

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDIA

Master en Eval. Amb. Ecosist. Marinos y Costeros

---



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA POLITÈCNICA  
SUPERIOR DE GANDIA

# “Evolución de las capturas de pesca de la flota del Puerto de Castellón”

**TRABAJO FINAL DE MASTER**

Autor/a:  
**Isabel Armelles Vicent**

Tutor/a:  
**Miguel Rodilla Alamá**

**GANDIA, 2021**

## Resumen

La pesca existe en el Mar Mediterráneo desde tiempos remotos sin embargo durante las últimas décadas la sobreexplotación de recursos unida a otros problemas ambientales están provocando un receso de la actividad. Generalmente el estudio de las pesquerías se enfoca a caladeros o zonas geográficas más extensas. En este trabajo se realiza un estudio preliminar de la evolución pesquera del Puerto de Castellón de la Plana entre 2010 y 2017. Para ello se han estudiado las variaciones temporales de las distintas modalidades de pesca, así como un análisis de capturas con el fin de caracterizar las especies objetivo para la flota de Castellón y su importancia económica. También se ha realizado un análisis de la flota. Los resultados confirman que las modalidades de cerco y arrastre suponen más del 80% de la actividad de la Cofradía, dejando a los “artes menores” un papel secundario. El arrastre es la modalidad que más ha sufrido la sobreexplotación de recursos, mientras que el resto muestran tendencias estables. La determinación de especies objetivo pone de manifiesto las diferencias que pueden darse entre distintas zonas geográficas. La mejora en la obtención de datos, así como el uso de técnicas de análisis de datos más complejas permitirán profundizar en el estudio de la pesca local.

**Palabras clave:** pesca, puerto de Castellón, modalidad de pesca, capturas, especie objetivo.

## Abstract

Fishing has existed in the Mediterranean Sea since ancient times, however during the last decades the overexploitation of resources together with other environmental problems are causing a recession of the activity. The study of fisheries is usually focused on fishing stocks or larger geographical areas. In this paper, a preliminary study of the fishing evolution of the Port of Castellón de la Plana between 2010 and 2017 is carried out. For this purpose, the temporal variations of the different fishing modalities have been studied, as well as an analysis of catches in order to characterize the target species for the Castellón fleet and their economic importance. An analysis of the fleet has also been carried out. The results confirm that the purse seine and trawling modalities account for more than 80% of the activity of the Fisher Guild, leaving other modalities a secondary role. Trawling is the modality that has suffered the most from overexploitation of resources, while the rest show stable trends. The identification of target species highlights the differences that can occur between different geographical areas. Improved data collection, as well as the use of more sophisticated data analysis techniques, will make it possible to improve the study of local fisheries.

**Key words:** fisheries, port of Castellón, fishing modalities, catches, target species.

## Agradecimientos

A Manu, por darme la oportunidad de hacer las prácticas en la Cofradía de Pescadores de Castellón. Porque como él dijo “para que lo haga otro, mejor que lo hagan los de casa”. A Pepe, Tica, Ángeles, Jesús y Mari Carmen, por tratarme como una más desde el primer día y ayudarme con los programitas, las estadísticas y todos los papeles.

A Miguel, por ayudarme a vertebrar este trabajo y a organizarme las ideas y los datos. Yo sola no haría sido capaz de enfrentarme a semejante cantidad de números. A Pepe, mi querido compañero del turno de los valientes. Gracias, muchísimas, por ser la luz al final de este túnel (demasiado largo). Por tener tanta paciencia y responder todas mis dudas incluso a horas intempestivas. Este trabajo es casi tan tuyo como mío.

A todos los amigos y compañeros que me han visto sufrir y han sufrido conmigo en algún momento. También a mis padres, gracias por vuestra infinita paciencia, por cuidarme y por alimentarme tan bien. Y a mi abuela, por aguantar tantas lunas y ver como se acaba esta etapa. Gracias.

# Índice

1. Introducción y objetivos .....	3
1.1 Introducción .....	3
1.2 Objetivos .....	8
2. Materiales y métodos .....	9
2.1 Ámbito de estudio: Puerto de Castellón de la Plana.....	9
2.2 Medio marino.....	9
2.3 Obtención y procesamiento de datos.....	12
3. Resultados .....	14
3.1 Análisis de la variación anual y mensual de captura.....	14
3.2 Determinación de especies más abundantes y rentables.....	22
3.3 Determinación de especies objetivo .....	33
3.4 Análisis de la flota .....	38
4. Discusión .....	46
5. Conclusiones.....	48
6. Bibliografía .....	50

# 1. Introducción y objetivos

## 1.1 Introducción

### Mediterráneo

El Mediterráneo y el Mar Negro han soportado una importante actividad pesquera desde tiempos remotos. Actualmente coexisten en la región Ipesca industrial, la semiindustrial y la artesanal, que utilizan una gran variedad de artes de pesca. A diferencia de otras zonas pesqueras importantes, la del Mediterráneo y el Mar Negro no cuenta con grandes poblaciones de una sola especie, de manera que la pesca explota una gran variedad de poblaciones bentónicas y pelágicas, además de moluscos y crustáceos mediante pesquerías generalmente mixtas (FAO, 2018)

A pesar de que la producción primaria en el Mediterráneo determina que la actividad pesquera no es de gran importancia desde el punto de vista de las capturas, existe una larga tradición pesquera (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, 2009) Esta actividad tiene una gran repercusión económica y supone un fuerte componente cultural para los países del Mediterráneo y el Mar Negro (FAO, 2018). Esto combinado con la gran diversidad de hábitats ha propiciado la aparición de gran cantidad de pesquerías. Por otro lado, a pesar de que las capturas son moderadas en comparación con otras áreas marinas más productivas, el hecho de que la costa mediterránea sea de gran interés turístico favorece el alto valor económico de las especies capturadas (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, 2009).

Sin embargo, la sostenibilidad de la pesca en el Mediterráneo y el Mar Negro está amenazada, en particular, por los efectos del aumento de la contaminación antrópica, la degradación de hábitats, la introducción de especies no autóctonas, la sobrepesca y los efectos de los cambios originados por el clima en el entorno y los ecosistemas marinos (FAO, 2018)

Los avances pesqueros y tecnológicos favorecieron, desde los años 60, un aumento de capturas a nivel general del Mediterráneo y el Mar Negro, pero esta situación se ha revertido. Anteriormente las capturas eran muy superiores. En 1989 con el colapso de las pesquerías en el Mar Negro las capturas totales descendieron bruscamente. En el Mediterráneo la tendencia ascendente siguió hasta 1994. Tras un período de fluctuaciones, las capturas comenzaron a descender en 2006 (Fig 1).

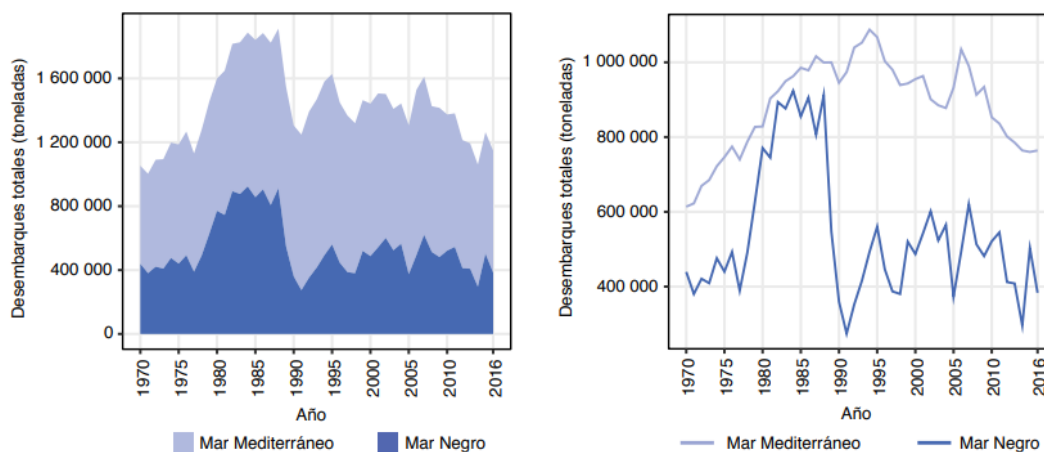


Fig 1: Tendencias de desembarques por año en el Mar Mediterráneo y el Mar Negro entre 1970 y 2016. a) Tendencias acumulativas. b) Tendencias. Tomado de FAO, 2018

## España y Comunidad Valenciana

Según la CGPM la pesca del Mediterráneo y el Mar Negro se divide en cinco subregiones (Fig 2). España se encuentra en la región del Mediterráneo Occidental, y la zona de levante corresponde a su vez con la subzona geográfica 06 – Norte de España (GSA – 06).

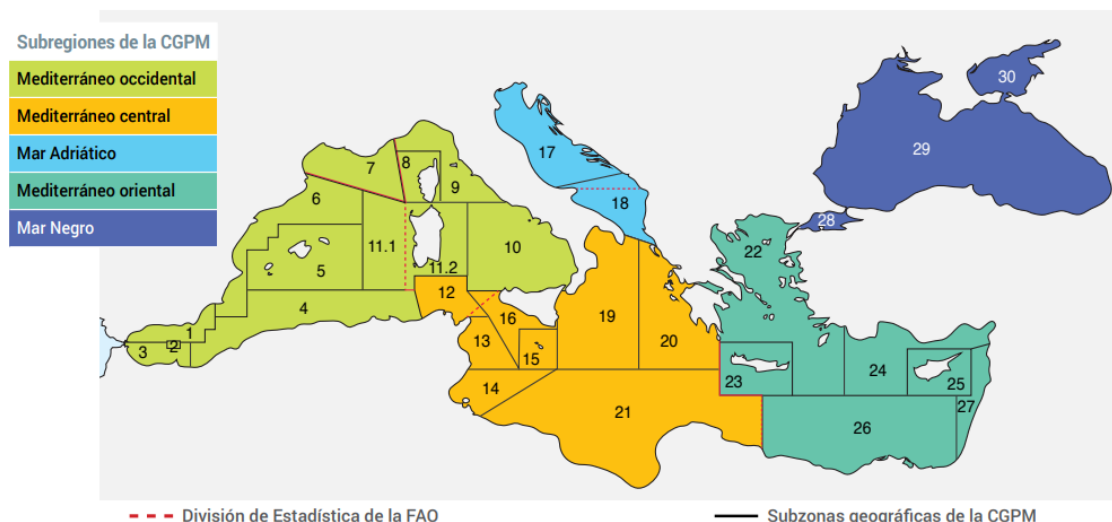


Fig 2: Zona de competencia de la CGPM, subregiones y subzonas geográficas. Fuente: CGPM 2018.

El informe sobre el estado de la pesca en el Mediterráneo y el Mar Negro (SoMFi por sus siglas en inglés) publicado en 2018 por la FAO, pone de manifiesto que ese año faenaban en el Mediterráneo y Mar Negro unas 86500 embarcaciones, de las cuales el 17.3% de la flota faena en aguas del Mediterráneo Occidental.

En 2017 el caladero nacional mediterráneo estaba explotado por un total de 2468 buques (599 de arrastre, 226 de cerco, 110 de palangre y 1533 de artes menores), el 27% de la flota nacional. El número total de buques ha disminuido en los últimos años, concretamente las variaciones han sido de -1.9% entre 2015 y 2016; y -2.8% entre 2016 y 2017. Esta disminución se debe a los esfuerzos del sector pesquero para cumplir con las normativas nacionales y europeas (Ministerio de Agricultura, 2018).

Esta evolución general se refleja también en la distribución de embarcaciones por comunidades autónomas. El número de barcos con puerto base en la Comunidad Valenciana se redujo en torno a un 2% entre 2015 y 2017. En 2017 la flota valenciana, con un total de 577 barcos (Fig 3), suponía un 6.31% del total de la flota española (Ministerio de Agricultura, 2018)

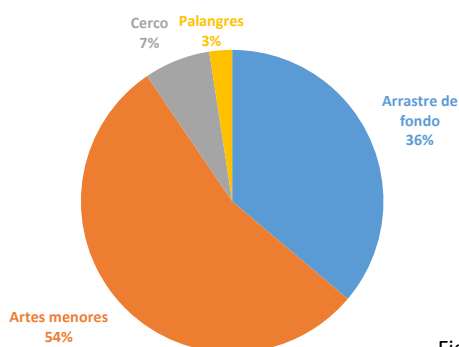


Fig 3: Distribución de barcos de cada modalidad en la Comunidad Valenciana (2017). Datos: Secretaría General de Pesca, 2018.

En cuanto a capturas, los peces son grupo el más abundante, con 76000 toneladas capturadas por la flota española en aguas del Mediterráneo, seguidos de crustáceos y moluscos, con 4592 y 6186 toneladas respectivamente (Ministerio de Agricultura, 2018). A pesar del elevado volumen, la explotación de los recursos pesqueros ha provocado un descenso en las capturas generales en la GSA-06 en las últimas décadas (Fig 4). Por el contrario, los beneficios obtenidos de la actividad extractiva se han mantenido relativamente estables (Fig 5) (STECF, 2009).

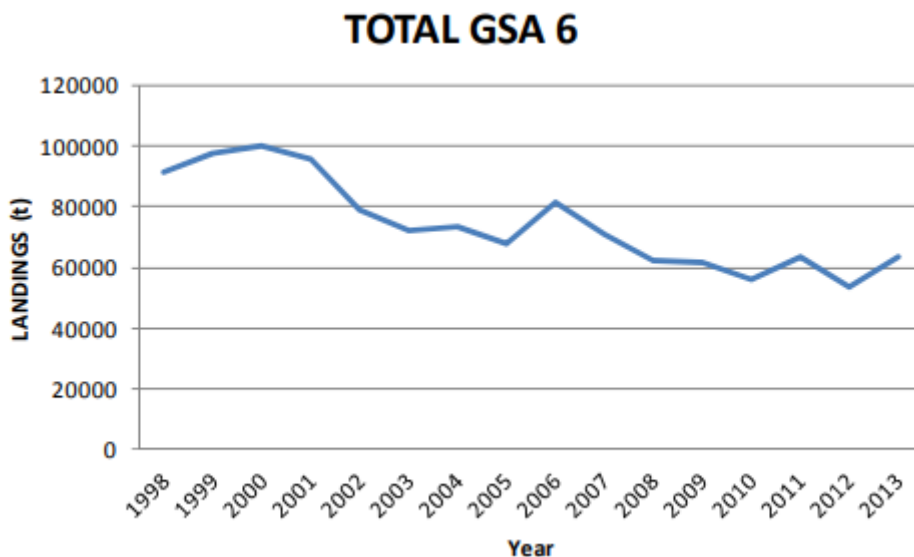


Fig 4: Evolución de capturas en la zona GSA-06 entre 1989 y 2013. Fuente: STECF (2009, actualizado).

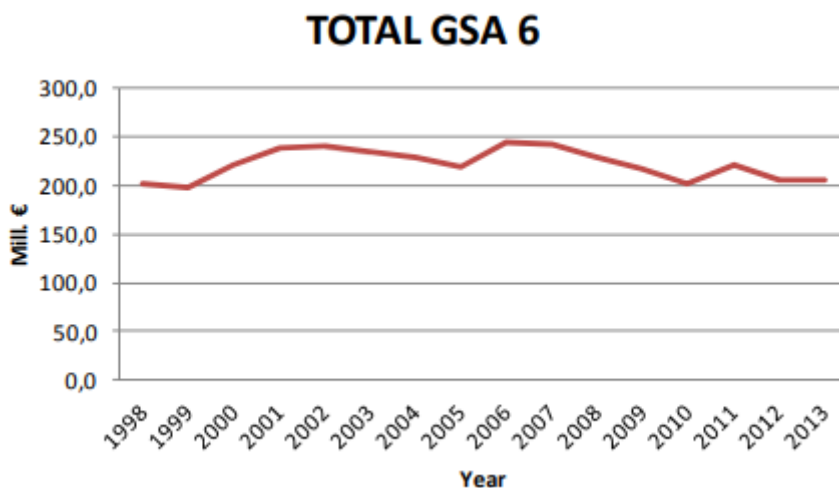


Fig 5: Evolución del valor total de descargas en la zona GSA-06 entre 1989 y 2013. Fuente: STECF (2009, actualizado).

A nivel local la actividad pesquera del Puerto de Castellón ha sufrido muchos cambios en las últimas décadas. Desde la introducción de instrumentos de detección acústica hasta la digitalización del proceso de subasta, pasando por un importante descenso en la flota, realización de paros biológicos, cambios en la estructura de los trabajadores e incluso la toma medidas de autorregulación. Todo ello ha permitido mantener el sector a flote, aunque cada vez son más las pérdidas y dificultades a las que se enfrenta.



Fig 6: Fotografía del Puerto de Castellón en los 80. Tomado de:  
<https://tradicionmarinera-graudecastello.blogspot.com/2014/05/embarcaciones-de-pesca.html>



## 1.2 Objetivos

La finalidad de este trabajo es analizar y establecer las bases para un estudio detallado de la actividad pesquera del Puerto de Castellón, tanto a nivel extractivo como su repercusión económica. Además, se pretende dar un enfoque local ya que la mayoría de estudios pesqueros se realizan en base a zonas más extensas o incluyendo datos de varios puertos.

Durante los años 50 y 60 se publicaron varios estudios y proyectos referentes a la pesca de Castellón (Larrañeta, 1954; (Larrañeta, M. & Suau, 1963; Suau, 1963), sin embargo, el número de publicaciones descendió en los años siguientes. Recientemente se han publicado varios artículos científicos sobre la pesca de arrastre (Dahlet & Sánchez Lizaso, 2021; Sánchez Lizaso et al., 2020) quedando fuera del panorama científico el resto de modalidades.

Por este motivo se han establecido cuatro objetivos dirigidos a estudiar el conjunto de la actividad pesquera:

1. Analizar la evolución de capturas. Determinar si existen diferencias significativas entre años y/o estacionalidad en la abundancia de capturas.
2. Determinar las especies más abundantes y con mayor beneficio económico en el cómputo global de la Cofradía y dentro de cada arte de pesca.
3. Definir las especies objetivo para cada modalidad de pesca en el Puerto de Castellón.
4. Relacionar las características de la flota con el volumen de capturas. Identificar si existen relaciones claras entre las embarcaciones y las capturas.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Ámbito de estudio: Puerto de Castellón de la Plana

Este trabajo realiza un análisis de la actividad pesquera del puerto de Castellón de la Plana entre los años 2010 y 2017, basándose en datos de capturas. Esta información únicamente refleja las capturas de la flota con base en Castellón y el consiguiente beneficio económico, por lo que no hay información detallada de las zonas o puntos de captura ni tampoco se incluyen las embarcaciones procedentes de otros puertos cuyas descargas han sido puntuales.

Dadas las características de la flota (pesca artesanal y de bajura), se asume que la zona de pesca comprende la plataforma continental de la provincia, desde la desembocadura del Ebro hasta la ciudad de Valencia aproximadamente. La mayoría de las embarcaciones faenan en aguas de la plataforma, exceptuando algunas que se acercan al talud en busca de pequeños crustáceos.

### 2.2 Medio marino

La distribución y abundancia de especies están directamente relacionadas con las condiciones ambientales en las que se encuentran (García, 2003). Variables como la profundidad, temperatura, geomorfología, intensidad lumínica e incluso el clima son factores que determinan su presencia y por tanto su captura.

#### Geomorfología

La provincia de Castellón posee la plataforma continental más ancha del Mediterráneo español. La anchura promedio es de 60 km y se extiende desde el sur de Tarragona hasta aproximadamente la latitud al sur de la provincia. Su extensión se atribuye al aporte de sedimentos del río Ebro y posibles antecesores (Maldonado, 1995). La plataforma continental queda delimitada de forma convencional por la isóbata de los 200m. Su pendiente media es de un 0.33%, produciéndose un cambio entre los 110 y 140m de profundidad. El talud continental es estrecho, alcanzándose en pocos kilómetros los 2500m de profundidad (Fernández-González, 2009).

#### Hidrología

La circulación del Mediterráneo está determinada por procesos físicos como la formación de aguas profundas y la circulación termohalina (Moranta et al., 2008)). Así mismo, esta circulación condiciona los procesos bióticos y abióticos y determina la vida y el comportamiento de los seres vivos que habitan en la cuenca mediterránea (Oliver, 2016).

La alta evaporación producida por los vientos y la insolación, y la escasez de aportes fluviales, provoca un déficit hídrico que deriva en la entrada de aguas más frías procedentes del Atlántico Norte a través del Estrecho de Gibraltar (Hopkins, 1989). Este déficit se

compensa en menor medida desde el mar Negro a través de los estrechos del Bósforo y de los Dardanelos y desde el mar Rojo por el canal de Suez (Oliver, 2016).

El Mediterráneo occidental está formado por cuatro masas de agua (Fig 7), cuyas características muestra la Tabla 1.

- Agua Atlántica Superficial (AA): más fría, menos salada y más rica en nutrientes que las aguas mediterráneas superficiales. Da lugar al Agua Atlántica Modificada (AAM).
- Agua Levantina Intermedia (ALI): más salada y menos densa que la anterior. Ocupa una capa intermedia entre los 200 y 700m de profundidad en todo el Mediterráneo occidental.
- Agua Intermedia del Mediterráneo Occidental (AIMO): se localizan entre las aguas superficiales y las ALI, entre 50 y 200m de profundidad.
- Agua Profunda del Mediterráneo Occidental (APMO): se forman como consecuencia de los fuertes vientos de tramontana.

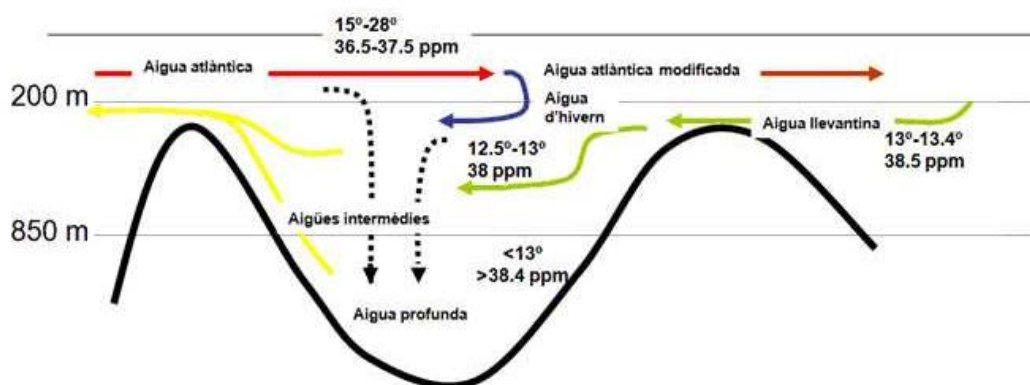


Fig. 7: Esquema de las masas de agua presentes en el Mediterráneo. Tomado de Oliver, 2016.

Tabla 1: Características masas de agua del Mediterráneo. Modificado de Moranta, 2008.

Masa de agua	Temperatura (°C)	Salinidad (psu)
AA	$15.0 < \theta < 18.0$	$36.15 < S < 36.50$
ALI	$14.0 < \theta < 15.0$	$38.70 < S < 38.80$
AIMO	$12.5 < \theta < 13.0$	$37.90 < S < 38.30$
AIPO	$12.7 < \theta < 12.9$	$38.40 < S < 38.48$

Las masas de agua presentes en la zona de estudio son el Agua Atlántica Modificada (AAM) y el Agua Intermedia del Mediterráneo Occidental (AIMO). Esto confiere a la plataforma de la Castellón unas condiciones de salinidad que oscilan entre 36.15 y 38.30 psu, y una temperatura variable a lo largo del año. En los meses de invierno el agua superficial se encuentra entre los 12 y 14 °C, mientras que en verano puede alcanzar los 27 °C. Por último, la circulación la capa superficial del mar Balear, y por tanto la de nuestra plataforma, está controlada por la Corriente Septentrional (NC) que fluye en dirección sur sobre el talud continental de la Península Ibérica (Fig 8). Esta corriente transporta agua atlántica con un largo período de residencia en el Mediterráneo, por lo tanto más fría y más densa, afectando hasta unos 400m (Instituto Español de Oceanografía, 2012)

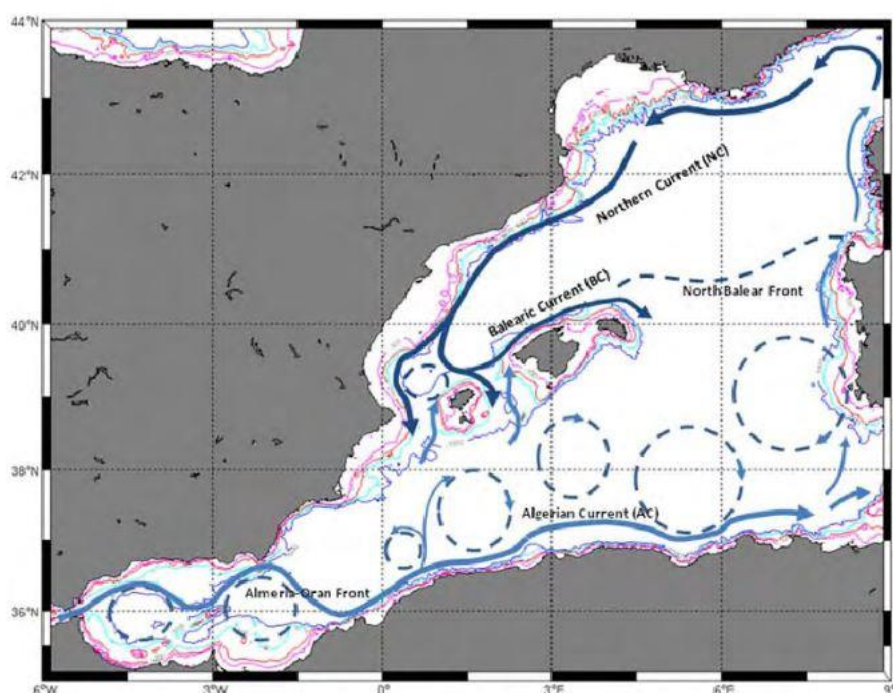


Fig 8: Mapa de corrientes del Mediterráneo Occidental. Tomado de Estrategia Marina, 2012.

## Productividad

Por lo general el Mediterráneo es un mar oligotófico, y en consecuencia con baja productividad biológica. La oligotrofia se incrementa de este a oeste en la cuenca mediterránea. Sin embargo, se encuentran algunos puntos de mayor productividad en el Mediterráneo Occidental, como el mar de Alborán (Instituto Español de Oceanografía, 2012)

Hasta el año 2012 se pensaba que las aguas pobres en nutrientes procedentes del Océano Atlántico, desplazaban y favorecían la evacuación de aguas mediterráneas más ricas. Huerta et al., demostraron que esto no es del todo cierto. La corriente atlántica posee unos valores de nutrientes, concretamente de fosfato, suficientes para sostener la proliferación de fitoplancton.

Por tanto, a limitación por fosfato que se observa en ciertas áreas del Mediterráneo se debe a procesos internos (Huertas et al., 2012).

Por último, cabe destacar la existencia de dos mecanismos de enriquecimiento que afectan a la zona de estudio. El primero de ellos es el aporte de nutrientes por parte del río Ebro, fosfatos y nitratos en su mayoría. El segundo tiene lugar en el golfo de León y como consecuencia del viento. Los vientos del NW enfrían el agua superficial, que al aumentar su densidad se hunde y provoca el ascenso de aguas profundas ricas en nutrientes. De este modo se renuevan las aguas superficiales y aumenta la productividad. Este fenómeno de afloramiento tiene lugar tanto en mar abierto como en regiones próximas a la costa, principalmente durante el invierno (Estrada, 1996).

## **2.3 Obtención y procesamiento de datos**

### **Obtención de datos**

Los datos utilizados en la realización del presente trabajo han sido cedidos por la Cofradía de Pescadores San Pedro del Grao de Castellón.

A través del software CofraWin Plus, la Cofradía recolecta, almacena y gestiona gran parte de la información generada por su actividad. Este software permite administrar la información durante todo el proceso de trabajo, desde las descargas que entran en lonja hasta los albaranes de venta y gastos de empresas. El sistema contiene información sobre armadores, embarcaciones, capturas, precios, compras, ventas, empresas, etc.

La información de las capturas se organiza mediante estadísticas. Cada estadística ordena y filtra la información según uno o varios criterios (especie y arte; especie, barco y arte; barco y capturas...). A su vez, mediante una herramienta tipo calendario, se puede elegir, para la mayoría de las estadísticas, el período de tiempo para el cual se quieren visualizar y/o descargar los datos en formato Excel.

Con el fin de obtener la información de manera eficiente y lo más detallada posible, para cada mes del período de estudio (2010 – 2017), se han descargado los datos de captura (kg de cada especie) por barco. Este formato incluye también variables como la modalidad de pesca, el precio mínimo, el precio máximo y el precio medio de cada especie para cada barco en el mes correspondiente.

De esta descarga se obtuvieron un total de 96 archivos Excel, uno por cada mes, los cuales se compilaron en un único archivo bruto de casi 100.000 registros.

Por otro lado, la Cofradía facilitó listados oficiales de nombres de especies (nombre común, nombre científico y código FAO) y características de los barcos, que han sido añadidos a los datos brutos en algún momento del análisis.

## **Procesamiento y análisis de datos**

En primer lugar, se utilizó el software Excel para compilar todos los datos en un solo fichero y añadir las características de las embarcaciones correspondientes al Puerto de Castellón.

A continuación, el uso de tablas dinámicas permitió resumir y realizar los primeros gráficos e interpretaciones.

Finalmente, se ha utilizado el software RStudio para análisis estadísticos y algunos de los resultados presentados.

### 3. Resultados

#### 3.1 Análisis de la variación anual y mensual de capturas

El objetivo de este análisis es determinar si existen diferencias significativas entre las capturas medias anuales y mensuales para cada arte de pesca, es decir, si las variables Año y Mes influyen de manera significativa en las capturas. Para ello se ha empleado la técnica del análisis de varianzas (ANOVA). Dadas las diferencias entre los distintos artes, volumen y composición de capturas y características de las embarcaciones se ha analizado cada modalidad por separado.

En el análisis ANOVA los datos deben cumplir la condición de normalidad, para ello se ha comprobado la normalidad de los datos de captura mediante 3 procedimientos: representación de histograma, test de desviación de datos (función skewness en R) y test de Shapiro-Wilk.

#### Modalidad de cerco con jareta:

En primer lugar, se muestran las capturas mensuales para todo el período de estudio (Fig 9).

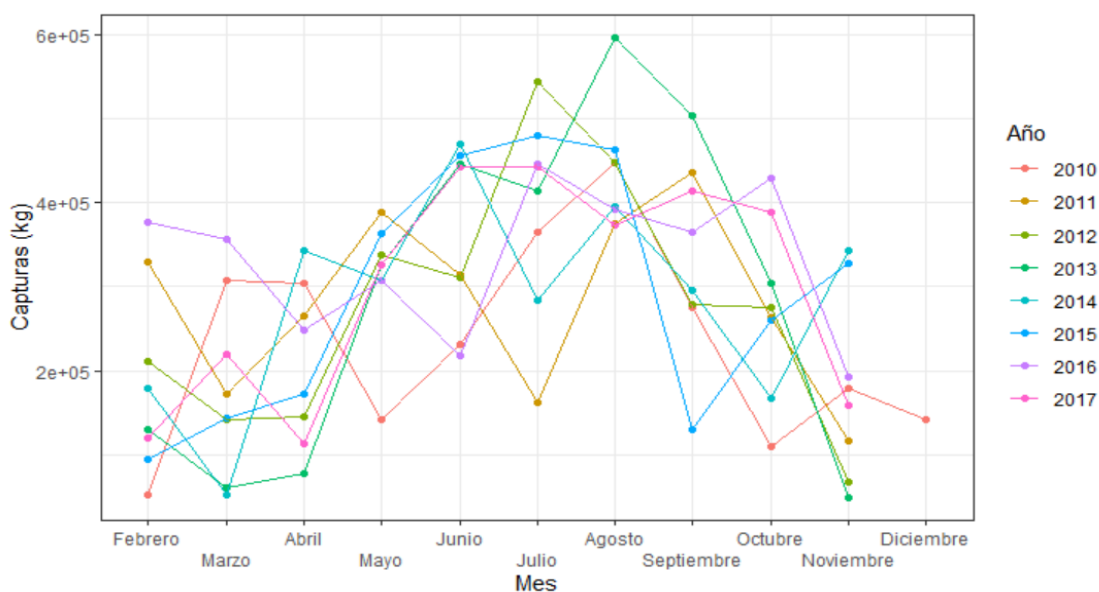


Fig 9: Capturas mensuales en el período 2010 – 2017.

Esta modalidad realiza dos meses de paro biológico cada año, generalmente diciembre y enero. Las capturas para estos meses son 0 kg en todos los años excepto en diciembre de 2010, pues temporada 2010, la veda de cerco tuvo lugar entre el 15 de diciembre de 2010 y el 15 de febrero de 2011. En el análisis de varianza se han omitido todos los meses cuya captura es 0.

Para identificar posibles diferencias significativas, asimetrías y homogeneidad de varianza entre los distintos niveles se han generado los gráficos de cajas.

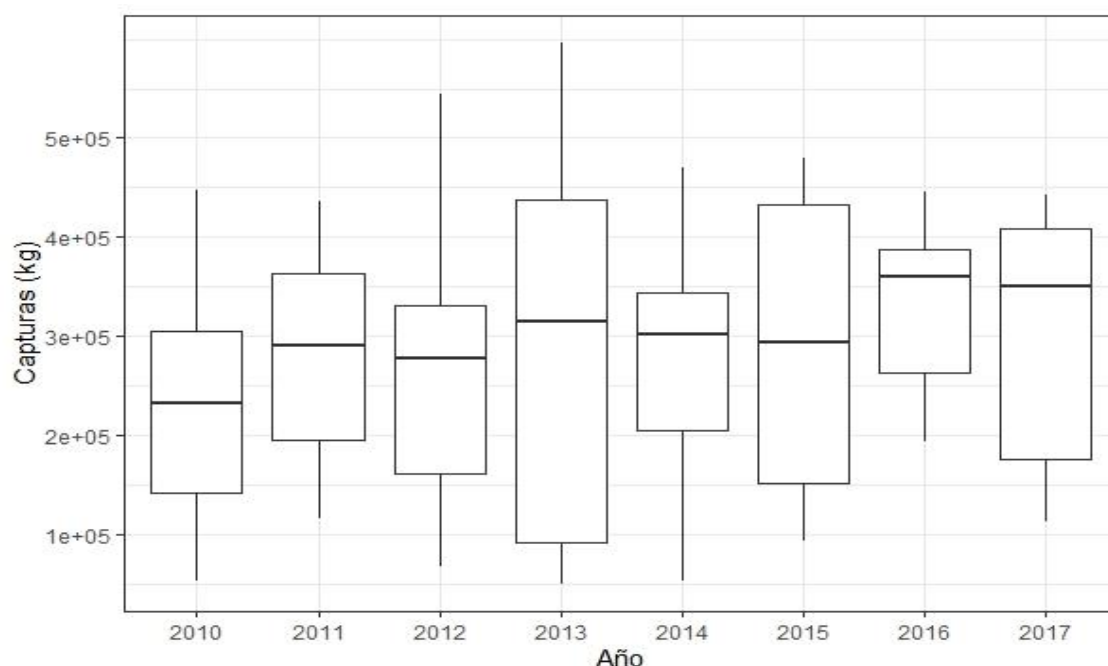


Fig 10: Diagrama de cajas de capturas anuales y media.

Se observa un aumento progresivo en la media de capturas anuales (Figura 10), aunque no se puede determinar si las diferencias son o no significativas. 2013 y 2015 son los años con una mayor variabilidad de capturas, mientras que 2014 y 2016 presentan una menor dispersión de los datos. En cuanto a variación de capturas por meses (Fig 11), se observa un claro aumento en los meses de verano (junio, julio y agosto). *A priori*, la variable Mes parece influir de manera significativa en las capturas. Así mismo, existen valores atípicos en los meses de mayo, julio y agosto que dada su disparidad no se representan dentro de las cajas correspondientes.

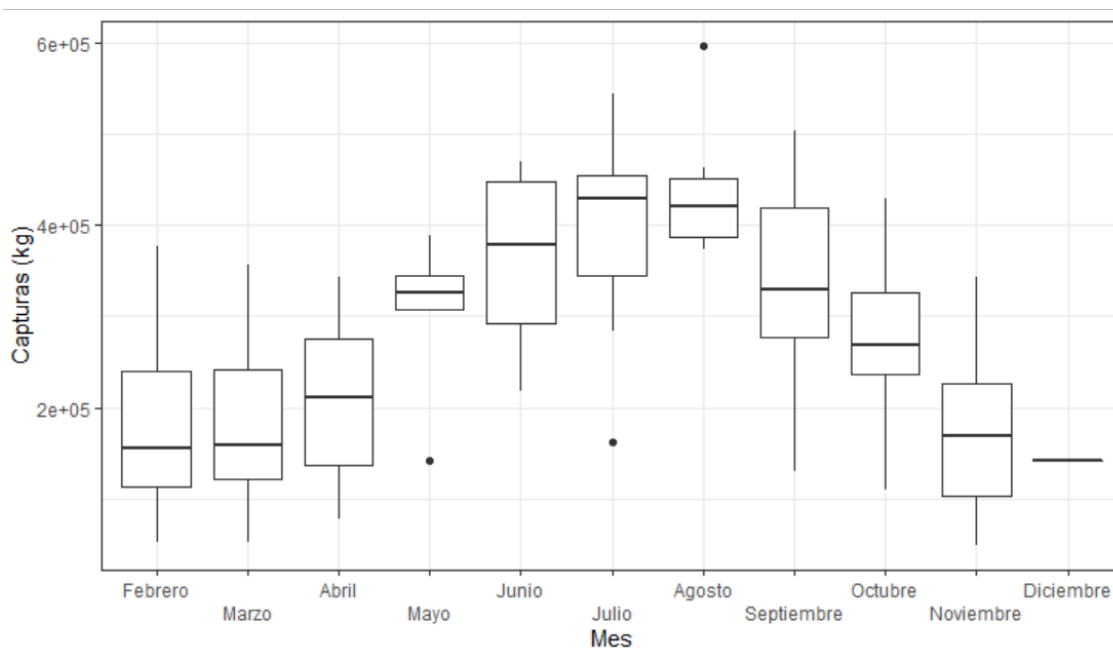


Fig 11: Gráfico de cajas de capturas mensuales y media.



El análisis de varianza con un modelo aditivo, en el que se presupone que las dos variables independientes no interactúan entre ellas, da como resultado la siguiente tabla ANOVA (Fig 12)

### Analysis of Variance Table

Response: Capturas

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Ano	7	5.7229e+10	8.1756e+09	0.7338	0.6441
Mes	10	6.5696e+11	6.5696e+10	5.8962	3.192e-06 ***
Residuals	63	7.0195e+11	1.1142e+10		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fig 12: Tabla ANOVA obtenida con Rstudio para la mdalidad de cerco con jareta.

La variable Año no influye significativamente en la variación de las medias anuales de capturas. Por el contrario, la variable Mes sí afecta de manera significativa a las capturas.

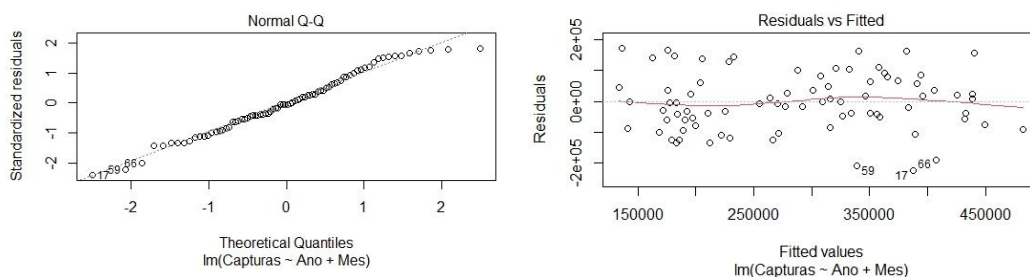


Fig 13: Gráfico de distribución normal de datos (izquierda). Distribución de valores residuales (derecha).

Finalmente, para validar los resultados del análisis debemos comprobar que se cumplen las condiciones de homocedasticidad y normalidad. Los residuos muestran una varianza similar para los distintos niveles de capturas y no presentan ningún patrón en la distribución y los datos se distribuyen de forma normal (Fig 13). Por tanto, se concluye que los resultados de ANOVA son válidos, la variable Mes afecta de manera significativa a las capturas.

### Modalidad de arrastre de fondo con puertas:

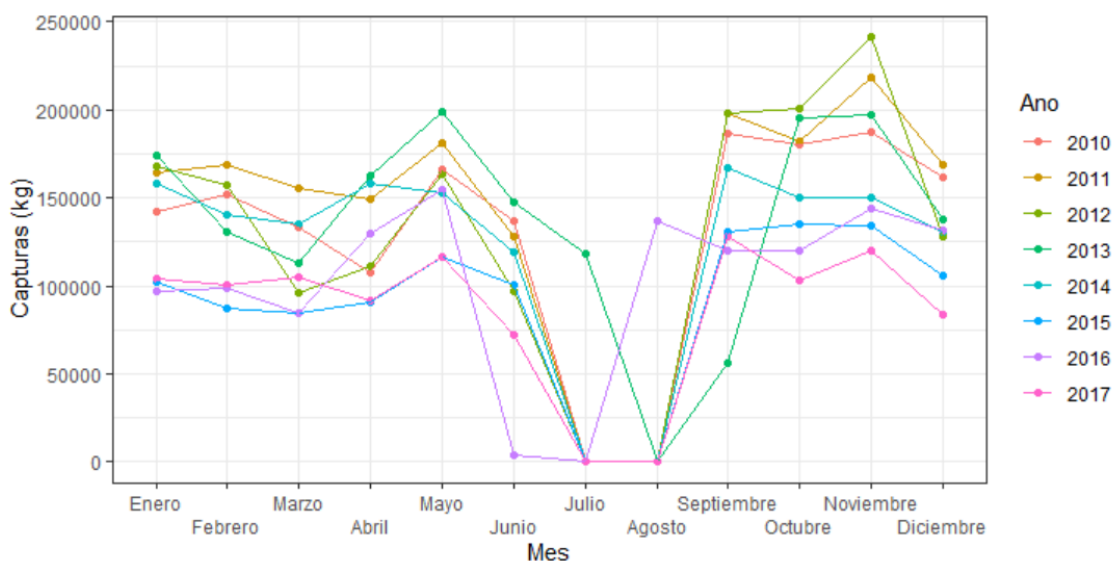


Fig 14: Capturas mensuales de arrastre entre 2010 y 2017.

La figura 14 muestra las capturas de arrastre para cada mes entre 2010 y 2017. Destaca la desaparición de capturas en julio y agosto debido a la parada biológica anual. Sin embargo, esta veda no se realizó siempre durante los mismos meses. En 2013 la parada tuvo lugar entre el 15 de julio y el 15 de septiembre aproximadamente, mientras que en 2016 la actividad pesquera cesó durante junio y julio.

El gráfico de cajas de las capturas medias anuales (Fig 15) muestra una tendencia descendente desde 2011 hasta 2017. Los años con mayor variabilidad de capturas fueron 2012 y 2013, mientras que en 2014 y 2017 las capturas parecen más estables. Existen dos valores atípicos. El primero de ellos, en 2011, corresponde a un pico de capturas en el mes de noviembre. El segundo se registró en junio de 2016, con un volumen de capturas extremadamente bajo. Esto podría deberse a que la veda comenzó el viernes 3 junio, permitiendo a los trabajadores terminar su semana laboral antes del paro estival.

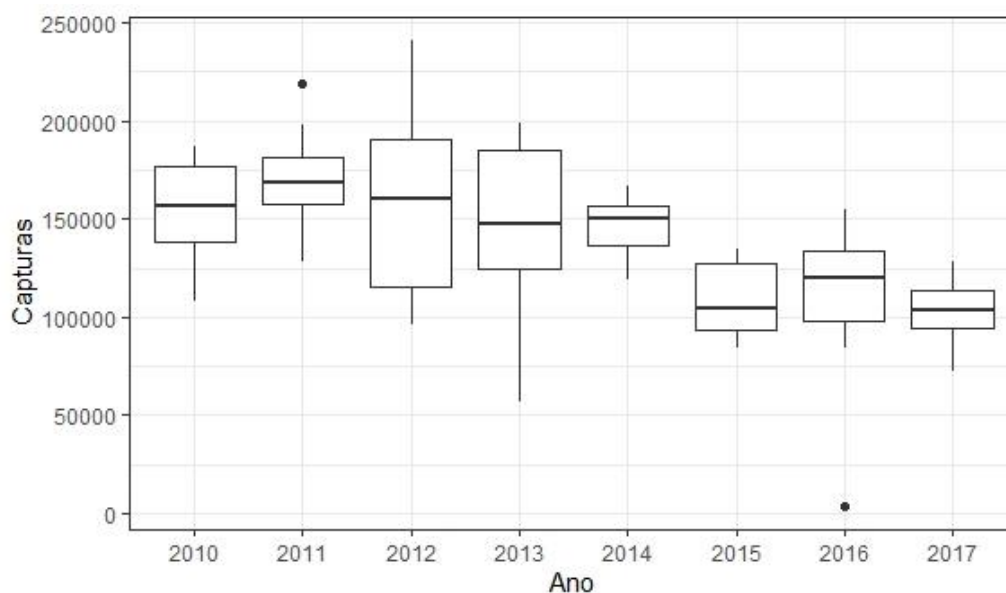


Fig 15: Gráfico de cajas de capturas anuales y media.

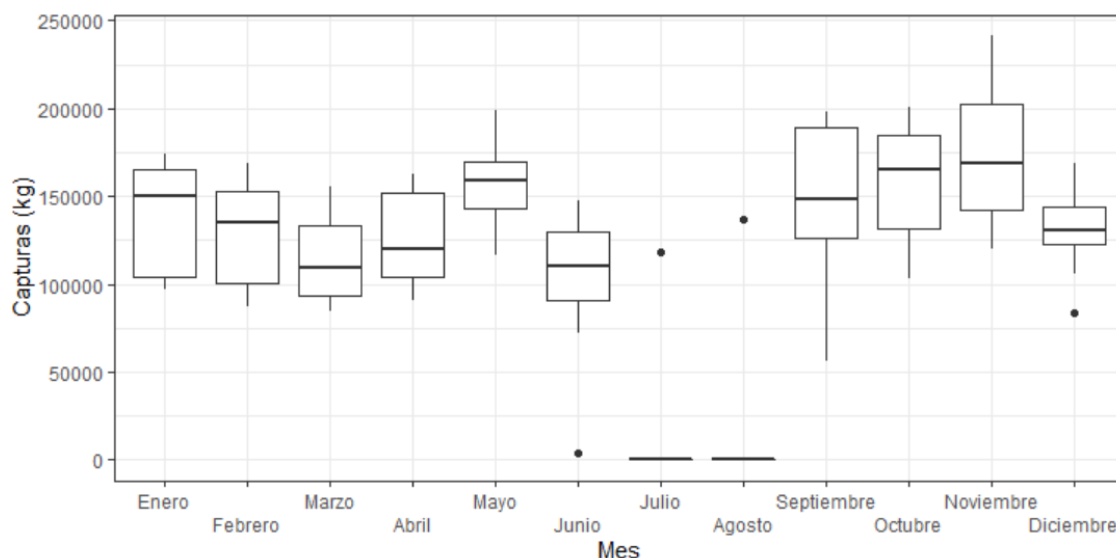


Fig 16: Gráfico de cajas de capturas mensuales y media.

En cuanto a la variación mensual de capturas (Fig 16), se observa una tendencia decreciente durante los primeros meses del año, seguida de un aumento durante abril y mayo. Tras la parada biológica, las capturas medias mensuales aumentan hasta el mes de diciembre, en el cual se produce un descenso. A excepción de mayo, junio y diciembre, el resto de meses presentan una variación de capturas moderada. En los meses de julio y agosto solo aparece una línea, que representa el único valor de capturas para estos meses en los años 2013 y 2016 respectivamente.

Para determinar si las variables Mes y Año influyen realmente en las capturas de esta modalidad, se ha realizado el análisis ANOVA mediante un modelo aditivo. La tabla ANOVA obtenida (Fig 17) muestra cómo ambas variables afectan significativamente a las capturas, por tanto las diferencias de media de capturas entre distintos años y distintos meses son significativas.

#### Analysis of Variance Table

Response: Capturas

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Ano	7	4.8238e+10	6891076374	10.8986	6.347e-09	***
Mes	11	3.7149e+10	3377215517	5.3412	6.534e-06	***
Residuals	63	3.9834e+10	632292798			

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fig 17: Resultado tabla ANOVA para modelo lineal de capturas de arrastre obtenida con Rstudio.

La validación del modelo ANOVA para el arte de arrastre muestra que los resultados son fiables. La distribución de los datos se ajusta a la normalidad (Fig 18) y la distribución de los valores residuales y ajustados es correcta.

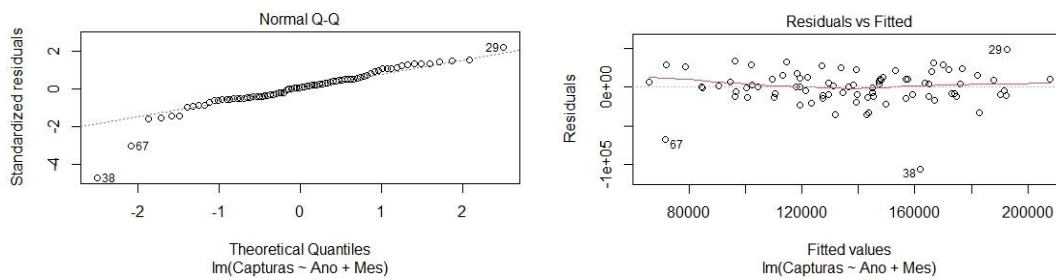


Fig 18: Gráfico de distribución normal de datos (izquierda). Distribución de valores residuales (derecha).

### Modalidad de trasmallo:

A diferencia de otras modalidades de pesca, aquellas catalogadas como “artes menores” no deben realizar ningún paro biológico durante el año. La actividad pesquera de esta modalidad se mantiene durante todo el año (Fig 19). El único mes para el cual no se registraron ventas en lonja fue octubre de 2013.

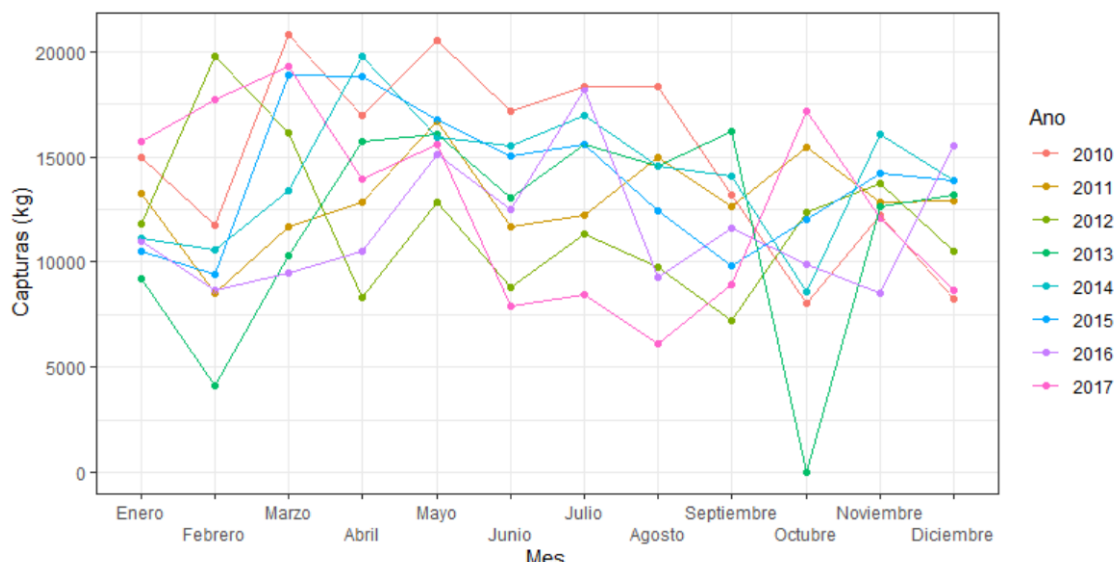


Fig 19: Capturas mensuales de trasmallo entre 2010 y 2017.

La captura media anual no presenta grandes diferencias en el período estudiado (Fig 20). Entre 2011 y 2017 este valor se sitúa entre 10.000 y 15.000kg, siendo ligeramente superior en 2010. Esto podría indicar que el factor año no afecta al volumen de capturas. A nivel mensual (Fig 21), la diferencia entre las medias es moderada. Las capturas medias mensuales oscilan entre 10.000 y 15.000 kg en 10 meses. Mayo y julio presentan medias ligeramente superiores. La variabilidad de capturas mensuales queda reflejada en el tamaño de las cajas y la existencia de valores atípicos. Mayo y noviembre son los meses con menor variabilidad de capturas, aunque en ambos casos se han registrado máximos y/o mínimos bastante alejados de la tendencia general. Por el contrario, la mayor variabilidad de capturas se registró en los meses de marzo.

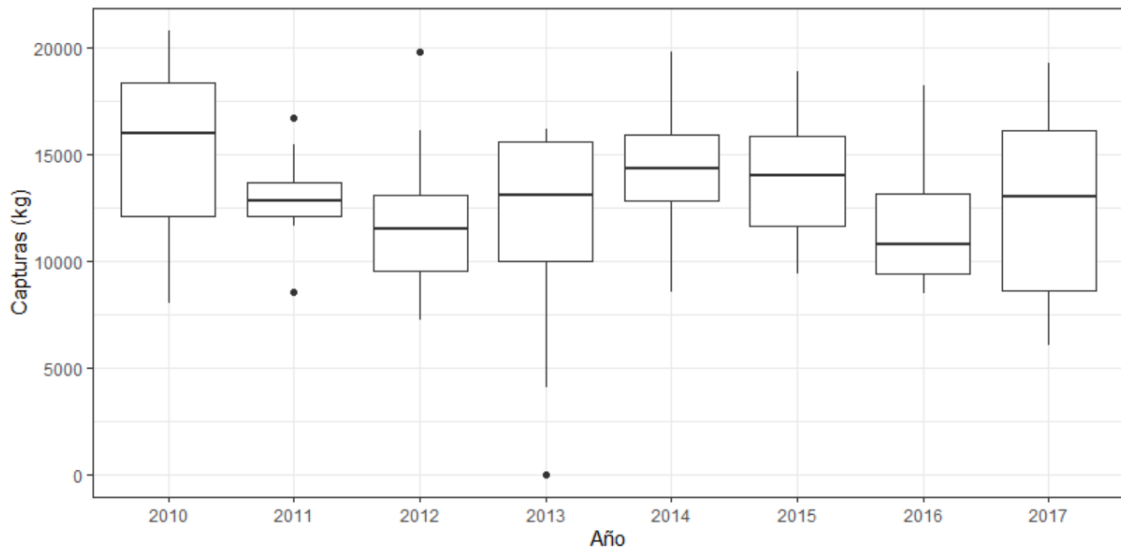


Fig 20: Gráfico de cajas de capturas anuales y media.

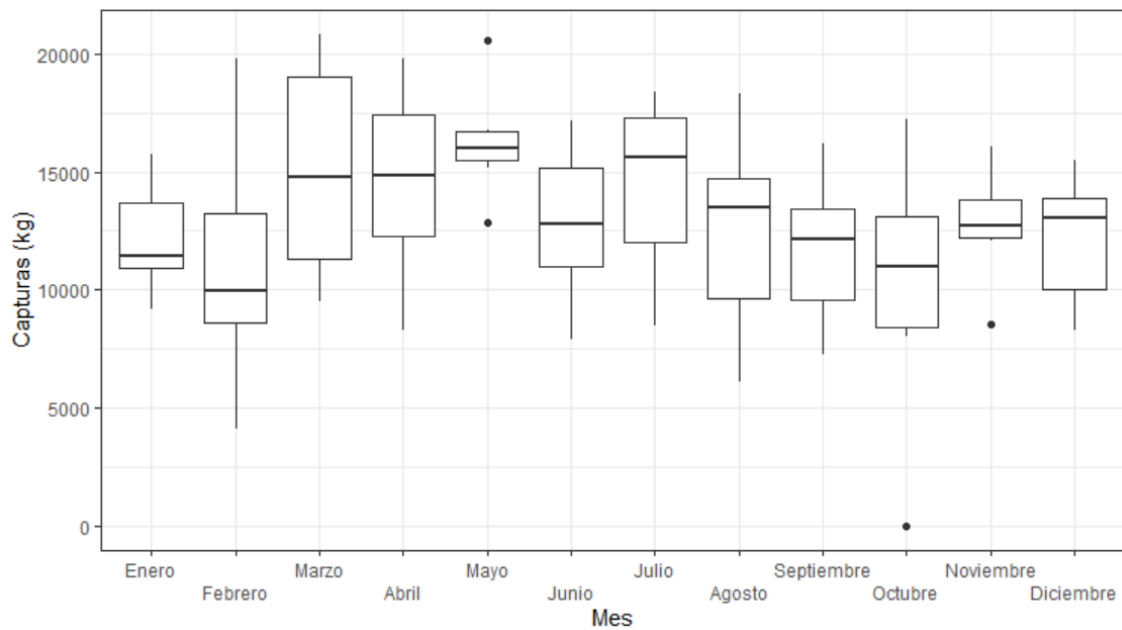


Fig 21: Gráfico de cajas de capturas mensuales y media.

Para saber si estas variaciones son estadísticamente significativas o no se ha utilizado el método ANOVA, planteando un modelo aditivo en el que las variables Año y Mes no tienen interacción. Los resultados (Fig 22) demuestran que no hay relación estadísticamente significativa entre las variables Año y Mes, y las Capturas, es decir, las capturas no están determinadas por el año o el mes.

## Analysis of Variance Table

Response: Capturas

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Ano	7	135562161	19366023	1.5326	0.16891
Mes	11	258068257	23460751	1.8567	0.05865
Residuals	77	972971691	12635996		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Fig 22: Resultado tabla ANOVA para modelo lineal de capturas de trasmallo obtenida con Rstudio.

Finalmente, en el gráfico de cuantiles (Fig 24) vemos que nuestros datos cumplen la condición de normalidad, permitiéndonos aceptar los resultados de ANOVA.

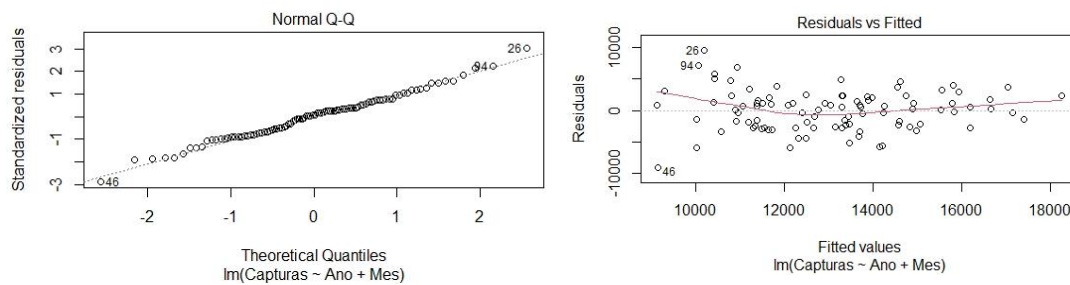


Fig 24: Gráfico de distribución normal de datos (izquierda). Distribución de valores residuales (derecha).

### 3.2 Determinación de especies más abundantes y económicamente rentables

#### Resultados globales

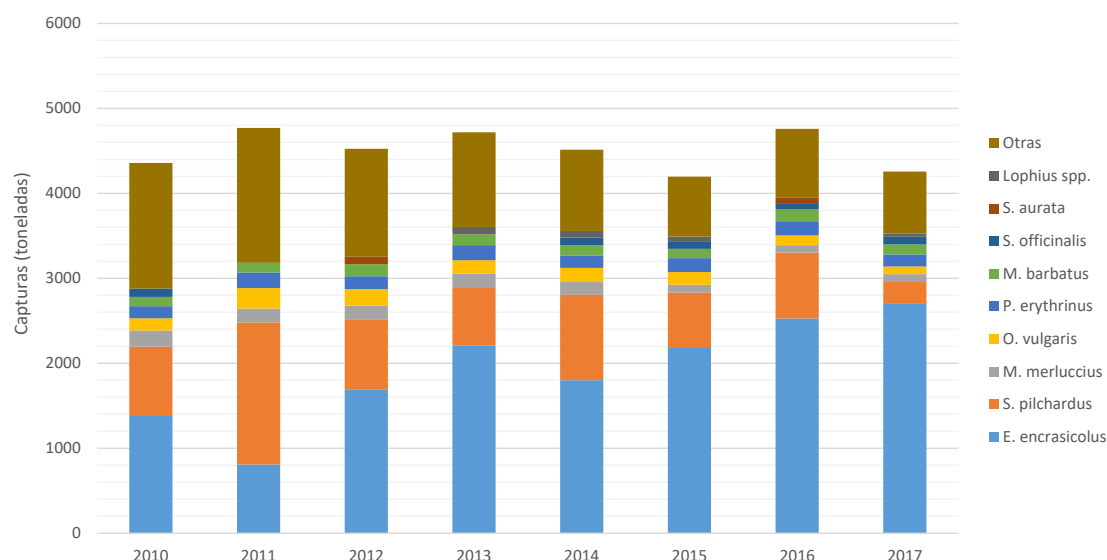


Fig 25: Capturas anuales de las especies más abundantes.

La figura superior (Fig 25) muestra las capturas anuales. Se han representado las 10 especies más abundantes de cada año, el resto de especie se engloban en el grupo “Otras”. Las capturas anuales oscilan entre 4.000 y 5.000 toneladas. 2011 fue el año con mayor captura, con un total de 4.770.946 kg, mientras que la captura más baja (4.195.654 kg) se registró en 2015.

Los pequeños pelágicos (boquerón y sardina), capturados principalmente en la modalidad de cerco con jareta, son las especies más abundantes, representando entre el 50,4% (año 2010) y 69,4% (años 2016 y 2017) de las capturas globales. Son a su vez las que presentan una mayor variabilidad durante el período de estudio. En 2011 se registró el mínimo de capturas de boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y el máximo de sardina (*Sardina pilchardus*), con 800 y 1700 toneladas respectivamente. Las capturas de boquerón muestran una tendencia ascendente, mientras que la sardina presenta capturas estables entre 2012 y 2016, y una disminución del 50% en 2017.

Siguen las especies demersales, procedentes, por lo general, de la modalidad de arrastre de fondo con puertas como la dorada (*Sparus aurata*) y breca (*Pagellus erythrinus*). Cada una de estas especies representa entre el 1 y el 5% de la captura anual y su distribución varía poco en los diferentes años. Por último, el resto de especies que suponen un 1% o menos del total anual se han agrupado como “Otras”. El porcentaje de estas varía entre el 33,9% en 2010 y el 17,1% en 2017, observándose una disminución de casi el 50% en el volumen de captura.

La figura 26 muestra la variación de beneficios producidos por la venta de pescado en lonja. Durante todo el período de estudio, el importe de la venta ha superado los 10 millones de euros anuales, siendo 2012 el año con el máximo beneficio, 13.948.666 €. A partir de este año observa un ligero descenso, con un mínimo de 10.893.221 € en 2015.

En cuanto a distribución de especies, su importe parece coincidir con las capturas más abundantes. La excepción es el pez espada (*Xiphias gladius*). Esta especie representa alrededor del 2% de los beneficios de ventas anuales pero sus capturas son inferiores al 1%. El ingreso máximo se obtuvo en 2012 con 357.119€. Los pequeños pelágicos (boquerón y sardina) son las especies que reportan más beneficios, entre el 37,8% en 2010 y el 49,7% en 2016. El boquerón (*Engraulis encrasicolus*) representa alrededor del 30% de las capturas globales en el período 2012 – 2017 con unos ingresos superiores a 3,5 millones de euros por año. Las especies demersales como la merluza (*Merluccius merluccius*), pulpo (*Octopus vulgaris*), salmonete (*Mullus spp.*), sepia (*Sepia officinalis*) y rape (*Lophius spp.*) representan en torno al 25% de los ingresos anuales. Las cuatro primeras generan un beneficio aproximado o superior a 500.000€ anuales. Para el rape (*Lophius spp.*), el importe se encuentra entre 260.886€ (2010) y 427.516€ (2013). La breca (*Pagellus erythrinus*) representa entre el 2,7 y el 4,2% de los ingresos anuales, sumando entre 300.000 y 450.000 euros por año. Por último, el importe de la dorada (*Sparus aurata*) no supera el 1% de cómputo anual en 2015 y 2017. Para los otros años, sus beneficios oscilan entre 250.00 y 550.000€.

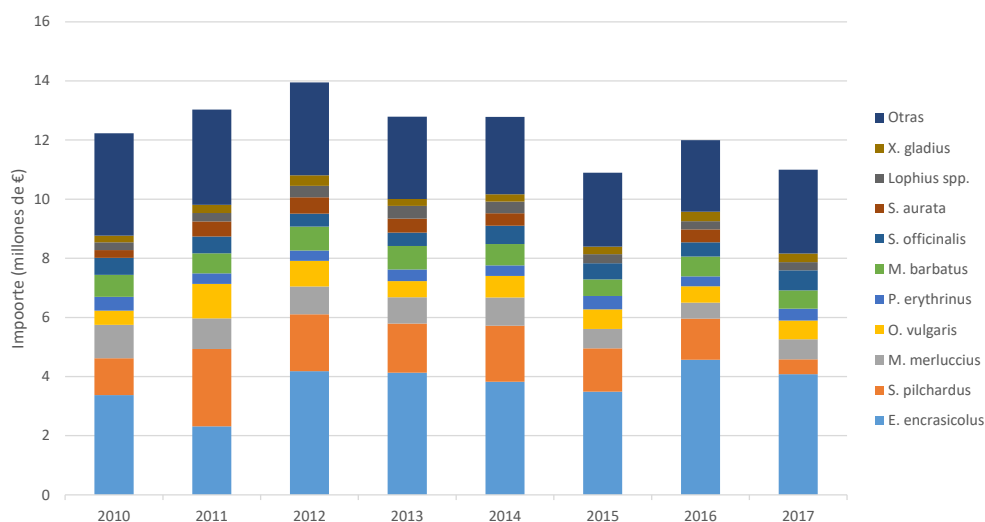


Fig 26: Beneficios producidos por la venta en lonja.

### Modalidad Red de cerco con jareta

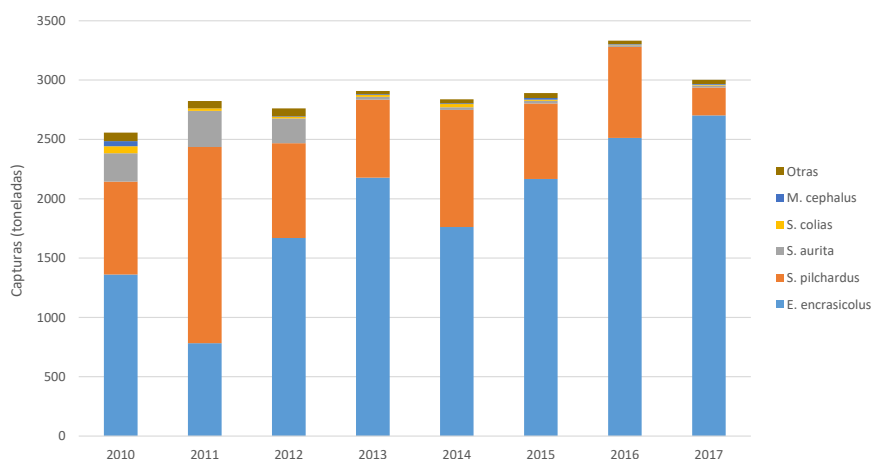


Fig 27: Capturas anuales de las especies más abundantes en la modalidad de cerco.



En la modalidad de pesca de cerco con jareta se muestran las especies cuyas capturas han sido superiores al 1% en alguno de los años (Fig 27). Las especies más abundantes son el boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*). Juntas representan más del 83% de las capturas en todos los años. Excepto en 2011, el boquerón es la especie más abundante, suponiendo hasta un 90% de las capturas en 2017. La siguiente especie es la sardina, que oscila entre los 234.167 kg en 2017 y un máximo de 1.653.618 kg en 2011. Las capturas de alacha (*Sardinella aurita*) solo son superiores al 1% en los años 2010, 2011 y 2012, aportando entre 200.000 y 300.000 kg al cómputo anual. El estornino (*Scomber colias*) y la lisa (*Mugil cephalus*) representan un 2,34 y 1,64% de las capturas en el año 2010 con 59.715 y 41.950 kg respectivamente. En los siguientes años son inferiores al 1%. El resto de especies se han agrupado bajo el nombre de "Otras". Sus capturas tienen un máximo de 72.255kg en 2010 y un mínimo de 27.300kg en 2013. En ningún caso, este grupo supera el 2,8% anual.

La facturación de las ventas de cerco (Fig 28) supone casi la mitad del beneficio de la Cofradía, estando muy cerca o por encima de los 5 millones de euros anuales. El importe máximo se registró en 2012 con 6.382.219€. El año con menor facturación fue 2017 con 4.824.527€.

La especie que reportó más beneficios fue el boquerón (*Engraulis engrasicolus*), siendo la primera en todos los años excepto en 2011, con un mínimo de 2,28 millones de euros. En el resto de años el beneficio de esta especie supera los 3 millones de euros anuales, suponiendo hasta un 84% de los ingresos (2016). La segunda especie en facturación es la sardina (*Sardina pilchardus*), con un promedio de 1,5 millones al año. La facturación cae hasta 500.000€ en 2017, coincidiendo con un descenso de sus capturas. Estas dos especies suponen más del 90% de los beneficios de esta modalidad de pesca, llegando al 97,9% en 2016 con 5,9 millones de euros. La alacha (*Sardinella aurita*) solo supera el 1% del importe anual en el período 2010 -2012, aportando 189.543€, 180.260€ y 131.652€ respectivamente, lo que supone entre un 2 y un 3,8% del importe facturado. La aportación económica de otras especies varía desde los 119.195€ en 2016 hasta los 269.161€ en 2015. El importe de este grupo siempre es igual o menor al 5% anual.

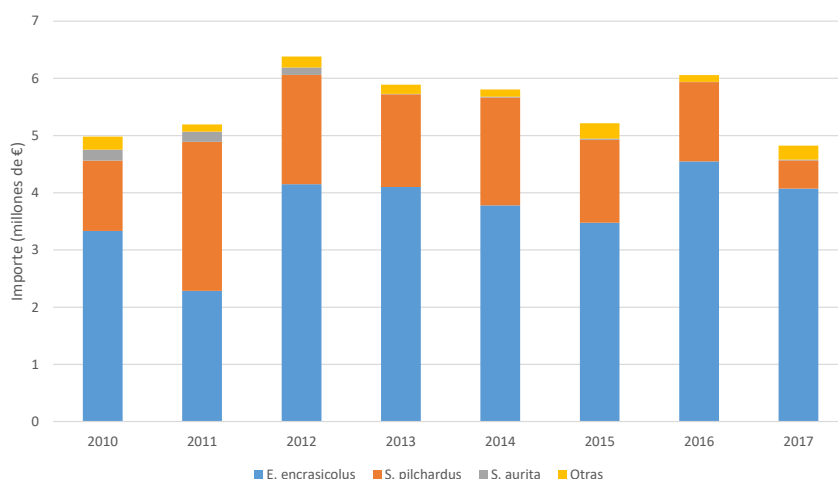


Fig 28: Beneficios producidos por la venta en lonja de las capturas de cerco.

### **Modalidad de red de arrastre de fondo con puertas**

En la modalidad de arrastre, la mayoría de las embarcaciones tienen como grupo de especies objetivo al pescado. Solo algunos barcos y, por lo general, en determinadas épocas del año, tienen como captura objetivo otros grupos como moluscos (pulpo) y crustáceos (galera, gamba, langostino).

El arrastre de fondo utiliza redes de pesca y una metodología no selectiva, por lo que la cantidad de especies capturadas es muy superior a la de otras modalidades. Cada año se han capturado más de 100 especies de las cuales solo alrededor de 15 suponen capturas superiores al 1% anual.

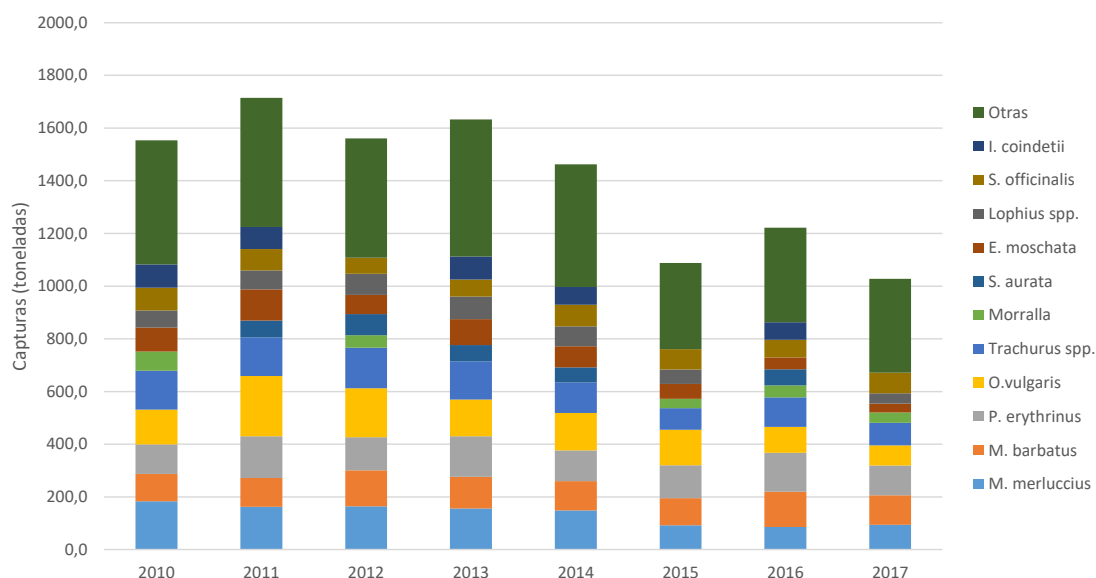


Fig 29: Capturas anuales de las especies más abundantes en la modalidad de arrastre de fondo.

A nivel general se observa un descenso en las capturas anuales (Fig 29), siendo 2017 el año con menor volumen de capturas. Las especies más abundantes han sido la merluza (*Merluccius merluccius*) y el pulpo (*Octopus vulgaris*), seguidas de la breca (*Pagellus erythrinus*), el salmonete (*Mullus barbatus*) y el jurel (*Trachurus spp.*). Entre 2010 y 2014 las capturas de merluza fueron superiores a los 140.000 kg anuales, con un máximo de 182.986kg en 2010. A partir de 2015, las capturas se redujeron en un 30% con un mínimo de 86.133kg en 2016. El pulpo también ha seguido la misma tendencia, con capturas superiores a 130.000kg hasta 2015 y un descenso en los últimos años. En 2011 se registró un máximo con 228.973kg. Pese a ser una especie semipelágica, la breca es la tercera especie más abundante. Las capturas rondan los 140.000kg anuales, excepto en 2015 y 2017 con 82.365 y 85.165kg respectivamente. Las capturas de salmonete parecen estables en toda la serie temporal, con un mínimo de 103.875kg en 2010 y un máximo de 133.185kg en 2016. Estas cuatro especies, suponen más del 30% de la captura anual en todos los años.

El jurel aporta alrededor del 8% de las capturas anuales, con un máximo de 153.988kg en 2012. El resto de especies (pulpo blanco, dorada, rape, pota, sepia) y la morralla representan entre un 3 y un 6% de las capturas anuales, entre 30.000 y 90.00kg por año y especie. Solo el pulpo blanco (*Eledone moschata*) supera los cien mil kilos en 2011 con una captura de total de 119.076kg.

La categoría "Otras" incluye todas las especies que en ningún año han estado entre las 10 más abundantes. Este grupo representa alrededor del 30% anual, con un máximo de 519.673kg en 2015.

Al igual que en las capturas, la tendencia del importe obtenido de la venta en lonja (Fig 30) disminuye a partir del 2011, año en que se registró el mayor beneficio con un total de 6,3 millones de euros. El importe mínimo se obtuvo en 2015 con un valor de venta de 4,2 millones de euros.

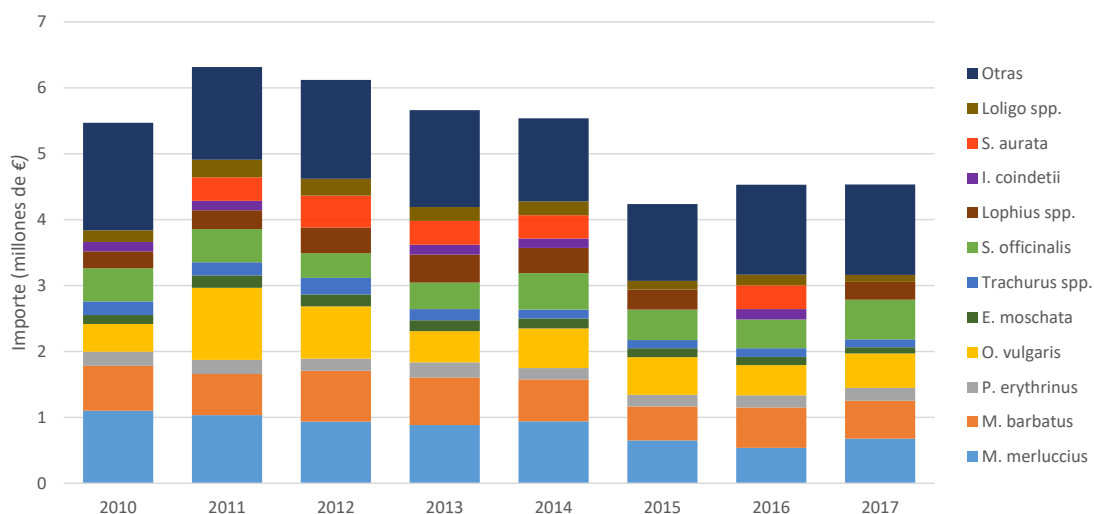


Fig 30: Beneficios obtenidos de la venta en lonja de la modalidad de arrastre de fondo.

Las especies que producen mayor beneficio son la merluza, el pulpo y el salmonete. La merluza reportó más de un millón de euros en los años 2010 y 2011. En el resto, el beneficio ha sido superior a los 500.000 euros, con un mínimo de 538.021 en 2016. El salmonete representa en todos los años entre un 10 y un 13% de las capturas, con valores entre 500.000 y 770.000€ anuales. Las capturas de pulpo superan los 500.000 euros de beneficio en todos los años exceptuando 2013, cuyo importe fue de 471.330€. El máximo beneficio se produjo en 2011 con 1 millón de euros. La siguiente especie que reporta más beneficios es la sepia con un aporte medio de 500.000 al cómputo anual. La dorada y el rape reportan entre 250.000 y 480.000 euros al año, con un máximo de 484.813€ de dorada en 2012 y 422.768€ de rape en 2013. Por su parte, el jurel, la breca, el pulpo blanco y el calamar aportan entre 100.000 y 270.000€ anuales por especie. El importe de “Otras” especies supera el millón de euros en todos los años y supone entre un 20 y un 30% de la facturación de esta modalidad.

### **Modalidad Trasmallo**

Es la primera modalidad conocida como “artes menores” en cuanto a volumen de capturas. La tendencia global de capturas es irregular (Fig 31), pero en todos los años se han superado los 140.000kg, con un máximo de 180.685kg en 2010. La gran cantidad de especies capturadas demuestra la baja selectividad de este arte. Sin embargo, podemos determinar las especies más abundantes: breca (*Pagellus erythrinus*) y pulpo (*Octopus vulgaris*).

Las mayores capturas de pulpo se producen durante los meses de julio y agosto, donde algunas embarcaciones cambian las redes de trasmallo por trampas, llamadas cadufos, diseñadas para la captura de pulpo. En este período las capturas suelen llegar a los 10.000kg mensuales, lo cual reporta un importante porcentaje de la captura anual de esta modalidad. Por lo general, la Cofradía clasifica estas capturas con arte de trasmallo ya que es la modalidad de pesca a la que se dedican las embarcaciones la mayor parte del año. Únicamente existe un registro cuyo arte

de pesca está catalogado como “Trampas”, correspondiente al año 2017, con una captura de 7.985kg de pulpo.

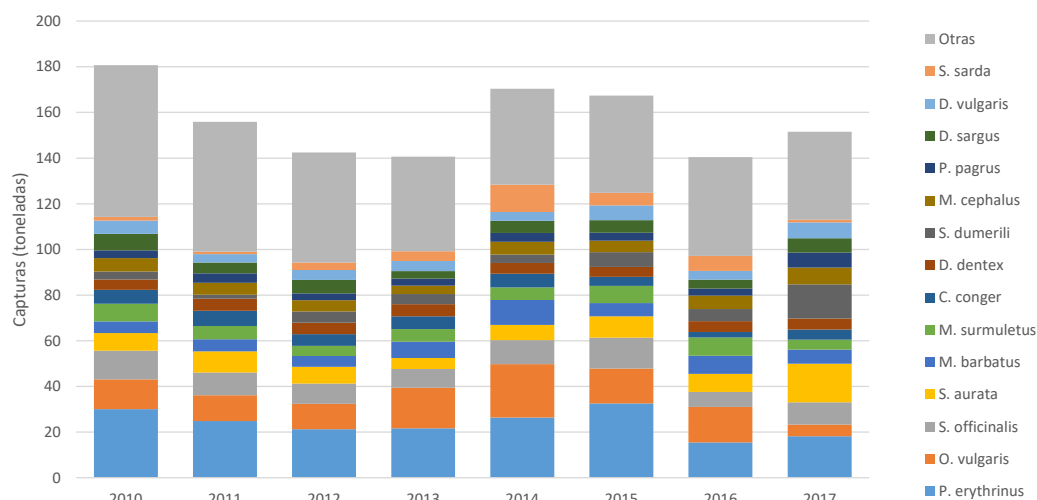


Fig 31: Capturas anuales de las especies más abundantes en la modalidad de trasmallo.

Las capturas de breca aportan entre 20 y 30.000kg, aunque en 2016 y 2017 fueron de 15.000 y 18.000kg respectivamente. En todos los años, esta especie supone más de un 10% de la captura. Las capturas de pulpo oscilaron entre 11.000 y 23.000kg, con un máximo de 23.327kg en 2014. El mínimo se registró en 2017 con 5.170kg, un 60% menos que el año anterior. La siguiente especie más abundante es la dorada (*Sparus aurata*), con capturas superiores a 5.000kg excepto en 2013 (4.773kg). En 2017 se registró el máximo de capturas con 16.868kg. En resto de especies que aparecen en el gráfico suponen entre un 2% y un 6% del monto anual, aportando entre 2.000 y 6.000kg al año. Algunas especies tuvieron máximos de captura por encima de lo habitual: 10.927kg de salmonete de fango (*Mullus barbatus*) en 2014, 12.021kg de bonito (*Sarda sarda*) en 2015 y 15.041kg de pez limón (*Seriola dumerili*) en 2017. Por último, la categoría “Otras” agrupa las especies (65 aproximadamente) cuya captura supone, en la mayoría de los años menos del 1%. Sin embargo, el conjunto de estas especies representa un tercio de la captura total, con un máximo de 66.390kg en 2010.

En cuanto al importe obtenido de la venta en lonja, los beneficios de la captura de trasmallo rondan el millón de euros al año (Fig 32). Esto supone un 10% o menos del importe anual de la Cofradía.

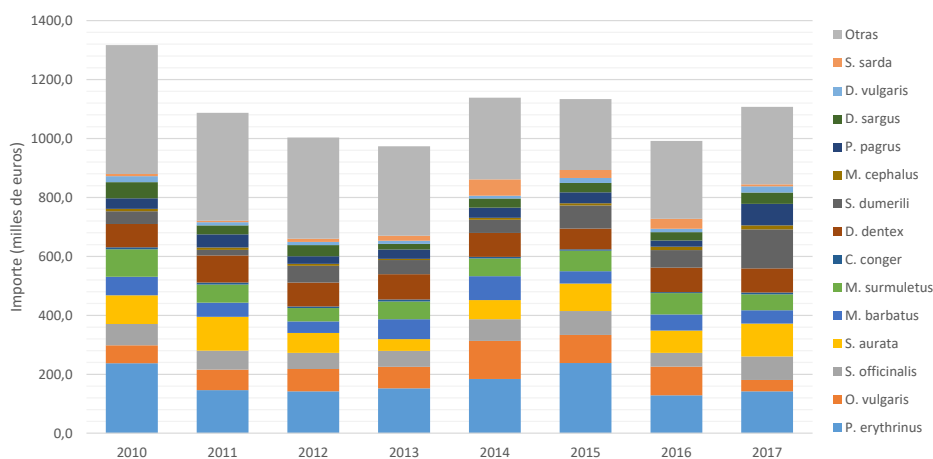


Fig 32: Beneficios obtenidos de la venta en lonja de trasmallo.

Al igual que en las capturas, la categoría “Otras” es el grupo que reporta más beneficio, un 30%, con un máximo de 437.309€ en 2010 y un mínimo de 240.640€ en 2015. La breca (*Pagellus erythrinus*) es especie que genera más dinero en lonja con más de 100.000€ anuales y superando los 200.000€ en 2010 y 2015. El dentón (*Dentex dentex*) es la especie cuyo importe se mantiene más estable y representativo en todos los años. Reporta unos 80.000€ anuales y supone en torno al 7%. Le sigue el pulpo (*Octopus vulgaris*) con más de 60.000€ al año durante todo el período excepto en 2017, cuando obtuvo 38.669€ de ventas. 2014, fue el año más abundante en capturas y también en beneficios, con un máximo de 128.701€. La cuarta especie que reporta más beneficios es la dorada, superando los 65.000€ casi todos los años. En 2011 y 2017 se facturaron más de 100.000€. La sepia (*Sepia officinalis*) y los salmonetes (*Mullus spp.*) facturan entre 40.000 y 80.000€ anuales, con un máximo de 93.408€ de salmonete de roca (*Mullus surmuletus*) en 2010. Por su parte pez limón (*Seriola dumerili*), el pargo (*Pagrus pagrus*) y el sargo (*Diplodus sargus*) facturan entre 20.000 y 60.000€ al año, alcanzándose los 132.681€ de pez limón y 72.816kg de pargo en 2017. El bonito (*Sarda sarda*) presenta una gran variabilidad, reportando un mínimo de 4.600 euros en 2011 y un máximo de 55.000€ en 2014. Las especies que reportan menos de 21.000€ anuales son la mojarra (*Diplodus vulgaris*), el congrio (*Conger conger*) y la lisa (*Mugil cephalus*). La mojarra alcanza los 20.000€ en 2010 y 2017, el resto de años su beneficio se sitúa en torno a 10.000€. Por su parte el congrio y la lisa generan menos de 10.000€ de venta en lonja en todos los años, excepto la lisa en 2016 y 2017, con unos beneficios de 11 y 13.000€ respectivamente.

### **Modalidad de Palangre**

Esta modalidad representa una pequeña parte de la actividad pesquera de la Cofradía. Sus capturas suponen entre un 1 y un 2% del total anual, siendo siempre inferiores a las 80 toneladas (Fig 33). La tendencia general de capturas muestra un rápido descenso entre los años 2011 – 2013 y su posterior recuperación, llegando a los 69.000 kg en 2017.

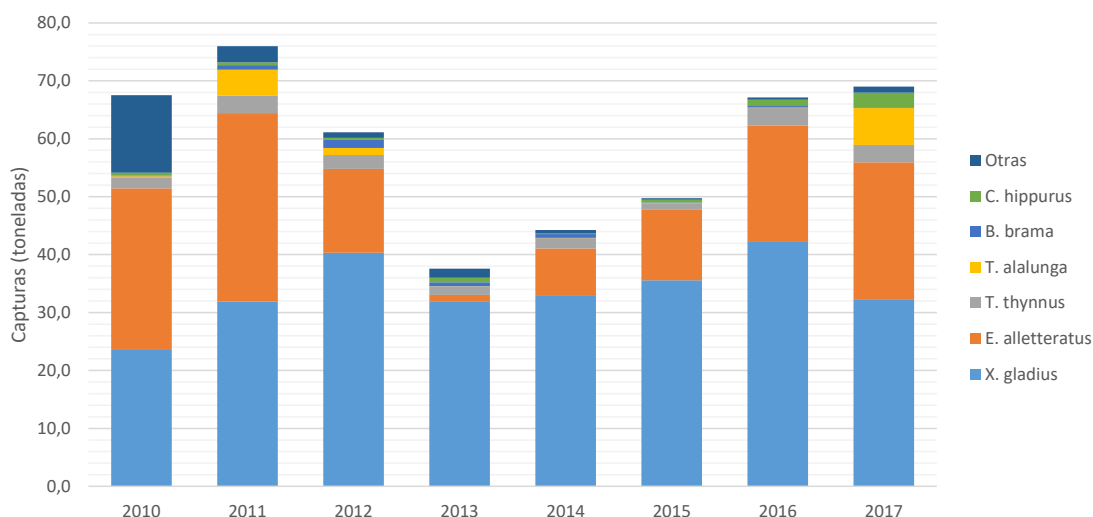


Fig 33: Capturas anuales de la modalidad de palangre.

La especie objetivo de esta modalidad es el pez espada (*Xiphias gladius*), que es a su vez la especie más capturada en el período 2012 – 2017. Durante los dos primeros años la especie más abundante fue la bacoreta (*Euthynnus alletteratus*), suponiendo el 40% de la captura total. Las capturas de pez espada oscilan entre el 30 y el 85% de las capturas anuales, coincidiendo este

máximo porcentaje con el año en que las capturas fueron más bajas, 2013. La bacoreta es la especie cuyas capturas anuales son más variables. En 2013 se capturaron 1.092kg, mientras que en 2011 se superaron los 30.000kg. La tercera especie más abundante es el atún (*Thunnus thynnus*), con capturas cercanas o superiores a los 1.000kg anuales. El resto de especies presentes en el gráfico tienen capturas iguales o inferiores a una tonelada y por lo general representan menos del 1%. Destacan los 4.452 (5,8%) y 6.362kg (9,2%) de bacora (*Thunnus alalunga*) en 2011 y 2017 y los 2.537kg (3,7%) de lampuga (*Coryphaena hippurus*) en 2017. Por su parte la japuta (*Brama brama*) superó el 1% de capturas anuales en los años 2011, 2012 y 2013, con un máximo de 1.456kg en 2012. El resto de especies reportaron menos de 3 toneladas a la captura total, a excepción del año 2010 con 13.375kg.

En cuanto al importe obtenido en esta modalidad (Fig 34), vemos como el pez espada (*Xiphias gladius*) es la especie que reporta mayores beneficios, entre 225.000 y 354.000€. Esta especie supone más del 50% de la facturación directa de este arte, llegando al 86% en 2013. Pese al volumen de capturas, el valor de venta de la bacoreta (*Euthynnus alletteratus*) es muy inferior. El importe mínimo se registró en 2013 con 2.900€. El resto de años ha sido superior a 20.000€, alcanzando un máximo de 85.000€ en 2017. Por su parte el atún (*Thunnus thynnus*) representa alrededor del 7% del importe anual, con una facturación que oscila entre los 11.000 y los 37.000 euros anuales. El resto de especies que muestra el gráfico aportan, por lo general, menos de 10.000€. La bacora (*Thunnus alalunga*) supera los 25.000€ de beneficio en 2011 y 2017, mientras que la llampuga (*Coryphaena hippurus*) alcanza los 13.000€ en 2017. Las ventas de japuta (*Brama brama*) superan los 1.000€ en el período 2011 – 2016. La aportación del resto de especies, únicamente parece significativa en los primeros años. En 2010 supone el 30% del importe con 136.121€. En 2011 y 2012 estas especies aportaron 23.000 y 10.000€ respectivamente, suponiendo el 5,5 y 3,3% del importe anual. En los años siguientes, el beneficio de su venta fue inferior a 5.000€/año y menor al 1%.

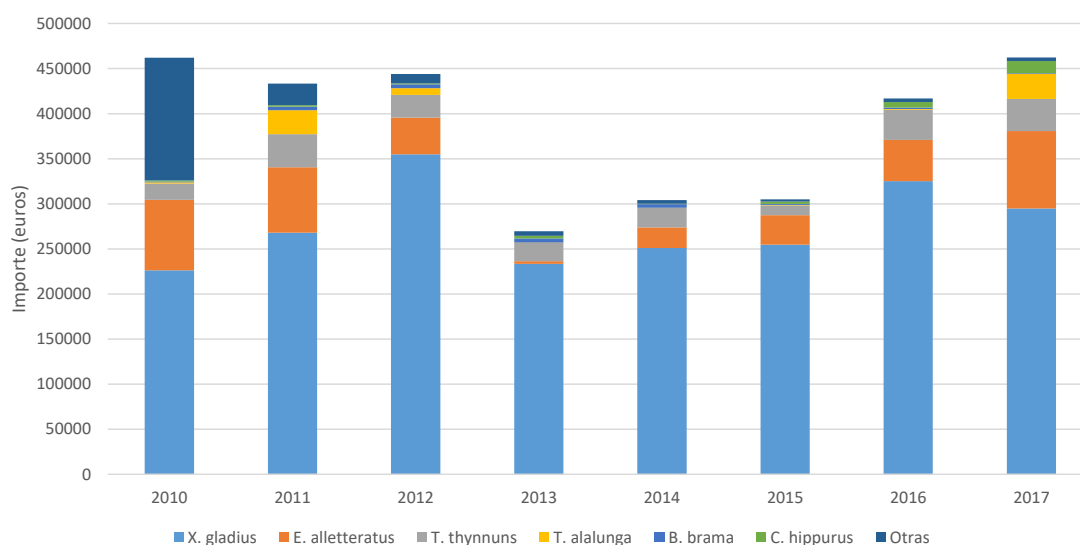


Fig 34: Beneficios obtenidos de la venta en lonja de palangre.

### **Análisis de las diferencias entre datos globales y modalidad de pesca**

Con el fin de saber si existen diferencias entre las capturas globales y las capturas por arte de pesca, se han comparado las especies más abundantes. Para ello se han seleccionado las modalidades de pesca que reportan más capturas: cerco con jareta y arrastre de fondo con puertas. No parece tener mucho sentido incluir en esta comparativa las modalidades de palangre y trasmallo, pues sus capturas representan únicamente el 5% de la captura total anual. Además, sus grupos de especies objetivo son distintos a aquellos que representan mayores capturas: pequeños pelágicos (objetivo de la pesca de cerco) y especies demersales/bentónicas (objetivo de la pesca de arrastre).

#### **Capturas globales vs. Capturas de cerco.**

La pesca de cerco tiene dos especies objetivo, el boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*). Gracias a la tecnología e instrumentos utilizados en esta modalidad, la selectividad es muy alta. Por este motivo, más del 90% de las capturas de cerco corresponden a estas especies. Además, el número de especies capturadas se reduce notablemente. Las capturas de esta modalidad representan casi en su totalidad las capturas anuales de pequeños pelágicos.

La tabla 2 muestra, para el boquerón, las capturas globales, capturas con cerco, diferencia entre ambas y el porcentaje del total que representan las capturas de cerco. En todos los años el boquerón procedente de la pesca de cerco supone más del 96% de la captura total.

Tabla 2: Comparativa de las capturas de *E. encrasicolus* y porcentajes.

Año	<i>Engraulis encrasicolus</i>			
	Captura global (kg)	Captura cerco (kg)	% Captura global	Diferencia (kg)
2010	1390055	1360911	97,9	29144
2011	807360	782180	96,9	25180
2012	1688150	1669242	98,9	18908
2013	2206859	2177314	98,7	29545
2014	1799679	1761051	97,9	38628
2015	2179245	2167118	99,4	12127
2016	2526970	2512983	99,4	13987
2017	2708190	2702137	99,8	6052

En cuanto a la sardina (Tabla 3), los resultados son similares. Las capturas procedentes de la modalidad de cerco suponen entre 94,9 y el 98,8% del global.

Tabla 3: Comparativa de las capturas de *S. pilchardus* y porcentajes.

Año	<i>Sardina pilchardus</i>			
	Captura global (kg)	Captura cerco (kg)	% Captura global	Diferencia (kg)
2010	804997	782930	97,3	22067
2011	1673711	1653618	98,8	20093
2012	823568	799246	97,0	24322
2013	690210	657580	95,3	32630
2014	1005839	987374	98,2	18465
2015	651336	635258	97,5	16078
2016	777219	766530	98,6	10688
2017	246838	234168	94,9	12670

### Capturas globales vs. Capturas de arrastre

A nivel global, tras los pequeños pelágicos, las especies más abundantes son la merluza (*Merluccius merluccius*), el pulpo (*Octopus vulgaris*), la breca (*Pagellus erythrinus*) y el salmonete de fango (*Mullus barbatus*), lo que supone entre un 10 y un 14% de las capturas anuales. Estas especies se capturan principalmente mediante arrastre de fondo y representan un tercio de las capturas de esta modalidad. En la pesca de arrastre las capturas de boquerón y sardina no superan el 5% en ningún año, por este motivo la distribución de especies global es distinta a la distribución de especies capturadas con red de arrastre.

La tabla 4 muestra las capturas anuales de merluza, pulpo, breca, salmonete, sepia, dorada y rape, las capturas con red de arrastre, la diferencia entre ambas y el porcentaje del total que suponen las capturas de arrastre.

Esta modalidad proporciona el 99% de la captura anual de merluza y rape (excepto en 2010 para la merluza), y más del 90% de salmonete en todos los años de estudio. El pulpo y la sepia aportan entre el 80 y 90% de la captura anual. Las capturas de breca suponen alrededor del 80% anual. La dorada es la especie que presenta una mayor variabilidad. En 2012 las capturas de arrastre fueron el 90% de la captura anual, mientras que en 2010 tan solo el 39,4%. Estas diferencias se deben a que otras modalidades también han capturado cantidades considerables. En 2010, el 36% de la dorada se capturó con artes de cerco, mientras que en 2017 el 45% fue capturado con barcos de trasmallo.

Concluimos que la distribución de especies capturadas en cada arte es diferente a la distribución anual. La modalidad de cerco es la más selectiva ya que más del 90% de la captura se corresponde con las especies objetivo, boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y sardina (*Sardina pilchardus*). Pese a no ser selectiva, la pesca de arrastre supone el más del 30% de las capturas globales con un grupo reducido de especies: *Merluccius merluccius*, *Pagellus erythrinus*, *Octopus vulgaris*, *Mullus barbatus* y *Sepia officinalis*. El trasmallo y el palangre tienen un volumen de capturas mucho menor y por tanto su aportación al cómputo global es baja, solo un 5%.



Tabla 4: Comparativa de las capturas de arrastre y porcentajes

Especie	Año	Captura global (kg)	Captura arrastre (kg)	% Captura global	Diferencia (kg)
<i>Merluccius merluccius</i>	2010	188753	182987	96,9	5766
	2011	162629	161993	99,6	636
	2012	164694	164352	99,8	342
	2013	157160	155774	99,1	1386
	2014	150461	148973	99,0	1488
	2015	93185	92529	99,3	656
	2016	86352	86133	99,7	219
<i>Octopus vulgaris</i>	2010	145378	132272	91,0	13106
	2011	240342	228974	95,3	11368
	2012	196716	185626	94,4	11090
	2013	157373	139651	88,7	17722
	2014	165836	142509	85,9	23327
	2015	149662	134402	89,8	15260
	2016	114197	98588	86,3	15609
<i>Pagellus erythrinus</i>	2010	143377	112069	78,2	31308
	2011	183104	158129	86,4	24975
	2012	151694	126293	83,3	25401
	2013	178286	153740	86,2	24546
	2014	143247	116184	81,1	27063
	2015	164426	125215	76,2	39212
	2016	166026	147706	89,0	18320
<i>Mullus barbatus</i>	2010	108967	103875	95,3	5092
	2011	115290	110022	95,4	5268
	2012	140750	136032	96,6	4719
	2013	127746	120612	94,4	7135
	2014	121956	111029	91,0	10927
	2015	108175	102378	94,6	5797
	2016	141092	133185	94,4	7906
<i>Sepia officinalis</i>	2010	98729	86180	87,3	12549
	2011	90921	81030	89,1	9891
	2012	69682	60841	87,3	8840
	2013	72274	64007	88,6	8266
	2014	93369	82796	88,7	10573
	2015	90800	77332	85,2	13468
	2016	73423	66905	91,1	6518
<i>Sparus aurata</i>	2010	36140	14227	39,4*	21913
	2011	76822	63243	82,3	13580
	2012	88841	80249	90,3	8592
	2013	72442	62007	85,6	10435
	2014	65047	57710	88,7	7337
	2015	32853	21776	66,3*	11077
	2016	68707	60383	87,9	8324
<i>Lophius piscatorius</i>	2010	65446	64890	99,1	557
	2011	72158	71853	99,6	305
	2012	79742	79561	99,8	180
	2013	87316	86404	99,0	913
	2014	75912	75258	99,1	654
	2015	55119	54773	99,4	346
	2016	45341	44672	98,5	669
2017	39688	39331	99,1	357	

### 3.3 Determinación de especies objetivo y acompañantes para cada modalidad de pesca

En 2008 la Unión Europea introdujo el concepto de “métier” en la reglamentación de pesca (IEO, 2019). Desde entonces se utiliza ampliamente tanto para estudiar como para regular la actividad pesquera. Se define como métier el grupo de operaciones de pesca dirigidas a la misma especie o grupo de especies, usando un arte similar, durante el mismo período del año y/o dentro de la misma área y caracterizado por un patrón de explotación similar (Cec, 2008).

El comité científico, técnico y económico de pesquerías de la UE (STECF) establece 9 métiers en el Mediterráneo oriental (GSA 06), de los cuales 6 de ellos están presentes en el Puerto de Castellón (tabla 5) (STECF, 2009).

Tabla 5: Métiers presentes en el Puerto de Castellón.

Tipo de red	Métier	Especies objetivo
Arrastre de fondo	OTB-DES	Especies demersales
	OTB-MDD	Especies demersales y de aguas profundas
Trasmallos	GTR-DES	Especies demersales
Trampas y cadufos	FPO	Especies demersales
Cerco	PS-SPF	Pequeños pelágicos
Palangres	LLD	Grandes pelágicos

Este organismo establece que las especies objetivo de algunos métier son las siguientes:

- Arrastre de fondo de especies demersales (OTB-DES): merluza, salmonete de fango, salmonete de roca y pulpo. Son las especies con mayor valor comercial, siendo así las especies objetivos de la flota de arrastre que opera cerca de la costa.
- Arrastre de fondo de especies demersales y aguas profundas (OTB-MDD): la gamba roja es la única especie objetivo del métier de aguas profundas. Las capturas acompañantes suelen estar formadas por merluza y rape, especies de alto valor económico. Por tanto, las especies objetivo de este métier mixto son merluza, salmonetes, pulpo y gamba, siendo el rape y la merluza especies acompañantes. Estas embarcaciones cambian la zona de pesca en función de la época del año y el mercado.
- Red de cerco (PS-SPF): debido a su alto valor económico, las especies objetivo son el boquerón y la sardina. Las especies acompañantes más comunes son el jurel, la caballa, el estornino y la alacha.
- Trasmallos\* (trammel net): las especies objetivo son sepia, salmonete de fango y lenguado.
- Trasmallos\* (gillnet): merluza, dorada, breca, lubina y besugo.

A su vez la FAO establece distintos tipos de redes de trasmallo en función de su configuración. Se pueden distinguir dos clases principales:

1. Gillnet: redes de trasmallo formadas generalmente por un paño. Pueden situarse en superficie, a media altura o sobre el fondo. Las especies objetivo pueden ser demersales o pelágicas.
2. Trammel net: redes de trasmallo formadas por tres paños.

Con el fin de determinar si las especies objetivo del puerto de Castellón, son las mismas que las establecidas por la UE, se ha realizado un análisis de ponderación en dos de las cuatro modalidades de pesca: trasmallo y arrastre.

Dada selectividad de los artes e instrumentos utilizados en el cerco y el palangre, y la especificidad de sus capturas mencionada anteriormente, se ha considerado que las especies objetivo y acompañantes de estas modalidades se corresponden con las establecidas por la Unión Europea y/o están bien definidas. Para el cerco las especies objetivo son el boquerón (*Engraulis encrasiolcus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*), siendo el jurel (*Trachurus spp.*), alacha (*Sardinella aurita*), melva (*Auxis rochei*), caballa (*Scomber scombrus*) y estornino (*Scomber colias*) especies acompañantes. En el caso del palangre, la especie objetivo es el pez espada (*Xiphias gladius*). La bacora (*Thunnus alalunga*) es la principal especie acompañante.

Para el trasmallo y el arrastre la ponderación se ha realizado con las siguientes variables: captura media anual de cada especie, precio medio anual de cada especie y número de veces que ha sido capturada.

$$Ponderación = \frac{(x \cdot \text{captura media}) + (y \cdot \text{precio medio}) + (z \cdot n^{\circ} \text{ capturas})}{100}$$

En función de la modalidad de pesca, se ha asignado un coeficiente de ponderación entre 0 y 1 a cada variable. Este valor ha sido determinado en base a la importancia o afectación que se ha otorgado a cada variable para determinar las especies objetivo.

### **Trasmallo:**

La fórmula utilizada para la ponderación ha sido la siguiente:

$$Ponderación = \frac{(0.4 \cdot \text{captura media}) + (0.4 \cdot \text{precio medio}) + (0.2 \cdot n^{\circ} \text{ capturas})}{100}$$

La tabla 6 muestra las ponderaciones mayores a 1.25 para cada especie así como el porcentaje de capturas sobre el total. Según estos resultados la sepia (*Sepia officinalis*), el salmonete de fango (*Mullus barbatus*), la dorada (*Sparus aurata*) y la breca (*Pagellus erythrinus*) se confirman como especies objetivo. Las dos especies de besugo (*Pagellus bogaraveo* y *Pagellus acarne*), han obtenido una ponderación de 0.9 y 0.7 respectivamente, y un porcentaje de captura del 1%. Con estos valores, pueden clasificarse como especie acompañante. La merluza (*Merluccius*

*merluccius*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax*), con ponderaciones de 0.7 y 0.6, y porcentajes de captura de 0.77% y 0.42% están lejos de poder considerarse especies objetivo.

Tabla 6: Resultado de las ponderaciones para la modalidad de trasmallo.

Especie	Nombres comunes	Ponderación	Porcentaje captura
<i>Pagellus erythrinus</i>	PAGELL / Breca	2,84	16,63
<i>Octopus vulgaris</i>	POLP ROQUER / Pulpo	2,33	9,48
<i>Sparus aurata</i>	ORADA / Dorada	2,11	6,08
<i>Sciaena umbra</i>	CORBALL DE ROCA / Corvallo	2,05	1,49
<i>Dentex dentex</i>	DENTOL / Denton	2,04	3,13
<i>Diplodus vulgaris</i>	VIDRIA / Mojarra	1,90	3,29
<i>Scorpaena scrofa</i>	CAP-ROIG / Cabracho	1,85	1,51
<i>Diplodus sargus</i>	SARD / Sargo	1,84	2,92
<i>Pagrus pagrus</i>	PAGRE / Pargo	1,57	2,43
<i>Mugil cephalus</i>	LLISSA / Mugil	1,56	3,69
<i>Sepia officinalis</i>	SEPIA / Sepia	1,51	5,83
<i>Seriola dumerili</i>	LETXA / Pez de limon	1,45	4,02
<i>Sarda sarda</i>	BONITOL / Bonito	1,37	3,11
<i>Mullus surmuletus</i>	MOLL DE ROCA / Salmonete de roca	1,36	3,47
<i>Rajidae</i>	RAJADES / Rayas	1,28	0,64
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	HURTA / Urta	1,27	0,46
<i>Mullus barbatus</i>	MOLL DE FANG / Salmonete de fango	1,25	4,28

El pulpo (*Octopus vulgaris*), el dentón (*Dentex dentex*), la mojarra (*Diplodus vulgaris*), el sargo (*Diplodus sargus*), el pez de limón (*Seriola dumerili*) y el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*) muestran una gran importancia, por lo que se consideran especies objetivo, con ponderaciones mayores a 1.25 y porcentaje de capturas superior al o muy próximo al 3%. El resto de especies que muestra la tabla pueden considerarse especies acompañantes.

Por tanto, tras el análisis realizado, se establecen las siguientes especies objetivo: pulpo, breca, dorada, dentón, mojarra, sargo, sepia, pez de limón y salmonetes de fango y roca.

#### **Arrastre de fondo:**

Para este arte se ha observado que, la variación de los coeficientes de ponderación provoca cambios significativos en el resultado de la misma, valores que oscilan entre 4 y 7 para las primeras especies, pero el orden de especies varía poco. Esto puede deberse al elevado número de capturas “similares”, es decir, un gran número capturas con muchas especies, pero sin grandes diferencias entre embarcaciones y meses. La gran cantidad de datos obtenida proporcionaría mayor robustez a los resultados y por tanto menor variación.

Cuatro de las especies objetivo establecidas por STECF (la merluza, el salmonete de fango, el pulpo y el rape) se encuentran entre las diez primeras (Tabla 7). Por tanto se consideran especies objetivo de la pesca de Castellón. El salmonete de roca (*Mullus surmuletus*) ha obtenido una ponderación de 3.9 pero sus capturas solo representan el 0.8%, en este caso, el principal motivo para considerarlo especie objetivo es su elevado valor económico.

Tabla 7: Resultado de las ponderaciones para la modalidad de arrastre de fondo.

Especie	Nombres comunes	Ponderación	Porcentaje captura
<i>Octopus vulgaris</i>	POLP ROQUER / Pulpo	6,88	14,74
<i>Merluccius merluccius</i>	LLUÇ / Merluza	6,46	8,29
<i>Pagellus erythrinus</i>	PAGELL / Breca	6,45	7,64
<i>Trachurus spp</i>	SORELL / Jureles	6,17	6,85
<i>Mullus barbatus</i>	MOLL DE FANG / Salmonete de fango	6,13	7,87
<i>Sepia officinalis</i>	SEPIA / Sepia	5,34	4,99
<i>Eledone moschata</i>	POLP MESQUER / Pulpo Almizclado	5,19	5,43
<i>Lophius piscatorius</i>	RAP / Rape blanco	5,03	3,79
<i>Ommastrephes spp</i>	CANANA / Volador	4,82	5,08
<i>Trisopterus minutus</i>	MOLLERA / Capellan	4,50	2,43
<i>Sparus aurata</i>	ORADA / Dorada	4,38	3,19
<i>Loligo spp</i>	CALAMARET / Calamares	4,15	4,53
<i>Trachinus draco</i>	ARANYA VERA / Escorpion	3,92	1,21
<i>Pagellus acarne</i>	BESUC BLANC / Aligote	3,89	2,11
<i>Scomber scombrus</i>	VERAT / Caballa	3,47	1,77
<i>Scomber colias</i>	BIS / Estornino del Atlántico	3,39	2,33
<i>Sardina pilchardus</i>	SARDINA / Sardina	3,10	1,7
<i>Engraulis encrasicolus</i>	ALADROC / Boqueron	2,73	1,11
<i>Boops boops</i>	BOGA / Boga	2,25	1,9

Los cefalópodos como la sepia (*Sepia officinalis*), el pulpo almizclado (*Eledone moschata*), la pota (*Ommastrephes spp.*) y el calamar (*Loligo spp.*) también se han considerado especies objetivo de esta modalidad debido a tres factores: buen resultado en la ponderación, porcentaje de capturas en torno al 5% y poca representación en otros artes.

Solo una embarcación puede incluirse en el metiér de arrastre de fondo. Sin embargo, durante las operaciones de pesca correspondientes a este metiér, la especie objetivo suele ser la cigala (*Nephrops norvegicus*), no la gamba roja (*Aristeus antennatus*) como establece el STECF. La gamba roja no es especie objetivo de ninguna de las embarcaciones del puerto de Castellón, aunque algunas la capturan como especie acompañante.

También destaca la presencia de especies pelágicas y semipelágicas entre las más abundantes y mejor ponderadas. Esto se debe a su comportamiento diurno. En el caso de la sardina y el boquerón (*Sardina pilchardus* y *Engraulis encrasicolus*) durante el día forman cardúmenes cercanos al fondo, lo que facilita su captura con red de arrastre sin embargo no son especies objetivo de esta modalidad.

Otras, como la breca (*Pagellus erythrinus*), los jureles (*Trachurus spp.*), la dorada (*Sparus aurata*) y el aligote (*Pagellus acarne*) pueden considerarse especies acompañantes, pues representan un porcentaje de capturas superior al 2% y en base a las capturas y valor económico, han obtenido una ponderación cercana o superior a 4. Estas especies suelen ser abundantes y/u objetivo de otra modalidad, el trasmallo, cuyas capturas son notablemente inferiores a las de arrastre.

Concluimos que las especies objetivo de la pesca de arrastre son merluza, salmonete de fango, pulpo, rape, sepia, pulpo almizclado, pota y calamar y la cigala en ocasiones puntuales. El resto de especies, se consideran acompañantes. En base al análisis realizado estas dos modalidades de pesca solo comparten tres especies objetivo: salmonete de fango, pulpo y sepia.

### 3.4 Análisis de la flota: relación entre capturas y embarcaciones

Con el fin de buscar una relación entre las características de las embarcaciones y sus capturas, para cada modalidad de pesca se ha realizado un análisis para determinar la correlación entre las capturas totales durante el período de estudio (2010 – 2017) y sus características. Los datos de las embarcaciones fueron facilitados por la Cofradía y contrastados con el Registro General de la Flota Pesquera del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (web: <https://servicio.pesca.mapama.es/censo/ConsultaBuqueRegistro/Buques/Search>).

Se han utilizado únicamente aquellas embarcaciones con puerto base en Castellón de la Plana y cuya actividad pesquera no se ha visto interrumpida. Las embarcaciones dadas de baja y las que han cambiado de puerto base o modalidad entre 2010 y 2017 han sido excluidas de este análisis.

Según la naturaleza de las variables, existen varios métodos para determinar la correlación. Dado que las variables Pot CV, Pot Kw y eslora total no presentan una distribución normal se ha utilizado el método de Spearman. El análisis, llevado a cabo utilizando los software R y Rstudio, ha comprendido los siguientes pasos:

- Análisis de normalidad de variables
- Representación de gráficos por pares de variables (histogramas y dispersión de puntos)
- Creación de la matriz de correlación
- Representación de las correlaciones mediante mapas de calor
- Determinación de la significancia de las correlaciones obtenidas

Según el valor de las correlaciones se han establecido 3 tipos: correlación leve, entre 0,1 y 0,3; correlación moderada, entre 0,3 y 0,5; correlación alta, entre 0,5 y 1.

#### **Modalidad de arrastre de fondo con puertas:**

Se han incluido en este análisis un total de catorce embarcaciones cuyas características quedan recogidas en la tabla 8:

Tabla 8: Listado de embarcaciones de arrastre y sus características.

Cod barco	Captura	Eslora total	Pot CV	Pot kW	GT	TRB	CPUE
535	749667,58	27,08	500	367,75	88,36	72,14	472,68
512	916681,79	26,20	500	367,75	138,58	89,34	577,98
501	714908,31	28,00	430	316,26	131,52	61,73	450,76
112	631008,10	24,97	270	198,58	103,54	40,21	397,86
546	844262,31	24,26	400	294,20	72,00	57,02	532,32
116	845645,64	23,35	450	330,97	65,41	40,52	533,19
500	582557,57	27,00	500	367,75	126,48	100,47	367,31
514	1045720,66	27,20	500	367,75	113,00	75,37	659,34
125	589708,67	23,00	320	235,36	65,38	37,25	371,82
145	392216,27	18,12	90	66,02	35,40	19,99	247,30
134	789025,57	25,02	244	179,46	108,39	43,30	497,49
806	398844,17	24,98	400	294,20	103,84	45,42	251,48
102	764417,76	21,77	500	367,75	52,40	48,63	481,98
141	596602,74	23,00	410	301,55	70,27	48,26	376,17

La figura 35 muestra en la diagonal los histogramas para cada variable. En la parte inferior están representados los diagramas de dispersión de puntos por pares de variables, y la parte superior muestra las correlaciones entre variables.

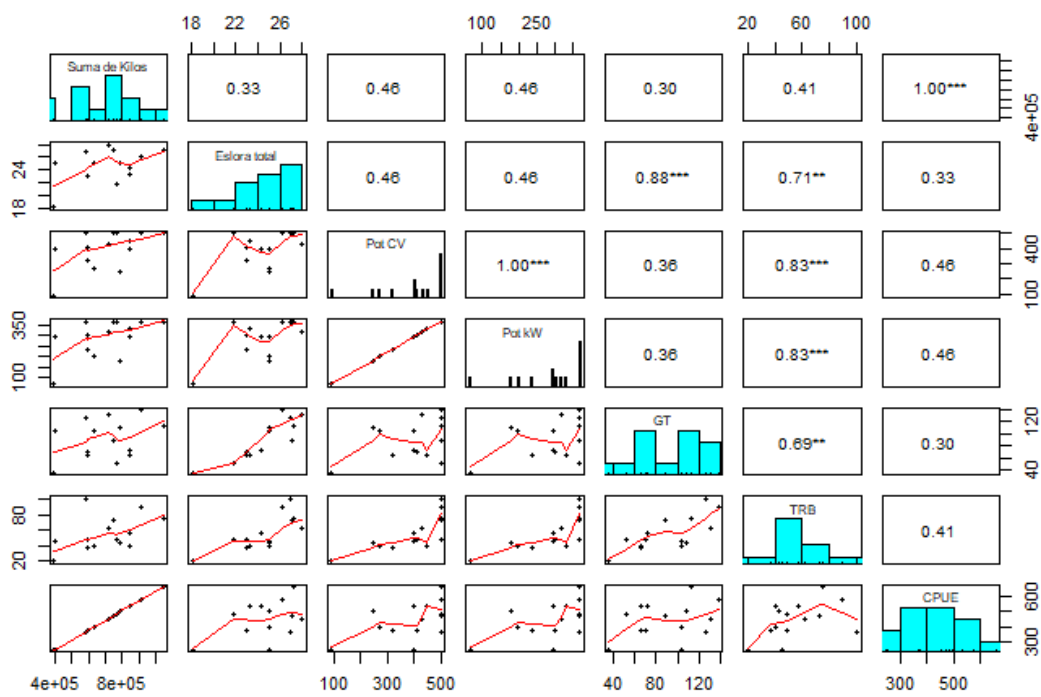


Fig 35: Matriz de correlaciones, histogramas y diagramas de puntos para la modalidad de arrastre.

En el mapa de calor (Fig 36) se observan correlaciones de una forma más intuitiva. Las correlaciones máximas (1.00) entre capturas y CPUE, y Potencia (CV) y Potencia (kW) se deben a que estos pares de variables representan la misma información pero con distintas unidades, por tanto los valores son equivalentes y las correlaciones máximas. Las correlaciones entre la eslora y el tonelaje (GT) de las embarcaciones es alta, seguida de la correlación entre TRB y las potencias. En cuanto a las capturas, parecen tener una correlación moderada con la potencia, ya sea medida en CV o kW.

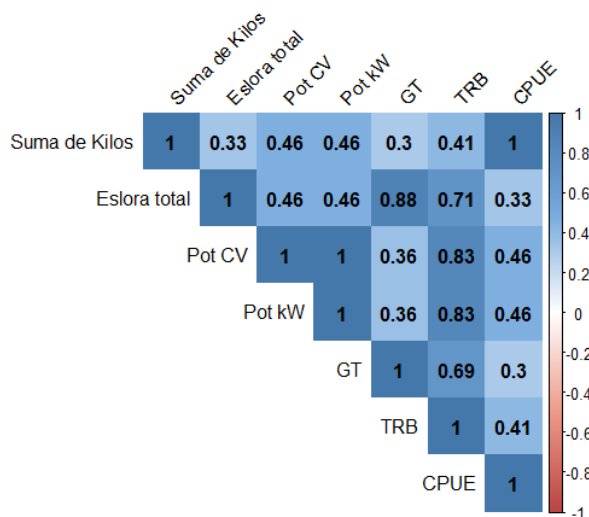


Fig 36: Mapa de calor de correlaciones de arrastre.



A pesar del valor de estas correlaciones, debemos asegurarnos de que es significativo. Para ello se ha realizado un test de significancia a la matriz de correlación obteniéndose los siguientes p-valores para cada correlación (Fig 37). Este test establece que:

$H_0$  : no existe correlación entre las variables  
 $H_1$  : sí existe correlación entre las variables

Por tanto, si p-valor < 0.05 se rechazaría la hipótesis nula y sí habría correlación entre variables. Por el contrario, si p-valor > 0.05, se aceptaría la hipótesis nula donde no hay una correlación significativa entre las variables, y el coeficiente de correlación podría ser un valor aleatorio.

Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)

	Suma de Kilos	Eslora total	Pot CV	Pot kW	GT	TRB	CPUE
Suma de Kilos	0.00	0.00	0.53	0.53	0.00	0.36	0.00
Eslora total	0.00	0.00	0.65	0.65	0.00	0.32	0.00
Pot CV	0.53	0.65	0.00	0.00	0.53	0.08	0.53
Pot kW	0.53	0.65	0.00	0.00	0.53	0.08	0.53
GT	0.00	0.00	0.53	0.53	0.00	0.36	0.00
TRB	0.36	0.32	0.08	0.08	0.36	0.00	0.36
CPUE	0.00	0.00	0.53	0.53	0.00	0.36	0.00

Fig 37: Matriz de p-valores para la correlación de arrastre.

De acuerdo la matriz de p-valores (Fig 37), la correlación entre las capturas y la eslora total sí es significativa, por tanto podemos afirmar que existe una correlación moderada entre ambas variables. La correlación entre las capturas y la potencia de las embarcaciones no es significativa, pues su p-valor = 0.53 es muy superior a 0.05. Además, podemos afirmar que la correlación entre las capturas y el tonelaje (GT) es significativa, lo que confirma una correlación moderada entre estas variables.

El p-valor de las correlaciones de TRB con potencias es de 0.08. Según el criterio de significación habitual (p-valor = 0.05) la correlación entre estas variables no sería significativa, pero dado el alto valor del coeficiente 0.83, podríamos considerar válida esta correlación, aparentemente alta.

De acuerdo con los datos facilitados y oficiales no se puede determinar la existencia de una correlación alta entre las capturas y las características de las embarcaciones de arrastre de fondo con puertas.

### **Modalidad de cerco con jareta:**

Las características de las embarcaciones de cerco seleccionadas para el análisis de correspondencias se muestran en la tabla 9.

Como en el caso anterior, mapa de calor para el arte de cerco (Fig 39) muestra una correlación máxima para las variables Pot CV y Pot kW. La eslora total presenta correlaciones cercanas a 1 con el tonelaje: 0.92 para TRB y 0.89 para GT. La eslora total presenta una correlación de 0.53 con las potencias, y estas a su vez una correlación de 0.52 con el tonelaje expresado en TRB. Las correlaciones entre las capturas y las características de los barcos son bajas o moderadas, siendo la más alta la correlación entre captura y eslora total, con un coeficiente de 0.36.

Tabla 9: Listado de embarcaciones de cerco y sus características.

Cod barco	Capturas	Eslora total	Pot CV	Pot kW	GT	TRB
147	779245,75	16,85	230	169,16	29,48	31,23
555	1296549,10	23,00	500	367,75	48,26	37,78
167	1394891,30	22,60	250	183,87	41,36	26,81
109	987557,40	17,50	130	95,61	24,65	19,93
924	861470,00	22,40	430	316,26	53,01	43,83
547	192891,72	26,23	352	258,90	82,29	75,08
509	1577117,30	26,15	400	294,20	80,74	78,05
540	1723038,70	25,46	450	330,97	108,12	99,15
111	1485153,84	19,80	220	161,81	42,00	35,90
526	1554588,60	25,00	400	294,20	79,00	66,11
520	1230330,30	23,60	268	197,11	104,11	72,71
169	1654452,09	23,05	283	208,15	57,95	44,73
536	1792463,69	25,10	495	364,07	63,14	56,87
143	1209697,50	24,03	300	220,65	60,28	49,48
920	592725,00	23,00	434	319,21	52,09	45,20

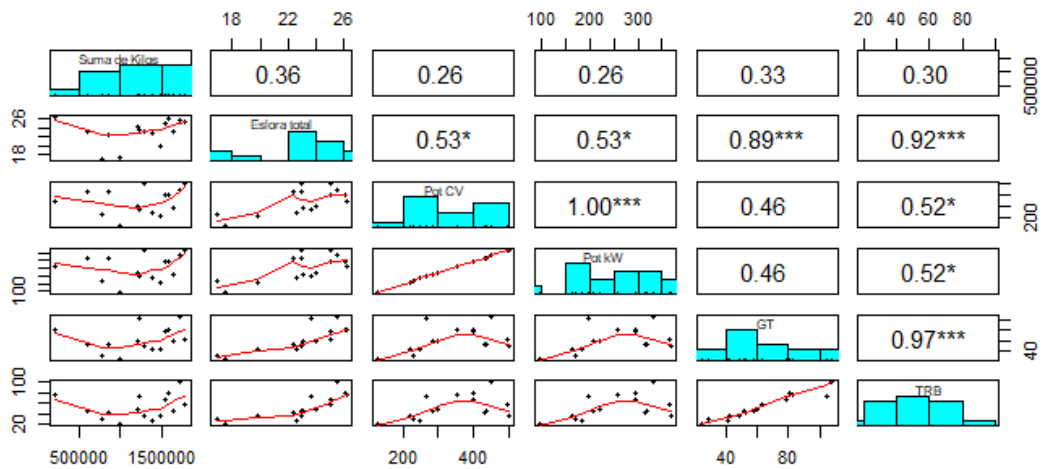


Fig 38: Matriz de correlaciones, histogramas y diagramas de puntos para la modalidad de cerco.

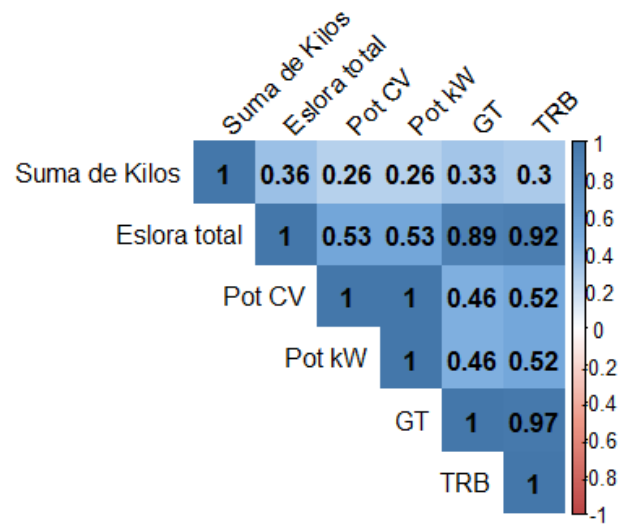


Fig 39: Mapa de calor de correlaciones de cerco.

La matriz obtenida al realizar el test de significancia (Fig 40) confirma que la correlación moderada entre la captura y la potencia de las embarcaciones sí es significativa. La correlación alta entre la eslora total y TRB es significativa, mientras que eslora y GT no están correlacionadas de manera significativa. Las correlaciones moderadas entre eslora total y potencias no han resultado significativas (p-valor = 0.82), así como tampoco las correlaciones entre potencias y TRB.

Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)

	Suma de Kilos	Eslora total	Pot CV	Pot kW	GT	TRB
Suma de Kilos	0.00	0.91	0.04	0.04	0.91	0.82
Eslora total	0.91	0.00	0.82	0.82	0.08	0.04
Pot CV	0.04	0.82	0.00	0.00	0.82	0.91
Pot kW	0.04	0.82	0.00	0.00	0.82	0.91
GT	0.91	0.08	0.82	0.82	0.00	0.01
TRB	0.82	0.04	0.91	0.91	0.01	0.00

Fig 40: Matriz de p-valores para la correlación de arrastre.

En la modalidad de cerco, las únicas variables que presentan una correlación significativa con la captura son las potencias, ya sean expresadas en CV o kW.

**Modalidad de trasmallo:**

En el análisis de correlaciones se han incluido las embarcaciones representadas en la tabla 10.

Tabla 10: Listado de embarcaciones de trasmallo y sus características.

Cod barco	Capturas	Eslora total	Pot CV	Pot kW	GT	TRB
1	33030,40	11,04	45	33,10	8,94	5,04
2	73060,80	8,38	34	25,01	3,59	3,30
40	44954,21	9,16	50	36,77	3,90	3,07
29	85025,87	9,15	34	25,01	3,15	7,87
32	49554,45	8,60	49	36,04	3,11	2,97
28	77796,34	12,00	100	73,55	7,52	7,70
27	57890,10	12,75	87	63,11	11,32	9,35
24	102861,88	11,75	98	72,02	6,17	4,95
31	141178,86	12,25	100	73,55	7,96	9,39
15	71063,98	13,80	75	55,16	11,88	9,32
743	43367,34	8,36	35	25,74	2,49	4,87
72	45675,23	12,01	74	54,43	7,78	6,42
43	121114,00	11,85	102	75,02	7,13	10,44
38	78380,11	11,92	95	69,87	8,48	10,98

El gráfico 41 muestra los histogramas de cada variable en la diagonal principal, los diagramas de puntos de las variables por pares y los coeficientes de correlación.

La correlación entre la eslota total y el tonelaje en GT es la más alta, con un coeficiente de 0.87. Le sigue la correlación entre el tonelaje (TRB) y la eslora, y las correlaciones entre las potencias y la eslora. Estas correlaciones, 0.69 y 0.68 respectivamente son altas, pues están por encima de 0.5. Las capturas presentan una correlación alta (0.59) con las potencias y las toneladas de registro bruto (TRB), así como una correlación leve con la eslora (0.29).

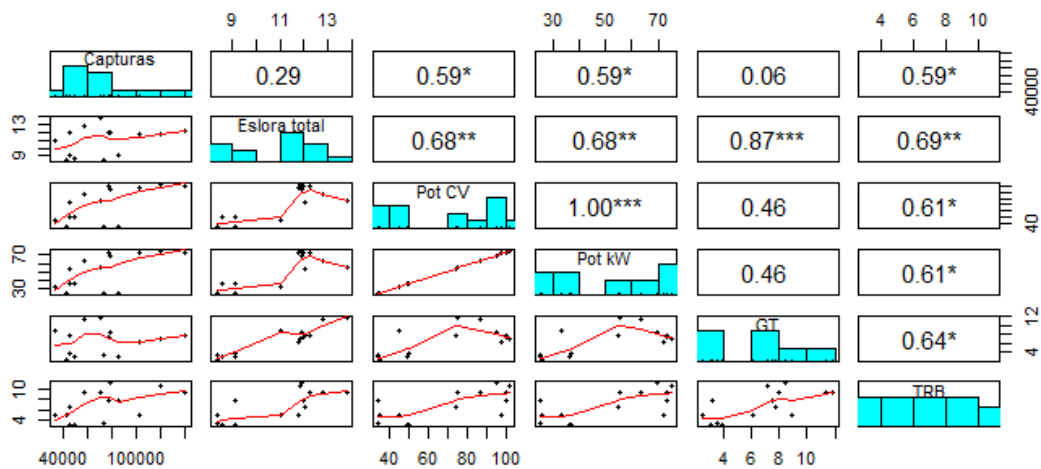


Fig 41: Matriz de correlaciones, histogramas y diagramas de puntos para la modalidad de trasmallo.

El siguiente mapa de calor (figura 42) muestra las correlaciones anteriores de una forma más visual e intuitiva.

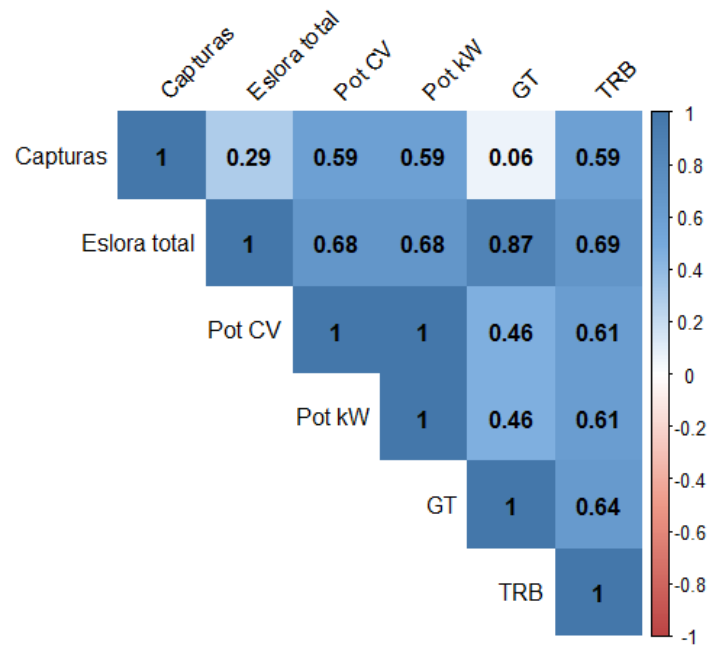


Fig 42: Mapa de calor de correlaciones de trasmallo.

El test de correlación para esta modalidad da como resultado la siguiente matriz de p-valores (Fig 43).

Probability values (Entries above the diagonal are adjusted for multiple tests.)

	Capturas	Eslora total	Pot CV	Pot kW	GT	TRB
Capturas	0.00	0.02	0.68	0.68	0.00	0.22
Eslora total	0.02	0.00	0.74	0.74	0.01	0.04
Pot CV	0.68	0.74	0.00	0.00	0.49	0.82
Pot kW	0.68	0.74	0.00	0.00	0.49	0.82
GT	0.00	0.01	0.49	0.49	0.00	0.08
TRB	0.22	0.04	0.82	0.82	0.08	0.00

Fig 43: Matriz de p-valores para la correlación de trasmallo.

Las correlaciones obtenidas entre la eslora total y el GT (0.87) y eslora total y TRB (0.69) sí son significativas ya que en ambos casos el p-valor obtenido es menor a 0.05. En cuanto a correlación con las capturas, sólo es significativa la correlación de esta variable con la eslora total, confirmándose una correlación leve de 0.29.

### **Modalidad de palangre:**

El puerto de Castellón solo contaba con 3 embarcaciones de palangre de superficie al inicio del período de estudio y dos al finalizar. La escasez de embarcaciones así como la irregularidad de capturas, no han hecho posible realizar el análisis de correlación para esta modalidad de pesca.

La tabla 11 recoge las correlaciones significativas entre las capturas y las características de las embarcaciones para cada modalidad de pesca. En todas ellas las correlaciones obtenidas son leves o moderadas, muy cercanas a coeficientes de 0.3. Por tanto, en base a los resultados obtenido, ninguna de las características de las embarcaciones puede considerarse decisiva para determinar las capturas.

Tabla 11: Resumen correlaciones significativas de cada modalidad de pesca.

<b>Modalidad</b>	<b>Variables</b>	<b>Coef. correlación</b>	<b>Grado correlación</b>
Arrastre de fondo con puertas	Capturas - Eslora total	0.33	Moderada
	Capturas - GT	0.30	Moderada
Cerco con jareta	Capturas - Potencia	0.26	Leve
Trasmallo	Capturas - Eslora total	0.29	Leve

## 4. Discusión

La pesca de cerco muestra una tendencia estacional con un aumento significativo de capturas durante los meses de verano (junio, julio y agosto). Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Quattrocchi & Maynou, 2018) en los que se demuestra que la flota de cerco de Cataluña realiza más operaciones de pesca durante estos meses.

La tendencia creciente en las capturas podría deberse también a un aumento en la extensión de la zona de pesca y del esfuerzo pesquero. Este hecho también se ha reportado para la flota de cerco catalana, que incrementó progresivamente el área de esfuerzo sobre el boquerón (*Engraulis encrasicolus*) y la sardina (*Sardina pilchardus*) entre los años 2012 y 2014 (Quattrocchi & Maynou, 2018).

Por el contrario, los beneficios de esta modalidad no siguen una tendencia clara. Mientras las capturas han aumentado año tras año, el importe recaudado parece seguir la tendencia contraria, siendo 2017 el año con capturas más abundantes y menor beneficio económico. Las capturas de cerco representan, casi en su totalidad (>95%) las capturas de pequeños pelágicos. A su vez este arte representa alrededor del 50% del importe generado por la Cofradía, con valores que rondan los 5 millones de euros anuales.

El incremento del esfuerzo pesquero durante las últimas décadas ha causado el deterioro de ecosistemas y ha afectado negativamente a los stocks pesqueros. Según un estudio publicado por (Tsikliras et al., 2015), el 31% de los recursos pesqueros del mar Balear están sobreexplotados y el 30% totalmente explotados.

De acuerdo con los datos y resultados de este trabajo, la pesca de arrastre parece ser la más afectada, pues sus capturas y beneficios muestran una clara tendencia decreciente. Entre 2011 y 2017 las capturas disminuyeron un 30%. A pesar de la reducción de beneficios, el arrastre es la segunda modalidad que más dinero reporta a la Cofradía superando 4 millones de euros al año. Lo que supone aproximadamente un tercio de la facturación total anual.

La determinación de especies objetivo concuerda con la establecida por el comité científico, técnico y económico de pesquerías de la UE ((Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, 2009)) así como con otros autores ((González-Álvarez et al., 2016; Samy-Kamal et al., 2015). A las especies de peces *Merluccius merluccius*, *Mullus barbatus*, *Octopus vulgaris* y *Lophius spp.* se han añadido los cefalópodos *Sepia officinalis*, *Eledone moschata*, *Ommastrephes spp.* y *Loligo spp.*

Estas especies rara vez son capturadas por otros artes de pesca, excepto en el trasmallo, y siempre en menor cantidad. (Sartor et al., 1998) destacan la importancia de este grupo en la pesca de arrastre por tres factores: pueden llegar a suponer hasta el 30% de la captura retenida de un lance, se encuentran especialmente en aguas costeras (>150 m) y el porcentaje de descartes es inferior al 10%. Por tanto, vemos justificada su clasificación como especies objetivo.

El palangre tiene una especie objetivo clara, *Xiphias gladius*, pero sus capturas han sido muy variables durante el período de estudio. A nivel global representa en torno al 50% de la captura del arte y de beneficios. La bacoreta (*Euthynnus alletteratus*), pese a ser la segunda especie más capturada tiene unos beneficios mucho menores. Al no haberse realizado el análisis ANOVA para este arte, no se puede determinar si la tendencia de las capturas es o no estable y si existen indicios de estacionalidad. Esta modalidad representa entre el 1 y 2% de las capturas anuales de la Cofradía.

El método de obtención de datos, sin especificar días o mareas, no ha permitido estandarizar las capturas y transformarlas a capturas por unidad de esfuerzo pesquero (CPUE). Esto dificulta la comparación de los resultados obtenidos con otros estudios, sin embargo, se han encontrado tendencias distintas en diferentes zonas del Mediterráneo. En la costa griega, las capturas entre el año 2000 y 2010 se redujeron a la mitad respecto a la década de 1990. Mientras que durante el período de estudio (2010 – 2017) fueron muy variables (Tserpes, 2017). Por el contrario, en el mar de Liguria las CPUE de *Xiphias gladius* entre 2010 y 2017 fueron, en general, superiores a las obtenidas entre 1990 y 2010 (Garibaldi, 2017).

Por su parte el trasmallo supone menos del 5% de las capturas anuales y un 10% de los beneficios directos. Las capturas de esta modalidad no han mostrado ninguna tendencia marcada ni durante el período de estudio ni a nivel estacional, manteniéndose las capturas entre 10 y 15 toneladas al año.

Debido a la gran cantidad de especies capturadas, se han identificado diez especies objetivo, ocho peces (*Pagellus egyptinus*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*, *Seriola dumerili*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Diplous vulgaris* y *Diplodus sargus*) y dos cefalópodos (*Octopus vulgaris* y *Sepia officinalis*). A diferencia de otras zonas del Mediterráneo ((Catanese et al., 2018; Quetglas et al., 2016) en el Puerto de Castellón esta modalidad se centra en el pescado, no en los crustáceos.

La literatura científica muestra una gran variabilidad en la definición de especies objetivo o métiers de trasmallo dependiendo de la zona y el tipo de red utilizada. Únicamente cuatro especies objetivo de este trabajo coinciden con las establecidas por la UE (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, 2009)). Otras, como la *Seriola dumerili*, *Dentex dentex* y *Mullus surmuletus* coinciden con los resultados obtenidos por Quetglas et al (2016) y (Falsone et al., 2020) en las islas Baleares y Sicilia.

Por último, en el análisis de la relación entre las características de las embarcaciones y las capturas, no se ha encontrado ninguna correlación determinante. La eslora total muestra una correlación moderada (0.3) con las capturas en las modalidades de arrastre y trasmallo. En el caso del cerco, la correlación más significativa es entre las capturas y la potencia.

Estos resultados, difieren de los esperados, bien porque las características de las embarcaciones son muy similares en las modalidades de cerco y arrastre, o porque no se ha empleado el método de análisis correcto. Algunas publicaciones de este tipo relacionan las CPUE con las características de los barcos mediante modelos lineales generalizados (GLM) (Goñi et al., 1999) mientras que en este trabajo se ha utilizado un método de correlación más simple.



## 5. Conclusiones

La pesca de cerco muestra poseer un componente estacional en cuanto a capturas, siendo más abundantes durante los meses de verano. No existen diferencias significativas en la evolución de capturas anuales entre 2010 y 2017. Las especies objetivo están bien definidas (*Engraulis encrasicolus* y *Sardina pilchardus*) y representan más del 90% de las capturas de clupeidos de esta modalidad y de la Cofradía. A su vez son las que reportan mayor beneficio.

La modalidad de arrastre es la segunda más importante tanto a nivel de capturas como de importe. Las capturas disminuyen un 30% durante el período de estudio y muestran un componente estacional, siendo más abundantes tras el paro estival. La lista de especies objetivo de esta modalidad es más extensa que la propuesta por la UE. Se incluyen un total de 10 especies peces y cefalópodos (*Merluccius merluccius*, *Pagellus erythrinus*, *Mullus surmuletus*, *Mullus barbatus*, *Octopus vulgaris*, *Lophius spp.*, *Sepia officinalis*, *Eledone moschata*, *Ommastrephes spp.* y *Loligo spp.*). Pese al descenso de capturas, esta modalidad supone un tercio de la facturación media anual, con un número de especies reducido, 5.

La representación de los artes menores es muy inferior en el cómputo global de la Cofradía. El trasmallo supone el 5% de las capturas y el 10% de los beneficios. El volumen de capturas es variable y no muestra una tendencia clara entre 2010 y 2017. La relación entre capturas e importe generado en lonja es proporcional. Cuando aumentan las capturas aumenta el importe facturado y viceversa. En el Puerto de Castellón, esta modalidad está enfocada principalmente a la captura de peces. Las especies objetivo (*Pagellus erythrinus*, *Sparus aurata*, *Dentex dentex*, *Seriola dumerili*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmuletus*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus sargus*, *Octopus vulgaris* y *Sepia officinalis*) representan más de la mitad de las capturas y facturación.

El palangre representa entre el 1% y el 2% de las capturas anuales y aporta una cantidad inferior al medio millón de euros al año. Su especie objetivo (*Xiphias gladius*) supone más del 50% de las capturas de esta modalidad excepto en 2010. La diferencia del valor económico con respecto a la segunda especie más capturada (*Euthynnus alletteratus*) queda reflejada en el valor de cada especie. El pez espada supone hasta el 86% del importe facturado mientras que la bacoreta no supera el 25% de la facturación. La falta de información no ha permitido analizar la estacionalidad de esta modalidad, pero sí se ha constatado un aumento progresivo de capturas desde 2013.

En el análisis de correlación entre características de las embarcaciones y capturas no se han obtenido los resultados esperados, pues no se aprecia ninguna relación clara entre ellas. Únicamente se han obtenido correlaciones leves entre la eslora y las capturas en las modalidades de arrastre y trasmallo; y entre la potencia y las capturas en el cerco.

Para terminar, se proponen varias mejoras con el fin de analizar de forma más exhaustiva la actividad pesquera del Puerto de Castellón y profundizar en el estudio de su actividad:

1. Obtener datos de capturas más detallados, idealmente, capturas por marea, no mensuales.
2. Incluir información sobre las zonas de captura y el número de lances realizados, para poder calcular la CPUE de forma más rigurosa.
3. Establecer los tipos de redes empleados en el trasmallo y si se realizan cambios.
4. Incluir los modelos lineales generalizados en el análisis de la flota.

## 6. Bibliografía

- Catanese, G., Hinz, H., Gil, M. del M., Palmer, M., Breen, M., Mira, A., Pastor, E., Grau, A., Campos-Candela, A., Koleva, E., Grau, A. M., & Morales-Nin, B. (2018). Comparing the catch composition, profitability and discard survival from different trammel net designs targeting common spiny lobster (*Palinurus elephas*) in a Mediterranean fishery. *PeerJ*, 2018(5). <https://doi.org/10.7717/peerj.4707>
- Cec. (2008). Commission Decision of 6 November 2008 adopting a multiannual Community programme pursuant to Council Regulation (EC) No 199/2008 establishing a Community framework for the collection, management and use of data in the fisheries sector and support for sci. *Official Journal of the European Union*, L 60(November), 0037–0088. [www.fao.org/fi/glossary/default](http://www.fao.org/fi/glossary/default).
- Dahlet, L. I., & Sánchez Lizaso, J. L. (2021). Fisheries co-management, past and present: From the Plan Castellón (1961–1966) for Spanish Mediterranean trawling fisheries to the current EU fisheries policy. *Marine Policy*, 128(March). <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104480>
- Estrada, M. (1996). Primary production in the northwestern Mediterranean. *Scientia Marina*, 60(SUPPL. 2), 55–64.
- Falsone, F., Scannella, D., Geraci, M. L., Vitale, S., Colloca, F., di Maio, F., Milisenda, G., Gancitano, V., Bono, G., & Fiorentino, F. (2020). Identification and characterization of trammel net métiers: A case study from the southwestern Sicily (Central Mediterranean). *Regional Studies in Marine Science*, 39, 101419. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101419>
- FAO. (2018). *El estado de la pesca en el Mediterráneo y el Mar Negro*. 36. <http://www.fao.org/gfcm/publications/somfi/2018>.
- Fernández-González, Á. M. (2009). La pesquería artesanal de Santa Pola (SE de la Península Ibérica). Identificación de tácticas de pesca y estimación de índices de abundancia. *PhD Thesis*, 311 pp.
- García, M. (2003). La gamba roja *Aristeus antennatus* (Risso, 1816) (Crustacea, Decapoda): distribución, demografía, crecimiento, reproducción y explotación en el golfo de Alicante, canal de Ibiza y golfo de Vera. In *Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas*.
- Garibaldi, F. (2017). an Update of the Swordfish Fishery in the Ligurian Sea ( Western Mediterranean ). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 73(3), 1133–1140.
- Goñi, R., Alvarez, F., & Adlerstein, S. (1999). Application of generalized linear modeling to catch rate analysis of Western Mediterranean fisheries: The Castellon trawl fleet as a case study. *Fisheries Research*, 42(3), 291–302. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(99\)00039-9](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(99)00039-9)
- González-Álvarez, J., García-de-la-Fuente, L., García-Flórez, L., Fernández-Rueda, M. del P., & Luis Alcázar-Álvarez, J. (2016). Identification and Characterization of M&eacute;tiers

- in Multi-Species Artisanal Fisheries. A Case Study in Northwest Spain. *Natural Resources*, 07(06), 295–314. <https://doi.org/10.4236/nr.2016.76026>
- Hopkins, T. S. (1989). *The effect of thermohaline variability on the exchange through Mediterranean straits* (Issue May 1989).
- Huertas, I. E., Ríos, A. F., García-Lafuente, J., Navarro, G., Makaoui, A., Snchez-Romn, A., Rodríguez-Galvez, S., Orbi, A., Ruíz, J., & Pérez, F. F. (2012). Atlantic forcing of the Mediterranean oligotrophy. *Global Biogeochemical Cycles*, 26(2). <https://doi.org/10.1029/2011GB004167>
- IEO. (2019). *Análisis de la actividad pesquera de la flota española de aguas ibéricas atlánticas y su uso gestión de stocks - Programa SAP*.
- IEO. (2012). *ESTRATEGIAS MARINA: DEMARCACIÓN MARINA LEVANTINO-BALEAR*. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
- Larrañeta, M. & Rogríguez-Roda, J. (1954). Características biológicas y económicas de la pesca de arrastre en Castellón. Recuperado de: [http://simurg.bibliotecas.csic.es/viewer/image/CSIC000125155\\_A1954\\_N16-17-18/420/LOG\\_0037/](http://simurg.bibliotecas.csic.es/viewer/image/CSIC000125155_A1954_N16-17-18/420/LOG_0037/)
- Larrañeta, M. & Suau, P. (1963). Dinámica de la pesquería de Sardina de Castellón. Datos de 1959 y 1960. *Investigaciones Pesqueras*, 22, 3–48.
- Maldonado, A. (1995). LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL LITORAL ESPAÑOL. In *Ingeniería del Agua* (Vol. 2).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2018). *Estadísticas pesqueras*.
- Moranta, J., Quetglas, A., Massutí, E., Guijarro, B., Ordines, F., & Valls, M. (2008). Research trends on demersal fisheries oceanography in the mediterranean. In *Biological Oceanograpgy Research Trends*. Nova Science Publishers.
- Oliver, P. (2016). El mar, la pesca y la investigación marina. Recuperado de: <http://pereoliver.com/43-la-dinamica-de-masas-de-agua-en-el-mediterraneooccidental-y-en-el-mar-balear/>
- Quattrocchi, F., & Maynou, F. (2018). Spatial structures and temporal patterns of purse seine fishing effort in the NW Mediterranean Sea estimated using VMS data. *Fisheries Management and Ecology*, 25(6), 501–511. <https://doi.org/10.1111/fme.12325>
- Quetglas, A., Merino, G., Ordines, F., Guijarro, B., Garau, A., Grau, A. M., Oliver, P., & Massutí, E. (2016). Assessment and management of western Mediterranean small-scale fisheries. *Ocean and Coastal Management*, 133, 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.09.013>
- Samy-Kamal, M., Forcada, A., & Sánchez Lizaso, J. L. (2015). Short-term effect of selectivity change in a trawling fishery in the Western Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 265–275. <https://doi.org/10.1111/jai.12630>
- Sánchez Lizaso, J. L., Sola, I., Guijarro-García, E., Bellido, J. M., & Franquesa, R. (2020). A new management framework for western Mediterranean demersal fisheries. *Marine Policy*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103772>

- Sartor, P., Belcari, P., Carbonell, A., Gonzalez, M., Quetglas, A., & Sánchez, P. (1998). The importance of cephalopods to trawl fisheries in the western Mediterranean. *South African Journal of Marine Science*, 7615(20), 67–72.  
<https://doi.org/10.2989/025776198784126313>
- Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, (STECF). (2009). *Western Mediterranean Multi-annual Plan (STECF-15-09) Annex I. Métiers del Mediterráneo Español*.
- Suau, P. (1963). *Plan Experimental de Pesca de Arrastre de la Provincia de Castellón*.
- Tserpes, G. (2017). *SWORDFISH ABUNDANCE TRENDS IN DRIFTING*. 73(3), 1097–1102.
- Tsikliras, A. C., Dinouli, A., Tsiros, V. Z., & Tsalkou, E. (2015). The Mediterranean and Black Sea fisheries at risk from overexploitation. *PLoS ONE*, 10(3), 1–19.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121188>