

Evaluación del uso de puertas pelágicas en la pesquería de arrastre en el Cantábrico

Informe Técnico del proyecto
Reducción del impacto de la pesquería de
arrastre en
los fondos del Caladero Cantábrico-Noroeste
(REDIPESCA2)

Autores: José Carlos Fernández¹, Mateo Barreiro¹ y Julio Valeiras¹

¹Instituto Español de Oceanografía (IEO) - Centro Oceanográfico de Vigo



**Agradecimientos:**

En el desarrollo de este proyecto han intervenido un elevado número de personas y ha sido indispensable la participación de Manuel González Cobo, Diego González Cobo, Félix González Cobo y Manuel González, la tripulación del buque Plaia de Rueta (Burela), Sergio López y José Manuel F. Beltrán (OPP-7 Burela), Estíbaliz Martínez y Nicolás Troncoso (DATAFISH), M. Pilar Vara del Río y Hector Villa (Secretaría General de Pesca). A todos ellos queremos expresar nuestra gratitud.

Proyecto financiado por:

UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Marítimo y de Pesca



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DO MAR

Cita recomendada:

Fernández, J.C., M. Barreiro y J. Valeiras, 2024. Evaluación del uso de puertas pelágicas en la pesquería de arrastre en el Cantábrico. Informe Técnico del proyecto Reducción del impacto de la pesquería de arrastre en los fondos del Caladero Cantábrico-Noroeste (REDIPESCA2)

This document should be cited as follows:

Fernández, J.C., M. Barreiro and J. Valeiras, 2024. Assessment of the use of pelagic doors in the trawl fishery in the Cantabrian Sea. Technical Report of the Reducing the impact of trawling on the seabed of the Cantabrian-Northwest Fishing Grounds (REDIPESCA2)'.

Contacto: julio.valeiras@ieo.csic.es; jcarlos.fernandez@ieo.csic.es

Centro Oceanográfico de Vigo. Instituto Español de Oceanografía (IEO). Subida a Radio Faro, 50. 36390 Vigo (Spain)

PALABRAS CLAVE/KEYWORDS: pesca de arrastre, puertas de arrastre semipelágicas, arrastre de bajo impacto, eficiencia energética, trawl fishery, semi-pelagic trawl doors, low impact trawls, fuel efficiency



1 INTRODUCCIÓN	6
2 MATERIAL Y MÉTODOS	11
2.1 Buque	11
2.2 Arte de pesca y puertas	11
2.3 Especies objetivo de la campaña experimental	14
2.4 Fase con observadores científicos a bordo	14
2.5 Fase de observación electrónica	15
3 RESULTADOS	20
3.1 Fase con observadores científicos a bordo	20
3.1.1 Lances realizados	20
3.1.2 Composición de la captura	23
3.1.3 Distribución de tallas de la captura	25
3.1.4 Parámetros de geometría de arte de pesca	26
3.1.5 Consumo de combustible	27
Del cual se obtienen los siguientes datos del test:	30
Interpretación de los resultados:	31
3.1.6 Reducción del impacto físico sobre el fondo marino	31
3.2 Fase de Observación electrónica	35
3.2.1 Distribución de los lances	35
3.2.2 Composición de la captura	37
3.2.3 Distribución de tallas de la captura mediante automuestreo	40
4 CONCLUSIONES	41
5 Referencias	42
ANEXO 1: Listado de especies capturadas durante las campañas	43
ANEXO 2: Arte de pesca	44
ANEXO 3: Puertas de arrastre	46
ANEXO 4: Tablas de parámetros técnicos de aberturas vertical del arte, distancia entre puertas y consumos recogidos a bordo durante el arrastre	47
ANEXO 5: Tablas de datos obtenidos durante las mareas con observación electrónica y automuestreo	51
ANEXO 6: Fotografías de los observadores tomando datos de distribuciones de tallas durante las campañas experimentales	55



RESUMEN

El proyecto “Reducción del impacto de la pesquería de arrastre en el Caladero Cantábrico-Noroeste” (REDIPESCA2) está dirigido a definir las mejoras tecnológicas que contribuyan a reducir el impacto directo de los artes de pesca de arrastre de fondo, sobre el lecho marino, sus hábitats y ecosistemas, así como a disminuir la huella de carbono de esta actividad disminuyendo el consumo de combustible. El objetivo es realizar pruebas experimentales con puertas que no contacten con el fondo marino, para eliminar el efecto de fricción y con ello reducir la resistencia total del arte de pesca, obteniendo como resultado una disminución del esfuerzo de tracción necesario del motor.

Para ello, se llevaron a cabo dos semanas de prueba con observadores científicos abordo, durante las cuales se realizaron un total de 26 lances, todos ellos realizados con un nuevo arte de gran abertura de tipo semipelágico, específico para la captura de especies pelágicas. Este arte está caracterizado por estar confeccionado con materiales más resistentes y ligeros que permiten unos tamaños más grandes de luz de malla (1600 y 800 mm) en su parte anterior (alas, visera y espalda). Con el fin de desarrollar un estudio comparativo, el arte se montó con las puertas pelágicas la primera semana y con las puertas de fondo la segunda, realizándose 15 lances con un tipo de puertas y 11 con el otro.

Se ha comprobado “in situ” la viabilidad de trabajar con un arte de gran abertura vertical (tipo semipelágico) utilizando unas puertas ThyborØn T23, las cuales no contactan con el fondo marino durante el arrastre.

El resultado de los rendimientos de captura en kilogramos por lance para la especie con un mayor volumen de capturas (98,3 % en peso del total de las capturas) y objetivo del metier, la caballa, utilizando uno y otro tipo de puertas fue de 6851 kgs/lance con las pelágicas y 6767 con las de fondo, es decir, prácticamente idéntico.

En cuanto al comportamiento del arte semipelágico con los dos tipos de puertas se observa que los valores promedio de apertura de las puertas en ambas mareas fue menor en el caso de las puertas pelágicas. Esta mayor distancia entre puertas se relaciona con una mayor abertura horizontal de la red y una reducción de la apertura vertical, lo cual no es el comportamiento óptimo para este tipo de aparejos y de pesquería, en las que lo que se pretende es maximizar el volumen de agua filtrado por la red y no el área de barrido. Esto está también relacionado con la longitud de cable que es necesario largar para que el aparejo trabaje correctamente durante el arrastre, que también es menor en el caso de las puertas pelágicas (423,3 m frente a 622,7 m en promedio).

Las medidas de consumo realizadas arrojaron datos concluyentes. El consumo con el arte de pesca de gran abertura tipo semipelágico fue significativamente menor utilizando las puertas pelágicas. El efecto de la eliminación de la fricción sobre el fondo, junto con una disminución de la necesidad de cable largado de en torno a 200 metros en promedio implica una disminución significativa del consumo. Si el cable de acero de 19 mm, pesa 1,38 Kgs/metro, 200 metros menos de cable implica 276 kgs menos de peso en el sistema de pesca.

A mayores de estos datos obtenidos mediante la observación directa llevada a cabo por los observadores científicos embarcados en las 2 primeras semanas, estos datos se reforzaron con los obtenidos con otras cuatro semanas y un total de 71 lances de seguimiento con monitoreo electrónico, conexiones remotas del personal científico del IEO y el automuestreo llevado a cabo por la propia tripulación.



SUMMARY

The project “Reduction of the Impact of Bottom Trawling in the Cantabrian-Northwest Fishing Grounds” (REDIPESCA2) aims to define technological improvements that contribute to reducing the direct impact of bottom trawling gear on the seabed, its habitats, and ecosystems, as well as decreasing the carbon footprint of this activity by lowering fuel consumption. The objective is to conduct experimental trials using doors that do not come into contact with the seabed, eliminating friction and thereby reducing the total drag of the fishing gear. This results in a decreased towing effort required by the vessel's engine.

To achieve this, two weeks of trials were conducted with scientific observers onboard, during which a total of 26 hauls were carried out. All hauls were conducted using a new semi-pelagic fishing gear with a wide vertical opening, specifically designed for pelagic species. This gear is made of more durable and lightweight materials, allowing for larger mesh sizes (1600 mm and 800 mm) in its anterior sections (wings, headline, and SQUARE). To facilitate a comparative study, the gear was paired with pelagic doors during the first week and with bottom doors during the second week, performing 15 hauls with the pelagic doors and 11 with the bottom doors.

The feasibility of working with wide vertical opening gear (semi-pelagic) paired with Thyborøn T23 pelagic doors, which do not contact the seabed during towing, was successfully demonstrated in situ.

The catch rates in kilograms per haul for the target species, mackerel (98.3% of the total catch weight), were practically identical between the two types of doors: 6851 kg/haul with pelagic doors and 6767 kg/haul with bottom doors.

Regarding the performance of the semi-pelagic gear with the two door types, it was observed that the average door spread was smaller in both fishing trips when using pelagic doors. This increased spread between the doors is associated with greater horizontal net opening but reduced vertical opening. This is not the optimal behavior for this type of gear and fishery, as the goal is to maximize the volume of water filtered by the net rather than the swept area. This behavior is also related to the length of cable required for proper gear operation during towing, which was significantly shorter with pelagic doors (an average of 423.3 m compared to 622.7 m with bottom doors).

Fuel consumption measurements yielded conclusive data. Consumption with the semi-pelagic wide-opening gear was significantly lower when using pelagic doors. Eliminating friction with the seabed, combined with a reduction of approximately 200 meters in cable length required, resulted in a significant decrease in fuel consumption. Considering that a 19 mm steel cable weighs 1.38 kg/m, 200 meters less cable equates to 276 kg less weight in the fishing system.

In addition to the data obtained through direct observation by scientific observers during the first two weeks, these findings were further supported by data from an additional four weeks of monitoring. This included 71 follow-up hauls using electronic monitoring, remote connections with IEO scientific staff, and self-sampling conducted by the crew.



1 INTRODUCCIÓN

La reducción del impacto ambiental y la huella de carbono de las pesquerías es una de las prioridades actuales de la Comisión Europea, situándolas como prioritarias en la investigación y siendo uno de los objetivos del sector pesquero. Mejorar la gestión de las pesquerías de arrastre de fondo, que habitualmente han sido consideradas como una de las mayores fuentes de impacto antropogénico sobre la plataforma y el talud continental, se presenta como reto a superar por el eje que conforman sector, científicos y administración. A pesar de esto, el desarrollo de proyectos de este tipo ha sido muy limitado en las pesquerías españolas hasta el momento.

Uno de los elementos de los artes de arrastre de fondo que genera un mayor impacto directo sobre los ecosistemas bentónicos es el uso del par de puertas, cuya función es abrir horizontalmente la boca de la red durante la maniobra de arrastre. Las puertas de arrastre de fondo se deslizan sobre el lecho marino generando una fricción sobre el sustrato, ejerciendo la tensión necesaria en el cable y en la boca de la red. Como consecuencia de este rozamiento y de su elevado peso, no sólo provocan un gran impacto sobre los ecosistemas explotados, sino que ejercen también una elevada resistencia al remolcado de la red lo que genera un alto consumo energético al barco.

La modalidad de arrastre de fondo es una de las más productivas y tiene una gran importancia socio-económica, sustentando la estructura social y productiva del sector pesquero profesional, de forma que hoy por hoy su aportación es insustituible. Sin embargo, la consecuencia directa del elevado consumo energético son las altas emisiones de CO₂ a la atmósfera y la difícil situación de viabilidad económica en la que se encuentra esta pesquería debido al actual precio del combustible. Así, se impone la búsqueda de soluciones tecnológicas que permitan el mantenimiento de esta actividad, pero atenuando o suprimiendo sus aspectos más nocivos.

En 2023 se realizó una campaña experimental (19 días) para comparar dos factores (tipo de puerta y tipo de arte), recogiendo información biológica de las capturas pesqueras, datos técnicos del arte de pesca y parámetros de consumo de combustible. Se testaron puertas de arrastre semipelágico modelo “Type 23 de ThyborØn” en comparación con las puertas usadas habitualmente de fondo tipo Oval Foil 650. Ambos tipos de puerta se usaron con dos tipos de artes de pesca: red de arrastre de fondo con puertas dirigido a especies pelágicas y red de arrastre de fondo con puertas dirigido a especies demersales. Se muestrearon un total de 68 lances válidos durante las cuatro semanas de pesca (34 con puertas de fondo y 34 con puertas pelágicas).

Los rendimientos pesqueros en peso y talla no se vieron afectados por los cambios de puertas. Aunque para el arte de arrastre de fondo las capturas comerciales de gallos y rapes fueron mayores en los lances con puertas de fondo.

En relación a los parámetros de comportamiento de aberturas del arte de pesca se observaron algunas diferencias. El arte de gran abertura dirigido a especies pelágicas experimenta mayor abertura vertical con las puertas de fondo. Esto está relacionado con que las puertas pelágicas tienen mayor capacidad de expansión y, tienden a abrir el arte más horizontalmente lo que provoca una reducción de la apertura vertical. El arte de fondo tiene mayor abertura horizontal con las puertas pelágicas, lo que contribuye a aumentar el área barrida.

Las medidas de consumo realizadas no arrojaron datos concluyentes. En el caso del aparejo de fondo, el consumo fue ligeramente inferior, con el uso de puertas pelágicas. El consumo con el arte de pesca de gran abertura fue mayor con las puertas pelágicas. Las grandes aberturas del mismo con el uso de las puertas pelágicas, y la elevada velocidad de arrastre, aumentaban el volumen de agua dentro del arte, y con ello se producía un aumento de la resistencia que el volumen de agua ofrece al filtrado.

Los valores obtenidos en las pruebas, en lo que se refiere a altura a la que las puertas pelágicas trabajaban respecto al fondo fue de entre 1 y 4 metros. Lo cual indica que se eliminó el efecto de erosión del fondo en la totalidad de los lances realizados.



Las puertas pelágicas tienen menor coeficiente de resistencia y mayor coeficiente de expansión que las usadas tradicionalmente por la flota, lo que da lugar a una mejora de la eficiencia hidrodinámica y permite eliminar el efecto erosivo sobre el fondo marino. Esta potencial reducción del impacto sobre el fondo marino y mejora en la eficiencia de apertura horizontal y de volumen de agua filtrado de los artes experimental respecto a los tradicionales, se obtuvo sin pérdida de los rendimientos pesqueros durante el proyecto REDIPESCA.

Los datos de consumo obtenidos con el arte de gran abertura, unidos a las dificultades técnicas para la realización de lances alternos exactamente iguales, plantearon la necesidad de seguir realizando estudios para la mejora de la pesquería, con el objetivo de mejorar la eficiencia económica y pesquera, así como reducir el impacto en los fondos marinos. Con este fin se llevó a cabo el proyecto REDIPESCA2.

Para alcanzar las reducciones de consumo que se han demostrado según experiencias previas, se hizo necesario realizar más pruebas modificando el tipo de red, con luz de malla mayor y menor superficie cubierta de paño, que permitiera reducir la resistencia al filtrado y realizar también cambios en el armado del mismo (cadenas, malletas, pesos, flotación, ...).

La implementación de este sistema de pesca de arrastre de fondo con puertas pelágicas ya se había intentado con anterioridad en la costa canadiense del Atlántico Norte (Gagnon et al., 2011) y en la costa catalana del Mediterráneo (Anónimo, 2010).

Gagnon et al., 2011 obtuvieron una reducción del 6% del consumo de combustible en pescas dirigidas a la captura del crustáceo decápodo *Pandulus borealis*, sobre fondos de fango, entre 300 y 335 m de profundidad. Anónimo, 2010: combinaron las puertas ThyborØn 15VF con otros tipos de puertas (ThyborØn T4 y POLY_Ice) junto con distintas características de la red, como el tipo de material (nylon y plástico; dyneema y polietileno, dyneema y polytit), la geometría y luz de malla, y el diámetro del torzal del hilo, se obtuvieron ahorros de 5-20% asociados exclusivamente a la red y de 6-20% con las puertas.

Masutti et al., 2011 probaron unas puertas ThyborØn 15VF y la reducción de consumo de combustible durante las pruebas varió entre aproximadamente un 14 % en la plataforma 100-200 m de profundidad, y alrededor de un 4% en las pescas de talud entre 600-700 m de profundidad, donde la mayor profundidad y longitud del cable largado probablemente reduzca la importancia en las pescas del tipo de puertas.

La Organización de Productores Pesqueros del Puerto de Burela (OPP-7) ha realizado el proyecto REDIPESCA2 en colaboración con el Instituto Español de Oceanografía (IEO) como continuación al proyecto REDIPESCA realizado en 2023 y de sus estudios previos sobre selectividad de artes de arrastre del litoral Cantábrico Noroeste llevados a cabo por el Centro Oceanográfico de Vigo en años anteriores para avanzar en las estrategias para la reducción de los descartes en el marco de la "Obligación de desembarque".

El proyecto REDIPESCA2 surge de la necesidad de proveer a esta flota de mejoras tecnológicas que contribuyan a disminuir el impacto directo de los artes de pesca de arrastre de fondo, sobre el lecho marino, sus hábitats y ecosistemas, así como a disminuir la huella de carbono de esta actividad disminuyendo el consumo de combustible.

El objetivo general del presente proyecto es realizar pruebas experimentales con puertas de arrastre que no contacten con el fondo marino. La viabilidad del uso de este tipo de puertas con este tipo de redes de arrastre, utilizados por la flota española de arrastre de fondo en el caladero litoral cantábrico noroeste, permitiría la reducción no sólo el impacto ecológico, sino también la resistencia total del arte de pesca, obteniendo como resultado una disminución del esfuerzo de tracción necesario del motor.

Disminuir el consumo de combustible de la embarcación, lleva parejo una reducción en



el impacto ecológico y la huella de carbono, que junto con la reducción del impacto físico del arte de arrastre sobre el fondo marino repercute de forma positiva sobre los ecosistemas explotados.

Como objetivos parciales cabría destacar la mejora de la calidad de las capturas como consecuencia de la disminución de la cantidad de sedimentos en el arte, con el consecuente aumento en la relación coste-eficiencia de la actividad. Por otro lado, al tratarse de unas puertas menos pesadas que las usadas normalmente por esta flota, también supondría una mejora de la seguridad de la tripulación de cubierta, en las maniobras de largada y virada.

La flota española de buques arrastreros que operan en las aguas del caladero Cantábrico-Noroeste (ICES Divisiones VIIIc y IXa) está formada por barcos que faenan como arrastreros de fondo con puertas, de los que un número determinado de barcos además pueden operar temporalmente como arrastreros de pareja. Se pueden diferenciar 3 metiers: arrastre de fondo con puertas dirigidos a especies demersales en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_DEF_ $\geq$ 55), arrastre de fondo con puertas dirigidos a especies pelágicas y demersales en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_MDP_ $\geq$ 55) y arrastre en pareja (PTB_MPD_ $\geq$ 55). Los arrastreros de fondo tienen autorización para la pesca en ambas modalidades de métier durante las mareas, por lo que llevan a bordo diferentes artes de pesca que pueden usar de forma alternativa, y pueden modificar sus estrategias de pesca según las abundancias de las especies objetivo pelágicas y demersales (profundidades, caladeros, velocidad).

Los artes de pesca de arrastre de fondo en el caladero nacional Cantábrico-Noroeste tienen un tamaño legal de luz de malla de 55 mm. Si la proporción de merluza supera el 15% de los desembarques, la luz de malla mínima es de 70 mm. Ambos metiers incluyen ambos tamaños de luz de malla (55 y 70 mm) debido a las dificultades para separar a priori las mareas con cada malla para el muestreo del métier (DCF Programme).

La profundidad mínima de arrastre es de 100 m y la actividad máxima es de 18 horas por día con una parada obligatoria de 48 horas a la semana.

Anualmente, se establece un TAC comunitario y una cuota para España de los stocks evaluados a nivel europeo. Además de las cuotas de captura existen otras medidas de gestión pesquera, tallas mínimas de comercialización, zonas de vedas de cigala y de juveniles de merluza y un plan de recuperación de merluza y cigala (Reglamento (CE) No 2166/2005 del Consejo de 20 de diciembre de 2005) por el que se establecen medidas para la recuperación de la población sur de merluza europea y de cigalas en el mar Cantábrico y en el oeste de la Península Ibérica. Las tallas mínimas de desembarque de las especies objetivo están fijadas para el caladero Cantábrico-Noroeste en las siguientes: merluza: 27 cm, gallos: 20cm, jurel: 15 cm, Cigala: 20 mm (longitud caparazón), rapés: peso mínimo de 500gr.

De entre las especies características de estas pesquerías merecen una especial atención las especies identificadas como "especies estranguladoras" -'choke species'- que incluyen entre las especies objetivo: la merluza, debido a los descartes de juveniles, así como la bacaladilla y la caballa debido al consumo de cuota. El ochavo (Capros aper) es una especie 'choke' potencial ya que España no dispone de cuota de la especie.

- Arrastre de fondo con puertas dirigido a especies demersales en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_DEF_ $\geq$ 55).

Los arrastreros de este métier llevan a cabo una pesquería mixta en la que capturan diferentes especies demersales y tienen como especies objetivo principales: merluza (*Merluccius merluccius*), gallos (*Lepidorhombus boschii* y *L. whiffiagonis*), rapés (*Lophius piscatorius* y *L. budegassa*) y cigala (*Nephrops norvegicus*). Buques de Galicia (A Coruña, Burela, Celeiro, Corme, Marín, Muros, Muxía, Ribeira, Vigo), Asturias (Avilés, Gijón) y Cantabria (Santander) pescan a lo largo de todo el año en la plataforma continental y talud oceánico desde el sur del Golfo de Vizcaya al noroeste de la



Península Ibérica (Rochet et al., 2014). El arte de pesca de este métier, se caracteriza por una abertura vertical de 1.2-1.5 m y abertura horizontal de 22-25 m, con una luz de malla mínima para peces demersales de 55 mm. La velocidad durante la operación pesquera de arrastre de fondo es de unos 3 nudos.

- Arrastre de fondo con puertas dirigido a especies pelágicas y demersales en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_MDP_ $\geq$ 55).

La flota española de buques arrastreros que operan dentro de este métier está formada por barcos que de forma periódica o temporal utilizan un arte de pesca de gran abertura vertical. Llevan a cabo una pesquería mixta en que tiene como especies objetivo principales: el jurel (*Trachurus trachurus*) y la caballa (*Scomber scombrus*). La merluza es la principal especie capturada como accesorio. Buques de Galicia (A Coruña, Burela, Celeiro, Corme, Marín, Muros, Muxía, Ribeira, Vigo), Asturias (Avilés, Gijón) y Cantabria (Santander) pescan en la plataforma continental y talud oceánico desde el sur del Golfo de Vizcaya al noroeste de la Península Ibérica (Rochet et al., 2014). Esta pesquería mixta opera durante todo el año, obteniendo las mayores capturas en la zona ICES VIIIc durante el invierno y primavera y en la zona ICES IXa en primavera y verano. Las capturas de caballa tienen un patrón de pesca estacional debido a la marcada ecología migratoria de esta especie.

El arte de pesca arrastre de fondo de gran abertura con puertas dirigido a especies pelágicas y demersales en el caladero nacional Cantábrico-Noroeste OTB_MDP_ $\geq$ 55, se caracteriza por una abertura vertical de 9-15 m y abertura horizontal de 22-25 m, con una luz de malla mínima de 55 mm. La velocidad durante la operación pesquera de arrastre de fondo es de al menos 4 nudos.

En la tabla 1 se presenta el perfil de capturas de las especies capturadas por la flota objeto de estudio, obtenido a partir de muestreos con observadores a bordo del Programa Nacional de Datos Básicos del IEO para los años 2014-2019. Debido a la naturaleza de la pesquería ejercida por la flota de arrastre, las capturas están formadas por un elevado número de especies que pertenecen a diferentes taxones animales. Se han registrado más de 150 especies y taxones en las capturas descartadas por esta pesquería. Estas especies se pueden clasificar de forma general en tres grupos:

- a. Especies objetivo.
- b. Especies no objetivo, pero con interés comercial.
- c. Especies con interés comercial nulo.



Tabla 1. Captura media anual (Tn/año) ponderada al esfuerzo del metier “Arrastre de fondo con puertas dirigido a especies demersales en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_DEF_>=55) en las áreas ICES 8c y 9a. Datos medios a partir de muestreos con observadores a bordo del Programa Nacional de Datos Básicos del IEO para los años 2014-2019.

Nombre	Especie	Desembarques Tm	Descartes Tm	Tasa de Descarte (%)
Sable Negro	<i>Aphanopus carbo</i>	0,013	14,675	99,91
Pión	<i>Argentina sphyraena</i>	4,350	21,900	83,43
Boga	<i>Boops boops</i>	55,537	14,608	20,83
Buey de mar	<i>Cancer pagurus</i>	2,253	0,907	28,70
Ochavo	<i>Capros aper</i>		276,475	100
Sepia y calamares	CEPHALOPODA	3,912	0,406	9,41
Quimera	<i>Chimaera monstrosa</i>		67,245	100
Congrio	<i>Conger conger</i>	28,318	10,606	27,25
Pulpo Blanco	<i>Eledone cirrhosa</i>	216,408	41,866	16,21
Bocanegra	<i>Galeus melastomus</i>	34,025	668,575	95,16
Gallineta	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	80,348	119,349	59,77
Pepinos de mar	HOLOTHURIAS	70,662	540,369	88,44
Reloj	<i>Hoplostethus mediterraneus</i>	0,482	1,622	77,11
Gallo de cuatro manchas	<i>Lepidorhombus boscii</i>	936,065	358,481	27,69
Gallo del norte	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	293,040	39,447	11,86
Rape negro	<i>Lophius budegassa</i>	236,514	7,774	3,18
Rape blanco	<i>Lophius piscatorius</i>	363,433	5,855	1,59
Merluza	<i>Merluccius merluccius</i>	965,322	440,752	31,35
Acedía	<i>Microchirus variegatus</i>	2,560	1,881	42,36
Bacaladilla	<i>Micromesistius poutassou</i>	656,195	1005,247	60,50
Maruca azul	<i>Molva macrophthalma</i>	21,312	29,062	57,69
Maruca	<i>Molva molva</i>	4,764	1,679	26,06
Salmonete	<i>Mullus surmuletus</i>	23,100	0,201	0,86
Cigala	<i>Nephrops norvegicus</i>	65,907	0,021	0,03
Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>	6,870	0,918	11,79
Potas	OMMASTREPHIDAE	796,237	32,071	3,87
Besugo	<i>Pagellus bogaraveo</i>	2,012	0,173	7,90
Brótola de fango	<i>Phycis blennoides</i>	80,137	102,170	56,04
Patexo	<i>Polybius henslowi</i>		2361,767	100
Rayas	RAJIDAE	178,291	82,752	31,70
Estornino	<i>Scomber colias</i>	19,547	24,512	55,63
Caballa	<i>Scomber scombrus</i>	617,745	525,638	45,97
Rodaballo	<i>Scophthalmus maximus</i>	4,951		0
Pintarroja	<i>Scyllorhinus canicula</i>	317,659	1081,231	77,29
Lenguado	<i>Solea solea</i>	16,561	0,356	2,11
Espáridos	SPARIDAE	72,773	1,444	1,95
Jurel	<i>Trachurus trachurus</i>	899,586	173,695	16,18
Rubios	TRIGLIDAE	152,919	368,773	70,69
Faneca	<i>Trisopterus luscus</i>	101,903	10,316	9,19
Sanmartiño	<i>Zeus faber</i>	27,513	3,980	12,64
Otros peces	otros PISCES	81,319	506,860	86,17
Otros invertebrados	otros INVERTEBRADOS	8,087	1046,588	99,23
Total general		7448,626	9992,246	57,29



2 MATERIAL Y MÉTODOS

Continuando con los estudios sobre tecnología y selectividad de artes de arrastre del litoral Cantábrico Noroeste realizados en los últimos años, y más concretamente con los realizados en la primera parte del proyecto REDIPESCA se realizó una campaña experimental en un buque comercial de pesca de arrastre con la coordinación científica del Instituto Español de Oceanografía (IEO-Vigo).

La campaña experimental REDIPESCA2 se desarrolló en 2 fases, las cuales se llevaron a cabo entre el 8 de abril y el 17 de mayo de 2024.

Fase 1: Con observadores científicos a bordo del buque, incluyó la recogida de datos técnicos y científicos mediante la recogida de forma directa. La marea tuvo una duración de 9 días efectivos de pesca y se desarrolló en dos semanas entre el 8 y el 18 de abril de 2024.

Fase 2: Con observación electrónica remota. En esta fase la metodología incluyó la recogida de datos técnicos y científicos, mediante observación electrónica de las imágenes de las cámaras de vídeo vigilancia instaladas en el barco. La marea tuvo una duración de 4 semanas de pesca y se desarrolló entre el 22 de abril y el 19 de mayo de 2024.

La tabla 2 presenta como se combinaron las puertas y las redes en las pescas experimentales, y el número de lances realizados y muestreados en cada una.

Tabla 2. Fechas de realización de las 6 mareas de la campaña Redipesca2 (2 con observadores físicos y 4 con observación electrónica) y lances realizados.

Marea	Duración	Puertas	Tipo de red	Lances realizados	Lances muestreados
Observadores abordó	1 semana	Pelágicas	Semipelágico	15	15
Observadores abordó	1 semana	De fondo	Semipelágico	11	11
Observación electrónica	4 semanas	Pelágicas y de fondo	Semipelágico y demersal	71	12

2.1 Buque

La campaña experimental, se realizó a bordo del buque comercial “Plaia de Rueta”, 3LU-2-4-03, CFO 25863 (EAAA), con puerto base en Burela y perteneciente a la OPP7 que faena en la zona ICES 8c. Es un buque representativo de la flota que trabaja en el caladero Cantábrico-noroeste, capturando las especies comerciales demersales y pelágicas representativas de la pesquería. El buque realizó las operaciones de pesca, en condiciones idénticas a las de la pesquería comercial que se desarrolla en la zona de trabajo. Los principales datos técnicos de este buque son: Eslora: 31 m / Manga: 9 m / Potencia: 573,12 CV / TRB: 286 / Año construcción: 2004

Los puertos de embarque y desembarque fueron el de Gijón (Asturias) y Ondárroa (Euskadi).

2.2 Arte de pesca y puertas

Se estudió la eficiencia pesquera para el arte de pesca de arrastre de fondo con puertas dirigido a especies pelágicas y demersales (OTB_MPD ≥ 55).

Este año se trabajó con un modelo de red de gran abertura de tipo semipelágico,



específico para la captura de especies pelágicas, ligeramente diferente al usado durante REDIPESCA en 2023, caracterizado por estar confeccionado con materiales más resistentes y ligeros que permiten unos tamaños muy grandes de luz de malla (1600 y 800 mm) en su parte anterior (alas, visera y espalda). Este arte de pesca utilizado es propiedad de la empresa armadora. Las características del arte de pesca se presentan en el plano como anexo 3.

Comparativa teórica de los dos modelos de puertas utilizados

Previamente a la realización de la campaña, la empresa armadora encargó a la empresa “Técnicas del mar de Vigo S.L.” la realización de una comparativa teórica entre las puertas de arrastre Type 23 de Thyborøn y el modelo habitual que utiliza el barco “Plaia de rueta”, tomando como referencia los datos del canal de pruebas de SINTEF Ocean AS, Hirtshals Dinamarca.

Los datos de los coeficientes de abertura (CL) y coeficiente resistencia (CD) y la relación entre ellos es lo que se usa como base para la realización de la comparativa. Estos coeficientes varían en función del ángulo de ataque de la puerta durante el arrastre, de tal manera que la búsqueda de una abertura óptima se hará configurando el ángulo de ataque. Los datos indican que cuando la división de ambos coeficientes (CL/CD) es mayor, la eficiencia (menor esfuerzo para conseguir mayor abertura) mejora. Como podemos comprobar en la tabla 3, dichos datos en la ficha técnica mejoran en el caso de las puertas Thyborøn type 23 para un ángulo de ataque de 27º (Tabla 3).

Tabla 3. Tabla comparativa teniendo en cuenta la velocidad de trabajo habitual de los barcos de la armadora (Fuente: Técnicas del Mar Vigo S.L.)

Modelo	Thyborøn T23	Oval Foil
Ángulo de ataque	27	27
Cl value	2,07	1,22
CD value	0,44	0,75
Cl/CD	4,7	1,63
Area m2	2,5	3,5
Abertura kg	1139	1096
Resistencia kg	242	674

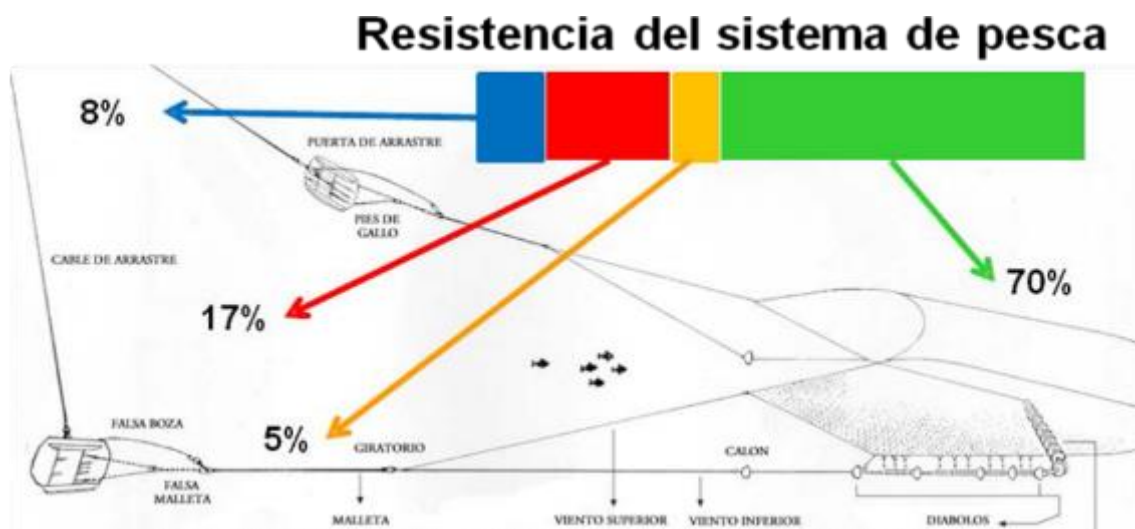
En el presente caso de estudio, el “Plaia de Rueta” trabaja en la actualidad con las puertas de arrastre del tipo Oval Foil de 650 kg de peso y con 3,50 m² de superficie. En este proyecto, se busca la misma abertura en el aparejo experimental que el usado actualmente (solo se van a cambiar las puertas. Para ello, hay que conseguir 27 grados de ángulo de ataque con el objetivo de conseguir, no sólo más abertura, sino una importante reducción de la resistencia (64%).

Además, las puertas Oval Foil que utiliza el “Plaia de Rueta” disponen de unos 100-150 kg aproximados de quillas de refuerzo y equilibrio (Figura 1), lo que supone que el beneficio de la sustitución de la puerta es aún mayor de lo que indica la comparativa anterior, de esta manera, la potencia necesaria para arrastrar sería menor.



Figura 1. A la izquierda se observa una de las puertas Oval Foil utilizadas por el buque “Plaia de Rueta” con las quillas de refuerzo soldadas al comienzo de la campaña experimental REDIPESCA2. A la derecha se observa la puerta pelágica testada en este estudio.

El principal esfuerzo que debe realizar un buque arrastrero de pesca es el de hacer que la red avance sobre el fondo a una velocidad constante determinada. La resistencia del sistema de pesca viene definida por la siguiente fórmula:



$$R_t = 2R_c + 2R_p + 2R_m + R_r$$

$$R_t = 8\% + 17\% + 5\% + 70\%$$

R_t = Resistencia total
 R_c = Resistencia del cable
 R_p = Resistencia de la puerta
 R_m = Resistencia de la malleta
 R_r = Resistencia de la red

Figura 2. Esquema de un arte de pesca con las diferentes resistencias estimadas para los diferentes componentes. (Tomada de Wileman, 1984)

Como se estima que las puertas ofrecen en torno al 17% del total de la resistencia que ofrece todo el sistema de arrastre, y las nuevas puertas pelágicas reducen la resistencia un 64% respecto las utilizadas normalmente (fondo), de modo teórico, podemos concluir



que necesitaríamos un 10,9% menos del esfuerzo de tracción del motor del barco, lo que debería suponer una disminución de las revoluciones por minuto (RPM) y con ello conllevar un menor consumo de combustible.

2.3 Especies objetivo de la campaña experimental

La especie objetivo de esta campaña experimental fue la propia del metier (OTB_MPD $\geq$ 55) durante la época del año de su realización, es decir, la caballa (*Scomber scombrus*), ya que la idea de inicio fue realizar la campaña coincidiendo en el tiempo con esta costera, para intentar mejorar los datos del año anterior con el arte de gran abertura.

2.4 Fase con observadores científicos a bordo

Durante la campaña REDIPESCA2 los arrastres se intentaron realizar alternativamente con el aparejo de gran abertura con las puertas pelágicas, “arte experimental” y a la siguiente semana con el “arte normal” es decir, con las puertas de fondo usadas normalmente por esta flota. Debido a la gran movilidad de esta especie (por su marcada ecología migratoria) y a la operativa de los barcos pesqueros durante la misma no siempre fue posible repetir los lances en el mismo punto.

Se realizaron un total de 26 lances, los cuales fueron muestreados en su totalidad. Para la ejecución del trabajo se embarcó un observador a bordo, que registró los datos asociados a cada maniobra de pesca, triado de las especies del copo, identificación taxonómica de la muestra obtenida, pesado y medidas de las especies capturadas.

Durante el muestreo a bordo se recopila la información cuantitativa sobre las especies capturadas. En todos los lances se obtiene la información en peso sobre la captura total retenida y captura no deseada. La captura retenida es cuantificada al finalizar el triado del pescado de ese lance, antes de que se almacene en la bodega del buque. Además de la obtención de los pesos totales por especie, se realiza un muestreo de tallas de la especie objetivo de la pesquería. Esta información se recoge en los “estadillos de puente-arrastre” y “estadillos de tallas de captura retenida” y “estadillos de captura no deseada”.

El objetivo es obtener la captura total (captura retenida y no deseada – retenida bajo “obligación de desembarque” y descartada) por lance a través del muestreo directo. La metodología de esta campaña se basa en medir y pesar una muestra representativa del lance que luego se pondera a la captura total del lance. La separación de la captura entre retenida y no deseada la realiza siempre la tripulación del buque y es independiente de la participación del observador. El volumen de captura total no deseada es cuantificado según la estimación consensuada entre el patrón y el observador. Durante el triado de la captura se recoge una muestra de la misma que es apartada para su posterior muestreo a bordo. Se identifican las especies de peces e invertebrados. Los peces son pesados y medidos por especie (salvo que tengan relación talla/peso). Los crustáceos y moluscos se identifican a nivel de especie y son pesados.

Para medir la talla de peces y cefalópodos (longitud total al cm inferior) se utiliza un ictiómetro. El peso de la muestra y pesos por especie se obtienen con un dinamómetro (gr).

En cada lance se recopila la información de las características del barco y del lance de pesca (velocidad de arrastre, profundidad, duración, posición del lance, condiciones ambientales, etc.).



También se han tomado datos relativos a los consumos del motor (RPM, temperatura de los escapes y consumo instantáneo) en intervalos de aproximadamente 30 min durante el proceso de arrastre. El posterior análisis de estos datos de revoluciones del régimen del motor durante las pescas experimentales, nos permitirá realizar un estudio comparativo para testar el efecto de las puertas semipelágica como elemento reductor de la fuerza de tracción necesaria y con ello repercute en el consumo de combustible.

Los datos obtenidos en el muestreo a bordo se informatizaron en una base de datos para realizar análisis estadísticos que permitan obtener los valores para obtener los rendimientos pesqueros, perfiles de captura, composición de tallas y determinar las diferencias en la eficiencia energética entre el aparejo experimental y el aparejo normal.

2.5 Fase de observación electrónica

Para la recogida de imágenes de las operaciones pesqueras el buque va equipado con un sistema de monitorización electrónica, que integra varias cámaras situadas en localizaciones estratégicas del buque que permiten obtener información cualitativa y cuantitativa de las operaciones pesqueras, de las capturas y de los parámetros relacionados con los consumos y comportamientos del aparejo de pesca.

El buque “Plaia de Rueta” dispone de 5 cámaras del sistema Marine Instruments:

Las cámaras se colocan en los puntos considerados como idóneos para la obtención de los datos y luego se procede a la configuración del equipo. Cada una de las cámaras se mantendrá activa mientras el barco navegue dentro del rango que se le indique. De esta manera, cámaras como las colocadas sobre el puente y el palo de popa que se usan para visualizar las viradas, no es necesario que se mantengan activas grabando (y por tanto ocupando espacio en el disco del equipo) una vez que las largadas y viradas finalicen. Así mismo las del parque de pesca sólo deben estar encendidas mientras se lleva a cabo el triado y elaboración del pescado, y la de automuestreo en los momentos concretos en los que estos puedan llevarse a cabo. Se cuenta con un rango de tiempo antes de que se apaguen para poder asegurar la grabación de toda la actividad de interés.

Por otro lado, debe especificarse que las cámaras exteriores son las que más expuestas están a suciedad y salitre. Es por ello por lo que se requiere una implicación por parte de la tripulación en el mantenimiento de las lentes limpias. En el caso del arrastre las especies descartadas son en la mayoría de los casos especies de un tamaño medio o pequeño, por lo que es vital que estas cámaras permanezcan en perfecto estado para asegurar la toma de datos.



CÁMARA 1

POSICIÓN	ÁREA A CUBRIR	INFORMACIÓN OBTENIDA
Sobre puente	Cubierta de popa	Posición, fecha y hora de operación de largada



INICIO / FIN LARGADA

CÁMARA 2

POSICIÓN	ÁREA A CUBRIR	INFORMACIÓN OBTENIDA
Sobre palo popa	Abertura pantano	Cantidad y composición de capturas y estado del arte



CAPTURAS / ARTE

CÁMARAS 3 y 4

POSICIÓN	ÁREA A CUBRIR	INFORMACIÓN OBTENIDA
Parque de pesca	Abertura de bodega y pantano	Identificación y cuantificación de las capturas



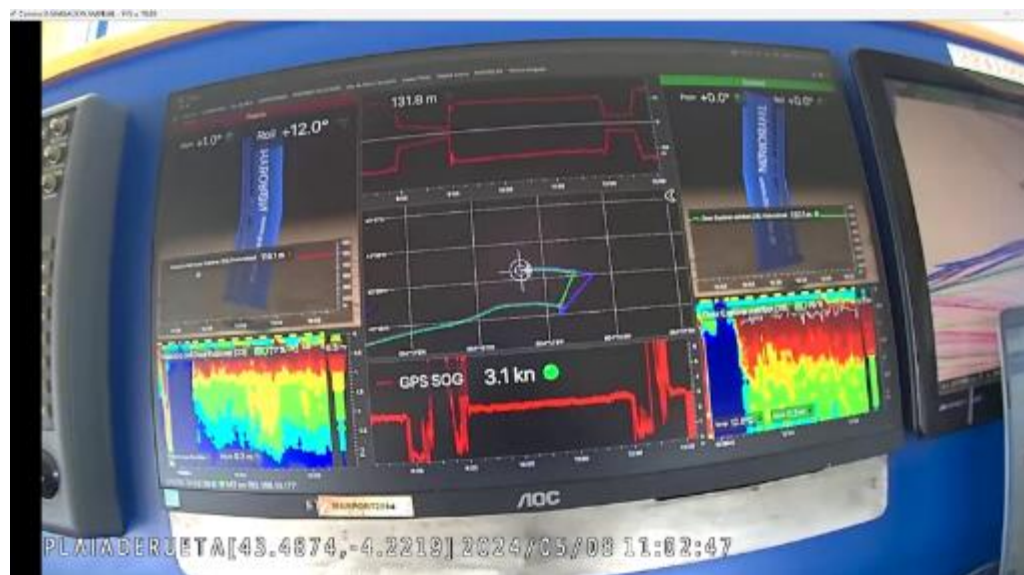
CAPTURA RETENIDA



COMPOSICIÓN DE LAS CAPTURAS Y PESOS /RETENIDA Y DESCARTADA

CÁMARA 5

POSICIÓN	ÁREA A CUBRIR	INFORMACIÓN OBTENIDA
Dentro del puente	Móvil	Toma datos equipos de pesa y automuestreo



DATOS TÉCNICOS DE LAS PESCAS Y DISTRIBUCIONES DE TALLAS

Figura 3.-Imágenes de las 5 cámaras del sistema de videovigilancia instalado a bordo del buque “Plaia de rueta”.

También se llevaron a cabo conexiones remotas con el barco por parte del personal del IEO. Mediante estas conexiones con los equipos del buque utilizando el software MarineObserver, los científicos podían acceder a las imágenes en tiempo real de estas 5 cámaras, lo cual permitió hacer un seguimiento del desarrollo de la segunda parte de la campaña sin observadores físicos a bordo.



Figura 4. Imágenes del personal del IEO conectándose vía remota con las cámaras del barco.



3 RESULTADOS

3.1 Fase con observadores científicos a bordo

3.1.1 Lances realizados

La zona de trabajo de la flota objeto de estudio es el caladero nacional Cantábrico-Noroeste (divisiones ICES 8c_9a). La campaña se desarrolló en 2 semanas. El inicio y el desembarque tuvieron lugar en los puertos de Gijón y Ondárroa, con 2 o 3 descargas en dichos puertos por semana.

Se muestrearon un total de 26 lances válidos durante las dos semanas de pesca (15 con las puertas pelágicas y 11 con las puertas de fondo). Los lances se intentaron realizar en la misma situación geográfica y sentido de arrastre, y durante periodos equiparables, siguiendo la operativa habitual de la pesquería. Para ello se montó el arte de tipo semipelágico con las puertas pelágicas la primera semana y con puertas de fondo la semana siguiente.

Tabla 4. Características técnicas de los lances de arrastre durante la campaña con observador físico REDIPESCA2.

Marea	Lance	Fecha	Largada hora	Largada prof (brazas)	Latitud Larg deg	Longitud Larg deg	Virada Hora	Virada Prof	Latitud virada deg	Longitud virada deg	Tiempo arrastre	Velocidad (nudos)	Puertas
REDIPESCA24_1	1	08/04/2024	7:56	65,6	43,67333	5,5453	8:58	62,9	43,639	5,4743	1:02	3,8	Pelágicas
REDIPESCA24_1	2	08/04/2024	9:40	56	43,63333	5,4500	10:43	59	43,61667	5,3937	1:03	3,9	Pelágicas
REDIPESCA24_1	3	09/04/2024	7:27	66,4	43,6765	5,5508	9:05	66,4	43,6765	5,5508	1:38	4	Pelágicas
REDIPESCA24_1	4	09/04/2024	10:00	57	43,65783	5,5552	14:33	58,4	43,6985	5,9090	4:33	3,8	Pelágicas
REDIPESCA24_1	5	09/04/2024	15:24	59,5	43,70467	5,8897	19:22	62	43,657	5,5600	3:58	3,9	Pelágicas
REDIPESCA24_1	6	09/04/2024	17:56	56	43,657	5,5710	21:28	58	43,687	5,6997	3:32	4	Pelágicas
REDIPESCA24_1	7	10/04/2024	7:53	57	43,47067	4,2138	9:07	55	43,4605	4,3163	1:14	3,9	Pelágicas
REDIPESCA24_1	8	10/04/2024	11:00	56,8	43,47167	4,2168	13:26	54,2	43,44983	4,4367	2:26	4	Pelágicas
REDIPESCA24_1	9	10/04/2024	17:10	56	43,55067	5,1350	18:34	68	43,6025	5,2273	1:24	3,9	Pelágicas
REDIPESCA24_1	10	11/04/2024	7:30	58,5	43,47133	4,2170	8:37	54,8	43,45983	4,3167	1:07	4,1	Pelágicas
REDIPESCA24_1	11	11/04/2024	9:54	62	43,48583	4,1922	12:52	57,5	43,44967	4,4500	2:58	4	Pelágicas
REDIPESCA24_1	12	11/04/2024	13:43	74	43,47517	4,4508	15:05	70,5	43,4755	4,3482	1:22	3,7	Pelágicas
REDIPESCA24_1	13	11/04/2024	16:40	57,6	43,4715	4,2217	19:30	54,5	43,44483	4,4947	2:50	3,8	Pelágicas
REDIPESCA24_1	14	12/04/2024	8:14	57,4	43,695	5,7537	10:04	52,4	43,65817	5,6080	1:50	3,7	Pelágicas
REDIPESCA24_1	15	12/04/2024	10:54	66	43,6795	5,5557	13:09	61,1	43,62467	5,3785	2:15	3,8	Pelágicas
REDIPESCA24_2	16	15/04/2024	8:11	58,5	43,47217	4,2170	9:44	61,5	47,1205	4,3658	1:33	4	Fondo
REDIPESCA24_2	17	15/04/2024	13:25	59,3	43,559	5,1438	14:28	37,3	43,60083	5,2202	1:03	3,9	Fondo
REDIPESCA24_2	18	15/04/2024	18:09	64,3	43,44583	4,4910	21:17	65,3	43,4875	4,2148	3:08	3,9	Fondo
REDIPESCA24_2	19	16/04/2024	8:00	56,9	43,70183	5,8863	11:49	55,9	43,65817	5,5567	3:49	4,1	Fondo
REDIPESCA24_2	20	16/04/2024	12:40	62,9	43,67233	5,5417	13:40	55,9	43,64217	5,4840	1:00	4,2	Fondo
REDIPESCA24_2	21	16/04/2024	18:44	74,7	43,47467	4,4508	21:41	62	43,48583	4,1912	2:57	4,1	Fondo
REDIPESCA24_2	22	17/04/2024	7:28	85,7	43,50433	2,4350	10:11	82	43,49483	2,1935	2:43	4,1	Fondo
REDIPESCA24_2	23	17/04/2024	12:13	83,6	43,48733	2,1788	13:42	82,1	43,48	2,3127	1:29	3,9	Fondo
REDIPESCA24_2	24	18/04/2024	7:38	84,3	43,50433	2,4323	9:49	72,7	43,61833	2,2633	2:11	3,7	Fondo
REDIPESCA24_2	25	18/04/2024	11:15	85,9	43,49983	2,4222	13:45	83	43,477	2,2067	2:30	4,1	Fondo
REDIPESCA24_2	26	18/04/2024	14:45	83,6	43,48567	2,1808	18:26	90,2	43,51433	2,4845	3:41	3,8	Fondo

En la figura 3, se muestra la posición geográfica de los lances realizados en cada marea y con los tipos de puertas testados. En las dos mareas con observadores científicos a bordo la especie objetivo fue la caballa, desarrollándose por la zona de Gijón y San Vicente la primera, mientras que se han ido desplazando hacia el oeste hasta llegar a Ondárroa la segunda, por fallar la caballa en los lugares anteriores. En la tabla 4 se incluyen las características técnicas de los lances realizados estas 2 semanas.

Figura 5. Posición geográfica de los lances realizados durante las 2 mareas de la campaña REDIPESCA2 en Caladero Nacional Cantábrico Noroeste. Los lances en amarillo se corresponden con la primera parte de la campaña correspondiente a las pescas con puertas pelágicas. Los lances en rojo se corresponden a las pescas con puertas de fondo.

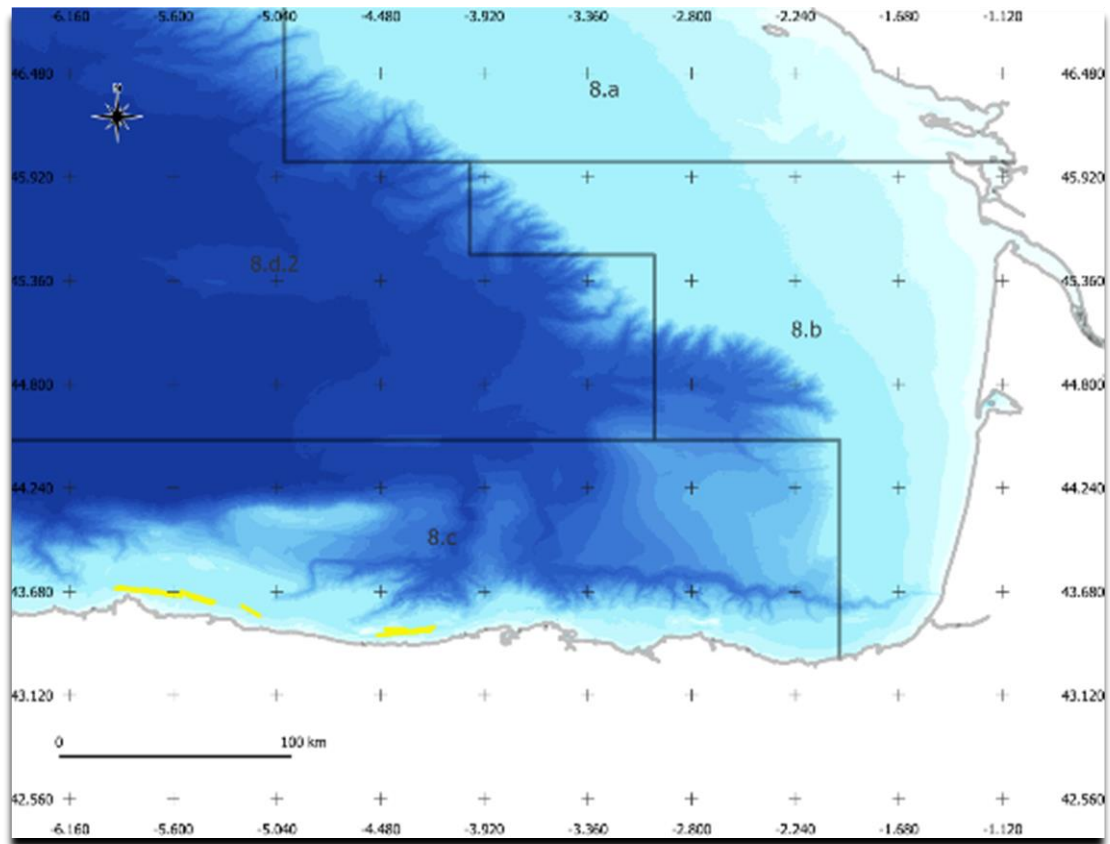


Figura 5a. En amarillo los lances correspondientes a la primera semana, con puertas pelágicas.

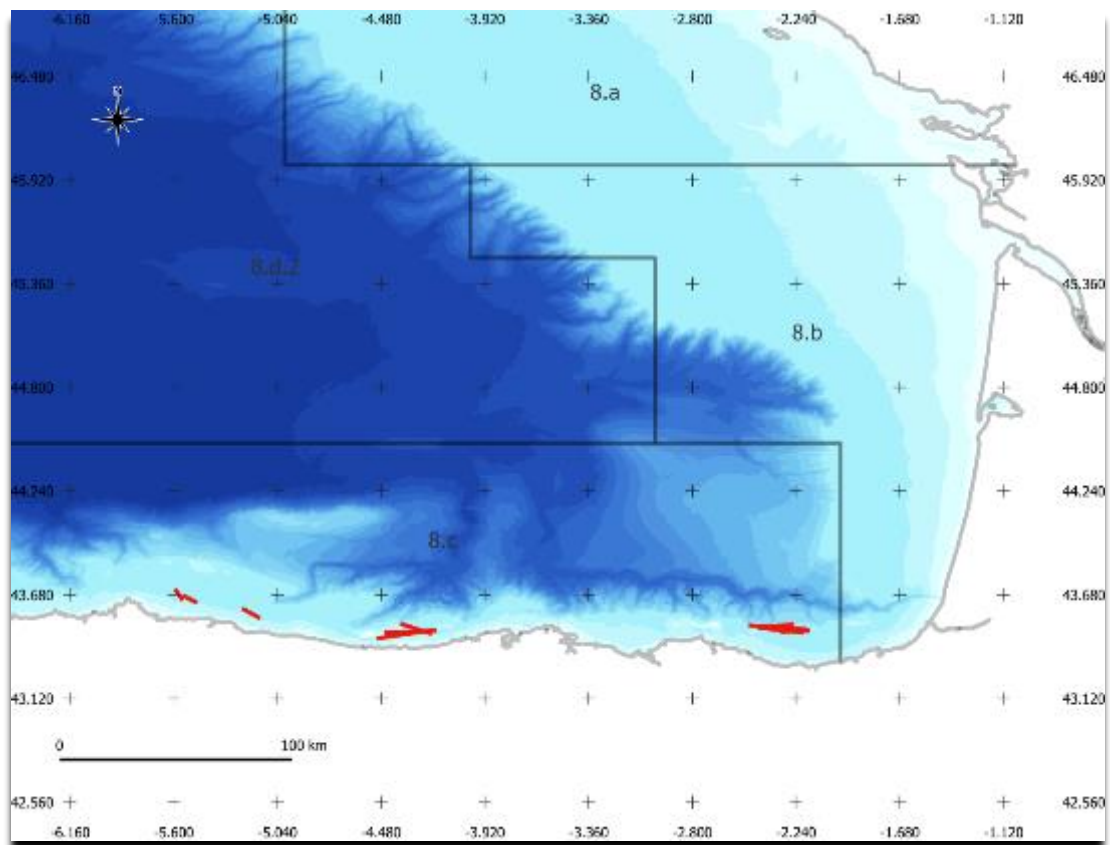


Figura 5b. En rojo los lances correspondientes a la segunda semana, con puertos de fondo.

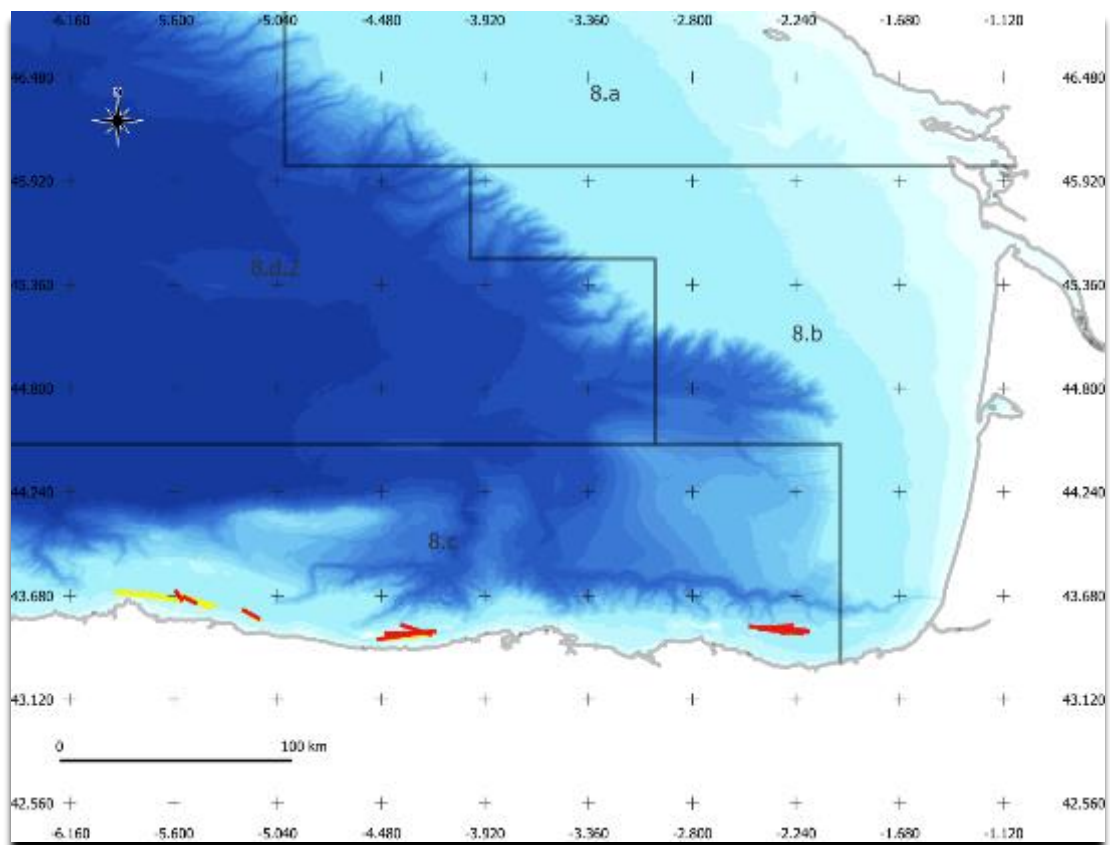


Figura 5c. Todos los lances de la campaña separando por colores las 2 semanas.



3.1.2 Composición de la captura

La composición de las capturas está directamente relacionada con el tipo de arte utilizado durante las mareas, los rendimientos de pesca elevados (kg/campaña) se limitan prácticamente a la especie pelágica objetivo de la pesquería (caballa). Como especies acompañantes y con unos rendimientos muchísimo más bajos aparecen otras especies como bogas, rapas, merluza y rayas.

En la tabla 6 se presentan las capturas totales de las principales especies capturadas durante las 2 mareas de la campaña (para todos los lances realizados).

Tabla 5. Captura total retenida (kg) por especie y por marea, y captura total general en los lances muestreados por los observadores abordo de la campaña Redipesca2 para las especies con una mayor presencia en las capturas.

ESPECIE	REDIPESCA2_1	REDIPESCA2_2	Total general
<i>Scomber scombrus</i>	89067,3	74432,8	163500,1
<i>Boops boops</i>	1294,3	128,8	1423,1
<i>Thunnus thynnus</i>	470		470
<i>Raja clavata</i>	89,7	43,9	133,7
<i>Merluccius merluccius</i>	61,4	51,8	113,3
<i>Trachurus trachurus</i>	11,9	83,2	95,1
<i>Lophius piscatorius</i>	67,6	23,6	91,3
<i>Pagellus bogaraveo</i>	75,0	6,3	81,3
<i>Mola mola</i>		58,2	58,2
<i>Zeus faber</i>	34,7	5,78	40,5
<i>Illex coindetii</i>	18,4	20,9	39,3
<i>Raja montagui</i>	26,3	12,4	38,72
<i>Micromesistius poutassou</i>	2,1	33,0	35,1
<i>Lophius budegassa</i>	24,7	9	33,7
<i>Pagellus erythrinus</i>	28,3	1	29,3
<i>Sepia officinalis</i>	21,2	4	25,1
<i>Gracilechinus acutus</i>	6,1	17,7	23,8

De los 26 lances muestreados, 11 se habían realizado con las puertas de fondo y 15 con las puertas semipelágicas. En la tabla 7 se presentan las capturas en promedio de peso por marea y por especie (kg/marea) para las especies más importantes.

Las especies más abundantes con el arte de gran abertura fueron la caballa (89067,31 kg/marea con las puertas pelágicas y 74432,8 kg/marea con las puertas de fondo) y la boga (1294,36 kg/marea con las puertas pelágicas y sólo 128,8 kg/marea con las puertas de fondo).

Si se comparan los rendimientos de capturas para las distintas especies, la especie objetivo la pesquería resulta un 98,3 % en peso del total de las capturas. Lo cual demuestra la alta especificidad de esta costera y la escasa cantidad de captura no deseada que sólo supuso un 0,45% en peso del total de las capturas.

Si vemos el rendimiento en kgs de captura de caballa por lance (eliminando los lances 3 y 9 en los que no iba trabajando bien el arte) y no por marea tenemos que en la primera



marea el rendimiento fue de 6851,3 kgs/lance y en la segunda 6766,6 es decir, prácticamente iguales.

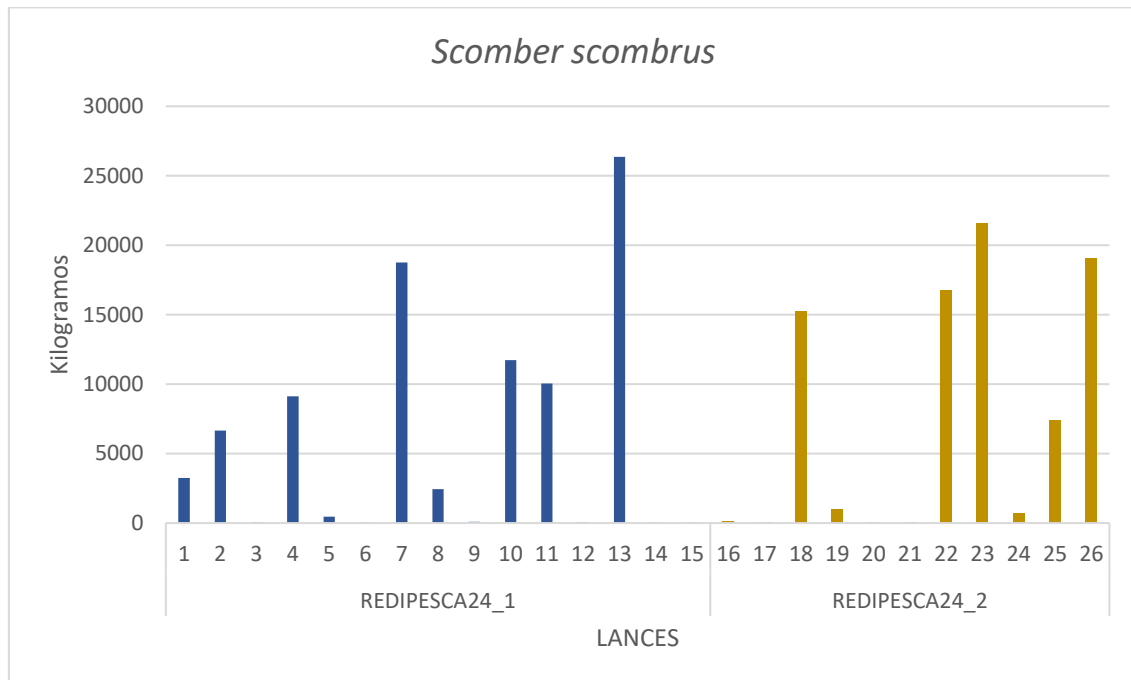


Gráfico 1. Kilogramos de caballa por lance y separado por mareas.

La pesca de la caballa tiene lugar de forma estacional a lo largo del año y siempre en función de la cuota que cada barco tiene asignada. Debido a su distribución y comportamiento la cantidad de capturas por unidad de esfuerzo es muy variable.

Tabla 6. Captura media retenida y captura media no deseada en kg/marea por especie en los lances de la campaña REDIPESCA2 para los dos tipos de puertas.

ESPECIE	Arte Semipelágico				Total general
	Puertas pelágicas		Puertas de fondo		
	Descartada	Retenida	Descartada	Retenida	
<i>Scomber scombrus</i>	17,8	89049,5	2,7	74430,1	163500,2
<i>Boops boops</i>	50,5	1243,9	4,6	124,3	1423,2
<i>Thunnus thynnus</i>	470,0				470,0
<i>Raja clavata</i>	0,4	89,4	1,0	43,0	133,7
<i>Merluccius merluccius</i>	11,4	50,1	13,1	38,7	113,3
<i>Trachurus trachurus</i>	6,3	5,7	1,0	82,2	95,1
<i>Lophius piscatorius</i>		67,7	0,7	23,0	91,3
<i>Pagellus bogaraveo</i>	0,2	74,9	0,2	6,1	81,4
<i>Mola mola</i>			58,3		58,3
<i>Zeus faber</i>	1,0	33,7	1,3	4,5	40,5
<i>Illex coindetii</i>	3,0	15,4	4,6	16,4	39,4
<i>Raja montagui</i>	0,7	25,6	0,4	12,0	38,7
<i>Micromesistius poutassou</i>	2,1		33,1		35,2
<i>Lophius budegassa</i>		24,8		9,0	33,8



<i>Pagellus erythrinus</i>	28,3	1,0	29,3
<i>Sepia officinalis</i>	21,2	4,0	25,2
<i>Gracilechinus acutus</i>	6,1	17,7	23,8

3.1.3 Distribución de tallas de la captura

La distribución de tallas muestreadas de la especie objetivo de la pesquería, se presenta a continuación (Gráfico 1), donde se puede observar que la distribución de tallas en ambas mareas sigue una distribución unimodal. Para llevar a cabo esta distribución se midieron un total de 2929 ejemplares que luego se extrapoló al total de las capturas.

Caballa (*Scomber scombrus*) (MAC)

Como se puede observar en la tabla 7, se ha retenido a bordo casi toda la caballa capturada a excepción de algún ejemplar dañado.

La distribución de tallas de la caballa es unimodal, en un rango comprendido entre 22 y 42 cm con las puertas pelágicas y entre 30 y 43 cm con las puertas de fondo. La talla media fue de 36,4 cm con las puertas pelágicas y 38,7 con las puertas de fondo. El hecho de que la media de distribución de tallas sea mayor en la segunda marea que en la primera seguramente sea debido a que casi la mitad de la segunda marea se realizó en una zona de pesca distinta (5 de los once lances).

Con el arte experimental se observa un mayor número de individuos capturados (un total de 39240 ejemplares capturados más), lo que concuerda con los datos de la tabla 6 rendimiento en kilogramos por marea. En este dato influye el hecho de que la segunda marea duró un día menos, con lo cual se realizaron 4 lances menos

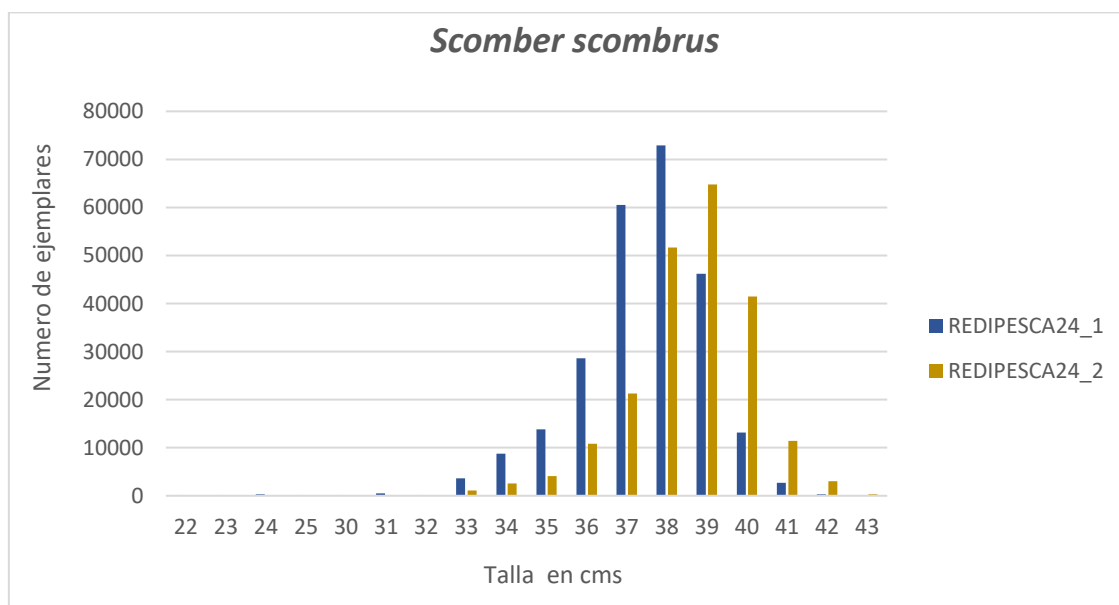


Gráfico 2. Distribución de tallas de caballa con las puertas pelágicas (REDIPESCA2_1) y con las puertas de fondo (REDIPESCA2_2).



3.1.4 Parámetros de geometría de arte de pesca

A partir de los datos que nos aporta el plano de la red, multiplicando el número de mallas, por el tamaño de la luz de malla y por el coeficiente de armado, podemos hacer unos cálculos que nos ayuden a entender las dimensiones de la red y su comportamiento, así podremos saber la resistencia al filtrado de agua y su relación con el consumo de combustible del barco.

La longitud total de la red sin el copo, utilizada este año es de 93,6 metros frente a 76 metros de la utilizada el año anterior. Esta mayor longitud, junto a los tamaños de luz de malla mayores utilizados en la confección de la red en su parte anterior, favorece el filtrado de agua y reduce la presión en el interior de la red.

Tabla 7. Longitud de las redes calculada a partir del plano ANEXO 3.

APAREJO		ARTE SEMIPELAGICO (71/76MT)	
LONGITUD	Nº mallas	Tamaño mallas	Total
Alas	7	1600	32
	13	1600	
Visera	12	1600	19,2
Espalda	10	800	8
Garganta	15	400	47,2
	30	200	
	60	120	
	350	80	
Total			106,4
Con coeficiente de armado			
Longitudinal (L=0,88)			93,6

Si calculamos ahora las medidas de las circunferencias de los círculos de pesca 1 y 2, y la distancia entre ellos, podemos calcular el volumen de agua que puede albergar el cuerpo de la red y la presión que este volumen ejerce en el segundo círculo de pesca.

Esto también se calcula multiplicando el número de mallas, por la longitud de luz de malla y por el coeficiente de armado, pero por el coeficiente de armado horizontal en lugar de longitudinal.

Tabla 8. Cálculo de circunferencias, volúmenes y resistencias en el cuerpo de la red.

ARTE SEMIPELAGICO(REDIPESCA2)				
Círculo de pesca 1	Costados	Plan alto	Plan bajo	
MT sin coeficiente	76,8	48	68	192,8
Coeficiente armado(H=0.47)				90,6
Círculo de pesca 2				
MT sin coeficiente		6,4	6,4	12,8
Coeficiente armado (H=0.47)				6
Distancia entre círculos de pesca CAV				27,1
V= Volumen en el cuerpo de la red (m3)				1274
P1=F/S (presión en el círculo de pesca 1)				771
P2=F/S (presión en el círculo de pesca 2)				175829



En esta campaña, el arte de pesca se probó por un lado con las puertas de arrastre de fondo tipo Oval Foil 650, utilizadas habitualmente por el barco, y por otro, con las nuevas puertas de arrastre semipelágicas modelo “Type 23 de ThyborØn” (Anexo 4).

Las puertas han sido equipadas con sensores Marport que permiten conocer la distancia entre puertas, la altura de la puerta al fondo, la profundidad, el rolido y el cabeceo de éstas. Además, se utilizó un sensor de “ojo de red” sensor que se coloca en la visera y tiene tres haces enfocados hacia el burlón que se encargan de controlar casi la totalidad de la boca de la red, permitiendo monitorizar, la marca de pescado sobre la entrada de la red, además de informar sobre la abertura vertical de la misma en la relinga del corcho. También se colocaron dos sensores de captura situados a distinta distancia del cierre del copo (liñó) y que permiten conocer la cantidad de pescado capturado en función del volumen.

Se ha analizado el comportamiento del arte en base a su geometría utilizando los datos de apertura de puertas y abertura vertical de la red. En la tabla 9 se presentan los valores de las dos aberturas, así como los metros de cable de largado.

En el caso del arte de gran abertura con los dos tipos de puertas se observa que los valores promedio de apertura de las puertas en ambas mareas fue menor en el caso de las puertas pelágicas. En el caso de la abertura vertical media del arte en la boca de red, tanto la mínima como la máxima son inferiores con las puertas pelágicas que con las puertas de fondo (7,3 y 13,2 frente a 8,3 y 13,3) aunque el promedio de apertura en la boca de la red es mayor con las puertas pelágicas (11,3 frente a 10,2). Relacionado con este hecho están los datos obtenidos para la distancia entre puertas, que con las puertas pelágicas varía entre un max de 162,3 y un min de 121 y con las puertas de fondo entre 177 y 141,8 siendo también mayor el promedio resultante de distancia entre puertas, en el caso de las puertas de fondo 160,4 frente a 143,1. Esta mayor distancia entre puertas se relaciona con una mayor abertura horizontal de la red y una reducción de la abertura vertical, lo cual no es el comportamiento óptimo para este tipo de aparejos y de pesquería, en las que lo que se pretende es maximizar el volumen de agua filtrado por la red y no el área de barrido.

Esto está también relacionado con la longitud de cable que es necesario largar para que el aparejo trabaje correctamente durante el arrastre, que como podemos ver también es mucho menor en el caso de las puertas pelágicas (423,3 m frente a 622,7 m en promedio).

Tabla 9. Parámetros descriptivos tomados por los sensores que recogen el comportamiento del arte durante el arrastre. Se muestra una tabla resumen, la tabla completa se adjunta en el ANEXO 5.

	Abertura horizontal de puertas			Abertura vertical de la red			Cable
	Prom	Max	Min	Prom	Max	Min	Prom
Puertas Pelágicas	143,1	162,3	121	11,3	13,2	7,3	423,3
Puertas de Fondo	160,4	177	141,8	10,2	13,3	8,3	622,7

3.1.5 Consumo de combustible

El consumo de combustible es el porcentaje más elevado de los costes operativos en los buques pesca. El uso de puertas pelágicas se ha indicado como un elemento de ahorro en la pesca de arrastre al eliminar la fuerza ejercida por el deslizamiento y fricción de las puertas en el fondo marino. La medición del consumo de combustible es compleja, debido a las características técnicas de los motores diesel de los buques y a



diversos parámetros que tienen un papel relevante en el consumo: tipo de arte de pesca, peso de las capturas en la red, velocidad de pesca y navegaciones, estado y tipo de desplazamiento del buque (edad del buque, limpieza del casco, estado de carga), condiciones climatológicas y estado del mar, propiedades del combustible (poder calorífico y densidad del diesel).

Para comparar los consumos de combustible durante los lances en función del tipo de puertas se tomaron varios valores referencia:

- Consumo instantáneo
- Revoluciones por minuto (RPM)
- Temperatura de los escapes del motor

Estos tres parámetros fueron registrados a intervalos de 30 minutos durante los arrastres de todos los lances realizados durante la campaña. Los resultados se presentan en la Tabla 10.

Si se comparan los resultados de los lances en los que se han usado las puertas pelágicas y las puertas de fondo montadas con este arte, se puede observar que todos los parámetros indicadores de consumo son (significativamente) menores usando las puertas pelágicas para una velocidad media de arrastre prácticamente igual.

Al contrario de lo que ocurría en REDIPESCA23 con el arte de gran abertura, cuando se obtuvo que el consumo era mayor con las puertas pelágicas que con las de fondo, ahora se consigue para esta misma pesca dirigida específicamente a la caballa una reducción significativa del consumo de combustible.

Los valores promedio de los tres parámetros usados como referencia: consumo instantáneo (litros/hora), RPM y temperaturas de los escapes son menores con las puertas pelágicas que con las puertas de fondo para unos valores prácticamente idénticos de velocidad, lo cual sí se corresponde con los resultados esperados.

En este caso con un tipo de red ligeramente distinto a la del año anterior y algunos cambios en el armado del arte, se consigue una reducción del consumo de combustible, manteniendo una abertura vertical de la boca de la red promedio de 11,3 metros que se sitúa entre la óptima de trabajo para este aparejo según sus características de fabricación (10-12 metros). Una de las modificaciones que se hizo en los elementos accesorios para conseguir que la red trabajase más estable con las puertas pelágicas, fue el lastrado de las mallas mediante el intercalado de una larga porción de cadena que facilitase el que trabajen más próximas al fondo.

Además de los parámetros relacionados con el correcto funcionamiento del conjunto del tren de arrastre (altura de boca de red, distancia entre las puertas, distancia de las puertas al fondo...) otra prueba del correcto funcionamiento del arte de pesca son las capturas medias de caballa por lance lo cual implica que con una abertura vertical óptima, como se ve en la tabla 9, se consigue con las puertas pelágicas.

Hay que indicar que la velocidad de pesca con el arte de pesca de gran abertura (4 nudos) siempre es mayor que la velocidad con el arte de fondo (3 nudos).

Tabla 10. Valores promedios de los parámetros relacionados con los consumos de la embarcación durante los arrastres. Se muestra una tabla resumen, la tabla completa se adjunta en el ANEXO 5.

MAREA	PUERTAS PELÁGICAS	PUERTAS FONDO
Velocidad media (n)	3,9	4,0
RPM	1047,2	1088,6
Consumo instantaneo (l/h)	124,1	140,5
Temperatura de escape (°C)	490,0	499,1



Si representamos los consumos por marea de forma gráfica (Gráfico 3), mediante un diagrama de cajas, vemos que en la primera marea, la mediana (línea dentro de la caja) se sitúa cerca de 120 litros/hora. El rango intercuartil (la caja) muestra una variabilidad en el consumo de aproximadamente entre 115 y 130 l/h. Se han eliminado de la distribución valores atípicos (outliers) en el extremo superior, que alcanzaban más de 160 l/h, sugiriendo eventos de consumo significativamente altos en algunos casos.

En la marea con puertas de fondo la mediana de consumo es superior, alrededor de 145 l/h. El rango intercuartil es similar a con las puertas pelágicas, pero en este caso se sitúa entre 135 y 150 l/h. Los valores de consumos con las puertas de fondo son sistemáticamente más altos que con las puertas pelágicas. Esto se observa tanto en la mediana como en el rango intercuartílico y los bigotes.

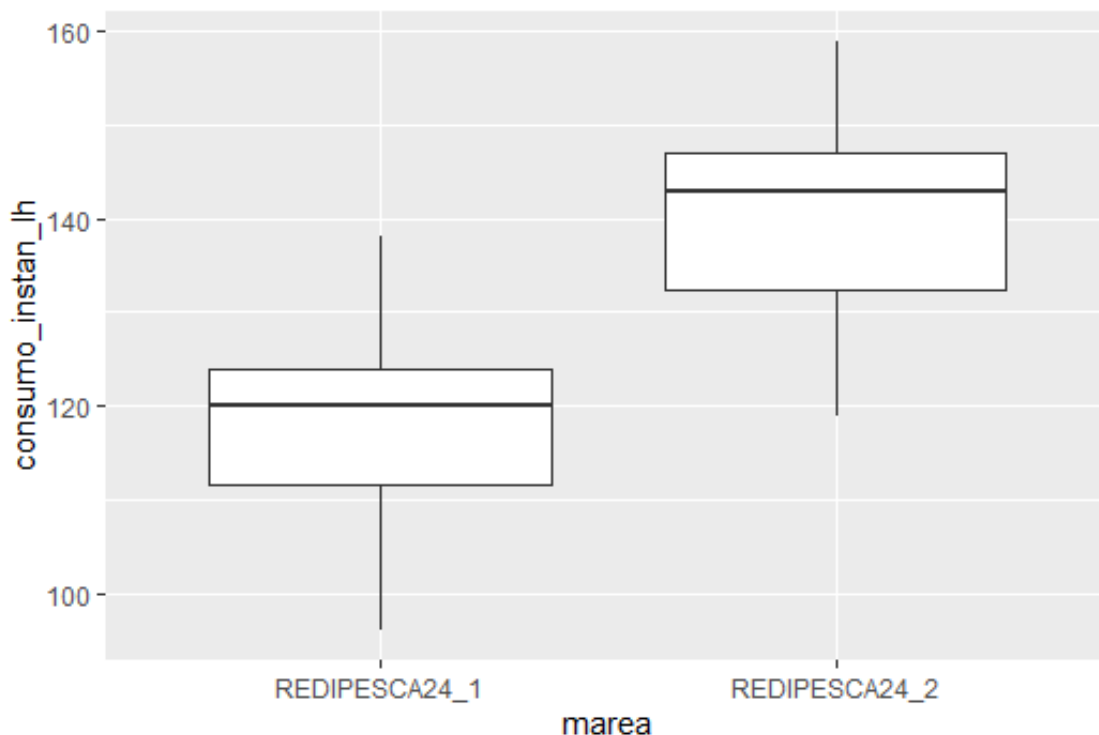


Gráfico 3. Consumo instantáneo litros/hora por marea, con las puertas pelágicas la izquierda y con las puertas de fondo .

En el segundo diagrama de cajas (Gráfico 4) se desglosan los s instantáneos en litros por hora (consumo_instan_lh) por lances individuales dentro de las mareas en función del tipo de puertas utilizado. Cada caja corresponde a un lance específico, lo que proporciona un nivel más fino de análisis.

En este caso, observamos que los consumos con las puertas de fondo son más altos en promedio y con mayor dispersión en comparación con las puertas pelágicas. Todos los lances de esta categoría muestran valores más bajos, tanto en la mediana como en los límites de los bigotes, que los lances con las puertas de fondo.

En el caso de los lances con las puertas pelágicas, aunque se han eliminado outliers hay una gran variabilidad en el consumo instantáneo de combustible, con algunos valores extremadamente altos y bajos en comparación con los lances con las puertas de fondo, los cuales, aunque más altos se mantienen más estables, lo que se debe a factores específicos de cada lance.

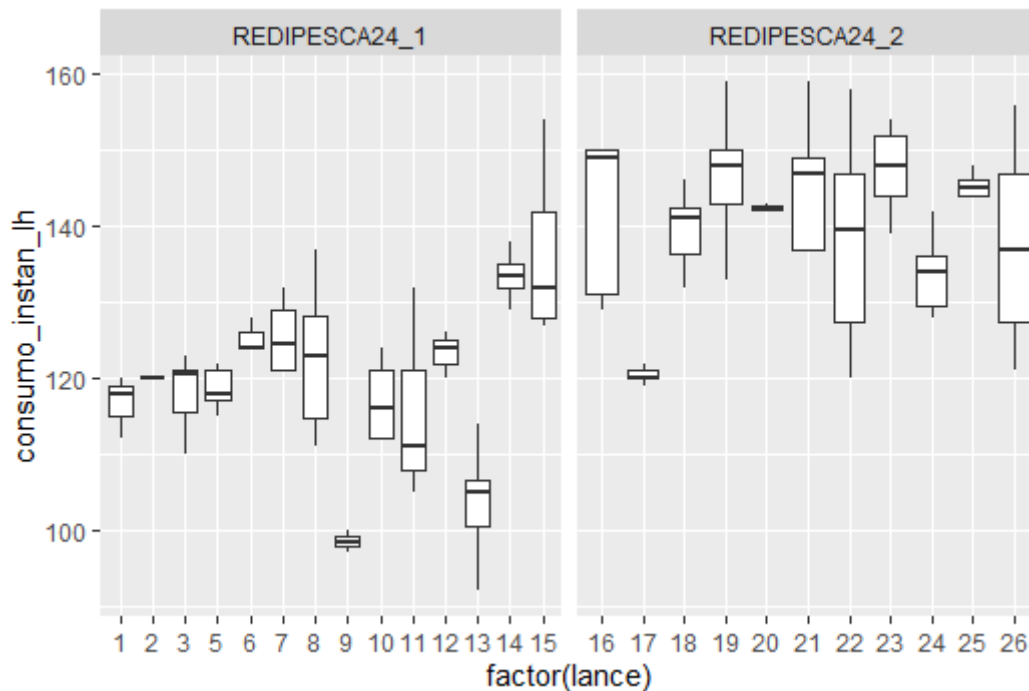


Gráfico 4. Consumo instantáneo litros/hora por lance, con las puertas pelágicas a la izquierda (lances del 1-15) y con las puertas de fondo (lances del 16-26).

Se desea determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de consumos obtenidos en las dos mareas, para lo cual se realiza un test de Welch Two Sample t-test, para ver si estas diferencias son significativamente estadísticas. El Welch Two Sample t-test es una prueba estadística utilizada para comparar las medias de dos grupos independientes. Es una versión modificada del t-test estándar de Student, diseñada para ser más robusta cuando los dos grupos tienen varianzas desiguales (heterocedasticidad) y/o tamaños de muestra diferentes.

Para ello vamos a tomar sólo los datos de los consumos de aquellos en los que se han podido realizar lances alternos:

Tabla 11. Lances pareados con puertas pelágicas y con puertas de fondo con sus consumos instantáneos promedio.

Número Lance	Tipo puerta	Consumo promedio (L/h)	Lance pareado	Tipo puerta	Consumo promedio L/h
3	Pelágias	118,2	20	Fondo	142,5
5	Pelágias	118,4	19	Fondo	147,2
10	Pelágias	117,0	16	Fondo	141,8
12	Pelágias	123,3	21	Fondo	146,2
13	Pelágias	103,5	18	Fondo	139,4

Del cual se obtienen los siguientes datos del test:

- $t = -15.661$
- Grados de libertad (df) = 60.647
- Valor p (p-value) < 2.2e-16

Hipótesis alternativa (H0): La diferencia real entre las medias no es igual a 0.

Intervalo de confianza al 95%: Desde: -31.96627 Hasta: -24.72675



Estimaciones de la muestra:

- Media de la muestra x (consumos_REDIPESCA24_1): 115.4828
- Media de la muestra y (consumos_REDIPESCA24_2): 143.8293

Interpretación de los resultados:

1. Valor t: El valor t calculado es -15.661. Este valor indica la magnitud y la dirección de la diferencia entre las medias de los consumos L/h entre las dos mareas. Un valor t más negativo sugiere que la media de los consumos con las puertas pelágicas es significativamente menor que con las puertas de fondo.
2. Valor p: El valor p es muy pequeño ($2.2e-16$), mucho menor que el nivel de significancia estándar de 0.05. Esto sugiere evidencia fuerte en contra de la hipótesis nula de que no hay diferencia entre las medias de los consumos L/h de las dos mareas. Por lo tanto, podemos concluir que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los consumos L/h con las puertas pelágicas y con las puertas de fondo.
3. Intervalo de confianza: El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias está entre -31.96627 y -24.72675. Esto significa que podemos estar razonablemente seguros (con un nivel de confianza del 95%) de que la diferencia real entre las medias de los consumos litro/hora entre las dos mareas cae dentro de este rango.
4. Estimaciones de la muestra: Las medias muestrales calculadas son 115.48 L/h para las puertas pelágicas y 143.83 para las puertas de fondo. Esto indica que, en promedio, los consumos litro hora son más bajos en con las puertas pelágicas comparado con las puertas de fondo.

En resumen, basado en este análisis, podemos concluir que hay una diferencia significativa en los consumos litro hora entre las mareas con puertas pelágicas y con puertas de fondo, mostrando con puertas pelágicas consumos inferiores en comparación con puertas de fondo.

3.1.6 Reducción del impacto físico sobre el fondo marino

Las puertas de arrastre de fondo funcionan con un ángulo de ataque determinado sobre la dirección del arrastre, quedando la quilla semienterrada en el lecho marino. A medida que el barco va navegando y arrastrando el arte de pesca por el fondo, la quilla de las puertas va generando un surco y la parte delantera del cable va rozando por el fondo debido a la catenaria que forma. Si calculamos el área de impacto de cada puerta de arrastre, en base a la longitud de la quilla, en el caso de las de la marca Morgere, Oval FOIL de 3,50 m², tienen una longitud de quilla de 1,10 metros y trabajando con un ángulo de ataque de 27° generan un surco en el fondo marino de 0,5 m de ancho (Figura 11).

La implantación del modelo Type 23 de Thyborøn en el arrastre de fondo de un barco, en comparación con las puertas convencionales, aporta una mejora sustancial en el régimen de trabajo del buque al portar menos resistencia en el total del esfuerzo necesario en el arrastre durante la navegación. La forma con la que estas puertas son diseñadas implica que no sólo generan fuerza de expansión, sino que también generan una fuerza de sustentación que produce que tiendan a elevarse. El sistema de trabajo de este modelo de puerta de Thyborøn hace que la puerta trabaje sostenida a medias aguas, aportando una mayor apertura horizontal, con una menor resistencia al avance. De este modo, este menor o incluso nulo contacto de la superficie de la puerta con el fondo marino, proporciona una mejora de la conservación de los fondos respecto a los modelos de puertas convencionales minimizando el impacto y siendo más respetuoso con el medio.

La adaptación de este tipo de puertas a un aparejo de pesca de arrastre de fondo hizo necesario unir una porción adicional de cadena de 8 metros de largo y 30 kgs de peso a los pies de gallo (Figura 12). Al contrario de lo que ocurre con las puertas convencionales, la cadena trabaja con el mismo ángulo que las malletas, causando un impacto mínimo sobre el fondo.

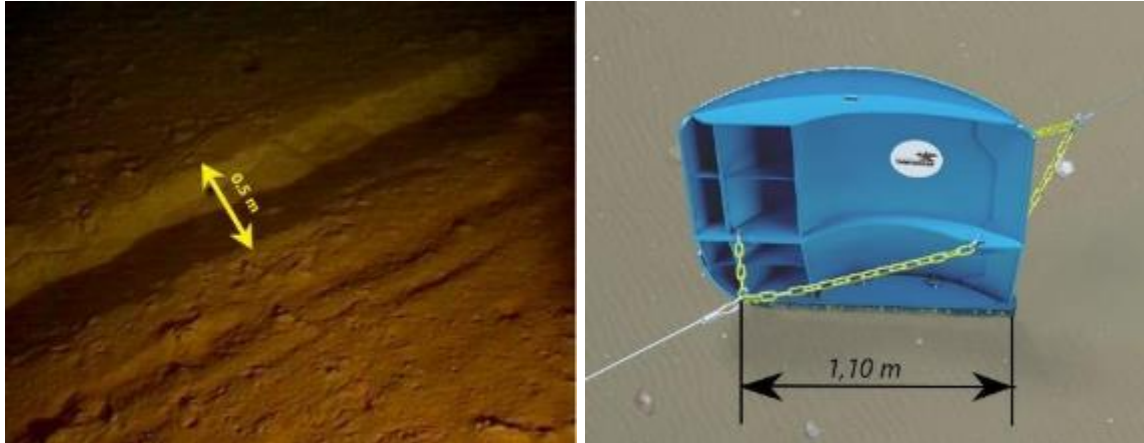


Figura 4. Marcas de arrastre de una puerta de fondo sobre el fondo marino para una puerta de 1,10 metros de longitud de quilla

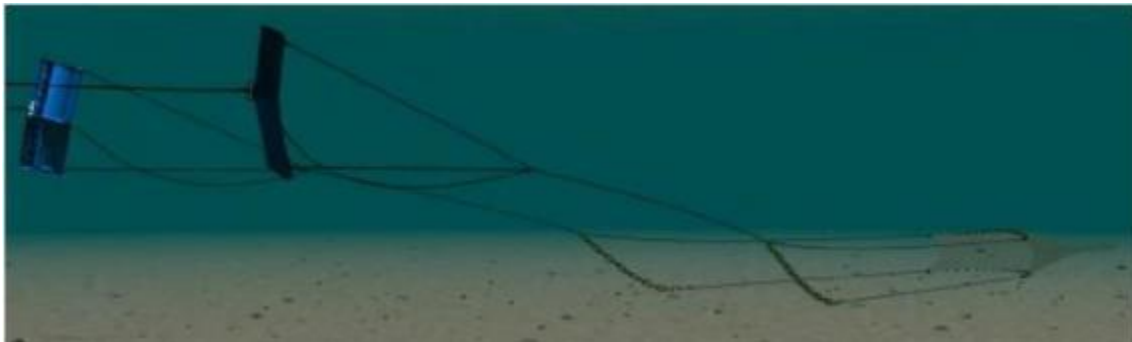


Figura 5. Simulación de la puerta modelo Type 23 de Thyborøn trabajando en arrastre de fondo.

Hay que resaltar que el uso de puertas sin contacto con el fondo no convierte al sistema de pesca en pelágico y por el contrario, según experiencias previas (Valls, 2009, Sala, 2010, Massutí, 2011), la red se comporta de manera más estable, con un buen contacto con el fondo, sin que le afecte para ello la posible variación de velocidad.

Al trabajar con las puertas Type 23 de Thyborøn, se consigue que la red no se llegue a separar del fondo por exceso de flotación y falta de tracción sobre todo en fondos irregulares. Esto es debido a que las puertas no se ven afectadas por las aceleraciones y deceleraciones provocadas por la inercia existente al trabajar en contacto con el fondo y sufrir el efecto de la inclinación del mismo.

En la tabla 11 se presentan los datos obtenidos de las alturas de las puertas al fondo durante los lances realizados en las dos mareas. Se observa que en la primera con las puertas pelágicas la altura mínima sobre el fondo fue 1,5 para la puesta del costado de babor y 1,7 para la del costado de estribor, mientras que las máximas fueron de 16,7 y 11,5 respectivamente. En ambos casos el patrón de pesca intentó mantener la altura dentro de estos parámetros, modificando la velocidad del barco y/o la longitud de cable largado.

En el caso de las puertas de fondo como cabía esperar todos los valores son iguales a cero, lo cual indica que estas puertas en todo momento trabajan en contacto con el lecho marino.



Tabla 12. Altura media por lance de las puertas pelágicas y Con las puertas de fondo.

MAREA/LANCE	Alturas puerta babor al fondo			Alturas puerta estribor al fondo			Promedio de Velocidad (n)	Cable_largado_max
	Prom	Min	Max	Prom	Min	Max		
PUERTAS PELÁGICAS	4,6	1,5	16,7	5,2	1,7	11,5	3,9	423,3
1	5,4			3,4			3,8	450,0
2	1,5			1,9			3,9	400,0
3	3,3			4,7			4,0	450,0
4	4,4			7,7			3,7	400
5	3,0			2,4			3,9	450
6	2,8			3,8			3,9	400
7	2,9			4,4			4,0	400
8	2,0			5,8			4,1	400
9	2,6			1,7			3,9	450
10	4,9			8,6			4,1	400
11	4,8			4,6			4,0	400
12	3,3			3,3			3,7	500
13	3,9			5,5			4,0	400
14	16,7			11,5			3,8	400
15	4,4			3,6			3,8	450
PUERTAS DE FONDO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	622,7
16	0,0			0,0			4,1	600
17	0,0			0,0			4,0	600
18	0,0			0,0			4,0	550
19	0,0			0,0			4,0	550
20	0,0			0,0			4,0	550
21	0,0			0,0			4,0	650
22	0,0			0,0			4,0	700
23	0,0			0,0			4,0	650
24	0,0			0,0			3,9	700
25	0,0			0,0			4,0	650
26	0,0			0,0			4,0	650

Si representamos estos datos de forma gráfica para cada una de las puertas durante cada uno de los lances, vemos como a partir del lance 16, cuando comienzan los lances con las puertas de fondo, los valores de altura en metros al fondo caen hasta cero.

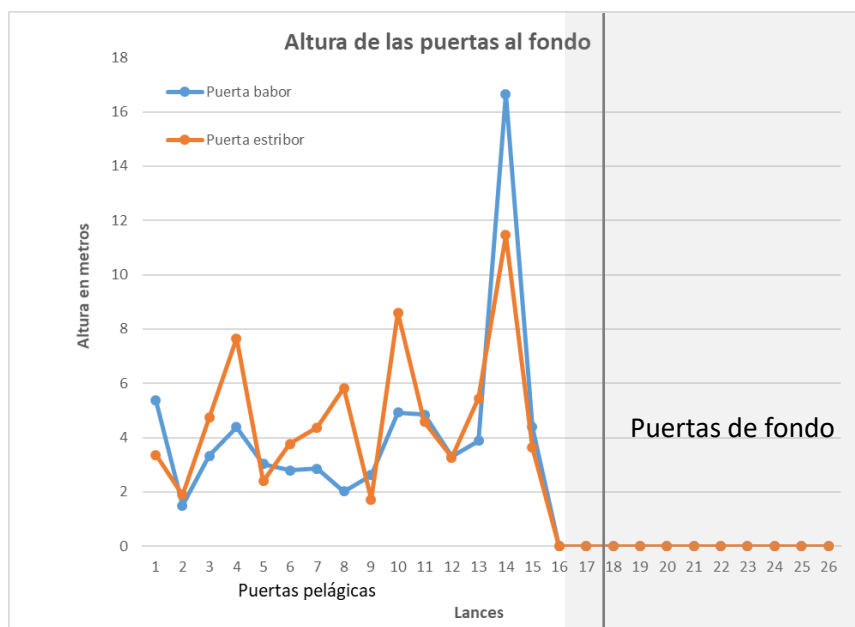


Gráfico 3. Altura de las puertas al fondo durante los lances con las puertas pelágicas (1 -15) y con las puertas de fondo (16-26)

Las figuras 13 y 14 presentan imágenes de las puertas pelágicas durante las pruebas experimentales.



Figura 6. Puerta pelágica modelo Type 23 de ThyborØn entrando en el agua durante la operación de largada.



Figura 6. Puerta Pelágica modelo Type 23 de ThyborØn trabajando durante la pesca de arrastre de fondo.

3.2 Fase de Observación electrónica

3.2.1 Distribución de los lances

La observación electrónica se llevó a cabo durante un total de 4 semanas, 20 días de pesca efectiva, durante los cuales se llevó a cabo un total de 71 lances que se distribuyeron como se muestra en la figura 15. Como la caballa ya estaba desapareciendo la mayor parte de los lances se realizó con aparejo de tipo demersal (58) y de ellos casi todos con las puertas pelágicas (54).

Tabla 12. Resumen de lances realizados con observación electrónica en función del tipo de arte y de puerta utilizados.

Arte de pesca	Puertas	Lances realizados
Gran abertura	Pelágicas	8
Gran abertura	De fondo	5
Demersal	Pelágicas	54
Demersal	De fondo	4

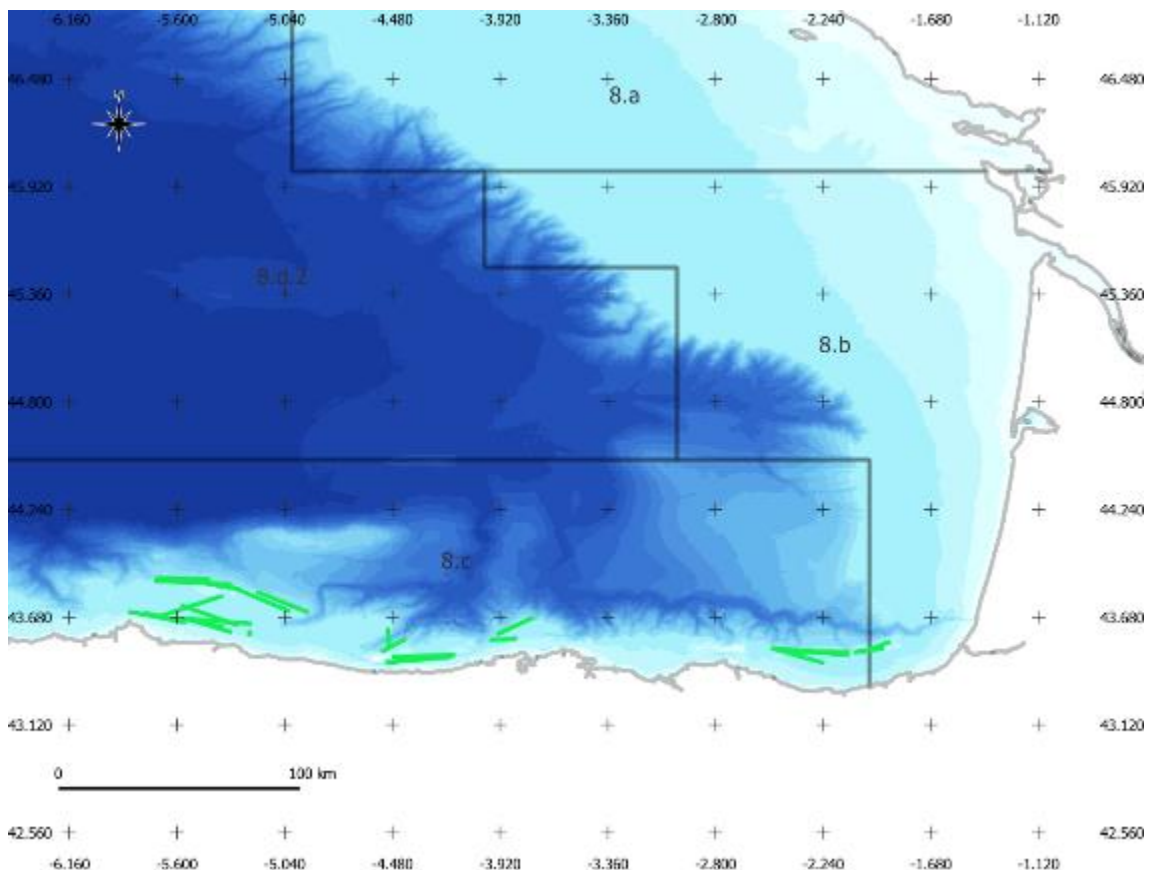


Figura 7. Posición geográfica de los lances realizados durante las cuatro semanas de la fase de observación electrónica.

**Tabla 12.** Características técnicas de los lances de los 71 lances realizados durante la fase con observación electrónica.

Lance	Fecha	Largada hora	Latitud larg deg	Longitud larg deg	Virada hora	Latitud vir deg	Longitud larg deg	Tiempo arrastre	Arte pesca	Puertas
1	22/04/2024	5:09	43,509918	-2,4555	9:21	43,494072	-2,1205	4:12	G abertura	fondo
2	22/04/2024	10:10	43,507175	-2,1505	13:25	43,50177	-2,4234	3:15	G abertura	fondo
3	22/04/2024	14:32	43,501953	-2,4295	19:25	43,515518	-2,2157	4:53	G abertura	fondo
4	23/04/2024	5:10	43,509472	-2,0686	9:33	43,517921	-1,7809	4:23	G abertura	fondo
5	23/04/2024	10:49	43,568016	-1,8907	16:46	43,553192	-2,0127	5:56	Raspita	fondo
6	23/04/2024	18:07	43,553146	-1,9240	19:31	43,509445	-2,0353	1:24	G abertura	fondo
7	23/04/2024	20:25	43,51963	-2,0148	22:51	43,547668	-2,1429	2:26	Raspita	fondo
8	24/04/2024	6:51	43,6464	-3,758	9:30	43,6019	-3,9126	2:38	Raspita	fondo
9	24/04/2024	11:34	43,4719	-4,2083	15:23	43,4746	-4,4685	3:48	Raspita	fondo
10	25/04/2024	0:29	43,6653	-5,5314	3:42	43,6155	-5,3303	3:12	Raspita	pelagicas
11	25/04/2024	5:23	43,593	-5,2069	8:29	43,6022	-5,2208	3:06	Raspita	pelagicas
12	25/04/2024	9:24	43,6231	-5,302	12:59	43,6651	-5,5356	3:34	Raspita	pelagicas
13	25/04/2024	14:04	43,6578	-5,584	18:36	43,7061	-5,8888	4:32	Raspita	pelagicas
14	25/04/2024	19:56	43,7615	-5,7198	0:47	43,694	-5,3887	4:51	Raspita	pelagicas
15	26/04/2024	1:41	43,6847	-5,3994	4:54	43,7068	-5,6208	3:13	Raspita	pelagicas
16	26/04/2024	5:43	43,7007	-5,6481	9:05	43,7019	-5,8631	3:22	Raspita	pelagicas
17	29/04/2024	4:35	43,4524	-4,4096	8:00	43,4821	-4,168	3:25	Raspita	pelagicas
18	29/04/2024	9:38	43,5575	-3,9396	10:49	43,5656	-3,8439	1:11	G abertura	pelagicas
19	29/04/2024	11:58	43,6114	-3,898	17:32	43,5954	-3,9263	5:34	Raspita	pelagicas
20	29/04/2024	22:16	43,5936	-3,087	0:09	43,627	-2,9995	1:52	Raspita	pelagicas
21	30/04/2024	5:14	43,5089	-2,4487	8:35	43,4889	-2,1569	3:20	G abertura	pelagicas
22	30/04/2024	9:38	43,4451	-2,2473	12:51	43,5195	-2,5096	3:12	G abertura	pelagicas
23	30/04/2024	15:31	43,5863	-2,9907	17:14	43,5719	-3,1104	1:43	Raspita	pelagicas
24	30/04/2024	18:13	43,563	-3,0735	20:42	43,512	-2,9618	2:29	Raspita	pelagicas
25	01/05/2024	1:03	43,5807	-3,7869	4:38	43,5206	-4,0047	3:34	Raspita	pelagicas
26	01/05/2024	5:51	43,6117	-3,8984	8:15	43,6754	-3,754	2:23	Raspita	pelagicas
27	01/05/2024	9:12	43,6438	-3,7713	10:14	43,6267	-3,8384	1:01	Raspita	pelagicas
28	01/05/2024	12:51	43,4866	-4,1989	16:44	43,4751	-4,4648	3:53	Raspita	pelagicas
29	01/05/2024	17:52	43,4472	-4,4862	19:29	43,459	-4,3358	1:36	G abertura	pelagicas
30	01/05/2024	21:26	43,5809	-4,5795	2:32	43,6407	-4,8832	5:05	Raspita	pelagicas
31	02/05/2024	4:36	43,7018	-5,1612	7:48	43,6861	-5,3849	3:12	Raspita	pelagicas
32	02/05/2024	8:35	43,6919	-5,3893	12:30	43,7198	-5,6464	3:55	Raspita	pelagicas
33	06/05/2024	0:50	43,6949	-5,6802	4:16	43,7697	-5,4649	3:26	Raspita	pelagicas
34	06/05/2024	5:44	43,8457	-5,3331	7:53	43,8663	-5,5144	2:09	G abertura	pelagicas
35	06/05/2024	9:19	43,879	-5,4872	12:01	43,8794	-5,7009	2:41	G abertura	pelagicas
36	06/05/2024	13:11	43,8529	-5,7356	15:14	43,7525	-5,7165	2:02	G abertura	pelagicas
37	06/05/2024	16:05	43,7494	-5,7049	21:29	43,6445	-5,3638	5:24	Raspita	pelagicas
38	06/05/2024	23:02	43,5898	-5,2032	2:08	43,5987	-5,2233	3:05	Raspita	pelagicas
39	07/05/2024	5:10	43,7227	-4,9378	9:30	43,8384	-5,27	4:19	G abertura	pelagicas
40	07/05/2024	10:54	43,7905	-5,3937	14:37	43,7186	-5,6463	3:43	Raspita	pelagicas
41	08/05/2024	0:01	43,4498	-4,4961	2:47	43,4774	-4,3192	2:45	Raspita	pelagicas
42	08/05/2024	3:53	43,4761	-4,3423	5:53	43,4906	-4,4744	1:59	Raspita	pelagicas
43	08/05/2024	7:02	43,4524	-4,4104	10:01	43,4696	-4,196	2:58	Raspita	pelagicas
44	08/05/2024	10:45	43,4867	-4,201	14:36	43,4749	-4,471	3:51	Raspita	pelagicas
45	08/05/2024	15:30	43,5127	-4,5083	17:14	43,5627	-4,4098	1:43	Raspita	pelagicas
46	08/05/2024	18:33	43,6632	-4,4896	0:43	43,6429	-4,8842	6:09	Raspita	pelagicas
47	09/05/2024	2:19	43,7091	-4,9632	3:29	43,7308	-5,0359	1:10	Raspita	pelagicas
48	09/05/2024	11:47	43,7522	-5,5191	14:59	43,8109	-5,3089	3:12	Raspita	pelagicas
49	09/05/2024	15:50	43,794	-5,3046	20:28	43,7157	-5,0235	4:38	Raspita	pelagicas
50	09/05/2024	21:38	43,7088	-4,9614	2:06	43,7936	-5,2482	4:28	Raspita	pelagicas
51	10/05/2024	3:48	43,6543	-5,2552	8:00	43,6706	-5,5444	4:12	Raspita	pelagicas
52	10/05/2024	9:30	43,6581	-5,5938	12:57	43,7172	-5,818	3:27	Raspita	pelagicas
53	13/05/2024	5:31	43,4525	-4,4021	8:44	43,4826	-4,1726	3:12	Raspita	pelagicas
54	13/05/2024	9:31	43,4716	-4,2174	12:57	43,4749	-4,4687	3:25	Raspita	pelagicas
55	13/05/2024	13:59	43,5142	-4,5049	15:33	43,5652	-4,4169	1:33	Raspita	pelagicas
56	13/05/2024	17:11	43,6077	-4,5405	22:04	43,641	-4,8814	4:53	Raspita	pelagicas
57	14/05/2024	0:41	43,6558	-5,2577	4:09	43,618	-5,2794	3:27	Raspita	pelagicas
58	14/05/2024	5:08	43,5904	-5,2036	8:12	43,6024	-5,2228	3:04	Raspita	pelagicas
59	14/05/2024	9:29	43,6225	-5,3498	12:47	43,6743	-5,5583	3:17	Raspita	pelagicas
60	14/05/2024	13:38	43,6569	-5,583	16:24	43,7003	-5,7718	2:46	Raspita	pelagicas
61	15/05/2024	2:45	43,731	-5,539	6:40	43,6416	-5,2927	3:55	Raspita	pelagicas
62	15/05/2024	7:43	43,5923	-5,202	10:43	43,6023	-5,2223	2:59	Raspita	pelagicas
63	15/05/2024	11:53	43,6195	-5,3445	15:09	43,673	-5,5559	3:15	Raspita	pelagicas
64	15/05/2024	15:59	43,6603	-5,5856	17:02	43,6779	-5,661	1:03	Raspita	pelagicas
65	16/05/2024	0:43	43,4494	-4,4905	3:13	43,4753	-4,3261	2:29	Raspita	pelagicas
66	16/05/2024	4:43	43,4763	-4,3392	6:43	43,4904	-4,4715	1:59	Raspita	pelagicas
67	16/05/2024	7:27	43,4749	-4,4417	10:50	43,47	-4,1973	3:22	Raspita	pelagicas
68	16/05/2024	11:32	43,4873	-4,2005	15:36	43,4456	-4,4955	4:03	Raspita	pelagicas
69	16/05/2024	16:47	43,5275	-4,5005	19:48	43,5115	-4,5094	3:00	Raspita	pelagicas
70	16/05/2024	23:24	43,5554	-5,138	3:51	43,5986	-5,2211	4:27	Raspita	pelagicas
71	17/05/2024	6:02	43,6598	-5,5897	9:35	43,7032	-5,8467	3:33	Raspita	pelagicas

3.2.2 Composición de la captura

La visualización de todas las cajas en la zona de la báscula permite identificar cada una de las especies presentadas.



El contenido en kg de las cajas se estima haciendo un sumatorio de todas ellas (teniendo en cuenta la especie).

Los descartes se visualizan en el momento del triado en el pantano. Se observa la composición de la captura contenida en el saco y se visualiza todo lo que se tira a la canaleta que desemboca en el trancañil por babor.

La zona de triado tiene tres compuertas que se abren y se cierran. La estimación de los descartes se realiza de la misma manera que a bordo.

Consideramos la mezcla homogénea y se visualizan tres momentos (principio, intermedio y final) en el que se cuenta todo lo descartado por una de esas compuertas durante un tiempo determinado.

Con la media de lo descartado en los tres momentos se extrapola al total del tiempo empleado en el triado de la captura.





Tabla 13. Pesos totales en kgs por especie retenida, descartada y descartada por obligación de desembarque, capturadas durante las 4 semanas con observación electrónica.

Especie	Descartada	Descartada OD	Retenida	Total general
Rajidae	1015	323	8155	9493
Capros aper		7681,2	922	8603,2
Micromesistius poutassou		5307	2993	8300
Scyliorhinidae	6848	63		6911
Trachurus spp		1028,5	5007	6035,5
Lepidorhombus spp		102,5	3994	4096,5
Merluccius merluccius		1502	2340	3842
Triglidae	1871	516	1300,5	3687,5
Scyliorhinus canicula	2		3173	3175
Lophius spp		83	3074	3157
Boops boops	971	274	1895	3140
Scomber scombrus		34,5	1690	1724,5
Ommastrephidae		4	1350	1354
Stichopus regalis			857	857
Polybius henslowii	300			300
Zeus faber	15		245,5	260,5
Mullus spp		2	253	255
Solea solea			159,7	159,7
Pagellus erythrinus			155,5	155,5
Pagellus acarne			119	119
Eledone cirrhosa			118	118
Scorpaena scrofa			92,5	92,5
Nephrops norvegicus			82	82
Conger conger		24	39	63
Octopus vulgaris			52	52
Loligo spp			51,5	51,5
Helicolenus dactylopterus		5,1	44	49,1
Trisopterus luscus	18		28	46
Macrouridae	36			36
Pagellus spp			34	34
Pagrus pagrus			32	32
Octopodidae			26	26
Trisopterus minutus	5		14	19
Diplodus spp			18	18
Trachinus draco	1	4	11	16
Sepia officinalis			12	12
Argentina sphyraena			10	10
Sparidae			10	10
Phycis blennoides			9	9
Lepidopus caudatus			7	7
Scophthalmus maximus			6,5	6,5
Galeorhinus galeus			6	6
Molva macrophthalma	6			6
cepola macrophthalma	3			3
Polyprion americanus			3	3
Torpedo spp	3			3
Serratus cabrilla	2			2
Total general	11096	16953,8	38388,7	66438,5

3.2.3 Distribución de tallas de la captura mediante automuestreo.

Para la distribución de tallas de la captura de combinó el método de la observación electrónica con el automuestreo. Esto es, los miembros de la tripulación tomaban muestras de distribución de tallas de las especies con un ictiómetro debajo de una de las cámaras que estaban instaladas en el barco, de tal forma que la visualización de cada ejemplar y del ictiómetro ha permitido tomar la talla de forma correcta.

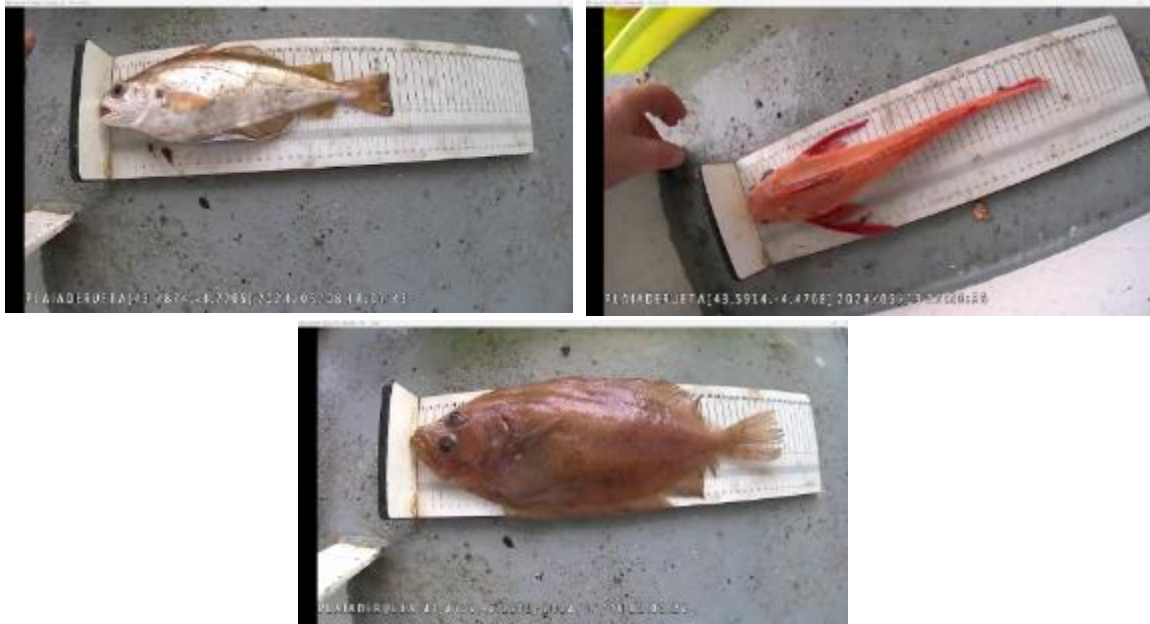


Figura 6. Imágenes de algunas de las mediciones llevadas a cabo por la tripulación del buque

Se tomaron muestras de tallas de un total de 213 individuos de 9 especies en 12 lances.

Las tablas con los datos de las distribuciones de tallas obtenidas mediante la combinación del automuestreo y la observación electrónica se muestran en el ANEXO 3.



4 CONCLUSIONES

Los resultados de la campaña experimental REDIPESCA2 han aportado información y conocimiento científico-técnico que puede servir para mejorar la pesquería de arrastre del caladero Cantábrico Noroeste. Se ha comprobado “in situ” la viabilidad de trabajar con un arte de gran abertura vertical (tipo semipelágico) utilizando unas puertas ThyborØn T23, las cuales no contactan con el fondo marino durante el arrastre.

Los rendimientos pesqueros en volumen por lance no se han visto afectados por el cambio de puertas. Aunque los resultados de los rendimientos de pesca indican pequeñas diferencias en la distribución de tallas de las capturas de caballa, estas probablemente sean debidas a que la mayor parte de la segunda marea se realizó en Ondárroa donde la abundancia y distribución de tallas de esta especie parece que era algo distinta.

En relación a los parámetros de comportamiento de aberturas del arte de pesca se observaron algunas diferencias. El arte de gran abertura dirigido a especies pelágicas experimenta mayor abertura vertical con las puertas pelágicas. Por el contrario, la abertura de puertas promedio es sensiblemente menor, esto está relacionado con que para alcanzar una altura optima de 10-12 para una velocidad más o menos constante de cuatro nudos, las puertas pelágicas necesitan mucho menos cable largado que las puertas de fondo, lo cual hace que las puertas tiendan a abrir menos en la horizontal.

Las medidas de consumo realizadas en los 10 lances que se han podido realizar de forma apareada arrojaron datos concluyentes. El consumo instantáneo promedio las puertas pelágicas se redujo 28,35 L/h respecto a las puertas de fondo (pasando de un promedio de 143,8 a 115,5) lo que supone una reducción de consumo del 19,7. El efecto de la eliminación de la fricción sobre el fondo junto con una disminución de la necesidad de cable largado de en torno a 200 metros en promedio implica, como cabía esperar, una disminución significativa del consumo.

Los valores obtenidos en las pruebas sobre altura de las puertas pelágicas respecto al fondo han sido de entre 1,5 y 16,7 metro. Lo cual indica que se eliminó el efecto de erosión de las puertas sobre el fondo, durante todo el proceso de arrastre.

Las puertas pelágicas ThyborØn T23 tienen menor coeficiente de resistencia y mayor coeficiente de expansión que las usadas tradicionalmente por la flota, lo que ha permitido mejorar la eficiencia hidrodinámica y eliminar la fricción sobre el fondo marino tanto de las puertas como de la parte de los cables más próximo a ellas. Esta potencial reducción del impacto sobre el fondo marino y mejora en la eficiencia de apertura vertical y de volumen de agua filtrado del arte semipelágico, se ha obtenido sin pérdida sensible de los rendimientos pesqueros.

Las dificultades técnicas para la realización de los lances alternos exactamente iguales en su totalidad, que otorgasen mayor robustez a los datos obtenidos, plantean la necesidad de seguir realizando estudios para la mejora de la pesquería, con el objetivo de mejorar la eficiencia económica y pesquera, así como reducir el impacto en los fondos marinos.

La colaboración entre los diferentes agentes implicados en la pesca de arrastre del Cantábrico Noroeste (sector pesquero, administración y centros de investigación) ha demostrado ser eficaz en el desarrollo y la transferencia de tecnología, que permite la implantación de sistemas innovadores en las pesquerías.

Los resultados pueden ser de importancia para compatibilizar la pesca de arrastre de fondo con la conservación de los ecosistemas bentónicos y para conseguir que esta pesquería sea económica y ecológicamente sostenible.



5 Referencias

- Anónimo.- 2010. Mejora de la Eficiencia, la sostenibilidad y el beneficio de la flota pesquera de arrastre catalana. Resumen Ejecutivo. Generalitat de Catalunya, Universitat Politècnica de Catalunya, Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos y TRAGSATEC, 39 pp.
- Gagnon M., D. Cotton, G. Myre & M. Paré.- 2011. Trials of Thyborøn 15VF doors on two ACPG shrimp trawlers. ACPG Innovations. Technical Report, 11-01: 43 pp.
- Massutí E., Mayans A., Grau A.M., Moreno M., Soler I., Ordines F., Vidal E.M. Valls M., Melcior G., Salom S., Morro G., Morilla A., Sales M., Moranta J., 2011. Informe Técnico: Nuevo sistema para reducción del impacto de la pesca de arrastre de fondo en las costas españolas del Mediterráneo.
- Pope J. A., A. R. Margetts; J. Hamley y E. F. Akyüz. 1983. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Parte 3. Selectividad del arte de pesca. FAO. Doc. Téc. Pesca, Roma, 41(1): 1-56.
- Reglamento (UE) n.º 1380/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2013, sobre la política pesquera común, por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 1954/2003 y (CE) n.º 1224/2009 del Consejo, y se derogan los Reglamentos (CE) n.º 2371/2002 y (CE) n.º 639/2004 del Consejo y la Decisión 2004/585/ CE del Consejo.
- Rochet M.-J., Arregi, L., Fonseca, T., Pereira, J., Pérez, N., Ruiz, J., and J. Valeiras, 2014. Demersal discard atlas for the South Western Waters. 121 pp.
- Valeiras, J., Pérez, N., Araujo, H., Salinas, I. y J.M. Bellido, 2014. Atlas de los descartes de la flota de arrastre y enmalle en el caladero nacional Cantábrico-Noroeste. Instituto Español de Oceanografía. 122pp
- Wileman, D. A., Ferro, R. S. T., Fonteyne, R., and Millar, R. B. 1996. Manual of methods of measuring the selectivity of towed fishing gears. ICES Cooperative. Res. Rep. No. 215. Copenhagen. 126 p.



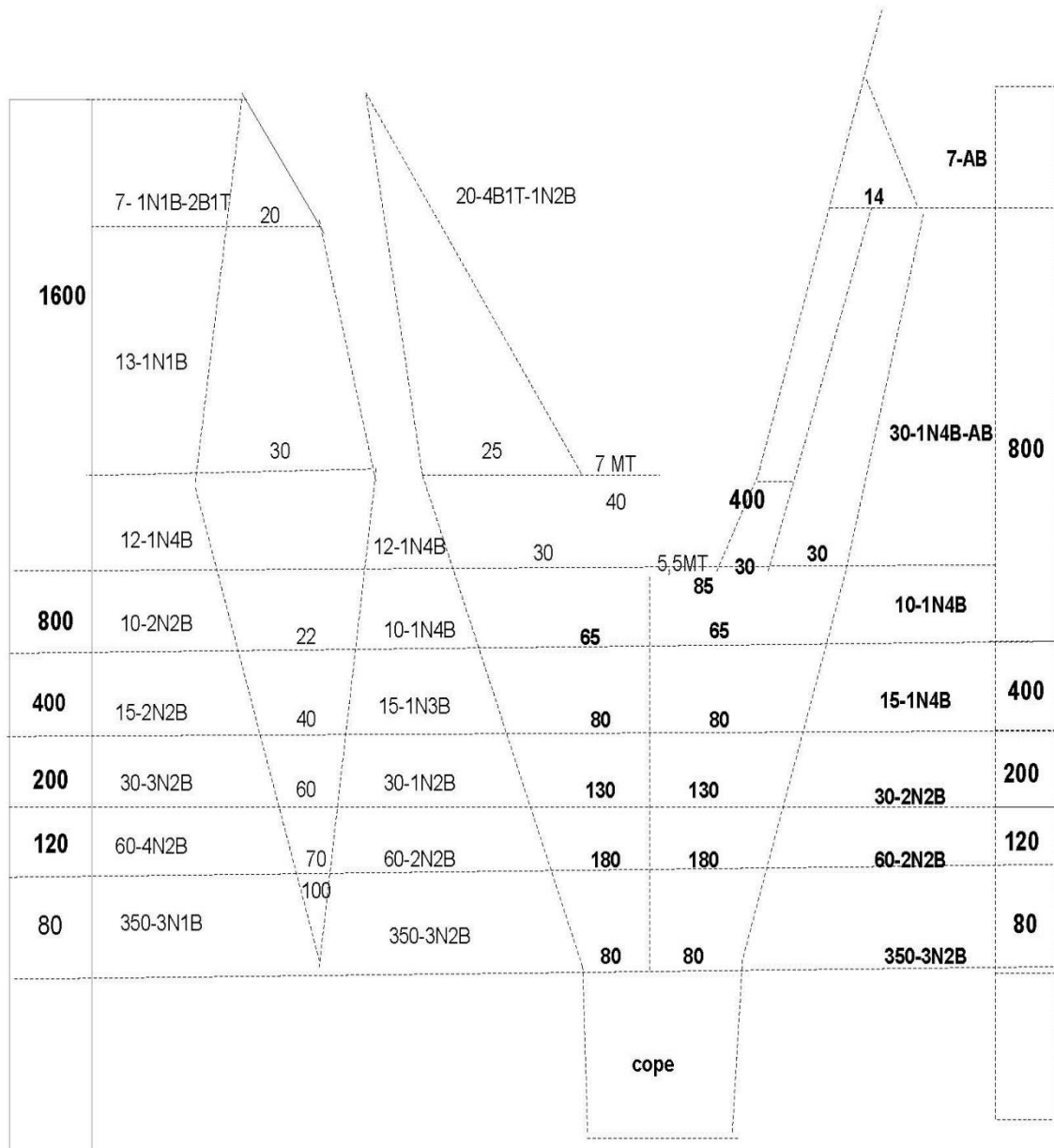
ANEXO 1: Listado de especies capturadas durante las campañas.

GRUPO	COD. ESP.	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CÓDIGO FAO
PECES	10014	Lamna nasus	Cailón	POR
	10018	Galeus spp	Bocanegras	GAU
	10022	Scyliorhinus canicula	Pintarroja	SYC
	10090	Raja clavata	Raya de clavos	RJC
	10091	Raja montagui	Raya pintada	RJM
	10092	Leucoraja naevus	Raya santiaguesa	RJN
	10114	Chimaera monstrosa	Quimera	CMO
	10173	Argentina sphyraena	Peón	ARY
	10220	Conger conger	Congrio	COE
	10260	Molva macrophthalma	Maruca española	SLI
	10262	Phycis blennoides	Bertorella de fango	GFB
	10275	Trisopterus minutus	Faneca menor	POD
	10276	Trisopterus luscus	Faneca	BIB
	10277	Micromesistius poutassou	Bacaladilla	WHB
	10283	Merluccius merluccius	Merluza europea	HKE
	10320	Zeus faber	Pez de san Pedro	JOD
	10323	Capros aper	Ochavo	BOC
	10389	Polyprion americanus	Cherna	WRF
	10414	Trachurus trachurus	Jurel	HOM
	10487	Pagellus bogaraveo	Besugo	SBR
	10488	Pagellus erythrinus	Breca	PAC
	10489	Pagellus acarne	Aligote	SBA
	10494	Diplodus sargus sargus	Sargo	SWA
	10507	Spondylusoma cantharus	Chopa	BRB
	10522	Boops boops	Boga	BOG
	10541	Mullus surmuletus	Salmonete de roca	MUR
	10579	Trachinus draco	Escorpión	WEG
	10642	Scomber scombrus	Caballa	MAC
	10716	Scorpaena porcus	Rascacio	BBS
	10717	Scorpaena scrofa	Cabracho	RSE
	10720	Scorpaena notata	Escórpora	SNQ
	10723	Helicolenus dactylopterus	Gallineta	BRF
	10726	Triglidae	Rubios	GUX
	10792	Microchirus variegatus	Soldada	MKG
	10799	Lepidorhombus whiffiagonis	Gallo del norte	MEG
	10800	Lepidorhombus boscii	Gallo	LDB
	10816	Mola mola	Pez luna	MOX
	10822	Lophius piscatorius	Rape blanco	MON
	10823	Lophius budegassa	Rape negro	ANK
	11053	Gaidropsarus macrophthalmus	Barbada de tres barbas	GGR
	11168	Solea solea	Lenguado	SOL
CRUSTACEOS	20077	Plesionika heterocarpus	Camarón flecha	LKO
	20157	Polybius henslowii	Patelo	QPH
	20182	Munida spp	Invasores	UEX
	20192	Polychaetes typhlops	Polychaetes	JLB
MOLUSCOS	30143	Rossia macrosoma	Globito robusto	ROA
	30159	Sepia officinalis	Sepia	CTC
	30160	Sepia elegans	Choquito	EJE
	30161	Sepia orbignyana	Choco	IAR
	30166	Loligo spp	Calamares	SQC
	30170	Todaropsis eblanae	Volador costero	TDQ
	30177	Illex coindetii	Pota	SQM
	30188	Octopus vulgaris	Pulpo de roca	OCC
	30189	Eledone cirrhosa	Pulpo blanco	EOI
EQUINODERMOS	40041	Asteroidea	Estrellas de mar	STF
	40044	Echinoidea	Erizos de mar	URX
	40059	Parastichopus regalis	Espardeña	JCR
	40085	Ophiuroidea	Ofiuras	OWP
POLIQUETOS	50018	Aphrodita aculeata	Ratón	AKW
OTRAS ESPECIES	60010	Actinauge richardi	Patata	KKL



ANEXO 2: Arte de pesca

Figura 1. Plano del aparejo de gran abertura vertical de tipo semipelágico, dirigido a e especies pelágicas en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_MDP_ $\geq$ 55) del buque Praia de Rueta (Burela).



RED Nº10 71-76,3 MT PLAIA DE RUETA



Tabla1. Características de armado del aparejo de arrastre de tipo semipelágico de arrastre de fondo con puertas dirigidos a especies pelágicas en el caladero Cantábrico-Noroeste (OTB_MDP_>=55) del buque Praia de Ruela (Burela).

Buque:		Plaia de Ruela	Medidas
Nombre Arte de pesca:	Tipo Semipelágico		*Indicar unidad medida
Nº planos/caras:	4		
Dimensiones	Longitud viento costado	2 vientos de 100 m	
	Longitud boca burlón	76,3 m	
	Longitud relinga corcho	71 m	
	Abertura vertical		
Tamaño luz de malla (mm)	Copo	72 mm	
	Manga	80-100 mm	
	Alas	1600 mm	
	Visera	800-1600 mm	
	Costados	80-120-200-400-800-1600	
Grosos de hilo (Torzal en mm)	Copo	4 mm Doble	
	Manga	4,2 mm	
	Alas	4,2 mm	
	Visera	4,2 mm	
	Costados	1,7-2,1-3,1-3,8-4,2	
Malletas y vientos	Material malletas	cable-polyesteel	
	Longitud malletas	300 mt	
	Grosor malletas	46 mm	
	Nº vientos	2	
	Longitud vientos	100 m	
	Grosor vientos	18-24 mm	
Relinga plomo	Composición burlón (forrado/alma)	Cable 23 mm forrado Polyester	
	Longitud burlón	76,3	
	Peso burlón	500 Kgs	
	Diámetro burlón	63 mm	
Relinga corcho	Material	Tralla de 20 mm RANDERS	
	Longitud relinga	71 m	
	Flotabilidad total	60 bolos de 280mm	
	Flotabilidad por boya		
	Nº boyas	60 grandes	
Copo	Nº caras	2	
	Nº mallas por cara	75x300 mallas	
	Malla	72 mm	
Puertas	Tipo de puerta	Oval FOIL	
	Superficie	3,5	
	Peso	650 Kgs	
	Marca	Morgere	

ANEXO 3: Puertas de arrastre

Figura 1. Puerta de arrastre de fondo Morgere y puerta de arrastre pelágico Thyboron



Modelo	Thyborøn type23	Thyborøn T23 menor ángulo	Oval FOIL
Ángulo de ataque	36,1	27	27
Cl value	2,39	2,07	1,22
CD value	1,04	0,44	0,75
Cl/CD	2,30	4,70	1,63
Modelo	Thyborøn type14	Thyborøn T14 menor ángulo	Oval FOIL
Area m2	2,50	2,50	3,5
Modelo	Thyborøn type14	Thyborøn T14 menor ángulo	Polyvalent Oval
Abertura kg	1315	1139	1096
Resistencia kg	572	242	674
CL/CD	2,30	4,70	1,63

Tabla 1. Tabla comparativa teniendo en cuenta la velocidad de trabajo habitual de los barcos de la armadora
(Fuente: Técnicas del Mar Vigo S.L.)



ANEXO 4: Tablas de parámetros técnicos de aberturas vertical del arte, distancia entre puertas y consumos recogidos a bordo durante el arrastre.

Tabla 1. Parámetros descriptivos ofrecidos por los sensores, que recogen el comportamiento de las puertas y los parámetros relacionados con el consumo de combustible durante el arrastre. Se registraron los valores ofrecidos por los sensores cada 30 minutos durante los arrastres.

Lance	Abertura puertas	Altura puerta babor	Altura puerta estribor	Velocidad (n)	RPM	Consumo instan (l/h)	Temperatura escapes (°C)
1	145,00	7,1	4,7	3,8	1010	112	480
1	139,00	2,3	2,9	3,7	1030	118	480
1	140,20	6,7	2,5	3,8	1030	120	475
2	151,00	1,5	1,9	3,9	1030	120	490
3	162,30	1,7	6,5	4,0	1025	114	490
3	155,50	7,3	4,6	4,0	1020	110	490
3	149,80	1,2	6,1	3,8	1042	120	495
3	145,80	1,7	6,5	3,9	1043	123	495
3	153,60	2,1	2,9	4,2	1037	121	495
3	151,90	6,0	1,8	4,0	1039	121	490
4	135,30	2,0	4,1	3,7	1074	127	476
4	145,50	1,9	3,9	3,8	1086	140	490
4	141,70	1,8	2,0	3,8	1084	135	481
4	131,50	1,9	8,6	3,7	1136	160	490
4	129,10	2,8	1,9	3,4	1129	156	503
4	129,10	2,0	4,1	3,6	1130	155	490
4	130,50	2,5	6,2	3,7	1130	159	485
4	121,00	1,9	14,6	3,8	1175	175	512
4	133,60	12,6	12,4	4,0	1176	169	495
4	134,50	14,4	18,7	3,8	1143	170	508
5	139,30	7,4	1,5	3,9	1035	118	481
5	154,00	4,5	4,7	3,9	1033	119	482
5	138,00	3,1	4,2	4,0	1035	118	482
5	146,00	3,5	2,1	3,8	1032	117	483
5	141,00	0,5	3,9	3,8	1030	115	495
5	149,10	4,4	1,0	4,1	1032	115	495
5	141,10	0,3	1,1	3,7	1035	121	485
5	150,30	2,5	1,1	3,7	1032	122	481
5	141,10	1,1	2,0	3,8	1042	121	485
6	138,70	1,9	5,0	4,0	1045	124	476
6	137,10	3,8	4,4	3,9	1051	124	495
6	135,60	2,7	1,9	3,9	1045	128	485
7	144,00	3,5	6,0	3,9	1053	121	485
7	144,60	2,8	2,9	3,9	1073	132	485
7	138,70	1,7	2,5	4,0	1048	121	481
7	139,60	3,4	6,1	4,1	1063	128	495
8	141,40	0,4	4,4	4,0	1018	111	485
8	146,00	1,2	2,5	4,0	1020	112	484
8	141,30	1,1	3,5	4,0	1050	123	495
8	140,10	0,5	2,3	3,9	1052	123	481
8	138,70	1,3	3,7	4,0	1073	130	499
8	140,40	2,5	9,5	4,3	1082	137	503
8	139,00	7,1	14,9	4,2	1112	151	506
9	152,40	1,9	1,0	3,9	974	99	472
9	154,90	1,7	1,1	4,1	982	100	481
9	144,90	3,6	1,5	3,7	966	98	495
9	137,10	5,5	1,6	3,9	973	97	490
9	145,30	0,4	3,4	3,8	1008	111	499
10	142,00	5,2	16,2	4,1	1042	120	476
10	140,00	4,2	3,9	4,1	1020	112	495
10	145,50	4,7	5,6	4,0	1020	112	495
10	134,40	5,6	8,7	4,0	1051	124	499
11	155,40	4,3	5,4	4,0	1077	132	485
11	157,00	3,2	3,1	3,9	1043	122	486
11	143,00	2,1	3,0	3,9	1022	121	485
11	147,60	2,9	3,1	3,9	1012	114	485
11	135,00	16,6	4,3	4,0	1015	111	495
11	131,40	2,6	3,3	3,9	997	105	490
11	131,20	3,4	6,9	4,0	1009	108	495
11	128,40	3,5	4,6	4,0	1004	108	490
11	133,90	5,0	7,5	4,0	1003	108	495
12	155,40	1,4	1,7	3,5	1043	120	485



Lance	Abertura puertas	Altura puerta babor	Altura puerta estribor	Velocidad (n)	RPM	Consumo instan (l/h)	Temperatura escapes (°C)
12	154,00	3,1	1,9	3,7	1050	124	485
12	159,00	5,4	6,2	3,8	1050	126	486
13	143,10	5,6	13,3	3,8	993	105	490
13	144,60	3,1	1,3	4,1	994	108	481
13	140,20	2,4	2,9	4,0	1011	114	490
13	137,80	6,2	6,7	4,2	988	105	499
13	132,30	4,0	6,3	4,0	983	102	495
13	133,90	2,0	3,8	3,9	960	92	485
13	134,80	2,7	6,3	3,9	975	96	499
13	130,50	5,1	3,0	3,9	988	106	499
14	152,70	13,8	8,7	3,6	1068	129	485
14	151,50	14,0	14,3	3,7	1073	134	503
14	145,90	17,0	6,1	3,7	1073	133	503
14	152,50	16,2	7,5	3,6	1081	138	485
14	151,20	17,9	11,8	4,0	1111	148	495
14	146,40	21,1	20,4	4,0	1155	170	503
15	159,00	6,7	5,2	3,8	1050	127	476
15	153,70	0,3	1,0	3,8	1064	128	476
15	151,80	5,8	3,9	3,9	1125	154	495
15	147,70	4,5	4,3	4,0	1114	144	503
15	152,20	5,9	5,7	3,9	1083	136	508
15	144,30	3,1	1,7	3,6	1061	128	490
16	146,40	0,8	1,3	4,0	1068	131	495
16	160,60	1,4	8,3	3,9	1067	129	490
16	157,60	1,3	0,3	4,2	1113	150	503
16	151,60	0,3	1,9	4,2	1109	149	499
16	157,30	1,1	3,7	4,3	1117	150	495
17	162,69	0,3	0,7	3,9	1018	120	495
17	164,70	0,2	0,0	4,1	1037	119	490
17	168,40	0,2	0,0	3,9	1036	121	490
17	162,40	0,4	0,4	4,0	1035	120	495
17	161,00	0,3	0,4	4,0	1035	122	499
18	158,50	0,5	0,5	3,9	1074	132	503
18	163,00	0,3	1,1	3,8	1064	132	495
18	163,20	0,3	1,5	4,0	1092	144	512
18	158,20	0,0	0,0	4,0	1094	139	513
18	159,80	0,0	0,0	4,0	1083	138	499
18	152,70	0,0	0,0	4,1	1093	144	508
18	146,40	0,0	0,0	4,0	1088	142	495
18	153,10	0,2	0,1	3,9	1067	132	503
18	150,10	0,4	0,7	4,0	1080	146	508
18	152,70	0,1	0,4	3,9	1074	141	506
18	150,10	0,1	0,2	4,0	1075	142	507
18	152,30	0,5	0,3	4,0	1074	141	506
19	160,80	0,3	1,2	4,1	1080	133	499
19	166,50	1,1	4,0	3,9	1088	142	508
19	163,90	0,2	2,7	4,0	1089	141	495
19	154,20	4,7	0,9	4,1	1097	143	499
19	151,30	1,4	2,9	4,2	1133	159	508
19	147,90	1,4	1,2	4,1	1116	147	495
19	152,70	0,2	1,3	4,2	1109	147	499
19	153,60	0,6	0,3	4,1	1104	152	503
19	155,10	0,5	1,0	3,9	1105	150	508
19	154,20	0,3	3,8	3,9	1104	150	495
19	148,60	5,5	0,6	4,1	1107	152	495
19	143,80	0,8	0,3	3,9	1106	150	499
19	150,60	0,4	1,4	3,9	1104	148	503
20	165,90	0,3	1,3	4,0	1098	143	490
20	160,50	0,3	0,3	4,0	1094	142	503
21	167,10	1,2	2,3	4,1	1089	137	495
21	166,20	0,8	0,2	3,9	1085	137	503
21	163,20	0,2	0,7	3,9	1082	137	499
21	167,20	0,7	4,4	3,9	1100	149	495
21	154,30	1,4	1,7	4,0	1107	145	499
21	162,60	0,5	0,7	3,9	1105	148	490
21	155,40	6,5	2,0	3,9	1100	147	508
21	167,60	0,6	0,2	4,0	1123	159	512
21	156,70	0,5	0,6	4,0	1134	157	508
22	171,10	2,4	2,7	4,1	1074	133	495
22	177,00	1,1	5,4	3,9	1072	129	490
22	153,70	0,3	2,4	3,7	1067	126	481



Lance	Abertura puertas	Altura puerta babor	Altura puerta estribor	Velocidad (n)	RPM	Consumo instan (l/h)	Temperatura escapes (°C)
22	166,20	11,8	11,2	4,2	1064	120	490
22	167,50	8,0	5,3	3,9	1067	128	495
22	173,70	1,9	2,6	3,7	1063	126	481
22	170,20	4,2	8,5	4,1	1094	148	499
22	169,50	3,9	1,5	4,1	1108	147	503
22	169,50	8,6	15,5	4,1	1109	147	499
22	148,40	6,7	11,0	4,0	1107	146	490
22	145,80	6,7	12,1	4,0	1103	146	512
22	162,40	4,6	4,5	4,1	1124	158	512
23	176,80	0,3	2,1	3,9	1094	139	495
23	141,80	0,3	4,1	4,0	1105	149	499
23	171,00	1,0	2,3	3,9	1114	147	512
23	168,60	0,6	1,9	3,9	1092	153	508
23	167,50	1,0	1,5	3,9	1097	143	503
23	163,80	3,4	9,2	4,1	1124	154	499
24	172,60	0,2	4,8	3,7	1063	128	490
24	174,10	0,7	0,4	3,8	1070	129	490
24	163,50	18,0	0,3	4,0	1088	142	495
24	172,80	1,0	6,0	4,0	1077	134	503
24	162,30	13,5	23,7	4,0	1084	138	499
24	169,80	1,0	5,4	3,9	1062	130	495
24	160,20	2,5	16,7	4,1	1084	134	508
25	168,30	9,5	13,9	4,1	1078	135	495
25	154,30	0,3	14,3	4,0	1105	144	495
25	163,90	0,2	5,5	4,0	1107	146	495
25	161,00	2,8	2,6	4,1	1103	144	499
25	160,90	8,2	9,4	4,1	1099	148	503
25	167,40	10,6	20,2	4,1	1105	145	503
25	158,40	13,3	2,3	4,0	1135	166	508
25	158,80	1,8	11,3	3,7	1048	128	485
26	169,60	1,6	4,3	3,8	1060	128	499
26	165,40	0,2	1,1	3,9	1067	127	490
26	165,10	2,9	6,4	4,2	1130	156	495
26	164,40	0,2	4,8	4,0	1073	127	490
26	163,30	2,3	2,3	4,0	1070	135	490
26	163,50	0,7	8,0	3,9	1095	147	512
26	161,30	0,4	4,3	4,1	1104	147	503
26	151,30	1,5	0,4	4,2	1105	146	508
26	157,00	0,7	1,1	3,9	1078	137	508
26	151,10	1,9	6,5	4,0	1098	147	499
26	149,20	0,7	9,9	4,2	1053	121	490



Tabla2. Valores de los parámetros relacionados con la abertura vertical de la red recogidos por el ojo de red.

Lance	Profundidad (m)	Velocidad (n)	Puertas	Abertura vertical red		Cable largado (m)
				Mínima	Máxima	
1	62,9	3,8	Pelágicas	12,0	12,5	450,0
2	59	3,9	Pelágicas	11	12	400,0
3	66,4	4	Pelágicas	7,4	9,8	450,0
4	58,4	3,8	Pelágicas	10,6	12,7	400
5	62	3,9	Pelágicas	11,2	11,7	450
6	58	4	Pelágicas	11,6	12,1	400
7	55	3,9	Pelágicas	10,9	12,5	400
8	54,2	4	Pelágicas	9,5	10,7	400
9	68	3,9	Pelágicas	7,3	8,9	400
10	54,8	4,1	Pelágicas	11,5	13,2	400
11	57,5	4	Pelágicas	10,7	12,8	450
12	70,5	3,7	Pelágicas	10,7	12,2	500
13	54,5	3,8	Pelágicas	11,7	13,2	400
14	52,4	3,7	Pelágicas	10,3	11,3	400
15	61,1	3,8	Pelágicas	9,6	10,8	450
16	61,5	4	Fondo	8,3	13,3	600
17	37,3	3,9	Fondo	10,8	12	600
18	65,3	3,9	Fondo	8,5	11,3	550
19	55,9	4,1	Fondo	9,5	10,7	550
20	55,9	4,2	Fondo	9,1	10,5	550
21	62	4,1	Fondo	10,4	11,6	650
22	82	4,1	Fondo	8,6	10,8	700
23	82,1	3,9	Fondo	9,5	10,3	650
24	72,7	3,7	Fondo	9	10,2	700
25	83	4,1	Fondo	9	11,5	650
26	90,2	3,8	Fondo	9,8	10,7	650



ANEXO 5. Tablas de datos obtenidos durante las mareas con observación electrónica y automuestreo.

Tabla 1. Tablas de distribuciones de tallas obtenidas con automuestreo y observación electrónica.

COD	Fecha	Lance	Tipo	Especie	Talla	N.muestra
1	22/04/2024	1	Retenida	bacaladilla	24	9
2	22/04/2024	1	Retenida	bacaladilla	25	12
3	22/04/2024	1	Retenida	bacaladilla	26	5
4	22/04/2024	1	Retenida	bacaladilla	27	1
5	22/04/2024	1	Retenida	merluza	28	2
6	22/04/2024	1	Retenida	merluza	29	3
7	22/04/2024	1	Retenida	merluza	31	1
8	22/04/2024	1	Retenida	merluza	32	2
9	22/04/2024	1	Retenida	merluza	34	4
10	22/04/2024	1	Retenida	merluza	35	1
11	22/04/2024	1	Retenida	merluza	36	2
12	22/04/2024	1	Retenida	merluza	37	3
13	22/04/2024	1	Retenida	merluza	38	1
14	22/04/2024	1	Retenida	merluza	41	2
15	22/04/2024	1	Retenida	merluza	44	1
16	22/04/2024	1	Retenida	merluza	62	1
17	22/04/2024	3	Retenida	caballa	33	1
18	22/04/2024	3	Retenida	caballa	35	2
19	22/04/2024	3	Retenida	caballa	36	5
20	22/04/2024	3	Retenida	caballa	37	8
21	22/04/2024	3	Retenida	caballa	38	9
22	22/04/2024	3	Retenida	caballa	39	11
23	22/04/2024	3	Retenida	caballa	40	3
24	22/04/2024	3	Retenida	caballa	42	1
25	30/04/2024	21	Retenida	caballa	31	1
26	30/04/2024	21	Retenida	caballa	33	1
27	30/04/2024	21	Retenida	caballa	35	2
28	30/04/2024	21	Retenida	caballa	36	2
29	30/04/2024	21	Retenida	caballa	37	2
30	30/04/2024	21	Retenida	caballa	38	1
31	30/04/2024	21	Retenida	caballa	39	5
32	30/04/2024	21	Retenida	caballa	40	2
33	08/05/2024	35	Retenida	Triglido	43	1
34	08/05/2024	35	Retenida	Triglido	44	1
35	08/05/2024	35	Retenida	Sargo	32	1
36	08/05/2024	35	Retenida	Breca	30	1
37	08/05/2024	35	Retenida	Breca	32	1
38	08/05/2024	35	Retenida	Gallo	23	1
39	08/05/2024	35	Retenida	Gallo	30	1
40	08/05/2024	35	Retenida	Gallo	43	1
41	08/05/2024	35	Retenida	Faneca	30	1
42	08/05/2024	35	Retenida	San Pedro	45	1
43	09/05/2024	49	Retenida	Triglido	38	1
44	09/05/2024	49	Retenida	Triglido	39	4
45	09/05/2024	49	Retenida	Triglido	40	1
46	09/05/2024	49	Retenida	Triglido	42	1
47	10/05/2024	51	Retenida	caballa	36	1
48	10/05/2024	51	Retenida	caballa	37	4
49	10/05/2024	51	Retenida	caballa	38	1
50	10/05/2024	51	Retenida	caballa	39	5
51	10/05/2024	51	Retenida	caballa	40	3
52	10/05/2024	51	Retenida	caballa	41	2
53	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	17	1
54	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	18	1
55	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	19	1
56	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	21	5



COD	Fecha	Lance	Tipo	Especie	Talla	N.muestra
57	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	22	4
58	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	23	3
59	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	24	4
60	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	25	6
61	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	26	2
62	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	27	1
63	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	29	1
64	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	30	1
65	13/05/2024	53	Retenida	Gallo	36	1
66	13/05/2024	54	Retenida	caballa	34	1
67	13/05/2024	54	Retenida	caballa	35	2
68	13/05/2024	54	Retenida	caballa	36	1
69	13/05/2024	54	Retenida	caballa	37	4
70	13/05/2024	54	Retenida	caballa	38	3
71	13/05/2024	54	Retenida	caballa	39	4
72	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	29	1
73	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	30	1
74	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	34	1
75	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	35	1
76	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	38	1
77	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	39	1
78	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	42	2
79	13/05/2024	55	Retenida	Triglido	45	1
80	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	31	1
81	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	33	1
82	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	38	1
83	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	43	1
84	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	47	1
85	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	51	1
86	14/05/2024	58	Retenida	San Pedro	53	1
87	14/05/2024	59	Retenida	Breca	24	1
88	14/05/2024	59	Retenida	Breca	25	2
89	14/05/2024	59	Retenida	Breca	26	2
90	14/05/2024	59	Retenida	Breca	28	1
91	14/05/2024	59	Retenida	Breca	32	1
92	14/05/2024	60	Retenida	Sargo	27	2
93	14/05/2024	60	Retenida	Sargo	28	1
94	14/05/2024	60	Retenida	Sargo	30	1
95	14/05/2024	60	Retenida	Sargo	31	1



Tabla 2. Valores de los parámetros técnicos relacionados con el comportamiento de las puertas y red de tipo semipelágico, obtenidas con cámaras de observación electrónica.

Lance	Profundidad (br)	Velocidad (n)	Puertas	Apertura puertas Mínimo	Máximo	Altura puertas	Abertura vertical red Mínimo	Máximo	Cable (m)
27	84	3,5	Fondo	156	162,0	0,0	10,0	11,5	600,0
28	89	3,8	Fondo	159	168,0	0,0	10,5	11,5	650,0
29	122	3,8	Fondo	145	163,0	0,0			650,0
30	60	3,7	Fondo	154	163,0	0,0	9	11	650,0
31	86	3,9	Fondo	160	162,0	0,0			600,0
33	61,5	3,9	Pelágicas	147	152,0	1,1			550,0
36	83	3,9	Pelágicas	167	183,0	2,5	9	10,5	700,0
37	73,6	3,9	Pelágicas	167	184,0	1,8			650,0
40		4	Pelágicas	154	169,0	1,1	9,8	11	550,0
41	90	4	Pelágicas	150	169,0	1,0			
42	129	4	Pelágicas	160	170,0	1,0			600,0
44		4	Pelágicas	160	172,0	1,0			750,0
45	122	4	Pelágicas	163	170,0	1,0			850,0
47	130	4,1	Pelágicas	160	173,0	1,5			

Tabla 3. Valores de los parámetros técnicos relacionados con el consumo de combustible con la red de tipo semipelágico, obtenidas con cámaras de observación electrónica.

Lance	Apertura puertas	Velocidad (n)	RPM	Consumo (l/h)	Temperatura escapes (°C)
27	156,0	3,5	1050	126	488
27	162,0	3,5	1044	122	485
27	160,0	3,5	1051	125	485
27	160,0	3,5	1055	124	485
28	168,0	3,8	1020	115	499
28	159,0	3,8	1026	116	490
28	163,0	3,8	1023	115	495
28	160,0	3,9	1024	116	490
28	148,0	3,7	1019	117	481
29	163,0	3,8	1040	116	493
29	145,0	3,8	1040	117	495
29	152,0	3,4	1043	120	500
29	156,0	3,5	1049	121	485
29	146,0	3,6	1050	130	449
30	160,0	3,7	1015	110	490
30	154,0	3,4	1036	120	485
30	165,0	3,8	1038	123	486
30	163,0	3,7	1039	123	481
31	162,0	3,9	1040	131	503



31	160,0	3,7	1030	127	498
33	147,1	3,9	1020	120	500
33	148,0	4,0	1022	121	501
33	162,0	3,9	1025	128	510
36	183,0	3,9	1030	120	490
36	177,0	3,9	1031	120	491
36	179,0	4,0	1030	121	491
36	175,0	4,0	1031	121	492
36	174,0	3,7	1028	120	491
36	167,0	3,9	1035	122	493
36	175,0	4,0	1031	122	492
37	184,0	3,9	1015	112	495
37	181,0	3,9	1018	114	497
37	178,0	4,0	1022	115	498
37	183,0	3,9	1021	115	498
37	167,0	4,0	1030	118	499
37	180,0	3,9	1025	116	500
40	169,0	4,0	1010	110	500
40	154,0	4,0	1015	112	501
40	160,0	4,0	1014	112	502
40	163,0	4,0	1017	114	501
40	163,0	4,0	1016	114	501
41	160,0	4,0	1020	110	498
41	163,0	3,9	1015	107	490
41	165,0	4,1	1020	111	500
41	169,0	3,9	1015	108	493
41	150,0	4,0	1018	110	496
41	170,0	4,0	1025	110	500
41	163,0	3,9	1015	107	497
41	160,0	4,1	1012	105	495
43	130,0	3,1	1010	80	490
43	127,0	3,0	1020	85	495
43	124,0	3,2	1015	83	503
43	120,0	3,1	1010	83	497
44	168,0	3,9	1020	107	500
44	163,0	4,0	1018	103	501
44	170,0	4,1	1023	110	503
44	172,0	4,0	1022	110	500
44	164,0	4,1	1025	112	498
44	160,0	4,2	1030	118	504
45	163,0	4,0	1020	110	510
45	168,0	3,9	1015	107	511
45	170,0	3,9	1018	106	507
47	160,0	4,0	1040	120	510
47	173,0	4,3	1036	118	513
47	169,0	4,2	1040	127	507
47	170,0	4,1	1035	120	520
47	171,0	4,0	1030	121	518
47	167,0	4,3	1028	118	513

ANEXO 6. Fotografías de los observadores tomando datos de distribuciones de tallas durante las campañas experimentales.

