

# LIFE IP INTEMARES

---

**Informe de la campaña (INTEMARES**

**A4 Cañón Avilés 0718)**

Del 29 de julio al 15 de agosto de 2018



## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
1. Resumen .....	4
2. Introducción .....	7
3. Objetivos .....	9
4. Metodología .....	9
Zona de estudio y diseño de la campaña .....	10
Estimación y distribución del esfuerzo pesquero .....	12
Distribución espacial del esfuerzo pesquero .....	15
Estaciones de muestreo y lances .....	16
Estudio del efecto sobre los hábitats de fondos rocosos.....	21
Transectos de observación directa mediante el ROTV Politolana .....	21
Captura y procesado de datos .....	24
Muestreos con draga de roca .....	25
Estudio del efecto sobre los hábitats de fondos sedimentarios.....	28
Muestreo con patín epibentónico (bou de vara o beam-trawl) .....	28
Estimación del índice de vulnerabilidad de las especies sensibles al arrastre.....	29
Muestreo con draga Box-Core .....	30
5. Resultados .....	31
Resultados de los muestreos realizado con draga de roca.....	36
Resultados preliminares de los efectos del arrastre sobre los hábitats RN2000 evaluados con el patín epibentónico .....	38
Descripción de la biodiversidad .....	38
Efectos de la pesca de arrastre sobre la biodiversidad.....	41
La importancia de la resolución en los mapas de esfuerzo .....	46
6. Agradecimientos .....	47
7. Referencias.....	47
ANEXOS .....	49

Autores del Informe:

*A. Punzón, F. Sánchez, JL Rueda, JM González- Irusta, E. Ceballos, A. Rodríguez-Basalo, E. Prado, E. González- García, M. Gómez-Ballesteros y P. Martín-Sosa.*

Equipo Participante en la Campaña:

*A. Punzón, E. Prado, F. Sánchez, A. Rodríguez Basalo, E. Ceballos, JL Rueda, P. Martín-Sosa, J. Varela, C. Boza, V. Molto, R. Pérez Sierra.*

Periodo de realización de las actividades:

*Del 29 de julio al 15 de agosto de 2018.*

## 1. Resumen ejecutivo

Esta campaña se encuadra dentro de las actividades a realizar en la Acción A4 del proyecto LIFE IP INTEMARES "Diagnóstico del impacto de las actividades humanas y del cambio climático sobre la RN 2000 marina y propuestas para controlar, eliminar o mitigar sus efectos". El objetivo de esta campaña es el estudio de los efectos de la presión pesquera, fundamentalmente del enmalle y el palangre, sobre hábitats bentónicos en la zona del Cañón de Avilés. Dado que en esta acción solo se hacen campañas experimentales en 4 zonas, sus resultados servirán de apoyo al desarrollo del resto de planes de gestión en otras zonas aunque no tengan campañas experimentales. Además se han estudiado los efectos del arrastre sobre los fondos sedimentarios. Los objetivos secundarios de esta campaña han sido: efecto de la pesca en las comunidades y hábitats bentónicos; efecto de la pesca en las comunidades infaunales; evaluación de la relación entre los artes perdidos (pesca fantasma) y los distintos niveles de esfuerzo; mejora de los índices de vulnerabilidad de las especies bentónicas al arrastre; mejorar y/o crear un índice de vulnerabilidad de las especies bentónicas al palangre o al enmalle.

La campaña se ha planificado bajo la hipótesis de que el aumento del esfuerzo pesquero afecta de forma progresiva a la calidad y la distribución de los hábitats. Para su diseño se han analizado con la suficiente precisión la distribución de la huella pesquera y los principales hábitats bentónicos a estudiar. Los muestreadores utilizados han sido: trineo fotogramétrico (Politolana), draga de roca, draga Box-Corer y bou de vara. La campaña se dividió en dos partes:

1. Parte I: tenía por objetivo el muestreo de fondos rocosos con trineo fotogramétrico y draga de roca:
  - a. Trineo fotogramétrico: se realizaron 26 muestreos, de los que 2 fueron especiales, uno con el objetivo de hacer un estudio de alta resolución del hábitat de *Dendrophyllia cornigera*, y otro para analizar una zona sedimentaria prístina.
  - b. Dragas de roca: se realizaron 13 muestreos, de los que 1 fue nulo, y otro fue especial para dar apoyo a la identificación taxonómica de especies de ofiuras
2. Parte II: el objetivo era el muestreo de fondos sedimentarios con bou de vara y draga box-corer
  - a. Bou de vara: se realizaron 28 muestreos, de los que 3 lances fueron nulos, y 2 lances fueron especiales en una zona sedimentaria prístina.
  - b. Box-Corer: se hicieron 19 muestreos, de los que 3 fueron especiales, un primer muestreo para poner a prueba el equipo, y otros dos muestreos en una zona sedimentaria prístina.

Los resultados aquí expuestos son preliminares. En el caso de la información obtenida con la draga box-corer no se presentan resultados ya que el análisis del material recogido requiere de un procesado e identificación a más largo plazo.

Respecto al muestreo realizado con trineo fotogramétrico, los primeros resultados obtenidos de las estaciones de estudio, muestran que existen diferencias significativas en la densidad de las dos especies objetivo consideradas como estructurantes del hábitat 1170 (la esponja *Phakellia ventilabrum* y el coral amarillo *Dendrophyllia cornigera*) en zonas con mayor o menor esfuerzo

pesquero para los dos artes considerados, palangre de fondo y enmalle de rasco. En el caso de las zonas elegidas para el estudio del impacto con arte de rasco, el hábitat era más adecuado para la presencia de la esponja, ya que mostró unas mayores densidades que el coral. Al mismo tiempo, las densidades de ambas especies fueron significativamente mayores en las zonas en donde no se ha identificado esfuerzo pesquero. En el caso de las zonas elegidas para el estudio del impacto con arte de palangre de fondo, las dos especies mostraron mayores densidades que en las zonas de estudio del rasco. En estas zonas del palangre, se obtuvo una ligera menor densidad en las áreas identificadas como de mayor impacto, si bien no eran diferencias significativas.

En las muestras de draga de roca se han recogido unos 3250 individuos pertenecientes a 130 especies, siendo los Filos con mayor representación en especies los poríferos (29%) seguido de los cnidarios, equinodermos y moluscos (15%), anélidos (11%), cordados (4%), crustáceos y braquiópodos (3%), entre otros. Actualmente se está revisando y mejorando la identificación del material recolectado y se están realizando análisis para detectar posibles diferencias en las comunidades faunísticas encontradas en relación a la actividad pesquera.

En el muestreo con patín epibentónico (también llamado bou de vara) se identificaron un total de 145 taxones distintos pertenecientes a más de 100 familias diferentes. La biomasa total muestreada se reparte entre especies de los Phylum Chordata (16,3%), Mollusca (2,31%), Equinodermata (36,89%), el Subphylum Crustacea (42,33%, este valor incluye el peso aportado por el cangrejo epipelágico *Polybius henslowii*) y otros grupos (2.16%) menos frecuentes entre los que se encuentran especies del Phylum Porifera, Cnidaria o Sipuncula entre otros. Respecto a los efectos de la actividad pesquera, independientemente de los resultados que puedan arrojar posteriores análisis estadísticos más detallados, se identifica una tendencia negativa clara tanto en la riqueza como en la diversidad, siendo las estaciones más afectadas por las artes de arrastre las que tienen los valores más bajos en ambos índices. Además se han analizado el efecto de esta presión sobre distintas características biológicas o "Biological traits" (BTs) de las especies encontradas. De los 135 taxones distintos encontrados en este trabajo, 35 fueron utilizados en el análisis de BTs. En general, tal y como era esperable, las zonas libres de arrastre albergan a las especies con características biológicas más sensibles. De esta forma, los valores 4 para talla o longevidad (las especies más grandes y longevas) solo fueron observados en las zonas con valores bajos de esfuerzo. De la misma forma, es interesante observar como los fondos con los valores más elevados de esfuerzo están dominados por especies móviles (principalmente nadadoras), carroñeras, con caparzones duros y con ciclos de vida cortos, características biológicas todas ellas que les permiten beneficiarse del arrastre. Por último se ha evaluado la influencia del tamaño de la resolución de la malla de presión pesquera a la hora de analizar los efectos de la presión pesquera sobre las especies, observándose una mejora sustancial al bajar la resolución de la misma.

## 1. Summary

This survey is part of the activities to be carried out in Action A4 of the LIFE IP INTEMARES project "Diagnostic of the impact of human activities and climate change on the marine RN 2000 and proposals to control, eliminate or mitigate its effects". The goal of this survey is the study of the effects of fishing pressure, mainly gillnet for monk (*rasco*) and longline, on benthic habitats in the area of the Avilés Canyon. Given that in this action only experimental surveys are carried out in 4 LICs areas, their results will support the development of the rest of the management plans in other LICs even if they do not have experimental survey. In addition, the effects of trawling on sedimentary bottoms have been studied. The secondary goals of this campaign have been: the effect of fishing on communities and benthic habitats; effect of fishing on infaunal communities; evaluation of the relationship between the lost gears (ghost fishing) and the different levels of effort; improvement of the vulnerability indexes of benthic species to trawling; improve and / or create an index of vulnerability of the benthic species to the longline or to the gillnet.

The survey has been planned under the hypothesis that the increase in fishing effort progressively affects the quality and distribution of habitats. For its design, the distribution of the fishing footprint and the main benthic habitats to be studied have been analyzed with sufficient precision. The samplers used were: photogrammetric sled (*Politolana*), rock dredger, Box-Corer dredger and beam-trawl. The survey was divided into two parts:

1. Part I: aimed at sampling rocky bottoms with photogrammetric sled and rockdredger:
  - a. Photogrammetric sled: 26 samplings were carried out, of which 2 were special, one with the objective of making a high resolution study of *Dendrophyllia cornigera* habitat, and another to analyze a pristine sedimentary zone.
  - b. Rock dredge: 13 samplings were made, of which 1 was not valid, and another was special to support the taxonomic identification of species of brittle
2. Part II: the objective was the sampling of sedimentary bottoms with bou de vara and dredge box-corer
  - a. Bou de vara: 28 samples were taken, of which 3 sets were not valid, and 2 sets were special in a pristine sedimentary zone.
  - b. Bos-Corer: 19 samplings were made, of which 3 were special, a first sampling to test the equipment, and another two samplings in a pristine sedimentary zone.

The results presented here are preliminary. In the case of the information obtained with the box-corer dredger, no results are presented since the analysis of the collected material requires longer-term processing and identification.

Regarding the sampling carried out with photogrammetric sled, the preliminary results obtained from the study stations show that there are significant differences in the density of the two target species considered as habitat structuring 1170 (the sponge *Phakellia ventilabrum* and the yellow coral *Dendrophyllia cornigera*) in areas with greater or lesser fishing effort for the two gears considered, bottom longline and gillnet. In the case of the zones chosen for the study of the impact with gillnet for monk, the habitat was more suitable for the presence of the sponge, since it showed higher densities than the coral. At the same time, the densities of both species were significantly higher in areas where fishing effort has not been identified. In the case of the zones chosen for the

study of the impact with bottom longline gear, the two species showed higher densities than in the study areas of the gillnet for monk. In these areas of the longline, a slightly lower density was obtained in the areas identified as having the greatest impact, although there were no significant differences.

In the samples of rock dredge have been collected about 3250 individuals belonging to 130 species, with the Phyllos most represented in species porifera (29%) followed by cnidarians, echinoderms and molluscs (15%), annelids (11%), chordates (4%), crustaceans and brachiopods (3%), among others. Currently, the identification of the collected material is being reviewed and improved, and analyzes are being carried out to detect possible differences in the fauna communities found in relation to the fishing activity.

In the sampling with beam trawl a total of 145 different taxones belonging to more than 100 different families were identified. The total biomass sampled is distributed among species of Phylum Chordata (16.3%), Mollusca (2.31%), Echinodermata (36.89%), Subphylum Crustacea (42.33%, this value includes the weight contributed by the epipelagic crab *Polybius henslowii*) and other groups (2.16%) less frequent among which are species of Phylum Porifera, Cnidaria or Sipuncula among others. Regarding the effects of fishing activity, regardless of the results that can be obtained from more detailed statistical analyzes, a clear negative trend is identified in both richness and diversity, with the seasons most affected by the trawl gear being those that have the lowest values in both indices. In addition, the effect of this pressure on different biological characteristics or "Biological traits" (BTs) of the species found was analyzed. Of the 135 different taxa found in this work, 35 were used in the BT analysis. In general, as expected, trawl-free zones has species with more sensitive biological characteristics. In this way, values 4 for size or longevity (the largest and longest species) were only observed in areas with low stress values. In the same way, it is interesting to observe how the funds with the highest values of effort are dominated by mobile species (mainly swimmers), scavengers, hard shells and short life cycles, all of which allow them to benefit from trawling. Finally, the influence of the size of the resolution of the fishing pressure mesh has been evaluated when analyzing the effects of fishing pressure on the species, showing a substantial improvement in lowering the resolution of the same.

## 2. Introducción

Esta campaña se encuadra dentro de las actividades a realizar en la Acción A4 del proyecto LIFE IP INTEMARES "Diagnóstico del impacto de las actividades humanas y del cambio climático sobre la RN 2000 marina y propuestas para controlar, eliminar o mitigar sus efectos". Esta Acción es heredera de los estudios realizados durante el proyecto INDEMARES de huella pesquera y distribución de hábitats RN2000 en las diferentes áreas candidatas a integrarse en la Red NATURA 2000 española.

Durante el proyecto INDEMARES en la mayoría de los casos se analizó la co-ocurrencia espacio temporal de actividad pesquera y los hábitats, no pudiéndose precisar si existía daño físico o estructural en los hábitats. Y en ningún caso se pudo definir si había una interacción entre la actividad y el hábitat, y si se producía un efecto negativo sobre el hábitat objeto de protección.

Además es necesario mejorar o crear nuevos índices que nos permitan analizar la vulnerabilidad de especies y hábitats al impacto de las diversas presiones derivadas de la actividad pesquera, con especial atención a la presión derivada de artes fijos en el fondo como el enmalle y el palangre.

Este análisis de impacto y su cuantificación, es esencial por un lado, porque es necesario proteger los hábitats susceptibles de ser impactados, y por otro, no menos importante, minimizar los efectos de esta protección, cuando sea necesaria, sobre las actividades económicas que se desarrollan en la zona (fundamentalmente la pesca). Además, el conocer el mecanismo de cómo se produce ese impacto, ayudará a desarrollar, en los casos que sea posible, medidas mitigadoras que permitan garantizar la existencia del hábitat y el desarrollo de una pesca sostenible. Por lo tanto, el objetivo prioritario de esta Acción A4 es el de garantizar, con la información disponible, que se maximiza la protección de los hábitats RN 2000 y se minimizan los efectos sobre las actividades económicas que se desarrollan en el área.

Esto implica un conocimiento profundo de la distribución espacial de los hábitats y de la huella pesquera, y el tipo del tipo de impacto que produce cada tipo de actividad pesquera sobre cada tipo de hábitat, ya que todos no son iguales ni de la misma intensidad. Dado el número de áreas INDEMARES, y combinaciones de artes de pesca y hábitats RN2000, se van a hacer dos aproximaciones. Una que implica a todas las áreas, donde se va realizar un actualización y análisis exhaustivo de la distribución espacial del esfuerzo. Y otra donde se van a realizar campañas de investigación en cuatro de los LICs (Canal de Menorca, Golfo de Cádiz, Canarias y Cañón de Avilés).

Esta campaña se encuadra dentro de estos últimos estudios, teniendo por objeto el estudio de los efectos de la presión pesquera, fundamentalmente del enmalle y el palangre, sobre hábitats bentónicos en la zona del Cañón de Avilés. Esto implica que nuestra zona de actuación fundamentalmente sean los fondos duros de la zona de estudio ya que es la zona prioritaria donde actúan estos artes, y donde se producen las interacciones con los hábitats objetos de protección.

Esta campaña se planifica bajo la hipótesis de que el aumento del esfuerzo pesquero afecta de forma progresiva a la calidad y la distribución de los hábitats. Para su diseño se han analizado con la suficiente precisión la distribución de la huella pesquera y los principales hábitats bentónicos a estudiar. Los muestreadores utilizados han sido (Ilustración 1): trineo fotogramétrico (Politolana), draga de roca, draga Box-Corer y patín epibentónico.

Los resultados aquí expuestos son preliminares. Fundamentalmente corresponden al análisis exploratorio de los datos obtenidos. En el caso de la información obtenida con la draga box-corer no se presentan resultados ya que el análisis del material recogido requiere de un procesado e identificación a más largo plazo.



Ilustración 1. Muestreadores utilizados en la Campaña CANVIS 2018 (de arriba abajo y de izquierda a derecha): trineo fotogramétrico, draga de roca, patín epibentónico y box-corer.

### 3. Objetivos

El objetivo de la campaña INTEMARES A4 Cañón de Avilés es la evaluación por métodos directos del efecto de la presión pesquera ejercida fundamentalmente por artes fijas de fondo sobre la distribución y calidad de los hábitats bentónicos RN2000, teniendo como objetivos secundarios la recogida de información para analizar:

- Efecto de la pesca en las comunidades y hábitats bentónicas
- Efecto de la pesca en las comunidades infaunales
- Evaluación de la relación entre los artes perdidos (pesca fantasma) y los distintos niveles de esfuerzo.
- Mejora de los índices de vulnerabilidad de las especies bentónicas al arrastre
- Mejorar y/o crear índice de vulnerabilidad de las especies bentónicas al palangre o al enmalle
- Obtener los indicadores de presión sobre los hábitats estudiados

### 4. Metodología

El modelo teórico en el que se basa esta acción, y por lo tanto esta campaña experimental, es el que se puede ver en la Figura 1. El diseño de la campaña debe responder a: poder evaluar los índices de vulnerabilidad/sensibilidad a la presión de las especies objeto de protección, construir o adaptar índices existentes a nuestras necesidades, y estimar a través de indicadores (composición

de especies típicas, extensión del daño físico, estado de condición de las comunidades de los hábitats bentónicos, pérdida de área del hábitat o estructura de tallas de las especies sensibles, etc.) los efectos de la presión pesquera sobre los hábitats.

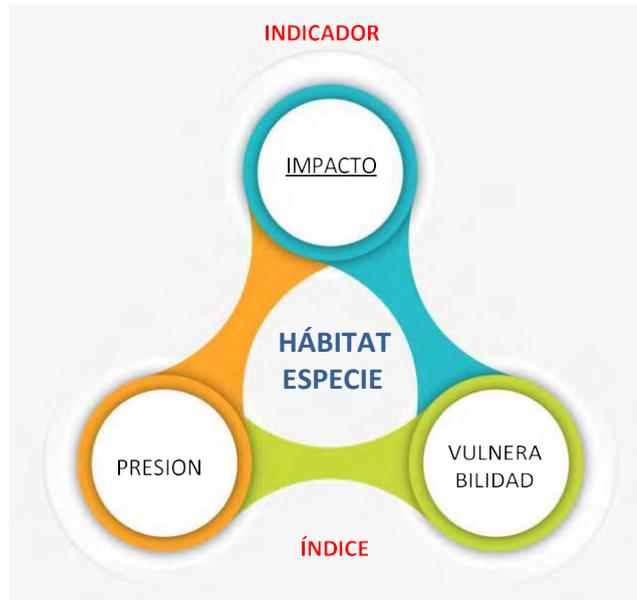


Figura 1. Modelo teórico para el diagnóstico del impacto de las actividades humanas sobre los hábitats RN2000

### Zona de estudio y diseño de la campaña

La zona de estudio (Figura 2) fue seleccionada en base a la información disponible del proyecto INDEMARES de presencia de hábitats RN2000, principalmente el formado por *Dendrophyllia cornigera* y *Phakellia ventilabrum*, que se encuadra en la tipología del hábitat 1170 Arrecifes y la distribución de las pesquerías. Al no disponer de la cartografía de los hábitats mencionados, se utilizó como criterio principal las características ambientales asociadas a la geomorfología y la batimetría, y la actividad pesquera. Además, de los hábitats 1170 de la zona de estudio, se han analizado los hábitats sobre fondos sedimentarios. Este estudio se ha realizado ya que los resultados de la acción y en concreto de este caso de estudio, van a servir para asesorar en la realización de todos los planes de gestión participativos de los LICs INDEMARES previstos en el proyecto INTEMARES (Acción A7).

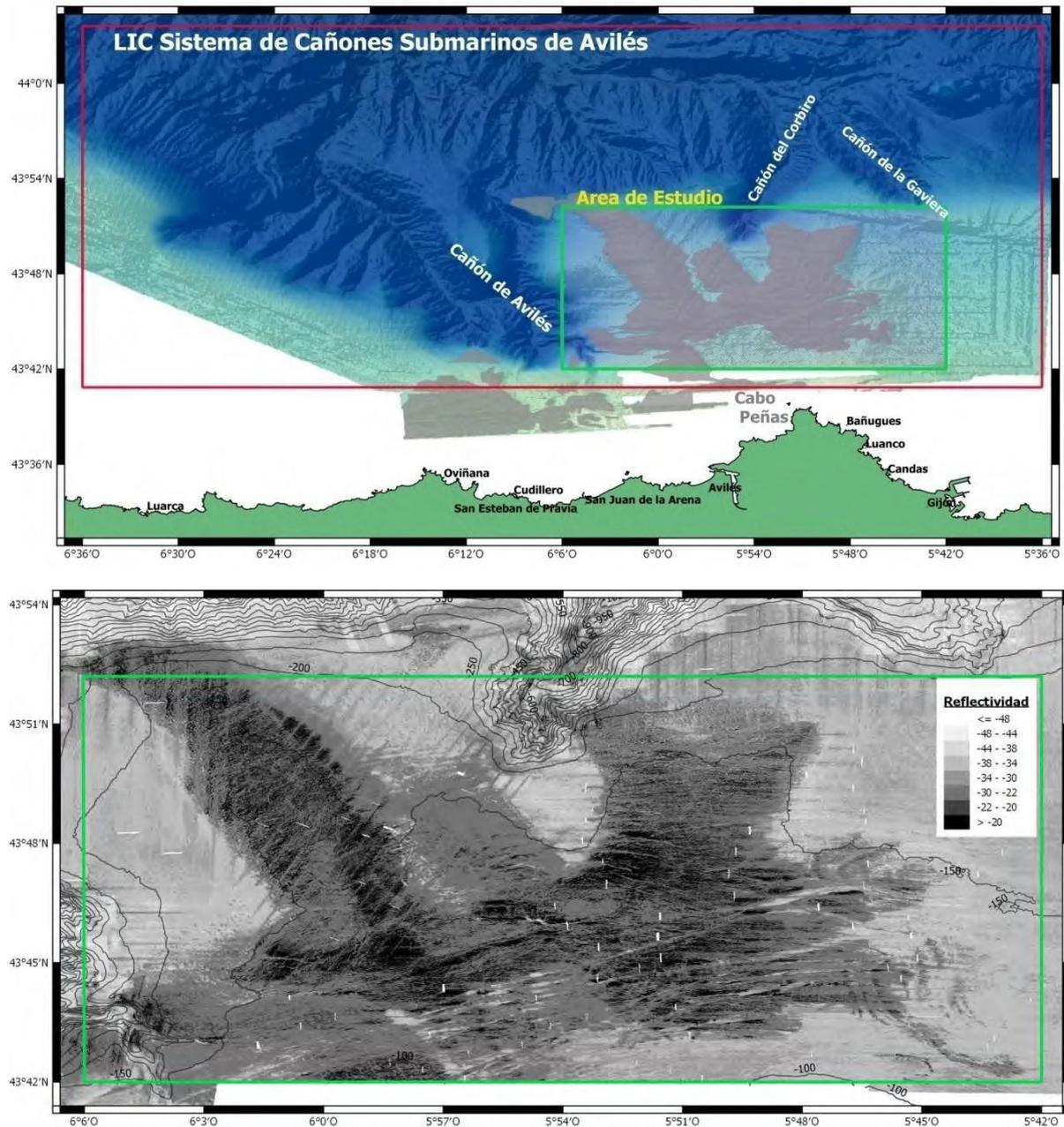


Figura 2. En la gráfica superior se muestra el área de estudio dentro del LIC, sombreado en gris la zona rocosa. En la gráfica inferior se muestra la batimetría y la reflectividad en detalle del área de estudio

El área de estudio está en la plataforma continental frente al Cabo de Peñas entre los 100 y los 250 metros de profundidad, en el suroeste del LIC del Sistema de Cañones Submarinos de Avilés (Figura 2). El área de estudio se caracteriza por una superficie rocosa central, rodeada de sustrato sedimentario formado por arenas circalitorales de plataforma externa principalmente y a partir de los 200 metros de arenas batiales de plataforma externa (Figura 3).

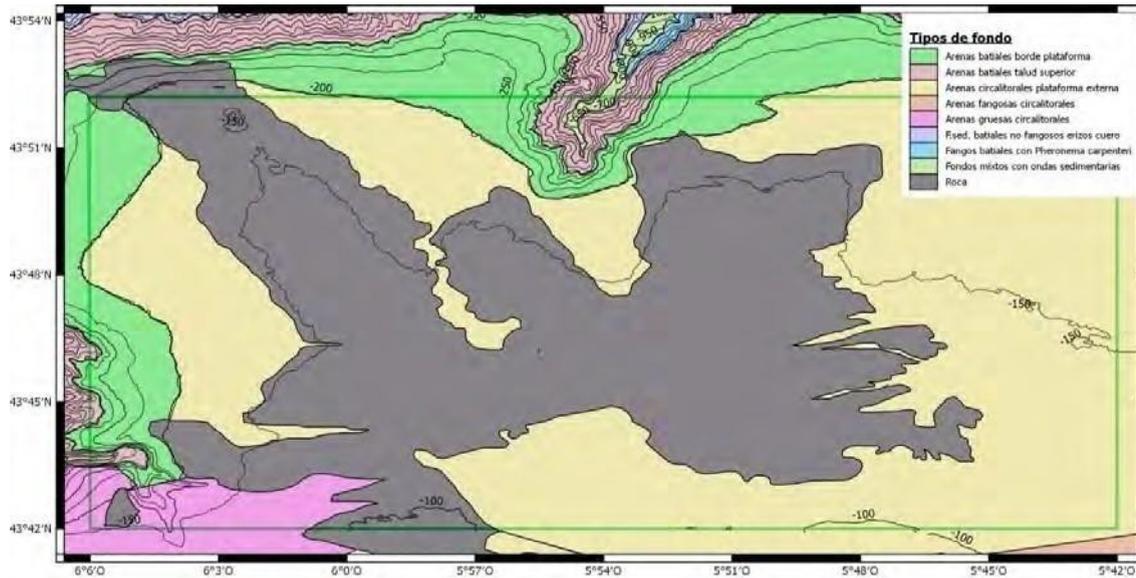


Figura 3. Tipos de fondo y batimetría del área de estudio

En función del tipo de fondo y del arte de pesca se han empleado distintos tipos de muestreador. Con el objeto de compatibilizar los distintos métodos de muestreo la campaña se dividió en dos partes:

- Parte I (29 de julio al 8 de agosto): Dirigido al diagnóstico del impacto generado sobre actividades pesqueras que actúan sobre fondos rocosos. Como muestreadores se utilizaron el trineo fotogramétrico Politolana y la draga de roca.
- Parte II (9 de agosto al 15 de agosto): Dirigido al diagnóstico del impacto generado sobre actividades pesqueras que actúan sobre fondos sedimentarios. Como muestreadores se utilizaron la draga Box-Corer y el patín epibentónico.

### Estimación y distribución del esfuerzo pesquero

En la zona de estudio principalmente tienen lugar tres pesquerías que entran en contacto con el fondo y que fueron objeto de estudio durante la campaña (Punzón *et al.*, 2016) (Ilustración 12): rasco (enmalle de fondo dirigido al *Lophius* spp.), palangre de fondo dirigido a la merluza, arrastre con puertas y arrastre a la pareja.



Ilustración 2. Artes de pesca demersal que fueron objeto de estudio durante la Campaña CANAVIS 18 (de arriba abajo y de izquierda a derecha): rasco (enmalle dirigido a rape), palangre, arrastre con puertas y arrastre a la pareja

La distribución espacial del esfuerzo de la flota industrial se ha analizado utilizando la información de los libros de pesca y de los VMS. Los libros de pesca se utilizaron para la asignación de artes de pesca y pesquerías (previamente identificadas) a la información procedente de los VMS. La información de libros de pesca corresponde al periodo 2004-2017 para todo el mar Cantábrico (VIIIc ICES Division), y fueron utilizados para la identificación de artes de pesca y tácticas pesqueras. Se considera táctica pesquera a la combinación del arte de pesca y la especie o especies objetivo de un grupo determinado de flota o marea. La información de los VMS es para el periodo 2006-2010 y únicamente se usaron los datos correspondientes a la zona de estudio. Estos datos se utilizaron para el análisis espacial de la actividad pesquera identificada previamente mediante los libros de pesca. VMS y libros de pesca han sido facilitados por "Ministerio de Alimentación, Agricultura y Medioambiente" (MAPA).

Para la identificación de las pesquerías con los libros de pesca se han utilizado datos a una mayor escala espacial y temporal para identificar correctamente las tácticas pesqueras con poca presencia en el área de estudio. La metodología utilizada para la identificación de tácticas pesqueras e identificar las pesquerías de rasco, palangre dirigida a merluza y arrastre se puede ver en Punzón, *et al.* (2010 y 2016).

Respecto a los VMS, este dispositivo de localización envía vía satélite cada dos horas una señal (ping) y queda registrado el código del barco emisor, fecha, hora, la posición (latitud y longitud), velocidad en nudos, rumbo y si el barco está realizando operaciones de pesca o no. La información

de si está pescando o no se gestiona desde el barco, siendo en la mayoría de las ocasiones incorrecta, por lo que no puede ser utilizado.

Son muchos los filtros y tipos de procesado que se han realizado para eliminar aquellas señales no asociadas a actividad pesquera (Lee *et al.*, 2010; Hintzen *et al.*, 2011). En nuestro caso hemos realizado el siguiente procesado:

- a cada señal se le asoció el tiempo transcurrido entre ella y la siguiente, y la distancia euclídea entre ambas señales
- se identificó el comienzo y la finalización de las mareas, cuando el tiempo transcurrido entre señales sucesivas era mayor a 4 horas
- se calculó la velocidad media de la embarcación entre señales (pings) sucesivas
- se eliminaron todas aquellas embarcaciones de las que haya menos de 10 señales a lo largo de un año
- se eliminan todas aquellas señales que estén a menos de tres millas del puerto pesquero más cercano
- a cada señal que coincida con una marea de los libros de pesca (en función del código del buque y la fecha de captura) se le asignó un arte de pesca y una táctica pesquera
- en función de la distribución de frecuencias de velocidades medias se definió un rango de trabajo para cada arte de pesca y todas aquellas señales con velocidades fuera de rango se eliminaron: en el caso del rasco y el palangre entre 0.01 y 2.1 knts, el arrastre con puertas entre 2.25 y 4.25 knts, y el arrastre a la pareja entre 1.5 y 2.5

En las plataformas continentales anchas de fondo sedimentario, como en el Mar del Norte, las playas de pesca generalmente son muy amplias. En estos casos al visualizar la información de los VMS, una vez aplicados los filtros, aparecen claras concentraciones de esfuerzo, siendo escasas las zonas con puntos que en realidad no corresponden a actividad pesquera (Hintzen *et al.*, 2011). Sin embargo, en zonas de plataforma estrecha con cobertura rocosa en mosaico, o zonas de talud, las playas de pesca son angostas y generalmente cortas. En este tipo de zonas es frecuente que aparezcan áreas con aparente actividad pesquera cuando en realidad no existe. Esto puede ser problemático cuando se quiere caracterizar ambientalmente la actividad pesquera o determinar si existe interacción entre un hábitat determinado y una actividad pesquera concreta. Para eliminar esas presencias de actividad pesquera falsas, es necesario aplicar umbrales, es decir, definir cuando una presencia indica realmente actividad (Punzón, *et al.*, 2016). En todos los casos se ha visto que el nivel de umbral óptimo es de 0.2.

Para el diseño de la campaña y los análisis preliminares que aquí presentamos hemos utilizado el tiempo de pesca y el tiempo relativo de pesca como unidad de esfuerzo para las pesquerías que se desarrollan en la zona y que van a ser objeto de estudio: Rasco (enmalle dirigido a rape), palangre dirigido a merluza, arrastre de fondo con puertas. En la Figura 4 se muestra la distribución espacial del esfuerzo relativo para estas actividades pesqueras.

Además para todo el arrastre junto (arrastre con puertas y arrastre a la pareja) y solo para el periodo 2007-2010 se calculó el área barrida. Para obtener la distribución espacial del área barrida se identificaron los lances realizados por marea. Para cada lance se estimó el recorrido del lance interpolando entre los pings de los VMS mediante una interpolación spline cubic-hermit (Hintzen *et*

al., 2010). El área barrida media anual por celda (km<sup>2</sup>) fue convertida en número de veces que una celda fue arrastrada dividiendo el área barrida anual media por el tamaño de la celda. El mapa final fue el valor medio para los 4 años (Figura 5).

### *Distribución espacial del esfuerzo pesquero*

En la Figura 4 se puede ver la distribución espacial por arte de pesca en la zona de estudio. El grid utilizado es de 0.5x0.5 km. El rasco se distribuye en la zona de estudio en el límite entre la zona rocosa y el sustrato sedimentario. Si no tenemos en cuenta el esfuerzo en el Cañón del Corbiri (norte de la zona de estudio), fundamentalmente se distribuye en la zona occidental de la superficie rocosa que domina el área de estudio, entre los 100 y los 200 m de profundidad. En el caso del palangre de fondo dirigido a la merluza se distribuye en la zona sur de la zona de estudio, con dos zonas muy marcadas. En la zona este el esfuerzo es muy bajo y actualmente no tiene actividad pesquera. En la zona oeste se concentra el área de actividad más importante, fundamentalmente en la cabecera del Cañón de Avilés. En el caso del arrastre con puertas el esfuerzo se distribuye en la zona sedimentaria alrededor de la zona rocosa central del área de estudio.

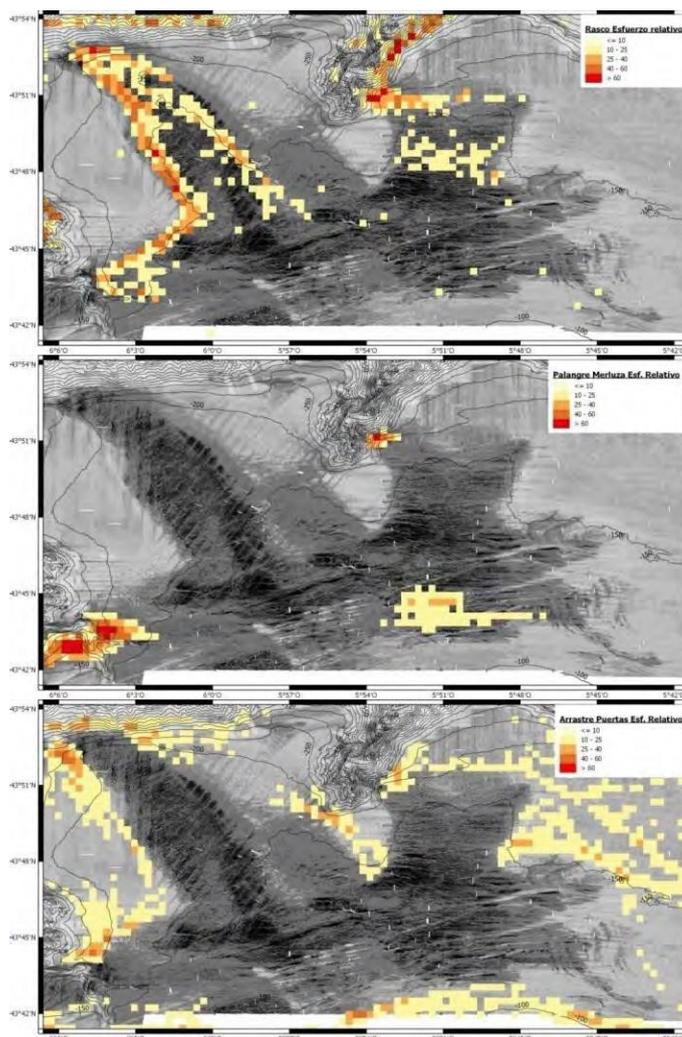


Figura 4. Distribución espacial del esfuerzo (esfuerzo relativo) del (de arriba hacia abajo): rasco; palangre de fondo dirigido a merluza; y arrastre con puertas

En la Figura 5 se representa el área barrida del arrastre (arrastre con puertas y arrastre a la pareja) en un grid de 3x3 km. Al igual que en el análisis con el tiempo de arrastre, el esfuerzo se reparte alrededor de la superficie rocosa que hay en la zona central del área de muestreo, alcanzándose los valores más altos de esfuerzo en las zonas este y oeste de la zona de estudio

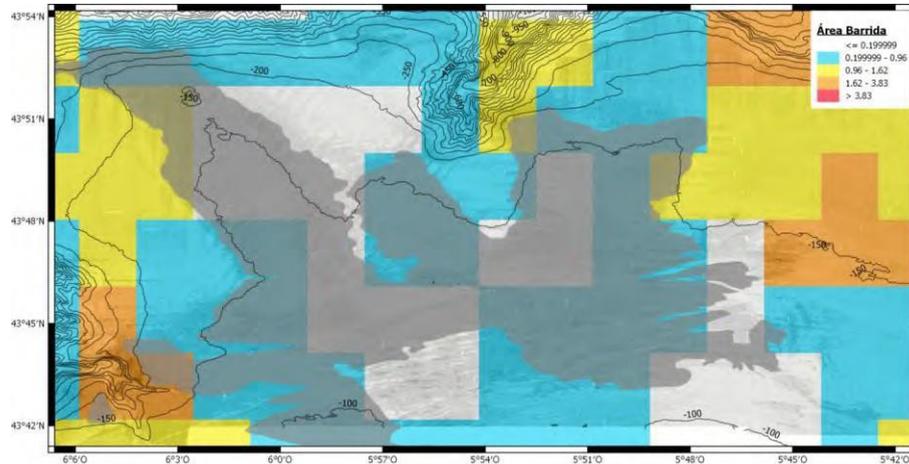


Figura 5. Distribución espacial del esfuerzo (área barrida respecto al tamaño de celda) de arrastre (arrastre con puertas y arrastre a la pareja).

### Estaciones de muestreo y lances

Para la selección de las zonas de estudio se tuvieron en cuenta el esfuerzo pesquero (presión), el tipo de fondo y las características ambientales. En la zona de estudio los artes fijos (palangre y rasco) operan principalmente sobre sustrato rocoso o en la frontera con el sustrato sedimentario, mientras que los artes móviles (arrastres) operan exclusivamente sobre sustrato sedimentario. En el caso del muestreo para el diagnóstico de los efectos de los artes fijos se ha usado el resultado del isocluster obtenido a partir del modelo de elevación y capas derivadas (bpi, pendiente, etc), con el objeto de seleccionar zonas ambientalmente similares (Figura6)

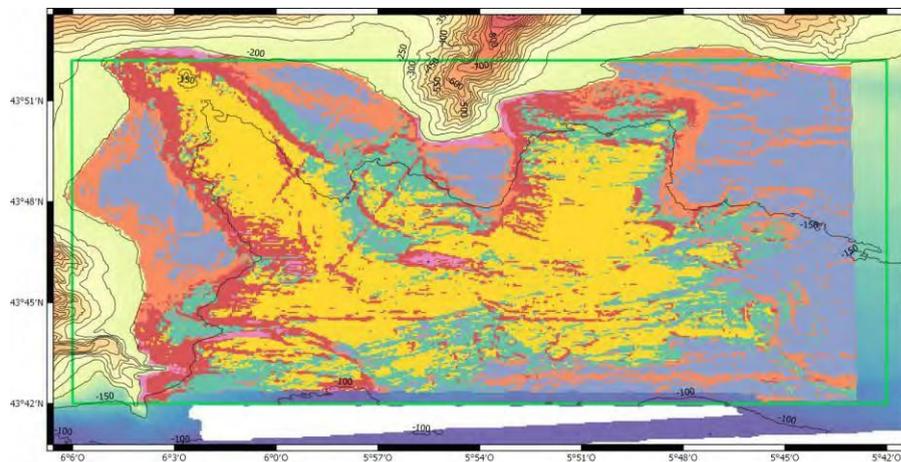


Figura 6. Resultado del Isocluster

En el caso de los artes fijos en función de si se trataba de rasco o de palangre se definieron dos parejas de estaciones para cada uno de ellos, estando formadas cada pareja de estaciones por una estación con un nivel de esfuerzo alto y otra con esfuerzo muy bajo o nulo, intentando que las dos

estaciones de cada pareja fueran ambientalmente muy similares. Además hay que tener en cuenta, aunque no se va a evaluar en este informe, que se consideró la tendencia del esfuerzo, por lo que tanto en rasco como en palangre de fondo en una de las parejas de estaciones el esfuerzo tenía una tendencia descendente. Así, las estaciones en función del tipo de arte y esfuerzo fueron (Figura 7):

- Rasco:
  - Pareja Estaciones 1: Estaciones 1 (esfuerzo alto) y 2 (esfuerzo bajo o nulo)
  - Pareja Estaciones 2: Estaciones 3 (esfuerzo alto tendencia disminuir) y 4 (esfuerzo bajo o nulo)
- Palangre de fondo:
  - Pareja Estaciones 3: Estaciones 5 (esfuerzo alto) y 6 (esfuerzo bajo o nulo)
  - Pareja Estaciones 4: Estaciones 7 (esfuerzo alto tendencia disminuir) y 8 (esfuerzo bajo o nulo)

Para el arrastre en la zona de estudio, de los 5 (0-4) niveles de esfuerzo posibles, solamente están presentes los cuatro primeros, no existiendo ninguna celda con un nivel de esfuerzo máximo o 4 (Figura 5). Las estaciones en función del nivel de esfuerzo fueron (Figura 7):

- Nivel de esfuerzo 0: Estaciones 9 y 11
- Nivel de esfuerzo 1: Estaciones 12 y 13
- Nivel de esfuerzo 2: Estaciones 14 y 15
- Nivel de esfuerzo 3: Estaciones 15 y 16

Además se hicieron muestreos en la estación 10, que aunque está en una celda con un nivel de esfuerzo de arrastre 2, en realidad el esfuerzo atendiendo a la huella pesquera a menor escala es nulo. Esta estación se escogió porque se trataba de una zona sedimentaria rodeada de zonas rocosas, y con muchas probabilidades de tratarse de una zona donde nunca se hubiera trabajado con arte de arrastre.

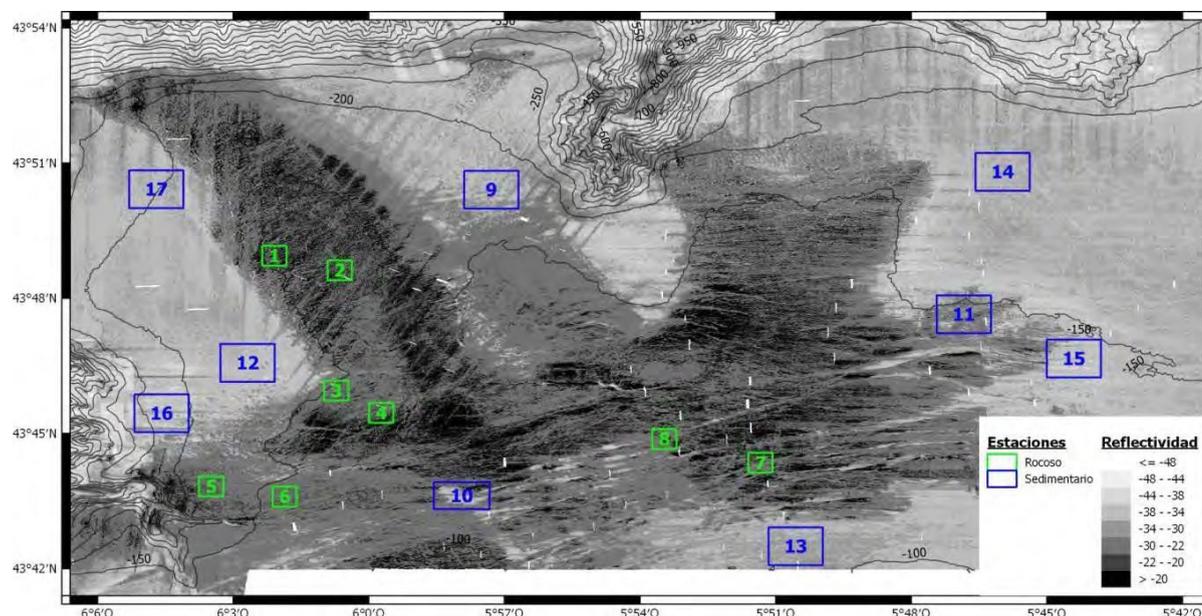


Figura 7. Distribución espacial de las estaciones de muestreo: en verde las estaciones implicadas en el estudio del impacto de las artes fijas y en azul las estaciones usadas para evaluar el impacto del arrastre.

En la Tabla 1 y Figura 8 están los muestreos realizados durante la fase I de muestreo. En el número de muestra, el primer número hace referencia al tipo de muestreador: 1, trineo fotogramétrico; 2, draga de roca; 3, patín epibentónico; y 4, box-corer. Durante esta fase I hubo 2 días donde no se pudo trabajar con el trineo fotogramétrico por condiciones climatológicas adversas. Durante la fase I solo hubo un lance nulo (2\_2). Se hicieron tres muestreos especiales: un muestreo (1\_25) en la estación 10 con trineo fotogramétrico en zona sedimentaria teóricamente prístina; un muestreo (1\_26) para hacer un estudio mediante técnicas de alta resolución con el trineo fotogramétrico, que en realidad estuvo compuesto de cuatro líneas de muestreo (ver apartado muestreo trineo fotogramétrico); y un muestreo con draga de roca (2\_4) de apoyo taxonómico al trineo fotogramétrico, para la identificación de las especies de ofiuras presentes en la zona.

Tabla 1. Muestreos realizados en la fase I de la campaña (Validez: 0, nulo; 1, válido; 2, especial)

MUESTRA	ESTACIÓN	FECHA	MUESTREADOR	VALIDEZ	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDIDAD	ARTE PESCA	PRESION	PRESION CUALITATIVA
1_1	Estacion 1	31/07/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.81591667	-6.036	142.5	rasco		rasco_1_estable
1_2	Estacion 1	31/07/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.81333333	-6.034666667	144	rasco		rasco_1_estable
1_3	Estacion 1	31/07/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.81791667	-6.034916667	145.5	rasco		rasco_1_estable
1_4	Estacion 2	03/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.81016667	-6.013	141	rasco		rasco_0_estable
1_5	Estacion 2	03/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.81058333	-6.010416667	140.5	rasco		rasco_0_estable
1_6	Estacion 2	03/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.81016667	-6.007416667	138.5	rasco		rasco_0_estable
1_7	Estacion 4	03/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.75916667	-5.995	129	rasco		rasco_0_descenso
1_8	Estacion 4	04/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.75591667	-5.995083333	126.5	rasco		rasco_0_descenso
1_9	Estacion 4	04/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.76	-5.995833333	133	rasco		rasco_0_descenso
1_10	Estacion 3	04/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.76575	-6.012166667	147	rasco		rasco_1_descenso
1_11	Estacion 3	04/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.76675	-6.014916667	151	rasco		rasco_1_descenso
1_12	Estacion 3	04/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.76725	-6.010666667	146.5	rasco		rasco_1_descenso
1_13	Estacion 5	05/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.73041667	-6.05975	179.5	palangre_fondo		palangre_1_estable
1_14	Estacion 5	05/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.72825	-6.06	184.5	palangre_fondo		palangre_1_estable
1_15	Estacion 5	05/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.73025	-6.057083333	175.5	palangre_fondo		palangre_1_estable
1_16	Estacion 6	05/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.72791667	-6.030833333	176	palangre_fondo		palangre_0_estable
1_17	Estacion 6	05/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.72583333	-6.030583333	176	palangre_fondo		palangre_0_estable
1_18	Estacion 7	06/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.74	-5.856583333	124	palangre_fondo		palangre_0_descenso
1_19	Estacion 7	06/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.74025	-5.85375	124	palangre_fondo		palangre_0_descenso
1_20	Estacion 7	06/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.73758333	-5.857416667	124	palangre_fondo		palangre_0_descenso
1_21	Estacion 6	06/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.72641667	-6.030416667	138	palangre_fondo		palangre_0_estable
1_22	Estacion 8	07/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.74708333	-5.8905	125.5	palangre_fondo		palangre_1_descenso
1_23	Estacion 8	07/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.74925	-5.892	127	palangre_fondo		palangre_1_descenso
1_24	Estacion 8	07/08/1918	trineo_fotogrametrico	1	43.74608333	-5.889833333	126	palangre_fondo		palangre_1_descenso
1_25	Estacion 10	07/08/1918	trineo_fotogrametrico	2	43.72383333	-5.966333333	127	especial_sedimentario		especial_sedimentario
1_26	Estacion especial fot. 3D	08/08/1918	trineo_fotogrametrico	2	43.74583333	-5.886916667	122	especial_roca_pristino		especial_fot. 3D
2_1	Estacion 1	31/07/1918	draga_roca	1	43.816	-6.033916667	143	rasco		rasco_1_estable
2_2	Estacion 2	01/08/1918	draga_roca	0	43.82	-6.011833333	142.5	rasco		rasco_0_estable
2_3	Estacion 2	01/08/1918	draga_roca	1	43.81141667	-6.008416667	139.5	rasco		rasco_0_estable
2_4	Estacion especial	02/08/1918	draga_roca	2	43.77441667	-5.92875	128.5	especial_roca_pristino		especial_ofiuras
2_5	Estacion 2	03/08/1918	draga_roca	1	43.80825	-6.014083333	140.5	rasco		rasco_0_estable
2_6	Estacion 2	03/08/1918	draga_roca	1	43.80908333	-6.007833333	138	rasco		rasco_0_estable
2_7	Estacion 2	03/08/1918	draga_roca	1	43.80941667	-6.007666667	138	rasco		rasco_0_estable
2_8	Estacion 4	04/08/1918	draga_roca	1	43.7595	-5.993833333	129	rasco		rasco_0_descenso
2_9	Estacion 3	05/08/1918	draga_roca	1	43.76775	-6.008	149	rasco		rasco_1_descenso
2_10	Estacion 5	05/08/1918	draga_roca	1	43.729	-6.060583333	183	palangre_fondo		palangre_1_estable
2_11	Estacion 7	06/08/1918	draga_roca	1	43.73983333	-5.85625	126.5	palangre_fondo		palangre_0_descenso
2_12	Estacion 6	06/08/1918	draga_roca	1	43.72775	-6.029666667	136.5	palangre_fondo		palangre_0_estable
2_13	Estacion 8	07/08/1918	draga_roca	1	43.74933333	-5.893	128.5	palangre_fondo		palangre_1_descenso

En la Tabla 2 y en la Figura 8 están los muestreos realizados durante la fase II de la campaña. Solamente hubo tres muestreos nulos, y todos con el patín epibentónico. Se hicieron 5 lances especiales: 2 muestreos con patín epibentónico (3\_27 y 3\_28) en la estación 10 en zona sedimentaria teóricamente prístina; y en la misma estación 2 muestreos con box-corer (4\_18 y 4\_19); y un muestreo con box-corer (4\_01) para poner a punto el muestreador

Tabla 2. Muestrados realizados en la fase II de la campaña (Validez: 0, nulo; 1, válido; 2, especial)

MUESTRA	ESTACIÓN	FECHA	MUESTRADOR	VALIDEZ	LATITUD	LONGITUD	PROFUNDAD	ARTE PESCA	PRESION	PRESION CUALITATIVA
3_1	Estacion 9	09/08/1918	bou de vara	1	43.83341667	-5.943	172.5	arrastre		arrastre_0
3_2	Estacion 9	09/08/1910	bou de vara	1	43.83616667	-5.963	176	arrastre		arrastre_0
3_3	Estacion 15	09/08/1910	bou de vara	1	43.79633333	-5.761666667	152	arrastre		arrastre_3
3_4	Estacion 11	09/08/1918	bou de vara	0	43.79541667	-5.779583333	154	arrastre		arrastre_0
3_5	Estacion 11	10/08/1918	bou de vara	1	43.80058333	-5.779	152.5	arrastre		arrastre_0
3_6	Estacion 12	10/08/1918	bou de vara	1	43.77866667	-6.047166667	179	arrastre		arrastre_1
3_7	Estacion 12	10/08/1918	bou de vara	1	43.77291667	-6.045083333	180.5	arrastre		arrastre_1
3_8	Estacion 12	10/08/1918	bou de vara	1	43.78	-6.048666667	181	arrastre		arrastre_1
3_9	Estacion 13	10/08/1918	bou de vara	1	43.70883333	-5.83825	115	arrastre		arrastre_1
3_10	Estacion 13	10/08/1918	bou de vara	1	43.70933333	-5.833833333	115	arrastre		arrastre_1
3_11	Estacion 14	13/08/1918	bou de vara	1	43.85216667	-5.75825	186.5	arrastre		arrastre_2
3_12	Estacion 14	13/08/1918	bou de vara	1	43.84741667	-5.766333333	184	arrastre		arrastre_2
3_13	Estacion 15	13/08/1918	bou de vara	1	43.77933333	-5.738916667	147	arrastre		arrastre_3
3_14	Estacion 15	13/08/1918	bou de vara	1	43.77783333	-5.728583333	149	arrastre		arrastre_3
3_15	Estacion 16	13/08/1918	bou de vara	1	43.75808333	-6.07575	224.5	arrastre		arrastre_3
3_16	Estacion 16	13/08/1918	bou de vara	0	43.7565	-6.074583333	224.5	arrastre		arrastre_3
3_17	Estacion 17	14/08/1918	bou de vara	1	43.84141667	-6.076166667	203.5	arrastre		arrastre_2
3_18	Estacion 17	14/08/1918	bou de vara	1	43.83858333	-6.074166667	204	arrastre		arrastre_2
3_19	Estacion 17	14/08/1918	bou de vara	1	43.83875	-6.081583333	206	arrastre		arrastre_2
3_20	Estacion 16	14/08/1918	bou de vara	1	43.75125	-6.0785	240	arrastre		arrastre_3
3_21	Estacion 12	14/08/1918	bou de vara	1	43.77816667	-6.050333333	179	arrastre		arrastre_1
3_22	Estacion 9	14/08/1918	bou de vara	1	43.83525	-5.958666667	172	arrastre		arrastre_0
3_23	Estacion 14	14/08/1918	bou de vara	1	43.84925	-5.756833333	184	arrastre		arrastre_2
3_24	Estacion 11	14/08/1918	bou de vara	0	43.79583333	-5.778166667	148.5	arrastre		arrastre_0
3_25	Estacion 15	15/08/1918	bou de vara	1	43.77833333	-5.732166667	152	arrastre		arrastre_3
3_26	Estacion 13	15/08/1918	bou de vara	1	43.70933333	-5.839083333	115	arrastre		arrastre_1
3_27	Estacion 10	15/08/1918	bou de vara	2	43.72791667	-5.961833333	126.5	especial_sedimentario		especial_sedimentario
3_28	Estacion 10	15/08/1918	bou de vara	2	43.72833333	-5.970333333	127.5	especial_sedimentario		especial_sedimentario
4_1	Estacion prueba box-core	08/08/1918	box_corer	2	43.66716667	-5.669	97	especial_prueba		especial_prueba
4_2	Estacion 13	11/08/1918	box_corer	1	43.70616667	-5.829833333	112	arrastre		arrastre_1
4_3	Estacion 13	11/08/1918	box_corer	1	43.7095	-5.843833333	113	arrastre		arrastre_1
4_4	Estacion 12	11/08/1918	box_corer	1	43.7715	-6.040833333	174	arrastre		arrastre_1
4_5	Estacion 12	11/08/1918	box_corer	1	43.78233333	-6.052333333	183	arrastre		arrastre_1
4_6	Estacion 9	11/08/1918	box_corer	1	43.83616667	-5.968833333	176	arrastre		arrastre_0
4_7	Estacion 9	11/08/1918	box_corer	1	43.83416667	-5.938833333	174	arrastre		arrastre_0
4_8	Estacion 11	11/08/1918	box_corer	1	43.80066667	-5.784666667	146	arrastre		arrastre_0
4_9	Estacion 15	11/08/1918	box_corer	1	43.79666667	-5.757333333	155	arrastre		arrastre_3
4_10	Estacion 14	12/08/1918	box_corer	1	43.85233333	-5.7465	185	arrastre		arrastre_2
4_11	Estacion 14	12/08/1918	box_corer	1	43.848	-5.764166667	185	arrastre		arrastre_2
4_12	Estacion 15	12/08/1918	box_corer	1	43.77883333	-5.736	148	arrastre		arrastre_3
4_13	Estacion 15	12/08/1918	box_corer	1	43.77833333	-5.744333333	147	arrastre		arrastre_3
4_14	Estacion 16	12/08/1918	box_corer	1	43.75266667	-6.072666667	221	arrastre		arrastre_3
4_15	Estacion 16	12/08/1918	box_corer	1	43.7615	-6.074333333	216	arrastre		arrastre_3
4_16	Estacion 17	12/08/1918	box_corer	1	43.83566667	-6.072666667	195	arrastre		arrastre_2
4_17	Estacion 17	12/08/1918	box_corer	1	43.84566667	-6.079166667	206	arrastre		arrastre_2
4_18	Estacion 10	12/08/1918	box_corer	2	43.72866667	-5.969666667	129	especial_sedimentario		especial_sedimentario
4_19	Estacion 10	12/08/1918	box_corer	2	43.7255	-5.966166667	129	especial_sedimentario		especial_sedimentario

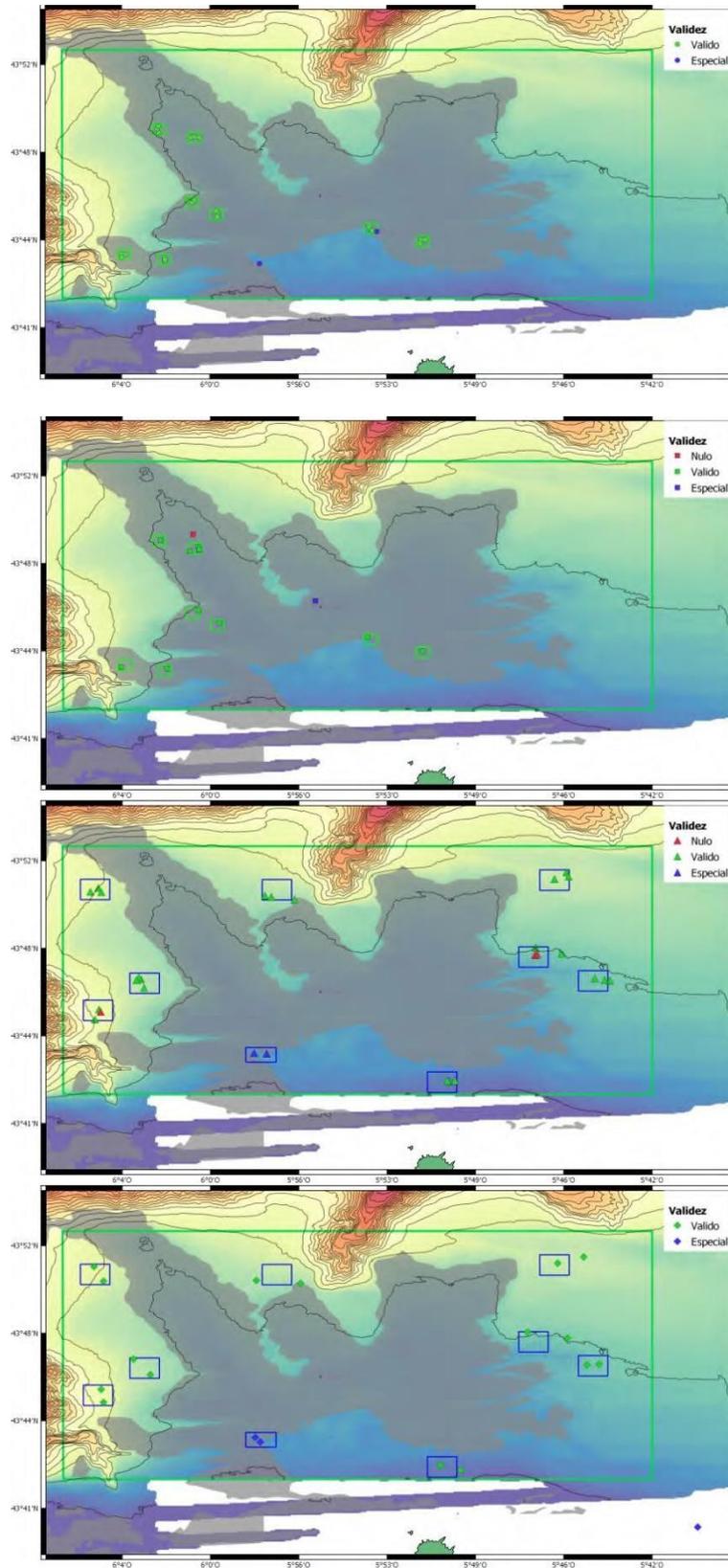


Figura 8. Distribución espacial de los muestreos por tipo de muestreador (de arriba hacia abajo): trineo fotogramétrico, draga de roca, patín epibentónico y box-corer

## Estudio del efecto sobre los hábitats de fondos rocosos

El muestreo directo de fondos duros profundos acarrea una enorme dificultad técnica debido a su complejidad estructural. En estos hábitats, en muchos casos con estructuras biógenas de gran porte, se encuentran especies vulnerables contempladas en las Directivas Europeas como “Hábitat 1170 Arrecifes” y que son uno de los principales objetivos de estudio del proyecto INTEMARES. Este hábitat es el principal valor ambiental del LIC Sistema de Cañones Submarinos de Avilés y sobre él se está dirigiendo un mayor esfuerzo investigador en la zona (ver Sánchez et al, 2014). En esta campaña se utilizaron en este tipo de fondos dos sistemas diferentes de muestreo: 1) transectos de observación directa mediante el ROTV *Politolana*, para la estimación del impacto pesquero y 2) dragas de roca para estudios de biodiversidad de las comunidades de fondos duros.



Figura 9. Recuperando el ROTV *Politolana* a bordo del B/O *Ramón Margalef*.

### *Transectos de observación directa mediante el ROTV *Politolana**

Teniendo en cuenta los objetivos de la Acción A4, anteriormente expuestos, el planteamiento propuesto para este estudio era determinar si existen diferencias significativas entre las comunidades de los fondos rocosos circalitorales presentes en zonas con diferente nivel de esfuerzo pesquero (enmalle con arte de rasco y palangre de fondo), basado en estudios sobre las pesquerías en la zona (Punzón *et al.*, 2016). Para ello se planificaron tres transectos cuantitativos con el trineo de fotogrametría *Politolana* en cada una de las estaciones definidas para intentar estimar la composición de especies y densidad de las mismas con especial atención a las de mayor porte, el coral amarillo *Dendrophyllia cornigera* y la demoesponja axinélida *Phakellia ventilabrum*, que ya habían sido descritas como especies estructurantes del hábitat 1170 Arrecifes (Sánchez *et al.*, 2009; 2015) y sobre el que se van a basar principalmente las futuras medidas de gestión en esta zona del LIC.

El vehículo remolcado de operación remota ROTV (*Remotely Operated Towed Vehicle*) *Politolana*, diseñado en el IEO de Santander (Figura 9), dispone de una cámara de vídeo de alta definición (1920 x 1080 pixels) e iluminación mediante dos focos LED Sphere de 6300x2 lumens, que graba todo el recorrido del transecto elegido. Utiliza un conjunto de 2 punteros láser para proceder posteriormente al escalado de las secuencias y obtener el área barrida. Dispone además de un sistema de fotogrametría basado en una cámara Sony Alfa 7 en posición cenital y 4 punteros láser que es asistida por dos focos LED eDronica de alta penetración, desarrollados durante el proyecto PhotoMare. Incluye un CTD Seabird 37 para poder caracterizar cada imagen según las características oceanográficas (presión, temperatura y salinidad) y un sensor inercial IMU (rumbo, cabeceo y escora) para posicionar con precisión el vehículo. Es un sistema de muestreo cuantitativo no invasivo gracias a sus capacidades fotogramétricas y a la sincronización precisa (cada segundo) de imágenes y datos ambientales, obtenida mediante un software específicamente diseñado para ello (Figura 10). Esta configuración permite dimensionar las facies (tipos de fondos) y biocenosis que caracterizan la zona y asociarlas a determinadas características ambientales. El ROTV *Politolana* permite obtener información visual directa en zonas no accesibles a otro tipo de muestreadores, y susceptibles de albergar comunidades vulnerables. Además proporciona información sobre la complejidad de los hábitats, el impacto de los artes de pesca y permite completar los listados faunísticos de especies junto con los muestreadores extractivos (draga de roca, en este caso). Puede ser operado hasta una profundidad máxima de 2000 m y los transectos se realizan entre 2 y 4 m de altura sobre el fondo dependiendo de la visibilidad. Se pueden consultar más detalles técnicos en Sánchez y Rodríguez, 2013.

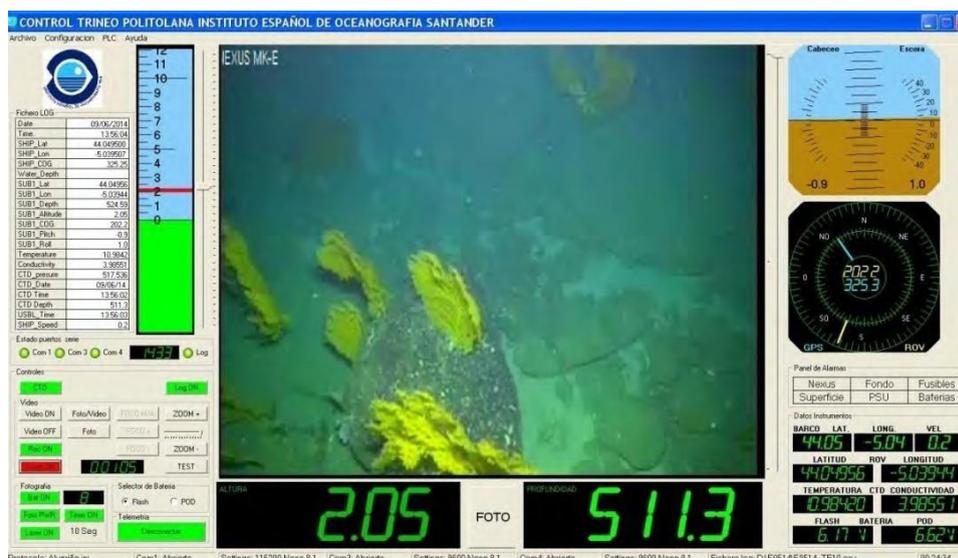


Figura 10. Pantalla del programa de control del ROTV *Politolana*. Permite pilotar el vehículo muy cerca del fondo y operar los diferentes sistemas mediante telemetría bidireccional. Genera automáticamente la base de datos sincronizada de imágenes y telemetría imprescindible para análisis fotogramétrico.

Se realizaron un total de 29 transectos con este vehículo (Figura 9), 24 de ellos en las estaciones de estudio del impacto de las pesquerías previstos, en un rango batimétrico entre 120 y 180 m de profundidad. Las características de cada transecto, con la información tomada desde el trineo se pueden ver en la Tabla 3. Las diferencias existentes con la información contenida en la Tabla 1 se deben a que en esta última la información hace referencia a la posición del barco en el momento del muestreo. El transecto especial 1\_26 de la Tabla 1 está en la Tabla 3 desglosado en las 4 líneas

de muestreo que se realizaron (TV26-TV29). Como añadido extra, una vez completados los objetivos de la campaña, se realizó un transecto en una cuenca sedimentaria aislada, para identificar sus comunidades y obtener una muestra de suprabentos (transecto 25). Por último, también se realizaron cuatro transectos paralelos muy próximos para obtener una gran cobertura espacial con imágenes y aplicar posteriormente modelado 3D (transectos 26, 27, 28 y 29), metodología que se está optimizando en las últimas campañas para el seguimiento mediante estaciones fijas de muestreo del estado ambiental del AMP El Cachucho (ECOMARG,2017).

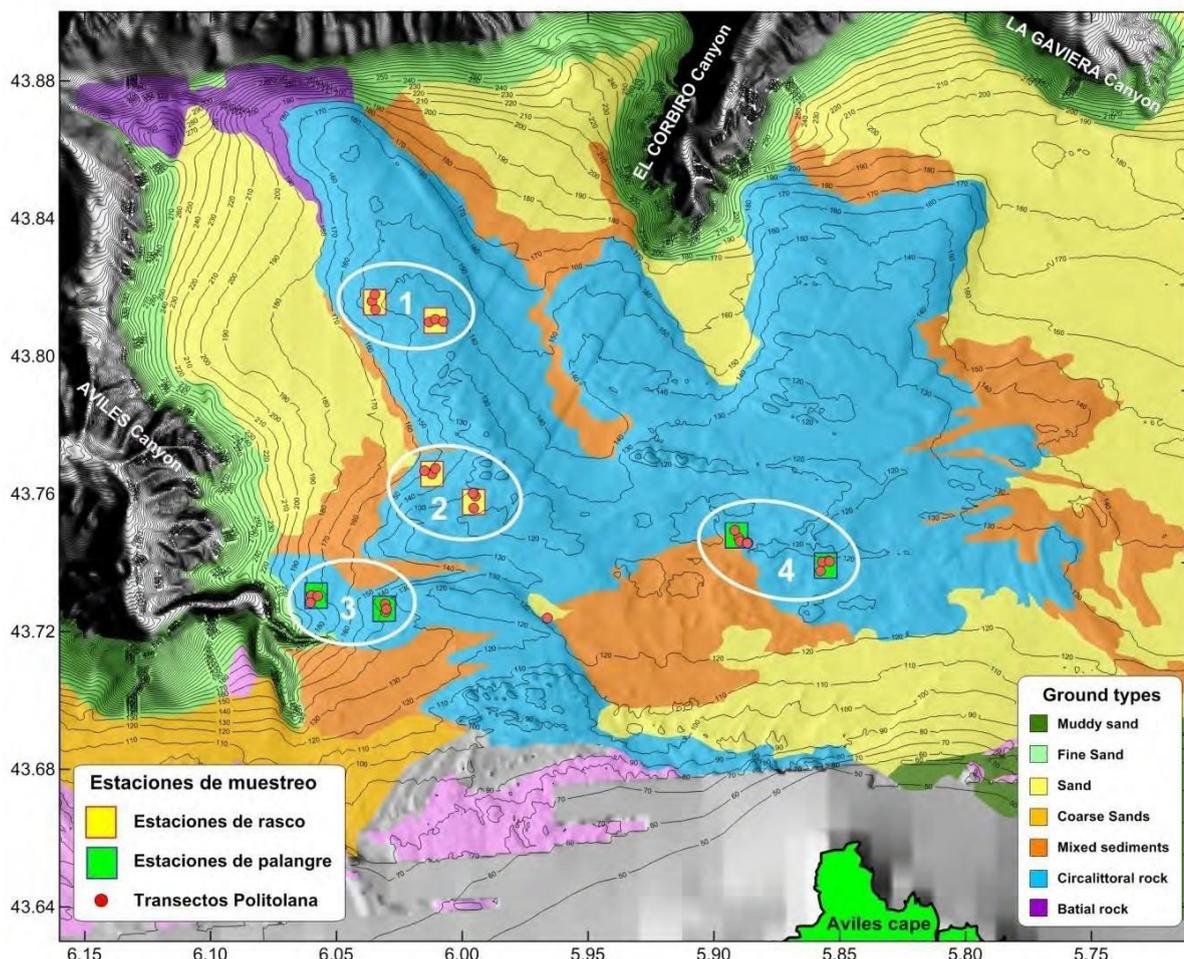


Figura 11. Estaciones de muestreo con el ROTV *Politolana* en las cuatro zonas elegidas en fondos rocosos circalitorales de la plataforma continental situada entre las cabeceras de los tres grandes cañones submarinos. Tipología de fondos basado en Sánchez et al., 2014.

Para controlar las inmersiones y estandarizar la unidad de muestreo se utilizaron a bordo tres programas específicos, siguiendo los protocolos establecidos para este ROTV durante las campañas ESMAREC 0514 y ECOMARG 2017. En el puesto de Survey (situado en la Sala de Acústica) se utilizó el software HYPACK, que recibe la localización del vehículo (que lleva un trasponder USBL basado en sistema HiPAP 500 de SIMRAD), en el que se planificaron los recorridos de las inmersiones sobre cartografía en alta resolución. Se instalaron terminales de la pantalla de este programa en el puesto de Control ROV (en el Laboratorio Seco) y en el Puente de Gobierno del Barco, para llevar un exhaustivo control de las operaciones con el vehículo. Para estos programas se dispone de cartas de alta resolución en el formato adecuado de las zonas en donde se efectuaron las inmersiones,

para garantizar en lo posible la integridad del vehículo, dado que en el escenario de trabajo predominan los afloramientos rocosos.

Tabla 3. Características de las estaciones (transectos) efectuadas con el ROTV *Politolana*.

Transecto	Fecha	Longitud_m	Latitud_m	Profun_m	Track	Observaciones
TV01	31/07/2018	-6.03582	43.81610	141.5	560.1	Estacion 1_SiRasco
TV02	31/07/2018	-6.03450	43.81356	138.5	549.4	Estacion 1_SiRasco
TV03	31/07/2018	-6.03472	43.81801	142.0	546.3	Estacion 1_SiRasco
TV04	03/08/2018	-6.01310	43.81001	136.5	548.9	Estacion 1_NoRasco
TV05	03/08/2018	-6.01064	43.81071	137.0	569.8	Estacion 1_NoRasco
TV06	03/08/2018	-6.00753	43.81012	134.5	558.8	Estacion 1_NoRasco
TV07	03/08/2018	-5.99486	43.75936	125.5	563.7	Estacion 2_NoRasco
TV08	04/08/2018	-5.99546	43.75583	122.0	558.7	Estacion 2_NoRasco
TV09	04/08/2018	-5.99572	43.76020	129.5	562.8	Estacion 2_NoRasco
TV10	04/08/2018	-6.01207	43.76583	143.0	555.4	Estacion 2_SiRasco
TV11	04/08/2018	-6.01493	43.76685	147.0	574.1	Estacion 2_SiRasco
TV12	04/08/2018	-6.01066	43.76745	142.5	554.7	Estacion 2_SiRasco
TV13	05/08/2018	-6.06003	43.73055	175.5	555.3	Estacion 3_SiPalangre
TV14	05/08/2018	-6.06033	43.72841	181.0	552.2	Estacion 3_SiPalangre
TV15	05/08/2018	-6.05741	43.73040	171.0	560.0	Estacion 3_SiPalangre
TV16	05/08/2018	-6.03068	43.72799	131.0	550.0	Estacion 3_NoPalangre
TV17	05/08/2018	-6.03042	43.72570	137.5	562.0	Estacion 3_NoPalangre
TV18	06/08/2018	-5.85702	43.74022	122.5	577.0	Estacion 4_SiPalangre
TV19	06/08/2018	-5.85397	43.74042	122.5	568.0	Estacion 4_SiPalangre
TV20	06/08/2018	-5.85767	43.73769	122.5	558.0	Estacion 4_SiPalangre
TV21	06/08/2018	-6.03023	43.72654	136.5	559.0	Estacion 3_NoPalangre
TV22	07/08/2018	-5.89022	43.74721	123.5	551.0	Estacion 4_NoPalangre
TV23	07/08/2018	-5.89176	43.74940	125.5	558.0	Estacion 4_NoPalangre
TV24	07/08/2018	-5.88965	43.74617	124.0	576.0	Estacion 4_NoPalangre
TV25	07/08/2018	-5.96616	43.72391	121.0	1076.0	Sedimentario y suprabentos
TV26	08/08/2018	-5.88659	43.74574	121.5	140.0	Linea 1_3D
TV27	08/08/2018	-5.88670	43.74577	122.0	145.0	Linea 2_3D
TV28	08/08/2018	-5.88662	43.74572	122.0	150.0	Linea 3_3D
TV29	08/08/2018	-5.88661	43.74574	122.5	142.0	Linea 4_3D

### Captura y procesado de datos

La unidad de muestreo en este estudio es el transecto de 30 minutos de duración a una velocidad media de  $0.8 \pm 0.2$  nudos lo que implica un recorrido medio de  $557.1 \pm 7.9$  m. Esto supone un área barrida media, utilizada para calcular densidades, y estimada por fotogrametría de  $1952.6 \pm 27.7$  m<sup>2</sup> con vídeo y  $321.65 \pm 28.5$  m<sup>2</sup> con fotos de alta resolución (24 Mp), disparadas cada 10 sg (180 fotos cada transecto). En este informe sólo ofreceremos unos primeros resultados obtenidos a partir de las secuencias de vídeo, ya que su resolución es suficiente para cuantificar la presencia de especies de gran porte, que en principio serían más vulnerables al posible impacto de las pesquerías consideradas (enmalle de rasco y palangre de fondo). El procesado de las fotos llevará más tiempo.

Para identificar la presencia de las especies objetivo se utilizó el programa OFOP (*Ocean Floor Observation Protocol*, Greinert, 2015) que monitoriza la unidad de muestreo e integra en una base de datos georreferenciada sobre las secuencias de vídeo las incidencias y observaciones efectuadas en tiempo real por los expertos en bentos durante la realización del transecto.

Las secuencias de vídeo y fotos se almacenan en discos duros para su posterior estudio con detalle en el laboratorio mediante programas específicos de análisis de imagen que permiten escalar los elementos observados y realizar mosaicos a partir de la telemetría sincronizada.

Las zonas seleccionadas para realizar cada conjunto de tres muestreos eran polígonos rectangulares de 600 m<sup>2</sup> y la selección de los transectos se realizaba intentando cubrir un tipo de fondo lo más homogéneo posible, para reducir en lo posible la variabilidad ambiental (Figura 12). Finalmente, para los análisis del posible impacto de cada tipo de arte se realizaron, como estaba previsto, 12 transectos (6 en zona de mayor esfuerzo y 6 en zona sin esfuerzo identificado, Tabla 3).

Para una primera estimación de los posibles efectos de los artes de pesca sobre las comunidades bentónicas de los fondos rocosos circalitorales estudiados se utilizaron las medias de la densidad de las especies objetivo (el coral amarillo *Dendrophyllia cornigera* y la esponja axinélida *Phakellia ventilabrum*), junto con sus estadísticos de dispersión, comparando los resultados en zonas con valores altos de esfuerzo pesquero (obtenido del análisis de VMSs, Punzón et al., 2016) frente a zonas de control sin presencia de esfuerzo identificado y para ambos artes (rasco y palangre). Además, se ha contabilizado el número de artes de pesca encontrados a lo largo del transecto, tanto de líneas de palangre, como de cabos y redes de enmalle.

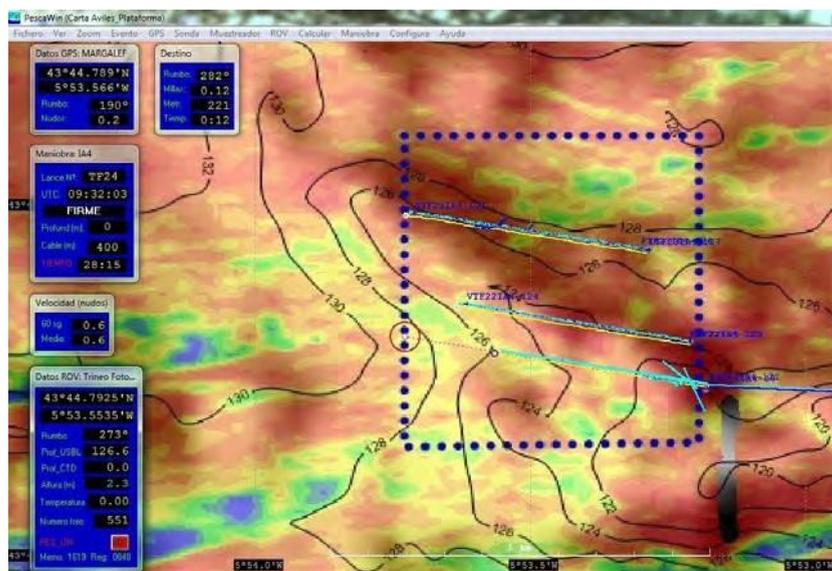


Figura 12. . Captura de pantalla del programa de monitorización de la unidad de muestreo durante la realización del transecto TV24 (TV22 y TV23 ya efectuados) de la estación 4. El track en amarillo es el recorrido del barco y el track en gama de azules es el *footprint* cubierto por las imágenes obtenidas por el vehículo. El área barrida definida por el *footprint* depende de la altura del vehículo sobre el fondo. El rectángulo de puntos es la zona seleccionada para el muestreo sobre la batimetría y valores de reflectividad del fondo.

### Muestreos con draga de roca

El objetivo que se perseguía con esta metodología fue doble. Por un lado obtener la estructura de la comunidad bentónica sobre fondos rocosos y estudiar los efectos de la actividad pesquera en las comunidades. Y por otro obtener muestras de las especies de difícil identificación con las imágenes y para completar los listados de biodiversidad de la zona.

Las muestras se tomaron en los mismos polígonos donde se había realizado el muestreo con trineo fotogramétrico (Figura 8), en polígonos donde la flota pesquera trabaja con dos tipos de arte (enmalle o rasco y palangre) y donde el esfuerzo pesquero actual para cada una de ellas varía (estable o está disminuyendo o es nula). Durante esta parte de la campaña, los muestreos con draga de roca (DR) se realizaron siempre que se pudo después de los de trineo fotogramétrico, con el

objeto de reducir la probabilidad de impactar artificialmente el muestreo con el trineo fotogramétrico ). De la planificación inicial para la parte I, se realizaron 13 dragados con la draga de roca (Figura 13) a profundidades entre los 126m y 183m (Tabla 1), siendo uno de los dragados considerado como nulo (DR 02) y el DR04 como especial, realizado para apoyo de taxonomía de ofiuras. La duración media del dragado fue de 6 minutos (generalmente entre 5 y 8 minutos) y a una velocidad de entre 0,9 y 1 nudo.



Figura 13. Draga de roca de la campaña INTEMARES A4 Cañón de Avilés 0718.

Una vez a bordo, las muestras recolectadas con la draga de roca se colocaban en cajas y/o bandejas, debidamente etiquetadas con un código y una escala, y se tomaban fotografías generales (Figura 14). También se tomaron fotografías con detalle de ciertas especies de interés, dominantes o cuya identificación no era posible a bordo (ej. algunas escleractinias, esponjas de pequeño tamaño, etc.). Posteriormente la fauna presente en las dragas de roca, se separaba hasta el nivel taxonómico más bajo posible anotando su abundancia en los estadios creados para tal fin. Finalmente, estas muestras se fijaron en etanol 70% o formaldehído (generalmente para anélidos y afines y actiniarios) y se guardaron, debidamente etiquetadas, para su transporte al Centro Oceanográfico de Málaga donde están siendo procesadas con más detalle en la actualidad. En aquellas muestras, en las cuales el material era cuantioso, se separaba una submuestra aleatoria (que luego se extrapolaba al total) para la macrofauna de pequeño tamaño, separando, identificando y cuantificando la macrofauna de mayor tamaño y la megafauna. En aquellos casos en los que la draga venía con rocas y sedimento, se utilizó una pequeña torre de tamizado con tamices de 10 mm, 5 y 1 para la separación de la fauna en diferentes fracciones. También se anotaron los restos antrópicos en cada uno de los dragados, tanto de basuras como de restos de aparejos de pesca (Figura 15).

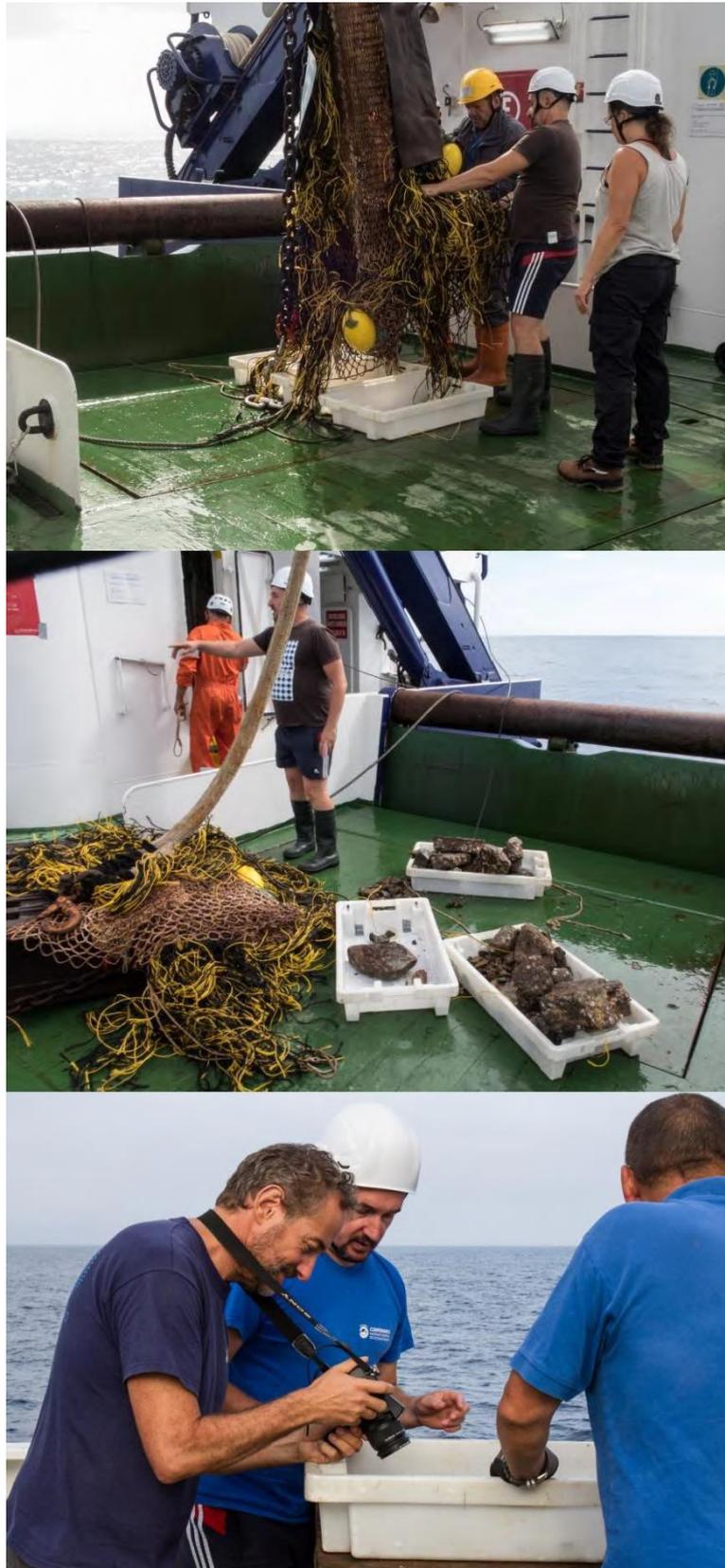


Figura 14. Recolección y procesado de muestras de draga de roca de la campaña INTEMARES A4 Cañón de Avilés 0718.



Figura 15. Resto de enmalle enredado en una colonia del coral *Dendrophyllia cornigera*.

### Estudio del efecto sobre los hábitats de fondos sedimentarios

#### *Muestreo con patín epibentónico (bou de vara o beam-trawl)*

El patín epibentónico utilizado tiene una abertura horizontal de 200 cm y una abertura vertical de 65 cm y dispone de una luz de malla de 10 mm. Se posiciona en el fondo mediante un sistema de sensores Scanmar, que en tiempo real informa sobre la profundidad y distancia al fondo. Una vez en el fondo se realiza un arrastre efectivo de 15 minutos de duración manteniéndose una velocidad constante de 2.0 nudos. El área barrida media por muestreo fue de  $1790 \text{ m}^2 \pm 43 \text{ m}^2$ .

El material recogido y el desglose de tareas fue el siguiente:

- Fotografiado del conjunto de la muestra con su etiqueta identificativa. Este tipo de fotografías son muy útiles para conocer y describir el conjunto de la muestra tal y como llega a bordo y la descripción de los sustratos y fauna asociada a los mismos.
- Triado manual de la muestra. Los ejemplares delicados, de interés para la colección, o aún no identificados fueron emplazados en bandejas con agua de mar para su mantenimiento *in vivo* y así evitar su degradación.
- Fotografiado y etiquetado. Cada ejemplar recolectado y no identificado a bordo ha sido fotografiado individualmente con detalle, por medio de cámaras digitales, para posteriores estudios taxonómicos.
- Identificación: hasta el nivel taxonómico más bajo posible mediante la utilización de guías.
- Fijación-conservación: todo el material biológico seleccionado fue anestesiado, fijado y conservado. Actualmente se recomienda que la mayor parte de los invertebrados se fije y conserve en alcohol (mínimo 70°), por si fuera necesario hacer estudios genéticos. No obstante hay algunos grupos que es mejor fijarlos en formol 4%. Los grupos que deben

fijarse en formol y posteriormente conservarlos en alcohol 70º son Poliquetos, Equinodermos y Ascidias fundamentalmente.

### Estimación del índice de vulnerabilidad de las especies sensibles al arrastre

Con objeto de analizar el estado de los hábitats bentónicos sedimentarios en el cañón de Aviles y el efecto sobre los mismos de los artes de arrastre se ha realizado un análisis preliminar de las comunidades bentónicas encontradas aplicando el *Benthic Sensitivity Index to Trawling Operations* (BESITO). Este índice, desarrollado por González-Irusta et al., (2018) clasifica las especies en función de la sensibilidad de las mismas a los artes de arrastre utilizando para ellos una serie de "*Biological Traits*" o características biológicas de las especies. Los análisis basados en estas características biológicas de las especies (BTAs por sus siglas en inglés) han adquirido una creciente importancia en el estudio de los impactos antrópicos (ejemplo: Tillin *et al.*, 2006; De Juan *et al.*, 2007; De Juan and Demestre, 2012) y son en la actualidad uno de los campos en desarrollo más prometedores en este tipo de estudios. En concreto, el índice BESITO utiliza 8 "*Biological Traits*" distintos; Talla (BT1), longevidad (BT2), movilidad (BT3), fijación al sustrato (BT4), posición en el bentos (BT5), flexibilidad (BT6), fragilidad (BT7) y tipo de alimentación (BT8) (Tabla 4).

		Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Size	Big organisms are more easily affected by trawling than the smaller ones, which can escape through the net having less probabilities of being affected	Small (<2 cm)	Medium (2–10 cm)	Medium large (10–50 cm)	Large (>50 cm)
Longevity	Long-life organisms have a lower recovery capacity and usually need more time to reach sexual maturity	<5 years	5–10 years	10–50 years	>50 years
Motility	Mobile species are more able to escape from trawling and can colonize trawling grounds by migration	Swimmer	Crawl	Burrow/Crevice/ Occasional crawl	Sessile
Attachment	Species with a permanent attachment cannot survive if they are decoupled, whereas species with a temporal attachment have a chance	No sessile	–	Temporary	Permanent
Benthic position	Exposition to trawling disturbance is highly influenced by benthic position. Burrowing species are less exposed than emergent ones	Burrowing	–	Surface	Emergent (>20 cm)
Flexibility	Sessile species with a high flexibility are less sensitive to trawling than species with low flexibility.	High (>45°) or no sessile	–	Low (10–45°)	None (<10°)
Fragility	Species with a very strong shell (e.g. some mollusca species) are less sensitive to physical impacts than species with a very fragile shell (e.g. <i>Echinus melo</i> ), which can suffer mortal damage with a higher probability	Hardshell, vermiform	Strong	No protection	Fragile shell
Feeding habit	Scavengers or opportunistic scavenger can prey on dead and injured individuals after trawling, whereas filter animals usually are negative affected by trawling (siltation)	Scavenger	Predators, Omnivores	Deposit-feeders	Filter-feeders

Tabla 4. Tabla extraída de González-Irusta et al. (2018) en la que se muestran los 8 BTs empleados en el índice BESITO así como el valor que las especies reciben en cada *trait* en función de su tamaño, longevidad, etc.

Estos "traits" son combinados mediante el uso de la siguiente fórmula:

donde BT se refiere a cada *Biological Trait*.

Gracias al índice BESITO todas las especies pueden ser clasificadas en 5 niveles, incluyendo especies oportunistas (su abundancia aumenta con la presión, BESITO=1), tolerantes (su abundancia no se ve

afectada por la presión,  $BESITO=2$ ) y diferentes grados de especies sensibles (su abundancia disminuye con la presión  $BESITO=3,4$  y  $5$ ). Dentro de las especies sensibles, el grado de sensibilidad aumenta con el valor del índice, siendo las especies con un  $BESITO$  de 3 menos sensibles que las especies con un valor de 4 y estas a su vez más resilientes que las especies con un  $BESITO$  de 5, que son las especies de mayor sensibilidad al arrastre. Toda la información relacionada con este índice así como una lista con más de 90 especies con los valores de los "traits" y su valor del  $BESITO$  puede ser consultada en la publicación del  $BESITO$  (González-Irusta *et al.*, 2018). Además, los valores de los "traits" y del  $BESITO$  empleados en este trabajo se muestran en el Anexo 1.

### *Muestreo con draga Box-Core*

Las muestras de sedimento e infauna se recogieron con una draga box corer tipo Bouma con una superficie de muestreo de  $0,0175\text{ m}^2$  (Figura 16). En cada una de las estaciones de muestreo se realizaron dos muestreos con draga Box-Corer (Figura 8). De cada muestreo con la draga se tomaron 5 muestras ( $=0,0875\text{ m}^2$ ); este tamaño de muestra se considera adecuado para obtener una buena información de la composición y de la estructura de la comunidad, basado en estudios previos de área mínima de muestreo.

Tras el izado a bordo del box corer, se considerará como válida la muestra obtenida si ésta representa el total de la superficie del corer, desechando aquellas muestras donde se observe un llenado parcial del corer. El sedimento fue recogido en una bandeja plástica, transfiriéndose posteriormente a una mesa de lavado donde la muestra se mezclará con agua de mar para facilitar su disgregación. Este proceso es especialmente útil con las muestras fangosas, y facilita mucho el tamizado de las mismas. En la parte inferior de la mesa de lavado se colocará un tamiz con una luz de malla de  $0,5\text{ mm}$ , a través del cual se hará pasar la muestra, quedando retenidos en el tamiz los organismos infaunales y otros restos de material grueso.

En todas las estaciones el sedimento se tamizará a bordo con una malla de  $0,5\text{ mm}$ , a excepción de algunas estaciones con sedimento de arena gruesa, en las que se utilizará una malla de  $1\text{ mm}$ . El material retenido en el tamiz se introducirá en botes de material plástico de boca ancha donde previamente se ha añadido un anestésico (cloruro magnésico) para evitar una excesiva contracción que dificultaría la posterior identificación de la fauna. Por último, las muestras se fijaron con formol al 5% neutralizado con bórax y teñido con rosa de Bengala. Además de las cinco muestras para el estudio de las comunidades infaunales, en cada estación se recogió una muestra para el análisis granulométrico y el contenido orgánico del sedimento.



Figura 16. Muestreo y procesado de las muestras recogidas con la draga box-corer

## 5. Resultados

### Resultados preliminares de los efectos del enmalle y el palangre sobre hábitats RN2000 evaluados con el trineo fotogramétrico

Las zonas propuestas para el estudio de impacto pesquero son muy complejas estructuralmente, en donde se alternan afloramientos rocosos de gran pendiente, cantos y bloques de diferentes tamaños, roca aplacerada y pequeñas cuencas con sedimentos mixtos, lo que da lugar a la presencia de micro-hábitats y un fuerte fraccionamiento ambiental en mosaico. Actualmente se está en proceso de caracterizar todos los hábitats y comunidades asociadas de esta plataforma rocosa circalitoral, situada entre las cabeceras de los tres grandes cañones que forman el Sistema de Cañones Submarinos de Avilés (Figura 11), contemplado en la Acción A2.1 del proyecto INTEMARES, para lo cual ya se han presentado unos primeros resultados en el congreso ISOBAY de 2018 (Sánchez *et al.*, 2018) y se está finalizando la publicación científica. En la Figura 17 se

muestran algunas imágenes obtenidas en las zonas de estudio de esta campaña en donde se observan algunas de las comunidades que habitan en estos fondos.

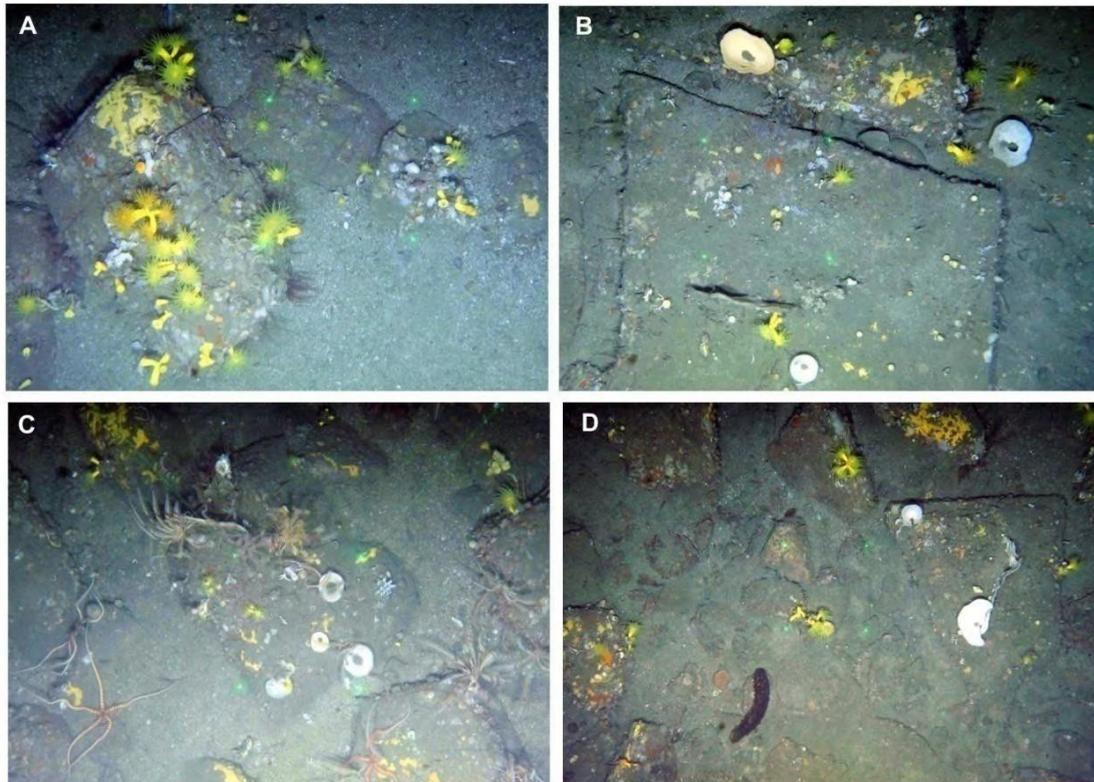


Figura 17. Características de algunos de los fondos rocosos circalitorales de la zona de estudio del impacto de las pesquerías artesanales de rasco y palangre de fondo y comunidades asociadas a los mismos.

En esta primera aproximación, basada en los datos de presencia de las dos principales especies estructurantes del hábitat 1170 Arrecifes en la zona de estudio (el coral amarillo *Dendrophyllia cornigera* y la demosponja axinélida *Phakellia ventilabrum*, Figura 18), se utilizaron exclusivamente los datos de las observaciones realizadas en tiempo real durante la realización de los transectos. Dado que las imágenes sobre las que se realizaron las anotaciones no son de alta resolución, puede haber pequeñas diferencias de interpretación con respecto a estudios posteriores en el laboratorio a partir del vídeo HD.



Figura 18. Especies objetivo (*Dendrophyllia cornigera* a la izquierda y *Phakellia ventilabrum* a la derecha), utilizadas para el estudio del impacto de las pesquerías artesanales

Con respecto a los primeros resultados obtenidos de las estaciones de estudio, estos muestran que existen diferencias significativas en la densidad de las dos especies objetivo en zonas con mayor o menor esfuerzo pesquero para los dos artes considerados, palangre de fondo y enmalle de rasco. En el caso de las zonas elegidas para el estudio del impacto con arte de rasco, el hábitat era más adecuado para la presencia de la esponja, ya que mostró unas mayores densidades que el coral (Tabla 5). Al mismo tiempo, las densidades de ambas especies fueron significativamente mayores en las zonas en donde no se ha identificado esfuerzo pesquero (Figura 18).

Tabla 5. Resultados obtenidos para las zonas de estudio del impacto del arte de rasco. Las variables ambientales se corresponden con los de la presencia de cada una de las especies.

	Enmalle tipo Rasco		<i>Dendrophyllia cornigera</i>	
	<i>Phakellia ventilabrum</i>		Sin esfuerzo	Con esfuerzo
	Sin esfuerzo	Con esfuerzo	Sin esfuerzo	Con esfuerzo
Densidad (N/1000m <sup>2</sup> )	66.8 ± 41.3	11.9 ± 6.9	20.9 ± 22.9	2.6 ± 3.2
Profundidad (m)	134.7 ± 5.894	143.8 ± 2.625	136.1 ± 5.819	144.2 ± 2.781
Temperatura (°C)	11.6443 ± 0.067	11.7517 ± 0.018	11.6504 ± 0.065	11.7388 ± 0.013
Salinidad (PSU)	35.5368 ± 0.005	35.5419 ± 0.008	35.5379 ± 0.007	35.5474 ± 0.006
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	27.0742 ± 0.011	27.0601 ± 0.009	27.0746 ± 0.009	27.0674 ± 0.006

La principal causa de estas diferencias puede estar en el mayor poder abrasivo que tienen los artes de enmalle sobre el fondo, principalmente durante las maniobras de largada y virada o debido a las corrientes. Las dos especies consideradas tienen un cierto porte (entre 2 y 20 cm de alto) y destacan sobre el basamento rocoso lo que las hace muy vulnerables a los enganches en las redes y una vez desprendidas del fondo su probabilidad de supervivencia es prácticamente nula, ya que suelen ser zonas con una elevada dinámica oceanográfica.

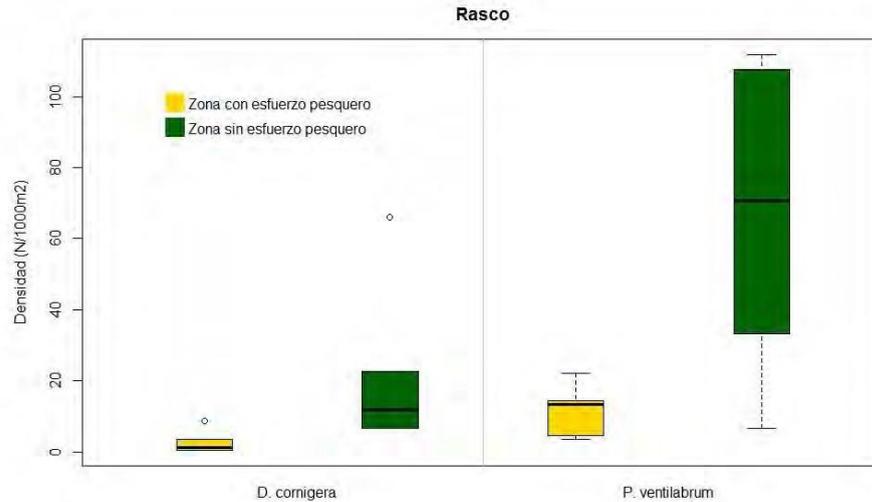


Figura 19. Box-plot (valor medio, cuartiles y valores extremos) de las densidades relativas de las dos especies consideradas en la zona de estudio para la pesquería con arte de rasco.

En el caso de las zonas elegidas para el estudio del impacto con arte de palangre de fondo, las dos especies mostraron mayores densidades que en las zonas de estudio del rasco. En estas zonas del palangre, se obtuvo una ligera menor densidad en las áreas identificadas como de mayor impacto, si bien no eran diferencias significativas (Tabla 6 y Figura 20). Hay que destacar que en este caso las zonas elegidas con y sin impacto tenían una mayor diferencia entre los rangos batimétricos cubiertos en los transectos, particularmente la zona más al Oeste, que era más profunda (Estación 3 de la Figura 11).

Tabla 6. Resultados obtenidos para las zonas de estudio del impacto del palangre de fondo. Las variables ambientales se corresponden con los de la presencia de cada una de las especies.

	Palangre de fondo			
	<i>Phakellia ventilabrum</i>		<i>Dendrophyllia cornigera</i>	
	Sin esfuerzo	Con esfuerzo	Sin esfuerzo	Con esfuerzo
Densidad (N/1000m <sup>2</sup> )	120.8 ± 73.6	91.7 ± 47.6	205.5 ± 192.5	174.1 ± 187.4
Profundidad (m)	131.3 ± 11.558	165.3 ± 22.8	127.2 ± 7.4	126.7 ± 11.8
Temperatura (°C)	11.558 ± 0.106	11.5062 ± 0.116	11.6341 ± 0.076	11.7086 ± 0.06
Salinidad (PSU)	35.5507 ± 0.003	35.5504 ± 0.002	35.5505 ± 0.002	35.5511 ± 0.003
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	27.0892 ± 0.014	27.1088 ± 0.021	27.0812 ± 0.006	27.0726 ± 0.011

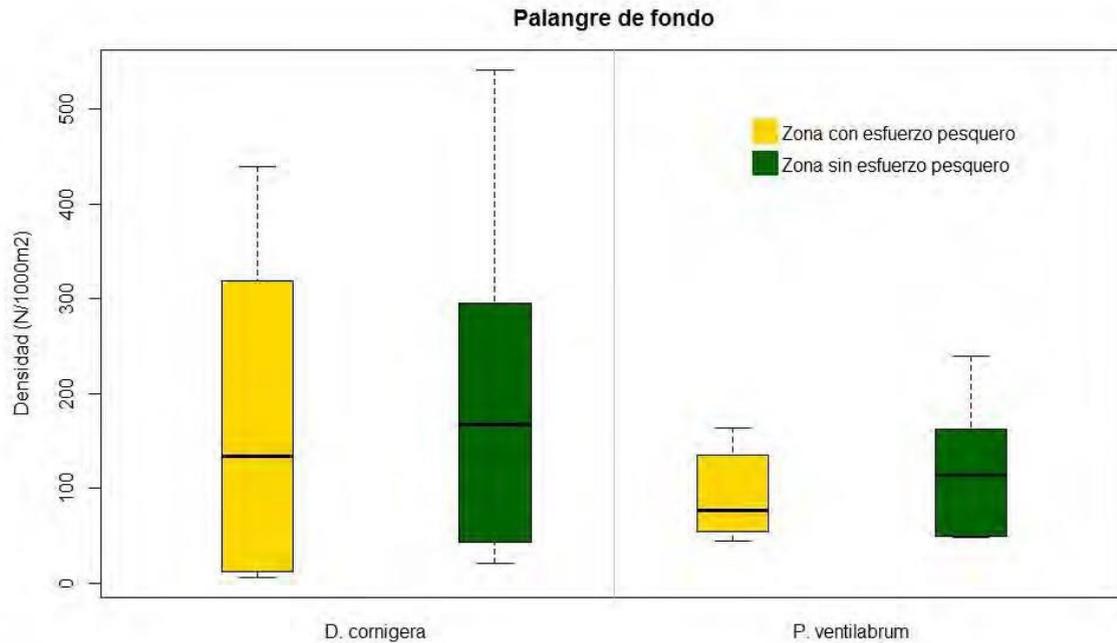


Figura 20. Box-plot (valor medio, cuartiles y valores extremos) de las densidades relativas de las dos especies consideradas en zona de estudio para la pesquería con arte de palangre de fondo.

Con respecto a los artes de enmalle, el palangre tiene un menor poder abrasivo sobre el fondo, si bien es cierto que sus calamentos, cabos de fondeo y línea madre actúan sobre las especies sésiles de un cierto porte de la misma manera que los enmalles durante las labores de largada y virada. Sin embargo, los resultados de este estudio indican que su posible impacto sobre las mismas es poco significativo.

En cuanto a los restos de artes de pesca encontrados durante la visualización *in situ* de las imágenes de la campaña, se han encontrado cabos y redes en las dos zonas de enmalle, tanto en las estaciones de alta presión pesquera (2 restos de redes) como en zonas “sin presión” pesquera (4 restos de cabos y redes). Esto se debe, posiblemente, a la presencia de barcos que, por sus dimensiones (< 15 m), no están obligados a llevar sistemas de detección por satélite (VMS). Por otro lado, en el caso del palangre sí parece haber más correlación entre los restos de líneas de palangre encontradas en zonas de alta presión pesquera y zonas “sin presión” (10 restos de palangre perdidos frente a 2). Estos datos son provisionales y habrá que tomarlos con la debida precaución, ya que estas primeras observaciones basadas en el vídeo en tiempo real no son todo lo precisas como para realizar un análisis exhaustivo.

## Resultados de los muestreos realizado con draga de roca

En las muestras se han recogido más de 3250 individuos pertenecientes a 130 especies, siendo los Filos con mayor representación en especies los poríferos (29%) seguido de los cnidarios, equinodermos y moluscos (15%), anélidos (11%), cordados (4%), crustáceos y braquiópodos (3%), entre otros. En la Tabla 2 y 3 se muestran los datos preliminares obtenidos tras el procesado a bordo, tanto del número de fillos presentes en cada draga como el número de individuos por cada filo. En dichos datos no se han incorporado las especies existentes en la fracción fina (5-1mm) que se obtuvo de algunas dragas y que está siendo procesada en estos momentos en el laboratorio.

Tabla 7. Número de especies por Filo capturadas en las dragas de roca en la campaña INTEMARES A4 Cañón de Avilés 0718.

	DR1	DR3	DR4	DR5	DR6	DR7	DR8	DR9	DR10	DR11	DR12	DR13
Anélidos	1	4	2	1	4		2	4	7	4	2	2
Crustáceos	1	1		1					1			
Braquiópodos	3	3	3	3	3	2	4	3	2	2	2	2
Briozoos	1	1			1					2	1	
Cordados	1	1		1		2	1			1	1	1
Cnidarios	2	8	4	7	4	7	5	5	8	7	6	4
Equinodermos	3	3	4		4	3	7	3	7	5	7	5
Moluscos	5	7	2	2	4	1	5	3	4	8	3	3
Nemertinos												1
Poríferos	6	10	11	8	14	6	9	4	12	5	7	7
Sipuncúlidos		1										

Tabla 8. Número de individuos por Filo capturados en las dragas de roca en la campaña INTEMARES A4 Cañón de Avilés 0718.

	DR1	DR3	DR4	DR5	DR6	DR7	DR8	DR9	DR10	DR11	DR12	DR13
Anélidos	3	5	2	1	6	0	21	4	10	2	4	2
Crustáceos	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Braquiópodos	254	139	110	88	320	31	88	144	35	5	111	36
Briozoos	0	1	0	0	7	0	0	0	0	2	3	0
Cordados	1	1	0	2	0	2	1	0	0	1	1	1
Cnidarios	1	41	13	16	14	29	12	37	22	13	29	29
Equinodermos	47	12	29	0	15	4	197	8	19	118	19	24
Moluscos	192	113	6	19	68	3	17	69	32	17	44	21
Nemertinos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Poríferos	43	55	51	22	111	24	31	17	42	16	13	18
Sipuncúlidos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

De las 38 especies de poríferos, la especie más capturada fue la codificada como EIA2 (esponja incrustante amarilla 2) (Figura 4) y la EIN1 (esponja incrustante anaranjada 1), cuya identificación se realizará en el laboratorio tras el estudio de las espículas y otros elementos estructurales. Se recolectaron 20 especies de equinodermos, siendo las más frecuentes el crinoideo *Leptometra*

*celtica* y el ofiuroido *Ophiactis balli*. De las 20 especies de Cnidarios recogidas destacan, tanto por su presencia como abundancia, los corales solitarios del género **Caryophyllia**, así como hidrozoos pertenecientes a la familia Plumulariidae. En relación a los moluscos, dentro de las 20 especies capturadas destaca la alta presencia y abundancia del bivalvo *Neopycnodonte cochlear* y, en menor medida, de *Pododesmus patelliformis*. Ambas especies son sésiles y están adheridas a las rocas y bloques de esta zona de la plataforma. Uno de los filos más abundantes en las muestras fueron los braquiópodos, los cuales estuvieron presentes en todas las dragas, dominando las especies *Novocrania anomala* (61% de los braquiópodos recolectados) y de *Megerlia truncata* (34% de los braquiópodos recolectados). Al igual que en el caso de los bivalvos, son especies sésiles de pequeño tamaño que colonizan masivamente la roca de esta zona. Entre las especies de mayor tamaño y estructurantes-tipificadoras de los hábitats de la zona estudiada, destacaron la esponja *Phakellia ventillabrum* (Figura 20) y el coral amarillo *Dendrophyllia cornigera*.

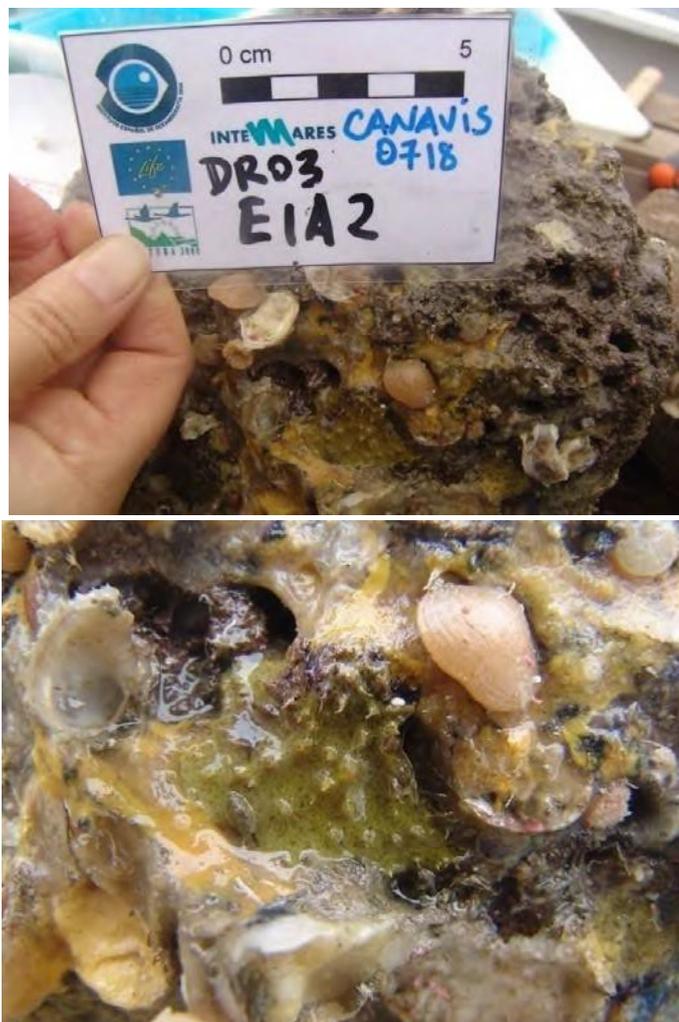


Figura 21. Detalle de la esponja incrustante EIA2 junto a braquiópodos (*Megerlia truncata*, arriba) y ejemplares del bivalvo *Neopycnodonte cochlear* (abajo, color blanquecino)..

Actualmente se está revisando y mejorando la identificación del material recolectado y se están realizando análisis para detectar posibles diferencias en las comunidades faunísticas encontradas en relación a la actividad pesquera.



Figura 22. Detalle de la esponja *Phakellia ventilabrum*, la cual es una especie estructurante de los hábitats del circalitoral rocoso del Cañón de Avilés.

Resultados preliminares de los efectos del arrastre sobre los hábitats RN2000 evaluados con el patín epibentónico

*Descripción de la biodiversidad*

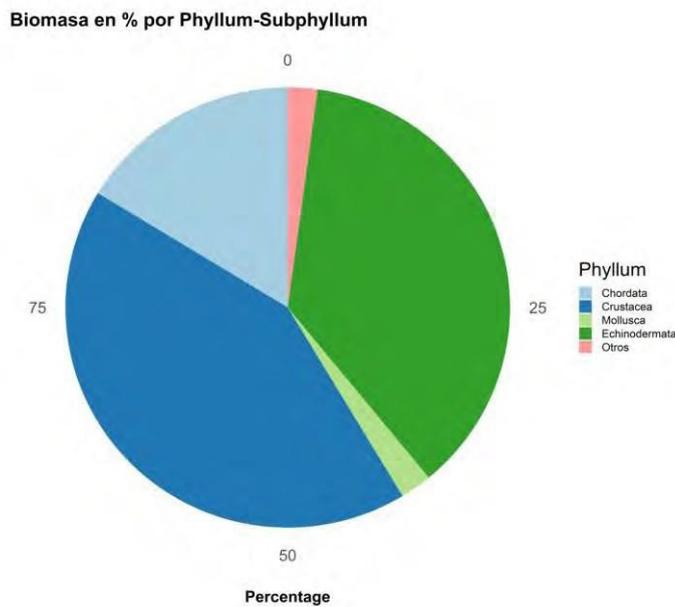


Figura 23. Distribución en porcentaje de la biomasa capturada en los 42 lances de patín epibentónico realizados. Como parte de los muestreos desarrollados dentro de la campaña se realizaron 25 lances con patín epibentónico a lo largo de un gradiente de esfuerzo pesquero y en zonas de condiciones ambientales similares, con el objetivo final de caracterizar los efectos de las artes de pesca sobre los hábitats bentónicos. Dentro de los 27 lances realizados se identificaron un total de 145 taxones

distintos pertenecientes a más de 100 familias diferentes (Anexo 2). La biomasa total muestreada se reparte entre especies de los Phylum Chordata (16,3%), Mollusca (2,31%), Equinodermata (36,89%), el Subphylum Crustacea (42,33%, este valor incluye el peso aportado por el cangrejo epipelágico *Polybius henslowii*) y otros grupos (2.16%) menos frecuentes entre los que se encuentran especies del Phylum Porifera, Cnidaria o Sipuncula entre otros (Figura 24).

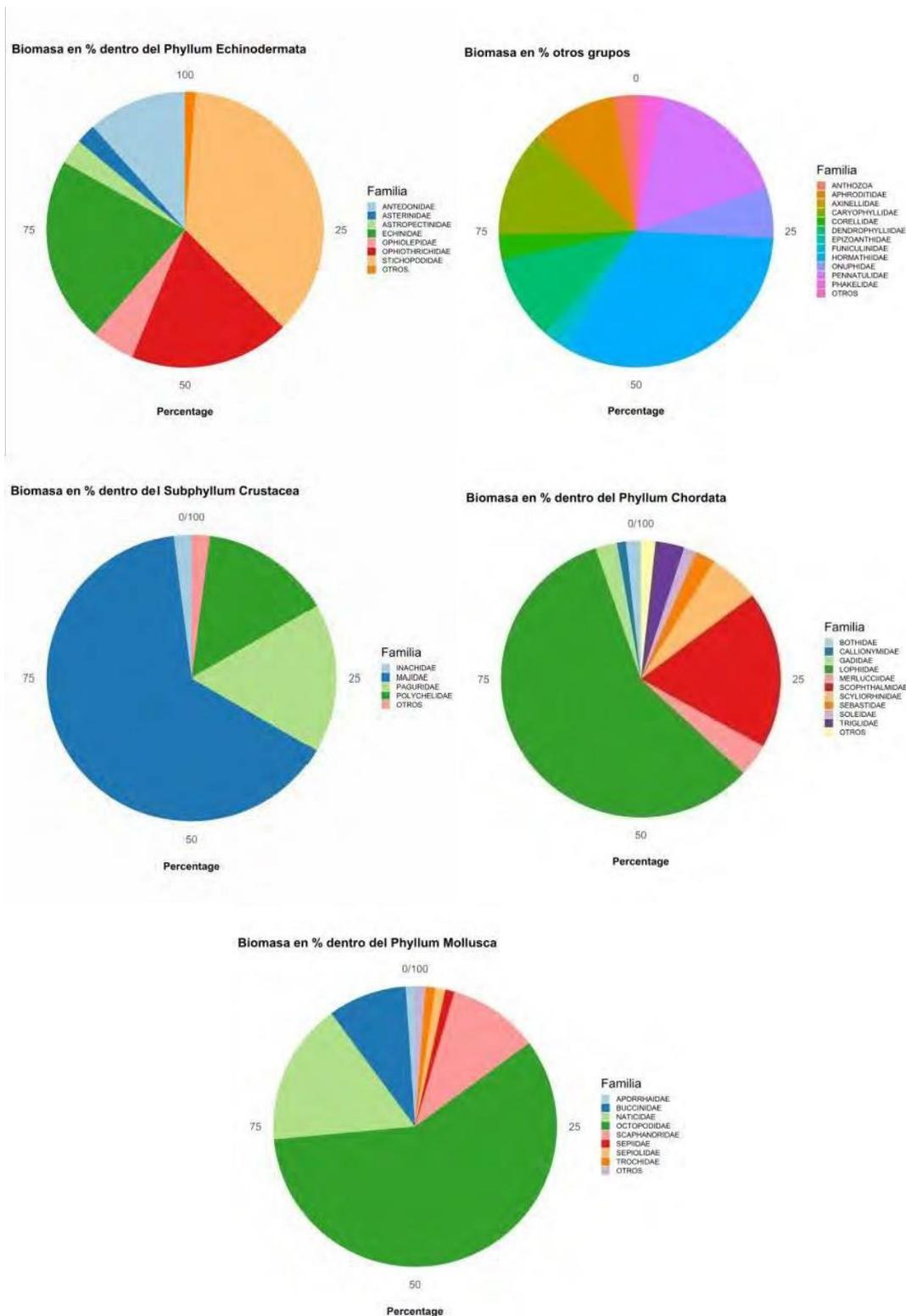


Figura 24. Distribución en porcentaje para cada familia de: A) Equinodermos, B) Chordata, C)Crustacea, D)Mollusca E) Otros. \* Porcentajes calculados tras eliminar la biomasa de *Polybius henslowii*.

Aunque el Phylum Crustacea es el que aporta una mayor biomasa al total, esto es principalmente consecuencia de una especie, el cangrejo epipelágico *Polybius henslowii* (denominado localmente como “patexo”), que aporta un 96% de la biomasa del grupo. Si exceptuamos esta especie, los

fondos analizados están claramente dominados por el Phylum Echinodermata (tanto en frecuencia como en abundancia), seguidos a bastante distancia por el resto de grupos.

El Phylum de los equinodermos aporta a la riqueza observada en la zona de estudio un total de 12 especies distintas pertenecientes a 10 familias del conjunto de clases englobadas en este Phylum (ofiuroideos, holoturoideos, equinoideos, asteroideos y crinoideos). La familia Stichopodidae fue la familia más abundante (36,31%), seguida de la familia Echinidae (21,82%), Antedonidae (11,58%) y Ophiolepidae (5,09%) (Figura 24). Estas 4 Familias, engloban un 75% de la biomasa total de equinodermos encontrada y están formadas por 5 especies: *Parastichopus regalis* (Stichopodidae), *Gracilechinus acutus* (Echinidae), *Leptometra celtica* (Antedonidae), *Antedon bifida* (Antedonidae) y *Ophiura ophiura* (Antedonidae). El siguiente grupo más numeroso (tras eliminar la biomasa aportada por el cangrejo epi-pelágico *Polybius henslowii*) fue el de los peces (Phylum Chordata). En este grupo se identificaron un total de 19 especies distintas pertenecientes a 14 familias. Dentro de este grupo, destaca por su biomasa la familia Lophiidae, si bien se trata de un solo ejemplar de rape (*Lophius budegassa*) de 5801 gramos que supone el 57,84% del total de la biomasa del grupo. Las especies de peces más frecuentes (Anexo 2) fueron las dos especies de gallo (*Lepidorhombus boschii* y *Lepidorhombus whiffiagonis*) presentes en 13 y 10 lances respectivamente y que además también forman parte de la segunda familia más abundante en biomasa, la familia Scophthalmidae. El tercer grupo es el Phylum Mollusca, compuesto por 16 especies distintas pertenecientes a 12 familias distintas. Este grupo está dominado por la familia Octopodidae (*Eledone cirrhosa*, 58,65%), seguido de Naticidae (*Euspira fusca*, 16,40%), Scaphandridae (*Scaphander lignarius*, 10,40%) y Buccinidae (*Buccinum humphreysianum* y *Colus gracilis*, 8,99%). El cuarto grupo más abundante (o el primero si incluimos la biomasa aportada por el *patexo* (*Polybius henslowii*) es el de los crustáceos, compuesto por 13 especies pertenecientes a 9 familias distintas. Dentro de los crustáceos, tras la familia Polybiidae a la que pertenece el *patexo* y una vez eliminada su biomasa, la familia más abundante fue la familia Majidae (*Eurynome aspera*, 64,6%), seguida de Paguridae (*Pagurus prideaux* y *Pagurus excavatus*, 16,74%) y Polychelidae (*Polycheles typhlops*, 14,59%).

Finalmente, dentro del grupo "Otros", se encuentran hasta 24 especies distintas (algunas aún sin identificar), pertenecientes al menos 18 familias distintas de los Phylum Cnidaria, Porifera, Annelida o del Subphylum Tunicata. Las 4 familias más abundantes dentro de este grupo pertenecen todas al Phylum Cnidaria y son: Hormathiidae (*Actinauge richardii*, *Calliactis parasitica* y *Adamsia palliata*, 32,61%), Pennatulidae (*Pteroides griseum* y *Pteroides spinosum*, 16,69%), Caryophyllidae (*Caryophyllia smithii*, 12,46%) y Dendrophyllidae (*Dendrophyllia cornigera*, 10,09%).

### *Efectos de la pesca de arrastre sobre la biodiversidad*

### Frecuencia de Lances por Esfuerzo

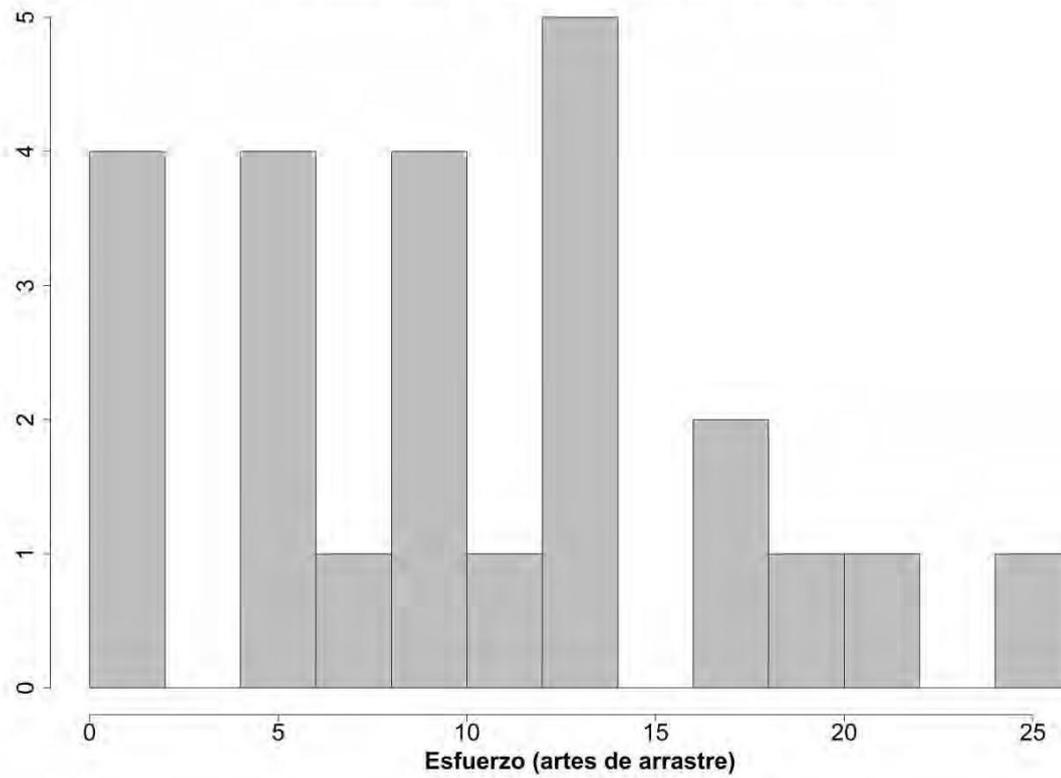


Figura 25. Frecuencia de lances por nivel de esfuerzo. Los valores de esfuerzo son valores relativos en relación al valor máximo encontrado en la zona de estudio.

Con el fin de estudiar el efecto del arte de arrastre sobre los hábitats sedimentarios del cañón de Avilés, los 25 lances del patín epibentónico realizados se distribuyeron a lo largo de un gradiente de esfuerzo basado en los mapas de huella pesquera tal y como se observa en la Figura 25.

Los valores de esfuerzo fueron divididos en 5 niveles de esfuerzo: No esfuerzo (Esfuerzo=0), Esfuerzo bajo (Esfuerzo >0 & <=8), Esfuerzo medio (Esfuerzo >8 & Esfuerzo <= 13), Esfuerzo Alto (Esfuerzo >13 & Esfuerzo <= 18) y Esfuerzo muy alto (Esfuerzo >18). Los umbrales de cada nivel han sido escogidos con objeto de incluir un número similar de lances para cada nivel de esfuerzo, manteniendo los siguientes lances por nivel: 3, 6, 7, 5 y 3. Estos valores tienen un único objetivo descriptivo y pueden ser modificados en posteriores análisis.

El impacto del esfuerzo pesquero sobre la riqueza de especies y la diversidad, medida mediante el índice de Shannon (Shannon and Weaver, 1948) obtenido en las distintas estaciones ha sido analizado mediante un análisis exploratorio usando boxplots (Figura 26).

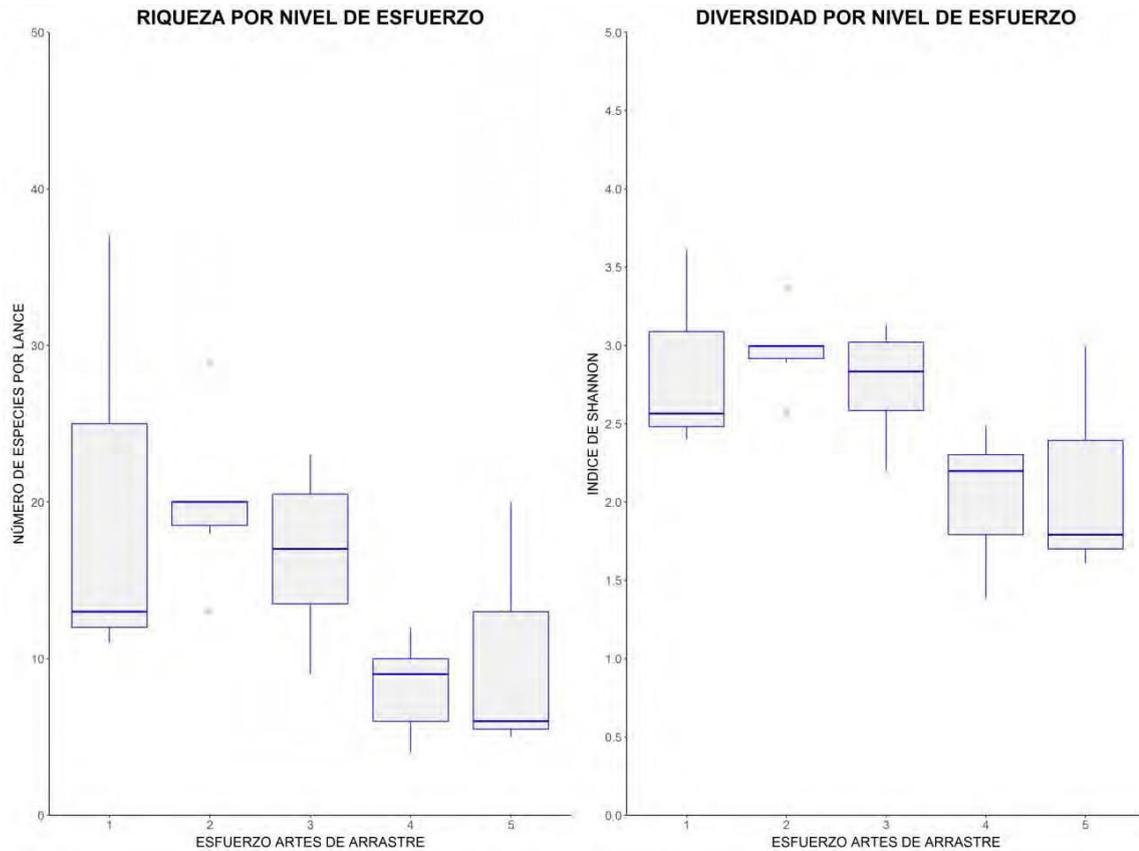


Figura 26. Evolución de la Riqueza (izquierda) y la diversidad (derecha) a lo largo del gradiente de esfuerzo pesquero con artes de arrastre.

Independientemente de los resultados que puedan arrojar posteriores análisis estadísticos más detallados, la figura muestra una clara tendencia negativa tanto en la riqueza como en la diversidad, siendo las estaciones más afectadas por las artes de arrastre las que tienen los valores más bajos para ambos índices.

Con objeto de comprender mejor cuales son las especies más afectadas por la presión y como se produce la selección de especies a consecuencia del efecto del arrastre, hemos analizado el efecto de esta presión sobre distintas características biológicas o "*Biological traits*" (BTs) de las especies encontradas. De los 135 taxones distintos encontrados en este trabajo, 35 fueron utilizados en el análisis de BTs (Anexo 1), una vez eliminadas las especies raras, los peces o las especies más móviles. Estos 35 taxones agrupan un 42.5% de la biomasa capturada. La evolución de cada uno de los 8 "traits" frente a los distintos niveles de presión se muestra en la Figura 27.

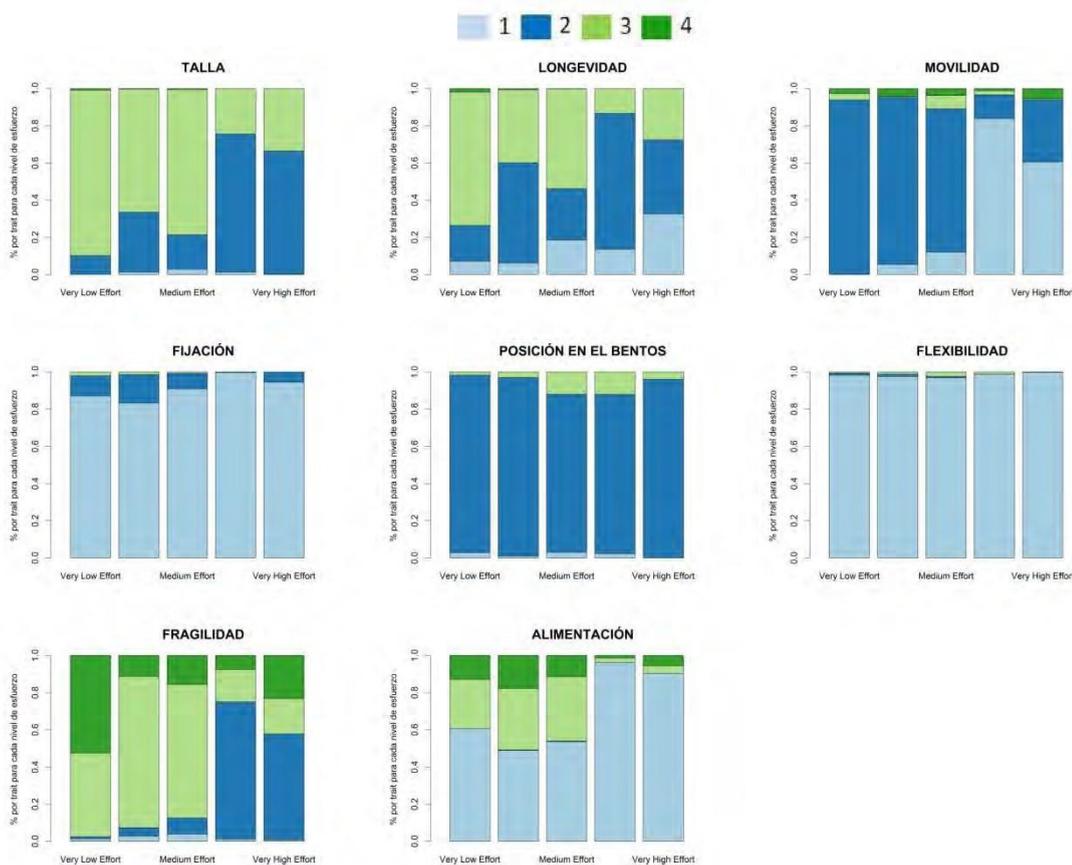


Figura 27. Porcentaje de biomasa para cada nivel de esfuerzo de cada uno de los niveles identificados en cada "trait". Siendo la numeración superior de cada figura (1-4) los diferentes *scores* de González-Irusta et al. (2018)

Los distintos "traits" muestran distintas respuestas al arrastre que van desde la ausencia de tendencias como ocurre por ejemplo con la posición en el bentos, hasta tendencias claras como ocurre con la fragilidad, la movilidad, la talla o la longevidad. En general, tal y como era esperable, las zonas libres de arrastre albergan a las especies con características biológicas más sensibles. De esta forma, los valores 4 para talla o longevidad (las especies más grandes y longevas) solo fueron observados en las zonas con valores bajos de esfuerzo. De la misma forma, es interesante observar como los fondos con los valores más elevados de esfuerzo están dominados por especies móviles (principalmente nadadoras), carroñeras, con caparzones duros y con ciclos de vida cortos, características biológicas todas ellas que les permiten beneficiarse del arrastre. El índice BESITO (González-Irusta *et al.*, 2018) combina todas estas características en un índice de sensibilidad al arrastre que clasifica las especies en función de su vulnerabilidad a la presión, con las especies más sensibles recibiendo los valores más altos en el BESITO. Este índice ha sido aplicado a las especies capturadas en los patín epibentónico realizados con objeto de estudiar el efecto de los artes de

arrastre sobre la composición de la comunidad biológica en la zona de estudio. Los resultados pueden observarse en la Figura 28.

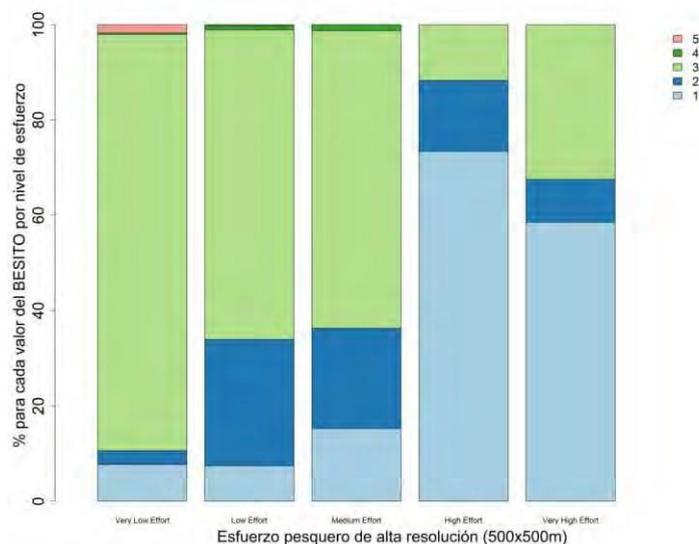


Figura 28. Porcentaje de biomasa para cada nivel de esfuerzo (alta resolución, 500x500m) para cada valor del BESITO.

Como ya permitía intuir la distribución de los "traits", lo primero que llama la atención es que las especies más sensibles (BESITO=5) fueron encontradas en su práctica totalidad en las zonas libres de arrastre. En concreto 2 especies de esponja del genero *Phakellia*, una especie de coral negro (*Parantipates larix*) y el coral *Dendrophyllia cornigera* reciben el valor máximo del índice BESITO y fueron encontrados solo en zonas libres de esfuerzo. Las especies del grupo 4 muestran una mayor resistencia al arrastre, encontrándose presentes en zonas con cierto nivel de esfuerzo, si bien no hubo especies de este grupo en las zonas de mayor esfuerzo (niveles de esfuerzo alto y muy alto). A este grupo pertenecen 4 de las 35 especies clasificadas mediante el BESITO y son: *Corella parallelogramma*, *Neopycnodonte cochlear*, *Pteroides griseum* y *Funiculina quadrangularis*. El grupo formado por las especies con un índice BESITO de 3 está formado por especies sensibles al arrastre (su porcentaje se reduce de manera casi lineal con el esfuerzo) pero son capaces de mantener individuos incluso en las zonas más explotadas dentro de la zona de estudio debido probablemente a la recolonización de estas zonas desde zonas libres de presión. Este grupo está formado principalmente por equinodermos (ejemplo: *Gracilechinus acutus*, *Echinus melo*, *Leptometra celtica* o *Parastichopus regalis*), y moluscos móviles (*Neptunea contraria*), así como el antozoo *Actinauge richardi* el cual seguramente no es muy sensible al efecto del arrastre. Las especies con un índice BESITO de 2, no muestran una relación clara con el arrastre y muestran unos porcentajes similares a lo largo de todos los niveles de esfuerzo. Este grupo estaría formado por 9 especies distintas entre las que se encuentran carnívoros y carroñeros como el pulpo *Eledone cirrhosa*, el poliqueto

*Aphrodita aculeata*, gasterópodos como *Buccinum humphreysianum* o *Colus gracilis* y equinodermos como *Ophiura ophiura*. El último grupo es el formado por las especies que reciben un valor en el índice BESITO de 1. Son especies oportunistas, que no solo no se ven afectada por el arrastre sino que son capaces de aumentar su biomasa con la presión. En este estudio, encontramos dentro de este grupo cangrejos carroñeros y móviles como *Polybius henslowii*, pequeños cefalópodos como *Rossia macrosoma* o pequeños equinodermos como *Astropecten irregularis*.

### *La importancia de la resolución en los mapas de esfuerzo*

El efecto de la huella pesquera en las comunidades bentónicas ha podido ser demostrado en los puntos anteriores gracias al análisis de las comunidades biológicas a lo largo de un gradiente de esfuerzo obtenido mediante el análisis de las cajas azules (VMS por sus siglas en inglés). Sin embargo, para poder observar estas diferencias a la escala adecuada, especialmente en una zona tan compleja y heterogénea como el cañón de Avilés ha sido necesario modificar la metodología tradicionalmente empleada en los trabajos realizados en el norte de Europa con los datos de VMS (ver por ejemplo, González-Irusta *et al.*, 2018) y aplicar una nueva metodología desarrollada específicamente para el cañón de Avilés (Punzón *et al.*, 2016) que permite adaptar la resolución de los mapas de esfuerzo a las características de nuestra zona de estudio. Con objeto de comprobar el efecto de las distintas escalas y metodologías sobre el análisis realizado hemos comparado la distribución de los distintos grupos BESITO en los distintos niveles de esfuerzo utilizando datos de presión pesquera obtenidos con la metodología específica desarrollada para el cañón de Avilés (Figura 29) con una resolución de 500x500m frente a datos de esfuerzo obtenidos con una metodología más tradicional a una resolución de 3000x3000m. Como se puede observar en la Figura 29, las diferencias con la Figura anterior son notables, especialmente fuera de las zonas de no arrastre o arrastre bajo. Es especialmente significativo la presencia de especies del grupo 5 en los niveles más altos de esfuerzo. Estos resultados preliminares ofrecen prometedores resultados sobre la importancia de mapear de manera adecuada y a la correcta resolución la huella pesquera, especialmente en zonas heterogéneas como es el caso del cañón de Avilés, abriendo una nueva línea de investigación en los estudios sobre el estado de las especies y los hábitats bentónicos.

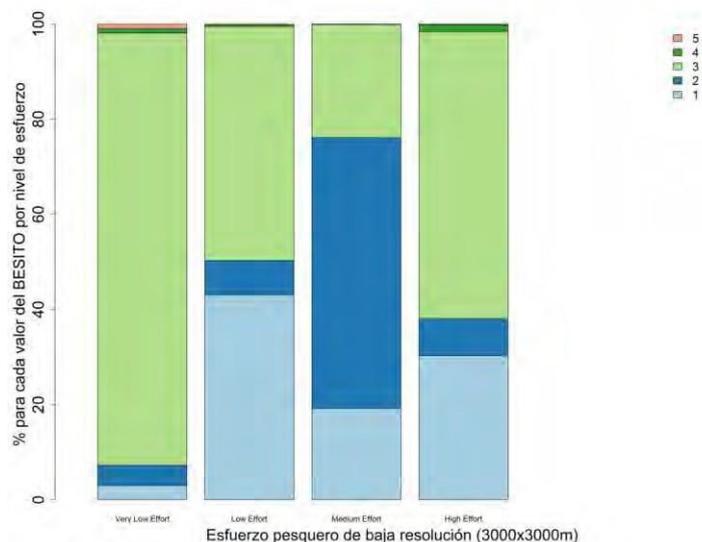


Figura 29. Porcentaje de biomasa de cada valor del BESITO para cada nivel de esfuerzo (alta resolución 500x500m).

## 6. Agradecimientos

Los autores de este informe quieren agradecer a la tripulación del B/O Ángeles Alvariño su alto grado de profesionalidad y dedicación, y al resto del personal científico que participó en la campaña. Esta campaña ha sido financiada por el Proyecto LIFE IP PAFINTEMARES.

## 7. Referencias

32. Hintzen NT, Piet GJ, Brunel T, 2010. Improved estimation of trawling tracks using cubic Hermite spline interpolation of position registration data. *Fish Res* 101: 108-115
- De Juan, S., and Demestre, M. 2012. A Trawl Disturbance Indicator to quantify large scale fishing impact on benthic ecosystems. *Ecological Indicators*.
- De Juan, S., Thrush, S. F., and Demestre, M. 2007. Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 334: 117–129.
- ECOMARG Grupo Investigación, 2014. Informe de la campaña ESMAREC 0514. Seguimiento del Área Marina Protegida de “El Cachucho”. Acuerdo de Encomienda de Gestión con el MAGRAMA, 21 pp.
- ECOMARG Grupo Investigación, 2017. Informe de la campaña ECOMARG 2017. Seguimiento del Área Marina Protegida de “El Cachucho”. Acuerdo de Encomienda de Gestión con el MITECO, 20 pp.
- González-Irusta, J. M., De la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., and Serrano, A. 2018. Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: the Benthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). *ICES Journal of Marine Science*.
- Greiner, J., 2015. OFOP Ocean Floor Observation Protocol. Version 3.2. Manual, 42 pp.
- Hintzen, N.; Bastardie, F.; Beare, D.; Piet, G.; Ulrich, C.; Deporte, N.; Egekvist, J. and Degel, H., 2011. VMStools: open-source software for the processing, analysis and visualization of fisheries logbook and VMS data. *Fisheries Research*, 2011

- Lee, J.; South, A. & Jennings, S. 2010 Developing reliable, repeatable, and accessible methods to provide high-resolution estimates of fishing-effort distributions from vessel monitoring system (VMS) data. *ICES Journal of Marine Science*, 67, 1260-1271
- Punzón, A., Arronte, J. C., Sánchez, F., and García-alegre, A. 2016. Spatial characterization of the fisheries in the Avilés Canyon System (Cantabrian Sea, Spain) Caracterización espacial de las pesquerías en el Sistema de Cañones de Avilés (mar Cantábrico, España). *Scientia Marina*, 42: 237–260.
- Punzón, A., Hernández, C., Abad, E., Castro, J., Pérez, N. and Trujillo, V., 2010. Spanish otter trawl fisheries in the Cantabrian Sea. *ICES. J. Mar. Sci.*, 67: 1-13.
- Punzón, A., J.C. Arronte, F. Sánchez, A. García-Alegre, 2016. Spatial characterization of the fisheries in the Avilés Canyon System (Cantabrian Sea, Spain). *Ciencias Marinas*, 42(4): 237–260
- Sánchez, F., A. Rodríguez Basalo, A. García-Alegre, M. Gómez-Ballesteros, 2017. Hard-bottom bathyal habitats and keystone epibenthic species on Le Danois Bank (Cantabrian Sea). *Journal of Sea Research* 130 (2017), 134-153.
- Sánchez, F., A. Rodríguez Basalo, M. Gómez-Ballesteros, J. Cristobo, S. Parra, E. Prado, A. Lourido, T. Patrocinio, P. Ríos, 2018. Habitats characterization of circalittoral rocky bottoms of the Avilés Canyon System (Cantabrian sea). XVI International Symposium on Oceanography of the Bay of Biscay (ISOBAY XVI). Abstract book.
- Sánchez, F., A. Serrano, M. Gómez-Ballesteros, 2009. Photogrammetric quantitative study of habitat and benthic communities of deep Cantabrian Sea hard grounds. *Continental Shelf Research*. 29, pp. 1174 - 1188.
- Sánchez, F., C. González-Pola, M. Druet, A. García-Alegre, J. Acosta, F.J. Cristobo, S. Parra; P. Ríos, A. Altuna, M. Gómez-Ballesteros, A. Muñoz-Recio, J. Rivera, G. Díaz del Río, 2014. Habitat characterization of deep-water coral reefs in La Gaviera canyon (Avilés Canyon System, Cantabrian Sea). *Deep Sea Research II*, 106, pp. 118-140.
- Sánchez, F., M. Gómez-Ballesteros, C. González-Pola, A. Punzón, 2015. Sistema de Cañones Submarinos de Avilés. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES. Libro, Ed. Imaginate con Arte S.L. I-1, 112 pp.
- Sánchez, F., Rodríguez, J.M., 2013. POLITOLANA, a new low cost towed vehicle designed for the characterization of the deep-sea floor. *Instrumentation Viewpoint*, 15, MARTECH workshop, p 69.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1948). Biodiversity measurements. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana University Press, Illinois, 117-27.
- Tillin, H., Hiddink, J., Jennings, S., and Kaiser, M. 2006. Chronic bottom trawling alters the functional composition of benthic invertebrate communities on a sea-basin scale. *Marine Ecology Progress Series*, 318: 31–45.

## ANEXOS

### Anexo 1. "Biological Traits" de cada una de las especies

Species	Size	Longevity	Motility	Attachment	Benthic Position	Flexibility	Fragility	Feeding Habit	BESITO
<i>Phakellia robusta</i>	3	3	4	4	4	3	3	4	5
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	4	4	4	4	4	4	1	4	5
<i>Parantipathes larix</i>	4	4	4	4	4	1	3	4	5
<i>Phakellia ventilabrum</i>	3	3	4	4	4	3	3	4	5
<i>Funiculina quadrangularis</i>	4	3	4	3	3	1	3	4	4
<i>Corella parallelogramma</i>	2	2	4	4	3	3	3	4	4
<i>Pteroeides griseum</i>	3	3	4	4	1	3	3	4	4
<i>Caryophyllia smithii</i>	1	3	4	1	3	4	1	4	3
<i>Actinauge richardi</i>	2	2	4	3	3	1	3	4	3
<i>Anseropoda placenta</i>	3	3	2	1	3	1	3	1	3
<i>Gracilechinus acutus</i>	3	3	2	1	3	1	4	1	3
<i>Ophiothrix fragilis</i>	3	2	2	1	3	1	3	3	3
<i>Parastichopus regalis</i>	3	3	2	1	3	1	3	3	3
<i>Leptometra celtica</i>	3	2	2	3	3	1	3	4	3
<i>Echinus melo</i>	3	3	2	1	3	1	4	1	3
<i>Brissopsis lyrifera</i>	2	2	3	1	1	1	4	3	3
<i>Spatangus purpureus</i>	3	3	3	1	1	1	4	3	3
<i>Neptunea contraria</i>	3	4	2	1	3	1	2	1	3
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	3	1	2	1	3	1	3	3	2
<i>Buccinum humphreysianum</i>	2	3	3	1	3	1	2	1	2
<i>Eledone cirrhosa</i>	3	1	1	1	4	1	3	1	2
<i>Ophiura ophiura</i>	2	2	2	1	3	1	3	1	2
<i>Luidia sarsi</i>	3	1	2	1	3	1	3	1	2
<i>Colus gracilis</i>	2	4	2	1	3	1	2	1	2
<i>Aporrhais pespelicani</i>	2	3	3	1	3	1	2	1	2
<i>Maja squinado</i>	3	3	2	1	3	1	2	1	2
<i>Aphrodita aculeata</i>	3	2	3	1	3	1	3	1	2
<i>Astropecten irregularis</i>	2	1	2	1	3	1	3	1	1
<i>Scaphander lignarius</i>	2	2	2	1	3	1	1	1	1
<i>Euspira fusca</i>	2	2	2	1	3	1	2	1	1
<i>Calliostoma granulatum</i>	1	1	2	1	3	1	2	2	1
<i>Polybius henslowii</i>	2	2	1	1	3	1	2	1	1
<i>Macropodia longipes</i>	1	1	2	1	3	1	2	1	1
<i>Polycheles typhlops</i>	2	1	1	1	3	1	2	1	1
<i>Rossia macrosoma</i>	2	1	1	1	3	1	3	2	1

## Anexo 2. Número, peso y frecuencia de ocurrencia de las especies muestreadas con el patín epibentónico

Especie-Taxon /Objeto de basura	Número	Peso (g)	Nº Lances con presencia
<i>Acantholabrus palloni</i>	1	12	1
<i>Actinauge richardi</i>	15	335	8
<i>Adamsia carciniopados</i>	31	85	7
<i>Alcyonium sp.</i>	3	2	2
<i>Alpheus glaber</i>	1	1	1
<i>Anseropoda placenta</i>	39	521	15
<i>Antedon bifida</i>	5	5	4
<i>Aphrodita aculeata</i>	2	114	2
<i>Aphroditidae</i>	1	2	1
<i>Aporrhais pespelicani</i>	3	14	3
<i>Arcopagia balaustina</i>	1	1	1
<i>Armina tigrina</i>	1	3	1
<i>Arnoglossus imperialis</i>	4	110	3
<i>Arnoglossus laterna</i>	8	70	5
<i>Astarte sulcata</i>	1	1	1
<i>Astropecten irregularis</i>	172	647	23
<i>Brissopsis lyrifera</i>	1	7	2
<i>Buccinum humphreysianum</i>	5	30	3
<i>Cabo sintetico</i>	15	51	5
<i>Calliactis parasitica</i>	6	8	3
<i>Callionymus lyra</i>	1	88	1
<i>Callionymus maculatus</i>	1	2	1
<i>Calliostoma granulatum</i>	4	15	4
<i>Capros aper</i>	2	72	2
<i>Capulus ungaricus</i>	1	1	1
<i>Caryophyllia smithii</i>	53	157	10
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	1	67	1
<i>Colus gracilis</i>	11	73	9
<i>Compresas/tampones</i>	1	3	1
<i>Coralliophaga lithophagella</i>	1	1	1
<i>Coralliophila sp.</i>	4	10	3
<i>Coralliophila squamosa</i>	4	5	3
<i>Corella parallelogramma</i>	7	39	4
<i>Cucumaria sp.</i>	2	2	2
<i>Danilia tinei</i>	1	1	1
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	1	1	1
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	19	140	8
<i>Diazona violacea</i>	3	3	3
<i>Echinus melo</i>	1	264	1
<i>Eledone cirrhosa</i>	14	790	11
<i>Epizoanthus incrustatus</i>	5	1	1
<i>Epizoanthus paguriphilus</i>	6	6	4
<i>Epizoanthus sp.</i>	341	19	10
<i>Escoria (carbón)</i>	76	294	6
<i>Eunice sp.</i>	4	3	3
<i>Eunicidae</i>	3	2	2
<i>Euphosine sp.</i>	1	1	1
<i>Eurynome aspera</i>	4	4	4
<i>Euspira fusca</i>	59	230	9
<i>Eutrigla gurnardus</i>	5	294	4
<i>Funiculina quadrangularis</i>	3	22	3
<i>Gadiculus argenteus</i>	1	2	1
<i>Galathea sp.</i>	1	1	1
<i>Gasteropteron meckeli</i>	1	1	1
<i>Geodia sp.</i>	1	1	1
<i>Gracilechinus acutus</i>	149	5499	18
<i>Gregariella semigranata</i>	17	7	7
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	2	223	2
<i>Hiatella arctica</i>	1	1	1
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	90	85	13
<i>Hydrozoa</i>	1	1	1

<i>Inachus dorsettensis</i>	6	5	4
<i>Laetmonice filicornis</i>	2	2	2
<i>Lamina/hoja</i>	15	136	9
<i>Lepidochitona cinerea</i>	9	5	5
<i>Lepidorhombus boscii</i>	29	1070	13
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	15	744	10
<i>Leptometra celtica</i>	2280	2597	19
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	1	1	1
<i>Lina de pesca (monofilamento)</i>	2	2	2
<i>Lophius budegassa</i>	1	5801	1
<i>Lophogaster typicus</i>	9	9	8
<i>Luidia sarsi</i>	5	79	4
<i>Lumbrineris sp</i>	1	1	1
<i>Macropodia longipes</i>	12	18	7
<i>Maja squinado</i>	1	616	1
<i>Mergelia truncata</i>	469	12	12
<i>Merluccius merluccius</i>	8	325	7
<i>Microchirus variegatus</i>	8	150	8
<i>Muerto de cemento</i>	1	1	1
<i>Nemertesia antennina</i>	6	1	1
<i>Neopycnodonte cochlear</i>	492	12	12
<i>Neptunea contraria</i>	1	29	1
<i>Novocrania anomala</i>	842	13	13
<i>Ophiactis balli</i>	75	9	9
<i>Ophiocomina nigra</i>	1	1	1
<i>Ophiocten affinis</i>	1	1	1
<i>Ophiopsila aranea</i>	1	1	1
<i>Ophiothrix fragilis</i>	544	4122	16
<i>Ophiothrix lutkeni</i>	12	2	2
<i>Ophiura ophiura</i>	191	1394	22
<i>Ophiura sarsii</i>	3	2	2
<i>Otros</i>	1	8	1
<i>Otros metales</i>	1	115	1
<i>Pachastrella monilifera</i>	2	2	2
<i>Pagurus alatus</i>	2	2	2
<i>Pagurus excavatus</i>	7	24	5
<i>Pagurus prideaux</i>	43	133	10
<i>Palliolium incomparabile</i>	1	1	1
<i>Parantipathes larix</i>	1	35	1
<i>Parastichopus regalis</i>	48	8216	17
<i>Phakellia robusta</i>	7	20	5
<i>Phakellia ventilabrum</i>	10	32	6
<i>Phyllodocidae</i>	1	1	1
<i>Pieza</i>	2	29	1
<i>Plumulariidae</i>	56	11	11
<i>Pododesmus patelliformis</i>	56	7	7
<i>Polybius henslowii</i>	2061	24086	7
<i>Polycheles typhlops</i>	12	142	1
<i>Polynoidae</i>	8	7	7
<i>Polyplumaria flabellata</i>	15	3	3
<i>Pomatoschistus</i>	7	4	4
<i>Pontophilus spinosus</i>	1	1	1
<i>Pseudamussium clavatum</i>	2	2	2
<i>Psolus squamatus</i>	1	1	1
<i>Pteroeides griseum</i>	14	217	6
<i>Pteroeides spinosum</i>	1	1	1
<i>Red de pesca</i>	4	518	4
<i>Reteporella sp.</i>	12	5	5
<i>Rondeletiola minor</i>	1	1	1
<i>Rossia macrosoma</i>	4	12	3
<i>Salpidae</i>	18	9	4
<i>Scalpellum scalpellum</i>	10	5	1
<i>Scaphander lignarius</i>	17	138	11
<i>Scorpaena notata</i>	1	1	1
<i>Scyliorhinus canicula</i>	3	597	3
<i>Sepia orbignyana</i>	2	14	2
<i>Serpula vermicularis</i>	2	2	2
<i>Serranus cabrilla</i>	2	75	1

<i>Sertularella sp.</i>	17	4	4
<i>Sipunculus nudus</i>	1	1	1
<i>Solenocera membranacea</i>	8	10	6
<i>Spatangus purpureus</i>	22	249	9
<i>Terebratulina retusa</i>	66	8	8
<i>Trisopterus luscus</i>	1	256	1
<i>Venus nux</i>	1	1	1
<i>Acantholabrus palloni</i>	1	12	1
<i>Actinauge richardi</i>	15	335	8
<i>Adamsia carciniopados</i>	31	85	7
<i>Alcyonium sp.</i>	3	2	2
<i>Alpheus glaber</i>	1	1	1
<i>Anseropoda placenta</i>	39	521	15
<i>Antedon bifida</i>	5	5	4
<i>Aphrodita aculeata</i>	2	114	2
<i>Aphroditidae</i>	1	2	1
<i>Aporrhais pespelicani</i>	3	14	3
<i>Arcopagia balaustina</i>	1	1	1
<i>Armina tigrina</i>	1	3	1
<i>Arnoglossus imperialis</i>	4	110	3
<i>Arnoglossus laterna</i>	8	70	5
<i>Astarte sulcata</i>	1	1	1
<i>Astropecten irregularis</i>	172	647	23
<i>Brissopsis lyrifera</i>	1	7	2
<i>Buccinum humphresianum</i>	5	30	3
<i>Cabo sintetico</i>	15	51	5
<i>Calliactis parasitica</i>	6	8	3
<i>Callionymus lyra</i>	1	88	1
<i>Callionymus maculatus</i>	1	2	1
<i>Calliostoma granulatum</i>	4	15	4
<i>Capros aper</i>	2	72	2
<i>Capulus ungaricus</i>	1	1	1
<i>Caryophyllia smithii</i>	53	157	10
<i>Chelidonichthys cuculus</i>	1	67	1
<i>Colus gracilis</i>	11	73	9
<i>Compresas/tampones</i>	1	3	1
<i>Coralliophaga lithophagella</i>	1	1	1
<i>Coralliophila sp.</i>	4	10	3
<i>Coralliophila squamosa</i>	4	5	3
<i>Corella parallelogramma</i>	7	39	4
<i>Cucumaria sp.</i>	2	2	2
<i>Danilia tinei</i>	1	1	1
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	1	1	1
<i>Dendrophyllia cornigera</i>	19	140	8
<i>Diazona violacea</i>	3	3	3
<i>Echinus melo</i>	1	264	1
<i>Eledone cirrhosa</i>	14	790	11
<i>Epizoanthus incrustatus</i>	5	1	1
<i>Epizoanthus paguriphilus</i>	6	6	4
<i>Epizoanthus sp.</i>	341	19	10
<i>Escoria (carbón)</i>	76	294	6
<i>Eunice sp.</i>	4	3	3
<i>Eunicidae</i>	3	2	2
<i>Euprosine sp.</i>	1	1	1
<i>Eurynome aspera</i>	4	4	4
<i>Euspira fusca</i>	59	230	9
<i>Eutrigla gurnardus</i>	5	294	4
<i>Funiculina quadrangularis</i>	3	22	3
<i>Gadiculus argenteus</i>	1	2	1
<i>Galathea sp.</i>	1	1	1
<i>Gasteropteron meckeli</i>	1	1	1
<i>Geodia sp.</i>	1	1	1
<i>Gracilechinus acutus</i>	149	5499	18
<i>Gregariella semigranata</i>	17	7	7
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	2	223	2
<i>Hiatella arctica</i>	1	1	1
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	90	85	13
<i>Hydrozoa</i>	1	1	1

<i>Inachus dorsettensis</i>	6	5	4