



MEMBER OF  
BASQUE RESEARCH  
& TECHNOLOGY ALLIANCE

[www.azti.es](http://www.azti.es)

Memoria  
**Tecnología  
para una pesca  
sostenible**

Foto: IÑAKI OYARZABAL



03    **Introducción**



05    **Transformación digital  
de la flota**

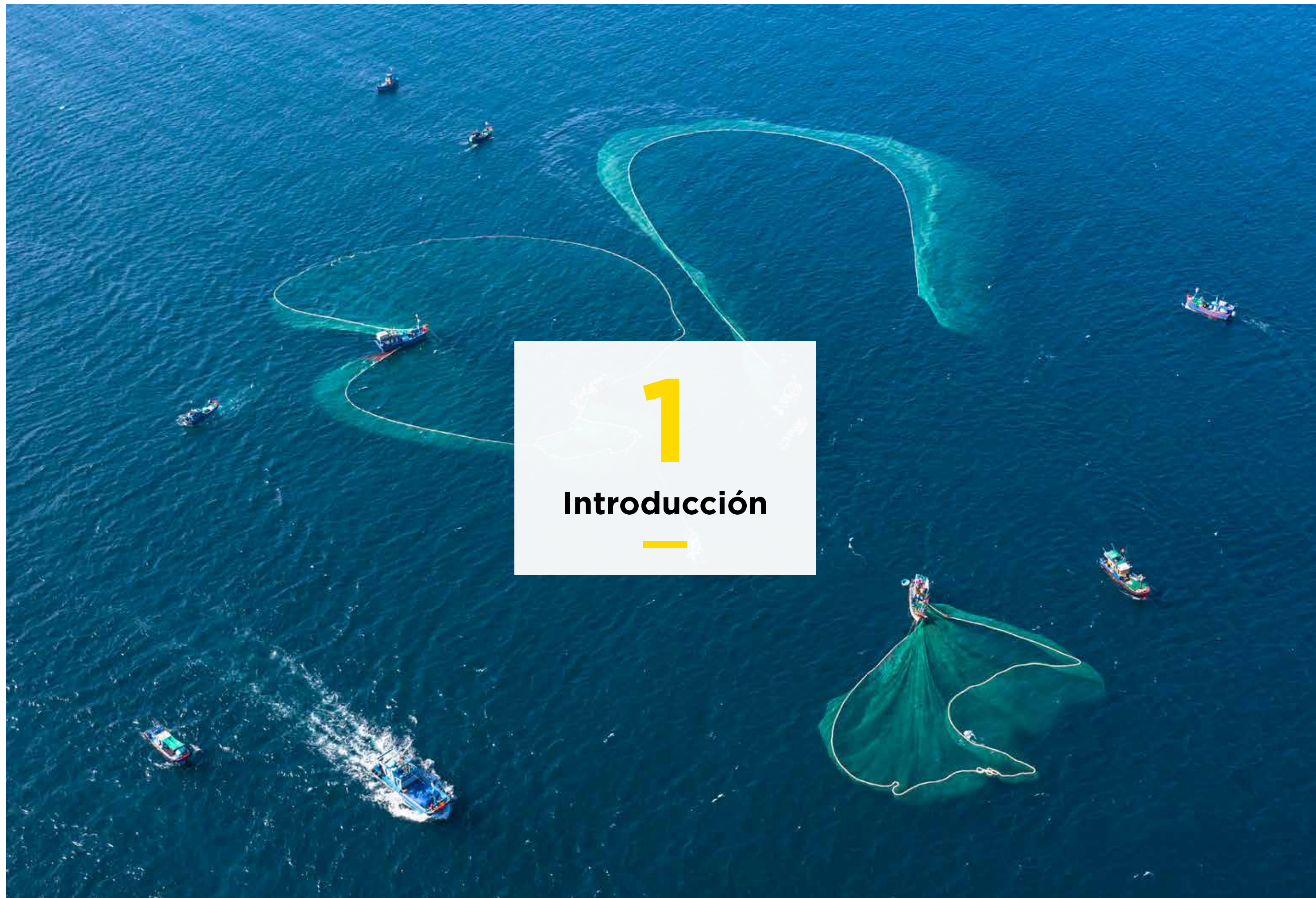
- 06    Eficiencia y operativa pesquera
- 07    Control y trazabilidad



08    **Reducción del impacto  
ambiental en el medio  
marino**

- 09    Basuras marinas
- 11    Selectividad y reducción/  
eliminación de las capturas  
accidentales
- 15    Descarbonización de la flota







# 1

## Introducción

El sector pesquero tiene un valor muy relevante en la economía europea. Según datos recientes de la Comisión Europea (año 2022), la flota pesquera europea superaba las 50 000 unidades en operación, garantizando un empleo directo de casi 120 000 personas. Se capturaron del orden de 3,5 millones de toneladas de pescado con un valor total de 6 600 millones de euros.

Sin embargo, la pesca es también muy dependiente de factores externos que se encuentran fuera de su control. Aspectos derivados del cambio climático, fluctuaciones e inestabilidad en el precio de los combustibles, cambio de tendencias y patrones de consumo o las mismas regulaciones y políticas a las que se ve sometida la actividad pesquera impactan de manera considerable en el devenir de este sector.

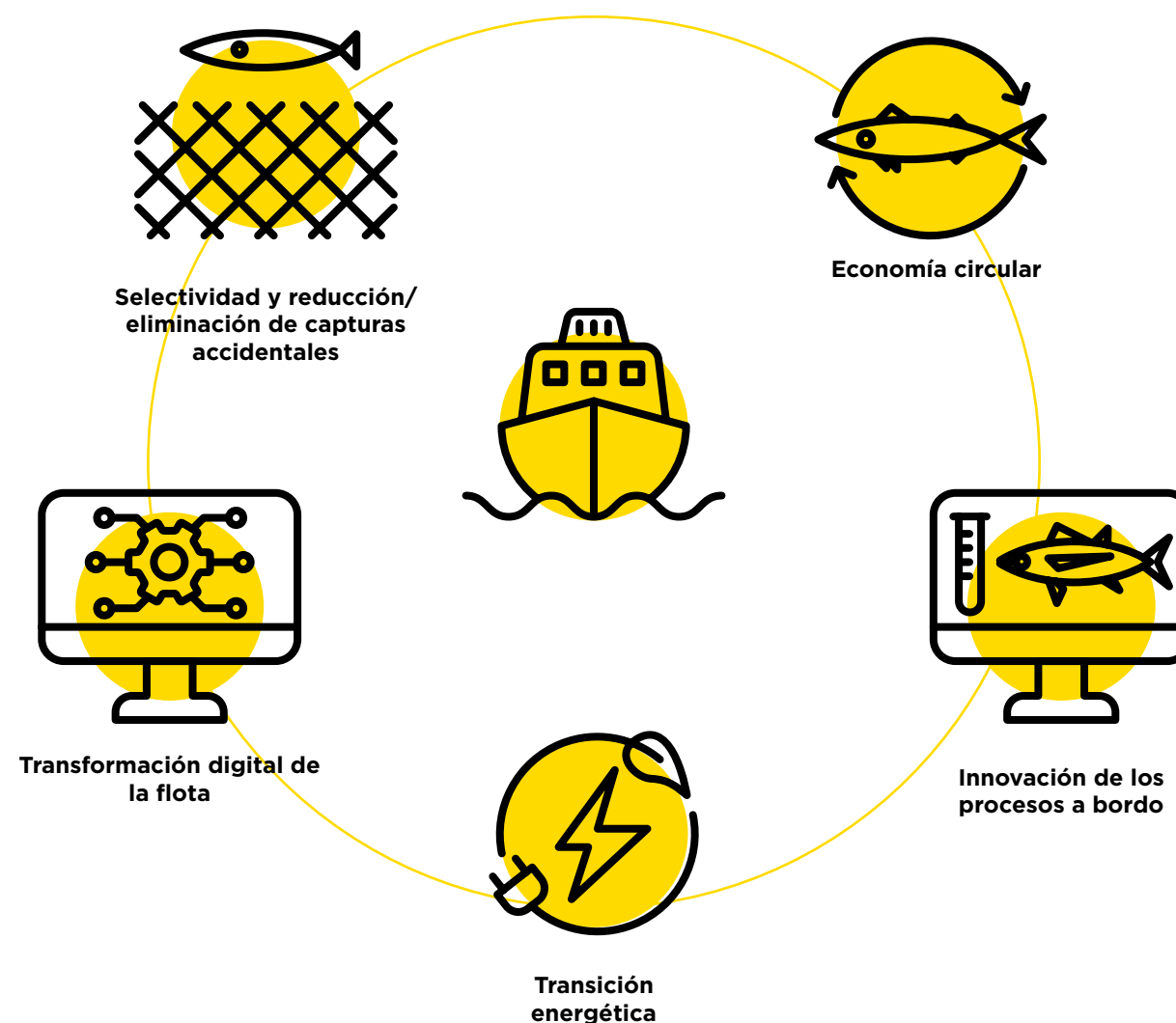
**El sector debe garantizar su futuro, siendo resiliente a todos estos factores, en busca de la sostenibilidad de la actividad como eje vertebral.**

Las empresas pesqueras deben seguir siendo rentables, adaptándose al paradigma actual que demanda una mayor protección de la biodiversidad y medio marino; también una menor dependencia a los combustibles fósiles que implique una reducción drástica de emisiones contaminantes y huella de carbono; y, además, promover la digitalización como herramienta potencial hacer un sector más atractivo y confortable para garantizar las tripulaciones futuras.

Desde el equipo de Tecnologías Pesqueras Sostenibles tratamos de afrontar estos retos buscando soluciones desde la ciencia y la tecnología, en combinación con el conocimiento, la experiencia y la relación con el sector.

A continuación, exponemos algunas de ellas.

**Gorka Gabiña**  
Coordinador del área de Tecnologías Pesqueras Sostenibles de AZTI



La **INTELIGENCIA ARTIFICIAL** es la habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades que los seres humanos, como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear.

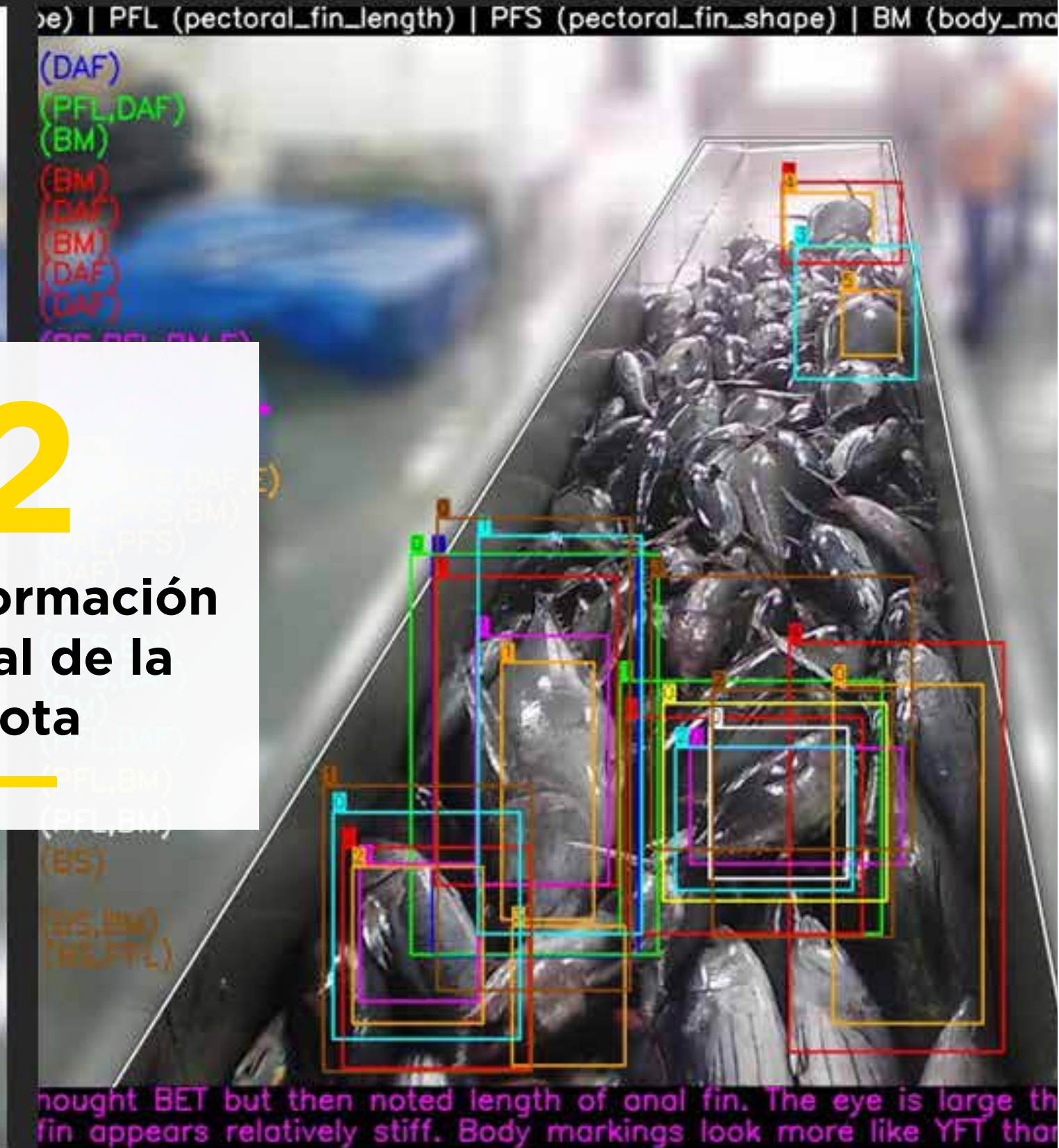
La IA permite que los sistemas tecnológicos perciban su entorno, se relacionen con él, resuelvan problemas y actúen con un fin específico. La máquina recibe datos (ya preparados o recopilados a través de sus propios sensores, por ejemplo, una cámara), los procesa y responde a ellos.

Los sistemas de IA son capaces de adaptar su comportamiento en cierta medida, analizar los efectos de acciones previas y de trabajar de manera autónoma.

Un **ALGORITMO** es un conjunto de instrucciones ordenadas y finitas que se siguen para resolver un problema o realizar una tarea específica. Estas instrucciones deben estar bien definidas, ser precisas y ejecutables en un tiempo razonable.

En informática, los algoritmos son la base de los programas y sistemas computacionales, ya que permiten procesar datos, tomar decisiones y automatizar tareas. Pueden ser simples, como sumar dos números, o complejos, como los utilizados en inteligencia artificial y criptografía.





# 2

## Transformación digital de la flota

thought BET but then noted length of anal fin. The eye is large th  
fin appears relatively stiff. Body markings look more like YFT than



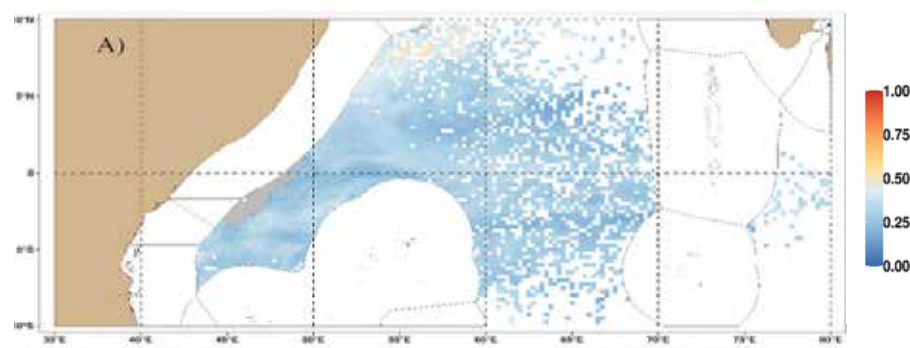
## 2. Transformación digital de la flota

### 2.1 Eficiencia y operativa pesquera

El desarrollo de la **inteligencia artificial** ha supuesto un punto de inflexión en las tecnologías pesqueras, permitiendo el tratamiento de grandes cantidades de datos de forma automática.

Un ejemplo de este tipo de desarrollos son los **algoritmos de detección de zonas de máxima probabilidad de pesca**. Gracias a los modelos de inteligencia artificial entrenados con series de datos históricos, se crean modelos de capturas, con datos ambientales, para su futuro uso en modo predictivo.

Se han desarrollado algoritmos predictivos para diversas especies de gran interés en la flota pelágica del golfo de Bizkaia.



Modelo de probabilidad de biomasa alta



#### ¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- Ahorrar combustible.
- Reducir las emisiones de CO2.



#### ¿QUÉ HACE FALTA MEJORAR?

- Los sistemas de obtención y procesamiento de datos.
- La resistencia a la implementación de nuevas tecnologías.

#### SUSTUNTECH



El proyecto combinó la investigación sobre el estado del arte con el conocimiento industrial y el expertise técnico para desarrollar **sistemas innovadores de monitoreo y toma de decisiones para mejorar la sostenibilidad de la pesca de túnidos tropicales**, así como para **evitar la captura incidental**.

Algunos resultados obtenidos:

- Optimización de rutas y 20% o más de ahorro de combustible. Esto es crucial, ya que el combustible representa casi el 50% de los costes operativos de los atuneros cuando se pesca colaborativamente compartiendo datos entre barcos de la misma empresa.
- Mediante el uso de datos de observación de la Tierra y algoritmos de aprendizaje automático, se han desarrollado algoritmos de predicción de capturas de túnidos tropicales y de evitación de capturas incidentales.
- Aportación de datos de calidad para mejorar los servicios de Copernicus



Copernicus es el **Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea**, que ofrece servicios de información ambiental basados en datos de observación de la Tierra por satélite y en datos in situ (no espaciales).

Se utilizan enormes cantidades de datos globales procedentes de satélites y sistemas de medición terrestres, aéreos y marítimos para proporcionar información que ayude a los proveedores de servicios, las administraciones públicas y otras organizaciones internacionales a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía europea. Los servicios de información proporcionados son de acceso gratuito y abierto para sus usuarios.

## 2. Transformación digital de la flota

### 2.2 Control y trazabilidad

La **inteligencia artificial (IA)**, a través de innovadoras aplicaciones de **visión artificial**, se ha convertido en una herramienta fundamental para la modernización y sostenibilidad del sector pesquero. Gracias a su capacidad para **identificar, clasificar y contabilizar** automáticamente las capturas a bordo, permite una gestión más eficiente de los recursos marinos, asegurando la **explotación responsable y a largo plazo** de las poblaciones de peces.

Esta tecnología no solo mejora la precisión en el registro de las capturas, sino que también **agiliza los procesos administrativos y comerciales**, facilitando la trazabilidad y optimizando la gestión de la pesca desde el momento de la captura hasta su comercialización. Con la automatización del conteo y la clasificación de especies, se reducen los errores humanos, se garantiza un mayor cumplimiento de las normativas y se impulsa una pesca más sostenible y eficiente.



#### ¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- Agilizar los procesos de identificación de especies a bordo para su categorización.
- Mejorar el cumplimiento de las políticas pesqueras mediante la obtención de datos fiables y de calidad.

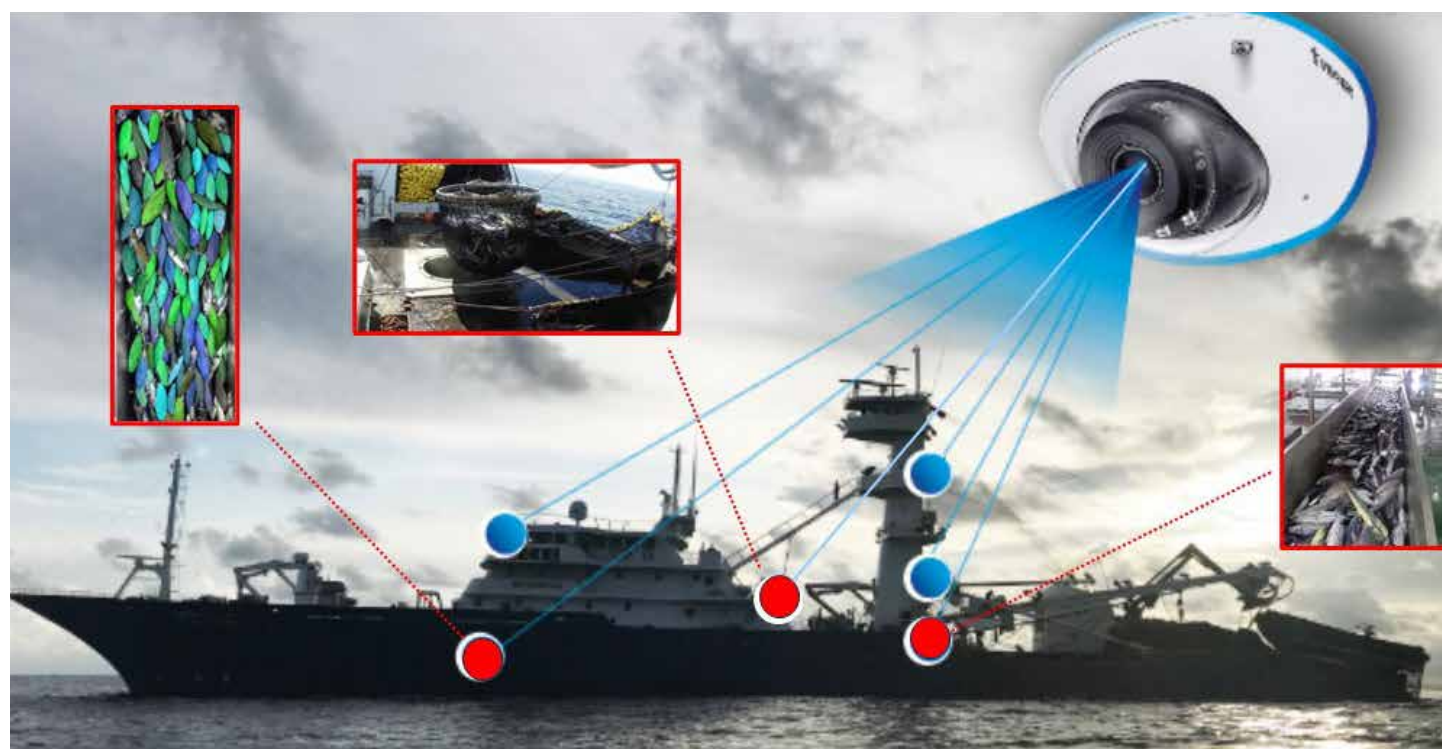


#### ¿QUÉ HACE FALTA MEJORAR?

- Datos de campo.
- La transferencia de conocimiento entre fabricantes y usuarios.



La **VISIÓN ARTIFICIAL** es una tecnología basada en inteligencia artificial (IA) y procesamiento de imágenes que permite a máquinas y computadoras “**ver**” e **interpretar el entorno de manera similar a los humanos**.

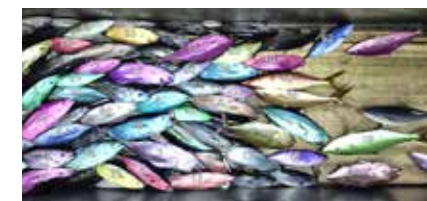


#### EVERYFISH

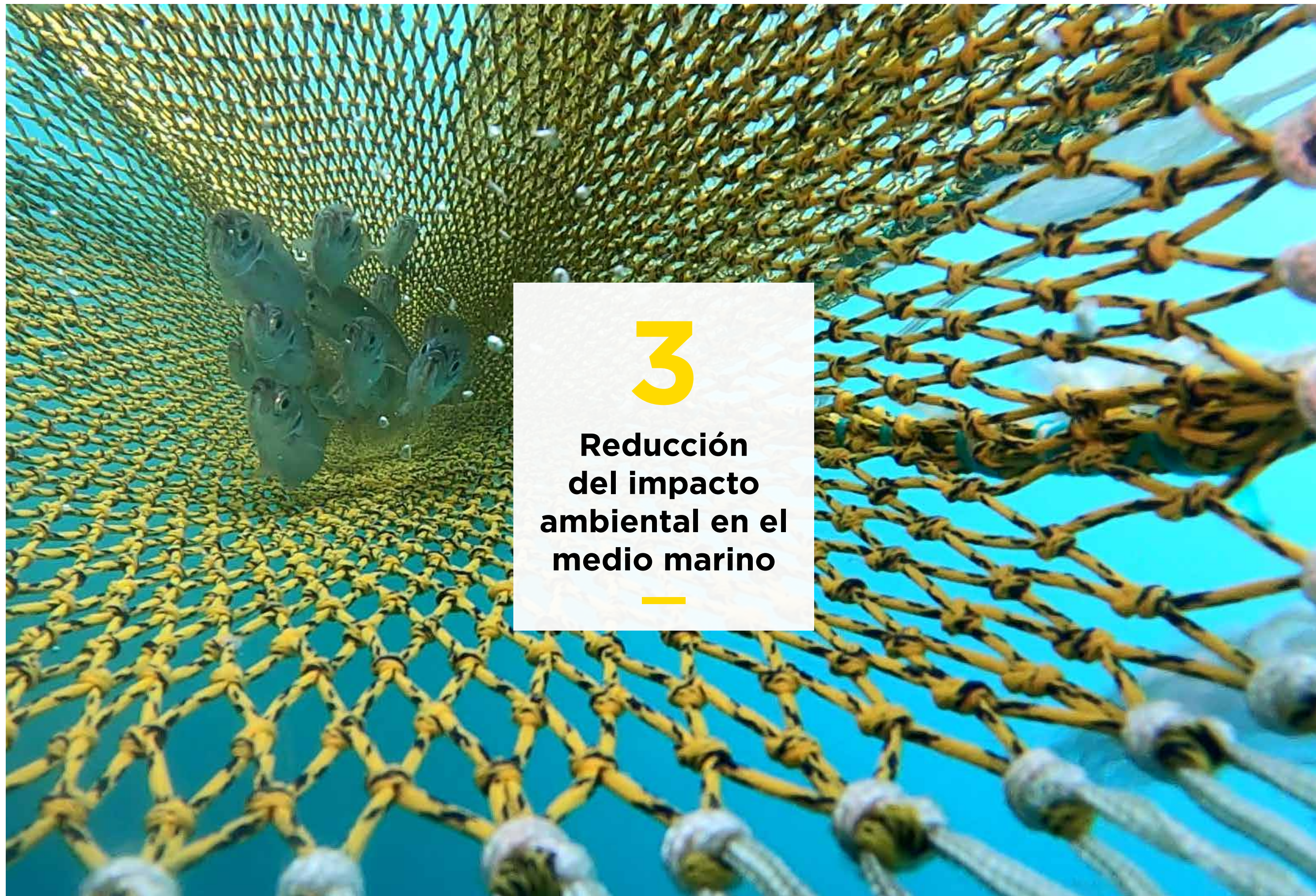


EveryFish trabaja en el **desarrollo, pilotaje y promoción de un conjunto de soluciones tecnológicas innovadoras para el registro y la notificación totalmente automatizados de las capturas** con datos fiables en cuanto a tamaño, peso y especie de las capturas, que se utilizarán a bordo de los buques pesqueros europeos.

Además, desarrollará estrategias innovadoras de gobernanza que hagan uso de los datos de capturas notificados automáticamente.







3

**Reducción  
del impacto  
ambiental en el  
medio marino**

---



### 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

## 3.1 Basuras marinas

Los plásticos, entre otras **basuras marinas**, están consideradas por la Unión Europea y otras organizaciones como **una de las principales amenazas para los océanos, no solo por su impacto medioambiental sino también por el efecto económico negativo que pueden suponer en las regiones costeras.**

Se calcula que entre 19 y 23 millones de toneladas de residuos entran en los medios acuáticos, por lo que es urgente tomar medidas, sobre todo teniendo en cuenta que se espera que la cifra aumente hasta 54 millones de toneladas en 2030.

La solución de este problema requiere un amplio abordaje, que implique a todos los agentes posibles. Una vez más, la **colaboración entre administraciones públicas, científicas e industriales y con el sector pesquero**, es clave a la hora de obtener resultados, así como lo es contar con las **tecnologías adecuadas**.

Mediante herramientas de oceanografía operacional como **modelos océano-meteorológicos y sistemas de observación costera**, podemos **predecir la distribución y origen de los microplásticos y macrobasuras**.

Los sistemas de observación también sirven para la monitorización de las macrobasuras flotantes en aguas fluviales, lo que permiten anticipar la arribada de basuras a costa, aportando información clave para tomar medidas en origen que eviten que las basuras acaben en el mar.

Como resultado de algunas investigaciones sobre las basuras marinas, se detectó que una fuente relevante era la **actividad pesquera**. Como respuesta, y en estrecha colaboración con el sector, se han desarrollado diferentes estrategias. Por un lado, mediante **soluciones de economía circular** se han valorizado las artes de pesca descartadas y darles una segunda vida como otros productos.

Por otro lado, se ha trabajado en **innovación en las artes de pesca a través del uso de materiales biodegradables y de diseños que faciliten su reutilización**.





# 3.

## Reducción del impacto ambiental en el medio marino

### 3.1

#### Basuras marinas

#### SARETU



Impulsado por la Asociación Bermeo Tuna World Capital, con la colaboración de la compañía pesquera vasca de túnidos Echebaster, el centro tecnológico AZTI y la empresa textil TERNUA, busca dar una **segunda vida a las redes y aparejos de pesca abandonados**, perdidos o descartados que se acumulan en los océanos. El proyecto ha dado lugar a una start up afincada en Bermeo.

#### LIFELEMA



Uno de los principales resultados del proyecto fue la **herramienta de predicción y detección de basuras marinas flotantes**, definida como LEMA TOOL. Esta herramienta, que podría ser de gran utilidad para las administraciones, se ha asociado a la aplicación de metodologías de recogida para identificar las mejores sinergias en términos de aplicabilidad, rentabilidad y análisis, y beneficios.



#### ¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- Reducir la presencia de basuras marinas en el mar.
- Impulsar nuevas actividades económicas basadas en la innovación.



#### ¿QUÉ HACE FALTA MEJORAR?

- La falta de estándares en la fabricación de redes y otros aparejos dificulta su reutilización o reciclaje.
- Las infraestructuras para la implementación a gran escala de sistemas de recolección y gestión de desechos marinos.
- Instalaciones en puerto que faciliten el almacenamiento y reciclaje de los residuos pesqueros.
- Incentivos para poner en práctica estas medidas.



Las **REDES FANTASMA** son redes de pesca perdidas o abandonadas durante la pesca en el mar que corren el riesgo de seguir pescando de manera descontrolada afectando negativamente a los ecosistemas marinos.





## 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

### 3.2 Selectividad y reducción/eliminación de las capturas accidentales

Las capturas accidentales, o bycatch, son aquellas **capturas no deseadas de especies no objetivo, incluyendo peces juveniles, tortugas marinas, aves o cetáceos**.

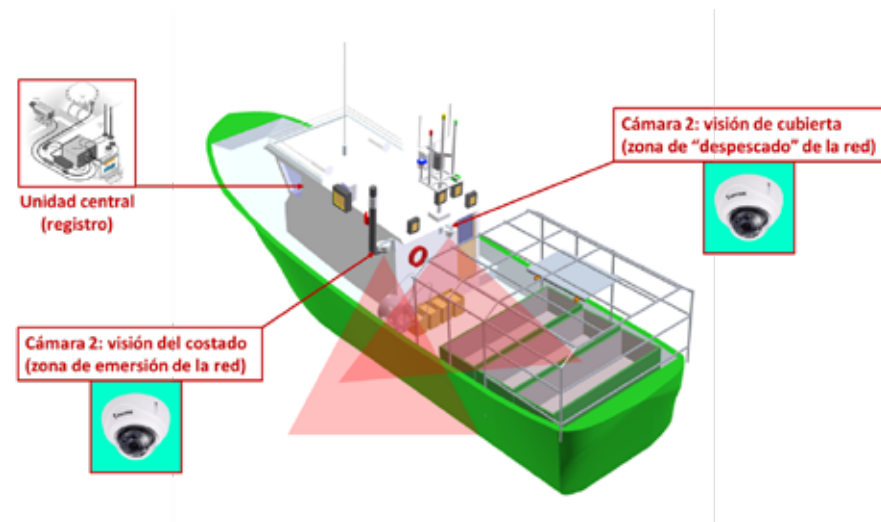
Este fenómeno tiene **consecuencias significativas a nivel ambiental, económico y normativo**. Desde una perspectiva ecológica, afecta la biodiversidad y puede comprometer la recuperación de poblaciones vulnerables. En términos económicos, genera costos adicionales para las flotas, ya que incrementa el tiempo y esfuerzo necesario para la clasificación y descarte de especies no deseadas. Además, las regulaciones pesqueras cada vez más estrictas exigen la adopción de estrategias para reducir este impacto, lo que representa un reto para la industria.

Ante este panorama, el desarrollo de tecnologías innovadoras, mejoras en los artes de pesca y estrategias de manejo sostenible se han convertido en aspectos clave para avanzar hacia una pesca más responsable y eficiente.

#### 3.2.1 Sistemas de monitoreo electrónico

Los **sistemas de monitoreo electrónico (SME)** son tecnologías avanzadas utilizadas en la pesca para registrar, supervisar y analizar las actividades a bordo de las embarcaciones en tiempo real o de forma diferida. Estos sistemas **combinan herramientas como cámaras de video, sensores, GPS y software de análisis de datos para proporcionar información precisa sobre las capturas, la actividad de pesca y el cumplimiento normativo**.

Estos sistemas representan una **alternativa eficaz y complementaria a los observadores humanos a bordo**, reduciendo costos operativos y mejorando la eficiencia en la recopilación de información clave para la gestión pesquera sostenible.



#### ¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- **Ayudar a las autoridades a verificar el cumplimiento de regulaciones pesqueras**, como cuotas de captura y medidas de conservación.
- Permite la identificación de especies capturadas de forma no intencional y evaluar estrategias para minimizar su impacto.
- Facilitar la recopilación de datos científicos para mejorar la sostenibilidad de los recursos marinos.
- Asegurar registros verificables de la actividad pesquera, aumentando la confianza en la cadena de suministro.

#### SMARTFISH



El proyecto ha desarrollado **sistemas de alta tecnología para el sector pesquero de la UE, con el fin de optimizar la eficacia de los recursos, mejorar la recogida automática de datos para la evaluación de las poblaciones de peces y aportar pruebas del cumplimiento de la normativa pesquera**, reduciendo al mismo tiempo el impacto ecológico de la industria pesquera.

Estas innovaciones se utilizaron tanto bajo el mar como en la cubierta de los buques pesqueros.

- **TrawlMonitor:** Ayuda al patrón a ver lo que hay bajo el mar. Una de sus tecnologías, FlashLidar, utiliza una cámara 3D para calcular con precisión la longitud de los peces que nadan libremente, con un error de longitud observado del orden del 1%.
- **CatchScanner, CatchSnap and CatchMonitor:** Tres soluciones para registrar de forma automática las capturas, evitando mesas de selección o cintas transportadoras.



## 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

### 3.2 Selectividad y reducción/ eliminación de las capturas accidentales

#### 3.2.2 Dispositivos disuasorios para cetáceos

Una de las estrategias para evitar capturas no deseadas es **impedir que los cetáceos se acerquen a los barcos y queden atrapados en las redes**. Existen, por un lado, **dispositivos visuales**, consistentes en unas luces LED o marcadores reflectantes, que se colocan en las redes de pesca. Algunos estudios han demostrado que los delfines y marsopas pueden detectar mejor las redes cuando están iluminadas.

Los **dispositivos acústicos**, sin embargo, son los más utilizados. Estos funcionan emitiendo sonidos de alta frecuencia para advertir y alejar a los cetáceos de las redes de pesca. A través del proyecto MITICET y **en colaboración con el sector pesquero se están evaluando diversidad de pingers con distintas características** para determinar la efectividad de los dispositivos acústicos. Así, han demostrado tener una efectividad del **90% de reducción de captura de delfines** comunes en determinadas pesquerías. La efectividad está sujeta a las casuísticas concretas de cada pesquería y el buen uso de los dispositivos (carga de baterías rutinaria), lo que es fundamental para alcanzar dicha efectividad.

#### 3.3.3 Actuaciones en artes de pesca

Desde hace años se viene trabajando en el **diseño y evaluación de prototipos de redes y prácticas de pesca alternativas a las convencionales con el objetivo de minimizar la captura no deseada**.

Así, se ha demostrado que cambiar el tamaño, forma y material de las mallas de la red, o la utilización de dispositivos selectivos y/o modificaciones en el aparejo pueden reducir notablemente el índice de capturas accidentales.

#### MENDES2



Entre otros logros, este proyecto demostró que, en los **buques de arrastre** que operan a la pareja, un panel de malla cuadrada de 80 mm situado en la parte inferior del copo de la red permite reducir de modo relevante la captura de merluza por debajo de la talla mínima de referencia para la conservación, es decir de la captura no deseada.

#### CASELEM



Cada año desde el 2017, AZTI lleva a cabo una campaña en el barco oceanográfico Emma Bardan (de la SGP), en el que realiza **pruebas de mar con dispositivos tecnológicos innovadores**. El objetivo es mejorar la selectividad las redes de arrastre para tratar de **reducir la captura no deseada**, y se centra en las especies que pueden llegar a ser limitantes para la actividad pesquera de la flota comercial.

Hasta ahora se han probado copos con diferentes tamaños y formas de malla, dispositivos de escape, luces LED y otros mecanismos para facilitar el escape y optimizar la captura de la red de arrastre. Año tras año, se han obtenido resultados que pueden ser utilizados por la flota en su pesquería comercial.



# 3.

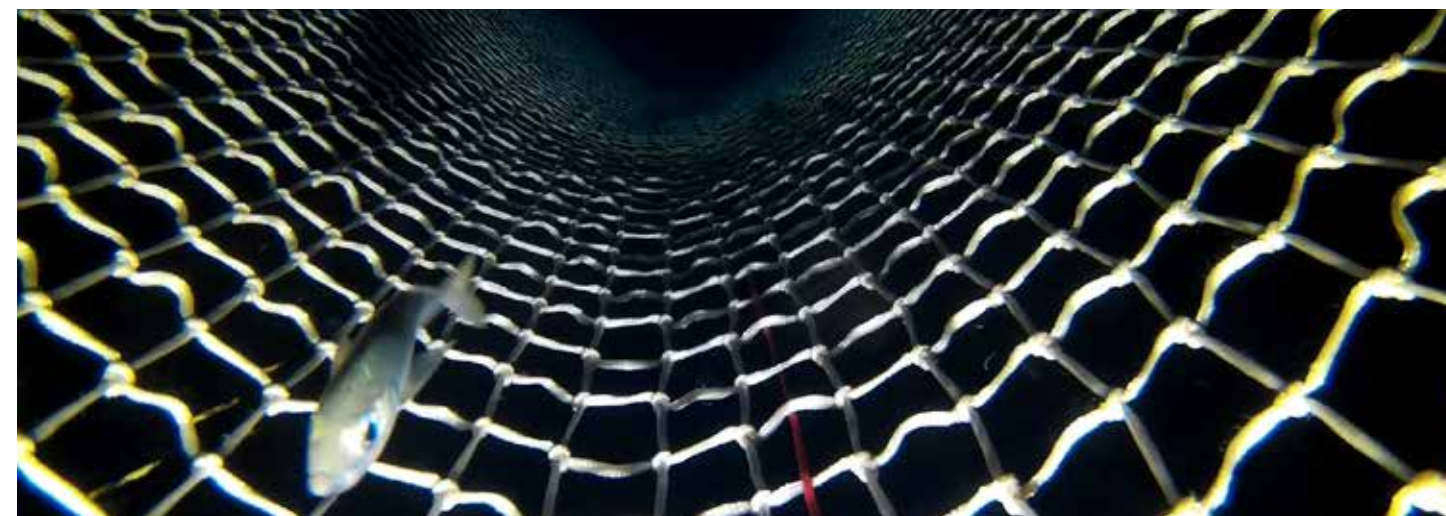
*Reducción del  
impacto ambiental  
en el medio marino*

## 3.2

*Selectividad  
y reducción/  
eliminación de  
las capturas  
accidentales*



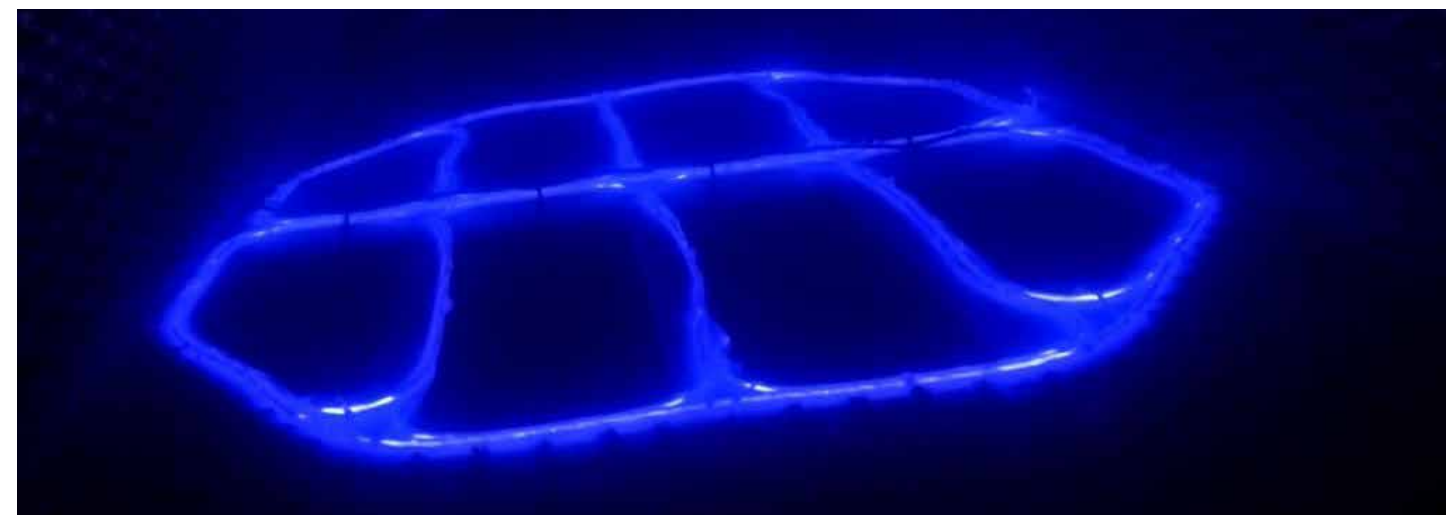
**Puertas semipelágicas:** Alternativa a las puertas clásicas de fondo, se desplazan a cierta altura del fondo, sin llegar a tocarlo, por lo que no modifican la estructura del fondo, y **reducen el impacto** sobre el mismo. Además, la resistencia que ofrecen es menor, por lo que reducen el consumo de combustible del buque. En cuanto a maniobrabilidad, permiten mayor juego que las clásicas de fondo, pudiendo trazar rutas curvas con facilidad.



**Diseños innovadores:** Cambio del patrón de explotación mediante modificaciones en la malla del copo.



**Pingers.** En los proyectos de investigación la colocación de estos dispositivos acústicos va asociada a cámaras para corroborar si ha habido captura y comprobar su efectividad.



**Diseños innovadores:** Rejilla de escape con iluminación LED para que los peces vean un punto de escape.



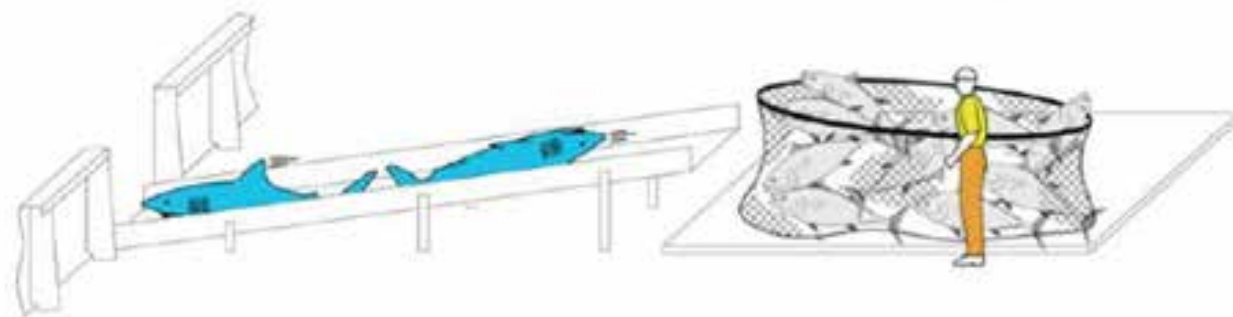
### 3. *Reducción del impacto ambiental en el medio marino*

## 3.2 *Selectividad y reducción/ eliminación de las capturas accidentales*

### 3.2.4 Dispositivos de liberación y supervivencia de especies vulnerables

En el caso de los **atuneros congeladores**, la captura de **tiburones de talla pequeña y tortugas** es relativamente frecuente. Estas especies deben ser devueltas al mar para continuar su ciclo de desarrollo vital y, para lograrlo, se han desarrollado distintos **sistemas de liberación de la fauna**.

Los **hoppers** instadados con rampa, por ejemplo, simplifican el proceso de devolución al mar de las especies no deseadas, minimizando su estrés, y mejoran la seguridad de los pescadores. Los resultados sitúan en un **95% el porcentaje de tiburones accidentalmente capturados que pudieron ser directamente liberados** gracias a los dispositivos desarrollados.



### Guía de Buenas Prácticas de manejo y liberación de especies asociadas en atuneros de cerco congeladores



Elaborada con la colaboración de la flota de OPAGAC y ANABAC, esta guía actualiza las mejores opciones para maximizar la supervivencia de las especies asociadas capturadas accidentalmente, siempre teniendo en cuenta la seguridad de la tripulación como condición necesaria.

[Descárgate la guía.](#)



## 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

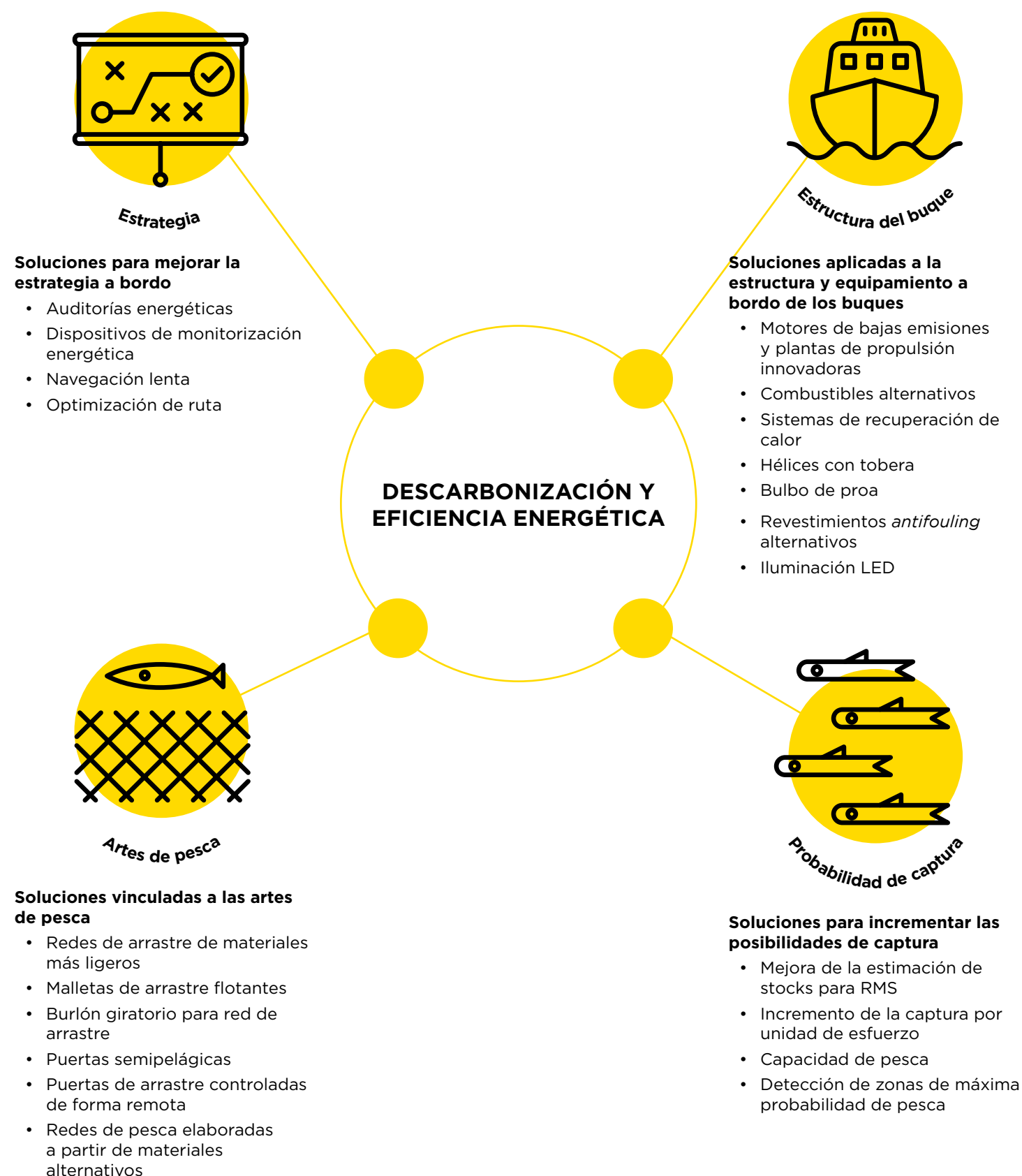
### 3.3 Descarbonización de la flota

El sector pesquero enfrenta un desafío clave en su transición hacia un modelo más sostenible: la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). **La descarbonización de la flota pesquera es una prioridad dentro del Pacto Verde Europeo (European Green Deal, EGD)**, que establece el objetivo de lograr la neutralidad climática para 2050 y reducir las emisiones en al menos un 55% para 2030 en comparación con los niveles de 1990.

Dentro de este marco, la Estrategia de Transición Energética para la Pesca y la Acuicultura de la Unión Europea establece la necesidad de **implementar tecnologías más eficientes, fomentar el uso de combustibles alternativos y promover la economía circular en la industria pesquera**. Asimismo, el Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura (FEMPA) ofrece apoyo financiero para inversiones en eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono, en determinados escenarios.

La descarbonización ofrece numerosas ventajas al sector:

- La pesca es una actividad intensiva en el uso de combustibles fósiles, lo que contribuye significativamente a la emisión de **dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** y otros contaminantes. **Reducir estas emisiones es clave para mitigar el cambio climático y proteger los ecosistemas marinos.**
- La **volatilidad de los precios del combustible** impacta la rentabilidad del sector, afectando especialmente a los pequeños y medianos segmentos de flota y empresas armadoras. La adopción de **tecnologías más eficientes y el uso de fuentes de energía alternativas pueden reducir estos costes** operativos.
- La reducción de emisiones y el uso eficiente de recursos no solo garantizan la **preservación de los recursos pesqueros**, sino que también **mejoran la imagen y competitividad** de las empresas pesqueras en un mercado cada vez más exigente con criterios de sostenibilidad.





## 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

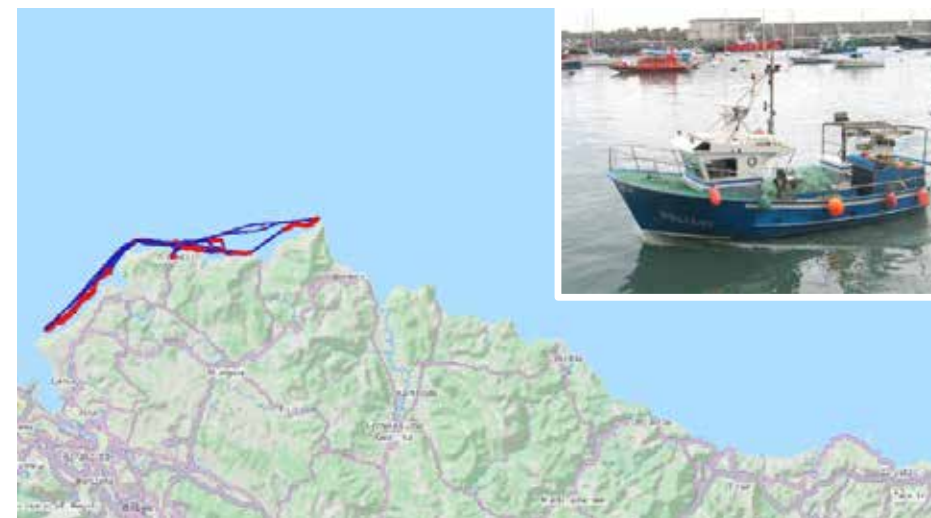
### 3.3 Descarbonización de la flota

#### 3.3.1 Una solución única no es aplicable a toda la flota

La flota pesquera es muy diversa:

- La flota pesquera europea incluye desde **pequeñas embarcaciones artesanales** hasta **grandes buques industriales**, cada una con requerimientos energéticos y operativos distintos. Las soluciones para mejorar la eficiencia en un **barco de arrastre de altura** no son las mismas que para un **pesquero artesanal de pequeña escala**.
- Las pesquerías utilizan **distintos métodos de captura** (arrastre, cerco, palangre, enmalle, etc.), lo que **afecta el consumo de combustible** y las opciones disponibles para reducir emisiones. Así, **algunas técnicas dependen de la potencia del motor, mientras que otras requieren grandes desplazamientos a zonas de pesca, lo que condiciona las soluciones energéticas aplicables**.
- La flota opera en una **amplia variedad de entornos marinos**, desde aguas costeras hasta alta mar, con diferentes necesidades de autonomía, resistencia a condiciones climáticas adversas y acceso a infraestructuras para nuevos combustibles. Además, en regiones con **infraestructura limitada**, la **adopción de combustibles alternativos o sistemas eléctricos es más difícil de implementar**.
- Algunas soluciones, como **motores híbridos o el uso de biocombustibles**, **pueden ser viables para grandes barcos, pero poco accesibles para flotas artesanales** debido a su alto costo de inversión y mantenimiento.
- La conversión a tecnologías más limpias debe **considerar la capacidad financiera de los pescadores** y las opciones de financiamiento disponibles.
- Las regulaciones europeas sobre **modernización de motores y capacidad disponible de los buques de pesca** pueden limitar la posibilidad de implementar ciertos cambios en la flota sin afectar la capacidad de pesca.

Por todo esto, la descarbonización debe abordarse con **estrategias flexibles y adaptadas a cada segmento del sector**, combinando soluciones, como la **optimización del consumo de combustible, nuevos materiales para embarcaciones, energías alternativas y mejoras en la eficiencia**.



**Artesanal (<15m)**  
20-30 t combustible / año



**Cacea/curricán  
(20-25m)**  
80-125 t combustible / año



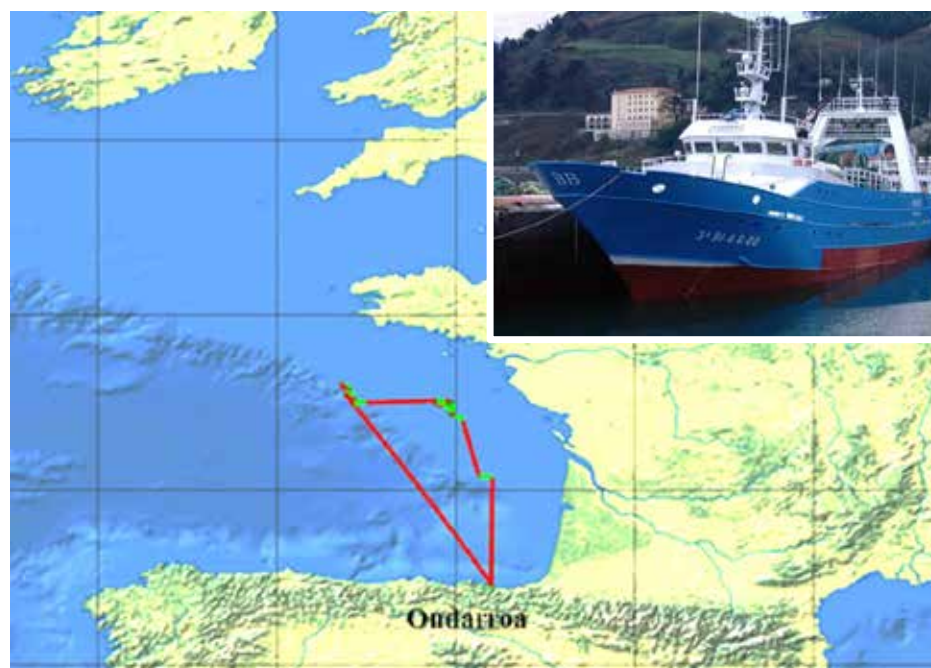
## 3. *Reducción del impacto ambiental en el medio marino*

### 3.3 *Descarbonización de la flota*

**Cerqueros y caña y línea**  
(30-35m)  
250-300 t combustible / año



**Arrastre**  
(35-40m)  
1.000 - 1.250 t combustible / año



**Atunero tropical de cerco**  
(80-100m)  
3.000 - 7.000 t combustible / año





3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

3.3 Descarbonización de la flota

3.3.2 Monitorización

El primer paso es **conocer cómo operan los buques durante todo el año** con sus artes de pesca y **cuáles son sus exigencias energéticas** para completar su operación de pesca, para poder abordar una solución real y efectiva de ahorro energético y descarbonización.

La **monitorización de la flota** es un elemento clave en la estrategia de descarbonización del sector pesquero, ya que **permite evaluar con precisión el consumo de combustible, optimizar la eficiencia operativa y facilitar la transición hacia tecnologías más sostenibles**. Contar con sistemas de seguimiento en tiempo real permite identificar patrones de uso energético y detectar ineficiencias en la operación de los buques, lo que posibilita la implementación de medidas como la optimización de rutas, la reducción de velocidad o la mejora en la gestión de motores para minimizar el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Para ello, es necesario contar con el conocimiento sobre consumo de combustible y patrones operacionales; hacer un uso adecuado de equipamientos y desarrollar auditorías energéticas; y evaluar diferentes estrategias de ahorro de combustible a través de proyectos de pilotaje, pruebas a bordo y bancos de pruebas.

Ejemplo de monitorización y resultados para la flota pesquera de pequeña escala de la CAV:

Buque	Arte de pesca	Mareas con máximo consumo de combustible			
		Tiempo [h]	Distancia [millas]	Consumo de combustible [L]	Consumo energético [kWh]
B#1	Cacea	48	257	476	1869
	Palangre de merluza	13	39	75	293
B#2	Enmalle	13	46	62	246
B#3	Enmalle	13	43	132	520
	Línea vertical de anzuelos	13	54	189	742
B#4	Enmalle	12	32	104	410
B#5	Palangre de congrio	12	37	33	131
	Palangre de merluza	15	44	48	187
	Línea vertical de anzuelos	13	65	67	263
B#6	Enmalle	6	28	81	316



¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- **Identificar ineficiencias en el consumo energético**, lo que posibilita la implementación de estrategias como la optimización de rutas, reducción de velocidad y mejora en la gestión de motores.
- **Evaluar la eficacia de nuevas tecnologías** como motores híbridos, combustibles alternativos o mejoras en la estructura de los barcos.
- **Acceder a subvenciones y financiamiento**, ya que muchas ayudas económicas exigen demostrar el impacto real de las mejoras implementadas.
- **Gestionar de manera más eficiente los recursos de la flota**, optimizando costos operativos, planificando mejor las capturas y garantizando una explotación más sostenible de los recursos marinos.



¿QUÉ HACE FALTA MEJORAR?

- La instalación de sistemas de monitorización energética, como sensores de consumo de combustible y software de análisis.
- El acceso a financiamiento para la modernización de la flota.
- Convencimiento sobre la rentabilidad a largo plazo.
- La integración con la rutina pesquera para que no sea una carga adicional.
- Mejora de las capacitaciones: no todas las tripulaciones tienen acceso a capacitación para comprender y aplicar la información obtenida.
- Alineamiento de prioridades tanto para la empresa armadora como para los oficiales de puente y máquinas, en el caso de flotas de gran escala.



# 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

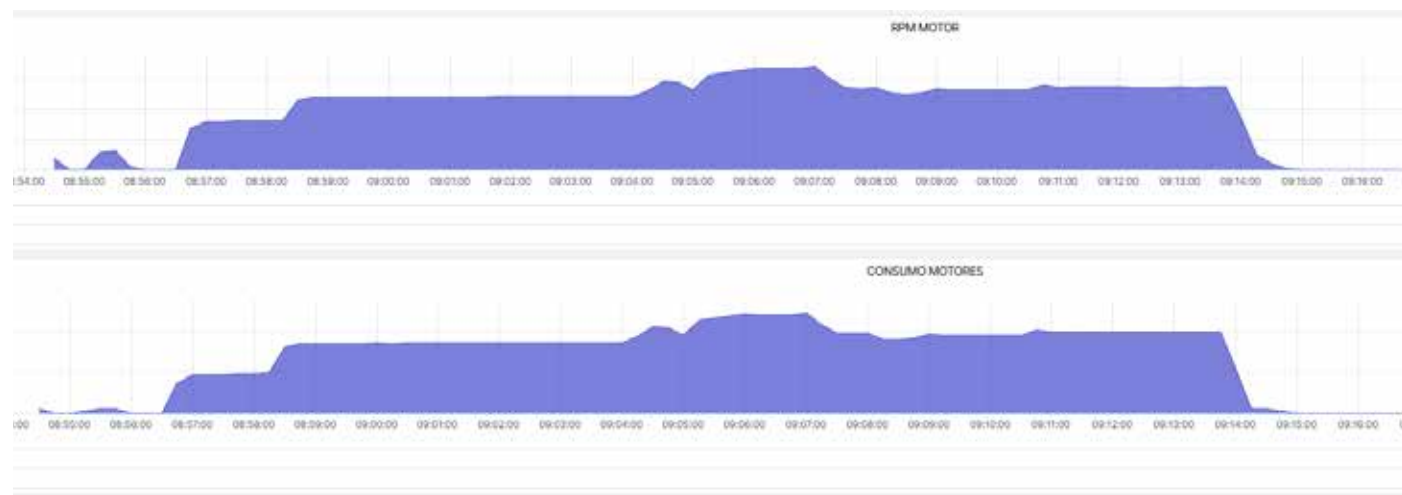
## 3.3 Descarbonización de la flota

### SIMUL



Instalación de **sistemas de monitoreo de la operativa de los buques de pesca artesanales** de pequeña escala de los puertos de Euskadi para obtener los patrones operativos y de consumo energético. Con ello se obtienen los datos necesarios para estudiar las posibles alternativas reales y eficaces de descarbonización de este segmento de flota, como puede ser la propulsión híbrida-eléctrica. Entre los sistemas empleados se han instalado unidades de simulación y cálculo de consumo de combustible de manera no intrusiva. Disponer de una herramienta de visualización de consumos en el puente es también pieza clave para la toma de decisiones acertadas a bordo en relación con el gasto de combustible.

[Más información sobre SIMUL.](#)



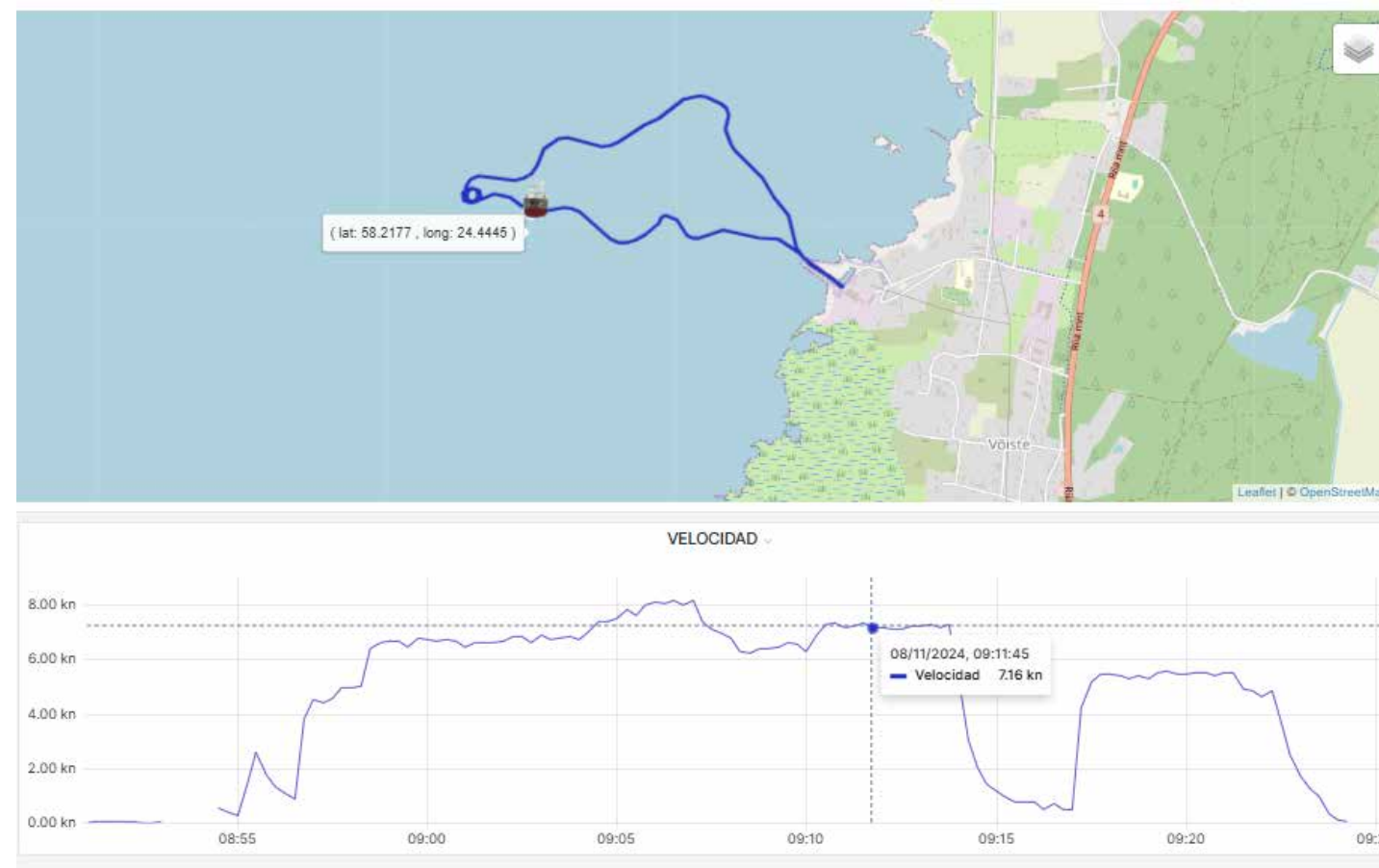
### ¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- Conocimiento pormenorizado de la actividad pesquera de este segmento de flota artesanal.
- Obtención de resultados en valores numéricos con los cuales es posible diseñar y dimensionar posibles alternativas de descarbonización.



### ¿QUÉ HACE FALTA MEJORAR?

- Mayor número de unidades pesqueras monitorizadas para mejorar el conocimiento de las necesidades energéticas reales de diferentes operativas pesqueras.
- Mejorar en la transmisión de conocimiento y capacidades del sector en materia de descarbonización.



Resultados del monitoreo de buques de pequeña escala en diferentes países de la UE, como Dinamarca, Noruega o Estonia. En las imágenes, puede observarse el tracking de un buque monitorizado junto con su histórico de velocidad; arriba se observa el histórico de régimen de giro y de consumo de combustible recogidos para esta misma marea, mientras que en el gráfico de la izquierda se observan los valores mostrados en tiempo real en el puente del buque.



## 3. Reducción del impacto ambiental en el medio marino

### 3.3 Descarbonización de la flota

#### 3.3.3 Electrificación

La electrificación de la flota pesquera es una de las soluciones más prometedoras para la descarbonización del sector, ya que **permite reducir la dependencia de los combustibles fósiles y mejorar la eficiencia energética**. Su implementación aporta múltiples beneficios, pero también enfrenta considerables retos. El cambio de un sistema de propulsión a diésel a uno eléctrico o híbrido no siempre es viable, pero ya existen algunos ejemplos.

#### ORTZE



Ortze es la **primera reconversión de buque eléctrico-híbrido con un consorcio** de empresas vascas, y ha supuesto un antes y después en materia de descarbonización. Este buque es un ejemplo pionero de la posibilidad real de la renovación integral de la sala de máquinas de un buque escuela (de pesca), que consiste en la retirada del sistema de propulsión diésel convencional y la instalación del nuevo sistema de propulsión eléctrico con planta eléctrica híbrida desarrollado en el ámbito del proyecto. Ese cambio ha posibilitado que el barco pueda navegar con cero emisiones cerca del puerto, permitiendo también la navegación en modo híbrido minimizando las emisiones también lejos de la costa.



#### ¿QUÉ LOGRAMOS CON ESTO?

- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero a casi cero en puerto.
- Reducir los costes operativos como la dependencia a combustibles fósiles.
- Reducir ruido y vibraciones.



#### ¿QUÉ HACE FALTA MEJORAR?

- Instalaciones portuarias que faciliten la conectividad y carga.
- Incentivos económicos para la modernización de la flota.
- Capacitación técnica del sector e industria auxiliar.

#### KAINDAR



Proyecto piloto en el puerto de Pasaia, dentro de la iniciativa OARSOALDEA URDINA, que se nutre de fuentes renovables como la eólica y la solar, así como del concepto *Cold Ironing*, que **permite a los barcos conectarse a un suministro eléctrico en puerto para así recargar sus acumuladores eléctricos o abastecer su demanda energética en puerto mientras los motores están apagados** y reducir así sus emisiones de gases de efecto invernadero, y otras sustancias contaminantes relacionadas con la combustión (como son el óxido de nitrógeno y el óxido de azufre), así como la minimización del ruido (contaminación acústica). Este sistema consiste en un gestor inteligente de la energía desde tierra a buque y viceversa. Este Living-Lab es también smart-grid donde se produce y consume en local con opción de acumulación en caso de no ser necesario su consumo instantáneo.



# REFERENCIAS

- Goikoetxea, N., Goienetxea, I., Fernandes-Salvador, J. A., Goñi, N., Granado, I., Quincoces, I., et al. (2024). Machine-learning aiding sustainable Indian Ocean tuna purse seine fishery. *Ecol. Inform.* 81, 102577. doi: [10.1016/j.ecoinf.2024.102577](https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102577)
- Goikoetxea, N., Goienetxea, I., Fernandes-Salvador, J. A., Goñi, N., Granado, I., Quincoces, I., Ibaibarriaga, L., Ruiz, J., Murua, H., Caballero, A. (2024). Machine-learning aiding sustainable Indian Ocean tuna purse seine fishery. *Ecological Informatics*, 81, 102577. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102577>
- Granado, I., Hernando, L., Galparsoro, I., Gabiña, G., Groba, C., Prellezo, R., & Fernandes, J. A. (2021). Towards a framework for fishing route optimization decision support systems: Review of the state-of-the-art and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 320(February), 128661. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128661>
- Granado, I., Hernando, L., Uriondo, Z., & Fernandes-Salvador, J. A. (2024). A fishing route optimization decision support system: The case of the tuna purse seiner. *European Journal of Operational Research*, 312(2), 718–732. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.07.009>
- Granado, I., Silva, E., Carravilla, M. A., Oliveira, J. F., Hernando, L., & Fernandes-Salvador, J. A. (2025). A GRASP-based multi-objective approach for the tuna purse seine fishing fleet routing problem. *Computers & Operations Research*, 174, 106891. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2024.106891>
- Manso-Narvarte, I., Solabarrieta, L., Caballero, A., Anabitarte, A., Knockaert, C., Dhondt, C. A., & Fernandes-Salvador, J. A. (2024). Fishing vessels as met-ocean data collection platforms: data lifecycle from acquisition to sharing. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1467439. doi: <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1467439>
- Puente, E., Citores, L., Cuende, E., Krug, I., & Basterretxea, M. (2023). Bycatch of short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the pair bottom trawl fishery of the Bay of Biscay and its mitigation with an active acoustic deterrent device (pinger). *Fisheries Research*, 267, 106819. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106819>
- Cuende, E., Herrmann, B., Sistiaga, M., Basterretxea, M., Edridge, A., Mackenzie, E.K., Kynoch, R.J., Diez, G. (2022). Species separation efficiency and effect of artificial lights with a horizontal grid in the Basque bottom trawl fishery. *Ocean & Coastal Management*, 221, 106105. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106105>
- Cuende, E., Sistiaga, M., Herrmann, B., & Arregi, L. (2022). Optimizing size selectivity and catch patterns for hake (*Merluccius merluccius*) and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) by combining square mesh panel and codend designs. *PLoS ONE*, 17(1), e0262602. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262602>
- Cuende, E., Sistiaga, M., Herrmann, B., Basterretxea, M., & Arregi, L. (2022). Escape of hake (*Merluccius merluccius*), horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) in codends with shortened lastridge ropes. *Mediterranean Marine Science*, 23(4), 917-934. doi: <https://doi.org/10.12681/>
- **Comisión Europea**  
Economía azul  
[https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/news/regulating-marine-litter-source-sea-2024-03-27\\_en](https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/news/regulating-marine-litter-source-sea-2024-03-27_en)
- **Comisión Europea**  
El Pacto Verde europeo  
[https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_es](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es)
- **Comisión Europea**  
Estadísticas sobre la flota pesquera europea  
[https://stecf.ec.europa.eu/data-dissemination/aer\\_en?prefLang=es](https://stecf.ec.europa.eu/data-dissemination/aer_en?prefLang=es)
- **Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación**  
Fondos FEMPA  
<https://www.mapa.gob.es/es/pesca/temas/fondos-europeos/fempa/>
- **Parlamento Europeo**  
Inteligencia artificial  
<https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>
- **SPRI**  
ORTZE:El primer buque eléctrico híbrido made in Euskadi  
<https://www.spri.eus/es/tecnologia-comunicacion/ortze-el-primer-buque-electrico-hibrido-made-in-euskadi-se-hace-con-el-premio-de-innovacion-de-mayor-prestigio-a-nivel-nacional/>





MEMBER OF  
BASQUE RESEARCH  
& TECHNOLOGY ALLIANCE

**/ SEDES**

Txatxarramendi Ugarte z/g  
E-48395 Sukarrieta - BIZKAIA (Spain)

Parque Tecnológico de Bizkaia  
Astondo Bidea, Edificio 609  
E-48160 Derio - BIZKAIA (Spain)

Herrera Kaia - Portualdea z/g  
E-20110 Pasaia - GIPUZKOA (Spain)

/ t. (+34) 946 574 000

/ e-mail: [info@azti.es](mailto:info@azti.es)

/ [www.azti.es](http://www.azti.es)

