



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster

CURSO 2019/2020

*“Origen, Evolución y Análisis de los Buques Atuneros Purse
Seiner y de los Artes de Pesca del Atún”*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Eva Luz Villar Chouciño

TUTORES

Dr. Luís Carral Couce

Dr. Javier Tarrío Saavedra

AGRADECIMIENTOS

Dada esta situación tan atípica que nos ha tocado vivir y que nos ha privado de tener el final de ciclo deseado, no me gustaría pasar sin dar las gracias, en primer lugar, a mis tutores *Luís Carral Couce* y *Javier Tarrío Saavedra* por darme la oportunidad de poder presentaros un tema que casualmente ha sido el motivo por el que, ya hace seis años, decidí “embarcarme” en esta aventura para cambiar por completo el “rumbo” de mi vida profesional.

Por otro lado, darle las gracias a *Julio César González*, *Ángel Fernández* y *Antonio Sánchez* por enseñarme tanto del apasionante mundo de la eólica marina, por haberme tratado como una “Lady”, haberme valorado como lo habéis hecho y, sobre todo, por haberme ayudado a crecer como ingeniera en el mejor ambiente de trabajo con el que me podría haber encontrado.

A todos mis amigos y amigas pedirles perdón por todas esas horas que los estudios les han robado...¡las iremos recuperando!. También me gustaría dar las gracias a mis compañeras, compañeros y profesores de la EPS de Ferrol, por su implicación, paciencia y comprensión y, sobre todo, por su constante ayuda para poder llegar hasta aquí.

Sin duda, no habría llegado hasta aquí sin el apoyo incondicional de mi familia, así que quiero darle las gracias a mis padres y a mi hermana, gracias por entenderme y por ayudar a que estos años hayan sido mucho más fáciles. En especial a mi padre, porque sin su pasión, implicación, conocimiento y sabiduría (y un largo etc...) sobre el mundo de la pesca del atún, este trabajo no habría sido el mismo; espero haber conseguido plasmar y transmitir parte de ese conocimiento en él.

Por último, no quería terminar sin darle las gracias a todas aquellas personas que, durante todo este tiempo, han aportado su granito de arena en mi crecimiento no sólo profesional sino también personal, en especial a *J.E.*, por tu incesante ayuda y por enseñarme a transformar con tanta elegancia, creatividad y perfeccionismo los problemas en simples oportunidades, y a *R.*, como siempre, por TODO, por tu empuje y porque, sin tu ayuda, hoy no podría estar escribiendo estas palabras sin miedo ni juicios.

¡GRACIAS!



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019/20

*“Origen, Evolución y Análisis de los Buques Atuneros Purse
Seiner y de los Artes de Pesca del Atún”*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

TÍTULO Y RESUMEN

El atún constituye el recurso pesquero de mayor volumen comercial en todo el mundo, teniendo una gran repercusión alimentaria y socioeconómica a nivel global. Si bien es cierto que las capturas de túnidos se han realizado desde antes del siglo XIX con diferentes modalidades de pesca como la caña y línea con cebo vivo, curricanes, el arrastre o palangres, es la pesca industrial de cerco con “jareta” destinada a la captura de túnidos tropicales y desarrollada por la flota atunera cerquera congeladora, la que representa aproximadamente el 65% de las capturas de atún del mundo [1]. Este crecimiento se debe en gran parte al perfeccionamiento de su sistema de pesca y, a su vez, a la gran eficiencia y capacidad de captura que ha ido adquiriendo esta flota.



Figura 1. Buque atunero cerquero “*Sisargas*”, construido en 2015.

Dada la importancia de esta pesquería, el presente trabajo pretende mostrar la evolución y transformación de estos buques desde sus inicios hasta alcanzar el alto grado de modernización de la flota de grandes cerqueros atuneros que operan en todos los océanos del mundo y destinan sus capturas, fundamentalmente, a la industria conservera.

La parte principal del análisis se centra en la caracterización de los modernos buques atuneros construidos en astilleros españoles y actualmente operativos en los diferentes océanos donde se capturan estas especies y cómo el caladero ha condicionado sus diseños y capacidades, las dimensiones de su arte de pesca y la capacidad de los equipos instalados. Finalmente, se plantea un modelo de cálculo dimensional preliminar de un buque atunero estándar para operar en cualquier caladero y específico para cada uno de los caladeros en los que se centra el estudio.

TÍTULO E RESUMO

O tuno constitúe o recurso pesqueiro de maior volume comercial en todo o mundo, tendo unha gran repercusión alimentaria e socioeconómica a nivel global. Se ben é certo que as capturas dos tunos se veñen realizando dende antes do século XIX con diferentes modalidades de pesca como a caña e liña con cebo vivo, curricanes, o arrastre ou palangres, é a pesca industrial de cerco con "xareta" destinada á captura de túnidos tropicais e operada polos naveis do tuno por seíndor, a que representa o 65% das capturas de tuno do mundo [1]. Este crecemento débese en boa medida á mellora do seu sistema pesqueiro e, á súa vez, á gran eficiencia e capacidade de captura que esta flota ven adquirindo.



Figura 2. Buque atunero cerquero "*Sisargas*", construído en 2015.

Dada a importancia desta pesca, este traballo pretende amosar a evolución e transformación destes naveis dende os seus inicios ata alcanzar o alto grao de modernización da flota de grandes cerqueiros do tuno que operan en todos os océanos do mundo e destinan as súas capturas, fundamentalmente, á industria conserveira.

A parte principal da análise céntrase na caracterización dos modernos naveis do tuno construídos en astaleiros españois actualmente operativos nos diferentes océanos onde se capturan estas especies e como o caladoiro condicionou os seus deseños e capacidades, as súas artes de pesca e a capacidade dos equipos instalados. Finalmente, propónse un modelo de cálculo dimensional preliminar dun navel do tuno estándar para operar en calquera caladoiro e específico para cada un dos caladoiros nos que se centra o estudo.

TITLE AND SUMMARY

Tuna is the fishing resource with the largest commercial volume worldwide, with a major food and socioeconomic impact. Tuna catches have been made since before the 19th century with different fishing modalities including live bait rod, trolling, trawling, and longlines; however, the industrial purse seine fishing with a “purse” destined to catching tropical tunas, and developed by the freezer purse seine tuna fleet, represents approximately 65% of the world’s current tuna catches [1]. This is largely due to the improvement of its fishing system and, in turn, to the great efficiency and capture capacity developed by this fleet.



Figura 3. “*Sisargas*”, tuna purse seine vessel built in 2015.

Given the importance of this fishery, this work aims to assess the evolution and transformation of the purse seine fishing vessels from their inception to the highly modernized fleet of large-scale tuna purse seiners currently operating in all the world’s oceans, which allocate their catches mostly to the canning industry.

The main part of the analysis focuses on the characterization of the modern tuna purse seine vessels built in Spanish shipyards and currently operating in the oceans where tropical tuna species are caught. Specifically, this analysis seeks to evaluate how the fishing ground conditioned the designs and capacities of the vessels, the dimensions of their fishing gear and the capacity of the installed equipment. Finally, this work proposes a preliminary dimensional calculation model of a standard tuna purse seine capable of operating in any fishing ground as well as a model specific to each of the fishing grounds mentioned in this study.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	9
2.	METODOLOGÍA	11
3.	ESTADO DEL ARTE	14
3.1.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PESCA DEL ATÚN	15
3.2.	IMPORTANCIA DE LA PESCA DEL ATÚN A NIVEL MUNDIAL	24
3.3.	PRINCIPALES ESPECIES DE TÚNIDOS	28
3.3.1.	<i>Katsuwonus Pelamis</i> o <i>Skipjack Tuna</i>	32
3.3.2.	<i>Thunnus Albacares</i> o <i>Yellowfin Tuna</i>	33
3.3.3.	<i>Thunnus Obesus</i> o <i>Bigeye Tuna</i>	35
3.4.	ZONAS O CALADEROS DE OPERACIÓN	37
3.4.1.	<i>Océano Pacífico Oriental</i>	40
3.4.2.	<i>Océano Pacífico Occidental y Central</i>	43
3.4.3.	<i>Océano Atlántico</i>	45
3.4.4.	<i>Océano Índico</i>	49
4.	DESCRIPCIÓN DE LOS ARTES DE PESCA DE ATÚN DE UN “PURSE SEINER”	53
4.1.	LA RED DE CERCO CON “JARETA”	56
4.2.	EL ARTE DE CERCO CON “JARETA”	58
5.	DESCRIPCIÓN DE LA FLOTA DE ESTUDIO	63
6.	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS BUQUE “PURSE SEINER” Y DE SUS EQUIPOS DE PESCA	72
6.1.	EL DISEÑO DE LA RED DE CERCO	77
6.2.	EQUIPOS HIDRÁULICOS DE UN BUQUE ATUNERO	81
6.3.	MODELO DE DISEÑO PRELIMINAR.....	85
6.3.1.	<i>Modelo de Buque Atunero Estándar</i>	86
6.3.2.	<i>Modelo de Buque Atunero Específico para cada Caladero</i>	90
7.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	97
8.	CONCLUSIONES	103
9.	LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO	105

10. ANEXOS.....	106
10.1. ANEXO 1 – BASE DE DATOS.....	107
10.2. ANEXO 2 – ANÁLISIS DE CORRELACIÓN BUQUE/EQUIPO PRINCIPAL/DIMENSIONES RED.....	108
10.3. ANEXO 3 – DISPOSICIÓN DE EQUIPOS HIDRÁULICOS EN CUBIERTA.....	109
10.4. ANEXO 4 – ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DIMENSIONAL DEL BUQUE.....	110
BIBLIOGRAFÍA.....	111

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Desde su origen hasta la actualidad, la importancia en la dieta de millones de personas y su consecuente influencia en la economía global han hecho que los túnidos tropicales (listado, rabil y patudo), distribuidos a lo largo de los océanos de todo el mundo excepto en el Océano Ártico, sean las especies explotadas por los buques atuneros cerqueros congeladores (“Purse Seiner”) para abastecer al sector de la industria, mayoritariamente, conservera. Así, el progresivo crecimiento en el volumen de capturas de estos buques (Figura 4) ha convertido el arte de cerco en el sistema más rentable para la pesca de atún.

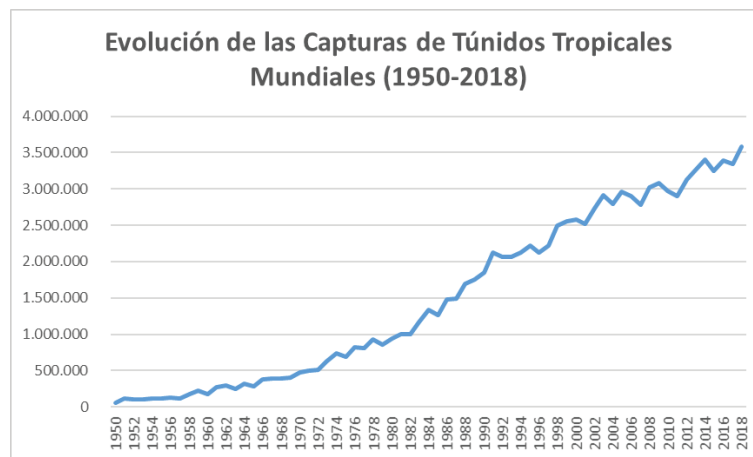


Figura 4. Capturas mundiales de túnidos tropicales, con arte de cerco, en toneladas en 1950-2018 [2].

Como decíamos, este crecimiento se ha asociado no sólo al elevado stock de las especies tropicales en los diferentes caladeros, sino también a la importante transformación y modernización de la flota atunera y a la evolución tecnológica de su arte de pesca a lo largo de los años.

Antiguamente, los buques atuneros cerqueros se diseñaban y construían para operar en un único caladero de explotación, sin embargo, la flota actual se caracteriza por su dinamismo y necesidad de adaptación a cualquier caladero del mundo ante situaciones regulatorias o de crisis de recursos en su zona de operación habitual con el fin de conseguir el máximo número de capturas, pudiéndose ver reflejado este aspecto en los diseños y características de los nuevos y modernos cerqueros. Son buques dotados de una gran autonomía, de mayor capacidad de carga, gran potencia propulsiva y velocidad y, además, con un tamaño de aparejo y potencia de tiro de los equipos hidráulicos mayores, lo que les permite realizar lances más efectivos en cualquier caladero en el que se encuentren operando sin que esto suponga una limitación.

Por todo ello, el presente trabajo pretende describir la flota atunera cerquera industrial y presentar, a partir de la aplicación de técnicas estadísticas descriptivas y del ajuste de modelos de regresión lineal, un diseño preliminar de un buque atunero que sea económico, rentable desde el punto de vista de la eficiencia y sostenibilidad, y que se pueda adaptar a cualquier caladero. Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Contextualización y estado actual del sector de la pesca del atún de cerco a través del estudio de la evolución histórica de los buques atuneros cerqueros congeladores desde sus inicios hasta los modernos y actuales “Purse Seiner”, así como su repercusión en la industria conservera mundial actual.
- Descripción, caracterización y distribución geográfica de las principales especies de túnidos tropicales objeto de captura de estos buques.
- Definición y descripción de las particularidades de los caladeros de operación, haciendo referencia a los diferentes aspectos que han condicionado la evolución en el diseño de estos barcos.
- Descripción de los diferentes artes de pesca del atún, particularizando en el arte de cerco con “jareta” desarrollado por la flota atunera industrial con el fin de comprender cuáles son los aspectos más relevantes que condicionan las dimensiones del aparejo de un buque atunero.
- Descripción y análisis de la flota atunera objeto de estudio con el fin de caracterizar los buques fabricados en astilleros españoles desde el año 1985 en función de su caladero de operación, describir sus peculiaridades y aquellos aspectos que los hacen diferentes de otros buques, analizar y justificar el diseño de su aparejo de pesca y describir los diferentes tipos de configuración de la planta hidráulica que alimenta a los equipos de pesca.
- Las acciones anteriores tienen como objetivo último proponer un modelo de diseño básico y preliminar de un buque atunero cerquero estándar que se pueda adaptar a cualquier caladero sin ninguna limitación y, además, el modelo de anteproyecto de un buque atunero cerquero específico para operar en cada caladero donde se desarrolla este arte.

En la Tabla 1, se muestra un resumen esquemático del planteamiento del modelo de anteproyecto de un buque atunero que se presenta en este trabajo.

Tabla 1. Tabla resumen del planteamiento del anteproyecto

	FASE 1 – Proyecto de Explotación	FASE 2 – Proyecto del Buque	FASE 3 – Proyecto de Equipo de Pesca
Conocer	Elección del caladero de operación del buque	Caladero Capacidad del buque	Caladero Dimensiones del Buque Tamaño de aparejo
Determinar	Capacidad de Carga del buque	Características dimensionales del Buque	Potencia hidráulica Modelo de equipo de pesca

2. METODOLOGÍA

Para realizar el presente trabajo se ha partido de una muestra de buques atuneros cerqueros congeladores construidos en España desde al año 1985 con el fin de tener un número representativo de cada uno de los océanos donde opera esta flota. Una vez seleccionada, se recogió la siguiente información incluida en el **ANEXO 1**:

- Año y Astillero de construcción.
- Caladero de operación.
- Características dimensionales del buque.
- Potencia propulsiva.
- Tipo de configuración de la planta hidráulica.
- Modelo del equipo principal de pesca.
- Potencia hidráulica máxima requerida por el equipo principal de pesca.
- Dimensiones del aparejo de pesca.

A partir de la información recogida, en primer lugar, se pretende realizar un análisis de la flota estudio mediante el uso de diferentes herramientas de la estadística descriptiva y del ajuste de modelos de regresión:

- **Tablas de contingencia:** Se analizarán las relaciones entre dos o más variables cualitativas de la flota estudio [3].
- **Histogramas:** Se representará gráficamente la distribución de los valores que toman las diversas variables cuantitativas continuas que definen a los buques y que son objeto de estudio en este trabajo, permitiendo distinguir cuales son aquellos más frecuentes y representativos. Los histogramas muestran la frecuencia con la que se observan los valores de una variable cuantitativa dividida en intervalos, proporcionando información acerca de su posición, dispersión y forma, permitiendo identificar aquellos valores más frecuentes (modas) muchas veces relacionados con la existencia de diferentes poblaciones [3].
- **Diagramas de caja o box plots:** Se describirán y analizarán las características de los buques de la flota de estudio que operan en los diferentes caladeros a partir de esta representación gráfica que permite presentar de forma gráfica intuitiva la posición central y no central, y la dispersión de una variable aleatoria continua. De hecho, se proporcionan cinco estadísticos, a saber, mediana, primer y tercer cuartil, mínimo y máximo. El diagrama de caja es la herramienta estadística más intuitiva y sencilla para la detección de valores atípicamente altos o bajos con respecto a la muestra estudiada,

además de dar información acerca de la forma de la distribución (asimétrica o simétrica) [3].

- **Modelo de regresión no paramétrico (loess):** Los modelos de regresión constituyen una de las más importantes ramas de la estadística, de gran utilidad práctica, pues nos permiten estimar y predecir el valor de una variable cuantitativa, que en principio se desconoce, a partir del valor de una (univariante) o más variables (multivariante) cuantitativas cuyo valor sí conocemos. Además, permiten caracterizar el tipo de dependencia existente entre las variables, ya sea de tipo lineal, explicada a través de la ecuación de una recta, o no lineal, ya sea de tipo exponencial o potencial. Los modelos de regresión pueden ser paramétricos, en los que se estima la relación entre variables a partir de una expresión matemática (función de regresión) dependiente de parámetros a estimar (por ejemplo, $y = a + bx$, siendo a y b los parámetros del modelo de regresión lineal a estimar a partir de una muestra, Y la variable respuesta o dependiente y X la variable explicativa o regresora) o no paramétricos, en los que no se asume ninguna expresión matemática que defina la relación entre las variables, únicamente se asume que esta relación sea suave. El ajuste de modelos no paramétricos permite distinguir qué tipo de relación existe entre dos variables, por lo que puede entenderse también como un paso previo a ajustar un modelo de regresión paramétrico apropiado [3]. Uno de los modelos de regresión no paramétricos más utilizados en los últimos años es la regresión de mínimos cuadrados ponderada localmente (loess), que aúna la simplicidad del método de mínimos cuadrados con la flexibilidad de la regresión no lineal mediante la modelización una función de regresión solo localmente con una forma específica [4]. El ajuste de modelos loess permitirá definir el grado y tipo de dependencia entre variables críticas para el diseño de un buque atunero.

Por otro lado, a partir de una de las variables de la base de datos y mediante un análisis estadístico de regresión lineal, se pretende plantear y proponer un modelo dimensional de anteproyecto de un buque atunero cerquero. El procedimiento consiste en encontrar la recta de regresión ($y = a + bx$) que más se acerque a los datos reales en conjunto mediante el procedimiento de ajuste de mínimos cuadrados, por el que se estiman los parámetros a (constante en el origen) y b (pendiente de la recta o relación de variación entre Y y X) que definen la recta y , por tanto, la relación entre las variables de estudio [3]. A partir de unos valores conocidos de X (característica del buque) se podrán estimar valores de las características de diseño Y del buque. Con el objeto representar gráficamente la relación entre variables y la función de regresión ajustada, se construirán diagramas de dispersión adecuados. El grado de dependencia lineal entre dos variables viene determinado por el coeficiente de correlación de Pearson (r), siendo $r = S_{xy}/(S_x S_y)$, donde S_{xy} es la covarianza entre las variables X e Y , y S_y y S_x son las desviaciones típicas de Y y X , respectivamente. Por tanto, previo ajuste de los modelos de regresión lineal es conveniente evaluar el nivel de relación entre variables mediante el cálculo de r . A continuación, se muestra un criterio orientativo para interpretar la información que aporta el coeficiente de correlación acerca del grado de dependencia lineal entre dos variables:

- 0,7 – relación lineal moderada.

- 0,8 – relación lineal fuerte.
- 0,9 – relación lineal muy fuerte.
- 0,99 – relación lineal casi perfecta.

Una vez ajustado el modelo de regresión lineal, es necesario medir la bondad del ajuste obtenido mediante el denominado coeficiente de variación R^2 , que mide la distancia entre los valores reales y los valores estimados por el modelo según la expresión $R^2 = \frac{VE}{VT} = VE/VT = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$, donde y_i son los valores medidos de la variable respuesta, \bar{y} la media de todos esos valores, \hat{y}_i los valores de la variable respuesta estimados por el modelo de regresión, VE la varianza explicada por el modelo y VT la varianza total de la variable respuesta. Por tanto, el R^2 da una idea de la proporción de información de la variable respuesta que explica el modelo de regresión lineal. Como consecuencia de su expresión, el R^2 varía entre 0 y 1, siendo el modelo más explicativo y la bondad del ajuste más alta cuanto más cercano a uno sea su valor. Se considerará que un modelo de regresión comienza a proporcionar estimaciones cercanas al valor real de la variable respuesta cuando su valor esté en torno a 0,7. Cuando se ajusta un modelo de regresión lineal simple (sólo una variable regresora X), $R^2 = r^2$.

3. ESTADO DEL ARTE

Desde la prehistoria, el pescado ha sido capturado para el consumo como una fuente importante de alimentos, primero por los homínidos (*Australopithecus* y *Homo erectus*) y luego por el ser humano (*Homo sapiens*).

Existe suficiente evidencia arqueológica sobre la pesca humana en la Era Paleolítica Inferior, hace más de 100.000 años y el primer registro del pescado como alimento del humano tiene 380.000 años. En tiempos de la prehistoria más reciente, hay amplia evidencia acerca de la utilización del pescado como alimento en Europa, siendo el salmón uno de los más ampliamente consumidos.

El pescado fue un producto muy apreciado por las antiguas civilizaciones de Egipto y China, encontrándose la primera receta en China en el año 1300 a. C. El pescado fresco ha sido siempre el preferido y por ello, en el año 1100 a. C y por más de 3000 años, los chinos lo han comercializado de esta manera utilizando hielo natural para su conservación mientras que, en el Imperio Romano, el pescado de mejor calidad también era conservado, transportado y vendido vivo utilizando una mezcla de hielo traído de las montañas con algas marinas para mantenerlo fresco [5].

Según las necesidades propias y condicionantes que impone la configuración de la costa y fondo, naturaleza de las aguas, así como el peso de las piezas a capturar, se utilizaban cuatro sistemas tradicionales de captura del pescado en la Antigüedad: caña y línea de mano con cebo vivo, nasas, tridente y redes.

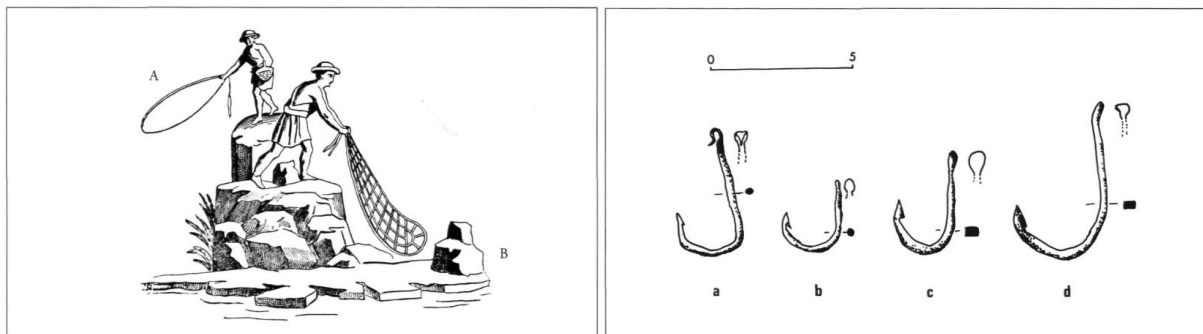


Figura 5. Sistemas de pesca artesanales utilizados en la Antigüedad [5]

En este apartado se describe cómo ha sido la evolución de la pesca del atún y de los buques atuneros desde sus inicios en el siglo XIX hasta la actualidad y su importancia en la alimentación a nivel mundial.

Por otro lado, se describen las principales especies tropicales capturadas por la flota cerquera, así como las zonas de operación y sus restricciones y/o limitaciones regulatorias en cuanto a nivel de capturas, siendo este un factor que ha condicionado a lo largo de la historia el diseño de estos buques.

3.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PESCA DEL ATÚN

La pesca tradicional del atún se ha practicado, ya desde antes del siglo XIX, en diversas partes del mundo con pescas ribereñas y, en general, próximas a la costa: en el Océano Atlántico predominaban la pesca de atún común con pequeñas redes de cerco en aguas situadas frente a las costas de Noruega, la de atún blanco con curricán en el Golfo de Vizcaya, la pesca con almadraba del atún rojo en la costa africana septentrional y cerca del Estrecho de Gibraltar aprovechando su entrada en el Mar Mediterráneo para desovar en los meses de junio a julio y de agosto a septiembre, y su salida de nuevo al Atlántico, la de patudo, listado y rabil junto a las Islas Canarias y la pesca artesanal a lo largo de las costas africanas.

En el Océano Pacífico existían diferentes pesquerías artesanales junto a las islas situadas en aguas tropicales, la pesca de atún blanco con curricán y de atún blanco, listado y rabil con barcos de cebo frente a las costas occidentales de California y México, la pesca del listado con caña y línea de cebo vivo en aguas próximas a Japón y gran variedad de pesquerías de diferentes atunes a lo largo de las costas japonesas. Mientras tanto, en aguas sudamericanas, las pesquerías costeras utilizaban pesca de cebo vivo con caña y línea, así como pequeñas redes de cerco. En el Océano Índico, se practicaba la pesca de listado en aguas de Sri Lanka, la India y las Maldivas y, frente a las costas de Australia, la pesca con palangre de atún rojo del sur [6].

Para remontarnos al origen de la pesca de atún tropical, debemos hacerlo hablando de la industria conservera, tan importante en la dieta de millones de personas. Las conservas de atún fueron introducidas por primera vez en el mundo por enlatadores de pescado franceses en el año 1850. En Europa, las primeras conservas eran de atún rojo y atún blanco debido al alto stock de estas especies en las aguas templadas del Océano Atlántico Norte y del Mar Mediterráneo. Sin embargo, este mercado comenzó a industrializarse en el año 1903 en el sur de California como consecuencia de la caída de suministro de la sardina con este mismo fin. La creciente demanda de atún blanco enlatado supuso un nuevo crecimiento de la industria atunera del sur del estado que continuaría a lo largo de los años. Cinco nuevas fábricas se abrieron entre 1911 y 1912, sumando un total de once en julio de 1914, lo que impulsó el rápido crecimiento de la industria pesquera, principalmente en los puertos de San Pedro, Long Beach, Wilmington y San Diego [7].



Figura 6. Empleadas de la conservera Van Camp (1925) [7]

Las fábricas de conservas obtenían su suministro de atún blanco de pequeñas embarcaciones de pesca tripuladas por inmigrantes japoneses y portugueses que capturaban el atún blanco de manera estacional (de junio a diciembre) pescando con cañas de bambú y línea con cebo vivo (Figura 7).

Sin embargo, la pesquería de atún blanco empezó a ser dominada por pescadores japoneses inmigrantes que, en 1917, ya operaban 50 de los 131 buques cañeros totales cuya base se encontraba en San Pedro. Fue en 1915 cuando la eficiencia de las capturas con este tipo de arte se empezó a poner de manifiesto y, consecuentemente, se fue introduciendo la pesca de esta especie de atún con redes experimentales inspiradas en las redes de cerco de sardina que, aunque eran tiradas a mano, permitirían no solo aumentar el volumen de capturas sino también pescar fuera de su período estacional para así poder suministrar suficiente materia prima a las fábricas conserveras. Con ello, el monopolio japonés del sector se vio derrotado [7].

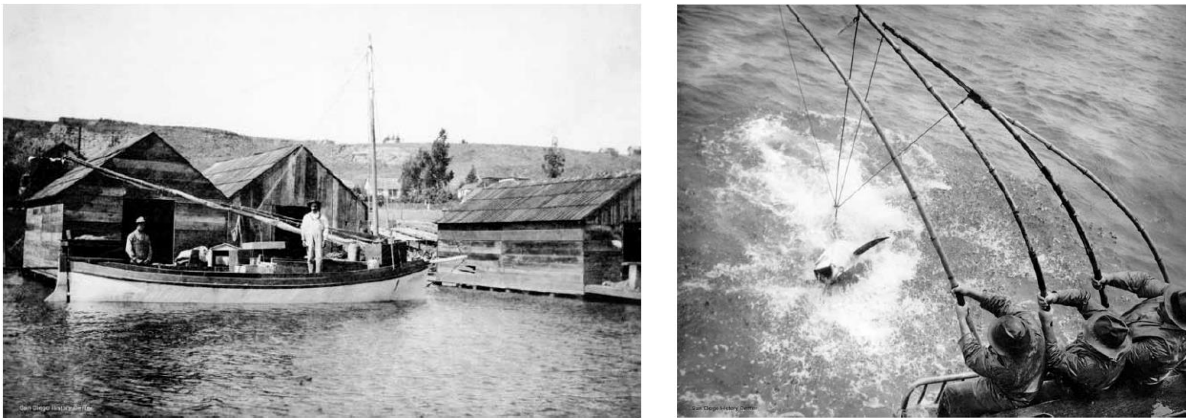


Figura 7. Pescador portugués (1905) (izquierda) y pesca de atún con caña de bambú (derecha) [7]

En el año 1917 y en pleno auge de la I Guerra Mundial en Europa, los buques cerqueros empezaron a realizar experimentos exitosos en la captura de atún rojo como alternativa al atún blanco, llegando a capturar hasta 1000 toneladas de esta especie, lo que sorprendió a la mayoría de la industria tras el fracaso del mismo método para capturar atún blanco. Por el contrario, entre 1920 y 1922, las continuas crisis de la temporada de atún blanco provocaron el cierre de muchas de las fábricas de conservas californianas [7].

La oportunidad de pescar atunes en Baja California alentó a sus pescadores cañeros a apostar por la construcción de embarcaciones más grandes, rápidas y más eficientes como una forma de aumentar sus ganancias (Figura 8). Así, a principios de 1924, el astillero Campbell Machine Company de San Diego construyó el primer buque "Clipper" con el nombre de "*Oceana*", cuyo éxito en la campaña de atún desencadenó durante los siguientes años la construcción de numerosas embarcaciones de este tipo para operar en la costa mexicana ("*Patricia I y II*", "*Atlantic*", "*Lusitania*", "*Olympia*" o "*Del Monte*") [7]. Eran embarcaciones construidas en madera, con una eslora comprendida entre los 20 y los 60 metros, más de 200 toneladas de bodega y con un sistema de pesca basado en la caña y la línea con cebo vivo.



Figura 8. Clippers atuneros “Lusitania” (1927) y “Alert” (1930) [7]

Las campañas decepcionantes de atún blanco durante los años 1926 y 1927 no pudieron satisfacer la demanda de las conserveras y aumentaron el deseo de estos buques de pescar listado pequeño y rabil grande, más abundantes en sus aguas de operación [7] [8]. Poco a poco y ya entrando en la década de los treinta, esta pesquería de Baja California fue expandiendo su área de operación hacia aguas mexicanas hasta alcanzar Ecuador, cambiando su especie objetivo a las especies tropicales como se puede observar en los registros de capturas de aquellos años [7] [8].



Figura 9. Clipper atunero “Sacramento” (1928) (izquierda), marinero japonés pescando desde el clipper atunero “Enterprise” (1925) (derecha) [7]

Pronto los cerqueros se percataron de que no podían competir con estas embarcaciones cañeras en alta mar frente a México puesto que su pesquería requería no solo de la maña y fuerza de los pescadores para tirar de las redes de cerco (Figura 10) sino también, de unas condiciones meteorológicas favorables para las cuales sólo los clippers estaban preparados.



Figura 10. Cerquero embarcando la pesca de forma manual [9]

Así, los atuneros cerqueros tuvieron que adaptarse y evolucionar para asegurar su supervivencia. En 1929 y 1930 se introdujeron ciertas mejoras como el diseño de redes de hilo de algodón y un sistema de rodillo giratorio de accionamiento eléctrico para izar la red, lo que reducía de forma considerable el trabajo físico requerido para la maniobra [7].

Si bien es cierto que hoy en día las capturas de túnidos tropicales destinadas a la conserva se realizan en su gran mayoría con redes de cerco, el origen y transformación de la pesca con este arte se remonta, como acabamos de ver, a 1940 en el Pacífico oriental, donde hasta ese momento se desarrollaba ese sistema de pesca basado en la caña y la línea con cebo vivo con clippers. A partir de 1950 y como consecuencia de la considerable caída de los precios y la creciente demanda de atún para la alimentación, los pescadores californianos se vieron obligados a buscar en las costas occidentales de América central, Ecuador y Perú, nuevos métodos de pesca cuyas operaciones fueran más rentables y pudieran aumentar la producción. Sin abandonar la pesca tradicional, había que hacer más para solidificar el lugar de los cerqueros en la industria del atún, por lo que se llevó a cabo un programa de desarrollo y transformación de las pesquerías de caña al sistema de red de cerco. Así, estos pescadores convirtieron con gran éxito sus clippers en embarcaciones cerqueras atuneras, siendo el mismo astillero de San Diego que había construido el primer clipper (Campbell Machine Company) el primero en llevar a cabo la transformación del buque “Sun King” en el año 1957 (Figura 11).

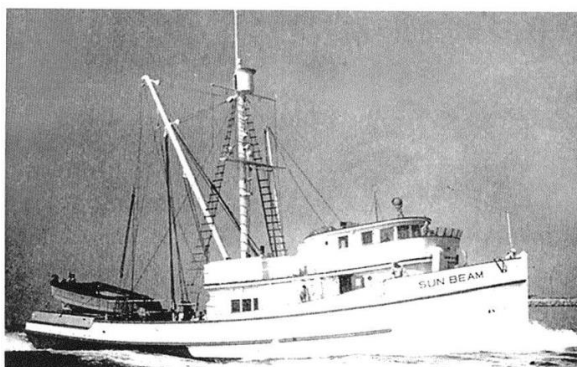


Figura 11. Cerquero “Sun Beam” (1950) (izquierda) y Clipper “Sun King” transformado a atunero (1957) (derecha) [7]

Este exitoso acontecimiento animó a que el resto de la flota californiana transformase sus clippers a cerqueros, de modo que, a finales de 1960, la flota activa de buques transformados era de 67 buques, sumando una capacidad total de 17442 toneladas, al tiempo que 7 barcos más se encontraban en procelo de conversión. Esta transformación se prolongó hasta 1962, año que marcó el final de las transformaciones de estos barcos hasta su casi completa desaparición [8].

Con redes de algodón poco resistentes al peso de las capturas y a las mordidas de los tiburones, los primeros intentos de pesca con el arte de cerco fracasaron, lo que hizo dudar sobre el futuro de esta pesquería. Sin embargo, diversos avances revivieron su potencial y permitieron modernizar este arte hasta convertirse con el paso de los años en la pesquería que hoy en día conocemos. La salvación de la industria del atunero cerquero vino de la mano del desarrollo de las innovadoras redes de fibra sintética (nylon) más resistentes a las aguas tropicales, del invento en 1954 del Power-Block (Mario Puratic) (Figura 12), una polea de accionamiento hidráulico unida al extremo de la pluma para la recogida y estiba de la red en el buque [10], y de las mejoras tecnológicas de refrigeración.



Figura 12. Power Block []

A partir de ahí, se produce el resurgir de la importante e interesante industria atunera de toda la costa latinoamericana, que posteriormente exportará su materia prima a fábricas conserveras tanto de Estados Unidos como de Puerto Rico para su elaboración y final distribución en conserva.

A pesar del actual e imperioso dominio de la pesca de atún con red de cerco con “jareta”, esta pesquería ha convivido siempre con otros artes como la pesca artesanal, de arrastre y la pesca del palangre. Tras la Segunda Guerra Mundial, las pesquerías palangreras japonesa y taiwanesa de atún se limitaron a su propia costa hasta los años 1952 y 1954 respectivamente, fecha en la empezaron a expandirse rápidamente hasta el Océano Índico oriental para, en los años siguientes, hacerlo por todo el Índico e incluso llegando al Océano Atlántico. En 1966, Corea y Taiwán, utilizando el conocimiento aprendido de estas técnicas japonesas, empezaron la pesca con palangre a gran escala con el objeto de exportar atún con ese mismo fin. A finales de este decenio, la pesca japonesa con palangre introdujo un sistema de almacenamiento en condiciones de frío extremo, utilizado para nuevos productos congelados con destino al

mercado del sashimi. Esta mejora en los sistemas de los buques comenzó a cambiar el objetivo de sus capturas de rabil y atún blanco hacia el atún común y el patudo [6].

Como decíamos, a partir de finales de los años cincuenta es cuando la pesca de atún estadounidense con caña se va sustituyendo por la pesca más eficiente y productiva de redes de cerco, incluso asociada a delfines. Como consecuencia de esta transformación, desde el año 1961 hasta el 2000 se construyen e importan en Estados Unidos alrededor de 160 nuevos buques cerqueros [7]. A principios de los años sesenta, la capacidad de almacenamiento de estos barcos era de 350 a cerca de 900 toneladas (Figura 13) mientras que, ya a finales de esta misma década, algunos de estos buques empezaban a superar las 900 toneladas [11].



Figura 13. Buque atunero cerquero americano “Western King” de 550 t (1960) (izquierda) y Atunero cerquero “Don Bartolo” de 624 t (1969) (derecha) [12]

A partir de 1969-1970, la flota americana empieza a renovarse y modernizarse con la construcción de una nueva generación de atuneros conocida como “Super Purse Seiner”, con capacidades de almacenamiento que superan las 1100 toneladas (Figura 14), constituyendo la flota más antigua que actualmente opera en el Océano Pacífico [11].



Figura 14. Buque “Taurus Tuna” de 1230 t y “Western Pacific” de 1675 t construidos en Campbell Industries (1972 y 1975) [13]

El diseño y concepto de atunero cerquero desarrollado y construido en los diferentes astilleros de Estados Unidos (Campbell Industries, Southwest Marine, J.M. Martinac Shipbuilding y Peterson Builders, entre otros), se caracteriza por su alta autonomía y velocidad, lo que les permitía en la época pescar en caladeros frente a las costas peruanas y descargar en las fábricas conserveras instaladas en Puerto Rico y San Diego. Por otro lado, su maquinaria auxiliar para la maniobra de pesca sufrió una importante transformación tecnológica permitiendo ampliar el tamaño de las redes de pesca y aumentar así el nivel de capturas.

En los años setenta, se empieza a desarrollar en el Pacífico oriental la pesca de túnidos asociados a delfines, alcanzando un nivel tan alto de mortalidad de estas especies que obligó a introducir un riguroso reglamento cuyo fin era evitar dichas capturas incidentales. Estados Unidos prohibió a su flota la pesca con este sistema, lo que derivó por un lado en un cambio de pabellón de muchos de los buques estadounidenses hacia otros de países de América central y del sur, y por otro, en un desplazamiento del esfuerzo de pesca de su flota hacia el Pacífico central y occidental donde los túnidos no se asocian a delfines. Como consecuencia de este forzado desplazamiento a esos nuevos caladeros, su forma de pesca sufrió una transformación y se desarrollaron dos nuevos sistemas de pesca: con brisas sueltas y objetos flotantes fondeados (FADs) desarrollados en esa misma década por científicos de CIAT (ver apartado 3.4) en el Océano Pacífico.

Durante las décadas de los sesenta y los setenta, y al tiempo que los palangreros japoneses ampliaban su área de pesca por todo el mundo [6], la flota europea, fundamentalmente españoles y franceses, adoptaba el diseño y modernización tecnológica desarrollados por los ingeniosos pescadores de atún de cerco americanos. En 1960, desarrolla rápidamente esta pesquería en el Atlántico tropical oriental frente a las costas de África occidental, consiguiendo el primer máximo de sus capturas de listado y rabil, continuando posteriormente en el Pacífico tropical occidental. Al producirse este aumento en las capturas, las necesidades de poseer buques de mayor capacidad de carga aumentan de modo que, a principios de esta década, se construyen en España y Francia buques de hasta 500 toneladas como el "*Garrido Primero*", un barco de 350 toneladas de capacidad, fabricado y armado en astilleros José Valiña de A Coruña, de armador gallego (Malpica de Bergantiños) huido tras la Guerra Civil y considerado el primer barco español en operar en el Pacífico oriental en 1969 y, a partir de 1977, buques de 800 a 1000 toneladas (los buques "*Isabel Dos*", "*Isabel Cuatro*" o "*Isabel Cinco*" y el "*Chiriquí*").

A finales de los años setenta y principios de los ochenta, y de nuevo en el Pacífico oriental, se desarrolla un sistema de localización de cardúmenes de atún asociados a delfines utilizando un pequeño helicóptero (Figura 15). Este método, aunque en este caso no asociado a delfines, se extendió a la zona central y occidental y, posteriormente, al Atlántico e Índico y, en la actualidad, lo siguen utilizando muchos buques como un sistema más de pesca de estas especies.

Con el devenir de los años, los sistemas de almacenamiento de frío extremo se iban desarrollando e implementando en la pesca, provocando un cambio gradual en las especies objeto de captura de muchas de las pesquerías; primero los palangreros japoneses y después las flotas de Corea y Taiwán cambiaron el rabil para conserva por el patudo para sashimi. A finales de la década de los ochenta, la flota palangrera de Japón comenzó a reducirse al tiempo que, palangreros de países como Taiwán y otros pabellones de conveniencia se multiplicaban rápidamente. Ya entrados en la década de los noventa, muchos países como México, Venezuela y Brasil, decidieron sumarse a la pesca industrial con redes de cerco [6].

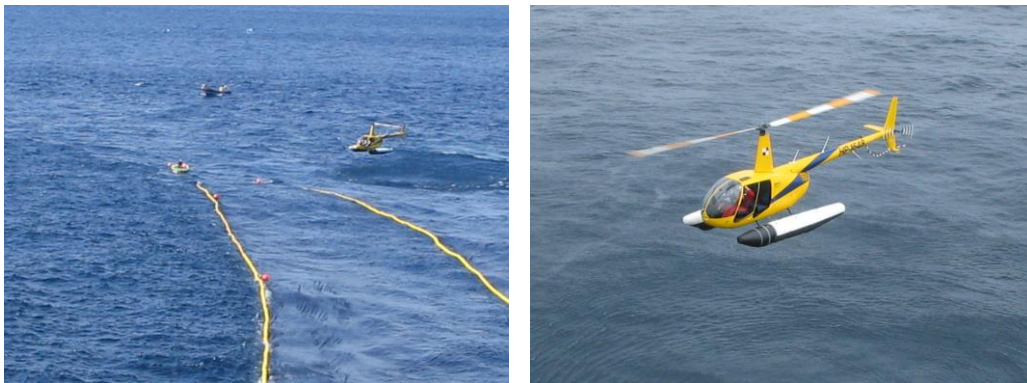


Figura 15. Helicóptero operando

En 1984, la flota europea de cerco, fundamentalmente española, francesa y asociadas, que hasta principios de los años ochenta faenaba en un Atlántico sobreexplotado, fue la primera en trasladarse al Océano Índico debido a la crisis de recursos derivada de cambios ambientales, comenzando a desarrollarse este arte a gran escala en sus caladeros. Este movimiento se vio acompañado del traslado de parte de la flota rusa en el año 1985 y de parte de la flota japonesa en 1988. Mauricio, quien realizó las primeras capturas industriales de atún con cerco en este océano en los años setenta, aumentó su flota en 1987, Seychelles, puerto base principal, hizo un intento fallido de desarrollo de esta pesquería entre 1991 y 1992 y Japón, que faenaba en el Índico occidental, empezó a explorar en 1991 la parte este del Índico de forma experimental hasta trasladarse a ella en 1994 [14].

A partir de los años 1980 y 1990, los organismos de pesca de atún comenzaron a introducir en sus océanos medidas de ordenación para las pesquerías de esta especie, repercutiendo en las cuotas de captura de los países. Esto trajo consigo un aumento de la pesca ilegal, no documentada y no reglamentada, convirtiéndose en un grave riesgo para la ordenación de los recursos pesqueros.

A partir de 1990 y, de nuevo, inspirándose en los diseños y formas de los buques estadounidenses, España empieza a diseñar y construir los modernos y grandes buques cerqueros que actualmente conocemos y cuyas capacidades incluso superan las 2000 toneladas (Figura 16). Estos buques de tan alta capacidad fueron fabricados principalmente para faenar en el Océano Índico y su filosofía de diseño no sólo se basaba en la producción sino también en la necesidad de transportar de forma rápida y eficiente las capturas a su destino final (principalmente España) debido a las dificultades y carencias logísticas que existían en este caladero. Con el crecimiento y modernización de estos buques, a lo que se le suma la utilización de los dispositivos de agregación de peces (FADs), menos selectivo en cuanto a especies y tallas, se produce un cambio en la eficiencia pesquera, aumentando su capacidad de manera importante y provocando casos de exceso de suministros en el mercado, fundamentalmente de listado. En consecuencia y hasta la actualidad, los organismos de pesca comenzaron a endurecer las normas de pesca de estas especies, obligando a los armadores a decantarse por la construcción de buques no sólo menos “depredadores” desde el punto de vista ecológico, sino también más eficientes y rentables desde el punto de vista económico de la propia compañía.



Figura 16. Buque “*Txori Zuri*” de 2000 t de capacidad de carga [15]

Se puede decir que la pesca de cerco con “jareta”, siempre ha mantenido la esencia de sus orígenes, pero ha experimentado grandes avances hasta convertirse en una de las principales pesquerías del mundo. Está constituida en la actualidad por una flota que opera desde los inicios de la era moderna del cerco del atún (años sesenta) y por la moderna flota construida en las últimas décadas. Se trata de una flota dotada de importantes avances tecnológicos, de mayor tamaño, capacidad de carga y velocidad, con grandes redes y potentes maquinillas de pesca para conseguir que las capturas sean eficientes, con mejores sistemas de congelación y provistos de sistemas de detección de pesca más avanzados y sofisticados, con el fin de que la pesca sea más segura, rápida y productiva en cualquiera de los caladeros donde se capturan estas especies tropicales.

3.2. IMPORTANCIA DE LA PESCA DEL ATÚN A NIVEL MUNDIAL

Los dos principales productos que impulsan la producción de atún son las conservas de atún y el sashimi o sushi. Sin embargo, es la industria conservera el principal destino de la mayoría de las capturas mundiales de atún, principalmente listado y rabil, aunque también patudo. Como decíamos, esta industria es abastecida mayoritariamente por la pesca de captura con arte de cerco [16].

En el año 2018, Tailandia fue de lejos el mayor exportador de atún procesado en conserva en el mundo, seguido de Ecuador y España. Por otro lado, los principales mercados para este producto en ese mismo año fueron EEUU, la Unión Europea, principalmente España, Italia, Alemania Francia y Reino Unido, Japón, Australia y Egipto, a lo que se le suma el creciente consumo en América Latina y Oriente Medio [16] [17].

Tabla 2. Principales países exportadores e importadores de atún en conserva, x 1000 t [17]

EXPORTADORES	2017	2018	IMPORTADORES	2017	2018
Tailandia	122,6	114,4	Estados Unidos	44,2	52,4
Ecuador	54,8	46,6	Europa	191,5	173,5
España	24,3	25,1	Japón	13,6	13,8
China	15,3	18,8	Australia	13,9	11,3
Filipinas	17,2	18,3	Egipto	12,5	10,5
Indonesia	16,4	19	Canadá	8,2	6

El total mundial de la pesca de captura marina, extraído de la base de datos de la FAO sobre capturas, se situaba en 2015 en 81,2 millones de toneladas y en 73,3 millones de toneladas en 2016 [18]. Con respecto a la captura mundial de túnidos tropicales con cualquier arte de pesca, esta ha alcanzado los casi 5 millones de toneladas a finales del año 2018, representando el arte de cerco aproximadamente el 72% de dicha captura [2]. Del total de las capturas de cerco, el listado representa cerca del 70%, el rabil aproximadamente un 24% y el patudo sobre un 6% (Tabla 3) [2]. El alto valor comercial de estas especies hace que la pesquería de túnidos tropicales sea una de las más rentables del mundo, lo que permite el desarrollo de uno de los sistemas de pesca, como veremos, más modernos y avanzados en su versión industrial: el arte de cerco con “jareta”.

Tabla 3. Capturas de túnidos tropicales con arte de cerco, en toneladas [2].

TÚNIDOS TROPICALES	2016	2017	2018
LISTADO	2.309.522	2.199.353	2.498.001
RABIL	906.648	955.686	866.760
PATUDO	179.135	190.888	212.538
TOTAL	3.395.305	3.345.928	3.577.300

Esta pesquería se desarrolla en cuatro grandes áreas que se encuentran bajo la jurisdicción de su correspondiente Organización Regional de Pesca de Atún (ORP). La contribución de la captura de túnidos tropicales de cada uno de estos océanos a la captura mundial de estas especies varía y depende, fundamentalmente, de la capacidad pesquera de su flota, de aspectos regulatorios que contribuyen a la sostenibilidad de estas especies y de los recursos marinos de la zona. En este sentido, los datos registrados durante el período 2016-2018, donde las capturas totales registradas ascendieron a más 10,3 millones de toneladas, muestran que el Océano Pacífico, por su tamaño y riqueza, es el principal productor de túnidos tropicales del mundo, contribuyendo con un 58,9% el Pacífico occidental y un 17,7% el Pacífico oriental. Le siguen el Océano Índico con un 13,3% y el Océano Atlántico con un 10% [2].

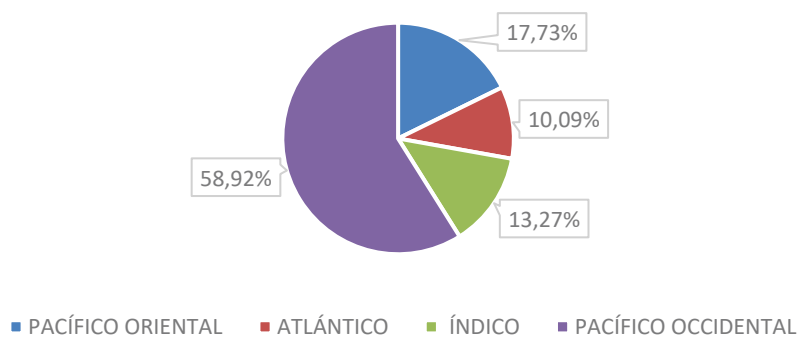


Figura 17. Contribución de cada océano a la pesca de túnidos tropicales de cerco en 2016-2018 [2].

La pesca de cerco nace, como veíamos, en el Océano Pacífico y en los años sesenta se empieza a desarrollar en el Atlántico hasta que, hacia el año 1984, la flota cerquera que faenaba en estas aguas se traslada y comienza a desarrollar esta pesquería a gran escala en aguas del Índico.

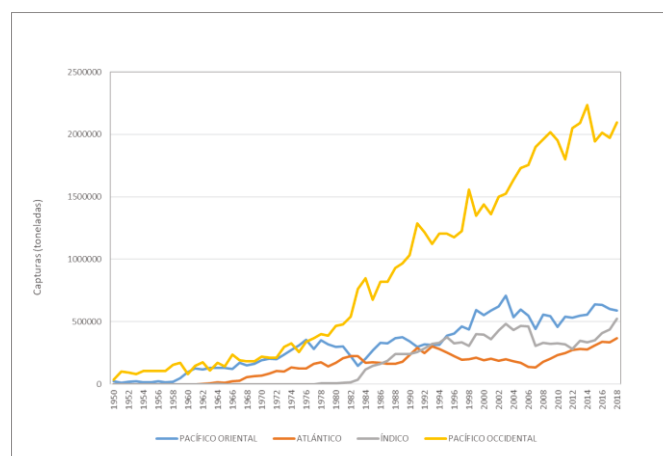


Figura 18. Evolución de las capturas de túnidos tropicales de cerco por océanos (1950-2018) [2].

Desde sus inicios, la pesca de túnidos tropicales en el Pacífico se repartía prácticamente a partes iguales entre oriente y occidente; sin embargo, a partir de finales de los años setenta, el

Pacífico Central y Occidental empieza a marcar la diferencia alcanzando unos niveles que superan con diferencia a cualquiera de los otros océanos (Figura 18).

El Océano Atlántico era el tercer océano en el ranking de capturas de estas especies hasta que, en los años noventa, el desarrollo de esta pesquería en la parte occidental del Índico, de la mano fundamentalmente de españoles y franceses, comienza a crecer de manera espectacular aumentando considerablemente las capturas de listado y rabil (mayor valor comercial del rabil), superando al Atlántico y constituyéndose desde entonces como la tercera pesquería más importante en cuanto a niveles de capturas de túnidos tropicales.

Tabla 4. Captura con arte de cerco por océanos de túnidos tropicales (x 1000 t) (2009-2018) [2].

ESPECIE	PESQUERÍA	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LISTADO	P. ORIENTAL	231	147	276	266	279	261	329	338	325	287
	P. OCCIDENTAL	1610	1526	1381	1571	1650	1788	1552	1540	1406	1631
	ÍNDICO	194	189	170	121	168	169	170	226	251	332
	ATLÁNTICO	100	122	145	169	187	178	197	206	217	247
RABIL	P. ORIENTAL	237	251	207	198	218	234	246	242	211	237
	P. OCCIDENTAL	340	364	340	410	364	376	337	408	505	395
	ÍNDICO	93	111	119	136	143	140	148	154	150	141
	ATLÁNTICO	82	84	77	79	71	76	89	102	89	93
PATUDO	P. ORIENTAL	77	58	57	66	49	60	63	57	67	65
	P. OCCIDENTAL	67	63	78	68	77	70	56	65	60	68
	ÍNDICO	36	28	29	24	34	26	31	28	36	50
	ATLÁNTICO	21	25	25	25	23	25	25	30	28	29

Por tanto, se puede observar que, de forma general, la captura de estas especies con arte de cerco, especialmente de listado, ha experimentado un importante crecimiento desde los inicios de este arte (Figura 19) y cuyo resultado ha sido el progresivo crecimiento y modernización que la flota atunera cerquera ha experimentado hasta nuestros días.

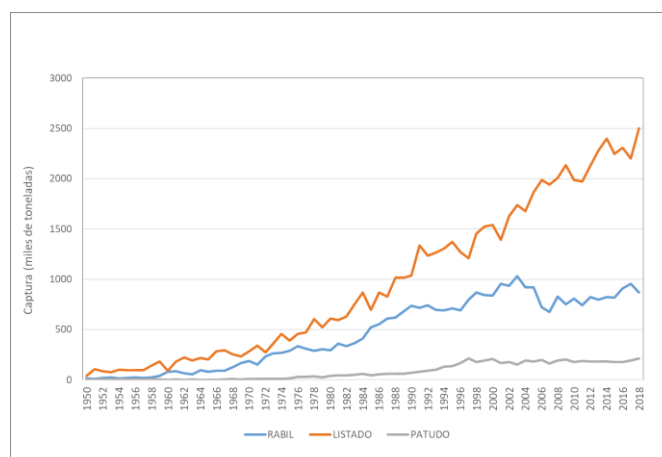


Figura 19. Evolución mundial de las capturas de túnidos tropicales con arte de cerco, por especies, x1000 t (1950-2018) [2].

La evolución de estos buques ha permitido su clasificación por categorías en función de su capacidad de carga como se muestra en la Tabla 5 [19].

Tabla 5. Categorías de buques cerqueros.

CATEGORÍA	CAPACIDAD (t)
6	600 - 800
8	801 - 1000
10	1001 - 1200
12	1201 - 1400
20	> 2000

Las categorías 6 y 8 pertenecen a buques construidos en los años sesenta y setenta, mientras que las categorías 10 y 12, que constituyen el grueso de la flota en la actualidad, son buques construidos en el período que va de finales de los años setenta hasta principios de los noventa.

A partir de 1990, los buques construidos ya superaban las 2000 toneladas; los adelantos y mejoras desde el nacimiento de esta pesquería han sido continuos hasta conseguir este tipo de buque cerquero congelador de gran capacidad que supera las 1000 toneladas de capacidad.

La mayor flota de buques cerqueros la constituyen los buques del Océano Pacífico central y occidental, seguida de la flota del Pacífico oriental. Sin embargo, y aunque con un menor número de barcos, la flota más joven, moderna y con mayores capacidades se encuentra en el Océano Índico y está formada por buques europeos, fundamentalmente españoles y franceses. Con respecto al Océano Atlántico, este se encuentra en cuarta posición con respecto a número de buques desde aproximadamente el año 1984 tras la reducción de la capturabilidad del stock adulto de rabil en sus caladeros debido a anomalías térmicas superficiales que hicieron descender la termoclina, descendiendo en consecuencia la capturabilidad de esta especie para la flota de cerco [14].

3.3. PRINCIPALES ESPECIES DE TÚNIDOS

El atún y las especies afines son de gran importancia tanto desde el punto de vista económico como de consumo. La palabra “atún”, traída al sur de California por pescadores provenientes de Europa, se utiliza desde la segunda mitad del siglo XX para denominar a ciertos miembros de la familia *Scombridae*, un grupo de peces marinos que incluye a los atunes, bonitos, caballas, peces vela y al pez rey mariposa [20].

Todos los túnidos son especies pelágicas y oceánicas con capacidad de largas migraciones y que, por lo general y dependiendo del tipo, forman una, dos o incluso tres poblaciones en la superficie de cada uno de los océanos.

La tribu Thunnini es la más evolucionada de la familia, se clasifica en cuatro géneros (*Thunnus*, *Euthynnus*, *Katsuwonus* y *Auxis*) y se caracteriza por poseer un sistema circulatorio de regulación de temperatura que les permite conservar una parte de su calor metabólico, lo que explica que habiten en todos los océanos (Figura 20) [21].

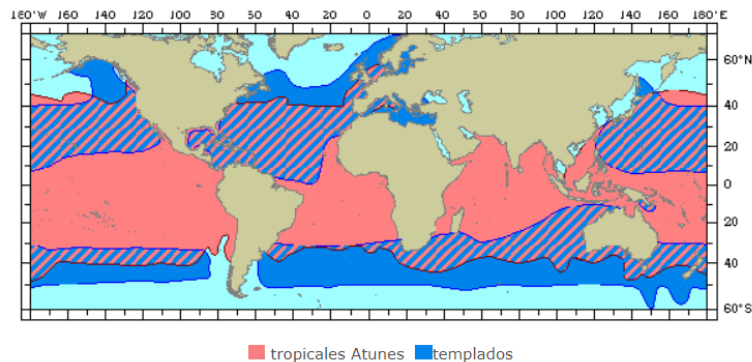


Figura 20. Zonas de distribución de los túnidos templados y tropicales [22].

Aunque suman un total de catorce especies, los principales atunes comerciales que se capturan en los Océanos Índico, Atlántico y Pacífico (oriental y occidental), se pueden clasificar en dos tipos de familias en función de sus tolerancias térmicas [22] [23] [24]:

- **TÚNIDOS TROPICALES:** se encuentran en aguas con temperaturas que superan los 18°C, aunque pueden sumergirse en aguas más frías, y se incluyen en este grupo el **Listado** (*Katsuwonus Pelamis*), el **Rabil** (*Thunnus Albacares*) y el **Patudo** (*Thunnus Obesus*), localizados todos ellos en los Océanos Índico, Atlántico y Pacífico. Son estas especies el objeto de deseo de la industria pesquera cerquera atunera para su posterior procesado y distribución en conserva.
- **TÚNIDOS TEMPLADOS:** son especies que se encuentran en aguas frías de hasta 10°C, aunque también se pueden encontrar en aguas tropicales. Se engloban dentro de esta familia el Atún Común (*Thunnus Thynnus*), localizado en los Océanos Pacífico y Atlántico, el Atún Rojo del Sur (*Thunnus Maccoyii*) y el Atún Blanco o Albacora (*Thunnus Alalunga*), distribuidos ambos en el Atlántico, Índico y Pacífico. A pesar de que contribuyen relativamente poco al volumen total de las capturas de los principales

tipos de atunes destinados al mercado, su valor individual es alto debido a su utilización para el consumo en fresco como sashimi.

Tabla 6. Principales especies de túnidos del mercado.

CÓDIGO ID. INTERNACIONAL	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	ESPAÑOL	INGLÉS
SKJ	<i>Katsuwonus Pelamis</i>	Túnidos tropicales	Listado	Skipjack
YFT	<i>Thunnus Albacares</i>		Rabil o Atún Claro	Yellowfin
BET	<i>Thunnus Obesus</i>		Patudo	Bigeye
BFT	<i>Thunnus Thynus</i>	Túnidos templados	Atún Rojo del Atlántico	Atlantic Bluefin
SBF	<i>Thunnus Maccoyii</i>		Atún Rojo del Sur	Southern Bluefin
ALB	<i>Thunnus Alalunga</i>		Atún Blanco o Albacora	Albacore

En la Figura 21 se muestran las zonas de distribución de estas especies y los principales artes de pesca que se utilizan para su captura [23].

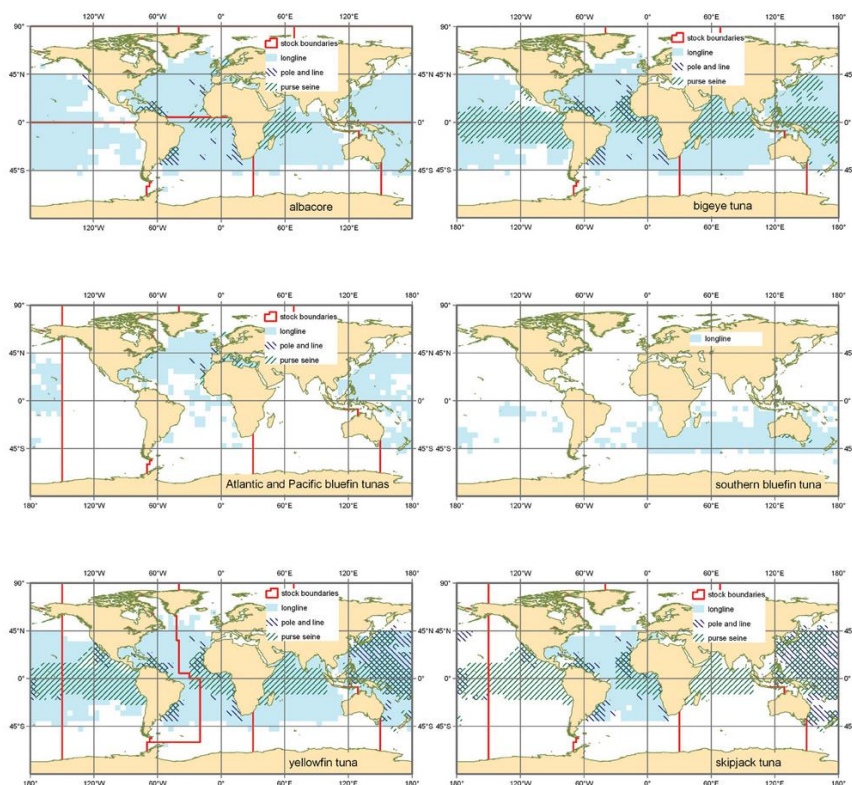


Figura 21. Distribución de las principales especies de túnidos y artes de pesca empleadas para su captura: palangre (longline), caña y línea (pole and line) y cerco (purse seiner) [23].

Tanto los túnidos como las especies afines necesitan moverse constantemente, con lo que las migraciones constituyen movimientos estacionales a largas distancias con un fin alimentario, de reproducción o debidos a cambios sustanciales en los climas oceánicos, suponiendo en cualquier caso un fenómeno de gran importancia y repercusión en el mundo de la pesca.

El tipo más simple de migración es el tipo “diurno”, en el cual el túnido se mueve de unas aguas a otras durante el día y, generalmente, de forma vertical recorriendo distancias considerablemente pequeñas debido a que, en esta dirección, las condiciones oceánicas cambian rápidamente.

Las migraciones más largas son aquellas que realizan las especies templadas a lo largo de las costas continentales o a través de los océanos, entre las aguas templadas, donde se alimentan, y las aguas tropicales, donde desovan. De todas las especies de atunes, los mayores viajeros son las especies templadas albacora (atún blanco) y atún rojo del sur, que en el Océano Pacífico emigran desde los Estados Unidos a Japón. El atún rojo migra entre las partes meridionales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico y su desove se limita a áreas relativamente pequeñas de aguas tropicales [20][25].

En el Océano Pacífico, una serie de estudios exhaustivos llevados a cabo por los científicos de la CIAT hacen que las migraciones de los túnidos tropicales listado y rabil sean las más conocidas de todas las migraciones de peces a pesar de que son, probablemente, de menos migración en términos de movimientos direccionales de larga distancia [20][25].

La mayoría de los movimientos del rabil en el Pacífico son a lo largo de la costa americana, mientras que, en el Océano Atlántico, este migra desde el área de las Islas Bahamas a Noruega y al Mar Mediterráneo siguiendo siempre las corrientes cálidas del Golfo. Por otro lado, el listado, además de hacer el mismo tipo de migración que el rabil en el Océano Pacífico, se conoce que migra desde el Pacífico oriental al central.

El comportamiento del patudo en este sentido mezcla características de los atunes templados y tropicales. Aparentemente no realizan migraciones transoceánicas, pero al igual que los atunes templados, estos son de ida y vuelta entre las zonas de alimentación en aguas templadas más profundas y sus zonas de desove en aguas tropicales. Cuando no están haciendo una migración direccional, estos atunes se mueven casi todo el tiempo en busca de áreas donde la comida es más abundante [20][25].

En lo que respecta a su hábitat, como decíamos, los atunes tropicales son especies marinas pelágicas que, aunque ocasionalmente pueden sumergirse a profundidades de varios cientos de metros, por lo general pasan toda su vida en las aguas superficiales de los océanos y mares tropicales, subtropicales y templados; las especies de atún de tamaño pequeño y los juveniles de aquellos que alcanzan tamaños grandes viven más cerca de la superficie, mientras que los adultos de especies grandes se pueden localizar a profundidades un poco mayores [22].

Los cambios ambientales alteran los ecosistemas marinos, la dinámica y la disponibilidad para la captura de estas especies. Los túnidos tropicales son pelágicos durante todas las etapas de sus vidas, y los factores físicos que afectan en los océanos pueden tener efectos importantes en su distribución y abundancia. El entorno oceánico varía en una variedad de escalas de tiempo, desde estacionales a interanuales e incluso por décadas, afectando a las profundidades de las termoclinas, a las temperaturas de la superficie del mar (Figura 22) y, con ello, a la productividad biológica, la alimentación y la reproducción de las especies.

La termoclina o zona mesopelágica se define como aquella capa oceánica que se extiende desde el final de la zona epipelágica (aproximadamente 200 m, donde habitan los túnidos) hasta los 1000 m aproximadamente. Se trata de una zona a partir de la cual la temperatura desciende bruscamente con la profundidad hasta alcanzar una temperatura constante que se mantiene hasta llegar al fondo del océano. El inicio de esta capa es la que limita la zona de hábitat de estas especies, principalmente la de los tropicales.

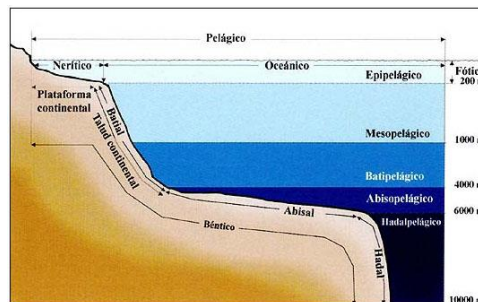


Figura 22. Capas oceánicas.

Así, al estar la distribución vertical y hábitat de estas especies condicionada por la profundidad a la que se encuentra la termoclina de los océanos, existen ciertas variaciones entre océanos e incluso entre zonas de un mismo océano. En cualquier caso, una termoclina poco profunda puede contribuir a un mayor éxito de la pesca de atunes de cerco, al comprimir el hábitat térmico preferido de pequeños atunes cerca de la superficie del mar. Sin embargo, si la termoclina se encuentra a más profundidad, es probable que los atunes sean menos vulnerables a la captura y se reduzcan las tasas de captura.

Por otro lado, la variación de la temperatura superficial del mar (Figura 23) también puede causar el traslado de estos peces móviles a hábitats más favorables, lo que también puede afectar a la captura al obligar a los pescadores a gastar más esfuerzo en localizar los cardúmenes.

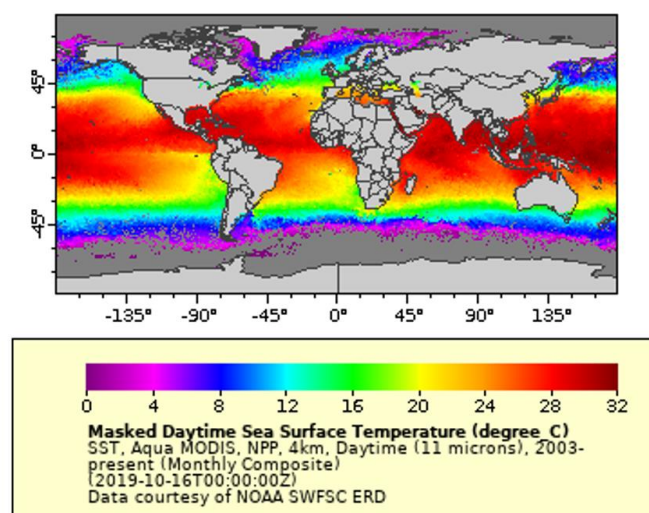


Figura 23. Temperatura superficial del mar (TSM) [26].

A continuación, se describen las características principales de las tres especies de túnidos tropicales capturadas por la flota atunera de cerco objeto de estudio de este trabajo, sus zonas de distribución, su proceso de migración y una breve descripción de la evolución de la producción local y global de las capturas.

3.3.1. *Katsuwonus Pelamis* o Skipjack Tuna

También conocido como Atún Listado o Barrilete, es la especie túnida oceánica más abundante y capturada por buques cerqueros para su comercialización en conserva y se identifica no sólo por su cuerpo fusiforme, alargado y redondeado, sino también por tener un dorso azul violáceo oscuro, lados inferiores y vientre plateado y de cuatro a seis marcadas bandas oscuras que corren longitudinalmente todo su cuerpo. Tiene dos aletas dorsales separadas por un pequeño espacio intermedio, unas aletas pectorales cortas y un cuerpo mayoritariamente sin escamas. Su tamaño va de los 40 a los 80 cm, llegando a alcanzar una talla máxima de 108 cm, y un peso máximo de 33 kg [20][27].



Figura 24. *Katsuwonus Pelamis* [28].

Esta especie habita en las aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo, a excepción de la parte sudeste del Mar Mediterráneo y del Mar Negro, entre los 55-60° N y 45-50° S y dentro de una isoterma de entre 14,7°C y 30°C (sus larvas se limitan principalmente a aguas con temperaturas superficiales de al menos 25°C) (Figura 25).

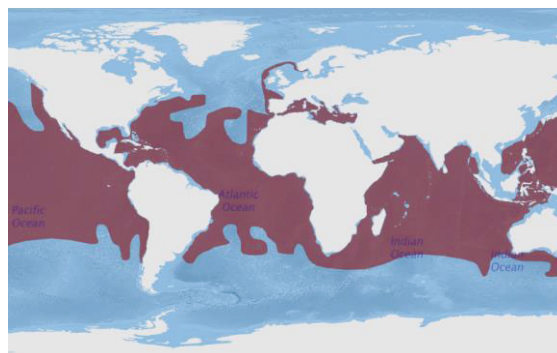


Figura 25. Zonas de distribución del Listado [29].

Son muy corrientes en las zonas tropicales del Atlántico formando cardúmenes en superficie asociados a aves marinas, ballenas, tiburones, objetos a la deriva o formando grandes bancos junto a los atunes de aleta negra del Atlántico Occidental [28]. Se trata de una especie pelágica y por tanto su distribución habitual se limita a aguas cercanas a la superficie, aunque puede alcanzar profundidades de hasta 260 m [27].

En el Océano Pacífico central oriental habita en aguas ecuatoriales y se divide en dos grupos: el grupo norte que migra a los caladeros de Baja California y un grupo del sur que ingresa en las zonas de pesca centro y sudamericanas. Una vez pasados varios meses, ambos grupos regresan a las áreas de desove ecuatorial, el cual tiene lugar durante todo el verano desde septiembre hasta marzo y desde la primavera hasta principios de otoño en aguas subtropicales, con la temporada de desove cada vez más corta a medida que aumenta la distancia al ecuador. El patrón de migración que se produce en el noroeste del Pacífico es similar [27].

Alcanzan su madurez al año de vida, alcanzando tamaños de 43 cm y un peso que ronda los 33 kg. Los peces juveniles se asocian con aves, objetos flotantes, tiburones, ballenas u otras especies de atunes y se alimentan principalmente de peces, crustáceos y moluscos, siendo sus principales depredadores otros atunes y peces picudos [27].

3.3.2. *Thunnus Albacares o Yellowfin Tuna*

También se conoce como Rabil, Atún Claro o Aleta Amarilla obedeciendo al color amarillo brillante de sus aletas dorsal y anal y a las franjas amarillas que corren por sus lados. Es la especie de atún más tropical y la segunda más capturada por buques cerqueros para su comercialización en conserva, alcanzan un peso que ronda los 100 kg (máximo de 175 kg) y una talla de 60 a 150 cm (máximo de 200 cm) [20].

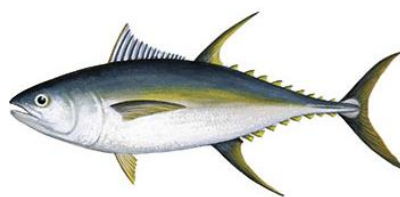


Figura 26. *Thunnus Albacares* [28].

Esta especie pelágica habita tanto en el Atlántico como en mares tropicales y subtropicales a temperaturas que van desde los 15°C a los 31°C, pero donde más abunda, es en el Océano Índico y Pacífico (no habita en el Mar Mediterráneo). Se localiza entre los 45-50° N y S, aunque en el Índico entre los 20° N y 20° S (Figura 27).

Suelen formar cardúmenes de mono o multiespecies, los jóvenes (2-3 años) en superficie y los adultos más en profundidad, se asocian a mamíferos, objetos flotantes y a otras especies, principalmente listado y patudo, y se alimentan de crustáceos y pequeños peces

mesopelágicos, por lo que ocasionalmente pueden alcanzar profundidades de hasta 1100 m [28].

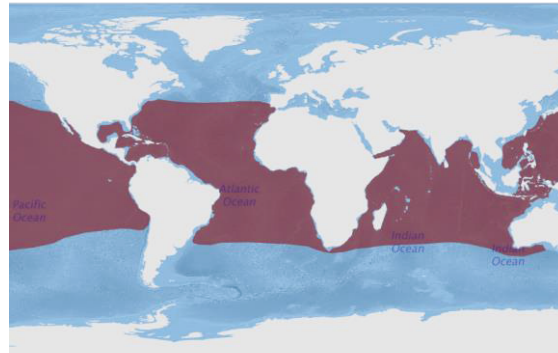


Figura 27. Zonas de distribución del Rabil [29].

Las migraciones del rabil, al igual que las del listado, son menores en términos de movimientos direccionales de larga distancia. Aunque su distribución en el Pacífico es casi continua, la falta de evidencia de migraciones de adultos de este a oeste o norte-sur de largo alcance sugiere que puede no haber mucho intercambio entre el rabil del Pacífico oriental y central, ni entre los del Pacífico occidental y central [30].

Existen dos grupos principales en la porción costera del Océano Pacífico oriental: el grupo del norte y el grupo del sur. El primero se localiza en la costa de Baja California alrededor de las islas de Revillagigedo y en el área alrededor de la boca del Golfo de California, mientras que el segundo se localiza desde cerca de las Islas de las Tres Marías hacia la punta sur del Golfo de California donde se produce una mezcla entre los dos grupos de túnidos.

En los meses de mayo y junio, los túnidos jóvenes migran desde el sur hasta la punta sur de Baja California pasando por las Islas de Revillagigedo. La emigración septentrional se produce de mayo a septiembre; la emigración hacia el sur ocurre de septiembre a noviembre o diciembre. Cuando los túnidos se aproximan a la punta sur de la península, estos se dispersan hacia las Islas de Revillagigedo, hacia la boca del Golfo de Baja California y hacia la costa sur de México [25].

Las migraciones de los grupos del sur son más complejas; los túnidos entran en las zonas de pesquería en varios lugares a lo largo de la costa de las Islas de las Tres Marías hacia el centro de Perú. Se producen fuertes desoves desde las Islas de las Tres Marías a Panamá Oeste con fuerte desove en el norte del Golfo de Panamá y cerca de la costa de Ecuador. La mayoría de los peces juveniles aparecen primero en la ensenada norte de Panamá en el mes de abril, emigrando en un corto período de tiempo al noroeste o hacia el sur recorriendo la costa.

3.3.3. *Thunnus Obesus* o Bigeye Tuna

La tercera especie industrial capturada por buques cerqueros es el Patudo. Se trata de una especie oceánica, pelágica y mesopelágica (a menudo se considera una especie templada por el hecho de que los adultos prefieren permanecer en aguas más profundas y frías) conocida también como Bigeye por su cuerpo robusto y grandes ojos y pueden alcanzar los 210 kg de peso máximo y una talla de entre 40 y 180 cm. Se caracteriza y distingue por su color blanquecino en los lados inferiores y vientre, una banda lateral azul iridiscente que corre a lo largo de los lados, primera aleta dorsal de color amarillo intenso, segundas aletas dorsal y anal de color amarillo claro y aletillas de color amarillo brillante con bordes negros [31].



Figura 28. Thunnus Obesus [28].

Habita en aguas tropicales y subtropicales del Atlántico, Pacífico e Índico occidental y oriental (ausente en el Mar Mediterráneo), entre los 55-60° N y los 45-50° S, nadando a temperaturas de 13°C a 29°C (su óptimo es de 17°C a 22°C) (Figura 29). Los juveniles y pequeños adultos habitan en aguas superficiales o incluso asociándose a otras especies de túnidos (rabil o listado) u objetos flotantes mientras que, los adultos, pueden encontrarse en aguas más profundas que otras especies de atunes tropicales, exhibiendo amplios movimientos verticales (desde los 300 a los 1200 m) y alcanzando mayores profundidades durante el día que durante la noche [28].

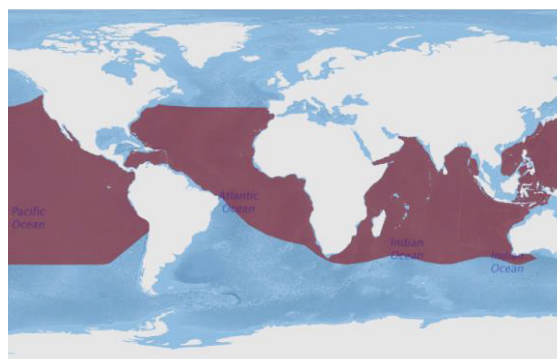


Figura 29. Zonas de distribución del Patudo [29].

Las mayores concentraciones de *Thunnus Obesus* se encuentran en el Pacífico Occidental y Central y se asocian a los cambios climáticos y estacionales que se producen en la temperatura de la superficie y la termoclina. Los juveniles y adultos pequeños del atún patudo se localizan

en la superficie en cardúmenes de monoespecies o junto con el atún rabil y/o listado, mientras que las especies infantiles se asocian a objetos flotantes [31].

Su madurez se produce a los 4 años, época en la que alcanzan un tamaño de 102-135 cm y un peso de 25-57 kg. Se alimentan de peces, cefalópodos y crustáceos y, durante todo el año, las especies desovan entre los 10°N y 10°S del Pacífico Oriental, produciéndose un pico de abril a septiembre en el hemisferio norte y de enero a marzo en el hemisferio sur.

La Tabla 7 muestra un resumen general de algunas de las características de las principales especies de túnidos, incluidos los túnidos templados.

Tabla 7. Tabla resumen de las especies de túnidos [elaboración propia].

Especies de Túnidos		Tamaño (cm)	Peso (kg)	Madurez (años)	Tipo de Aguas
Listado	Túnidos tropicales	40-80 (108 máx)	33	1	TODOS
Rabil o Atún Claro		60-150 (200 máx)	100	2-3	TODOS
Patudo		40-180	210	3-4	TODOS
Atún Rojo del Atlántico	Túnidos templados	80-200	40-80 (650 máx)	4-5	Pacífico, Atlántico y Mediterráneo
Atún Rojo del Sur		160-200 (225 máx)	30-200	11	TODOS
Atún Blanco o Albacora		40-100 (127 máx)	40	5	TODOS

3.4. ZONAS O CALADEROS DE OPERACIÓN

Como acabamos de ver, el atún se caracteriza por ser una especie altamente migratoria que nada a través de aguas internacionales pertenecientes a muchas naciones. Consecuentemente, la pesca mundial de esta especie se ha desarrollado en todos los océanos del mundo, desde latitudes 20° Sur hasta 20° Norte.

En este sentido podemos destacar la existencia de cuatro grandes caladeros bajo la jurisdicción de cuatro Organizaciones Regionales de Gestión de la Pesca de Atún (ORP) (Figura 30) creadas a partir de la unión de los países que comparten estos recursos con el fin de poder gestionar y preservar de una forma más responsable sus poblaciones de atún.

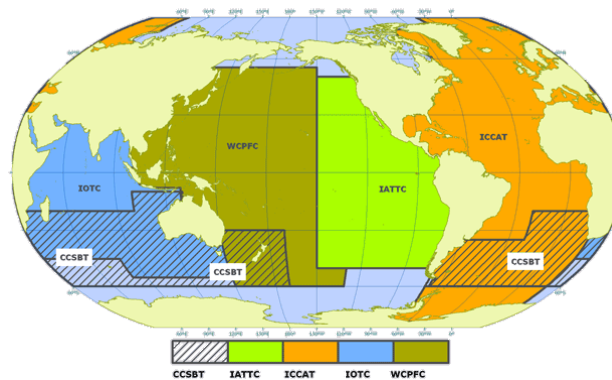


Figura 30. Zonas bajo la jurisdicción de las ORP de Atún [32].

Para ello, estas ORP, que a su vez controlan otras pesquerías de túnidos que, aunque no son más importantes por volumen de pesca, lo son por valor de la captura o por sus implicaciones sociales, establecen límites de captura, monitorizan la salud de las poblaciones y elaboran sistemas que regulan el derecho a pescar [33]. Estas cuatro grandes pesquerías son:

- **EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL:** área gestionada por la ORP más antigua, la *COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL* (CIAT o IATTC), creada en 1949 por una convención entre los Estados Unidos y Costa Rica con el fin de llevar a cabo la conservación y el manejo de los atunes. Desde 1950 hasta la actualidad, la CIAT se ha ubicado en el condado de San Diego. En 1966, la CIAT inició el primer programa de gestión de la pesquería de atún del mundo la cual limitó la captura anual de atún aleta amarilla. Actualmente, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, España, Francia, Guatemala, Japón, México, Nicaragua, Panamá, Perú, la República de Corea, Estados Unidos, Vanuatu y Venezuela se encuentran dentro de esta comisión [7].
- **EL OCÉANO PACÍFICO CENTRAL Y OCCIDENTAL:** zona gestionada por la *COMISIÓN DE PESCA DEL PACÍFICO OCCIDENTAL Y CENTRAL* (WCPFC), establecida en 2004. En 1979 se estableció la Agencia de Pesca del Foro (FFA) para negociar y armonizar colectivamente el control de los estados insulares del Pacífico sobre las especies de atún dentro de las Zonas Económicas Exclusivas de 200 millas creadas por la Convención del Derecho del Mar de las Naciones Unidas. Así, desde la

FFA se creó esta comisión con el fin de conservar y gestionar las poblaciones de peces altamente migratorios en el Océano Pacífico occidental y central.

- **EL OCÉANO ATLÁNTICO:** área gestionada por la *COMISIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DEL ATÚN ATLÁNTICO* (CICAA o ICCAT), establecida en 1966, está abierta a cualquier gobierno que sea miembro de las Naciones Unidas o cualquier agencia especializada de las Naciones Unidas y, además, cada gobierno miembro puede estar representado por hasta tres comisionados.
- **EL OCÉANO ÍNDICO:** área gestionada por la *COMISIÓN DEL ATÚN DEL OCÉANO ÍNDICO* (CIOI o IOTC), establecida en 1996, aunque comenzó a desarrollarse en el año 1993. Esta comisión incluye a 31 miembros y se diferencia de otras ORP en que esta fue creada en el marco de la Constitución de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Se trata de una comisión funcional y financieramente autónoma y cuyo presupuesto se encuentra totalmente respaldado por las contribuciones de los miembros.

Las diferentes ORP han ido implementando y desarrollando a lo largo del tiempo diversas medidas de regulación con el objetivo de proteger el medio marino mediante mejores prácticas, conseguir que la pesca de atún sea responsable y sostenible y, además, combatir las actividades de pesca ilegal, no declarada o no reglamentada (INDNR). Ya desde finales de la década de 1990, las comisiones comenzaron a exigir la autorización de buques pesqueros, de transporte y otro tipo de buques para poder operar y capturar especies en las áreas de su competencia. En la primera reunión conjunta entre las ORP de atún y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) celebrada en Japón en 2007, se apostó firmemente por la necesidad de una mayor cooperación y coordinación entre dichos organismos y, en particular, la unificación de las listas de dichos buques [34]. Así, a partir de junio del 2012 [35], se acordaron una serie de normas que sirven como base para elaborar y actualizar diariamente la denominada “Lista Consolidada de Embarcaciones Autorizadas (CLAV)” de la FAO (Figura 31) [36].

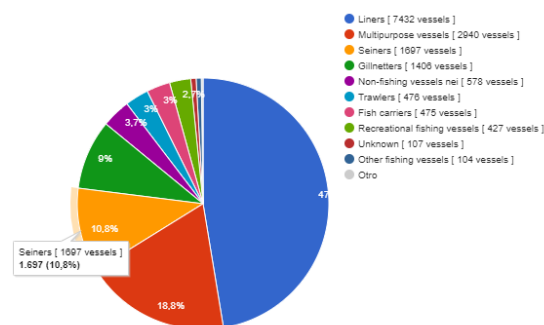


Figura 31. Flota registrada en la lista consolidada de embarcaciones autorizadas (CLAV) [36].

Por otro lado, en el año 2009 se crea la ISSF (International Seafood Sustainability Foundation) que sirve como puente global entre la industria, las ORP y sus miembros y cuya misión desde entonces ha sido emprender y facilitar iniciativas basadas en la ciencia para la conservación a

largo plazo y el uso sostenible de las poblaciones mundiales de atún, promoviendo y acelerando las prácticas óptimas de sostenibilidad para así reducir la captura incidental y promover la salud del ecosistema de dichas especies [34]. Para lograr esta misión, la ISSF aboga fuertemente por la adopción e implementación de medidas de gestión para que las poblaciones de atún y su ecosistema se gestionen de manera integral y sostenible, emplea y promueve una ciencia sólida para lograr rendimientos máximos sostenibles de las poblaciones de atún objetivo mientras se brinda salud y cuidado al ecosistema marino y apoya programas de certificación que cumplan con las pautas de etiquetado ecológico de 2005 de la FAO.

De este modo, cada una de las compañías participantes en la ISSF se compromete a cumplir todas las medidas de conservación de dicha organización y a someterse a auditorías independientes sobre la transparencia y cumplimiento normativo [33]. Desde el 31 de diciembre del 2012, los procesadores, comerciantes, importadores, transportistas, comercializadores y otros servicios de la industria pesquera que quieran realizar transacciones de listado, rabil y patudo capturados por buques pesqueros, incluidos los buques cerqueros atuneros de gran escala ("Large-Scale Purse Seiners", definidos según la ISSF como aquellos buques cuya capacidad de carga sea igual o mayor a 335 m³ [33]), han de estar registrados en la ISSF.

En la Figura 32, se muestran los tipos de embarcaciones pesqueras que requieren autorización para operar en áreas bajo la jurisdicción de las ORP en la actualidad.

<ul style="list-style-type: none"> • Buques pesqueros a gran escala: se requiere autorización para los buques que tengan una eslora total de 24 metros o más • Buques pesqueros de pequeña escala: se requiere autorización para los buques que tienen una eslora inferior a 24 metros • Solo ZEE: se requiere autorización para los buques que operan solo dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de sus Estados del pabellón 						
Otras áreas: Se requiere autorización para embarcaciones que operan, en parte o en su totalidad, fuera de la ZEE de sus Estados del pabellón						
T- RFMO	Buques pesqueros a gran escala			Buques pesqueros a pequeña escala		
	Solo EEZ	ZEE exterior	Tipo de embarcaciones	Solo EEZ	ZEE exterior	Tipo de embarcaciones
CCSBT			Todos los buques que se utilizarán para pescar atún rojo del sur			Todos los buques que se utilizarán para pescar atún rojo del sur, independientemente de su tamaño
CIAT			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia de la CIAT en el Área de la Convención más allá del área de jurisdicción nacional del Estado del pabellón			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia de la CIAT en el Área de la Convención más allá del área de jurisdicción nacional del Estado del pabellón, independientemente de su tamaño
CICAA			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia ICCAT en el Área de la Convención			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia de ICCAT en el Área de la Convención más allá del área de jurisdicción nacional del Estado del pabellón, independientemente de su tamaño
						Todas las embarcaciones que tengan una longitud total de entre 20 y 24 metros.
IOTC			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia IOTC en el Área de la Convención			Todos aquellos que pescan atún rojo del este, pez espada del Mediterráneo y atún blanco del norte, independientemente de su tamaño
						Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia IOTC en el Área de la Convención más allá del área de jurisdicción nacional del Estado del pabellón, independientemente de su tamaño
WCPFC			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia WCPFC en el Área de la Convención más allá del área de jurisdicción nacional del Estado del pabellón			Todos los buques que se utilizarán para pescar especies bajo la competencia WCPFC en el Área de la Convención más allá del área de jurisdicción nacional del Estado del pabellón, independientemente de su tamaño

Figura 32. Tipo de embarcaciones autorizadas por cada OROP [35].

Con el fin de respaldar esta medida, la ISSF establece el Registro ProActivo de Embarcaciones (PVR) (Figura 33) para atunes tropicales a nivel mundial que permite a los propietarios de los buques atuneros cerqueros identificarse como participantes activos en esfuerzos significativos de sostenibilidad diferenciándose claramente de otras flotas que realizan prácticas de pesca no

declarada y no reglamentada y cuya información se basa en la disponible en los registros de buques atuneros (ORP) [33].

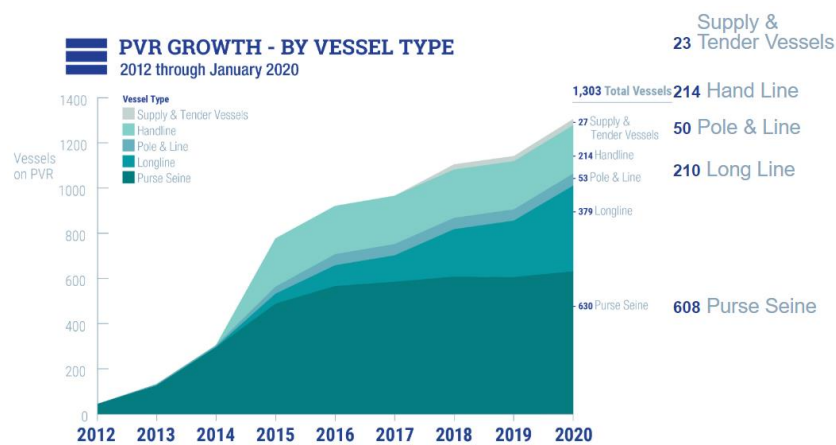


Figura 33. Tipo de embarcaciones del Registro ProActivo de Buques: Cerqueros, Palangreros, Supply, Caña y línea y Línea de mano [33].

En la actualidad, y basándonos en la información extraída de las cuatro ORP, se calculan aproximadamente 1850 buques cerqueros de todos los tamaños autorizados para la pesca de atún en sus áreas competentes, sumando una capacidad total que supera los 1,1 millones de m³. Centrándonos en cerqueros atuneros industriales, más del 75% de los grandes cerqueros del mundo se encuentran registrados en el PVR, superando los 869.000 m³ de capacidad [1] [33][37][38][19][39][40].

A continuación, se describen las zonas de operación de los buques objeto de estudio incluyendo sus características, límites geográficos, las características de su flota, la modalidad de pesca de cerco más utilizada, los niveles de capturabilidad, sus zonas geográficas más frecuentes de captura de las especies tropicales y las restricciones implementadas por su organismo de gestión.

3.4.1. *Océano Pacífico Oriental*

La historia nos muestra que el Océano Pacífico oriental es la cuna de la pesca de atún con arte de cerco. Por su tamaño y riqueza, este océano es uno de los principales productores de túnidos tropicales del mundo, suponiendo el 17,7% de todas las capturas de túnidos tropicales registradas con este arte.

Este área (Figura 34) se extiende desde tierra firme en el paralelo de los 40° N, cruza la costa hacia el oeste a lo largo de este paralelo hasta la longitud 125° W; de ahí hacia el sur hasta el punto de los 20° N y de ahí hacia el este hasta los 120° W de longitud. A continuación, se dirige hacia el sur a lo largo de este meridiano hasta los 5° N, continúa hacia el este hasta los 110° W para dirigirse hacia el sur a hasta los 10° S, de ahí al este hasta los 90° W de longitud, de ahí hacia el sur hasta el punto de los 30° S de latitud, siguiendo hacia el este hasta el punto en tierra en donde el paralelo cruza la costa, excluyendo las áreas dentro de las 12 millas náuticas

medidas a partir de las líneas de base desde donde se mide la extensión del mar territorial y aquellas áreas dentro de las 200 millas náuticas medidas a partir de la línea de base desde donde se mide la extensión del mar territorial de los Estados ribereños que no sean parte contratante del Convenio para la Pesca del Atún en el Océano Pacífico Oriental (ZEE).

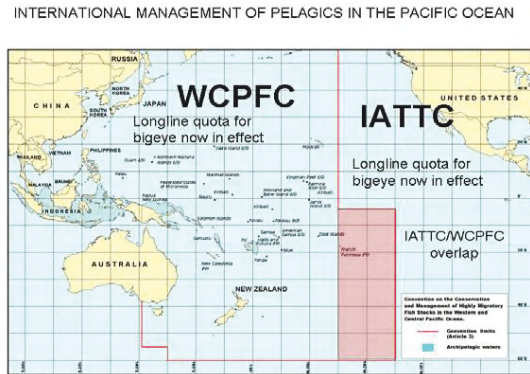


Figura 34. Extensión del Océano Pacífico oriental [41].

Los buques cerqueros del Pacífico oriental constituyen la flota más antigua que actualmente se dedica a esta pesquería de túnidos tropicales. Un total de 283 buques cerqueros están autorizados para la pesca de estas especies bajo la normativa establecida por la CIAT, sumando una capacidad total de captura de 285.976 m³, de los cuales 82 buques (28,9%) tienen una capacidad comprendida entre los 350 y los 800 m³ y 160 buques (56,5%) superan los 800 m³ de capacidad de almacenamiento [12].

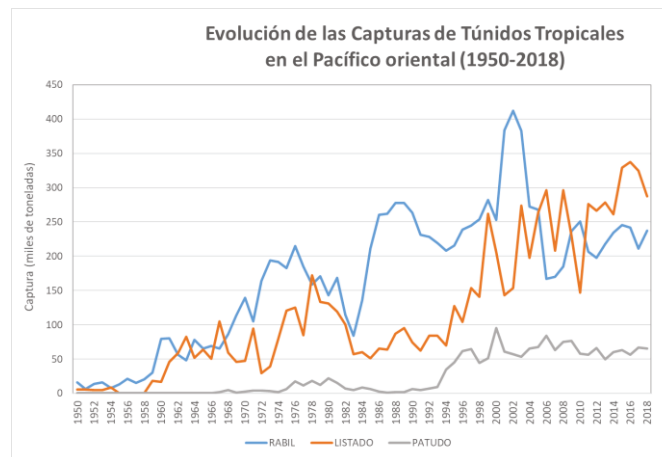


Figura 35. Evolución de las capturas con arte de cerco en el Pacífico oriental por especies tropicales (1950-2018) [2].

Las capturas totales de túnidos tropicales realizadas en el período 2016-2018 se distribuyeron en un 52% de listado, 37,7% de rabil y 10,3% de patudo [42] [2]. Estas especies son capturadas en el Pacífico oriental con las tres modalidades de pesca de cerco; el listado se asocia fundamentalmente a objetos flotantes (FADs) pero también en algunas zonas se realizan capturas con la modalidad de brisas (Figura 36). El rabil del Pacífico oriental es la única especie

del mundo que se asocia a delfines y, a pesar de que se desconoce el motivo, este tradicional sistema es el principal de captura de esta especie mayor de 20 kg, aunque también existen capturas menores de rabil pequeño en cardúmenes libres y con objetos flotantes mezclado con otras especies (Figura 37). El poco patudo grande capturado en comparación con las otras dos especies se encuentra, como decíamos, a mayores profundidades (hasta 300 metros) que las otras especies y se suele asociar a objetos flotantes (Figura 38) [42].

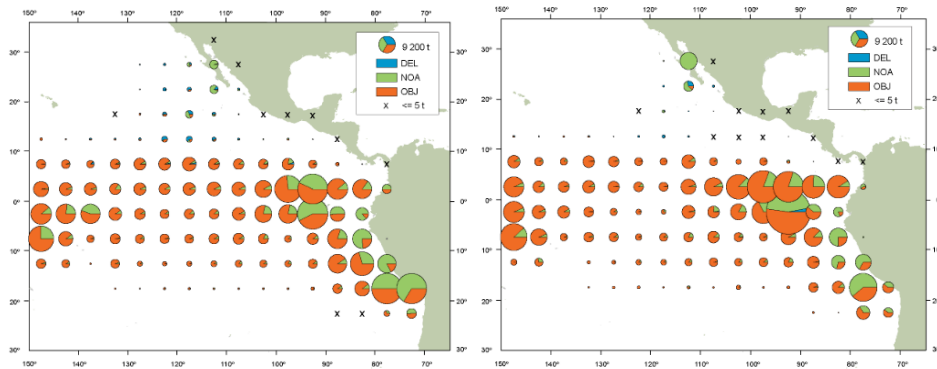


Figura 36. Distribución media anual de las capturas cerqueras de listado, por tipo de lance, 2013-2017 (izquierda) y 2018 (derecha) [42].

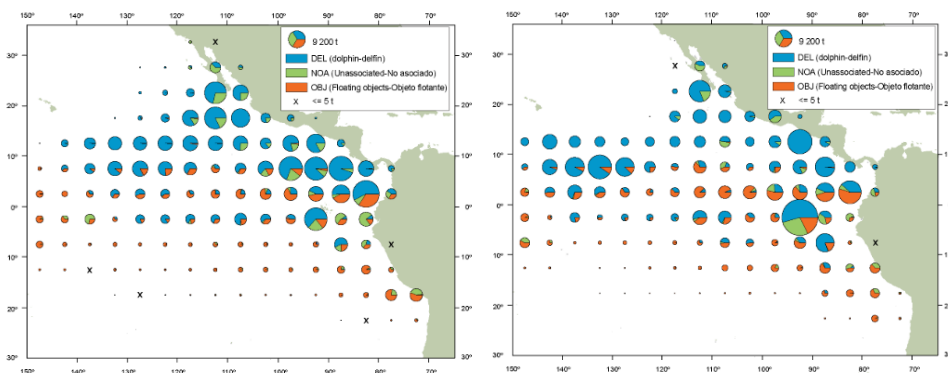


Figura 37. Distribución media anual de las capturas cerqueras de rabil, por tipo de lance, 2013-2017 (izquierda) y 2018 (derecha) [42].

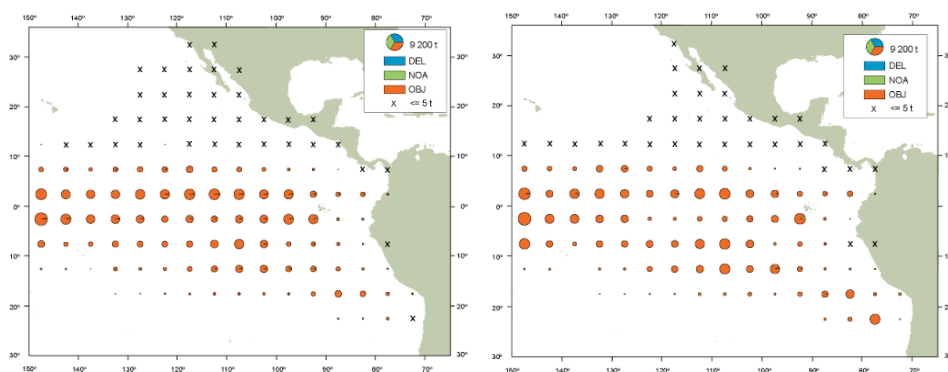


Figura 38. Distribución media anual de las capturas cerqueras de patudo, por tipo de lance, 2013-2017 (izquierda) y 2018 (derecha) [42].

En lo que respecta a la regulación de los buques que operan en aguas bajo la jurisdicción de la CIAT y que han condicionado tanto la pesca como el diseño de su flota, destacan los siguientes requisitos sobre la capacidad de los buques atuneros nuevos [43]:

- Prohibir el ingreso de nuevos buques, definidos como aquellos no incluidos en el Registro, a la flota cerquera del OPO, excepto para reemplazar buques eliminados del Registro, y siempre que la capacidad total del buque o buques sustituido(s) no supere la del buque o buques reemplazado(s).
- Prohibir el incremento de la capacidad de cualquier buque cerquero existente a menos que un buque o buques cerquero(s) de capacidad igual o mayor sea(n) eliminado(s) del Registro.

Y las limitaciones de esfuerzo pesquero [44]:

- Todos los buques de cerco que operan en la zona del Pacífico oriental deben cesar de pescar en el Área de la Convención durante un período de 72 días en cada uno de los años. Estas vedas serán aplicadas en uno de dos períodos de la forma siguiente: de las 00:00 horas del 29 de julio hasta las 24:00 horas del 8 de octubre, o de las 00:00 horas del 9 de noviembre hasta las 24:00 horas del 19 de enero del siguiente año.
- La pesca de los atunes listado, rabil y patudo por buques cerqueros dentro del área de 96° y 110° O y entre 4° N y 3° S, conocida como el “corralito”, será vedada desde las 00:00 horas del 9 de octubre hasta las 24:00 horas del 8 de noviembre de cada año.

3.4.2. *Océano Pacífico Occidental y Central*

El Océano Pacífico occidental y central está gestionado desde el año 2004 por la *Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central*. Al igual que el Pacífico oriental, su tamaño y riqueza en poblaciones de atún, pero en particular la elevada capacidad total de su flota, hacen de este océano el mayor productor de túnidos tropicales del mundo, suponiendo el 58,9% de todas las capturas de túnidos tropicales con arte de cerco.

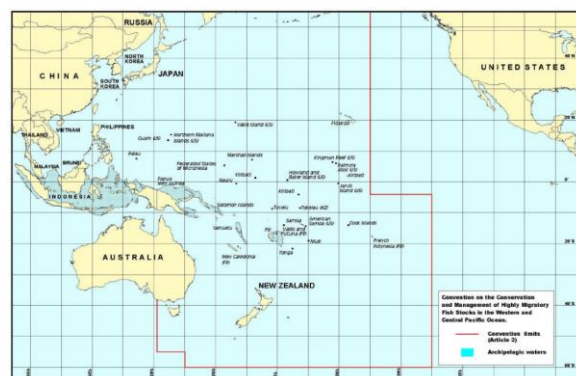


Figura 39. Extensión del Océano Pacífico occidental y central [45].

El área del Océano Pacífico occidental cubre aproximadamente el 20% de la superficie terrestre y se extiende hasta la costa este asiática (140° E), sin incluir el Mar del Sur de China. La zona este se superpone con el área de competencia de la CIAT, el límite sur se extiende hasta los 60° S y el límite norte se extiende hasta Alaska y el Mar de Bering (Figura 39) [46].

Los buques cerqueros del Pacífico occidental y central constituyen la flota más amplia y de mayor capacidad total de esta pesquería, y está dominada por la industria asiática (Filipinas, Taiwán, Japón y Corea del Sur). Más de 300 grandes atuneros están autorizados para la pesca de estas especies bajo la normativa establecida por la WCPFC, sumando una capacidad total de captura que supera los 450.000 m³ [11].

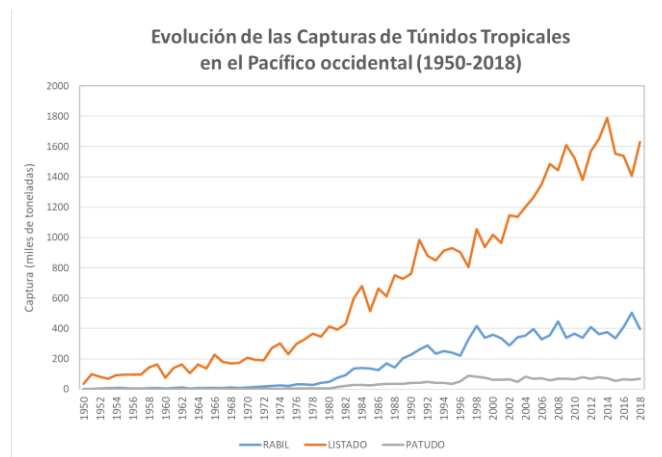


Figura 40. Evolución de las capturas con arte de cerco en el Pacífico occidental por especies tropicales, en miles de toneladas (1950-2018) [2]

Las capturas totales de túnidos tropicales realizadas en el período 2016-2018 se distribuyeron en un 75,3% de listado, un 21,5% de rabil y un 3,2% de patudo [47] [2]. A pesar de que los delfines sí son una especie que habita en el Pacífico occidental, estos no se asocian al rabil como ocurre en el oriente, por lo que es la única modalidad que no se utiliza. Sin embargo, sobre un 60% de las capturas, principalmente atunes grandes, se consiguen mediante pesca sobre cardúmenes libres y el resto, asociado a objetos flotantes.

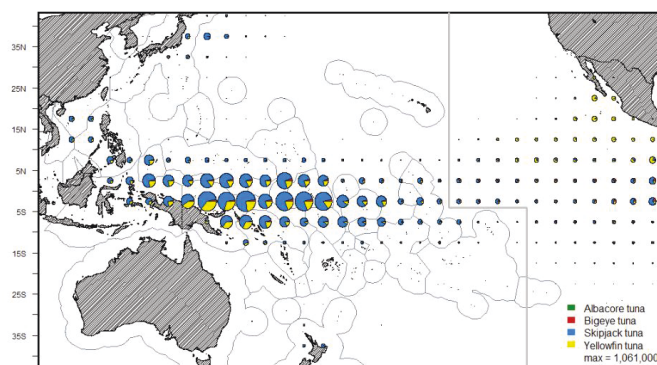


Figura 41. Distribución media anual de las capturas cerqueras de túnidos tropicales, en el Pacífico occidental, 2008-2017 [47].

La WCPFC establece un período de veda para las capturas de túnidos tropicales únicamente con la modalidad de plantados (FADs), pudiendo faenar de manera continua con la modalidad de brisas [48].

Con el fin de apoyar la implementación de medidas para limitar y poder medir el esfuerzo de cerco en el Área de la Convención WCPF en altamar y en aguas bajo la jurisdicción nacional de los miembros de la Comisión que no pertenecen a la ANP, la WCPFC incluye en su normativa el conocido VDS (Vessel Day Scheme o días de pesca) como unidad de esfuerzo. Es habitual que buques registrados en el Pacífico oriental, en épocas de veda o bajo nivel de capturas en sus caladeros, compren licencias por días de pesca para faenar en el Pacífico central y occidental. De este modo, el esfuerzo se escala en función de la eslora total del buque: a aquellos buques cerqueros de menos de 50 metros se les asignan 0,5 días de pesca por cada día de pesca, a los que tienen una eslora total comprendida entre los 50 y los 80 m se les asigna un día de pesca y para aquellos buques de más de 80 m, un día de pesca se registra como equivalente a 1,5 días de pesca [49].

3.4.3. Océano Atlántico

La responsabilidad de conservación del atún y especies afines en el Océano Atlántico y mares adyacentes está gestionada por la *Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico*. La pesca de cerco comenzó a desarrollarse en el Océano Atlántico hacia principios de los años cincuenta, transformándose en los años sesenta en una pesquería industrial consolidada. Este océano supone el 10% de las capturas de túnidos tropicales.

Esta área, abarca toda la extensión del Océano Atlántico de norte a sur, y está delimitada en el hemisferio sur en la zona oriental por los 20° E y en la occidental por los 70° W.

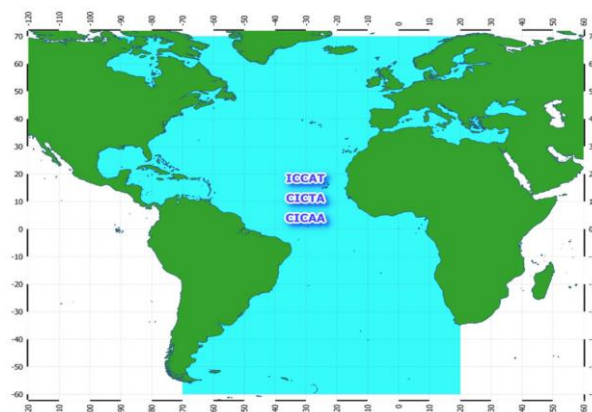


Figura 42. Extensión del Océano Atlántico [40].

Las principales flotas de este océano pertenecen a pabellones europeos, mayoritariamente españoles y franceses, siendo tanto las dimensiones del aparejo como las de los buques ligeramente inferiores a las de las flotas de estos mismos pabellones que faenan en aguas de los océanos Pacífico e Índico. Debido a la marcha de numerosos cerqueros a los nuevos caladeros del océano Índico a principios de los años ochenta y a las tan restrictivas normas

implantadas por la comisión para la conservación de las especies, en el Atlántico permanece un número más reducido de embarcaciones [50].

En la actualidad, la flota purse seiner del Atlántico está constituida por aproximadamente 855 buques cerqueros autorizados por la CICA para la pesca de estas especies, de los cuales 511 (59,8%) tienen una eslora superior a 24 m, 125 buques (14,6%) superan las 350 GT y 57 buques (6,7%) los 1500 GT [11] [12].

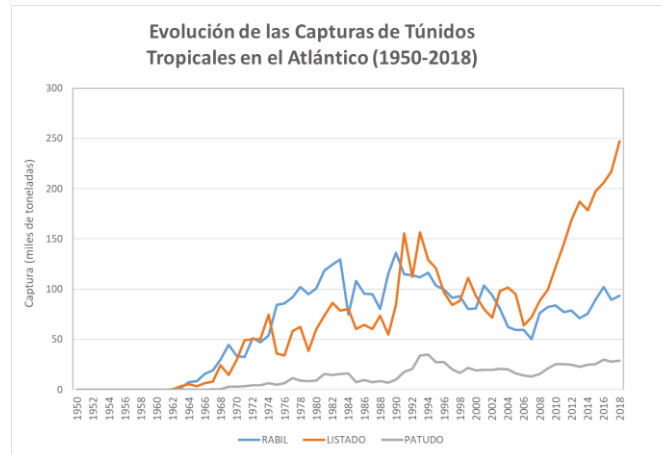


Figura 43. Evolución de las capturas con arte de cerco en el Atlántico por especies tropicales, x 1000 t (1950-2018) [2].

Las capturas totales de túnidos tropicales realizadas en el período 2016-2018 se distribuyeron en un 64,4% de listado, 27,3% de rabil y 8,3% de patudo [42] [2]. En el Atlántico, la modalidad de pesca con brisas se desarrolla de diciembre a mayo, capturando fundamentalmente rabil grande y, el resto del año, las capturas se obtienen con el sistema de FADs.

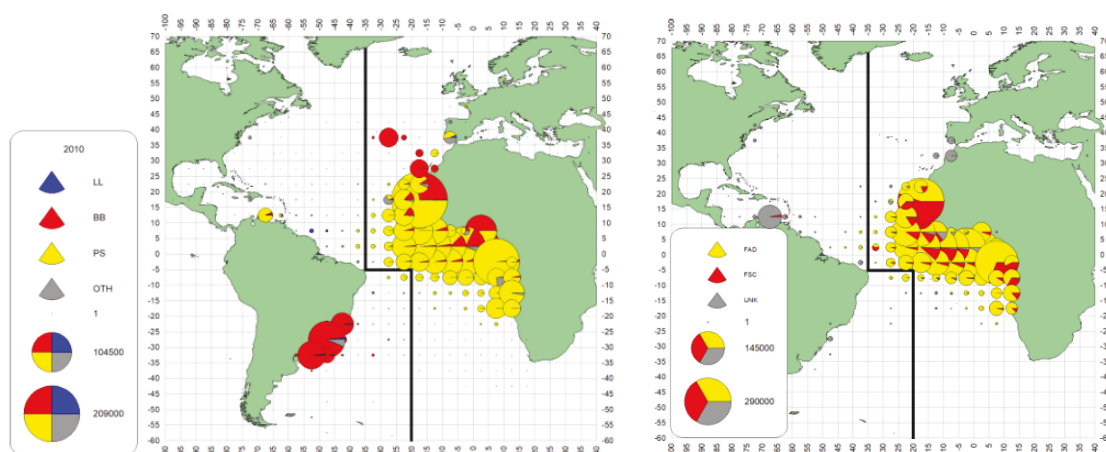


Figura 44. Capturas de listado por arte de cerco en período 2010-2017 (izquierda) y por sistema de cerco en 1991-2014 (derecha) [42] .

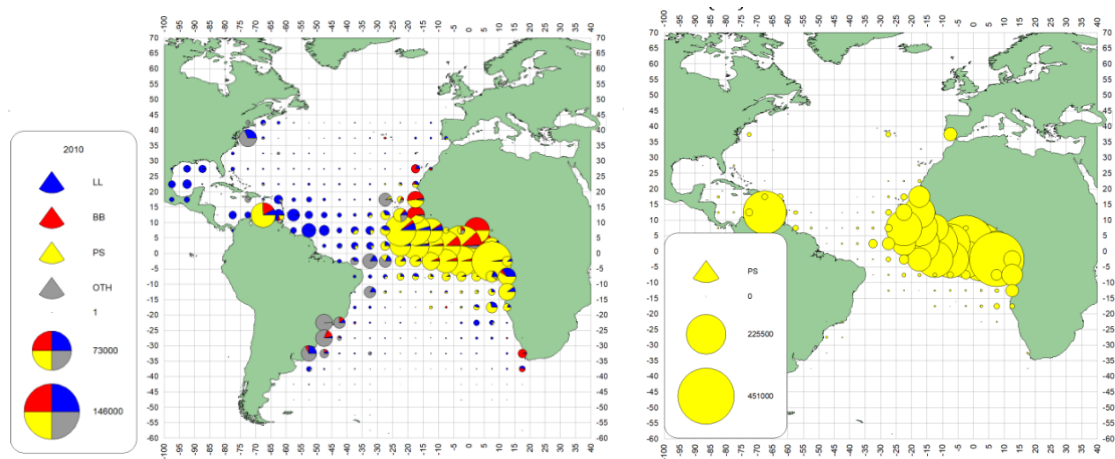


Figura 45. Capturas de rabil por arte (izquierda) y por grandes cerqueros en 2010-2017 (derecha) [42]

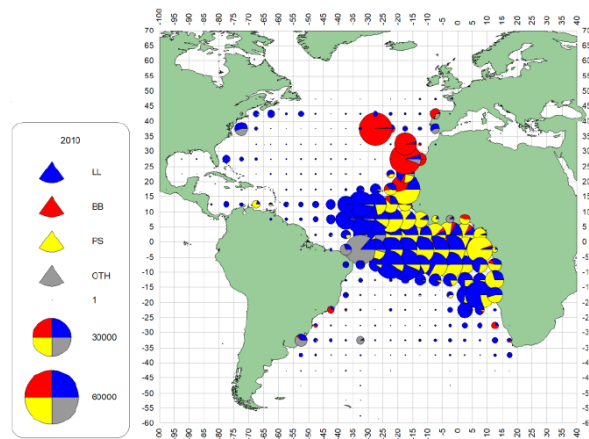


Figura 46. Capturas de patudo por arte [42].

La ICCAT establece un programa para la conservación de atún atlántico según el cual aplica una serie de restricciones en los límites de captura anual de buques de eslora total de 20 m o superior que pesquen listado, rabil y patudo [51].

- El total admisible de captura (TAC) anual se establece en 65.000 t para el patudo. Si el total de capturas supera el TAC en un año determinado, este exceso será devuelto por las Partes contratantes y Partes, Entidades o Entidades pesqueras no contratantes colaboradoras (CPCs) para las que se haya establecido un límite de captura para la especie en cuestión. Las cantidades en exceso se deducirán al año siguiente de forma prorrateada de las cuotas de captura ajustadas de las CPC afectadas.
- Para el año 2016 y años subsiguientes del programa plurianual, se aplicarán los siguientes límites de capturas de patudo a las siguientes CPC:

Tabla 8. Límite de captura anual de patudo establecido por la ICCAT [51].

CPC	Límite de captura anual de patudo (t)
China	5.376
Unión Europea	16.989
Ghana	4.250
Japón	17.696
Filipinas	286
Corea	1.486
Taipei Chino	11.679

- Los límites de captura de patudo no se aplicarán a las CPC cuya captura anual de patudo en la zona del Convenio sea inferior a 2.100 t. sin embargo, se aplicará lo siguiente:
 - Las CPC que no sean Estados costeros en desarrollo se esforzarán por mantener sus capturas anuales por debajo de 1.575 t.
 - Si la captura de patudo de cualquier CPC costera en desarrollo no incluida en la Tabla 8 supera las 3.500 t en un año determinado, se establecerá un límite de captura para la CPC en desarrollo para los años siguientes. En este caso, las CPC pertinentes se esforzarán por ajustar su esfuerzo pesquero para que sea acorde con sus posibilidades de pesca disponibles.
- Se establece en 110.000 t el TAC anual para el rabil. Si la captura total supera el TAC establecido para esta especie, la Comisión revisará las medidas de conservación y ordenación pertinentes en vigor.
- Se establece una veda espacio-temporal en relación con la protección de juveniles según la cual se prohíbe la pesca, o actividades de apoyo (plantado de cualquier objeto flotante, objetos artificiales, naturales y remolque de objetos flotantes desde el interior al exterior de la zona) para pescar especies tropicales en asociación con objetos que podrían afectar a las concentraciones de peces, lo que incluye los FADs, durante el período que va del 1 de enero al 28 de febrero en la siguiente zona:
 - Límite meridional: paralelo 4º latitud sur.
 - Límite septentrional: paralelo 5º latitud norte.
 - Límite occidental: meridiano 20º longitud oeste.
 - Límite oriental: costa africana.

3.4.4. Océano Índico

Históricamente, la contribución de la captura de túnidos del Océano Índico a la captura mundial ha sido la menor de los tres océanos. Sin embargo, a partir de principios de los años ochenta, cuando los buques del Atlántico comenzaron a desplazarse hacia el Índico por anomalías térmicas superficiales en el Atlántico Occidental que hicieron descender la termoclina, y con ello la capturabilidad del rabil para la flota de cerco [14], el nivel de capturas empezó a aumentar hasta constituir hoy en día, con un 13,3%, la tercera pesquería que más túnidos tropicales con arte de cerco captura al año.

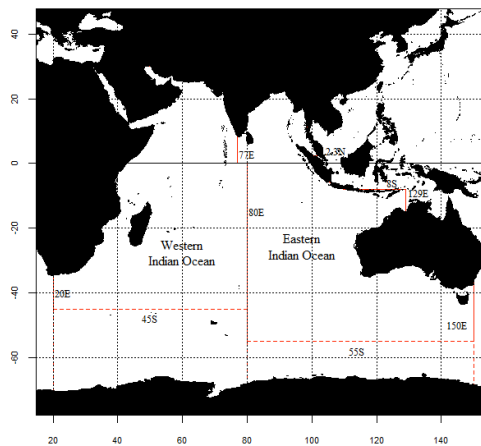


Figura 47. Extensión del Océano Índico [52].

La extensión de esta área comprende dos zonas: la occidental y la oriental. El hemisferio sur del Océano Índico occidental está delimitado desde los 80° E hasta los 20° E (desde el año 1999 modificó su límite occidental de 30° E a 20° E, eliminando así la brecha entre las áreas cubiertas por IOTC e ICCAT) y hasta los 45° S. En el hemisferio norte su limitación oriental se encuentra en los 77° E. Por otro lado, en el Océano Índico oriental, el límite occidental lo marca la división con el Pacífico occidental, al sur los 55° S y al oriente los 150° E en la zona al sur de Australia, mientras que, al norte del continente australiano, está limitado hasta los 129° E bordeando las islas.

Los buques cerqueros del Índico constituyen la flota más nueva, moderna, avanzada tecnológicamente y de gran capacidad actualmente operativa y dedicada a esta pesquería. Un total de 658 buques purse seiner están autorizados para la pesca de estas especies bajo la jurisdicción de la IOTC, de los cuales 57 buques (8,7%) son de entre 350 y menos de 1500 GT y 471 buques (71,58%) superan los 1500 GT [12].

La explotación de túnidos en el Índico está claramente centrada en su mitad occidental (área IPTP/FAO 51), en gran parte debido al espectacular desarrollo, desde principios de 1980, de la pesquería de cerco en esta zona (Figura 49, Figura 50, Figura 51) [14].

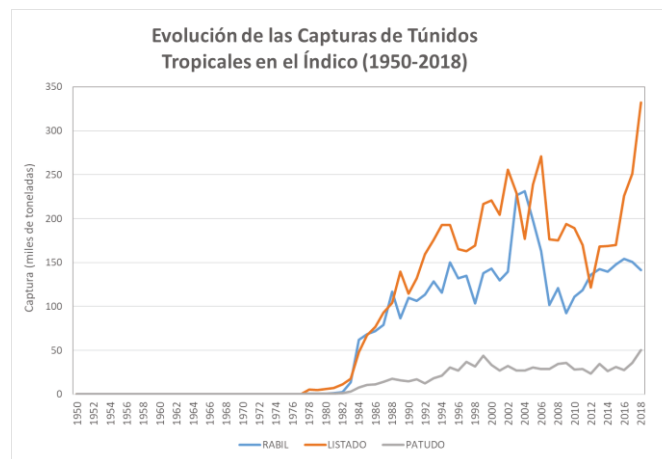


Figura 48. Evolución de las capturas con arte de cerco en el Índico por especies tropicales, en miles de toneladas (1950-2018) [2].

Las especies dominantes en las capturas de este arte son el listado y el rabil, siendo esta última la más apreciada por su valor comercial, aunque también se captura patudo. Las capturas totales de túnidos tropicales realizadas en el período 2016-2018 se distribuyeron en un 59,1% de listado, 32,6% de rabil y 8,3% de patudo [2].

En el Océano Índico se practican casi por igual las dos modalidades de pesca, aunque la asociada a objetos flotantes es ligeramente superior, capturando fundamentalmente listado. El listado y, mayoritariamente el rabil (el rabil del Índico habita muy cerca de la superficie) son capturados también con el sistema de lance a banco libre y, sin embargo, las pocas capturas de patudo pequeño realizadas en este océano están asociadas casi en su totalidad a FADs.

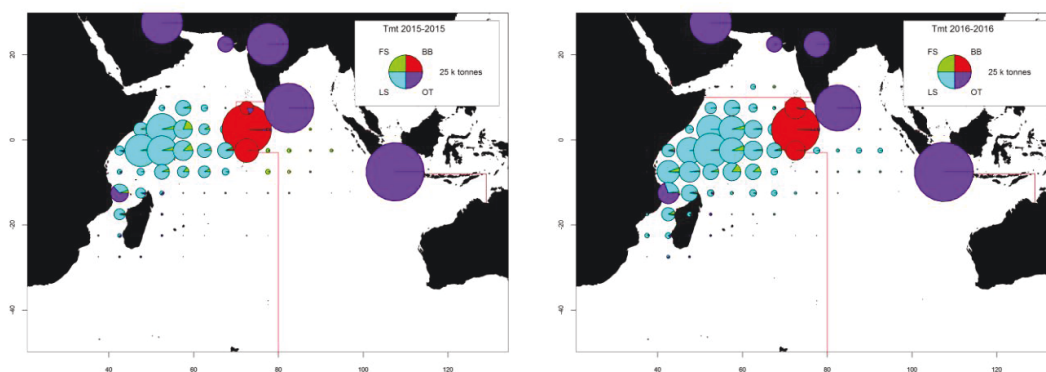


Figura 49. Capturas de listado por arte 2015 (izquierda) y 2016 (derecha) (FS: cerco con lance a banco libre, LS: cerco asociado a FADs) [53].

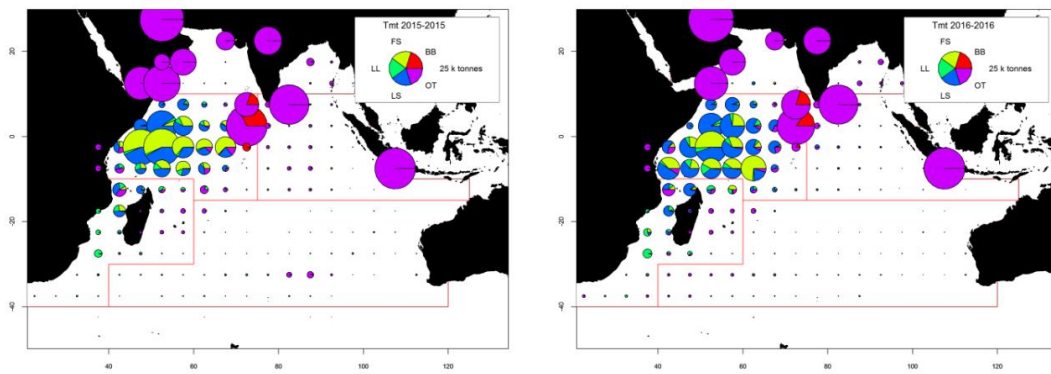


Figura 50. Capturas de rabil por arte 2015 (izquierda) y 2016 (derecha) [54].

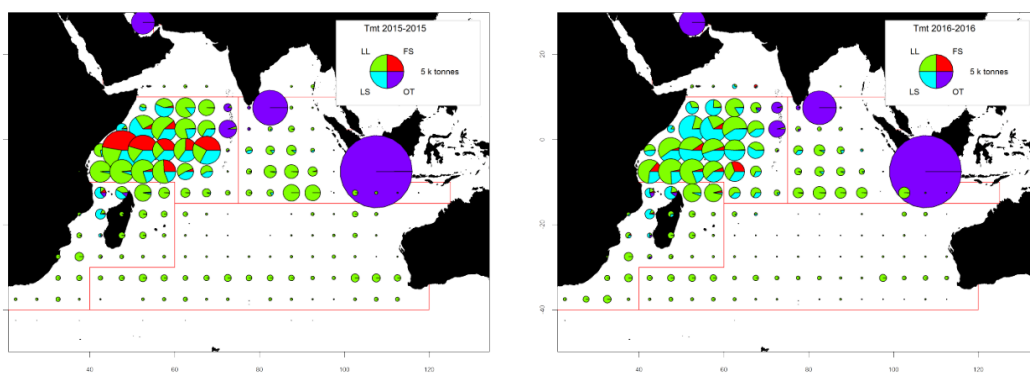


Figura 51. Capturas de patudo por arte 2015 (izquierda) y 2016 (derecha) [55].

En el Índico, la IOTC ha ido actualizando y endureciendo a lo largo de los años una serie de medidas de conservación y ordenación relacionadas con la gestión del atún (y las especies afines) para buques mayores de 24 m de eslora total, con el fin de recuperar los niveles de stock de todas las especies. Para ello, existe una cuota para todas las especies y una más restrictiva para el rabil, en cuyo caso se busca que sus capturas se reduzcan en un 20% sobre las capturas del año 2017 y probablemente en un 50% para el año 2027 [56].

- Aquellos CPCs cuyos buques cerqueros hayan capturado más de 5000 t de rabil en el año 2014 han de reducir sus capturas en un 15% sobre los niveles de ese año.
- Con respecto al límite de capturas, si estos CPCs superan el límite de captura anual, el límite para su flota se ha de reducir de la siguiente manera:
 - Si las capturas acumuladas en 2017, 2018 y 2019 sobrepasan el límite de capturas para 2017, 2018 y 2019, el exceso se deducirá al límite de capturas de 2021.
 - A partir del año 2020, el 100% de la sobre-captura se deducirá de los límites de los dos siguientes años a menos que esta sobre-captura se produzca en dos o más años consecutivos, en cuyo caso el 125% de la sobre-captura se deducirá de los límites de los siguientes dos años.

Con esta medida, los límites de capturas anuales de cada buque se distribuyen a cada pabellón en función de sus capacidades. Para tener una idea de los valores de los que estamos hablando, los límites de captura de patudo, listado y rabil en conjunto los buques de mayor capacidad de carga de la flota española (aproximadamente 2000 t) para este año 2020, no puede superar las aproximadamente 11.257 t.

- Con respecto a la utilización de FADs (no enmallantes) equipados con boyas, la IOTC establece como 300 el número máximo de boyas operacionales seguidas por cualquier barco cerquero a un mismo tiempo. El número de boyas instrumentadas (boya en existencia y boya operativa) que se pueden adquirir anualmente para cada barco cerquero se establece en no más de 500. Una boya instrumentada se pondrá en funcionamiento sólo cuando esté físicamente presente a bordo del buque cerquero al que pertenece o su buque de apoyo.

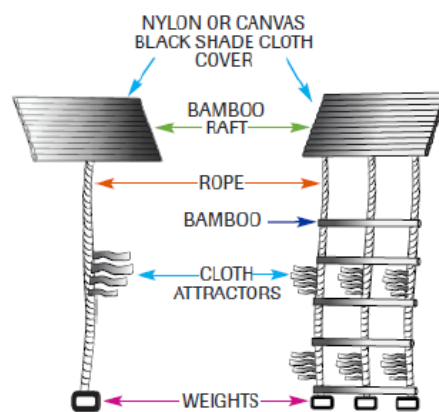


Figura 52. Ejemplo de FAD no enmallante [56].

4. DESCRIPCIÓN DE LOS ARTES DE PESCA DE ATÚN DE UN “PURSE SEINER”

La capacidad de captura de la flota pesquera atunera es el producto del esfuerzo pesquero combinado con la eficiencia de los diferentes artes de pesca empleados, el tipo de embarcación y la pericia y experiencia del Patrón y de la tripulación, de modo que, es de vital importancia el sistema utilizado para la captura de estas especies. En este sentido, decíamos que el cerco se ha convertido en el arte más importante por su eficiencia y capacidad de captura para abastecer las necesidades y demanda de la población mundial (Figura 53).

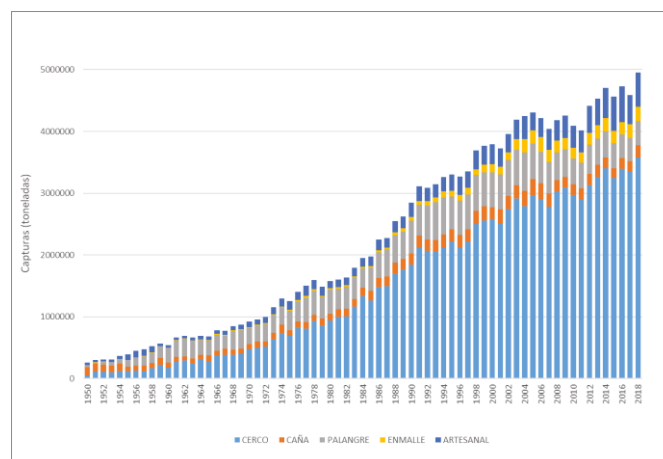


Figura 53. Evolución de las capturas de túnidos tropicales mundiales por artes de pesca (1950-2018) (Cercos, Palangre, Enmalle, Caña y Artesanal) [2].

A principios de esta nueva era, la captura mundial de túnidos tropicales realizadas con todos los artes de pesca superaba los 4 millones de toneladas, alcanzando los más de 4,9 millones en el año 2018 [2]. Por ello, se describen a grandes rasgos las diferentes pesquerías de atún, aunque nos centraremos en el arte de cerco con “jareta” y con copo simple que utiliza nuestra flota cerquera atunera objeto de estudio. Así, los artes de pesca se pueden clasificar en dos grupos:

- **Pesquería Artesanal o Ribereña:** Todos aquellos artes de los países ribereños. La flota artesanal es muy diversa tanto en las diferentes modalidades empleadas como en las especies objetivo, por lo que se describen las principales de esta modalidad.
- **Pesquería Industrial:** Aquella pesca que se realiza con fines comerciales mediante la captura masiva y eficiente de atún. Se incluyen aquí tanto la pesca con palangre como el arte de cerco con “jareta”.

La pesca artesanal es aquella actividad pesquera que se desarrolla en zonas cercanas a la costa y que utiliza técnicas tradicionales con poco desarrollo tecnológico. De todos los aparejos, la **caña y línea de mano con cebo vivo** es el que adopta la forma más sencilla y probablemente sea el sistema más antiguo de pesca de túnidos. La captura de atún con este arte de superficie se practica en todo el mundo y pueden ser desde operaciones comerciales tecnológicamente

más avanzadas a otras de naturaleza más artesana. Los principales productores de atún con este arte son Japón, Indonesia y las Maldivas y se desarrolla principalmente en el Pacífico oeste, alrededor del Sudeste de Asia, y en menor extensión, en el Pacífico oriental fuera de las costas de Ecuador, Perú y Chile. Este sistema fue, hasta 1960, el más utilizado en el Pacífico oriental para las capturas de listado, rabil y albacora; en la actualidad las capturas con este arte se reducen principalmente al listado y rabil y suponen aproximadamente el 8% del total de la captura mundial del atún al tratarse de una práctica muy ineficiente [57].

El **curricán** se usa para capturar atunes pequeños, particularmente listado en el Océano Índico y antiguamente en el Pacífico occidental, albacora (atún blanco) en el Pacífico oriental y occidental [57] y bonito en el Atlántico norte. Para ello, utilizan líneas de cebadas arrastradas detrás de la embarcación. Sólo el 2% de la captura mundial anual de atún se atribuye a la pesca con trol, generando un mínimo impacto en el ecosistema marino [57].

Otro de los sistemas artesanales es la **red de enmalle** (Figura 54), utilizado principalmente en las pesquerías artesanales y semiindustriales del Océano Índico, así como para la captura de pequeños atunes fuera del sudeste de Asia [57]. La red pesca cerca de las capas cercanas a la superficie (aproximadamente 10 metros) capturando pequeñas cantidades de túnidos que suponen un 4% de la captura global, aunque según la IOTC, este porcentaje asciende a un 30-40% en el Océano Índico. En este caso, la captura incidental sí es elevada en todos los grupos de especies (tiburones y tortugas) [57].

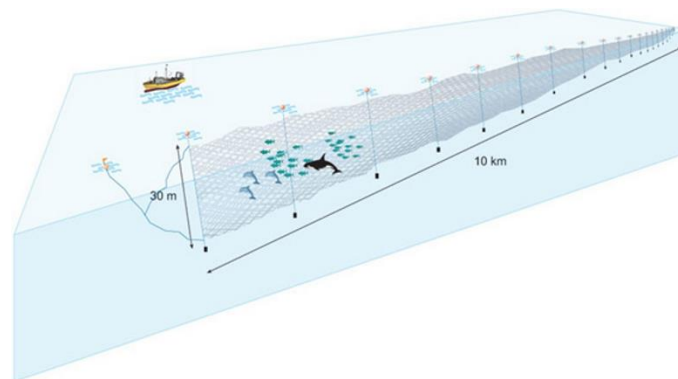


Figura 54. Red de enmalle [58].

La pesca industrial de palangre de superficie es un método de origen artesanal con el que los pescadores logran hacerse con especies como son los grandes ejemplares de atún común, patudo, rabil y atún blanco para su posterior comercialización en el tan actualmente demandado mercado del sashimi en Japón, aunque también en otros países. Por lo general, se trata de una pesca selectiva y limpia compuesta por un objeto flotante del que se sostienen brazoladas, esto es, una línea principal de 40 a 100 kilómetros que ramifica con otras líneas de anzuelos que se sumergen a una profundidad de entre 15 a 25 metros aproximadamente.

Sin embargo, el uso de todos estos artes en la pesca de túnidos tropicales a gran escala ha ido decreciendo en contraposición al crecimiento de la red de cerco. En este capítulo se describen las características principales y peculiaridades de la red típica de cerco con “jareta” que utiliza la flota estudio, así como maniobra de lance y recogida para embarcar y almacenar las capturas.

Aunque este trabajo se centra en esta pesquería, a continuación, se muestran los artes de pesca que se desarrollan actualmente en cada uno de los océanos, así como sus principales especies de captura.

Tabla 9. Pesquerías del atún localizadas las áreas del Océano Pacífico [6].

ÁREA	ARTE	PABELLONES PRINCIPALES DE LOS BUQUES	ESPECIES PRINCIPALES
Pacífico nororiental	Palangre	Japón	Atún blanco
	Curricán	Canadá y Estados Unidos	Atún blanco
Pacífico sudoriental	Palangre	Japón, Rep. de Corea y Taiwán Provincia de China	Atún blanco, patudo y rabil
	Palangre	Chile y España	Pez espada
Pacífico oriental	Red de cerco	Ecuador, México, Vanuatu y Venezuela	Listado y rabil
Pacífico occidental, central y meridional	Palangre	Japón, Rep. de Corea y Taiwán Provincia de China	Atún blanco, patudo y rabil
	Caña y línea	Japón	Listado
	Red de cerco	Indonesia, Japón, Filipinas, Rep. de Corea, Taiwán Provincia de China y Estados Unidos	Listado y rabil

Tabla 10. Pesquerías del atún localizadas las áreas del Océano Atlántico [6].

ÁREA	ARTE	PABELLONES PRINCIPALES DE LOS BUQUES	ESPECIES PRINCIPALES
Atlántico oriental	Palangre	Belice, Honduras, Japón, Libia, Panamá, Filipinas, Portugal, Rep. de Corea, Taiwán Provincia de China y España	Atún blanco, patudo, atún rojo del Atlántico, pez espada y rabil
	Caña y línea	Francia, Ghana, Namibia, Panamá, Portugal, Rep. de Corea, Senegal, Sudáfrica y España	Atún blanco, patudo, listado y rabil
	Red de cerco	Francia, Ghana, Marruecos, España y Vanuatu	Patudo, listado y rabil
	Curricán	Francia, Irlanda y España	Atún blanco
Atlántico occidental	Palangre	Brasil, Japón, Taiwán Provincia de China, España, Uruguay, Estados Unidos y Venezuela	Atún blanco, patudo, atún rojo del Atlántico, pez espada y rabil
	Caña y línea	Brasil, Japón, Venezuela y Taiwán Provincia de China	Listado
	Red de cerco	Brasil y Venezuela	Listado y rabil
Atlántico centro-occidental	Palangre	Japón, Portugal, España, Taiwán Provincia de China y Estados Unidos	Patudo y atún rojo del Atlántico

Tabla 11. Pesquerías del atún localizadas las áreas del Océano Índico [6].

ÁREA	ARTE	PABELLONES PRINCIPALES DE LOS BUQUES	ESPECIES PRINCIPALES
Índico oriental	Palangre	China, Belice, Honduras, Indonesia, Japón, Panamá, Rep. de Corea y Taiwán Provincia de China	Atún blanco, patudo, atún rojo del sur, pez espada y rabil
Índico oriental	Red de cerco	Francia, Indonesia, Japón, Liberia y España	Listado y rabil
Índico centro-occidental	Red de enmalle	India, Irán y Sri Lanka	Listado y rabil
	Palangre	China, Belice, Honduras, Indonesia, Japón, Panamá, Rep. de Corea y Taiwán Provincia de China	Patudo y rabil
	Caña y línea	Maldivas	Listado y rabil
	Red de cerco	Belice, Francia, Japón, Antillas Neerlandesas, Seychelles y España	Listado y rabil

4.1. LA RED DE CERCO CON “JARETA”

Como decíamos, los túnidos tropicales son especies pelágicas que se mantienen nadando en la superficie o cerca de ella formando densos cardúmenes monoespecíficos o pluriespecíficos; la profundidad de la termoclina juega un papel determinante en el hábitat de estas especies y, por tanto, en el tamaño del aparejo de un buque cerquero. A esto se le suma el aumento de la capacidad y modernización de estos buques, lo que ha dado lugar al diseño de las modernas redes de cerco con “jareta” que capacitan a estos buques para realizar mayores capturas para responder a la gran demanda de la industria conservera del sector.

La aparición de fibras sintéticas a principios de los años sesenta, ha permitido que las redes sean más resistentes a la abrasión y a la descomposición. Por lo general, sus diseños se ajustan a un diseño parecido a pesar de que existen variaciones en dimensiones, tipo de malla y lastrado, cuyo fin es aumentar el tamaño de los lances calando más profundo y lo más rápidamente posible para evitar que el pescado se escape por debajo del alcance de la red, sin que por ello aumente excesivamente su peso y dificulte la maniobra rápida y eficaz que requiere esta práctica [14].

La evolución del diseño y tamaño de las redes, a pesar de que existen buques que mantienen el mismo tipo de red desde hace años, ha ido acorde con el crecimiento de las capacidades de los buques, de las necesidades de realizar lances mucho mayores y con la mejora de la resistencia de las mallas que forman las redes.

Así, el arte de cerco está configurado por una red en forma trapezoidal constituida por una serie de paños horizontales (aumentan la superficie de barrida por la red) y verticales (aumentan la profundidad de alcance de la red) de diferentes tamaños de malla que conforman las tres partes del arte: saco, antesaco y cuerpo.

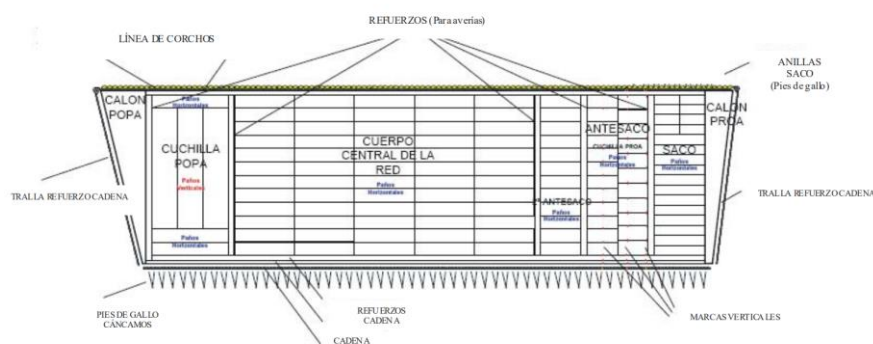


Figura 55. Diseño de la red de cerco con “jareta” [50].

La zona media de la red, denominada cuerpo central, se encuentra flanqueada por paños de mallas más gruesas que forman, a popa, la cuchilla y, a proa, el antesaco y saco que alojarán el pescado una vez formada la bolsa final del cerco. En ambos extremos, el arte porta los calones necesarios para virar la red a popa y cerrar el cerco a proa con la ayuda de cabos. El material empleado para la construcción de los paños de red suele ser nylon tintado u otro tipo de fibras

sintéticas más finas, fabricándose mallas con nudos o sin ellos y cuya luz, hoy en día, suele llegar a los 250 mm.

La red de cerco con jareta es un arte de pesca de calado vertical que se cierra por el fondo, por lo que necesita, en su parte superior, una relinga de corchos o boyas para darle flotabilidad y, al mismo tiempo, formar una barrera en la superficie una vez esté la red en el agua. Para el calado, en la parte inferior y a lo largo de toda la red, lleva una relinga de plomos que le proporciona el suficiente peso para que el arte se mantenga en posición vertical. Para el cierre de la red por su parte inferior se dispone de una serie de anillas o cáncamos metálicos (pies de gallo) sujetos por una cadena que va de calón a calón, a través de los cuales pasa la jareta, cable de acero de la misma longitud que la línea de corchos que pasa por una serie de cáncamos con cierre automático para reducir la fricción de la jareta, que una vez recogida, impide la salida de las capturas por la parte inferior de la red [50].

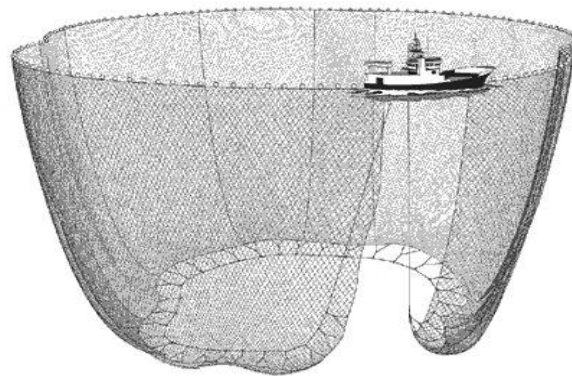


Figura 56. Red de cerco.

El tamaño del aparejo es uno de los factores, aunque como veremos no el único, que condiciona la potencia máxima requerida para la maniobra de pesca y, por tanto, el equipo principal instalado. A partir de este y algún otro parámetro o aspecto, se podrá definir el modelo de equipo principal que requiere un buque cerquero.

4.2. EL ARTE DE CERCO CON “JARETA”

Para que sea posible la localización de los cardúmenes de atún, la pesca de cerco suele realizarse a la luz del día. Su duración es de unas 2-3 horas [50], dependiendo del tonelaje capturado, y los buques pueden realizar 1 o 2 lances diarios con la modalidad de FADs y 4 o 5 si la modalidad es la de bancos libres o delfines.

La flota cerquera actual puede congelar y almacenar hasta 200-400 t/día y, según fuentes directas del sector, las capturas por lance suelen rondar las 75-150 toneladas, aunque de forma excepcional pueden llegar a alcanzar incluso las 400-500 toneladas; las capturas mayores podrían provocar la rotura o hundimiento de la red suponiendo un riesgo para el buque.

Tabla 12. Duración media de las principales maniobras de cerco de un atunero [50]

MANIOBRA	DURACIÓN HABITUAL
Establecimiento del cerco	2 -4 minutos
Cierre de la jareta	20-30 minutos
Formación del copo o bolsa	1-2 horas
Trasvase de pescado	1-2 horas (dependiendo de la cantidad)

La flota de cerco atunera tropical utiliza tres modalidades de pesca dependiendo del tipo de captura y del océano en el que operen:

- Pesca sobre banco libre o brisas.
- Pesca asociada a delfines.
- Pesca asociada a objetos flotantes (FADs).

La primera modalidad es el sistema tradicional, utilizado en los cuatro océanos, en el que la destreza del Patrón y de la tripulación en la maniobra de pesca es decisiva para el éxito del lance. Se trata de una forma de pesca más costosa en lo que a búsqueda y éxito de lance se refiere. En este caso, el barco emplea más tiempo localizando bancos de pesca que en el caso de la pesca sobre objetos (FADs), a los que se dirige directamente en busca de cardúmenes. La flota utiliza esta modalidad para capturar cualquiera de las tres especies tropicales aprovechando sus migraciones para el desove, alimentación o busca de temperaturas del agua propias de su hábitat. Estas concentraciones pueden llegar a cientos y miles de toneladas a pesar de que, para su alimentación, se dispersan en cardúmenes más pequeños.

La pesca asociada a delfines sólo se realiza en el Pacífico oriental (en el Pacífico central y occidental, se desconoce la razón por la que esta especie no se asocia a delfines) para la pesca de rabil grande (mayor de 80 kg), único túnido tropical asociado a estas especies. Consiste en cardúmenes de atún nadando junto a manadas de 200 a 2.000 delfines, lo que permite avistar los bancos de pesca con mayor facilidad. La razón por la que esto ocurre se desconoce; hay teorías que dicen que es debido a que ambos se alimentan de las mismas especies o por protección, entre otras.

Actualmente se utilizan técnicas más eficientes y menos costosas que se han desarrollado gracias a los avances tecnológicos. Así, sobre las otras dos, destaca la pesca asociada a objetos flotantes (FADs) (Figura 57); es una técnica que se introdujo a principios de los años noventa en todos los océanos de pesca de atún tropical y se basa en aprovechar una característica de comportamiento de los túnidos que consiste en agruparse en cardúmenes bajo distintos objetos flotantes a la deriva (palos, troncos de árbol u objetos artificiales, entre otros) al crear un ecosistema a su alrededor por adhesión de incrustaciones atrayendo pequeñas especies (peces pelágicos, tiburones, etc.) y con ello los atunes.

En los últimos años, los pescadores han ideado este sistema de forma artificial de tal manera que permita alargar la vida de estos objetos. Así, se han construido balsas de bambú forradas con redes y cabos colgados que se hunden unos 275 m, simulando una batea, y a las que se le amarra una radiobaliza para que el barco las pueda localizar por vía satélite. Este tipo de pesquería se ha masificado en los últimos 20 años en todos los océanos por su facilidad de localización, lo que permite tener estos dispositivos en áreas muy grandes de pesca y realizar lances con mucho mayor éxito.

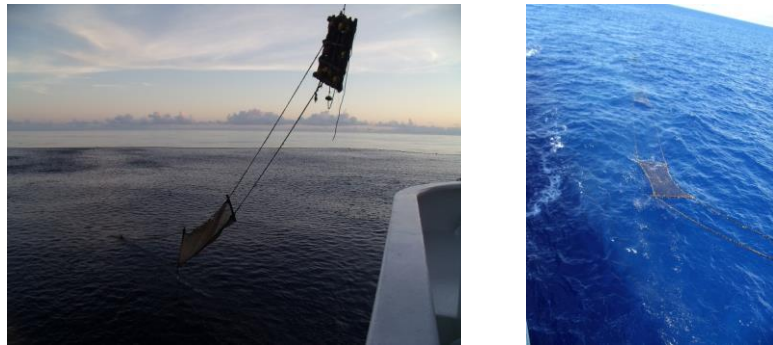


Figura 57. Plantado de FAD en el océano.

El arte de cerco es una maniobra que se realiza por el costado de babor del buque y, para la maniobra de lance de la red, los barcos disponen en la rampa de popa de una embarcación auxiliar llamada panga (Figura 58), provista de un motor y que, además de hacer de boya flotante en la maniobra de largado, también sirve de remolcador durante la maniobra de izado de la red (Figura 62).



Figura 58. Panga de un buque atunero.

Una vez avistado el cardumen, se realiza una evaluación del tamaño del banco mediante inspección visual, con el empleo del sonar o incluso con la utilización de una embarcación auxiliar. Paso siguiente, el Patrón ordena largar y el operador de la panga (panguero) dispara el gancho de pelicano, permitiendo que esta caiga al mar por la rampa de popa del buque.



Figura 59. Caída de la panga para inicio de la maniobra.

Al caer la panga, esta se desplaza en sentido contrario al movimiento del buque tirando del extremo de proa de la red (calón de proa) mientras el barco describe, a máxima velocidad, un círculo con el fin de “cercar” al grupo de peces, de modo que, una vez cerrado, la panga le entrega el extremo de proa de la red al barco y, completado el cerco, se empieza a virar la jareta hasta conseguir el total cerrado de la red hasta formar el copo o saco (Figura 60).

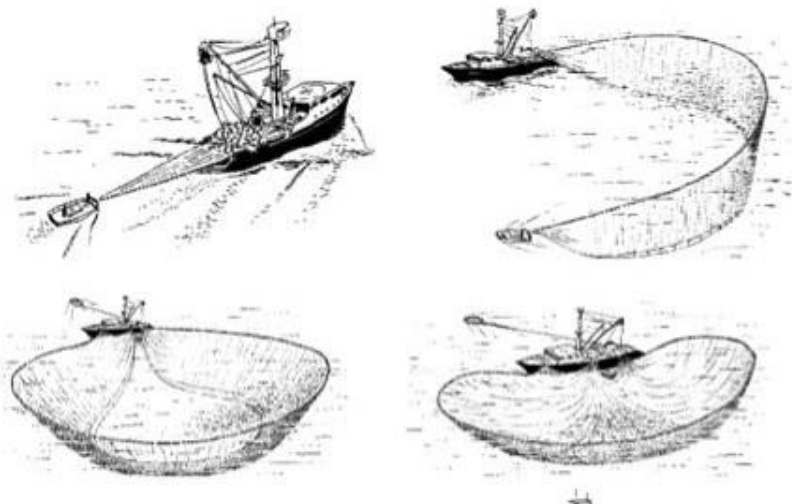


Figura 60. Maniobra de cerco de un buque atunero [59].

Al tiempo que se lleva a cabo esta operación de largada de 2 a 4 minutos de duración, es frecuente que una o más lanchas rápidas (speedboats) se sitúen dentro del círculo formado por la red, junto al objeto, para mantener el cardumen en la posición óptima de forma que no escape antes del cierre de la jareta. En caso de tratarse de pesca a banco libre o brisa, estas

lanchas mantienen agrupado al banco de peces mediante el ruido que realizan cuando lo rodean evitando la dispersión y huida de los atunes.



Figura 61. Speedsboats ayudando a cercar de las capturas.

Una vez cerrado el copo y entregado el calón de proa al barco, la panga dirige a realizar la maniobra de remolque del buque mediante un cable amarrado al costado de estribor, con el fin de evitar el colapso de la red durante la operación de pesca (Figura 62, izqda.). Es en este momento en el que la maquinilla principal empieza a virar de la jareta hasta conseguir el total cerrado de la red (Figura 62, drcha., Figura 84).



Figura 62. Panga remolcando (izquierda) y maquinilla principal virando la jareta (derecha).

Al mismo tiempo, la parte de popa de la red es izada a bordo mediante el halador (power-block) y, finalmente, una vez agrupados los peces en el copo o saco, las capturas se trasladan a la cubierta superior por medio de un salabardo que puede cargar alrededor de 10 toneladas de pescado en cada extracción. Su contenido se vierte en la tolva que comunica con el parque de pesca (cubierta principal) donde se encuentran las cubas, para proceder al proceso de congelación y conservación de las capturas hasta su descarga en puerto.



Figura 63. Maniobra de salabardeo para embarcar las capturas.

Veremos cuáles son los aspectos que determinan el diseño de estas redes de pesca y, a partir de ahí y otros parámetros del buque, se tratará de determinar un modelo que permita estimar la potencia requerida del equipo principal para un buque de estas características de forma genérica y en función del caladero de operación.

5. DESCRIPCIÓN DE LA FLOTA DE ESTUDIO

Una vez descrita la evolución histórica de la pesca de cerco, plasmada su importancia a nivel mundial y estudiadas las peculiaridades de las capturas, de los caladeros de operación y del arte de cerco, se describe a continuación la flota estudio.

Para la recogida de los datos de buques, se ha recurrido a las páginas de las comisiones regionales (ORP) donde están registrados y a diversas revistas del sector. Las dimensiones de los aparejos de pesca se han obtenido de fuentes directas (armadores de los buques de la flota) y, por último, Técnicas Hidráulicas ha proporcionado las características de configuración, modelo y potencia hidráulica máxima del equipo de pesca principal (ANEXO 1). El 97% de la flota estudio se caracteriza por llevar instalados todos sus equipos de pesca del fabricante MARCO (dos llevan instalados equipos franceses), desde el año 2002 absorbida por Técnicas Hidráulicas, actualmente líder, con un 70%, en la fabricación e instalación de maquinillas de pesca de los buques atuneros de todo el mundo.

En este trabajo se estudiarán 67 grandes atuneros cerqueros construidos en diferentes astilleros españoles desde el año 1985 hasta la actualidad con el fin de mostrar cuál ha sido la evolución de esta pesquería en los últimos años de la era moderna, las diferencias que presentan asociadas a sus caladeros de operación y su repercusión en el diseño con el fin de poder plantear un modelo de anteproyecto de un buque atunero “ideal” para faenar en uno de los caladeros donde se capturan estas especies.

Sin embargo, en la actualidad es más habitual que el armador pida construir un buque pensando en esa condición de dinamismo y polivalencia de la que hablábamos, es decir, buscando que el buque sea el ideal para poder operar en cualquier océano sin ningún tipo de limitación. Por todo ello se planteará, además, un modelo de cálculo de dimensiones preliminar de un buque que pueda faenar en cualquiera de los caladeros estudiados.

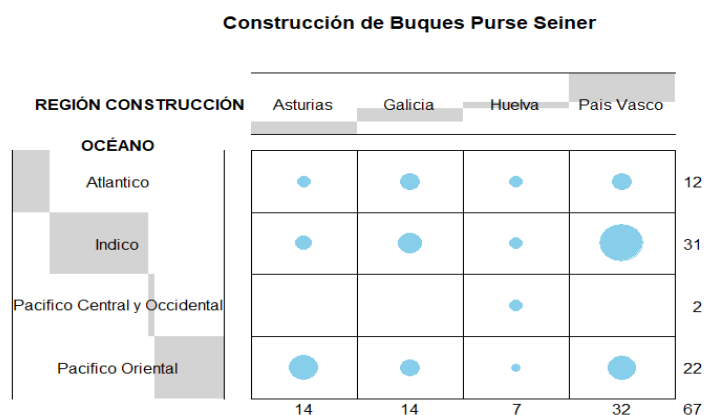


Figura 64. Región de construcción y zona de operación

Del total de la base de datos, 42 son buques de última generación construidos en las dos últimas décadas y que forman parte de la flota atunera de cerco que explotan, mayoritariamente, tres de los cuatro caladeros donde se desarrolla esta pesquería. Estos buques pertenecen no sólo a armadores españoles, sino también a empresas de todo el mundo del sector que vieron una buena oportunidad el construir sus buques en un país puntero en la fabricación de pesqueros modernos y de alta calidad.

El sector naval español se caracteriza por su gran dedicación e implicación en el sector de la pesca. Así, los buques atuneros cerqueros de estudio han sido construidos principalmente en astilleros del norte del país como Murueta, Armón, H.J. Barreras y Zamakona. Con diferencia, la región que más ha producido de forma homogénea a lo largo de las últimas décadas ha sido el País Vasco debido, por un lado, a su gran tradición pesquera de atún y, por otro, al elevado número de empresas atuneras constituidas en esta zona cuya flota opera en un alto porcentaje en el Océano Índico (Tabla de contingencia de la Figura 64).

Como se muestra en el diagrama de barras de la Figura 65, para el estudio se ha tomado una muestra representativa de cada uno de los océanos con el fin de obtener unos resultados más fiables: 31 buques operan en aguas del Océano Índico, 22 en el Pacífico oriental, 2 en el Pacífico central y occidental y 12 en el Atlántico. Como decíamos, la flota del Pacífico central y occidental está dominada por los países asiáticos, lo que explica el bajo número de buques construidos en España destinados a operar en este océano. Por lo tanto, centraremos el presente estudio en la flota operativa del Índico, Atlántico y Pacífico oriental.

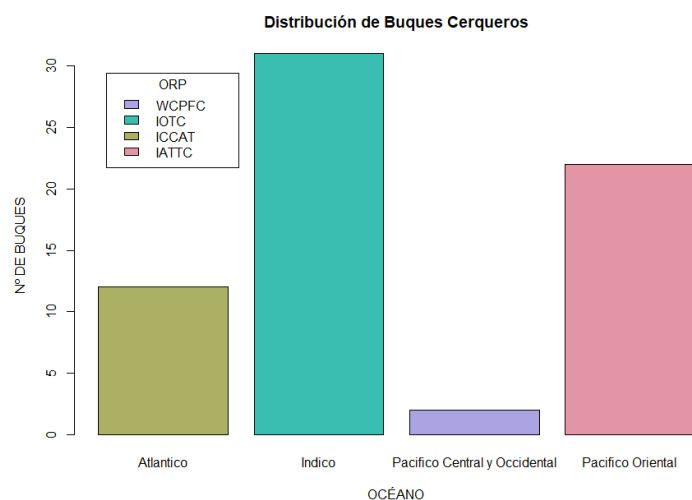


Figura 65. Distribución de la flota estudio.

El análisis de la flota estudio muestra no sólo la importancia del Océano Pacífico en esta pesquería, sino también el enorme crecimiento que ha experimentado la flota del Índico en las últimas décadas por tratarse de un caladero con grandes recursos pesqueros, en detrimento de una flota de menor capacidad destinada al pequeño caladero del Atlántico.

A lo largo de las últimas décadas (Figura 66) se observa una distribución uniforme, según el año de fabricación, el número de buques fabricados que actualmente operan en el Índico y en el Pacífico oriental, algo que, como ya adelantábamos, no ha ocurrido en el Atlántico.

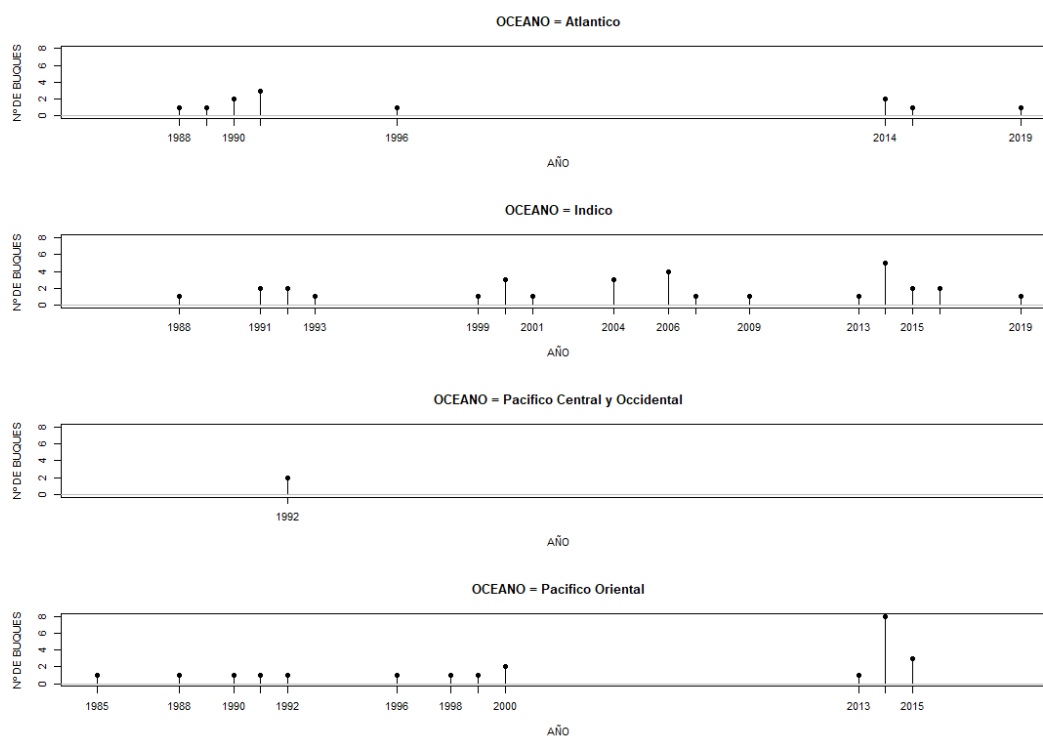


Figura 66. Año de construcción de la flota estudio en función del océano de operación.

La polivalencia y gran movilidad de estos buques hace que, en algunos casos, los buques que inicialmente fueron construidos para un océano ahora operen en otro diferente y, como veremos, sus características difieran ligeramente con respecto a la flota tipo de cada caladero.

La Tabla 13 muestra todos los buques de la base de datos clasificados por categorías de tamaño y su año de construcción.

Tabla 13. Año de construcción de la flota cerquera por categorías

Cat.	Cap. (t)	85	88	89	90	91	92	93	96	98	99	00	01	04	06	07	09	13	14	15	16	19	TOTAL	
6	600 - 800		2																					2
8	801 - 1000																		1					1
10	1001 - 1200	1					1											1	5	2	2			12
12	1201 - 1400		1	2	2	6	3	1					1				1		4	4		2		27
14	1401 - 1600						1				1	1							3					6
16	1601 - 1800									1		1			1	1		1						5
18	1801 - 2000											1		1	2									4
20	> 2000				1				2		1	2		2	1				1					10
	TOTAL	1	3	2	3	6	5	1	2	1	2	5	1	3	4	1	1	2	14	6	2	2	67	

Mediante el modelo de regresión no paramétrico (loess) de la Figura 67, se pueden definir tres periodos en la construcción de estas unidades en los últimos 35 años: hasta el año 1996 la tendencia era a la fabricación de buques de categoría 12, a partir de ahí y hasta el año 2007 los

buques crecieron en eslora y capacidad, lo que supuso la fabricación de diversas unidades que superan las 1600 e incluso las 2000 toneladas principalmente destinadas al Índico. Por último, la tendencia actual es a la fabricación de unidades de menor capacidad (categoría 10 y 12), no sólo por considerarse buques más eficientes para la navegación y pesca sino también por las medidas de reducción de capturas que las ORP de atún han ido adoptando e implantando en sus océanos con el fin de asegurar la sostenibilidad de las especies tropicales a largo plazo.

Por otro lado, se observa en el año 2014 un pico en la construcción de nuevas unidades debido a que, en el año 2012, la ISSF implanta una serie de acciones para reducir el exceso de capacidad de los buques cerqueros con el fin de mejorar las buenas prácticas de conservación de las especies tropicales. Según ésta, los buques han de cumplir unos requisitos para su inclusión en el registro de buques cerqueros a gran escala que pescan atunes tropicales. Son los siguientes [60]:

- ISSF actualizará el Registro para incluir buques adicionales en las siguientes circunstancias:
 - La adición de un cerquero a gran escala que estaba pescando activamente atún el 31 de diciembre de 2012 o antes, pero que no pudo haber cesado las operaciones de pesca antes del 1 de enero de 2010, que no se incluyó inicialmente en el Registro.
 - La adición de un buque cerquero a gran escala que estaba bajo contrato de construcción el 31 de diciembre de 2012 o antes, con la construcción completada antes del 30 de junio de 2015. "Bajo contrato de construcción" significa que hay evidencia de que una obligación contractual válida era en lugar para la construcción de la embarcación. "Construcción terminada" significa que el barco ha sido entregado y está listo para comenzar las operaciones de pesca.
 - Un cambio en el nombre, bandera o número de registro de una embarcación que ya está en el Registro.
 - La adición de un nuevo barco cerquero a gran escala que se construye como reemplazo de un barco que ya está en el Registro que se hundió, se desechó o se transfirió permanentemente de la pesca de atún tropical. La adición del nuevo buque se permitirá solo en la medida en que reemplace uno o más buques más antiguos en el Registro ISSF y su volumen de carga sea menor o igual al volumen de carga de los buques más antiguos que estaban en el Registro ISSF. La solicitud para la adición de nuevos buques deberá proceder del propietario del buque más antiguo o de un nuevo propietario designado por el propietario del buque más antiguo. Los buques que no proporcionan pruebas verificadas de la existencia de una bodega de peces no son elegibles para uso como capacidad de reemplazo bajo esta subsección. En circunstancias en las que el propietario del barco no proporciona prueba de un volumen de bodega de pescado, un auditor independiente realizará un cálculo conservador de acuerdo con los documentos técnicos de la ISSF vigentes en ese momento.

- Los buques del Registro que se reacondicionen de tal manera que sus aumentos de volumen de bodega de peces se eliminarán del Registro a menos que la capacidad agregada reemplazada sea al menos 1,0 veces la capacidad del buque antes de la restauración.

Con estas medidas, la ISSF impide el incremento de la capacidad total de la flota a nivel mundial. La nueva regulación, endurece las exigencias para la construcción obligando a las compañías a desgazar o transferir una unidad a otro pabellón para poder fabricar un nuevo buque que reemplace su cuota. De este modo, en el año 2012 y antes de que la norma se hiciese efectiva (31 de diciembre de 2012), muchos armadores firmaron con los astilleros la fabricación de nuevos buques que fueron entregados antes del 30 de junio de 2015.

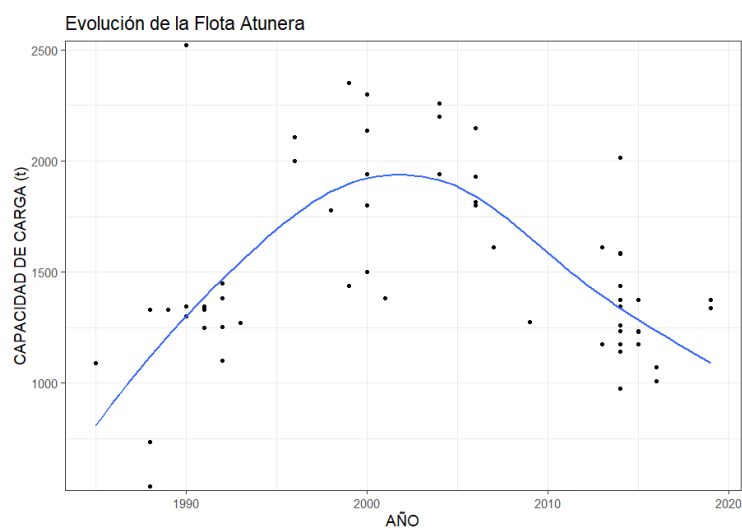


Figura 67. Evolución de la capacidad de carga (t) de la flota estudio.

De forma genérica, la flota de estudio se puede clasificar en tres grupos de buques en función de su capacidad de carga (histograma de la Figura 68): una población mayoritaria de buques formada por grandes cerqueros de entre 1000 y 1400 t de capacidad (categorías 10 y 12), representando esta un 40% sobre la totalidad, un grupo estable y uniforme de buques que superan las 1400 t (categoría 14) y una minoría de buques que, por un lado, sobrepasan las 2250 t de carga (categoría 20) y, por otro, son de menos de 1000 t.

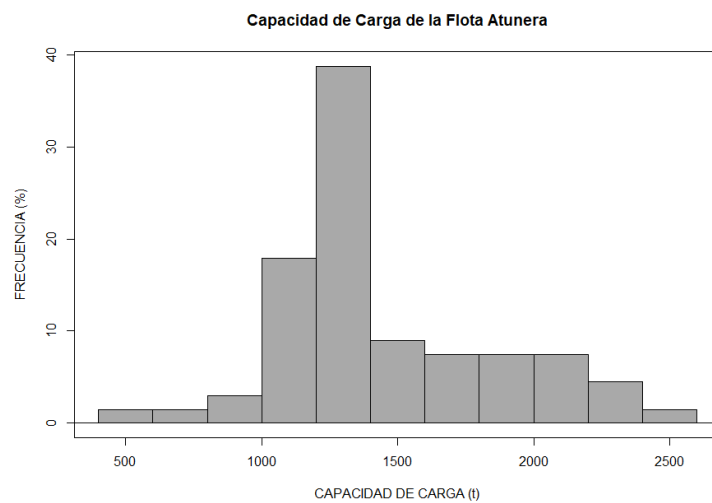


Figura 68. Capacidad de carga (t) de la flota atunera

Teniendo en cuenta esta distribución en función de sus capacidades, se pretende ahora analizar la flota estudio en función del caladero en el que opera. Veámos que actualmente estos buques operan principalmente en el Índico y Pacífico oriental y, en menor número, en el Atlántico y el Pacífico central y occidental (Figura 65).

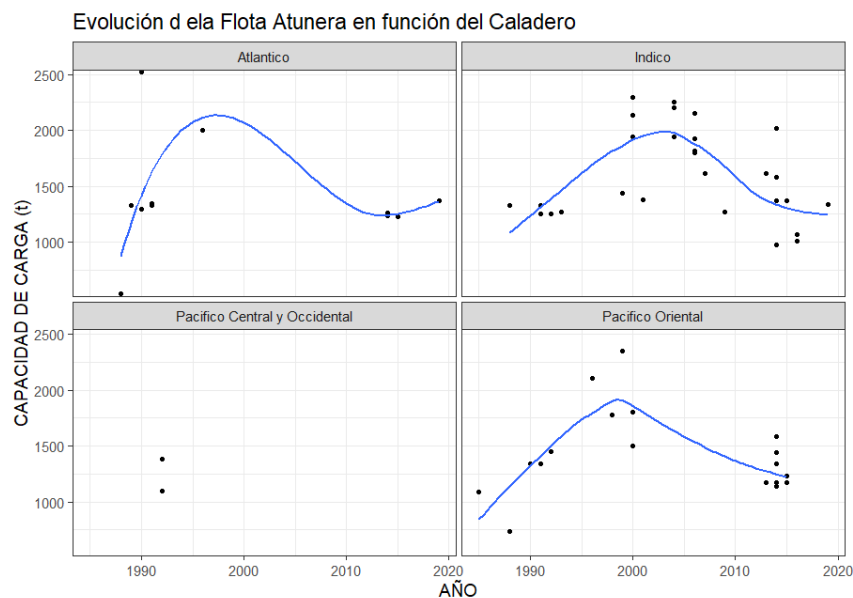


Figura 69. Evolución de la flota estudio en función del caladero.

La distribución de buques es asimétrica por lo que, en todos los casos, se toma la mediana como valor más representativo de cada una de las muestras (diagrama de cajas, Figura 70). Los buques que operan en el Índico pertenecen a una población homogénea definida por una

capacidad de carga mayor que el resto de los océanos y que oscila fundamentalmente entre las 1274 y 1934 t, con una capacidad representativa de la muestra de 1382 t.

La flota del Pacífico oriental, con una capacidad de carga representativa menor, concentra el 50% de los buques que definen la muestra dentro de un rango que oscila entre las 1177 y las 1487 t (con una mediana de 1287 t). De forma atípica, dos buques que han sido construidos antes del año 2000 para operar en este océano superan las 2000 t de capacidad.

En el Atlántico, el pequeño tamaño del caladero y las restricciones en cuanto a cuotas de capturas anuales impuestas por la CICAA (ver apartado 3.4.3) hacen que la flota que se destina a operar en este océano sea menor en número y capacidad, definiendo un grupo muy homogéneo de buques de entre 1253 y 1351 t de capacidad con una capacidad representativa de la muestra de 1332 t. En este caso, se observan diversos valores atípicos: un buque de alrededor de 500 t construido en el año 1988 y dos buques con grandes capacidades de carga (2000 y más de 2500 t) construidos antes del año 2000, el Pacific Star y Albacora Uno, cuyo caladero de operación inicial era un Índico con unas medidas de conservación menos restrictivas que en la actualidad.

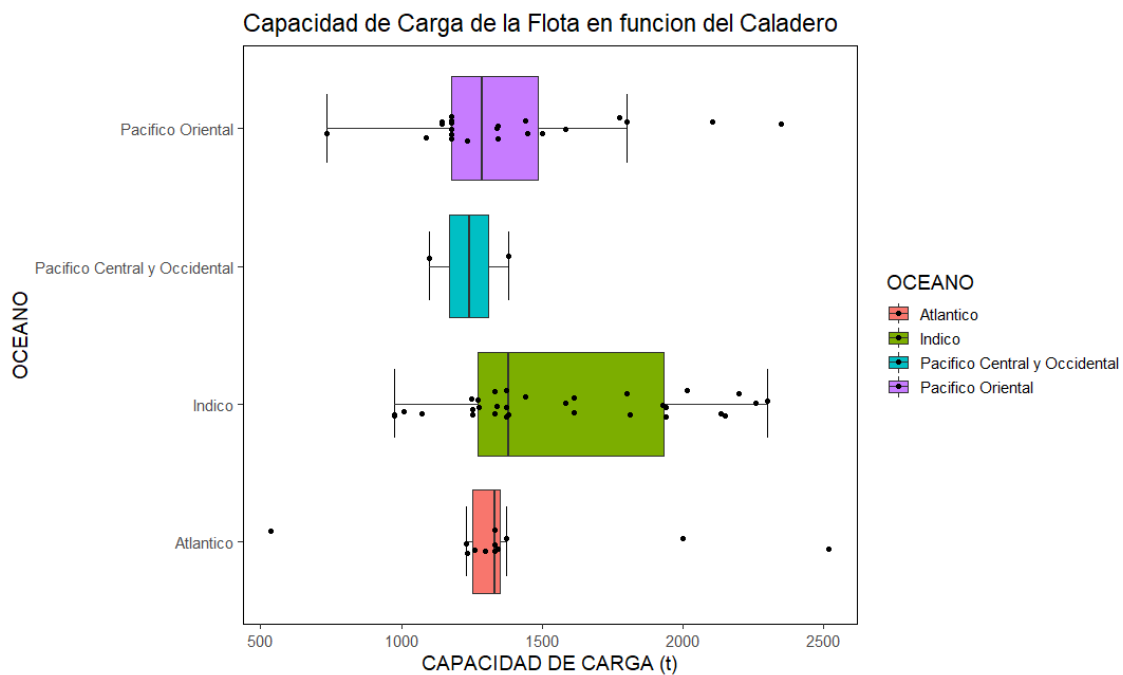


Figura 70. Capacidad de carga de la flota en función del caladero de operación

Si la clasificación atiende a una distribución en función de la eslora del buque (diagrama de cajas, Figura 71), se observa que los resultados se asemejan y, además, podemos extraer algunos datos concluyentes, fundamentalmente con respecto al Océano Pacífico oriental. Como decíamos, los buques atuneros tienen la facilidad de poder cambiar de océano en función de la escasez de recursos, de períodos de veda o de un cambio de estrategia de pesca del armador. Generalmente, los buques que operan en el Pacífico oriental suelen tener, como decíamos, licencias de pesca temporales (VDS o días de pesca) que les permiten faenar en el Pacífico central y occidental y que los armadores aprovechan para no cesar su actividad

pesquera (ver apartado 3.4.2). Por ese motivo, existe una alta concentración de buques construidos para operar en la zona oriental con una eslora que no supera los 80 m para evitar un coste superior de estas licencias.

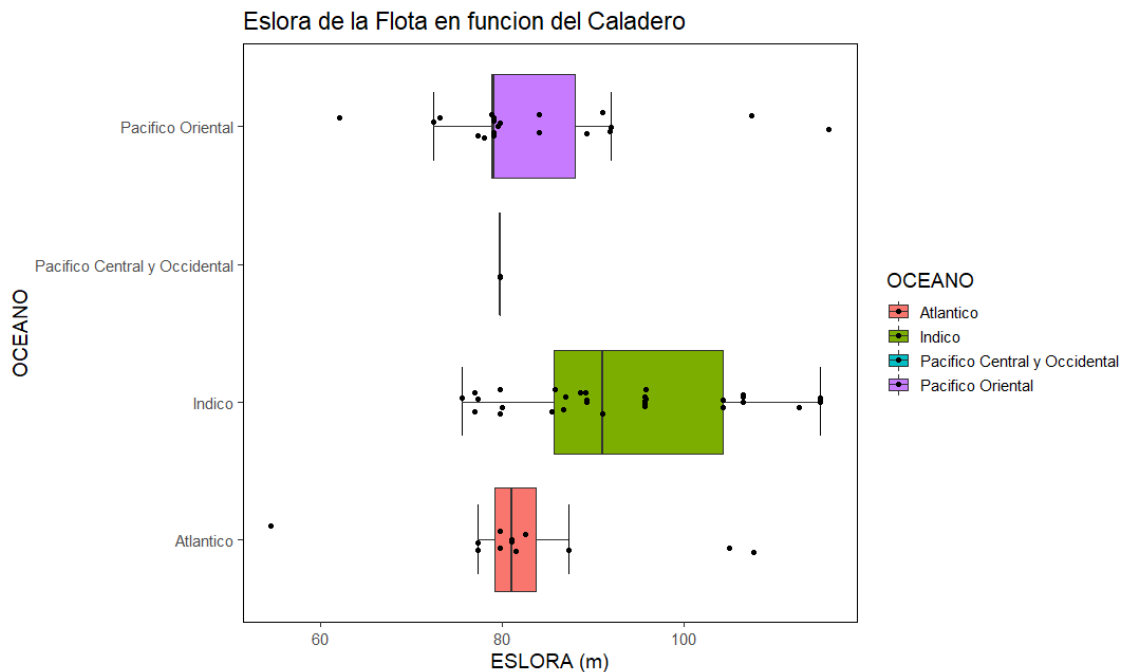


Figura 71. Eslora de la flota en función del caladero de operación.

A lo largo de los años, a la hora de diseñar un buque atunero cerco se han tenido en cuenta diferentes aspectos que se ven claramente reflejados en los resultados obtenidos de la base de datos. En primer lugar, y aunque en la actualidad se busca un buque polivalente, la importancia del caladero principal de operación; cada océano tiene sus características y particularidades, las distancias a las zonas de descarga de las capturas varían y, además, sus organismos de regulación establecen una serie de limitaciones y restricciones siempre con el fin de asegurar la sostenibilidad de las especies objeto de captura (ver apartado 3.4).

El caladero del Océano Pacífico oriental comprende una extensión muy grande y, además, muy alejada de la costa y de sus puertos principales de descarga (El Salvador o Ecuador). La lejanía del caladero hace que los armadores se decanten por buques más pequeños y veloces que los de los otros océanos.

Aunque no existe una base de datos suficiente para estudiar el Océano Pacífico central y occidental, se puede decir que se trata de un caladero más pequeño y próximo a sus puertos base (3-5 días de navegación) donde los buques no necesitan ser de gran capacidad debido a la facilidad que tienen para llegar a puerto y descargar.

El pequeño caladero del Atlántico implica que haya cabida para pocos y pequeños buques cerco (alrededor de 1300 t de capacidad de carga). La capacidad de estos buques se ve condicionada por el tamaño de la zona de operación y la consecuente regulación tan restrictiva que establece un límite anual de captura para cada CPC (ver apartado 3.4.3).

Por último, Océano Índico se caracteriza por ser un caladero muy grande y rico en recursos túnidos y que ha crecido enormemente a lo largo del tiempo en lo que a niveles de capturas se refiere. Si se observa la evolución que han sufrido los buques atuneros, se deduce que el 70% de los grandes atuneros (categorías 12 a 20) construidos entre los años 1996 y 2007 fueron destinados a operar en este océano. Esto es debido a que, por un lado, no había esos límites en las capturas que existen hoy en día y a la pobre logística de transporte de la época para llevar el pescado a su destino final para su procesado, por lo que se construyeron barcos de mayores capacidad para cargar y transportar en menos tiempo. En la actualidad, con las mejoras logísticas y el endurecimiento de las medidas regulatorias de conservación de la pesca, han hecho que estos buques hayan dejado de ser rentables al suponer un coste de mantenimiento muy elevado que las compañías no pueden compensar con el nivel de capturas que realizan. Así, los buques que se construyen hoy en día son más pequeños (categorías 10 a 14), eficientes, rentables, y adaptados a las limitaciones que las ORP imponen (ver apartado 3.4.4).

6. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS BUQUE “PURSE SEINER” Y DE SUS EQUIPOS DE PESCA

Los grandes atuneros de la flota estudio, como veíamos, son una evolución de las embarcaciones cerqueras con jareta de tipo americano cuyas capacidades de carga varían, de forma genérica, entre las 1000 t y las más de 2000 t, siendo el valor más representativo 1344 t (diagrama de caja, Figura 72).

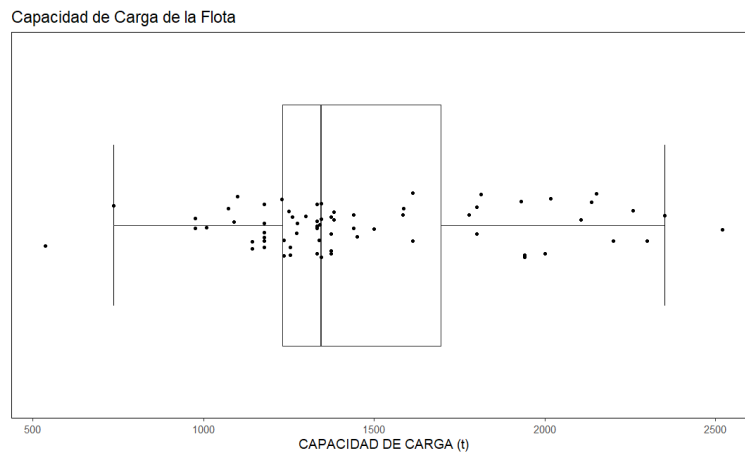


Figura 72. Capacidad de carga general de la flota estudio.

Son buques rápidos y de gran autonomía (pueden realizar mareas de 2 a 3 meses), concebidos principalmente para faenar en aguas tranquilas. Sus diseños se caracterizan por unas formas que les permiten alcanzar altas velocidades para perseguir y cercar los cardúmenes de túnidos en el menor tiempo posible. Se diferencian de otros buques por sus equipos de navegación y comunicaciones, por su instalación frigorífica (Figura 73) y, principalmente por los equipos hidráulicos instalados para la maniobra de pesca y controlados por una consola de control sobre la cubierta castillo.



Figura 73. Compresores del sistema de refrigeración (izquierda) y túnel de congelación (derecha).

Destaca su elevada cofa, utilizada para la detección de los bancos de atunes y desde donde algunos patrones controlan la operación de largada, el halador, una cubierta castillo en la

mitad delantera de la embarcación, proa despejada y una popa provista de una rampa donde se estiban tanto la panga como la red mientras no se efectúa la maniobra de pesca.

La cubierta puente está preparada para el aterrizaje del helicóptero utilizado, habitualmente, para la localización de cardúmenes asociados a delfines en el Pacífico oriental. Por otro lado, estos buques disponen de varias lanchas rápidas (speedboats) para el apoyo a las maniobras de pesca agrupando el banco de atunes e impidiendo que el cardumen se escape cuando el cerco todavía no se ha completado.

Su cubierta superior se utiliza para la estiba de la red y la manipulación de las capturas de modo que, con una tolva que comunica con el parque de pesca donde se encuentra la cinta transportadora, se recoge el pescado vertido y se distribuye a las distintas parejas de cubas para su proceso de congelación y posterior conservación a baja temperatura.

Como decíamos, en el centro del buque se sitúa un mástil robusto provisto de una plataforma de observación, conocida como cofa (Figura 74), donde se sitúan parte de los sistemas visuales de búsqueda (prismáticos) para el avistamiento de los cardúmenes. Adosado a este mástil se encuentran dos puntales para la maniobra de carga y descarga de la pesca y un puntal que soporta la pluma del halador o power-block con el que se iza la red a bordo.



Figura 74. Cofa del buque.

Los barcos de cerco dedican gran parte de sus instalaciones al almacenamiento de las capturas, con bodegas aisladas térmicamente y cuyo número y capacidad varía en función de la eslora y manga del barco. En las paredes de las bodegas se dispone de una serie de serpentines por los que circula un líquido refrigerante bombeado por una serie de bombas alojadas en un túnel central que discurre a lo largo de toda la extensión longitudinal de dichas bodegas (Figura 73, derecha). Son barcos que congelan sus capturas a una temperatura que oscila entre -18°C y -20°C .



Figura 75. Serpentes de cuba de congelación

La flota está dotada de los más avanzados equipos para la detección, captura y conservación del atún, incluyendo una moderna red de comunicaciones, íntimamente relacionada con los sistemas de teledetección, que proporcionan información vía satélite para la pesca asociada a objetos flotantes balizados, lo que les permite planificar con antelación la estrategia pesquera. También se equipa el puente de mando con radares, de localizadores de pájaros, sonares, sondas y otros sistemas de posicionamiento y detección.

Generalmente, estos buques están dotados de un motor propulsor diésel semi-rápido de cuatro tiempos a popa en la cámara de máquinas y una planta de suministro de energía eléctrica constituida por una serie de motores diésel eléctricos (Figura 76). Es habitual que los cerqueros atuneros lleven instalado un alternador de cola acoplado a la PTO para generar energía eléctrica aprovechando la energía mecánica del motor propulsor, reduciendo el nivel de consumo y mejorando la eficiencia del buque.



Figura 76. Motor propulsor (izquierda) y alternador de cola (derecha) de un buque atunero.

Al describir la maniobra de cerco, veíamos que para el cierre de la red se utilizan diversos equipos hidráulicos. La maquinilla principal es, con sus rodillos o carretes, la encargada de realizar toda la tracción de la jareta de popa para el cierre de la red y de sujetar el calón de proa, por lo que es esta la que determina la potencia máxima requerida para la maniobra.

Todos los equipos de pesca, incluido el winche principal, son accionados hidráulicamente, de modo que estos buques llevan instaladas una serie de bombas con dos posibles tipos de configuración: mecánica, MMAA, o eléctrica, MMEE (tabla de contingencia, Figura 77).

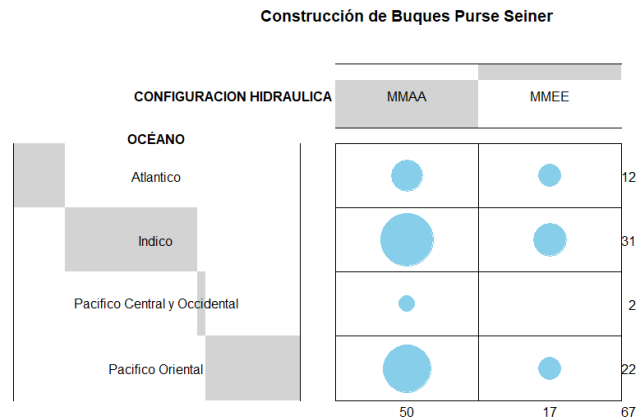


Figura 77. Configuración del sistema hidráulico.

A continuación, se hace una breve descripción de las diferentes configuraciones de la planta hidráulica de los buques atuneros objeto de estudio:

SISTEMA CON ACCIONAMIENTO MECÁNICO

Por lo general, se trata de un sistema que suelen utilizar aquellos buques que no llevan instalado el alternador de cola o que lo utilizan para otros servicios durante la maniobra de pesca (momento en el que se acciona el sistema) como puede ser el de refrigeración. En este caso, el buque puede llevar instalado un motor auxiliar que genera la energía eléctrica del buque y, además, suministra energía al sistema hidráulico (auxiliar mixto), o un motor auxiliar para generar, exclusivamente, energía eléctrica para dicho sistema (auxiliar puro). En cualquiera de los dos casos, y con un requerimiento de espacio menor, a la salida del generador auxiliar, se instala un toma-fuerza que se acopla durante la maniobra de pesca de tal manera que, al girar el eje el auxiliar, este acciona las bombas hidráulicas (Figura 78) y con ello su circuito.



Figura 78. Toma-fuerza y bombas hidráulicas acopladas al toma-fuerza.

SISTEMA CON ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO

El 25% de los buques de la flota estudio utilizan este sistema en el cual son los motores eléctricos acoplados a las bombas y alimentados por la energía generada por los equipos auxiliares o alternador de cola, los que ponen en funcionamiento el sistema hidráulico.

Las mejoras tecnológicas y la búsqueda de una energía más limpia, han permitido que los buques nuevos se decanten por este sistema más eficiente, menos costoso y “sencillo” desde el punto de vista del mantenimiento.



Figura 79. Motores eléctricos y bombas hidráulicas del sistema hidráulico.

Aunque el sistema más utilizado por la flota estudio es el tradicional con motores auxiliares, la tendencia de los buques más actuales, modernos e innovadores, fundamentalmente los del Océano Índico, parece ser la utilización del sistema eléctrico (Figura 80). Sin embargo, no existe una dependencia entre el sistema instalado, el caladero o las diferentes características del buque, sino que la configuración depende principalmente de cuestiones ecológicas, de rendimiento y del criterio y diseño del armador.

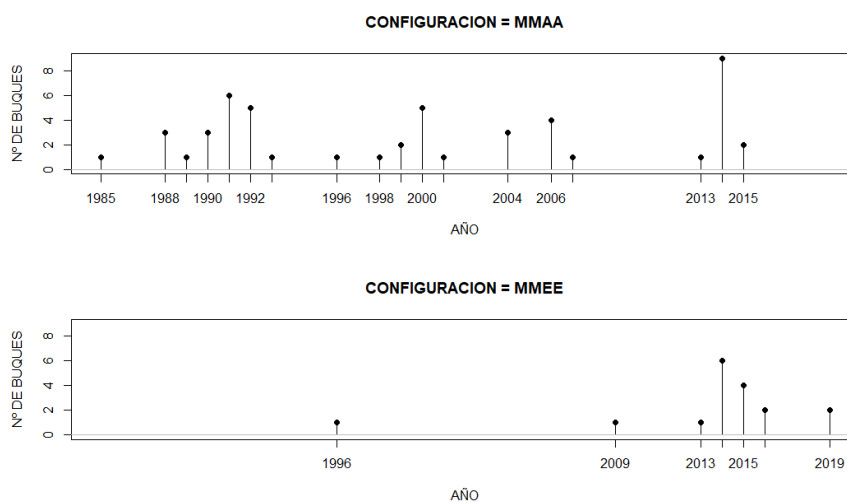


Figura 80. Evolución en el tiempo del uso de MMAA y MMEE.

6.1. EL DISEÑO DE LA RED DE CERCO

Las dimensiones de los aparejos de la flota objeto de estudio se asemejan en alto y en largo, principalmente debido a la búsqueda de esa polivalencia que les permita faenar en cualquier caladero sin ningún tipo de limitación. Estas varían entre los 1500 y los 1900 m de largo y pueden alcanzar más de 300 m de calado dependiendo de las especies objetivo, de los caladeros y de la capacidad y modernización del buque (ANEXO 1).

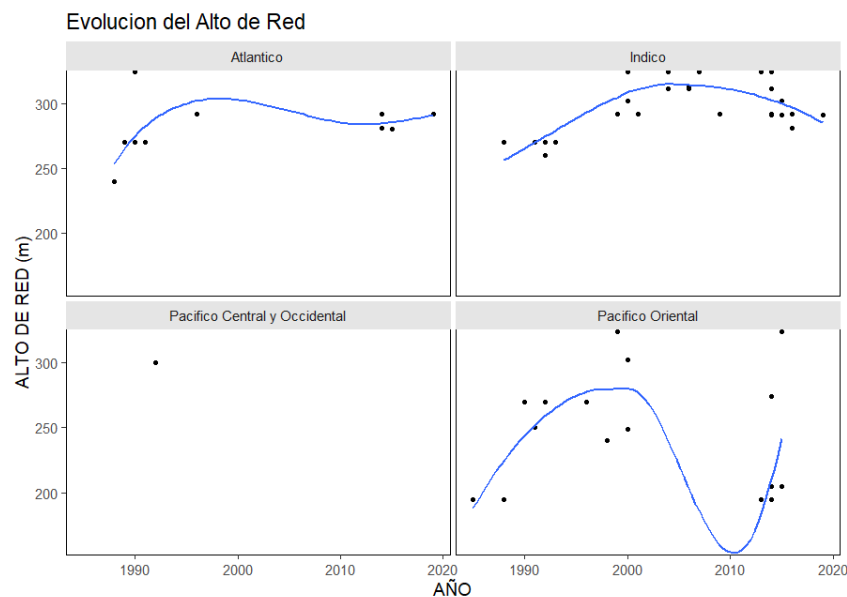


Figura 81. Evolución del alto de red.

Como veíamos, las dimensiones en el diseño del aparejo varían en función del buque y de la termoclina del océano en el que operan, existiendo ciertas variaciones incluso entre zonas de un mismo caladero como ocurre en el Pacífico, lo que va a condicionar los requerimientos de potencia de los equipos para la maniobra. Se trata de un aspecto que los armadores han de tener en cuenta a la hora de diseñar un buque y darle esa condición de polivalencia que les permita operar en cualquier escenario. Aunque existe una tendencia actual a diseñar en función del dinamismo, del tamaño y de la capacidad del barco (ver ajuste loess, Figura 81), a lo largo de los años, el principal condicionante ha sido su caladero habitual de operación. Los buques más antiguos del Pacífico oriental (1960-1980) eran diseñados para operar en un único caladero, por lo que, el alto de sus redes oscila entre 180 y 200 m. Sin embargo, su traslado al caladero central y occidental (120° W hacia la costa asiática) les obligó a adaptarse a las nuevas condiciones de la termoclina (80-100 m) y aumentar el calado de sus aparejos hasta los más de 200 metros para que los lances fueran exitosos.

Se distinguen tres grupos homogéneos de alto de red que han evolucionado principalmente con la capacidad del buque y su caladero de operación (diagrama de cajas, Figura 82): la baja profundidad de la termoclina del Pacífico oriental (30-40 metros) y la tradición por la pesca de rabil asociada a delfines de estas aguas, les permite diseñar redes con una altura mínima de hasta 195 metros. De este modo, se observa que el alto de red predominante en este océano está definido por un rango que va de 195 a 270 m, siendo su tamaño más representativo 205

m, el menor de los cuatro océanos. Este océano presenta una alta variabilidad en altura de red, con buques que superan los 270 m debido a esa capacidad para desplazarse a otro caladero. Como decíamos, en épocas de bajo nivel de capturas o vedas de esfuerzo en el Pacífico oriental, es frecuente su traslado a la zona central y occidental donde la termoclina alcanza mayores profundidades, obligando a estos buques a estar dotados de redes más altas que aseguren las capturas.

En el Atlántico, el alto de red más representativo es de 275 m, y está definido por un rango homogéneo que va de los 270 a los 292 metros, con dos valores atípicos que se corresponden por un lado con el buque de menor capacidad y por otro, con el de mayor capacidad de carga, diseñado inicialmente para operar en el Índico.

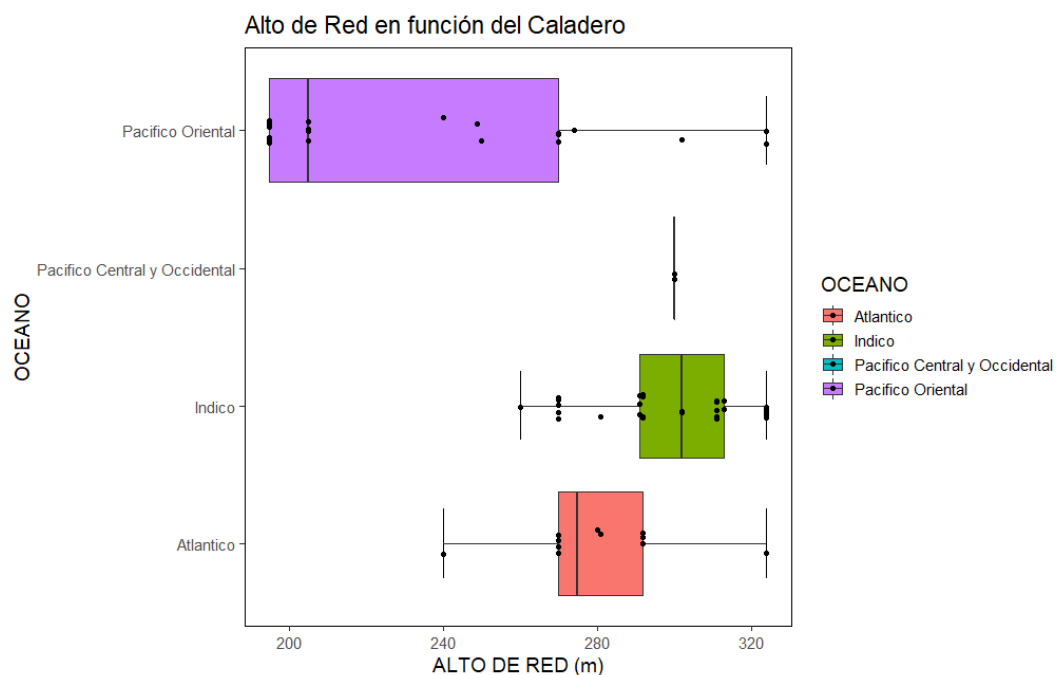


Figura 82. Alto de red en función del caladero de operación.

Por otro lado, la termoclina de 60-70 e incluso 80 m, la alta modernización y capacidad de la flota del Índico occidental y esa condición de polivalencia que le permite adaptarse a las necesidades de cualquier caladero, permiten definir un grupo cuyo alto de red supera a los dos océanos anteriores con un tamaño del aparejo representativo 297 m. El rango va de 288 a 313 metros, con diversos buques con altos de 324 m y de 260 m, en este último caso, pertenecientes a la flota más antigua que opera en este océano.

El largo de red también se agrupa por océanos, aunque la diferencia entre el valor representativo de cada uno no es tan apreciable ya que no depende ni del caladero ni del alto de red, sino del espacio de estiba de la cubierta superior del buque. El océano Índico, al igual que ocurre con la capacidad de los buques, presenta una mayor variabilidad en largos de red con un rango que oscila entre los 1657 y 1730 m y cuyo valor más representativo es de 1694,5 m, mayor que en el resto de los océanos (diagrama de cajas, Figura 83).

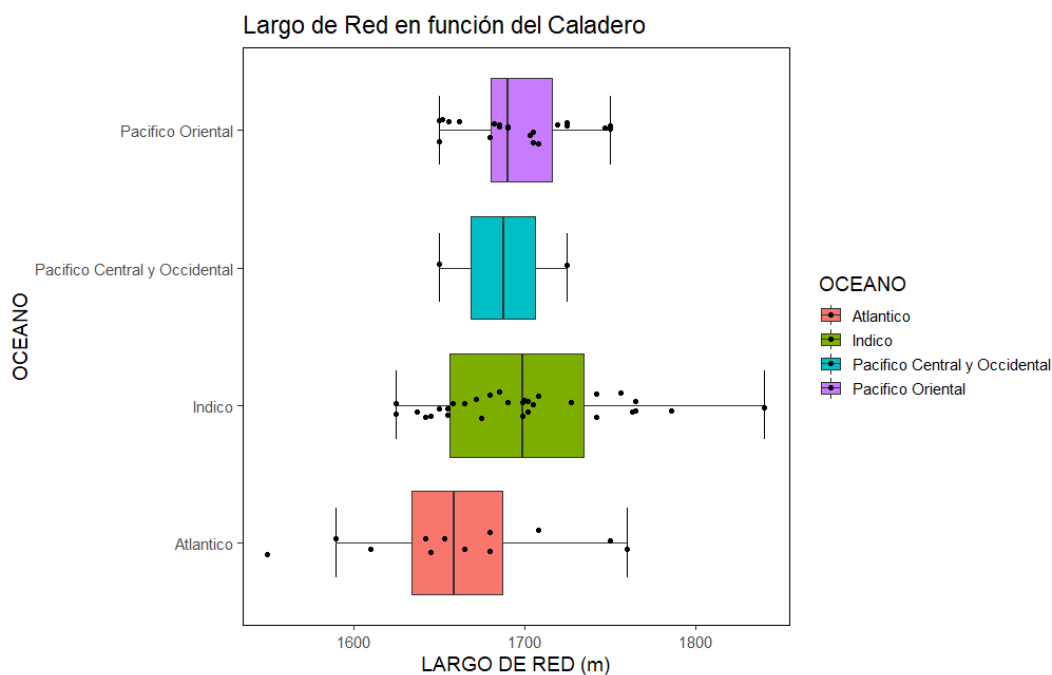


Figura 83. Largo de red en función del caladero de operación.

El peso de la red se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Peso de Red (kg)} = (1,26 \cdot n^{\circ} \text{ de paños} + 8,15) \cdot \text{Largo de Red}$$

De forma general, se observa que el peso de la red guarda una relación que tiende a ser baja con la capacidad de carga ($r = 0,570$) y casi moderada con la potencia propulsiva ($r = 0,628$) y la eslora del buque ($r = 0,683$), siendo mayor en este último caso. Los diferentes criterios vistos y que el armador utiliza para el diseño del aparejo, permiten explicar la inexistente relación entre el alto y el largo de la red ($r = 0,193$) (ver con más detalle los resultados mostrados en el ANEXO 2).

Por otro lado, existe una relación, que tiende ser en algunos casos moderada, entre el peso de la red y la potencia del equipo hidráulico principal (ver apartado 6.2) requerida (PH) para la maniobra de pesca ($r = 0,667$). Nuevamente, nos permite explicar la relación entre cualquiera de las variables de diseño de un buque atunero y su capacidad.

Tabla 14. Relaciones de correlación globales entre dimensiones de red y de buque.

	CC	L	PP	PH	AR	LR	PR
CC		0,891	0,605	0,552	0,545	0,324	0,570
L			0,762	0,669	0,634	0,390	0,683
PP				0,635	0,563	0,440	0,628
PH					0,642	0,235	0,667
AR						0,193	0,963
LR							0,406
PR							

GLOSARIO DE LA TABLA:

CC: Capacidad de carga del buque (t)

L: Eslora del buque (m)

PP: Potencia propulsiva (kW)

PH: Potencia hidráulica máxima requerida (kW)

AR: Alto de red (m)

LR: Largo de red (m)

PR: Peso de red (kg)

6.2. EQUIPOS HIDRÁULICOS DE UN BUQUE ATUNERO

Los sistemas que caracterizan y diferencian a un buque atunero del resto de buques son no sólo los equipos de localización de las capturas sino también los equipos hidráulicos de pesca instalados en cubierta para la maniobra de cerco y la carga y descarga de las capturas. La evolución en el tamaño de los buques cerqueros ha ido de la mano del crecimiento de los equipos de pesca instalados con el fin de conseguir una maniobra rápida y eficiente. No sólo han mejorado su diseño y tecnología, sino también su capacidad de tracción debido a las exigencias de unos aparejos de pesca de mayores dimensiones. En este sentido, la elección del modelo concreto de maquinilla de pesca adecuado para la operación depende de determinadas variables o parámetros de diseño del buque, incluido su aparejo.

Los equipos del 97% de la flota estudio son equipos del fabricante MARCO. MARCO fue un astillero fundado por Peter Smith en los años sesenta y que empezó dedicándose a la fabricación de buques sardineros y atuneros para, posteriormente con el inventor del halador Mario Puretic, crear una empresa dentro del grupo que fabricaba sus propias maquinillas hidráulicas para la maniobra de cerco, incluidos los innovadores power-block. En los años noventa y debido a aspectos relacionados con el medioambiente, se prohibió la construcción de buques obligando a la empresa a trasladar su astillero a Chile al tiempo que seguían fabricando sus equipos hidráulicos en Estados Unidos. Posteriormente se creó MARCO peruana estableciendo acuerdos con empresas de Asia y, entre el año 1970 y 2002, acuerdos en Europa con Técnicas Hidráulicas (empresa fundada en 1966). Posteriormente, MARCO decidió involucrarse de nuevo, y sin éxito, en el mundo de los astilleros, lo que les obligó a vender la empresa en 2002 haciéndose Técnicas Hidráulicas con el total dominio del grupo MARCO en el año 2018. Actualmente es Técnicas Hidráulicas quien domina el 70% del sector atunero, fundamentalmente en el Pacífico oriental (casi en su totalidad), Atlántico e Índico, siendo menor su influencia en el Pacífico central y occidental donde compite con las empresas japonesas.

La flota estudio lleva instalados diferentes equipos accionados hidráulicamente, siendo la maquinilla principal (Figura 84) durante la maniobra de cierre de la red, la que determina la potencia hidráulica máxima requerida. Por ello, aunque se muestra la localización de todos los equipos en el ANEXO 3, este trabajo se centra únicamente en el análisis del equipo principal instalado.

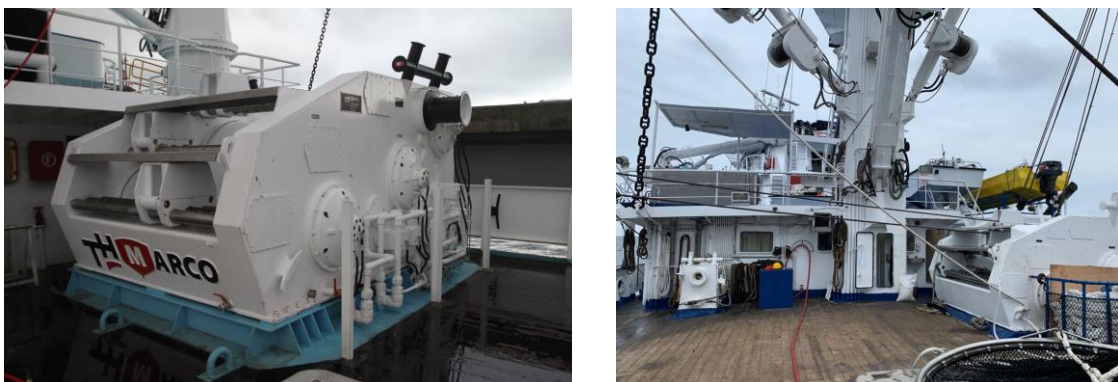


Figura 84. Maquinilla principal (izquierda) y maquinilla principal tirando de jareta (derecha).

La maquinilla principal de pesca, instalada en la cubierta superior a popa de la cubierta castillo, consta de tres carretes (Figura 85) que sirven para traccionar con la potencia de tiro y velocidad adecuadas la jareta de la red para así permitir su cierre sin que se escapen las capturas y sin generar ningún riesgo de accidente al buque. En cualquier caso, el rodillo superior sujeta el calón de popa, el rodillo inferior tira de la jareta de popa y el central de la jareta de proa en la etapa final del cierre de la red.

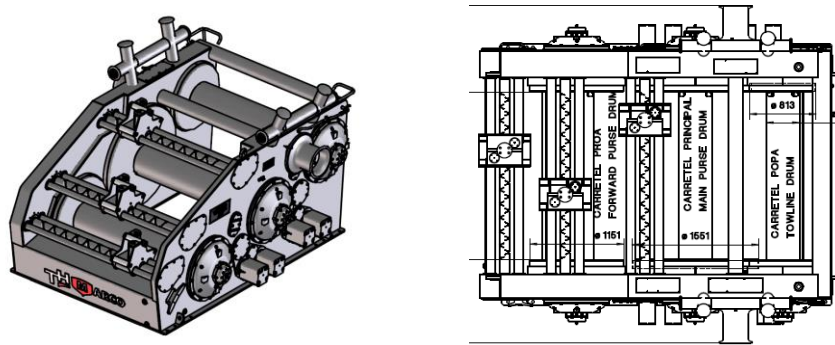


Figura 85. Esquema de la maquinilla principal.

De forma general, la flota estudio opera con 10 modelos diferentes (tabla de contingencia, Figura 86), siendo los modelos más utilizados el WS-587 en el Océano Índico, el WS-586 en el Índico y Pacífico oriental y el WS-486 en el Pacífico oriental. Se aprecia de nuevo la existencia de una relación entre el océano y el modelo debido a esa diferencia entre dimensiones de los buques y, además, siempre comparten el interés por la WS-587 (la de mayor capacidad) por buques de cualquier océano principalmente por la búsqueda de esa polivalencia.

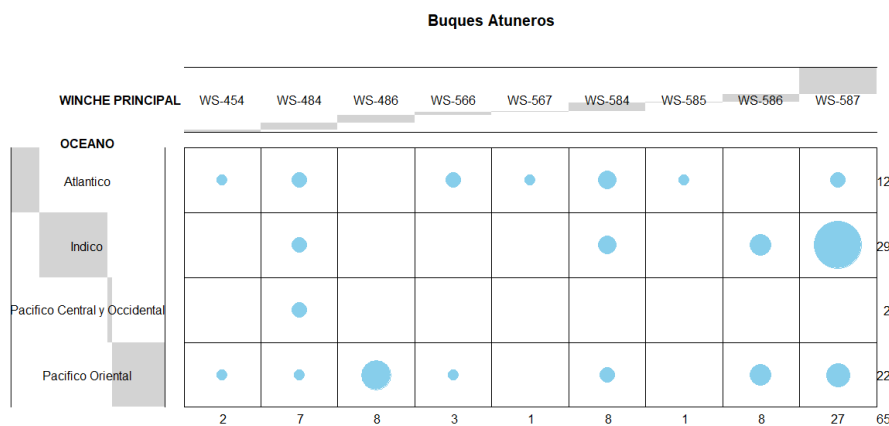


Figura 86. Modelos de equipo principal instalados en función del caladero.

La elección del equipo obedece a la potencia de tiro máxima requerida, por lo que a partir de ahora se hablará de potencia máxima instalada. A pesar de que se han registrado diez modelos

que generalmente permanecen en el tiempo, estos se pueden agrupar en 3 familias atendiendo a su potencia máxima (Tabla 15). La variación en la nomenclatura dentro de una misma potencia instalada se debe a las diferentes configuraciones de accionamiento que pueden tener (paletas o pistones).

Tabla 15. Modelos y potencias de los equipos principales.

POTENCIA (kW)	MODELO DE EQUIPO
900	WS - 587
	WS - 567
750	WS - 586
	WS - 585
	WS - 584
	WS - 566
450	WS - 486
	WS - 484
	WS - 455
	WS - 454

La evolución de la potencia hidráulica de estos equipos no muestra una tendencia clara en función de su caladero (loess, Figura 87). Sin embargo, sí se puede ver que la tendencia actual en el Índico es a la instalación de los equipos de mayor potencia principalmente debido a ese alto grado de modernización y búsqueda de eficiencia en la pesca y polivalencia del buque para operar en cualquier caladero.

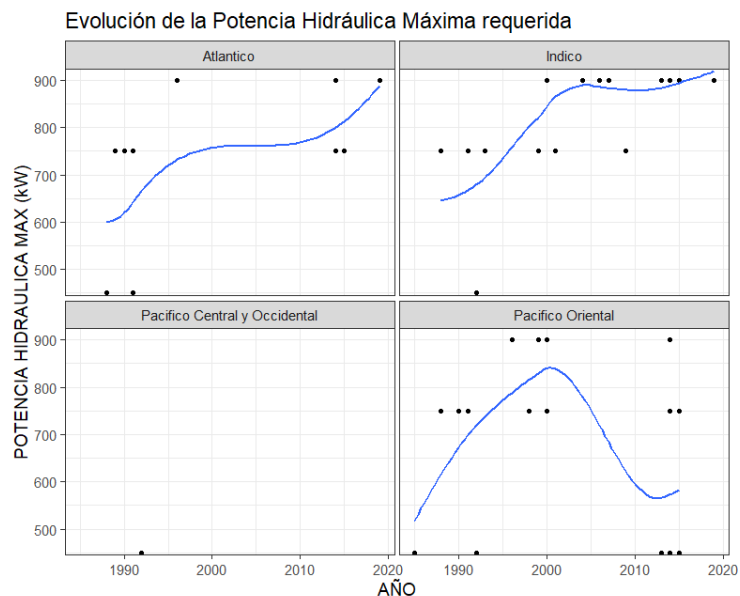


Figura 87. Evolución de la potencia hidráulica máxima en función del océano.

Si ahora se hace el análisis de los parámetros que determinan la elección de una potencia u otra en función del océano, se observa que esta guarda una relación que tiende a ser moderada,

por un lado, con la eslora y la potencia propulsiva del buque ($r = 0,669$, $r = 0,635$) y, por tanto, con su tamaño y capacidad, y por otro el peso de la red ($r = 0,667$). Además, la relación de la termoclina (altura del aparejo) con la potencia de la maquinilla tiende a ser moderada ($r = 0,642$) (ver el análisis de correlación con más detalle en el ANEXO 2).

Tabla 16. Relaciones de correlación globales entre equipo principal y dimensiones de buque y red.

	CC	L	B	PP	AR	LR	PR	PH
CC		0,891	0,868	0,605	0,545	0,324	0,570	0,552
L			0,960	0,762	0,634	0,390	0,683	0,669
B				0,757	0,600	0,388	0,644	0,639
PP					0,563	0,440	0,628	0,635
AR						0,193	0,963	0,642
LR							0,406	0,235
PR								0,667
PH								

GLOSARIO DE LA TABLA:

CC: Capacidad de carga del buque (t)

L: Eslora del buque (m)

B: Manga del buque (m)

PP: Potencia propulsiva (kW)

AR: Alto de red (m)

LR: Largo de red (m)

PR: Peso de red (kg)

PH: Potencia hidráulica del equipo principal (kW)

A partir de aquí, ¿se puede determinar con un alto grado de fiabilidad la potencia que requiere la maquinilla principal de un buque de este tipo a partir de uno o varios parámetros del buque y así poder elegir el modelo que debe ser instalado en función de cada caladero? Este planteamiento se resuelve en el apartado siguiente en el que se modeliza esa correlación con el fin de proponer el diseño preliminar del buque.

6.3. MODELO DE DISEÑO PRELIMINAR

Analizando las características dimensionales de la flota estudio, se puede observar que existe una fuerte relación entre todas ellas, tanto desde el punto de vista general como particularizando para cada caladero (resumen en Tabla 17, para más información, consúltese la figura que por razones de espacio se encuentra en el ANEXO 4).

Tabla 17. Relaciones de correlación globales entre dimensiones de red y de buque.

	CC	L	Lpp	B	Dppal	Dsup	T	PP
CC		0,891	0,873	0,868	0,789	0,826	0,223	0,605
L			0,981	0,960	0,897	0,926	0,152	0,762
Lpp				0,972	0,871	0,920	0,701	0,669
B					0,897	0,958	0,150	0,757
Dppal						0,958	0,866	0,736
Dsup							0,621	0,784
T								0,0871
PP								

GLOSARIO DE LA TABLA:

CC: Capacidad de carga del buque (t)

L: Eslora del buque (m)

L_{pp}: Eslora entre perpendiculares (m)

B: Manga del buque (m)

D_{ppal}: Puntal a la cubierta principal (m)

D_{sup}: Puntal a la cubierta superior (m)

T: Calado del buque (m)

PP: Potencia propulsiva (kW)

Como veíamos, a la hora de diseñar un nuevo buque, el armador decide su zona de pesca y, en función de su estrategia operativa y de las características, limitaciones y regulaciones de los caladeros, decide una capacidad de carga. A partir de ahí, se definen las características dimensionales con el fin de construir un buque eficiente, rentable y productivo.

Así, el presente apartado tiene como objetivo determinar y proponer mediante análisis estadístico de regresión lineal, el diseño preliminar de un buque atunero cerquero a partir de su capacidad de bodega. Para ello, se ha hecho un estudio de la base de datos de forma general en busca de un modelo de diseño de buque cerquero atunero dinámico y polivalente que pueda operar y adaptarse a cualquier caladero de pesca de las especies de túnidos tropicales y, por otro lado, se ha analizado la flota de forma específica con el fin de obtener un modelo de buque en función de su caladero de operación principal.

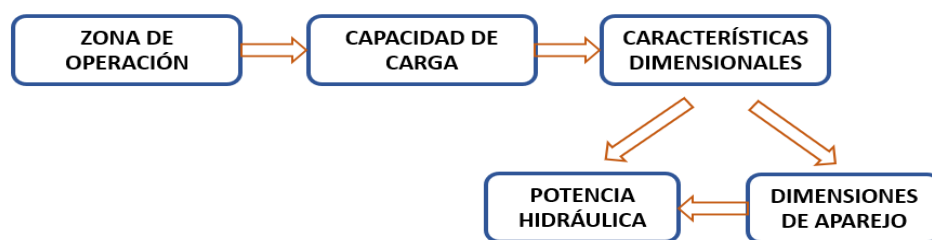


Figura 88. Procedimiento de diseño de un buque atunero.

En los siguientes apartados se muestran las ecuaciones obtenidas del análisis de regresión, junto con sus coeficientes de correlación y determinación. De este modo, dichas ecuaciones constituyen la base del modelo para la determinación de las dimensiones principales, las características propulsivas y la potencia del equipo principal de pesca básicas para un buque atunero cerquero.

Para el estudio del modelo de regresión que permita predecir la potencia hidráulica necesaria del equipo principal de pesca del buque, se han tenido en cuenta los aspectos tratados y analizados a lo largo de este trabajo y los resultados obtenidos de la relación lineal que los diferentes parámetros del buque y aparejo guardan con la maquinilla.

6.3.1. Modelo de Buque Atunero Estándar

A continuación, se muestra el modelo genérico de diseño de un buque atunero cerquero, obtenido del análisis de regresión, para operar en cualquier caladero:

Tabla 18. Medida del grado de dependencia lineal entre las variables (coeficiente de correlación), función de regresión estimada (recta de regresión) y medida de la bondad de ajuste del modelo (coeficiente de determinación).

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.891$	$L = 45.571779 + 0.02884 CC$	$R^2 = 0.7943$
$r = 0.873$	$L_{pp} = 44.13461 + 0.02261 CC$	$R^2 = 0.7616$
$r = 0.868$	$B = 10.862452 + 0.002417 CC$	$R^2 = 0.7539$
$r = 0.789$	$D_{ppal} = 4.9921805 + 0.0011474 CC$	$R^2 = 0.6225$
$r = 0.826$	$D_{sup} = 7.3123964 + 0.0013606 CC$	$R^2 = 0.6815$
$r = 0.223$	$T = 6.0935325 + 0.0004014 CC$	$R^2 = 0.04971$
$r = 0.605$	$PP = 1719.8978 + 1.8479 CC$	$R^2 = 0.3657$
$r = 0.669$	$PH = -89.172 + 9.361 L$	$R^2 = 0.4476$
$r = 0.667$	$PH = -157.081589 + 0.013191 P_{esoRed}$	$R^2 = 0.4446$

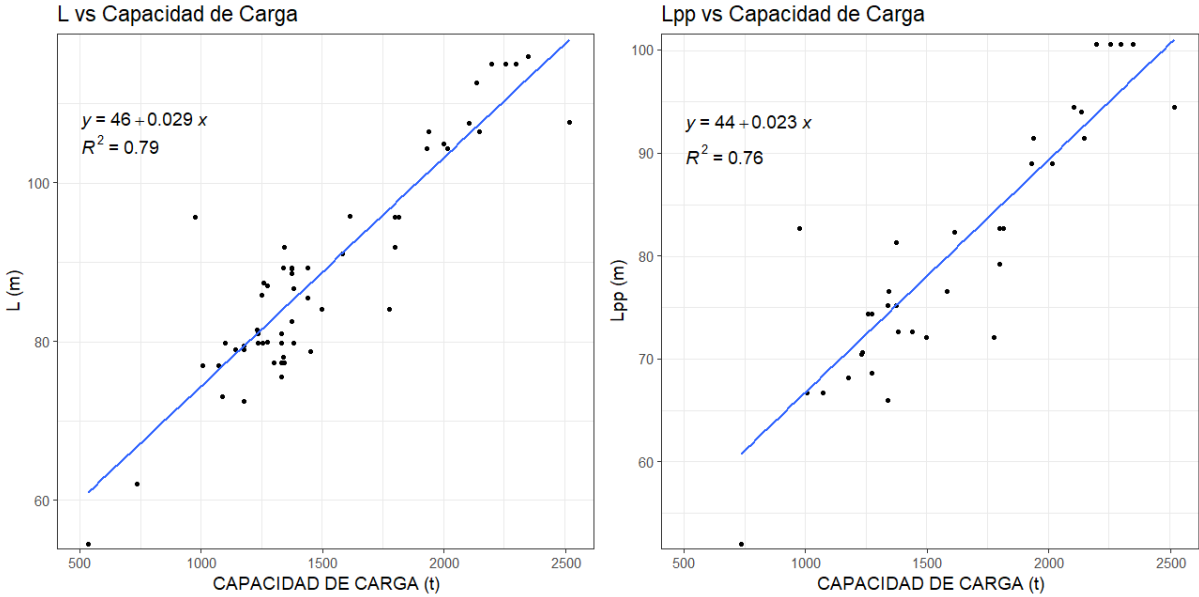


Figura 89. Eslora y Eslora entre perpendiculares en función de la Capacidad de Carga.

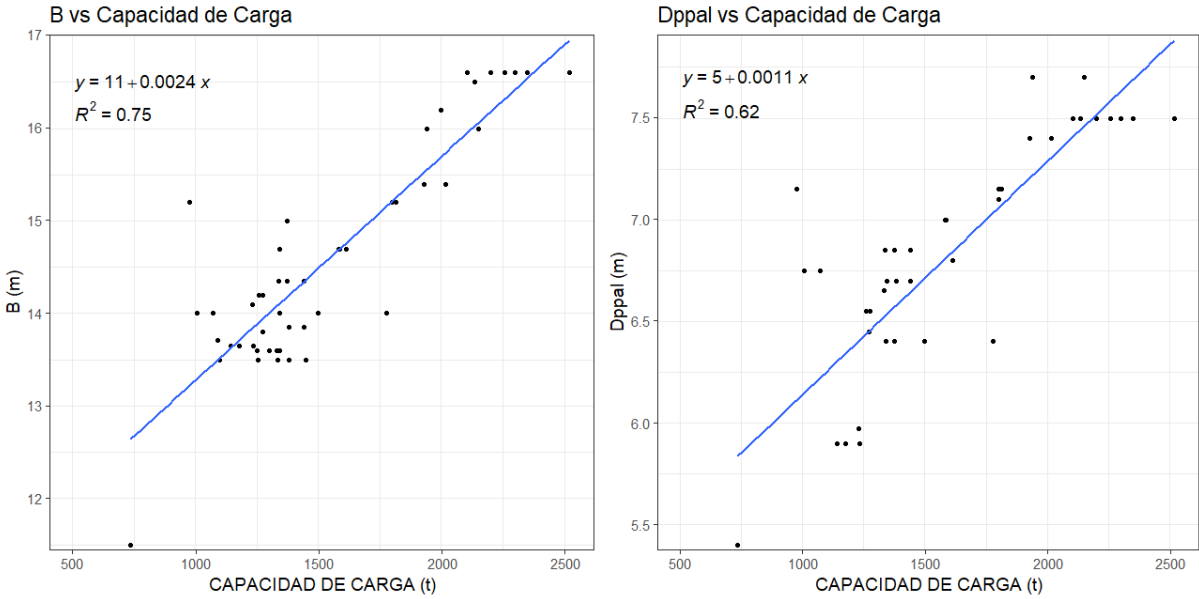


Figura 90. Manga y Puntal a la cubierta principal en función de la Capacidad de Carga.

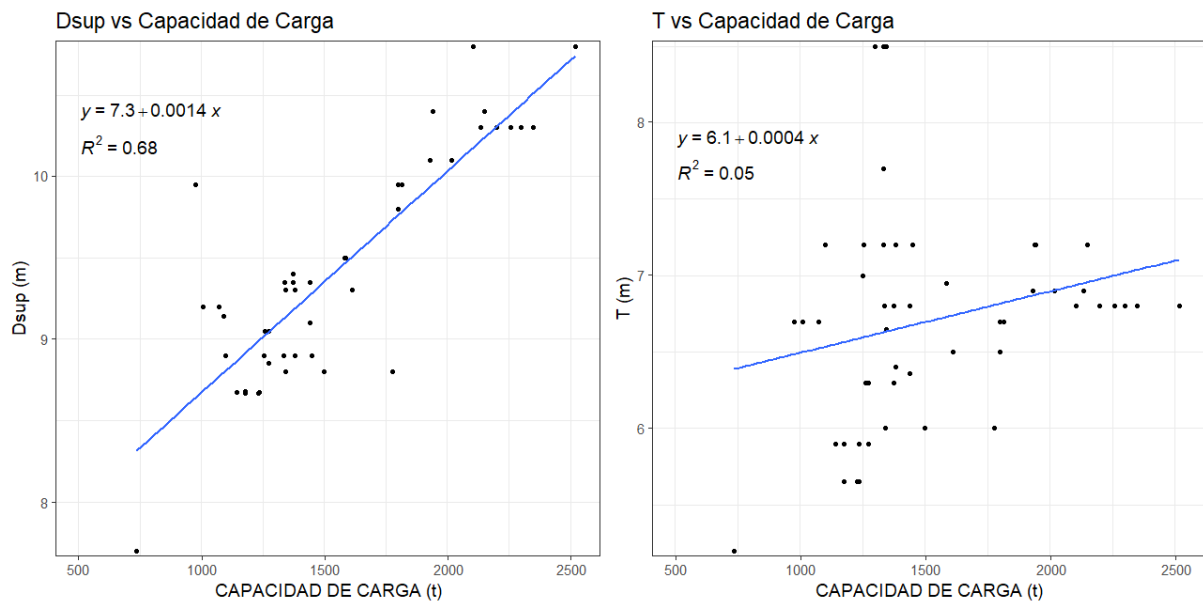


Figura 91. Puntal a la cubierta superior y Calado en función de la Capacidad de Carga.

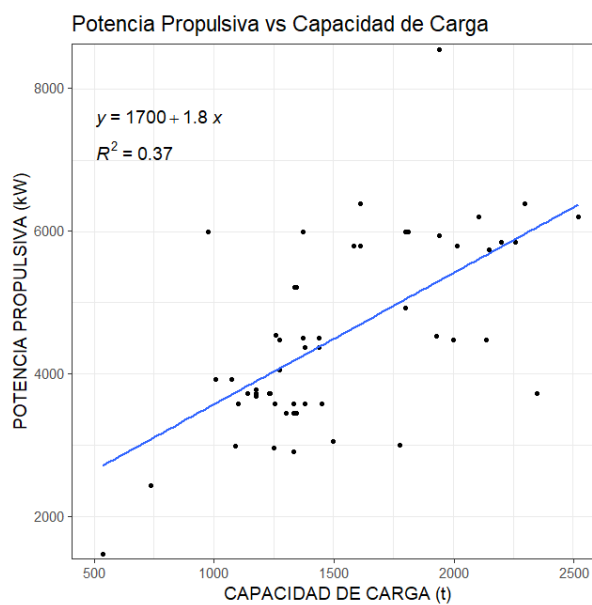


Figura 92. Potencia Propulsiva en función de la Capacidad de Carga.

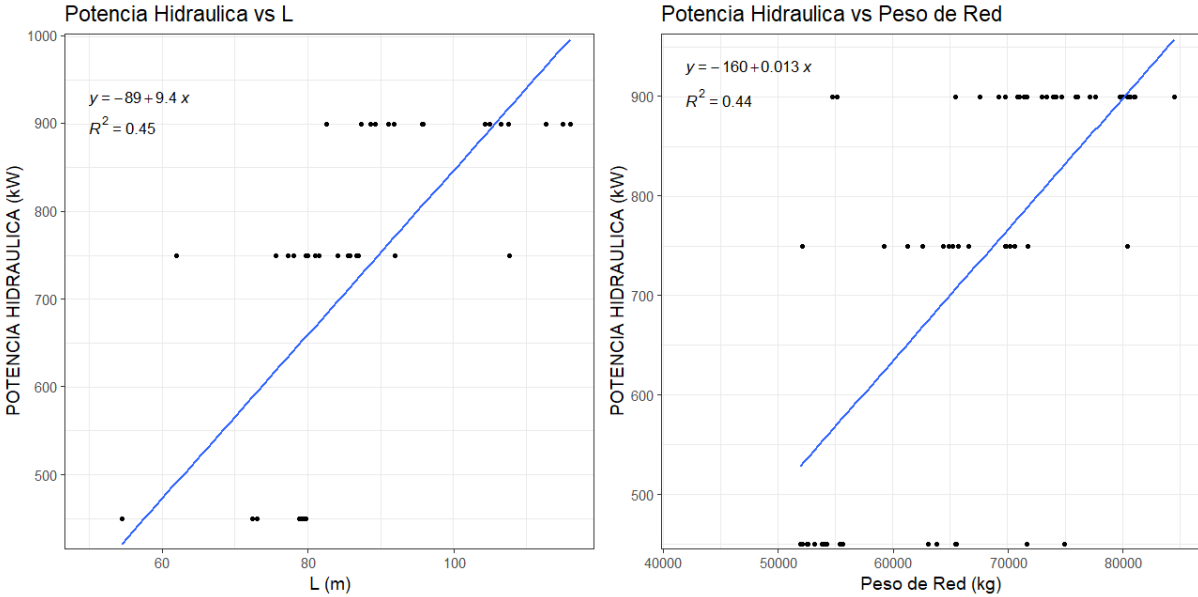


Figura 93. Potencia Hidráulica en función de la Eslora y Peso de red.

6.3.2. Modelo de Buque Atunero Específico para cada Caladero

En este apartado se determina el modelo de regresión lineal que permite predecir las dimensiones principales preliminares de un buque atunero cerquero para operar en uno de los tres caladeros de operación que se estudian en este trabajo.

OCÉANO ATLÁNTICO

Tabla 19. Medida del grado de dependencia lineal entre las variables (coeficiente de correlación), función de regresión estimada (recta de regresión) y medida de la bondad de ajuste del modelo (coeficiente de determinación).

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.948$	$L = 44.892930 + 0.027151 CC$	$R^2 = 0.8991$
$r = 0.873$	$L_{pp} = 52.428760 + 0.016945 CC$	$R^2 = 0.8835$
$r = 0.868$	$B = 10.740785 + 0.002448 CC$	$R^2 = 0.8101$
$r = 0.923$	$D_{ppal} = 4.851570 + 0.001058 CC$	$R^2 = 0.8526$
$r = 0.967$	$D_{sup} = 6.9212698 + 0.0015505 CC$	$R^2 = 0.9349$
$r = 0.0195$	$T = 6.8570638 + 0.00004923 CC$	$R^2 = 0.0003785$
$r = 0.783$	$PP = 1137.1037 + 2.0502 CC$	$R^2 = 0.6127$
$r = 0.562$	$PH = 125.307 + 7.083 L$	$R^2 = 0.3161$
$r = 0.623$	$PH = -513.365252 + 0.018109 Peso_{red}$	$R^2 = 0.3883$

OCÉANO ÍNDICO

Tabla 20. Medida del grado de dependencia lineal entre las variables (coeficiente de correlación), función de regresión estimada (recta de regresión) y medida de la bondad de ajuste del modelo (coeficiente de determinación).

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.864$	$L = 52.294503 + 0.026310 CC$	$R^2 = 0.7471$
$r = 0.864$	$L_{pp} = 47.979167 + 0.021238 CC$	$R^2 = 0.7468$
$r = 0.827$	$B = 11.5176609 + 0.0020967 CC$	$R^2 = 0.6831$
$r = 0.777$	$D_{ppal} = 5.9163073 + 0.00072 CC$	$R^2 = 0.6038$
$r = 0.761$	$D_{sup} = 8.0888039 + 0.0009832 CC$	$R^2 = 0.5791$
$r = 0.080$	$T = 6.7174811 + 0.00008992 CC$	$R^2 = 0.0064$

$r = 0.532$	$PP = 2448.8282 + 1.6364 CC$	$R^2 = 0.2834$
$r = 0.634$	$PH = 202.813 + 6.655 L$	$R^2 = 0.4023$
$r = 0.755$	$PH = -550.3198 + 4.6081 Alto_{red}$	$R^2 = 0.5701$

OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

Tabla 21. Coeficientes y modelo de regresión lineal.

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.920$	$L = 42.628923 + 0.029342 CC$	$R^2 = 0.8468$
$r = 0.937$	$L_{pp} = 33.176882 + 0.027348 CC$	$R^2 = 0.8775$
$r = 0.910$	$B = 10.3546717 + 0.0026772 CC$	$R^2 = 0.8274$
$r = 0.919$	$D_{ppal} = 4.2885634 + 0.0014633 CC$	$R^2 = 0.8444$
$r = 0.875$	$D_{sup} = 6.841414 + 0.0015666 CC$	$R^2 = 0.7648$
$r = 0.469$	$T = 4.9934972 + 0.0009244 D_{ppal}$	$R^2 = 0.218$
$r = 0.489$	$PP = 2205.359 + 1.2287 CC$	$R^2 = 0.239$
$r = 0.603$	$PH = -191.703 + 10.085 L$	$R^2 = 0.3636$
$r = 0.644$	$PH = -158.103155 + 0.013482 Peso_{red}$	$R^2 = 0.4148$

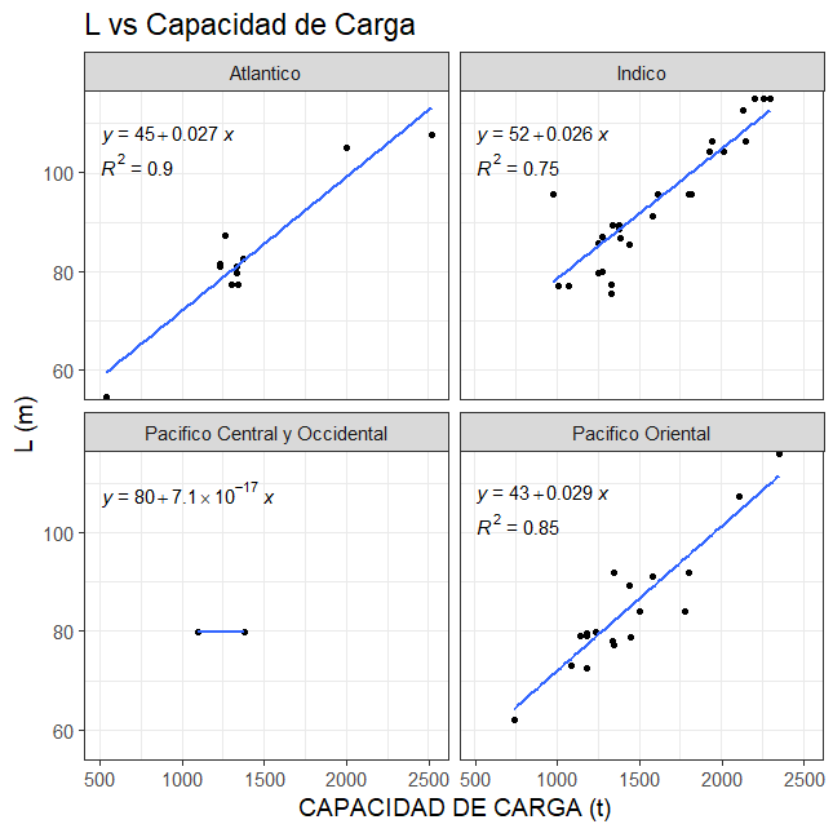


Figura 94. Eslora en función de la Capacidad de Carga y caladero.

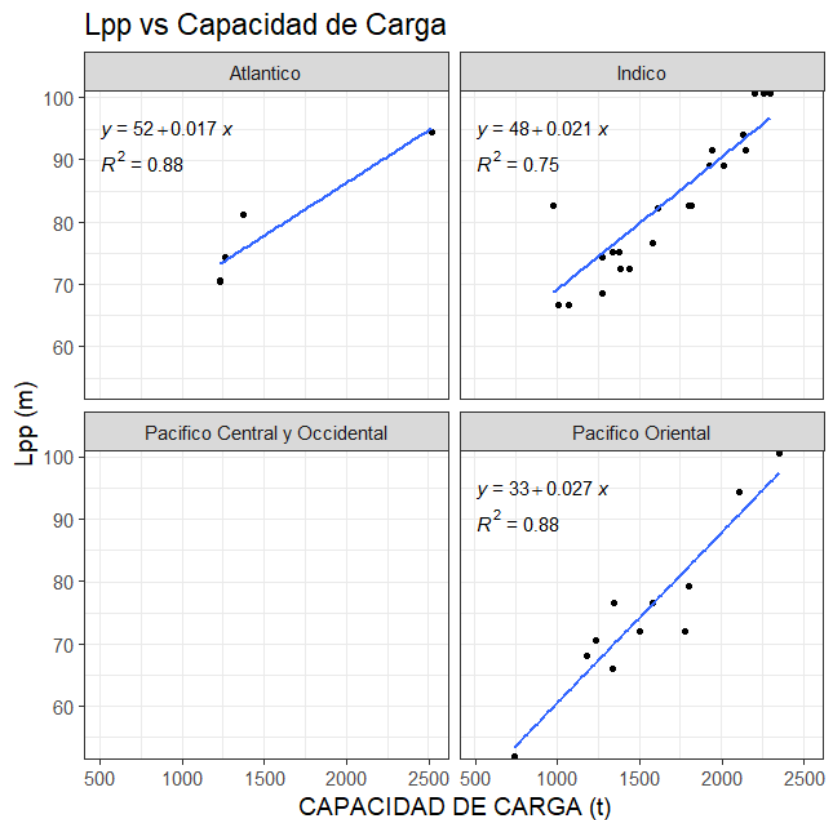


Figura 95. Eslora entre perpendiculares en función de la Capacidad de Carga y caladero.

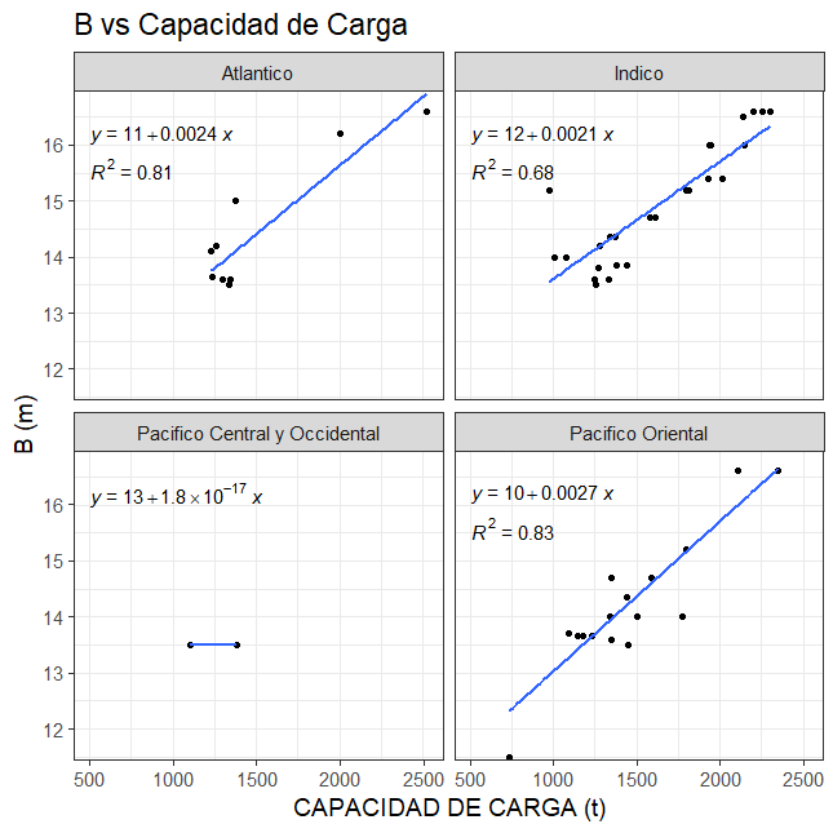


Figura 96. Manga en función de la Capacidad de Carga y caladero.

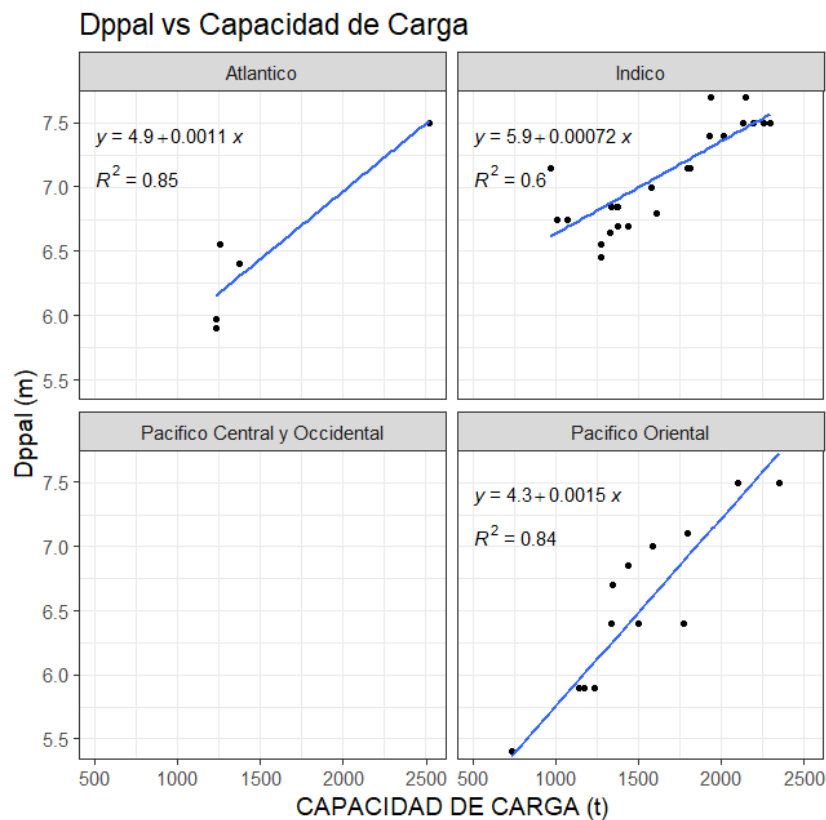


Figura 97. Puntal a la cubierta principal en función de la Capacidad de Carga y caladero.

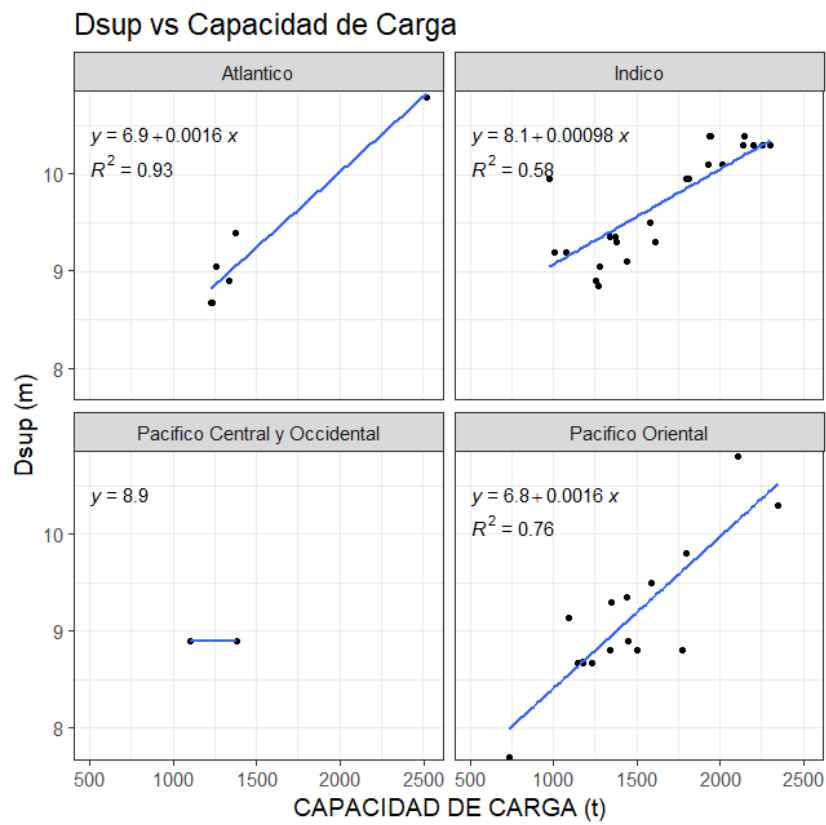


Figura 98. Puntal a la cubierta superior en función de la Capacidad de Carga y caladero.

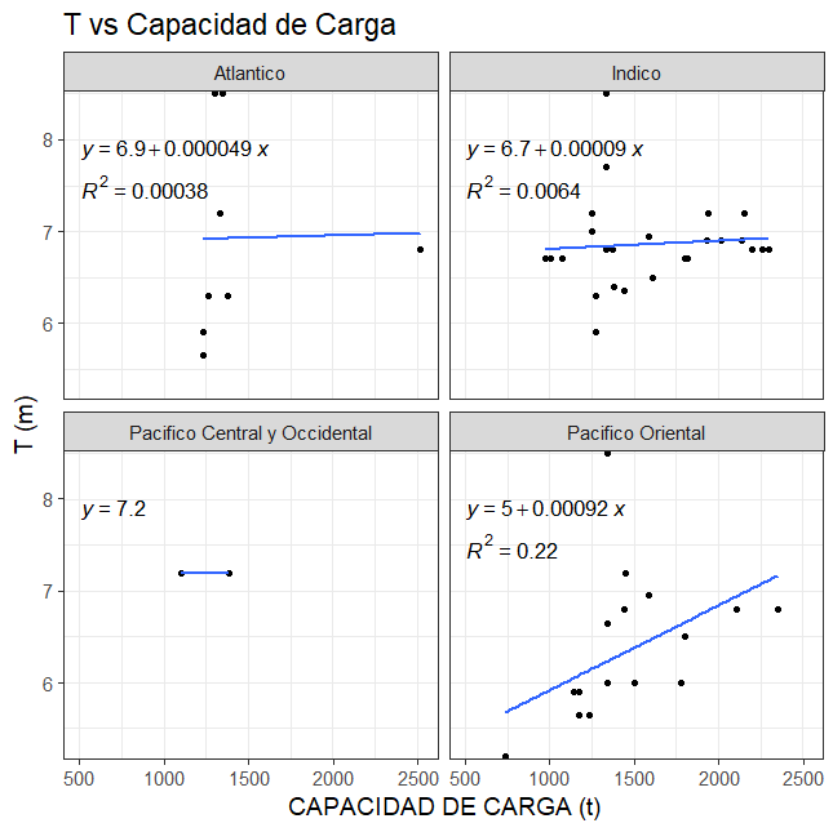


Figura 99. Calado en función de la Capacidad de Carga y caladero.

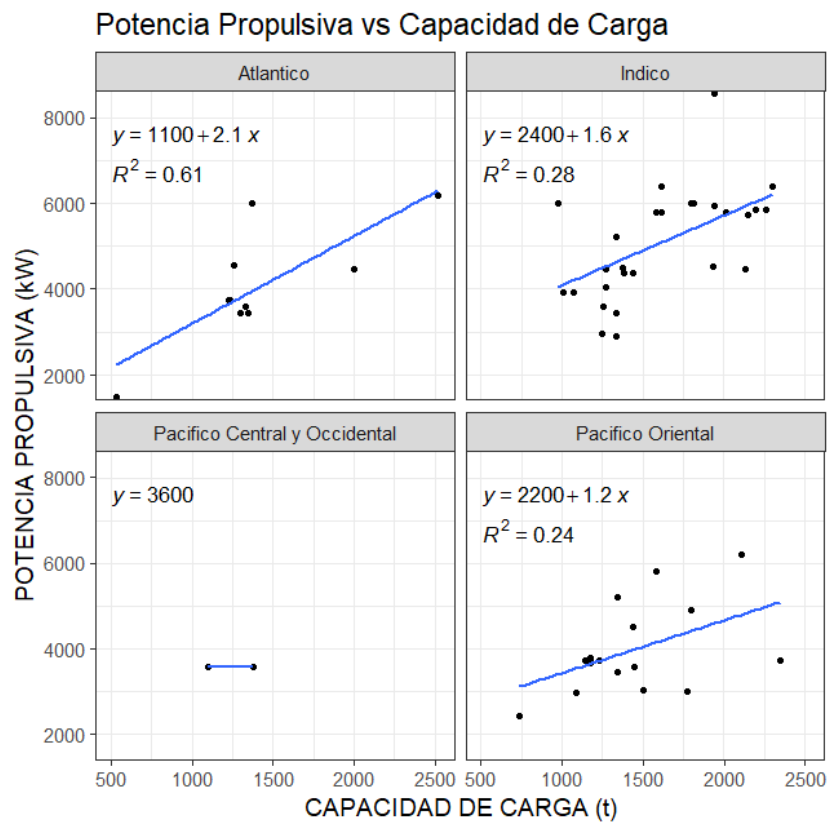


Figura 100. Potencia Propulsiva en función de la Capacidad de Carga y caladero.

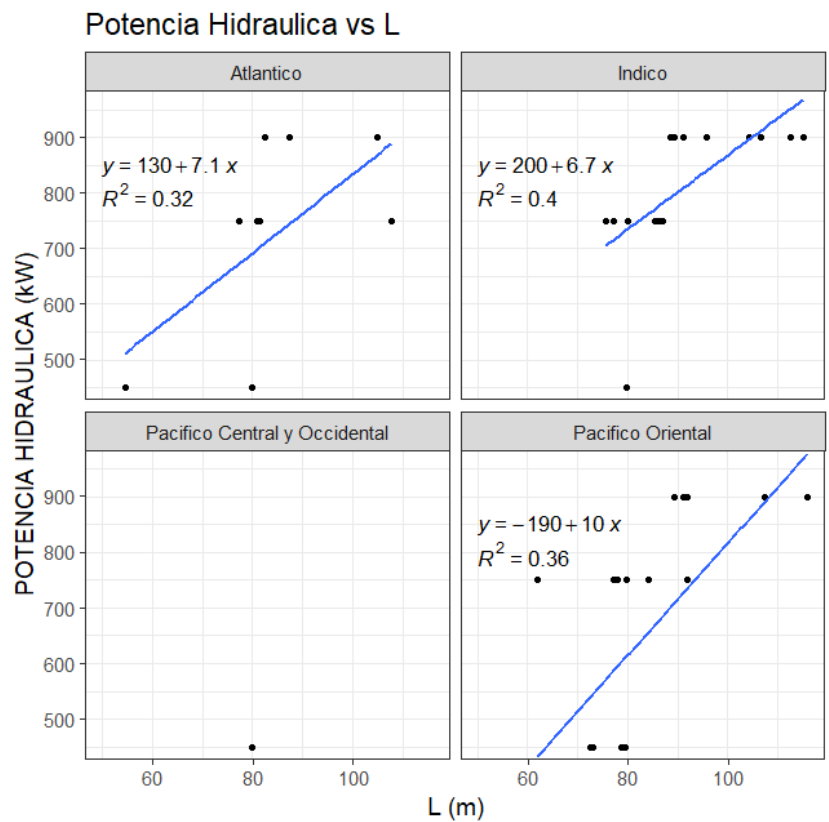


Figura 101. Potencia Hidráulica en función de la Eslora y caladero.

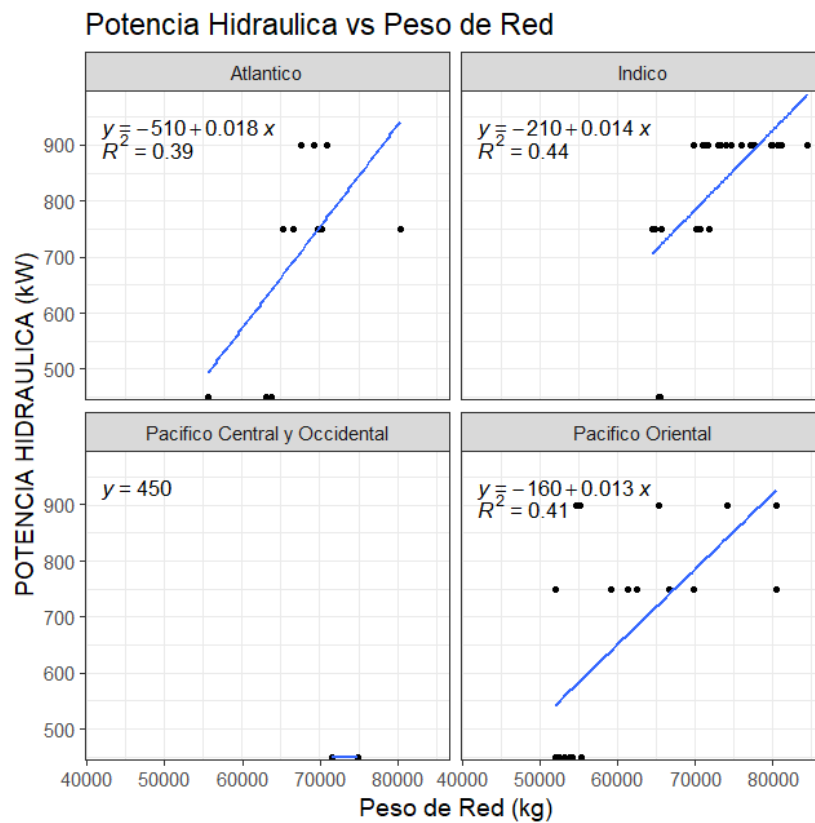


Figura 102. Potencia Hidráulica en función del Peso de red y caladero.

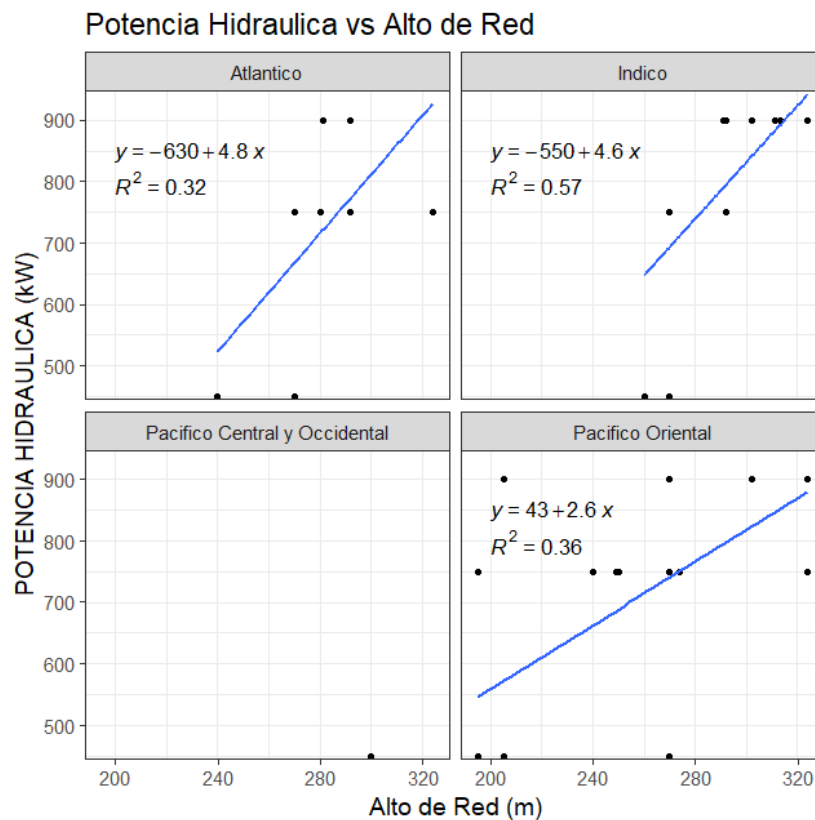


Figura 103. Potencia Hidráulica en función del Alto de red y caladero.

7. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se puede considerar que, de forma general, los resultados obtenidos para el modelo de anteproyecto de un buque atunero han sido buenos y, por tanto, la capacidad de carga permite explicar y determinar con un alto grado de fiabilidad de las dimensiones principales del buque. Sin embargo, en algunos casos los resultados de algunas de las dimensiones obtenidas no son concluyentes. En estos casos, se han buscado variables alternativas previamente calculadas y que permitan aumentar el coeficiente de correlación para así poder plantear un modelo más representativo.

En el modelo de buque estándar destinado a operar en cualquier caladero, las variables guardan una relación lineal que tiende a ser fuerte o muy fuerte con la capacidad de carga ($0,75 < r > 0,89$) y, con ello, la variable explicativa (capacidad de carga) permite predecir de manera satisfactoria el resto de dimensiones del buque ($R^2 > 0,7$). En cuanto al grado de dependencia lineal que guardan el calado (T) y la potencia propulsiva (PP) con la capacidad de carga, se observa que esta es baja y, por tanto, el modelo no es explicativo ($R^2 = 0.04971$ y $R^2 = 0.3657$ respectivamente). En este caso, se ha planteado un modelo con el que se puedan predecir de forma más fiable estas variables (Tabla 12). Para el calado (T) se ha tomado el puntal a la cubierta principal (D_{ppal}) obteniendo un $R^2 = 0.7503$, y para la potencia propulsiva (PP) se ha tomado la eslora del buque (L) cuyo coeficiente de determinación (R^2) es 0.5804. Vemos en este último caso que, aunque ha aumentado la bondad del ajuste del modelo, ningún parámetro permite determinar de manera fiable la potencia del motor principal.

Tabla 22. Coeficientes y modelo de regresión lineal que aumentan R^2 .

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.866$	$T = 1.61046 + 0.72101 D_{ppal}$	$R^2 = 0.7503$
$r = 0.762$	$PP = -1907.023 + 72.121 L$	$R^2 = 0.5804$

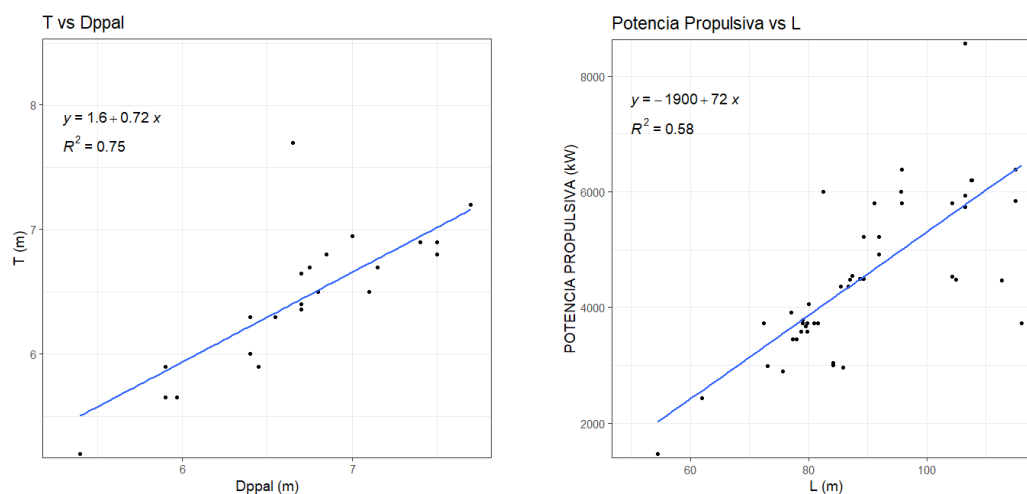


Figura 104. Calado en función de la Capacidad de Carga y del Puntal a la cubierta principal.

En lo que respecta al análisis del buque atunero específico para cada caladero de operación, los resultados obtenidos han sido bueno aunque también existen algunas dimensiones que la capacidad de carga no permite predecir con un alto grado de correlación.

De forma general, para el **Océano Atlántico**, las variables guardan una relación lineal con la capacidad de carga que tiende a ser fuerte o muy fuerte ($0,78 < r > 0,96$) permitiendo predecir de manera fiable el resto de las dimensiones principales del buque ($R^2 > 0,8$). Sin embargo, el escaso número de buques estudiados que operan en este océano hace que debamos tomar con precaución, en el caso particular de este océano, los resultados obtenidos mediante el ajuste de los modelos de regresión.

En cuanto al grado de dependencia que guardan el calado (T) y la potencia propulsiva (PP) con la capacidad de carga, se observa que esta es baja y, por tanto, el modelo no es explicativo ($R^2 = 0.0003785$ y $R^2 = 0.6127$ respectivamente). Por ello, al buscar otros parámetros a partir de los cuales se pueda plantear un modelo fiable, se ha llegado a lo siguiente: para la potencia propulsiva (PP) no se ha encontrado un modelo que aumente la bondad del ajuste, y para el calado (T), se ha tomado el puntal a la cubierta principal (D_{ppal}) cuyo coeficiente de determinación (R^2) es 0.8916.

Tabla 23. Coeficientes y modelo de regresión lineal que aumentan R^2

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.944$	$T = 2.0112 + 0.6465 D_{ppal}$	$R^2 = 0.8916$

En el caso del **Océano Índico**, las variables guardan una relación lineal que tiende también a ser fuerte o muy fuerte con la capacidad de carga ($0,76 < r > 0,91$) de manera que la capacidad de carga permite predecir de manera fiable el resto de dimensiones del buque ($R^2 > 0,7$).

Sin embargo, se observa que el grado de dependencia que el calado (T) y la potencia propulsiva (PP) guardan con dicha variable es baja ($R^2 = 0.0064$ y $R^2 = 0.2834$ respectivamente) y, por tanto, el modelo no es útil para hacer predicciones o estimaciones. En el caso del puntal a la cubierta principal y superior (D_{ppal} , D_{sup}), si rebajamos al máximo nuestro criterio, sí se puede decir que existe una relación lineal moderada ($R^2 = 0.6038$, $R^2 = 0.5791$) y explicamos aproximadamente el 60% de los cambios en las variables respuestas. Aún así, al tratar de plantear un modelo más fiable, se concluye que para el puntal a la cubierta principal (D_{ppal}) y el puntal a la cubierta superior (D_{sup}) es la eslora (L) la variable que mejor ajusta el modelo ($R^2 = 0.7945$ y $R^2 = 0.836$ respectivamente). Para el calado (T), el puntal a la cubierta principal (D_{ppal}) no aumenta el ajuste del modelo y para la potencia propulsiva (PP) se ha tomado de nuevo la eslora (L) del buque cuyo coeficiente de correlación (R^2) es 0.5079 que, aunque el modelo no es explicativo, mejora el resultado obtenido con la capacidad de carga.

Tabla 24. Coeficientes y modelo de regresión lineal que aumentan R^2

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.891$	$D_{ppal} = 4.342819 + 0.028641 L$	$R^2 = 0.7945$
$r = 0.914$	$D_{sup} = 5.738926 + 0.041237 L$	$R^2 = 0.836$
$r = 0.536$	$T = 3.4303 + 0.4716 D_{ppal}$	$R^2 = 0.2868$
$r = 0.713$	$PP = -1717.94 + 71.97 L$	$R^2 = 0.5079$

Por último, en el **Pacífico Oriental** las variables guardan una relación lineal que tiende a ser fuerte o muy fuerte con la capacidad de carga ($0,87 < r > 0,93$) y la variable explicativa permite predecir de manera fiable el resto de dimensiones del buque ($R^2 > 0,75$).

En cuanto al grado de dependencia que el calado (T) y la potencia propulsiva (PP) guardan con la capacidad de carga, se observa que esta es baja, en cuyo caso el modelo no es explicativo ($R^2 = 0.218$ y $R^2 = 0.239$ respectivamente). Así, se han buscado otros parámetros para poder plantear un modelo con el que se pueda predecir de forma más fiable estas variables. Se ha observado que para el calado (T) la variable explicativa es el puntal a la cubierta principal (D_{ppal}) ($R^2 = 0.8504$) y para la potencia propulsiva (PP) es la manga del buque (B) ($R^2 = 0.4749$) quien mejora el resultado obtenido con la capacidad de carga a pesar de no conseguir un modelo altamente explicativo.

Tabla 25. Coeficientes y modelo de regresión lineal que aumentan R^2

COEFICIENTE CORRELACIÓN	MODELO DE REGRESIÓN LINEAL	COEFICIENTE DETERMINACIÓN
$r = 0.922$	$T = 1.52228 + 0.72602 D_{ppal}$	$R^2 = 0.8504$
$r = 0.689$	$PP = -4368.6 + 588.5 B$	$R^2 = 0.4749$

A continuación, se muestran los diagramas de dispersión y modelos de regresión expuestos en las tablas.

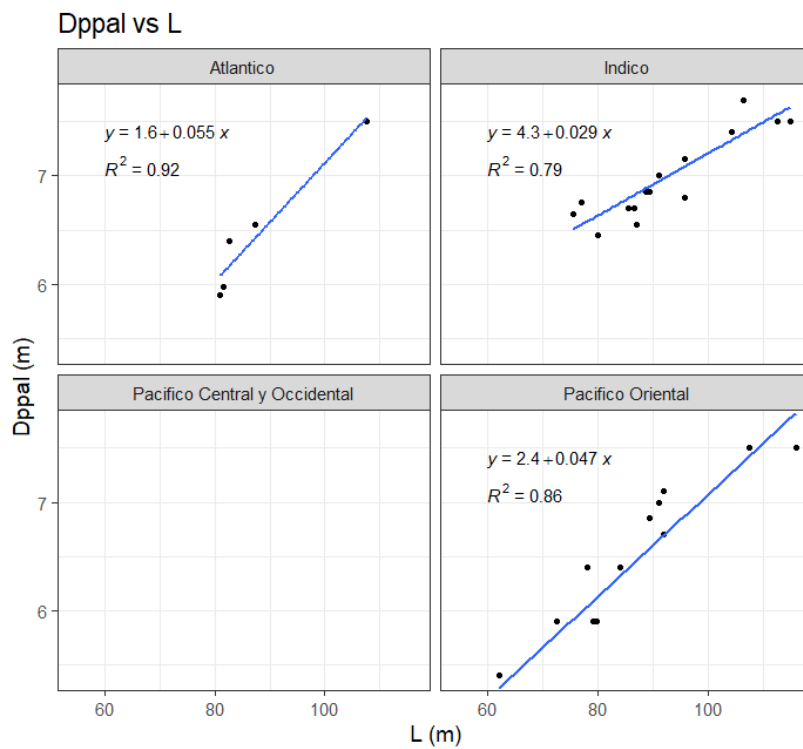


Figura 105. Puntal a la cubierta principal en función de la Eslora y caladero.

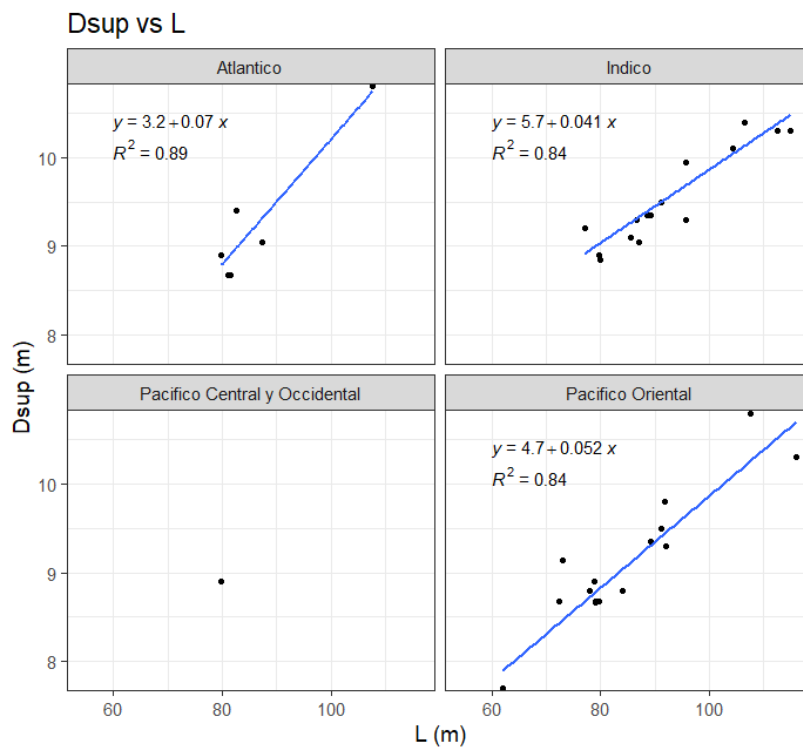


Figura 106. Puntal a la cubierta superior en función de la Eslora y caladero.

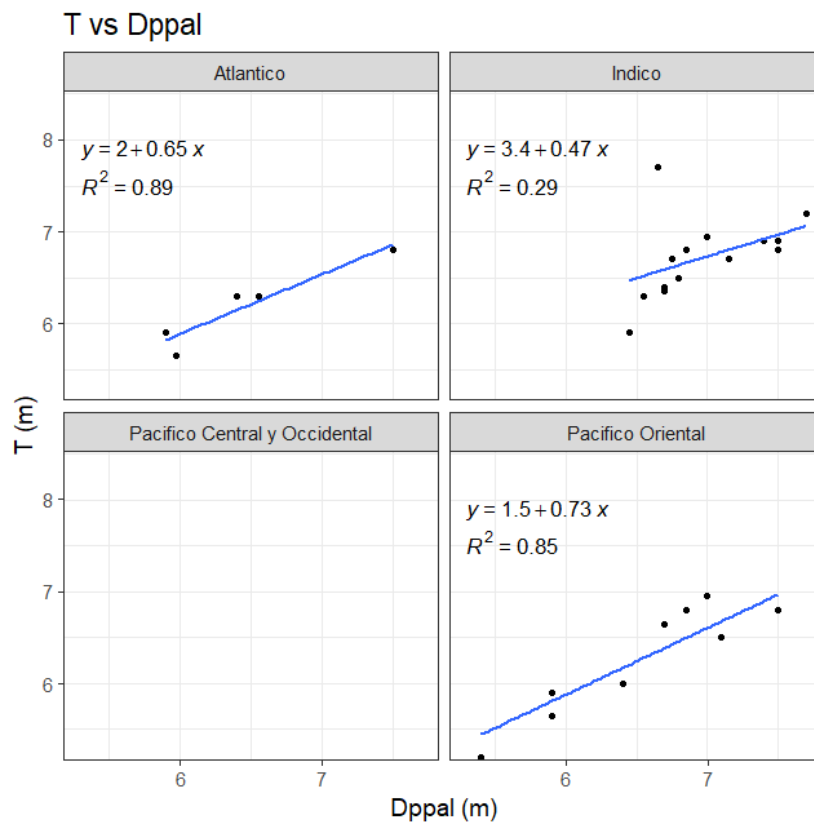


Figura 107. Calado en función del Puntal a la cubierta principal y caladero.

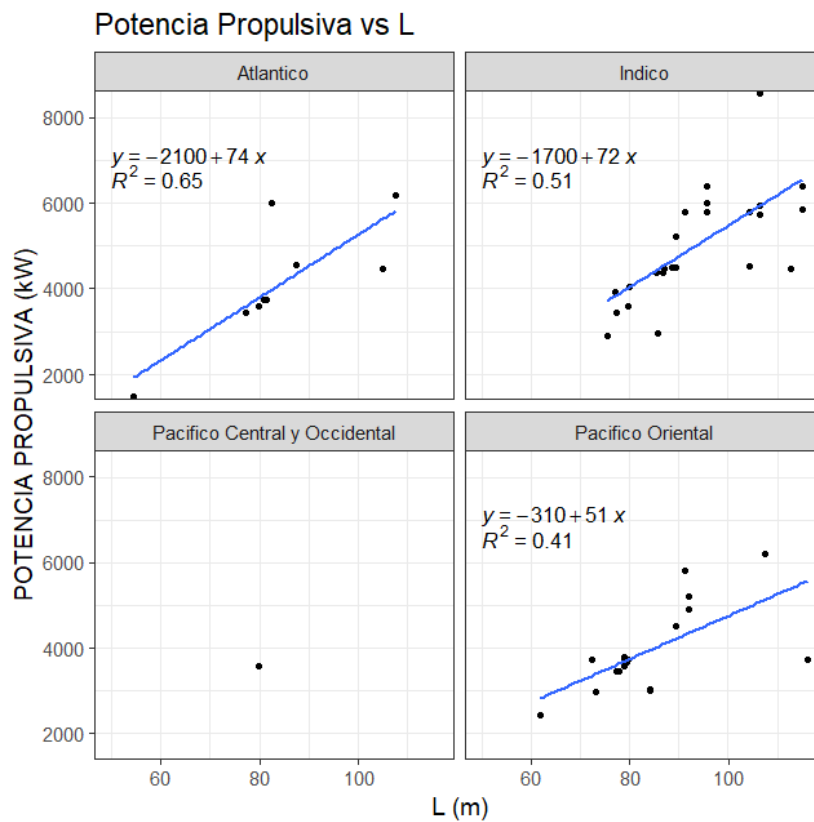


Figura 108. Potencia Propulsiva en función de la Eslora y caladero.

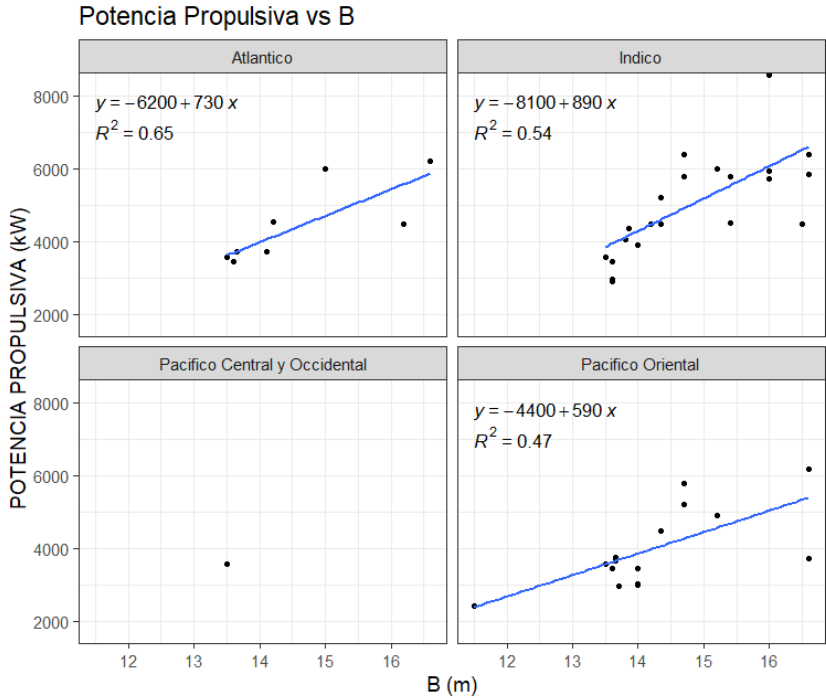


Figura 109. Potencia Propulsiva en función de la Manga y caladero.

8. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha hecho el estudio de cómo ha evolucionado la flota atunera cerquera a lo largo del tiempo y cómo los diferentes aspectos que se han estudiado han repercutido en dicha evolución y en que la flota construida en la actualidad tenga unas determinadas características.

Por otro lado, se han planteado diversos modelos de cálculo dimensional preliminar de buques atuneros para operar bajo determinadas condiciones.

Las principales conclusiones obtenidas se exponen a continuación:

- La pesca del atún de cerco es un arte que se viene practicando ya desde antes del siglo XIX y que ha experimentado una importante evolución hasta alcanzar unos niveles de capturabilidad tan elevados que han repercutido directamente en el crecimiento y modernización de los buques atuneros cerqueros.
- El diseño tan característico de los buques atuneros cerqueros pretende no sólo dotar a estos barcos de la capacidad de carga necesaria para almacenar sus capturas sino también proporcionarles una alta velocidad y facilidad de maniobra para conseguir que sean rápidos, eficientes y productivos a la hora de desempeñar la función para la que han sido construidos.
- A lo largo del tiempo, la introducción de redes de mayor calado y menor peso (malla más grande e hilos más gruesos) han favorecido el hecho de que estos buques puedan operar en cualquier caladero de pesca de atún aumentando su productividad.
- Las características y peculiaridades de cada caladero donde se capturan los túnidos tropicales han condicionado el diseño de estos buques. Sin embargo, con el paso de los años y como consecuencia de aspectos regulatorios y, en ocasiones, de crisis de recursos, los armadores han buscado en estos buques ese dinamismo que les permita operar en cualquier caladero del mundo sin ningún tipo de limitación. Por ello, los diseños han evolucionado hacia buques cuyas capacidades se ajusten a estas variables con el fin de disponer de un buque altamente productivo y rentable.
- A la hora de diseñar el buque atunero cerquero ideal se tiene en cuenta la estrategia operativa, el caladero principal de operación, sus limitaciones y regulaciones en cuanto a nivel de capturas, la extensión del caladero y su distancia al puerto de descarga. Todos estos aspectos van a permitir definir una capacidad de carga y, con ello, un ajuste del resto de parámetros dimensionales que definen el buque.
- En el cálculo dimensional del buque estándar y específico para cada caladero mediante el ajuste de modelos de regresión, el efecto de la capacidad de carga aparece claramente identificado, pudiendo explicar con un alto grado de fiabilidad los cambios en las variables respuesta. Los resultados obtenidos se consideran satisfactorios ya que se puede estimar un gran número de variables a partir de la capacidad de carga y, además, aquellas dimensiones que guardan una relación lineal baja con dicha variable explicativa se pueden determinar a partir de otras de referencia.

- Al plantear el modelo de cálculo para la potencia hidráulica máxima requerida en la maniobra de pesca, se observa que existe cierto grado de dependencia lineal entre esta, la eslora y las dimensiones del aparejo, pero, en ninguno de los casos permite predecir un modelo fiable, explicativo y de calidad. Esto se debe, en gran parte, a que estamos ante buques equipados con una serie de equipos concretos suministrados, en un 97%, por un mismo fabricante y cuyos parámetros sí dependen por un lado de las dimensiones del buque y de las dimensiones del aparejo, pero, además, dependen del criterio y estrategia del armador para sobredimensionar la potencia de tiro. Por tanto, para proponer un modelo que dimensione la potencia hidráulica requerida, se podría plantear un análisis y búsqueda con más detalle de otras variables que puedan condicionar de forma más directa la elección de un modelo u otro.

9. LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

El presente trabajo se ha planteado como un documento que permita dar a conocer con mayor profundidad el fascinante mundo de la pesca del atún con arte de cerco, las peculiaridades de su flota y, además, que permita obtener un modelo de cálculo dimensional preliminar con el fin poder avanzar en el campo de la construcción de buques atuneros cerqueros en España.

A partir de ahí, se generan nuevas ideas y se abren nuevas vías de trabajo. En este apartado se presentan algunas posibles líneas futuras de trabajo con el fin no sólo de mejorar el presente estudio, sino de continuar y proponer alguna otra línea de investigación que pueda ser objeto de interés para avanzar en el campo de la ingeniería naval.

- Aumentar y mejorar la recogida de datos de la muestra de este estudio para obtener, mediante el ajuste de los modelos de regresión, estimaciones más fiables y poder proponer un modelo de anteproyecto del buque atunero que se ajuste más a la realidad de esta industria.
- Con el fin de dar mayor heterogeneidad al estudio, se propone realizar el análisis tomando una muestra de buques operativos construidos en astilleros a nivel internacional.
- Plantear un modelo de buque cerquero atunero para una siguiente etapa de diseño, en la que se podría obtener no sólo la modelización dimensional sino también modelos para los equipos, sistemas y servicios específicos de un buque de estas características. Para ello se proponen algunos de los aspectos que se podrían incluir en la base de datos:
 - Número de bodegas para el almacenamiento de la carga.
 - Número y características de los equipos de refrigeración.
 - Bombas del circuito de refrigeración.
 - Número y características de los generadores auxiliares y del alternador de cola.
 - Configuración y potencia total instalada de la planta hidráulica para el manejo de los equipos de pesca.
- Se propone, además, realizar un estudio del nivel de capturas por lance de una muestra de buques atuneros cerqueros con el fin de poder plantear y proponer un modelo que permita dimensionar el equipo principal de pesca de un buque atunero.

10. ANEXOS

10.1. ANEXO 1 – BASE DE DATOS

BASE DE DATOS

	BUQUE	BANDERA	ORP	OCEANO	AÑO	ASTILLERO	REGION	GT	VB	CC	L	Lpp	B	Dppal	Dsup	T	PP (Kw)	CONFIGURACION	POT HIDRAULICA	EQUIPO PRINCIPAL	RED Alto (m)	RED Largo (m)	RED Peso (kg)
1	Aterpe Alai	España	IOTC	Indico	2019	Zamakona	Pais Vasco	2800,00	1858,31	1337,98	89,28	75,20	14,35	6,85	9,35	6,80	5220,00	MMEE	900	WS-587	291,0	1655,0	69791,4
2	Galerna Lau	Panamá	ICCAT	Atlantico	2019	Armon	Asturias	3209,00	1909,00	1374,48	82,52	81,30	15,00	6,40	9,40	6,30	6000,00	MMEE	900	WS-587	292,0	1680,0	70845,6
3	Gevred	Francia	IOTC	Indico	2016	Murueta	Pais Vasco	2357,00	1490,25	1072,98	77,00	66,70	14,00	6,75	9,20	6,70	3920,00	MMEE	-	-	281,0	1765,0	72206,2
4	Pendruc	España	IOTC	Indico	2016	Murueta	Pais Vasco	2357,00	1400,00	1008,00	77,00	66,70	14,00	6,75	9,20	6,70	3920,00	MMEE	-	-	292,0	1705,0	71899,9
5	El Duque	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2015	Armon	Asturias	2042,00	1648,00	1177,00	79,05	-	13,65	5,90	8,68	5,90	3730,00	MMAA	450	WS-486	205,0	1690,0	54232,1
6	Euskadi Alai	Seychelles	IOTC	Indico	2015	Zamakona	Pais Vasco	2788,00	1908,00	1373,76	88,65	75,20	14,35	6,85	9,35	6,80	4500,00	MMEE	900	WS-587	291,0	1699,0	71646,8
7	Guria	Curacao	ICCAT	Atlantico	2015	Zamakona	Pais Vasco	2158,00	1708,00	1229,76	81,54	70,40	14,10	5,97	8,67	5,65	3730,00	MMEE	750	WS-566	280,0	1708,0	69874,3
8	Jai Alai	Seychelles	IOTC	Indico	2015	Zamakona	Pais Vasco	2788,00	1908,68	1374,25	89,28	75,20	14,35	6,85	9,35	6,80	4500,00	MMEE	900	WS-587	302,0	1680,0	72962,4
9	Manzanillo	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2015	Armon	Asturias	2042,00	1648,00	1177,00	79,50	-	13,65	5,90	8,68	5,90	3680,00	MMAA	450	WS-486	205,0	1682,0	53975,4
10	Sisargas	El Salvador	IATTC	Pacifico Oriental	2015	Armon	Asturias	2110,00	1729,00	1235,00	79,80	70,65	13,65	5,90	8,68	5,65	3730,00	MMEE	750	WS-566	324,0	1750,0	80412,5
11	Capé Coral	Panamá	ICCAT	Atlantico	2014	Armon	Asturias	2072,00	1729,00	1235,00	80,98	70,65	13,65	5,90	8,68	5,90	3730,00	MMEE	750	WS-566	324,0	1665,0	70213,1
12	Doña Tere	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Armon	Asturias	2042,00	1648,00	1177,00	79,05	-	13,65	5,90	8,68	5,90	3780,00	MMAA	450	WS-486	195,0	1725,0	53181,8
13	Egalabur	Cape Verde	IOTC	Indico	2014	Murueta	Pais Vasco	2863,00	2200,00	1584,00	91,10	76,60	14,70	7,00	9,50	6,95	5800,00	MMAA	900	WS-587	291,0	1700,0	71689,0
14	Galerna II	Seychelles	IOTC	Indico	2014	Armon	Asturias	3445,00	1355,00	975,60	95,70	82,70	15,20	7,15	9,95	6,70	6000,00	MMAA	900	WS-587	311,0	1699,0	75928,3
15	Galerna III	Seychelles	IOTC	Indico	2014	Armon	Asturias	3445,00	1355,00	975,60	95,70	82,70	15,20	7,15	9,95	6,70	6000,00	MMAA	900	WS-587	311,0	1702,0	76062,4
16	Gijón	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Armon	Asturias	2042,00	1600,00	1143,00	79,05	-	13,65	5,90	8,68	5,90	3730,00	MMAA	450	WS-486	195,0	1685,0	51948,6
17	Gran Roque	Venezuela	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Murueta	Pais Vasco	2700,00	2202,00	1585,00	91,10	76,60	14,70	7,00	9,50	6,95	5800,00	MMEE	900	WS-587	205,0	1719,0	55162,7
18	Isar	Seychelles	IOTC	Indico	2014	Zamakona	Pais Vasco	2732,00	1908,68	1374,25	89,22	75,20	14,35	6,85	9,35	6,80	4500,00	MMEE	900	WS-587	292,0	1685,0	71056,5
19	Jocay	Ecuador	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Murueta	Pais Vasco	2835,00	1881,00	1344,00	91,94	76,60	14,70	6,70	9,30	6,65	5220,00	MMEE	750	WS-586	274,0	1656,0	69833,5
20	Ljubica	Panamá	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Zamakona	Pais Vasco	2749,00	2000,00	1440,00	89,28	-	14,35	6,85	9,35	6,80	4500,00	MMAA	900	WS-587	205,0	1705,0	54713,5
21	Oaxaca	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Armon	Asturias	2042,00	1600,00	1143,00	79,05	-	13,65	5,90	8,68	5,90	3730,00	MMAA	450	WS-486	195,0	1690,0	52102,7
22	Paco C	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Armon	Asturias	2042,00	1648,00	1177,00	79,05	-	13,65	5,90	8,67	5,90	3730,00	MMAA	450	WS-486	195,0	1705,0	52565,2
23	Playa de Ris	España	ICCAT	Atlantico	2014	Murueta	Pais Vasco	2591,00	1750,00	1260,00	87,36	74,40	14,20	6,55	9,05	6,30	4545,00	MMEE	900	WS-567	281,0	1653,0	67624,2
24	Tamara	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2014	Armon	Asturias	2042,00	1648,00	1177,00	72,42	68,15	13,65	5,90	8,68	5,65	3729,00	MMAA	450	WS-486	195,0	1703,0	52503,5
25	Txori Zuri	España	IOTC	Indico	2014	Murueta	Pais Vasco	3671,00	2801,00	2016,72	104,30	89,00	15,40	7,40	10,10	6,90	5800,00	MMEE	900	WS-587	324,0	1742,0	80044,9
26	Camila	Mexico	IATTC	Pacifico Oriental	2013	Armon	Asturias	2042,00	1648,00	1177,00	79,05	-	13,65	5,90	8,67	5,90	3780,00	MMAA	450	WS-486	195,0	1747,0	53860,0
27	Itsas Txori	España	IOTC	Indico	2013	Murueta	Pais Vasco	2994,00	2240,00	1612,80	95,80	82,30	14,70	6,80	9,30	6,50	5800,00	MMEE	900	WS-587	324,0	1690,0	77655,5
28	Playa de Azkorri	Belize	IOTC	Indico	2009	Murueta	Pais Vasco	2548,00	1770,00	1274,40	87,00	74,40	14,20	6,55	9,05	6,30	4480,00	MMEE	750	WS-586	292,0	1702,0	71773,3
29	Txori Gorri	España	IOTC	Indico	2007	Murueta	Pais Vasco	2937,00	2240,00	1612,80	95,80	82,30	14,70	6,80	9,30	6,50	6385,00	MMAA	900	WS-587	324,0	1765,0	81101,8
30	Alakrana	España	IOTC	Indico	2006	Murueta	Pais Vasco	3719,00	2680,00	1929,60	104,30	89,00	15,40	7,40	10,10	6,90	4530,00	MMAA	900	WS-587	311,0	1786,0	79816,3
31	Draco	Seychelles	IOTC	Indico	2006	Freire Shipyard	Galicia	3296,00	2593,50	1800,00	95,70	82,70	15,20	7,15	9,95	6,70	6000,00	MMAA	900	WS-587	311,0	1655,0	73962,0
32	Izurdia	España	IOTC	Indico	2006	Murueta	Pais Vasco	4134,00	2986,00	2149,92	106,50	91,50	16,00	7,70	10,40	7,20	5740,00	MMAA	900	WS-587	313,0	1727,0	77179,6
33	Parsian Shila	Iran	IOTC	Indico	2006	Armon	Asturias	3296,00	2519,00	1813,68	95,70	82,70	15,20	7,15	9,95	6,70	6000,00	MMAA	900	WS-587	313,0	1672,0	74721,7
34	Albatun Dos	España	IOTC	Indico	2004	H.J. Barreras	Galicia	4406,00	2300,00	2200,00	115,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80	5850,00	MMAA	900	WS-587	311,0	1642,0	73381,0
35	Albatun Tres	España	IOTC	Indico	2004	H.J. Barreras	Galicia	4406,00	3161,00	2258,00	115,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80	5850,00	MMAA	900	WS-587	324,0	1742,0	80044,9
36	Txori Argi	España	IOTC	Indico	2004	Murueta	Pais Vasco	4134,00	2900,00	1940,00	106,50	91,50	16,00	7,70	10,40	7,20	8560,00	MMAA	900	WS-587	324,0	1756,0	80688,2
37	Playa de Aritzatxu	España	IOTC	Indico	2001	Murueta	Pais Vasco	2446,00	1919,00	1381,68	86,70	72,60	13,85	6,70	9,30	6,40	4364,00	MMAA	750	WS-586	292,0	1675,0	70634,8
38	Artza	Seychelles	IOTC	Indico	2000	H.J. Barreras	Galicia	3870,00	2966,00	2135,52	112,65	94,00	16,50	7,50	10,30	6,90	4475,00	MMAA	900	WS-587	302,0	1645,0	71442,4
39	Intertuna Tres	Seychelles	IOTC	Indico	2000	H.J. Barreras	Galicia	4428,00	3250,00	2300,00	115,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80	6390,00	MMAA	900	WS-587	324,0	1840,0	84548,0
40	Montelucia	El Salvador	IATTC	Pacifico Oriental	2000	H.J. Barreras	Galicia	3005,00	2554,00	1800,00	91,90	79,22	15,20	7,10	9,80	6,50	4920,00	MMAA	900	WS-587	302,0	1708,0	74178,4
41	Rosita C	España	IATTC	Pacifico Oriental	2000	Murueta	Pais Vasco	2505,00	2060,00	1500,00	84,10	72,10	14,00	6,40	8,80	6,00	3045,00	MMAA	750	WS-586	240,0	1650,0	61264,5
42	Txori Toki	Seychelles	IOTC	Indico	2000	Murueta	Pais Vasco	4134,00	2541,43	1941,00	106,50	91,50	16,00	7,70	10,40	7,20	5935,00	MMAA	900	WS-587	324,0	1763,0	81009,9
43	Panama Tuna	Ecuador	IATTC	Pacifico Oriental	1999	H.J. Barreras	Galicia	4401,00	3264,00	2350,08	116,00	100,60	16,60	7,50	10,30	6,80	3730,00	MMAA	900	WS-587	324,0	1750,0	80412,5
44	Playa de Anzorás	Seychelles	IOTC	Indico	1999	Murueta	Pais Vasco	2446,00	2000,00	1440,00	85,50	72,60	13,85	6,70	9,10	6,36	4364,00	MMAA	750	WS-586	292,0	1665,0	70213,1
45	Aurora B	España	IATTC	Pacifico Oriental	1998	Murueta	Pais Vasco	2479,00	2060,00	1777,00	84,10	72,10	14,00	6,40	8,80	6,00	3000,00	MMAA	750	WS-586	240,0	1652,0	59257,2
46	Albacora Uno	España	ICCAT	Atlantico	1996	H.J. Barreras	Galicia	3584,00	2835,00	2000,00	105,00	-	16,20	-	-	-	4480,00	MMAA	900	WS-587	292,0	1642,0	69243,1
47	Via Libeccio	Ecuador	IATTC	Pacifico Oriental	1996	H.J. Barreras	Galicia	3886,00	2925,00	2106,00	107,50	94,50	16,60	7,50	10,80	6,80	6200,00	MMEE	900	WS-587	270,0	1650,0	65422,5
48	Elai Alai	España	IOTC	Indico	1993	Murueta	Pais Vasco	2217,00	1768,00	1272,96	80,00	68,65	13,80	6,45	8,85	5,90	4053,00	MMAA	750	WS-586	270,0	1637,0	64907,1
49	Adria	Republica de Corea	IOTC	Indico	1992	Ileros de Huelva,	Huelva	2227,00	1742,00	1254,24	79,80	-	13,50	-	8,90	7,20	3580,80	MMAA	450	WS-484	260,0	1708,0	65570,1
50	Lojet	Islas Marshall	WCPCF	Indico Central y Occident	1992	Ileros de Huelva,	Huelva	2109,00	1939,00	1100,00	79,80	-	13,50	-	8,90	7,20	3580,80	MMAA	450	WS-484	300,0	1725,0	74916,8
51	Monterocio	El Salvador	IATTC	Pacifico Oriental	1992	Ileros de Huelva,	Huelva	2118,00	1919,00	1450,00	78,80	-	13,50	-	8,90	7,20	3580,80	MMAA	450	WS-484	270,0	1662,0	55427,7
52	Talenduc	France	IOTC	Indico	1992	Ileros de Huelva,	Huelva	2109,00	1742,00	1254,24	79,80	-	13,50	-	8,90	7,20	3580,80	MMAA	450	WS-484	270,0	1650,0	65422,5
53	Zhong Tai No.2	China	WCPCF	Indico Central y Occident	1992	Ileros de Huelva,	Huelva	2109,00	1919,00	1381,68	79,80	-	13,50	-	8,90	7,20	3580,80	MMAA	450				

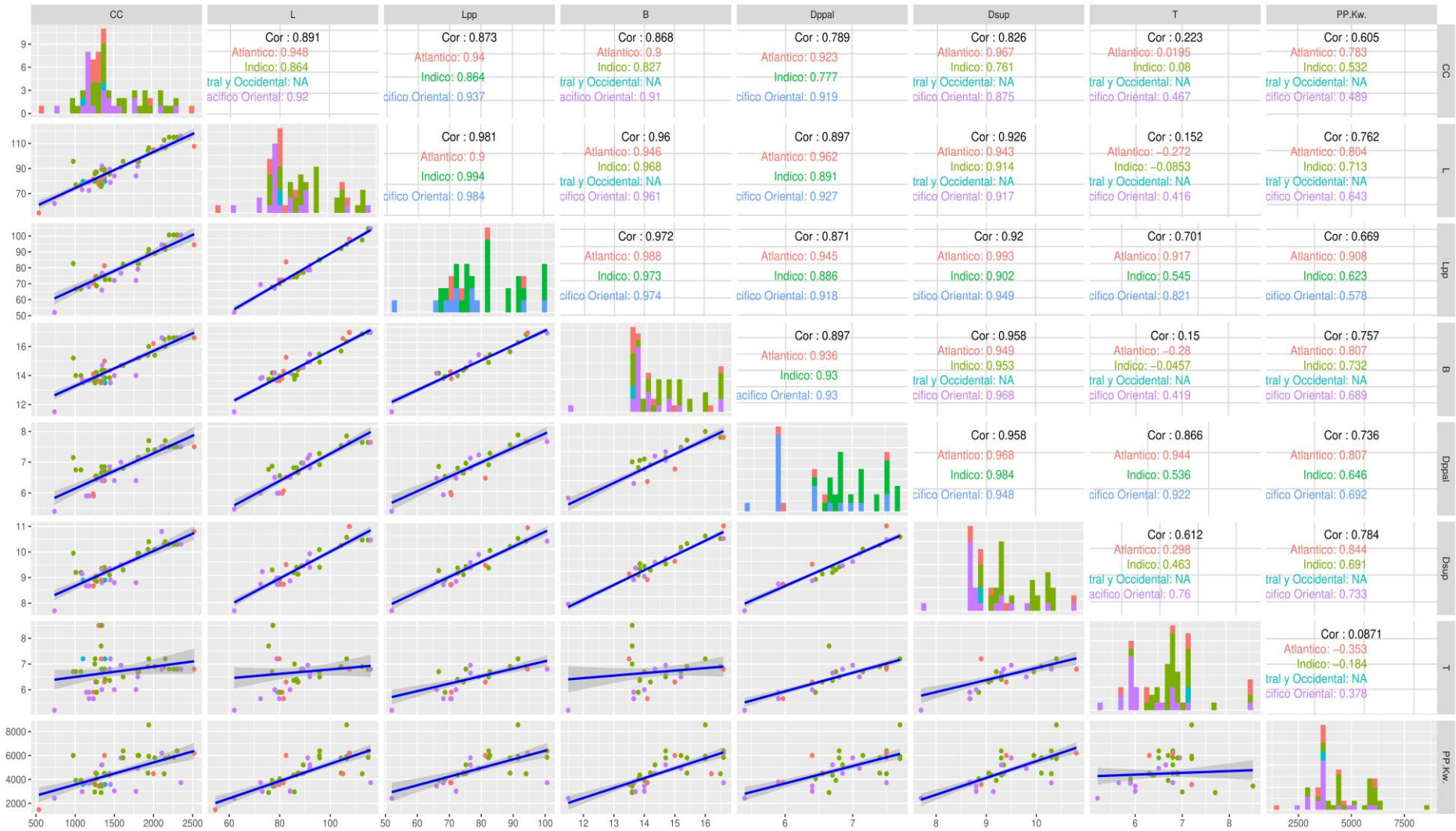
10.2. ANEXO 2 – ANÁLISIS DE CORRELACIÓN BUQUE/EQUIPO PRINCIPAL/DIMENSIONES RED



10.3. ANEXO 3 – DISPOSICIÓN DE EQUIPOS HIDRÁULICOS EN CUBIERTA



10.4. ANEXO 4 – ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DIMENSIONAL DEL BUQUE



BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. JUSTEL-RUBIO and V. RESTREPO, "A Snapshot of the Large-Scale Tropical Tuna Purse Seine Fishing Fleets," no. July, 2019.
- [2] ORPs, "Registro de Capturas de Túnidos."
- [3] J. M. Cao, R., Francisco, M., Naya, S., Presedo, M. A., Vázquez, M., Vilar, J. A., & Vilar, *Introducción a la Estadística y sus aplicaciones. Ediciones Pirámide*, Ediciones. 2001.
- [4] I. Gijbels, I., & Prosdocimi, "Loess. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics," 2(5), 590–599, 2010.
- [5] J. Martínez Maganto, "Las Técnicas De Pesca En La Antigüedad Y Su Implicación Económica En El Abastecimiento De Las Industrias De Salazón," *Cuad. Prehist. y Arqueol.*, vol. 19, no. 1992, pp. 219–244, 1992.
- [6] FAO, "Atunes y Especies Afines." [Online]. Available: <http://www.fao.org/3/Y5852S09.htm>. [Accessed: 11-Mar-2020].
- [7] A. Felando and H. Medina, "The Origins of California 's High-Seas Tuna Fleet," *J. San Diego Hist.*, vol. 58, no. 1/2, pp. 1–40, 2012.
- [8] C. H. Lyles, *FISHERY STATISTICS OF THE UNITED STATES*. UNITED STATES, 1963.
- [9] "Tuna Seiners - historicfishing." [Online]. Available: [https://historicfishing.smugmug.com/History/Tuna-Seiners2/i-CK7\]q5K/A](https://historicfishing.smugmug.com/History/Tuna-Seiners2/i-CK7]q5K/A). [Accessed: 14-Apr-2020].
- [10] J. Dul and B. Dragi, "SIXTY ANNIVERSARY OF PATENTING POWER BLOCK - SHORT STORY ON MARIO PURATIC," 1993.
- [11] ISSF, "Record of Large-Scale Purse Seine Vessels | International Seafood Sustainability Foundation." [Online]. Available: <https://iss-foundation.org/knowledge-tools/databases/record-of-large-scale-purse-seine-vessels/>. [Accessed: 12-Mar-2020].
- [12] I. Staff, "Regional Vessel Register List." [Online]. Available: <https://www.iattc.org/VesselRegister/VesselList.aspx?List=AcPS&Lang=ENG>. [Accessed: 10-Apr-2020].
- [13] "San Diego Tuna Boats." [Online]. Available: <https://www.sandiegotunaboats.com/>. [Accessed: 15-Apr-2020].
- [14] J. M. Ayala, "Estudio sobre la Pesca de Túnidos y Evaluación de la Capturabilidad de la Flota Española de Cerco en el Océano Índico Occidental," 2015.
- [15] "imagenes503a.jpg (800×450)." [Online]. Available: <http://www.inpesca.com/modulos/usuariosFtp/conexion/imagenes503a.jpg>. [Accessed: 09-Jun-2020].
- [16] FAO, "GLOBEFISH. Food and Agriculture Organization of the United Nations." [Online]. Available: <http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resource-detail/es/c/880749/>. [Accessed: 12-Apr-2020].
- [17] FAO, *GLOBEFISH Highlights. A Quarterly Updated on World Seafood Markets*, vol. Jan-

- Mar. 2018.
- [18] FAO, *ESTADO MUNDIAL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA. Cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Roma, 2018.
- [19] “Comision Interamericana del Atun Tropical.” [Online]. Available: <https://www.iattc.org/HomeSPN.htm>. [Accessed: 21-Jun-2020].
- [20] “FAO Fisheries & Aquaculture - Biological characteristics of tuna.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/fishery/topic/16082/en#Habitat>. [Accessed: 03-Mar-2020].
- [21] A. Fonteneau, J. Marcille, and Food and Agriculture Organization of the United Nations., *Resources, fishing and biology of the tropical tunas of the eastern central Atlantic*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1993.
- [22] FAO, “FAO Fisheries & Aquaculture - Aquatic Species Fact Sheets. Biological Characteristics of Tunas and Tuna-like Species.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/fishery/species/search/en>. [Accessed: 19-Mar-2020].
- [23] “FIRMS - Marine Resource fact sheets - Tuna and tuna-like species - Global.” [Online]. Available: <http://firms.fao.org/firms/resource/16001/en>. [Accessed: 26-Feb-2020].
- [24] “Examen de la situación mundial de las especies altamente migratorias y las poblaciones transzonales.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/3/t3740s/T3740S03.htm>. [Accessed: 27-Feb-2020].
- [25] I. Inter-Oceanic Factors, *Los Atunes y su Pesca Actual*. Long Beach, California, 1976.
- [26] “ERDDAP - Information about SST, Aqua MODIS, NPP, 4km, Daytime (11 microns), 2003-present (Monthly Composite), from NOAA SWFSC ERD.” [Online]. Available: <https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/info/erdMH1sstdmday/index.html>. [Accessed: 17-Apr-2020].
- [27] FAO, “FAO Fisheries & Aquaculture - Species Fact Sheets - Katsuwonus pelamis (Linnaeus, 1758).” [Online]. Available: <http://www.fao.org/fishery/species/2494/en>. [Accessed: 27-Feb-2020].
- [28] “SITUACIÓN DE LAS PRINCIPALES POBLACIONES DE TÚNIDOS TROPICALES | Atuneros Congeladores.” [Online]. Available: <https://www.azti.es/atuneroscongeladores/recursos/situacion-de-las-principales-poblaciones-de-tunidos-tropicales/>. [Accessed: 26-Feb-2020].
- [29] “Species Distribution Map Viewer.” [Online]. Available: <http://www.fao.org/figis/geoserver/factsheets/species.html?species=SKJ-m&prj=4326>. [Accessed: 27-Feb-2020].
- [30] FAO, “FAO Fisheries & Aquaculture - Species Fact Sheets - Thunnus albacares (Bonnaterre, 1788).” [Online]. Available: <http://www.fao.org/fishery/species/2497/en>. [Accessed: 01-Mar-2020].
- [31] FAO, “FAO Fisheries & Aquaculture - Species Fact Sheets - Thunnus obesus (Lowe, 1839).” [Online]. Available: <http://www.fao.org/fishery/species/2498/en>. [Accessed: 01-Mar-2020].
- [32] BMIS, “About RFMOs | Bycatch Management Information System.” [Online]. Available: <https://www.bmis-bycatch.org/rfmos/about-rfmos>. [Accessed: 15-Mar-2020].

- [33] ISSF, "Fundación Internacional de Sostenibilidad de Productos del Mar." [Online]. Available: <https://iss-foundation.org/>. [Accessed: 14-Mar-2020].
- [34] T-RFMO, "T-RFMO CLAV Workshop on Exchange of Information and Maintenance of the Consolidated List of Authorized Vessels of Tuna Regional Fisheries Management Organizations."
- [35] T-RFMO, "Tuna-org." [Online]. Available: <http://www.tuna-org.org/GlobalTVR.htm>. [Accessed: 15-Mar-2020].
- [36] T-RFMO, "CLAV - the tuna-org Consolidated List of Authorized Vessels." [Online]. Available: <http://clav.iotc.org/browser/search/#.Xm4XBahKjIV>. [Accessed: 15-Mar-2020].
- [37] ISSF, "Databases | International Seafood Sustainability Foundation." [Online]. Available: <https://iss-foundation.org/knowledge-tools/databases/>. [Accessed: 09-Apr-2020].
- [38] "IOTC | Indian Ocean Tuna Commission." [Online]. Available: <https://iotc.org/>. [Accessed: 21-Jun-2020].
- [39] "WCPFC." [Online]. Available: <https://www.wcpfc.int/home>. [Accessed: 21-Jun-2020].
- [40] "ICCAT·CICTA·CICAA." [Online]. Available: <https://www.iccat.int/es/>. [Accessed: 21-Jun-2020].
- [41] "7. Areas of responsibility and overlap of the WCPFC and IATTC (WPRFMC... | Download Scientific Diagram." [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Areas-of-responsibility-and-overlap-of-the-WCPFC-and-IATTC-WPRFMC-2010a_fig8_228589557. [Accessed: 05-Feb-2020].
- [42] I. Staff, "REPORT OF THE STANDING COMMITTEE ON RESEARCH AND STATISTICS (SCRS)," no. October, 2019.
- [43] I. Staff, "Resolución sobre la Capacidad de la Flota Atunera operando en el Océano Pacífico Oriental."
- [44] I. Staff, "Medidas de Conservación para los Atunes Tropicales en el Océano Pacífico Oriental durante 2018-2020 y Enmienda de la Resolución C-17-01."
- [45] W. Staff, "Convention Area Map," vol. 2015, no. 15 January. 2015.
- [46] W. Staff, "WCPFC Frequently Asked Questions."
- [47] W. Staff, *The Western and Central Pacific Tuna Fishery: 2017 overview and status of stocks*. Honolulu, Hawaii, USA, 2018.
- [48] W. Staff, "Conservation and Management Measure 2009-02: Application of High Seas FAD Closures and Catch Retention," *WCPFC Sixth Regul. Sess.*, no. December, pp. 11–13, 2009.
- [49] W. Staff, "WCPFC-TCC4-2008/13 PURSE SEINE EFFORT IN THE ZONES OF NON-PNA CCMs AND ON THE HIGH SEAS," no. October, pp. 1–7, 2008.
- [50] I. Staff, "DESCRIPCIÓN DE LAS PESQUERÍAS CON REDES DE CERCO."
- [51] I. Staff, "COMPENDIO DE RECOMENDACIONES Y RESOLUCIONES," 2019.

- [52] I. Staff, "Competence: Area & Species | IOTC." [Online]. Available: <https://www.iotc.org/about-iotc/competence>. [Accessed: 27-Jan-2020].
- [53] I. Staff, "Supportting Information: Skipjack tuna in the Indian Ocean," no. December, pp. 1–15, 2017.
- [54] I. Staff, "Supportting Information: Yellowfin tuna in the Indian Ocean," no. December, pp. 1–17, 2017.
- [55] I. Staff, "Supporting Information: Bigeye tuna in the Indian Ocean," no. December, pp. 1–16, 2017.
- [56] I. Staff, "Compendium of Active Conservation and Management Measures for the Indian Ocean Tuna Commission (as of 8 October 2014)," no. October, 2014.
- [57] ISSF, "Métodos de pesca | Fundación Internacional de Sostenibilidad de Productos del Mar." [Online]. Available: <https://iss-foundation.org/about-tuna/fishing-methods/>. [Accessed: 22-Mar-2020].
- [58] "Driftnets | Oceana EU." [Online]. Available: <https://eu.oceana.org/es/redes-de-deriva>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [59] "La pesca de cerco." [Online]. Available: <http://profegentepez.blogspot.com/2019/01/la-pesca-de-cerco.html>. [Accessed: 15-Jun-2020].
- [60] ISSF, "Capacity - 6.2(a) Requirements for Inclusion in Record of Large-Scale Purse Seine Vessels Fishing For Tropical Tunas | International Seafood Sustainability Foundation." [Online]. Available: <https://iss-foundation.org/what-we-do/verification/conservation-measures-commitments/capacity-6-2a-requirements-for-inclusion-in-record-of-large-scale-purse-seine-vessels-fishing-for-tropical-tunas/>. [Accessed: 18-Jun-2020].