artes menores de mayor importancia y muy tradicional en nuestro litoral, es un arte fijo formado por tres piezas. Dos de ellas son iguales y de malla muy clara y una tercera que se encuentra en medio de las otras dos, tiene la malla mucho más ciega y fina, y sus dimensiones son mucho mayores, casi el doble, con el fin de que, armada entre las otras dos, quede en banda y forme bolsas. Se trata de un arte enmallador, la malla y la época de calado dependen de las especies objetivo, en el que los peces (salmonetes) o crustáceos (langostas) quedan atrapados en las bolsas de la malla central. Las tres piezas quedan unidas por la parte superior a la relinga de corchos y por la parte inferior a la relinga de plomos. Esta unión varía según la especie objetivo y la costumbre de cada pescador. El calamento se realiza sobre las rocas serpenteando, es frecuente realizar una calada antes de la puesta del sol y recoger por la madrugada.

## 2) Pesca con anzuelos

Se entienden incluidos dentro de esta modalidad aquellos sistemas de pesca compuestos básicamente por sedales y anzuelos.

### Palangre

Este arte de pesca puede considerarse semipasivo, ya que son estáticos durante la pesca, atrayendo los peces mediante cebos. Los anzuelos se ceban con pescado, trozos de cefalópodos o crustáceos, y se calan normalmente en fondos rocosos o en sus proximidades.

El palangre, se pueden distinguir dos modalidades: el palangre de superficie y el palangre de fondo. Ambos, están formados por un cabo principal llamado "madre", de longitud y grosor variable, al cual se unen intervalos definidos otros hilos más delgados llamados "brazoladas", en cuyo extremo se encuentran los anzuelos, en los cuales se coloca la carnada o cebo.

El palangre de superficie tiene como objetivo la pesca de emperador, las embarcaciones suelen realizar mareas de varios días de duración, aunque las más pequeñas regresan a puerto cada día, las embarcaciones más grandes son conocidas con el nombre de "marrajeras". El primero se mantiene en la columna de agua mediante flotadores, el calamento se produce al

atardecer y se recoge de madrugada, el cebo suele ser caballa (*Scomber scombrus*) o alacha (*Sardinella aurita*), la época de pesquería va de mayo a septiembre/octubre y está dedicado a la capturas de especies pelágicas *oceánicas* como el atún (*Thunnus thynnus*), el pez espada (*Xiphius gladius*), el marrajo (*Isurus oxyrinchus*) etc . Las embarcaciones de palangre de fondo suelen ser pequeñas, es una modalidad que no lleva flotadores, de modo que los anzuelos quedan todos depositados en el fondo, el cebo suele ser caballa o sardina, la profundidad de calamento depende de la especie objetivo y está dirigido a especies más cercanas al fondo marino tales como, pageles grandes (*Pagellus erythrinus*), brótolas (*Phycis blennoides*), musinas (*Galeus melastomus*), congrios (*Conger conger*) etc.

### FLOTA DE LA COFRADÍA DE PESCADORES DE CARTAGENA

En 2017, la flota pesquera de Cartagena la formaron 31 embarcaciones repartidas entre las modalidades de arrastre (7), cerco (4), artes menores (17) y palangre superficie (3), que da trabajo a 70 marineros (ver figura 6. Fuente: Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura).

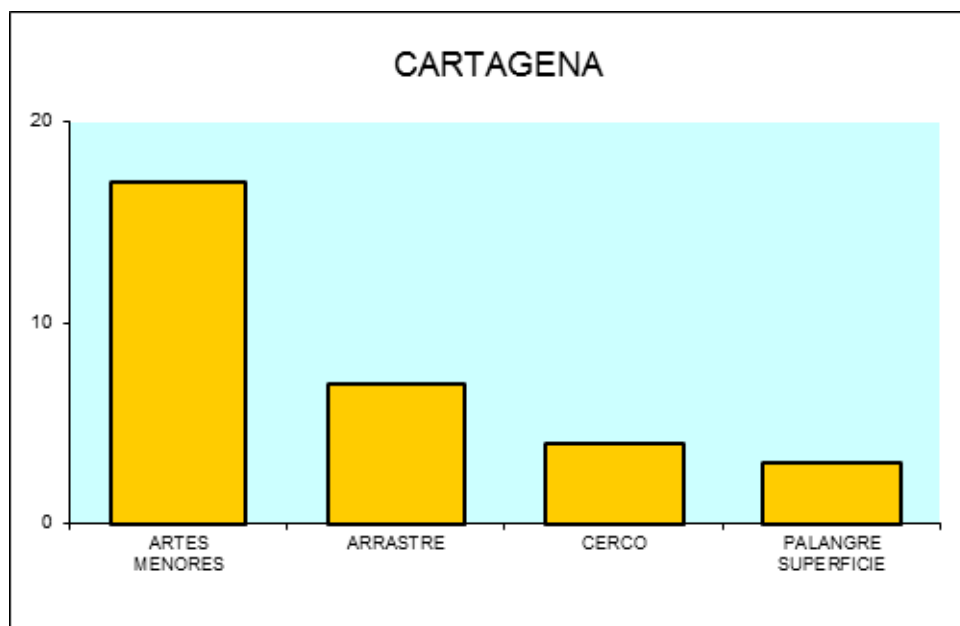


Figura 6. Distribución de la flota pesquera de Cartagena. Año 2017. (Fuente: Elaboración propia a partir de Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura).

### **3. EVOLUCIÓN DE LAS CAPTURAS E INGRESOS POR MODALIDAD DE ARTE DE PESCA DE LA FLOTA PESQUERA DE CARTAGENA**

De acuerdo a la información consultada en Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura (2018), se observa que tanto para el año 2016 y 2017 la modalidad de pesca que proporciona mayor volumen de capturas corresponde a la flota pesquera de arrastre, seguido de las artes menores, y cerco.

Capturas (kg)		
	Año 2016	Año 2017
ARTES MENORES	175.182	206.094
ARRASTRE	231.421	267.611
CERCO	88.262	53.548

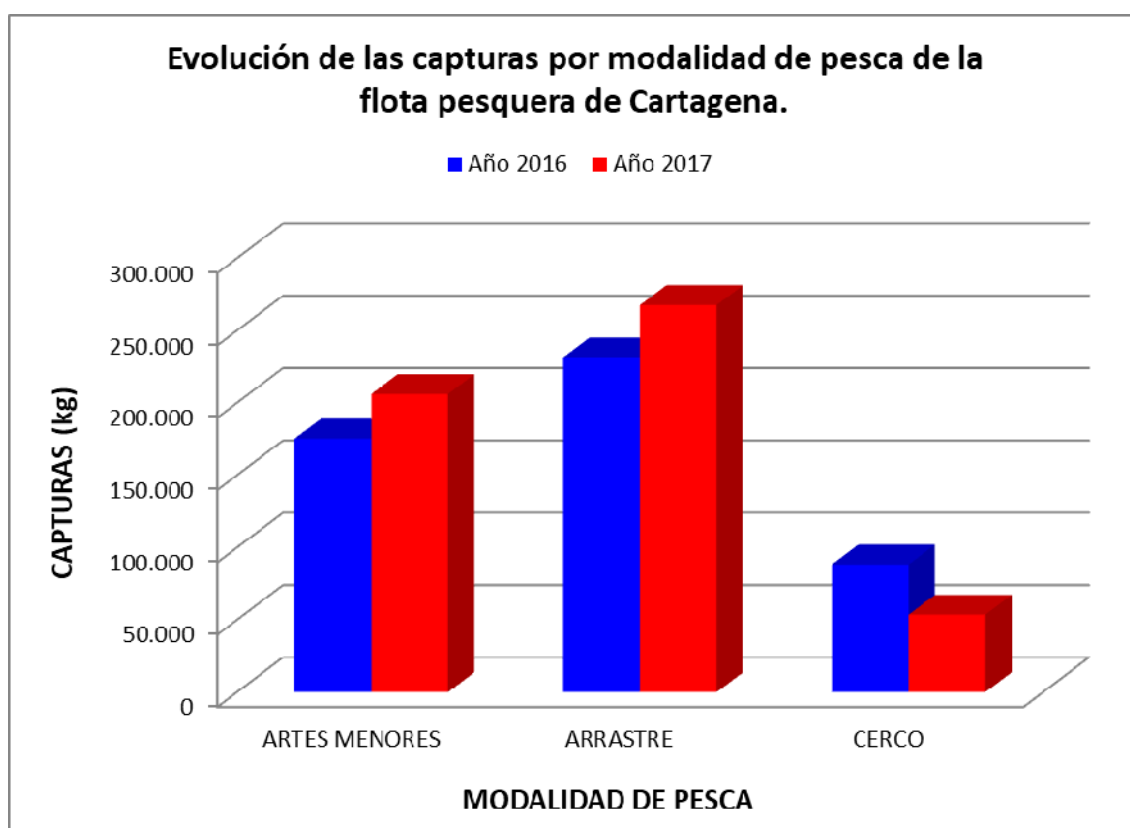


Figura 7. Evolución de las capturas por modalidad de arte de pesca de la flota pesquera de Cartagena (Elaboración propia a partir de Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura).

En cuanto al volumen de ingresos en primera venta, se pone de manifiesto que tanto para el año 2016 y 2017 la modalidad de pesca que proporciona mayor volumen de ingresos corresponde a la flota pesquera de arrastre, seguido de las artes menores, y cerco (Fuente: Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura, 2018).

Ingresos (€)

	Año 2016	Año 2017
ARTES MENORES	1.105.699	1.300.333
ARRASTRE	1.802.482	1.910.012
CERCO	193.961	192.061

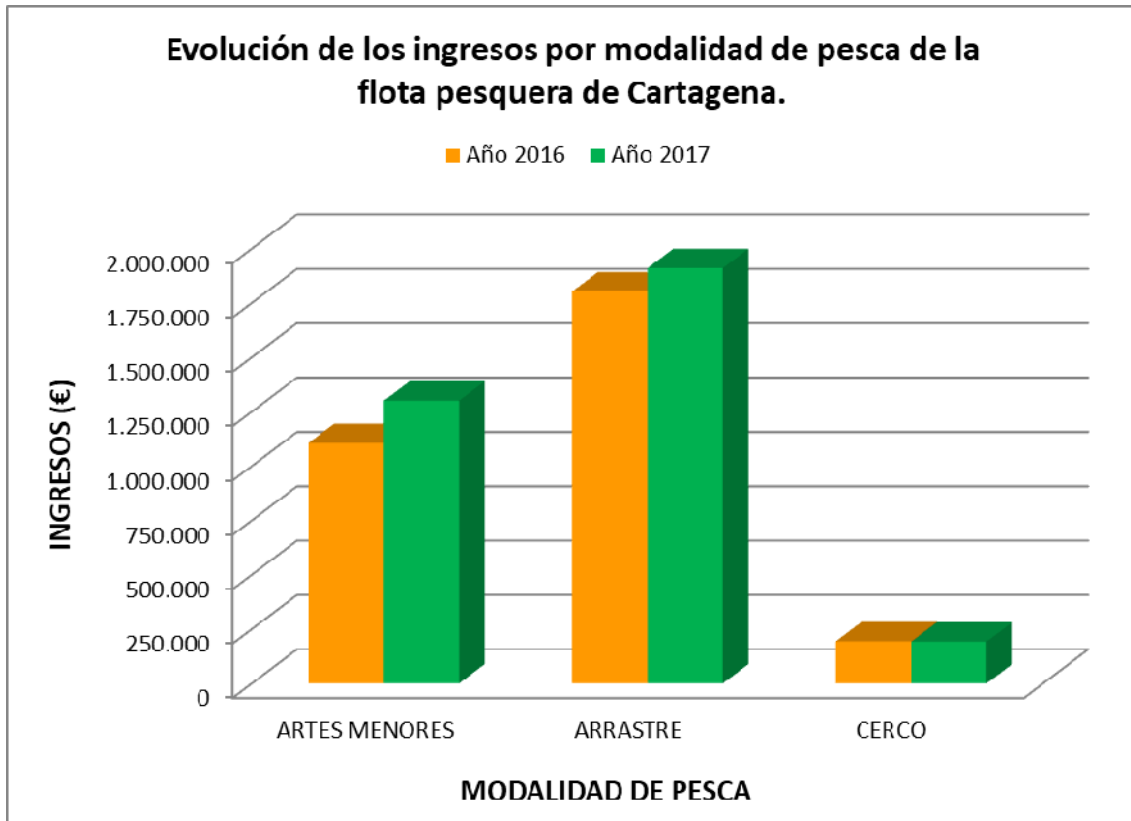


Figura 8. Evolución de los ingresos por modalidad de arte de pesca de la flota pesquera de Cartagena (Elaboración propia a partir de Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca. Dirección General de Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura.

#### **4. CÁLCULO HUELLA CARBONO FLOTA PESQUERA DE CARTAGENA.**

##### **4.1. Metodología.**

La metodología empleada para los cálculos se ha basado en:

- Guía para el cálculo de la huella de carbono de una organización del Ministerio para la Transición Ecológica.
- La calculadora oficial del MITECO para el cálculo de la huella de carbono (Alcance 1).

Las fases seguidas en el proceso de cálculo han sido las siguientes:

1. Identificación de los límites organizacionales y operacionales.

2. Año de referencia para análisis de los avances del inventario de GEI y periodo de cálculo
3. Recopilación y clasificación de la información.
4. Cálculo de la huella de carbono.

Por otra parte, se han realizado reuniones de trabajo con el Patrón Mayor de la Cofradía de Pescadores, así como con técnicos del Servicio de Pesca y Acuicultura de la CCAA, y entrevistas con patronos de embarcaciones, al objeto de determinar días de pesca efectivos por tipo de flota, ya que cada una de ellas está sometido a periodo de vedas distintos, también, se han tenido en cuenta los días de mala mar que ha impedido faenar a la flota, consumo de combustible etc. También, se han efectuado reuniones con técnicos de la Dirección General del Medio Natural, al objeto de conocer las especies más adecuadas en nuestra Región, para su utilización en repoblaciones, al objeto potenciar el efecto sumidero.

#### 4.1.1. Identificación de los límites operacionales

Los límites operacionales para el cálculo de la huella de carbono, comprende el alcance 1, es decir, las emisiones derivadas de los consumos de combustibles de las embarcaciones, ya que no se realizan emisiones indirectas por la electricidad adquirida y consumida.

Tabla 1. Alcances e instalaciones incluidas en el cálculo de Huella de Carbono

<b>Alcance</b>	<b>Actividad considerada</b>	<b>Instalación contabilizada</b>
Alcance 1	Consumo de combustibles de la flota pesquera de Cartagena.	Embarcaciones

El número total de capturas fue de 527.252,64 kg exceptuando una embarcación dedicada al palangre de superficie, debido a las características propias de esta pesquería, que hace que desembarque sus capturas en diferentes puertos del Mediterráneo y/o Atlántico en lugar de hacerlo sistemáticamente en el puerto de la Cofradía de Pescadores de Cartagena. En la tabla 1, se indica los kilogramos capturados por modalidad de pesca para el año 2017.



Tabla 2. Kg capturas según modalidad de pesca, año 2017

	<b>Kilogramos</b>	<b>Euros</b>
<b>Arrastre</b>	267.611,00	1.910.012
<b>Artes menores</b>	206.093,77	1.300.333
<b>Cerco</b>	53.547,87	192.061
<b>TOTAL</b>	527.252,64	3.402.406

#### **4.1.2. Año de referencia para análisis de los avances del inventario de GEI y periodo de cálculo.**

Se considera año base o de referencia al periodo especificado para propósitos de comparar emisiones o remociones de GEI u otra información relacionada con los GEI en un periodo de tiempo. Se utiliza para dar seguimiento al desempeño de la organización en años posteriores. En el caso de la flota pesquera de Cartagena, se establece el año 2017 como año de referencia.

#### **4.1.3. Recopilación y clasificación de la información.**

La información para la realización de los cálculos ha sido facilitada por la Cofradía de Pescadores de Cartagena, ya que dispone de un registro facilitado por la empresa suministradora de combustible con los consumos realizados por cada barco de la flota pesquera, así como por el Servicio de Pesca de y Acuicultura

#### **4.1.4. Cálculo de la huella de carbono.**

El cálculo de la huella de carbono se ha realizado mediante la herramienta facilitada por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

Se trata de una herramienta, cuya última versión fue publicada en septiembre de 2018. Proporciona un cálculo fiable, minimizando la incertidumbre y produciendo resultados exactos y coherentes. Incluye una base de datos de Factores de Emisión (FE).

La herramienta también contiene los factores de emisión que se corresponden con cada actividad y realizará las operaciones basadas en:

$$Ex=DA*FEx$$

**Ex:** Emisión de la sustancia x.

**DA:** Dato de Actividad. Parámetro que define el grado de actividad de la instalación y al que se encuentra referido el factor de emisión correspondiente.

**FEx:** Factor de Emisión de la sustancia x. Se define como la cantidad de la sustancia x emitida por cada unidad del parámetro DA.

#### 4.1.4.1. Factores de emisión utilizados.

Los factores de emisión utilizados son los indicados en la calculadora para el cálculo de la huella de carbono de alcance 1 para organizaciones 2007-2017 Versión 12 (V.12), facilitada por la OECC.

A continuación, se resumen los factores de emisión recogidos en la herramienta de cálculo y las fuentes de donde provienen, según herramienta OECC.

##### A. FACTORES DE EMISIÓN DE CADA TIPO DE COMBUSTIBLE FÓSIL CONSIDERADO ASÍ COMO LAS FUENTES DE DONDE SE HAN OBTENIDO.

Los factores de emisión de los combustibles de los vehículos y fuentes fijas utilizados en el cálculo de la huella de carbono de la flota pesquera son los calculados por OECC a partir de:

Factores de emisión y PCI que se incluyen en las distintas ediciones del *Inventario Nacional de Emisiones de España* (desde la edición 1990-2006 hasta la edición 1991-2014) y en las directrices del IPPC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero desde 1996 y su posterior actualización de 2006.

Densidades: densidades especificadas en el Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre por el que se modifica el RD 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. Se indican las densidades a 15°C para los siguientes combustibles:

- Gasolina: 720-775 kg/m<sup>3</sup>. Valor medio: 747,5 kg/m<sup>3</sup>
- Gasóleo de automoción: 820-845 kg/m<sup>3</sup>. Valor medio: 832,5 kg/m<sup>3</sup>

Descuentos por biocarburantes fijados por el RD 459/2011 relativo a los objetivos obligatorios mínimos de venta o consumo de biocarburantes establecidos para España y por la Ley 11/2013 de 26 de julio que modifica el objetivo a 2013 y modificaciones posteriores del mismo:

- 2011: descuentos por biocarburantes fijados por el RD 459/2011 relativo a los objetivos obligatorios mínimos de venta o consumo de biocarburantes para España (fija una cantidad mínima de biocarburantes en diesel del 6 % y de biocarburantes en gasolina del 3,9 % para 2011).
- 2012: descuentos por biocarburantes fijados por el RD 459/2011 relativo a los objetivos obligatorios mínimos de venta o consumo de biocarburantes para España (fija una cantidad mínima de biocarburantes en diesel del 7 % y de biocarburantes en gasolina del 4,1 % para 2012).
- 2013-2015: descuentos por biocarburantes fijados por la Ley 11/2013 de 26 de julio de 2013 que modifica el RD 459/2011 relativo a los objetivos obligatorios mínimos de venta o consumo de biocarburantes establecidos para España (fija una cantidad mínima de biocarburantes en diesel del 4,1% y de biocarburantes en gasolina del 3,9% para 2013).
- 2016-2020: descuentos por biocarburantes fijados por el RD 1085/2015, de 4 de diciembre, de fomento de los biocarburantes (fija una cantidad mínima de biocarburantes en diésel y gasolina de 4,3%, 5%, 6%, 7% y 8,5% para los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 respectivamente).

Conversión gas natural: La conversión de unidades másicas ( $m^3$ ) de gas natural a unidades energéticas (kWh) se ha estimado a partir del valor de su PCI expresado en GJ/miles  $m^3$  indicado en las distintas ediciones del Inventario Nacional de Emisiones de España.

Tabla 3. Factores de emisión de los combustibles

<b>Combustible (Unidades FE)</b>	<b>2017</b>
Gasóleo A o B(kgCO <sub>2</sub> /l)	2,520

## **5. RESULTADOS.**

### **5.1. Emisiones totales de la flota de pesca.**

El único combustible que se emplea en la flota de barcos de la Cofradía de Pescadores de Cartagena es el gasóleo.

El total de emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del consumo de combustibles de la flota pesquera perteneciente a la Cofradía de Pescadores de Cartagena es de 2.756,68 t CO<sub>2</sub>eq. Esto supuso unas emisiones para el año 2017 de 5,22 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 0,8102 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

En los siguientes apartados se indican las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al consumo de combustible que implica cada modalidad de pesca.

### **5.2. Emisiones por modalidad de pesca.**

#### **5.2.1. Emisiones modalidad arte de arrastre.**

Durante el 2017 los barcos que faenaron de la flota de arrastre consumieron 1.029.526 litros de combustible y capturaron 267.611 kg, siendo los ingresos por las capturas de 1.910.012 €

En términos de huella de carbono la flota de arrastre emitió 2.594,405 toneladas CO<sub>2</sub>, lo que supone unas emisiones para el año 2017 de 9,6947 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 1,3583 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

Tabla 4. Cálculo emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo de combustibles arrastre

Arte de pesca	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (ud)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )
Arrastre	Gasóleo (l)	2,520	1.029.526	2.594.405,52

### 5.2.2 Emisiones modalidad artes menores.

Durante el 2017, la flota de artes menores que faenaron consumieron 44.342 litros de combustible y capturaron 206.093,77 kg , siendo los ingresos por las capturas de 1.300.333 €

En términos de huella de carbono la flota de artes menores emitió 111,742 toneladas CO<sub>2</sub>, lo que supone unas emisiones para el año 2017 de 0,5422 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 0,0859 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

Tabla 5. Cálculo emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo de combustibles artes menores

Arte de pesca	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (ud)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )
Artes Menores	Gasóleo (l)	2,520	44.342	111.741,84

### 5.2.3 Emisiones modalidad de cerco.

Durante el 2017, los barcos que faenaron la flota de la modalidad de cerco, consumieron 44.342 litros de combustible y capturaron 53.547,87 kg, siendo los ingresos por las capturas de 192.061 €

En términos de huella de carbono la flota de cerco emitió 50,54 toneladas CO<sub>2</sub>, lo que supone unas emisiones para el año 2017 de 0,9438 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 0,2632 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

Tabla 6. Cálculo emisiones de CO<sub>2</sub> del consumo de combustibles artes menores

Arte de pesca	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (ud)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )
Cerco	Gasóleo (l)	2,520	20.056	50.541,12

### 5.3. Emisiones por barco y modalidad de pesca

#### 5.3.1. Emisiones por barco: modalidad de arrastre.

En la tabla 7, se indica cada uno de los barcos que componen la flota de arrastre codificados de C1 a C7, el consumo de combustible y las toneladas capturadas por cada barco durante el año 2017. A partir de estos datos se ha calculado la huella de carbono de cada barco que compone la modalidad de arrastre, en la figura 9 se aprecia las emisiones por tonelada capturada por barco.

Tabla. 7. Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada capturada por barco de la modalidad de pesca de arrastre.

Barco	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (litros)	Capturas (Tm/año)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )	Emisiones por tonelada capturada (T CO <sub>2</sub> / T capturada)
C1	Gasóleo (l)	2,520	81.457	24,93	205.271,64	8,2339
C2	Gasóleo (l)	2,520	79.070	32,66	199.256,40	6,1028
C3	Gasóleo (l)	2,520	170.643	23,54	430.020,36	18,2676
C4	Gasóleo (l)	2,520	145.000	23,22	365.400,00	15,7364
C5	Gasóleo (l)	2,520	123.274	48,61	310.650,48	6,3907
C6	Gasóleo (l)	2,520	212.082	56,95	534.446,64	9,3861
C7	Gasóleo (l)	2,520	218.000	57,40	549.360,00	9,5707

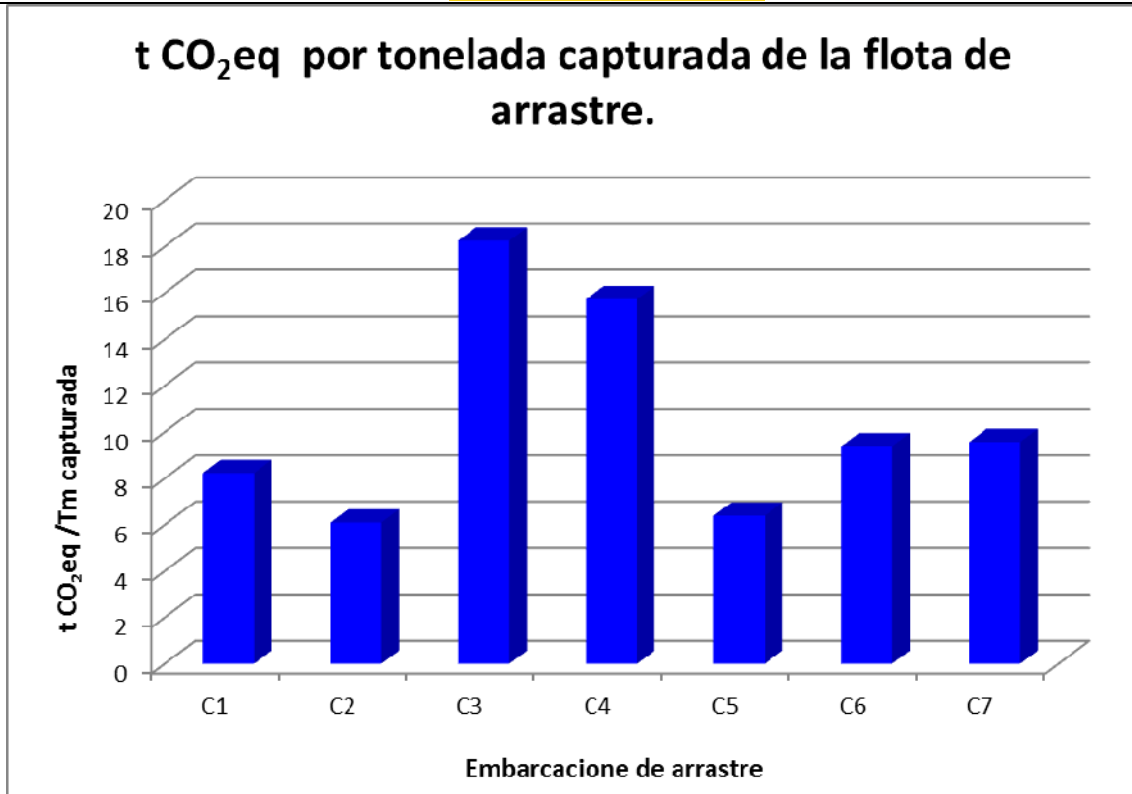


Figura 9. Cálculo de emisiones de t CO<sub>2</sub> eq por tonelada capturada por barco (denominados respectivamente C1,CA2,.. C7) de la modalidad de pesca de arrastre.

En términos de huella de carbono, las emisiones por barco y tonelada capturada en la modalidad de arrastre oscilan en un rango entre 6,10 y 18,27 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada capturada, la diferencia de valores puede ser atribuible a diferentes causas, entre otras: a la potencia de motores, proximidad o lejanía del caladero objeto de explotación, etc.

### 5.3.2. Emisiones por barco: modalidad de artes menores

La flota pesquera de Cartagena de la modalidad de artes menores cuenta con 13 embarcaciones. Cada uno de los barcos que componen la flota de artes menores se han codificado de C10 a C22, tal y como aparece en la tabla 8, indicándose también el consumo de combustible y las toneladas capturadas por cada barco durante el año 2017. A partir de estos datos se ha calculado la huella de carbono de cada barco que compone la modalidad de artes menores, en la figura 10 se visualiza las emisiones por tonelada capturada por barco.



Tabla. 8. Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> absolutas y por tonelada capturada de la flota de artes menores

Barco	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (litros)	Capturas (Tm/año)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )	Emisiones por tonelada capturada (T CO <sub>2</sub> / T capturada)
C10	Gasóleo (l)	2,520	1.456	0,24	3.669,12	15,3520
C11	Gasóleo (l)	2,520	6.397	12,17	16.120,44	1,3246
C12	Gasóleo (l)	2,520	188	9,64	473,76	0,0491
C13	Gasóleo (l)	2,520	432	0,16	1.088,64	7,0235
C14	Gasóleo (l)	2,520	7.788	18,83	19.625,76	1,8122
C15	Gasóleo (l)	2,520	2.370	20,37	5.972,40	0,2932
C16	Gasóleo (l)	2,520	10.123	9,03	25.509,96	2,8250
C17	Gasóleo (l)	2,520	505	0,65	1.272,60	1,9533
C18	Gasóleo (l)	2,520	7.374	2,99	18.582,48	6,2357
C19	Gasóleo (l)	2,520	3.594	54,50	9.056,88	0,1662
C20	Gasóleo (l)	2,520	278	3,37	700,56	0,2079
C21	Gasóleo (l)	2,520	1.748	0,88	4.404,96	5,0342
C22	Gasóleo (l)	2,520	1.549	4,34	3.903,48	0,8994

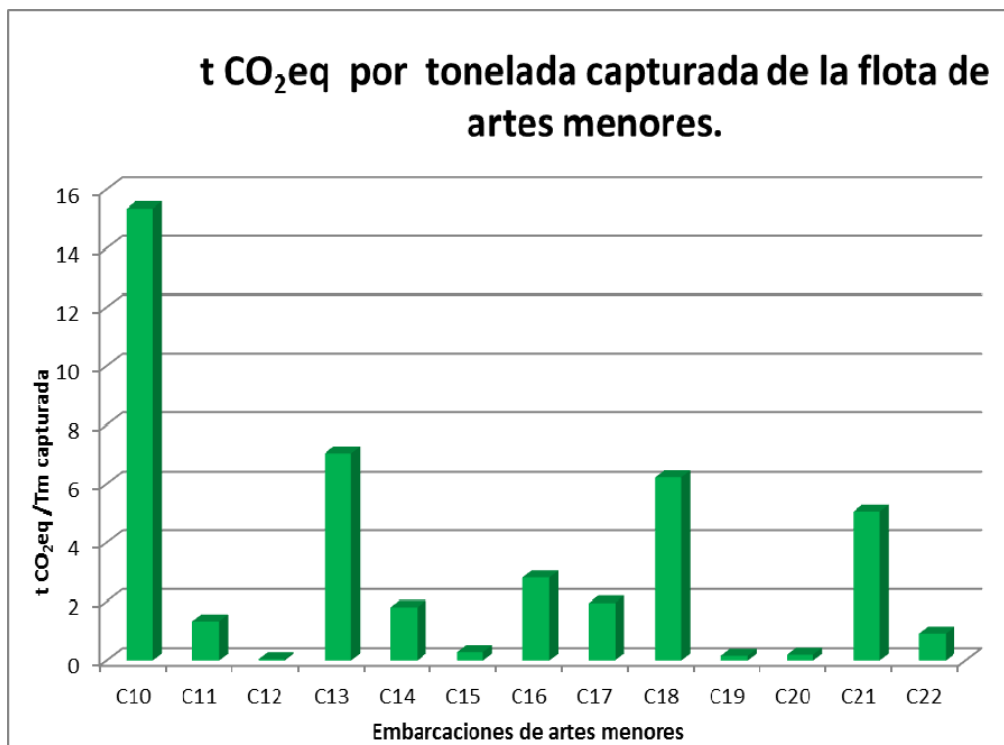


Figura 10. Cálculo de emisiones de t CO<sub>2</sub> eq por tonelada capturada por barco (denominados respectivamente C10,... C22) de la modalidad de pesca arte menores.

En términos de huella de carbono, las emisiones por barco y tonelada capturada en la modalidad de artes menores oscilan en un rango entre 0,05 y 15,35 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada capturada, este rango tan amplio da idea de la diferencia embarcaciones en cuanto a sus características técnicas: potencia, eslora, antigüedad, regularidad en la explotación de los recursos etc.

### 5.3.2. Emisiones por barco: modalidad cerco.

La flota pesquera de Cartagena de modalidad de cerco está formada por 2 embarcaciones, codificadas como C8 y C9. En la tabla 9, se indica el consumo de combustible y las toneladas capturadas por cada barco durante el año 2017. A partir de estos datos se ha calculado la huella de carbono de cada barco que compone la modalidad de cerco.

Tabla. 9. Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> absolutas y por tonelada capturada de la flota de cerco

Barco	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (litros)	Capturas (Tm/año)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )	Emisiones por tonelada capturada (T CO <sub>2</sub> / T capturada)
C8	Gasóleo (l)	2,520	14.426	25,73	36.353,52	1,4129
C9	Gasóleo (l)	2,520	5.630	24,49	14.187,60	0,5793

En términos de huella de carbono, las emisiones por barco y tonelada capturada en la modalidad de cerco oscilan en un rango entre 0,57 (pesquería de forma parcial/irregular a lo largo del año) y 1,41 (pesquería de forma regular tordo el año) t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada capturada.

#### 5.4. Estimación de emisiones por especie capturada en pesca de arrastre.

La flota de Cartagena en la modalidad de arrastre tiene entre su especies objetivo la gamba roja del mediterráneo (*Aristeus antennatus*) y la meluza (*Merluccius merluccius*).

A continuación, se indican las emisiones de CO<sub>2</sub> por barco y por especie capturada (tabla 10 y figura 11 para gamba roja y tabla 11 y figura 12 para merluza).

Tabla. 10. Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> absolutas y por tonelada capturada de gamba roja (*Aristeus antennatus*).

Barco	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (litros)	Capturas Gamba roja (Tm/año)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )	Emisiones por tonelada capturada (T CO <sub>2</sub> / T capturada)
C1	Gasóleo (l)	2,520	31.569,46	2,25	79.555,04	35,3578
C2	Gasóleo (l)	2,520	25.752	2,52	64.895,04	25,7520
C3	Gasóleo (l)	2,520	88.315,24	1,66	222.554,40	134,0689
C4	Gasóleo (l)	2,520	120.067,87	5,43	302.571,03	55,7221
C5	Gasóleo (l)	2,520	32.682	1,85	82.358,49	44,5181
C7	Gasóleo (l)	2,520	38.530	0,94	97.096,18	103,2938

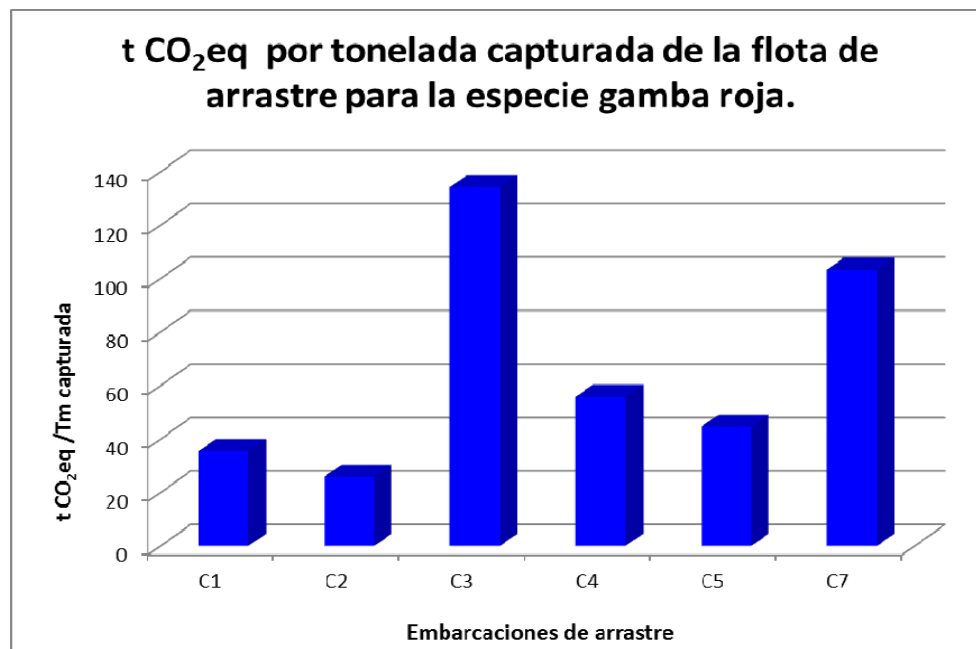


Figura 11. Cálculo de emisiones de t CO<sub>2</sub> eq por tonelada capturada de gamba roja (*Aristeus antennatus*) por barco (C1,..., C7) de la modalidad de pesca arrastre.

Tabla. 11. Cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> absolutas y por tonelada capturada de merluza (*Merluccius merluccius*)

Barco	Modos de propulsión	Factor de emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Consumo (litros)	Capturas Merluza (Tm/año)	Emisiones absolutas (kg CO <sub>2</sub> )	Emisiones por tonelada capturada (T CO <sub>2</sub> / T capturada)
C1	Gasóleo (l)	2,520	47.549,06	1,67	119.823,63	71,7507
C2	Gasóleo (l)	2,520	53.318	2,91	134.360,96	46,1722
C3	Gasóleo (l)	2,520	80.831	3,70	203.693,84	55,0524
C4	Gasóleo (l)	2,520	24.932	1,99	62.828,97	31,5723
C5	Gasóleo (l)	2,520	83.712	2,92	210.953,36	72,2443
C6	Gasóleo (l)	2,520	212.082	12,90	534.446,64	41,4300
C7	Gasóleo (l)	2,520	179.470	13,85	452.263,82	32,6544

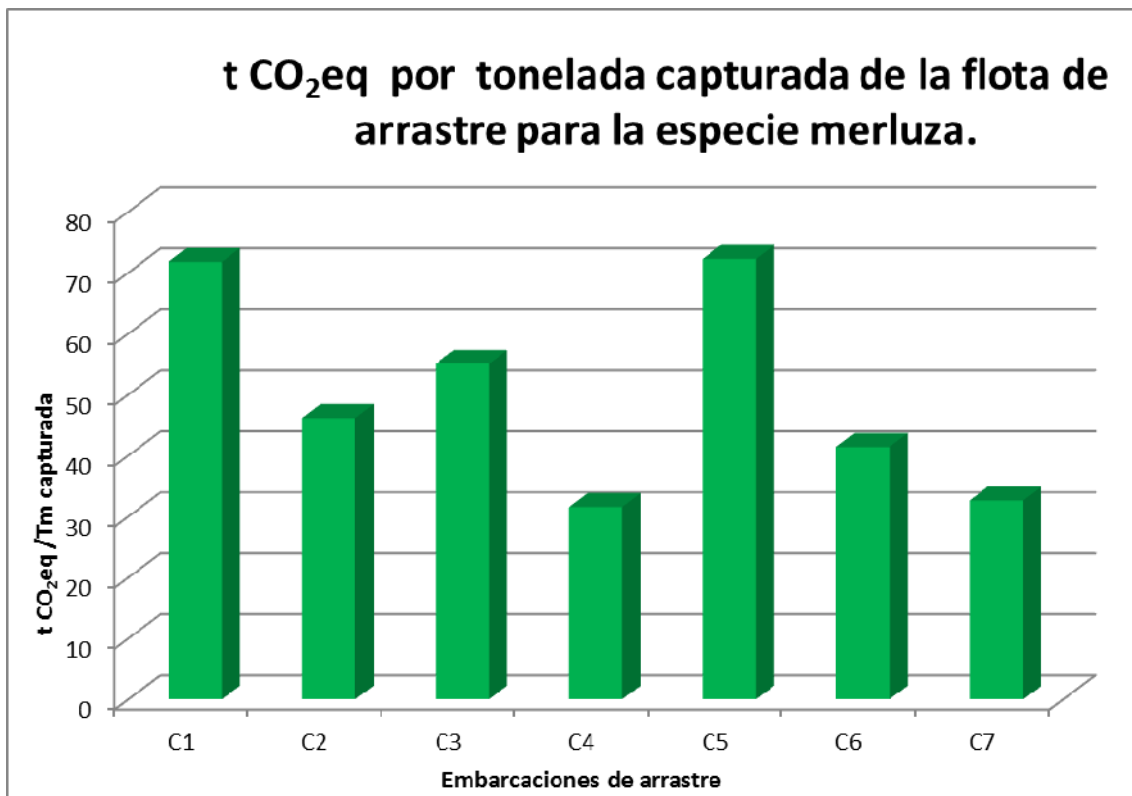


Figura 12. Cálculo de emisiones de t CO<sub>2</sub> eq por tonelada capturada de merluza (*Merluccius merluccius*) por barco (C1,..., C7) de la modalidad de pesca arrastre.

## **6. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN.**

Las estrategias para mejorar el desempeño ambiental a corto y largo plazo de las flotas pesqueras deben incluir esfuerzos de comportamiento, tecnológicos y de gestión.

Entre las mejores soluciones disponibles para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del consumo de combustibles de la flota pesquera y compensar medioambientalmente, se basan en: la adopción de medidas relacionadas con la reducción, optimización en el consumo de combustible, o empleo de combustibles más ecológicos.

Identificar los factores que más influyen en el uso de combustible, y que, por lo tanto, pueden generar un potencial de mejora, es difícil: tanto la dirección como la magnitud de las relaciones entre el uso de combustible y las variables como el tamaño del barco y la potencia del motor varían de una pesquería a otra. Los cambios de comportamiento, como la reducción de la velocidad de las embarcaciones y el uso de tiempos y lugares de pesca más selectivos, se sugieren como adaptaciones a corto plazo que los pescadores implementan fácilmente. De hecho, la habilidad y la experiencia de los patrones pueden ayudar a explicar la variación en la eficiencia dentro de las flotas. (Robert *et al.*, 2018).

Otra estrategia a contemplar es la compensación de las emisiones generadas, para ello existe la posibilidad de llevar acabo plantaciones en zonas dependientes de la propia Cofradía o bien en lugares propuestos por la Administración Ambiental, las cuales además consiguen, aumentar la riqueza biológica del entorno.

### **6.1. Propuesta de medidas para reducción optimización en el consumo de combustible.**

A continuación, se describen las posibles medidas a aplicar por la flota pesquera de Cartagena.

- **Medidas de gestión:** La introducción de medidas de gestión operativas en los barcos de pesca puede permitir reducir los consumos de combustible notablemente ya que la

cantidad de factores que influyen en el consumo energético de un barco de pesca es muy elevada.

Los modelos espacio-temporales de distribución del esfuerzo pesquero, permiten describir el patrón de pesca de una embarcación y confrontar escenarios que tienen en cuenta la mayor o menor proximidad al recurso y a los puntos de venta, el valor de las capturas asociado a las posibilidades de pesca en zonas más o menos alejadas y el beneficio esperado de la actividad

A modo de ejemplo, se indican los principales resultados obtenidos en cuanto a la gestión de buques del proyecto “Mejora de la eficiencia, la sostenibilidad y el beneficio de la flota pesquera de arrastre catalana”, ESB Cataluña demostraron:

- una disminución de la velocidad en 0,9 nudos, pasando de 12,6 a 11,5 nudos, permitía ahorrar un 16% en combustible.
- la reducción en un día de la jornada semanal llevaba también ahorros aparejados, ya que una parte importante del consumo se realiza en los trayectos. La puesta en práctica de esta medida conllevaría que, para garantizar el abastecimiento de los mercados, se deberían establecer turnos de pesca que serían fijados por la lonja.

Por otro lado, identificar las rutas óptimas para la navegación pesquera ha permitido demostrar que esta constituye una de las vías interesantes de ahorro energético, según algunas fuentes, se señala como alcanzable entre un 8 y un 10%, sin que su implementación conlleve la realización de importantes inversiones por parte de la flota.

En este tipo de trabajos se procura la reducción de consumos, sobre todo durante los desplazamientos hasta y desde el caladero, teniendo en cuenta velocidades desarrolladas y consumos asociados. Cada vez en mayor medida las condiciones medioambientales y climatológicas previstas durante los desplazamientos, son también variables incorporadas en la determinación de óptimos.

La consideración de variables climatológicas, medioambientales además de las velocidades, distancias y perfiles de consumo relacionados con las características de las embarcaciones, está dando lugar a la aparición de sistemas expertos, que permiten la prestación de servicios de asesoramiento y el desarrollo de aplicaciones para la

optimización de las rutas, teniendo todo ello también interesantes repercusiones en el plano de la seguridad marítima.

- **Biofouling: amenaza económica y ambiental:** Las incrustaciones biológicas de los buques aumentan la rugosidad de la superficie del casco, que, a su vez, provoca un aumento de la resistencia por fricción, aumentando el consumo de combustible y disminuyendo la velocidad.

Con el objeto de cuantificar las repercusiones de este problema, investigadores americanos han calculado el impacto económico del crecimiento de biofouling sobre el casco de un buque de tamaño medio.

Se tomaron datos sobre los gastos de combustible, revestimientos y su aplicación, y los gastos asociados a la limpieza del casco. Los resultados indican que el principal factor de coste asociado a la presencia de fouling en los barcos es el incremento que provoca en el gasto de combustible, atribuido al incremento de la fricción del casco con el agua. Los gastos relacionados con la limpieza del casco y la pintura son mucho menores que los costes de combustible, por lo que se recomienda mantener el casco libre de incrustaciones el mayor tiempo posible.

Los avances en bio y nanotecnología, están permitiendo importantes progresos en este terreno, tratando de hacer compatibles las barreras contra la fijación y los tratamientos a aplicar, con el respeto medioambiental.

- **Auditorías energéticas:** Las auditorías energéticas, han permitido mejorar en gran medida el conocimiento sobre las ineficiencias energéticas y su origen y han dado lugar al desarrollo de nuevas oportunidades de desarrollo tecnológico orientado a solventar dichas ineficiencias, a lograr mejoras sobre los sistemas de medición y modelado y a avanzar en la estandarización y selección de métodos para la realización de las auditorías.

Por ejemplo, en el proyecto GESTOIL, realizado por Azti-TECNALIA, se desarrolla un equipamiento que incorpora un sistema para la medición de consumos, el diseño de modelos de consumo adaptados a cada barco y un sistema de alertas para mejorar la gestión energética a bordo del buque.



- **Actualización y mejora de las embarcaciones:** Una de las restricciones más importantes para conseguir mejoras en el perfil energético de la flota pesquera tiene que ver con las escasas expectativas a corto y medio plazo de renovación de la flota mediante la construcción de nuevos barcos. Esto hace que uno de los campos de trabajo más prometedores para la industria tiene que ver con el estudio del potencial de mejoras parciales y modernización de determinados equipamientos en los buques para conseguir reducciones en el consumo sin detrimento de las prestaciones y con un esfuerzo inversor asumible.

En materia de eficiencia energética se están desarrollando importantes iniciativas para la mejora de la hidrodinámica y de los sistemas de propulsión.

Por ejemplo, el proyecto “APENDOIL: Viabilidad técnica de actuaciones en obra viva para optimizar desplazamiento y avance del barco”, ha abordado varios aspectos susceptibles de mejorar desde el punto de vista de la ingeniería del buque. En concreto, el proyecto propone una serie de actuaciones que pasan por: optimizar la hélice, aprovechar la instalación del bulbo de proa para mejorar el avance del buque, modificar las formas de popa, estudiar la influencia del trimado y el desplazamiento en la eficiencia de la navegación y, por último, utilizar pinturas antifricción para estimar su repercusión en el avance del barco. Los principales resultados alcanzados en el proyecto son:

- el cambio de una hélice de 4 palas a una de 5, implica ahorros del 9,5% con
- los escenarios de hélice “ligera, pesada o ineficiente” deben ser definidos con claridad ante de realizar costosas operaciones de cálculos de un nuevo propulsor, manufactura, puesta en grada, montaje, pruebas, etc.
- la incorporación de un bulbo adecuado en un buque de bajura “tipo” (cerco cebo-vivo) puede mejorar la resistencia al avance en un 9,8%. La amortización de la inversión estimada es de tres años y medio.
- el aumento de la resistencia al avance del buque derivado de una variación en las condiciones de desplazamiento puede suponer un ahorro de entre el 10 y el 14%.
- las modificaciones en popa en un buque de bajura “tipo” pueden producir ahorros de consumo del 10%, pero sólo si se realizan para corregir las variaciones de desplazamiento producidas en el buque a lo largo de su explotación (generalmente

apoyando el buque e incrementando el calado medio). No aconsejable en buques de arrastre.

- o el uso de pinturas antifricción permite ganar 30 r. p. m. en régimen máximo para potencias entregadas en el eje de cola similares, lo que indica la posibilidad de ahorro de combustible.

- **Adaptación de motores y sustitución de combustibles diesel por biodiesel:** El

biodiesel, un tipo de biocombustible líquido obtenido a partir de lípidos naturales derivados de aceites vegetales, grasas animales o algas, podría ser una excelente alternativa al diesel derivado del petróleo utilizado comúnmente como energía de propulsión en los barcos de pesca.

Generalmente el diesel utilizado por los barcos de pesca presenta una baja calidad y altos contenidos en sulfuros siendo este combustible una de las principales fuentes de contaminación del medio ambiente. En contraposición el biodiesel presenta una menor emisión de contaminantes, menor contenido en carbono, una mayor eficiencia de combustión, una mayor lubricidad y la capacidad de reemplazar al diesel convencional en proporciones que van desde el 0% hasta el 100%, sin necesidad de reemplazar los motores.

Sin embargo el coste del biodiesel es generalmente mayor que el del combustible convencional utilizado en los barcos de pesca. Es por lo tanto necesario determinar la proporción de mezcla óptima, aquella que presente la mayor reducción de gases con el menor incremento de costes, entre el biodiesel y diesel convencional.

El estudio realizado por investigadores de la National Taiwan Ocean University determinó que la mezcla que presenta una mejor relación coste-beneficio es la que reemplaza el 20% del peso del diesel tradicional por biodiesel. Así, según este estudio ésa es la mezcla que presenta el compromiso óptimo entre aumento de costes y reducción de emisiones contaminantes.

Las propuestas indicadas anteriormente para la reducción y optimización en el consumo de combustible y ahorro energético, se han obtenido de las siguientes fuentes:

- Boletín de Vigilancia Tecnológica elaborado para el sector pesquero (VT 4. Año 2011) realizado por el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), a iniciativa de la Secretaría General del Mar y se enmarca dentro del Plan Estratégico de

Innovación Tecnológica que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

- Revista de Fondo Europeo de la Pesca en España. Nº11. Año 2011. Editado por Dirección General de Ordenación Pesquera. Secretaría General del Mar. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

## 6.2. Propuesta de medidas de compensación.

El concepto de sumidero, en relación con el cambio climático, fue adoptado en la Convención Marco de Cambio Climático de 1992. Un sumidero de gases de efecto invernadero, según la Convención, es cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera uno de estos gases o uno de sus precursores, o bien un aerosol y que lo almacena.

En el ámbito del Protocolo de Kioto, la definición se limita a determinadas actividades de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (creación de nuevos bosques, gestión forestal y gestión de tierras agrícolas, entre otras) que se traducen en una captura del CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera y su almacenamiento posterior en forma de materia vegetal. Esta captura de CO<sub>2</sub> contribuye a reducir la concentración de los Gases de Efecto Invernadero de la atmósfera, y por lo tanto, a mitigar el cambio climático.

Una vez conocidas las emisiones de la flota pesquera de Cartagena, es posible planificar una estrategia para neutralizar o compensar las mismas así como estudiar su disminución a través de los llamados *sumideros*.

La “Guía para la estimación de absorciones de CO<sub>2</sub>” Versión 2, Abril 2015, elaborada por la Oficina Española del Cambio Climático, anexa una tabla donde se indica una estimación de las toneladas de CO<sub>2</sub> que es capaz de absorber cada especie.

Teniendo en cuenta las características bioclimáticas del campo de Cartagena se ha estimado el *Pinus halepensis* como especie objetivo capaz de actuar como sumidero.

Las estimaciones realizadas nos indican que el total de emisiones de CO<sub>2</sub> de la flota pesquera 2.756,68 t CO<sub>2</sub>eq se compensarían con la plantación de 17.230 pies de *Pinus halepensis* en un periodo de 40 años.

## **7. SINTESIS.**

El presente estudio aporta los primeros resultados obtenidos de cálculo de huella de carbono (HC) de la flota pesquera la Cofradía de Pescadores de Cartagena, y constituye el primer paso, para conseguir el sello del Ministerio de Transición Ecológica para el año 2017.

### **A) HC PARA LA TOTALIDAD DE LA FLOTA**

1. La **totalidad de la flota pesquera** (excepto el palangre de superficie) perteneciente a la Cofradía de Pescadores de Cartagena (incluye las embarcaciones del puerto de Cartagena y Cabo de Palos) produjo un total de emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del consumo de combustibles es de **2.756,68 t CO<sub>2</sub>eq.** El mayor volumen de emisión a la modalidad de arrastre con un 94%, seguido de los artes menores con un 4% y el cerco con un 2%, tal y como puede observarse en la figura 13.



Figura 13. Cálculo de emisiones de t CO<sub>2</sub> eq por tonelada capturada por modalidad de pesca.

Esto supuso unas emisiones de 5,22 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 0,8102 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

## **B) HC POR MODALIDAD DE PESCA**

2. En términos de huella de carbono la **flota de arrastre** emitió 2.594,405 toneladas CO<sub>2</sub>, lo que supone unas emisiones de 9,6947 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 1,3583 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

3. La flota de **artes menores** emitió 111,742 toneladas CO<sub>2</sub>, lo que supone unas emisiones de 0,5422 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 0,0859 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados.

4. La **flota de cerco** emitió 50,54 toneladas CO<sub>2</sub>, lo que supone unas emisiones para el de 0,9438 t CO<sub>2</sub>eq por cada tonelada de capturada y 0,2632 t CO<sub>2</sub>eq por cada mil euros ingresados

## **C) HC POR BARCO Y MODALIDAD DE PESCA.**

5. Las emisiones por barco oscilan en un rango comprendido entre 0,05 y 18, 27 t CO<sub>2</sub>eq por tonelada capturada.

6. Las emisiones por barco y tonelada capturada de la modalidad de pesca, oscilan en el rango comprendido entre: 6,10 y 18,27 t CO<sub>2</sub>eq en la modalidad de arrastre; 0,05 y 15,35 t CO<sub>2</sub>eq en artes menores; y 0,05 y 1,41 t CO<sub>2</sub>eq en la modalidad de cerco.

## **C) HC POR BARCO, MODALIDAD DE PESCA Y ESPECIE**

7. Las emisiones por barco, pesca de arrastre y tonelada capturada de gamba roja (*Aristeus antennatus*), oscilan entre el rango comprendido de: 25,75 y 134,06 t CO<sub>2</sub>eq.

8. Las emisiones por barco, pesca de arrastre y tonelada capturada de merluza (*Merluccius merluccius*), oscilan entre el rango comprendido de: 31,57 y 72,24 t CO<sub>2</sub>eq.

## **8. BIBLIOGRAFÍA.**

Parker, Robert & L. Blanchard, Julia & Gardner, Caleb & Green, Bridget & Hartmann, Klaas & Tyedmers, Peter & Watson, Reg. (2018). Fuel use and greenhouse gas emissions of world fisheries. *Nature Climate Change*. 8. 333-337. 10.1038/s41558-018-0117-x.

Boletín de Vigilancia Tecnológica elaborado para el sector pesquero (VT 4. Año 2011) realizado por el Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI), a iniciativa de la Secretaría General del Mar y se enmarca dentro del Plan Estratégico de Innovación Tecnológica que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Revista de Fondo Europeo de la Pesca en España. Nº11. Año 2011. Editado por Dirección General de Ordenación Pesquera. Secretaría General del Mar. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Guía para la estimación de absorciones de CO<sub>2</sub>. Versión 2, Abril 2015. Oficina Española del Cambio Climático.

Villanueva-Rey, Pedro & Vázquez-Rowe, Ian & Teresa Morera, María & Feijoo, Gumersindo. (2012). Huella de Carbono y Retorno Energético de la pesca de merluza en diferentes caladeros.

Diego Iribarren, D., Vázquez-Rowe, I., Hospido, A., Moreira, M.T., Feijoo, G. 2010. Estimation of the carbon footprint of the Galician fishing activity (NW Spain). *Science of The Total Environment*. Volume 408, Issue 22, Pages 5284-5294.

## **9. AGRADECIMIENTOS.**

Queremos mostrar nuestro agradecimiento por la información facilitada, y comentarios a D. Bartolome Navarro Alvarez, Patrón Mayor de la Cofradía de Pescadores de Cartagena, y a D. Leandro Bermúdez Rodríguez, Técnico Responsable del Servicio de Pesca y Acuicultura de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.



## **ANEXO I.**

### **EQUIPO REDACTOR.**

CONTESMA & COMPROTEC S.L.P. (con nombre comercial C&C MEDIO AMBIENTE), es una Sociedad Consultora Ambiental, comienza su actividad en el año 1999, y realiza estudios y proyectos relacionados con el medio ambiente, trabajando por la conservación y recuperación de la biodiversidad, la eficiencia en el consumo de recursos naturales y la lucha contra el cambio climático, con el fin de contribuir a una economía sostenible, ecológica y competitiva, tanto en el ámbito, nacional como internacional.

C&C MEDIO AMBIENTE” está constituida por un equipo técnico altamente cualificado para la ejecución de estudios, investigación y desarrollo de proyectos ambientales.

Dispone de:

\* ACREDITACIÓN de la Consejería de Agricultura y Agua, de la Comunidad Autónoma de Murcia, para la realización de ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y AUDITORÍAS AMBIENTALES (año 1999).

\* AUTORIZADA como ENTIDAD DE CONTROL AMBIENTAL en materia de CALIDAD AMBIENTAL (ECA), con el nº de Exp.: 355/08, de la Dirección General de Planificación, Evaluación y Control Ambiental, de la Comunidad Autónoma de Murcia.(28-05-09, BORM ° 121).

C&C MEDIO AMBIENTE” ha sido la primera empresa regional en recibir:

\* El PREMIO a la ECOINNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE año 2009, concedido por la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. (BORM nº 134, de 14 de junio de 2010).

Asimismo, ha sido de las primeras empresas en su ámbito de trabajo (actividades profesionales, científicas y técnicas) en conseguir la inscripción de su:

\* HUELLA DE CARBONO en el MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, en la sección a) de Huella de carbono y de compromisos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, del Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de CO2.

\* Está ADHERIDA desde el año 2009 al COMPROMISO CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE de la Región de Murcia, acuerdo voluntario por la responsabilidad ambiental.

El **Equipo Redactor** del presente trabajo lleva trabajado desde 1988 con el sector pesquero (artes, especies, técnicas de explotación, evaluación de caladeros etc.), y cuenta con numerosos estudios y proyectos, entre otros los siguientes:

### Estudios y proyectos sobre pesca

1. Título del proyecto: "Estudio de la pesca artesanal en Murcia".

Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde: abril de 1989 hasta: noviembre de 1992

2. Título del proyecto: "Evaluación de la población explotada de gamba (*Aristeus antennatus*) en los caladeros de Murcia".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde: abril de 1989 hasta: noviembre de 1992

3. Título del contrato/proyecto: "Estudio de los bancos de chirla común (*Chamelea gallina*) en Murcia".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde: abril de 1989 hasta: noviembre de 1992

4. Título del contrato/proyecto: "Estudio de los recursos pesqueros del área Murcia-Valencia".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Centro Oceanográfico de Murcia

5. Título del contrato/proyecto: "Evaluación y gestión de las pesquerías del Mediterráneo Occidental"

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: CEE

Duración, desde: diciembre 1991 hasta: diciembre 1993

Investigador responsable: Henri Farrugio (IFREMER).

6. Título del contrato/proyecto: "El Sistema Integrado de Información para las pesquerías del Mediterráneo".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: CEE

Duración, desde: abril 1993 hasta: marzo 1994

Investigador responsable: Benoît Caillart (COFREPÊCHE).

7. Título del contrato/proyecto: "Informe sobre las pesquerías del Mediterráneo español".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Gabinete de Economía del Mar. Universidad de Barcelona.

Duración, desde: abril 1994 hasta: mayo 1995

Investigador responsable: Ramón Franquesa.

8. Título del contrato/proyecto: "Descartes en las pesquerías de arrastre del Mediterráneo Occidental".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: UE

Duración, desde:junio 1995 hasta: mayo 1997

Investigador responsable: Aina Carbonell (IEO).

9. Título del contrato/proyecto: "Selectividad de los artes fijos en el Mediterráneo".

Empresa/Administración financiadora: UE

Duración, desde:mayo 1996 hasta: mayo 1998

Investigador responsable: Jacques Sacchi (IFREMER).

10. Título del contrato/proyecto: "Análisis de los recursos demersales explotados por la flota de arrastre en la Región de Murcia".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde:junio de 1998 hasta: diciembre de 1999

11. Título del contrato/proyecto: "Análisis de los recursos demersales explotados por la flota de arrastre en la Región de Murcia".

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Entidades participantes:

Duración, desde:abril de 2000 hasta: diciembre de 2004

12. Título del contrato/proyecto: MARIMED La pesca como factor de desarrollo del turismo duradero. Cod. Ref. 2003-03-4.2-1-009

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Unión Europea - Consejería de Turismo de la Comunidad Autónoma de Murcia.

Duración, desde:septiembre de 2004 hasta: marzo de 2006

13. Título del contrato/proyecto: "Caracterización de la explotación pesquera del pulpo de roca con artes de arrastre de fondo y nasas."

Tipo de contrato: Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde:enero de 2005 hasta: junio de 2005

14. Título del contrato/proyecto: "Efectos de la veda de arrastre en las poblaciones de sus principales especies objetivo y caracterización de la pesca deportiva en la Región de Murcia."

Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde:abril de 2007 hasta: diciembre de 2007

15. Título del contrato/proyecto: "Modelo bioeconómico de la gestión pesquera del Mar Menor."

---

Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde: octubre de 2007 hasta: diciembre de 2008

16. Título del contrato/proyecto: "Efectos de la veda de arrastre en las poblaciones de sus principales especies objetivo y caracterización de la pesca deportiva en la Región de Murcia."

Empresa/Administración financiadora: Consejería de Agricultura y Agua. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Duración, desde: marzo de 2008 hasta: diciembre de 2010

17. Título del proyecto: MINOUW (EU H2020 RIA nº 634495) Science, Technology, and Society Initiative to minimize Unwanted Catches in European Fisheries.

Project funded by the European Commission.

Duración: 2014 - 2018

Coordinator: Francesc Maynou CSIC-ICM.

---

### Proyectos científicos relacionados con la Huella de carbono y efectos sumideros

1. Título del proyecto: Desarrollo de técnicas de reimplante con semillas para la recuperación y expansión de las praderas de *Posidonia oceanica*. N° de proyecto 116/SGTB7200771.3

Entidad financiadora: Ministerio de Medio Ambiente.

Entidades participantes: Universidad de Murcia, IMEDEA (CSIC-UIB) y Contesma & Comprotec SLP

Duración, desde: 2007 hasta: 2009

Investigador responsable: Arnaldo Marin

---

2. Título del proyecto: Implementation of environmental restoration techniques for diminishing the environmental impacts of ports: steps towards a new certification - "NEREIDAS"- Project nº: 2012-ES-92177-S- in the field of the trans-European transport network (TEN-T).

Empresa/administración financiadora: European Commission

Entidades participantes: Autoridad Portuaria de Melilla, ATISAE, CIMNE, Contesma & Comprotec SLP, Universidad de Murcia

Duración, desde: octubre 2012 hasta: diciembre 2015

Investigador responsable: Varios, uno por socio, en el caso de Contesma & Comprotec SLP: Dr. Pedro Martínez Baños

---

## Estudios sobre el cálculo de la HUELLA DE CARBONO (HC) a Instituciones

1. Huella de carbono (HC) y huella ecológica (HE) al Excmo. Ayuntamiento de Murcia
2. Huella de carbono (HC) y huella ecológica (HE) a la Autoridad Portuaria de Melilla.
- 3 Huella de carbono (HC) y huella ecológica (HE) a la Autoridad Portuaria de Cartagena.

Finalmente, añadir que como consecuencia de la aplicación de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, se ha calculado la huella de carbono a numerosos proyecto de infraestructuras, carreteras, puertos, urbanizaciones, parque solares etc.)

**EQUIPO REDACTOR:**

Pedro Martínez Baños.  
Dr. Ciencias Biológicas.

Dolores Rojo Campillo.  
Lcda. CC. Ambientales.

Pilar Lafuente Mercader.  
Bióloga.

Roque Trives Gras.  
Biólogo.

**Por el Equipo Redactor:**

Pedro Martínez Baños



Dr. CC. Biológicas.  
Tel y fax: 968 53 55 58 Móvil 674121965  
- [cycmedioambiente@cycmedioambiente.com](mailto:cycmedioambiente@cycmedioambiente.com)  
[www.cycmedioambiente.com](http://www.cycmedioambiente.com)

Noviembre 2018