



**ESTRATEGIA MARINA**

**DEMARCACIÓN MARINA SUDATLÁNTICA**

**PARTE IV. DESCRIPTORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL**

**DESCRIPTOR 1: BIODIVERSIDAD**

**EVALUACIÓN INICIAL Y BUEN ESTADO AMBIENTAL**



**Madrid, 2012**



# **ESTRATEGIAS MARINAS: EVALUACIÓN INICIAL, BUEN ESTADO AMBIENTAL Y OBJETIVOS AMBIENTALES**

## **AUTORES DEL DOCUMENTO**

Instituto Español de Oceanografía

- Juan Gil
- Fernando Ramos
- M<sup>a</sup> Paz Jiménez
- Luis Silva
- Francisco Baldó
- Carlos Farias
- Ignacio Sobrino
- Candelaria Burgos
- Alberto Serrano
- Francisco Velasco
- Antonio Punzón
- Olvido Tello
- Santiago Lens
- David Macías
- JuanBellas

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Miguel Cojan
- Enaitz Aguirre
- Larissa Módica
- José Manuel González-Irusta
- Víctor Díaz

## **COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO)**

Demetrio de Armas

Juan Bellas

## **COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (DIVISIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)**

José Luis Buceta Miller

Felipe Martínez Martínez

Ainhoa Pérez Puyol

Sagrario Arrieta Algarra

Jorge Alonso Rodríguez  
Ana Ruiz Sierra  
Javier Pantoja Trigueros  
Mónica Moraleda Altares  
Víctor Escobar Paredes



MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

**Edita:**

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

**NIPO: 280-12-175-8**



## DESCRIPTOR 1: BIODIVERSIDAD

---

### Índice

---

1. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1. Introducción al Descriptor 1 .....	3
1.1.1. Interpretación del descriptor .....	3
1.1.2. Criterios e indicadores aplicables .....	3
1.1.3. Ámbito y limitaciones .....	5
1.1.4. Escala espacial y temporal .....	8
1.1.5. Nexos y solapamiento con otros descriptores de estado ambiental .....	13
1.1.6. Principales presiones e impactos .....	16
1.2. Fuentes de Información .....	17
1.2.1. Legislación nacional y convenios internacionales relacionados con el descriptor .....	19
1.2.2. Programas de seguimiento .....	22
2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL .....	23
2.1. Conceptos clave .....	23
2.2. Fundamento en la selección de parámetros e indicadores .....	24
2.2.1. Nivel especie .....	25
2.3. Elementos de evaluación .....	29
2.3.1. Nivel especie .....	29
2.3.2. Nivel hábitat .....	38
2.3.3. Nivel ecosistema .....	41
2.4. Viabilidad y operatividad .....	45
2.5. Determinación de los niveles de referencia .....	45
2.5.1. Grupos funcionales de invertebrados y peces .....	46
2.5.2. Grupo funcional aves .....	46
2.5.3. Grupos funcionales mamíferos marinos .....	46
2.5.4. Hábitats .....	46
2.6. Evaluación del estado actual .....	47
2.6.1. Nivel especie .....	47
2.6.2. Nivel hábitat .....	116



2.6.3. Nivel ecosistema.....	128
2.7. Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento .....	134
3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL .....	136
3.1. Nivel especie.....	137
3.2. Nivel hábitat .....	139
3.3. Nivel ecosistema.....	139
4. REFERENCIAS.....	152

## ANEXOS

ANEXO I. Glosario

ANEXO II. Descripción de la campaña ARSA

ANEXO III. Criterio 1.1. Distribución de las especies. Soporte gráfico para indicadores 1.1.1 y 1.1.2 para el grupo funcional Peces y Elasmobranquios Demersales

ANEXO IV: Criterio 1.1. Distribución de las especies. Mapas de distribución de las especies más significativas de los grupos Peces y Elasmobranquios y de invertebrados móviles.

ANEXO V: Criterio 1.2. Tamaño de la población. Soporte gráfico para indicador 1.2.1 (expresado en términos de biomasa relativa) para especies características de los grupos Peces y Elasmobranquios demersales y de invertebrados móviles.

ANEXO VI: Criterio 1.2. Tamaño de la población. Soporte gráfico para indicador 1.2.1 (expresado en términos de abundancia relativa) para especies características de los grupos Peces y Elasmobranquios demersales y de invertebrados móviles.

ANEXO VII. Fichas de Hábitats

ANEXO VIII: Grupos Tiburones pelágicos y Tortugas Marinas.



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Introducción al Descriptor 1

El descriptor 1 de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina dice textualmente "*Se mantiene la biodiversidad. La calidad y la frecuencia de los hábitats y la distribución y abundancia de las especies están en consonancia con las condiciones fisiográficas, geográficas y climáticas*".

Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (ONU, 1992), la diversidad biológica se define como: "*La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, [terrestre], marinos [y otros ecosistemas acuáticos], y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y de ecosistemas*".

#### 1.1.1. Interpretación del descriptor

La interpretación del descriptor y la amplitud de los elementos y conceptos que abarca fue desarrollada en el Grupo de Trabajo 1, organizado por el JRC y el ICES (Cochrane *et al.*, 2010). En este trabajo se interpretan una serie de conceptos y términos relacionados con el Descriptor 1 y cómo enfocar su evaluación.

Por "Mantiene" se entiende:

- a) No se producen más pérdidas de diversidad dentro de cada especie (diversidad genética intra-específica), entre especies y de los hábitats/comunidades y los ecosistemas a escalas ecológicamente relevantes,
- b) los atributos de la diversidad biológica se restauran y se mantienen o incrementan por encima de los niveles objetivo de Buen Estado Ambiental (BEA), hasta donde las condiciones intrínsecas lo permitan (cf. art. 1.2a) y
- c) cuando el uso del medio marino es sostenible, es decir no compromete las dos condiciones anteriores.

#### 1.1.2. Criterios e indicadores aplicables

Dado que los distintos componentes de la biodiversidad (genes, individuos, poblaciones, comunidades, biocenosis, ecosistemas) pueden responder de distinta forma y velocidad a las presiones, es necesario abordar la evaluación de cada nivel independientemente. Por ello, en la Decisión de la Comisión (2010/477/UE), con el ánimo de elaborar unos enfoques coherentes entre los distintos estados en las fases



preparatorias de las estrategias marinas, se establecen una serie de criterios y normas metodológicas aplicables a la evaluación del buen estado ambiental de las aguas marinas. En la resolución se establece además que estos criterios deberán aplicarse para evaluar el grado de consecución del buen estado ambiental (BEA). Los criterios van acompañados de una lista de indicadores que les darán operatividad y deberán permitir la coordinación entre los países dentro de las distintas regiones y el logro de nuevos avances.

En el caso del Descriptor 1 se contemplan los siguientes niveles dentro de la diversidad:

- a) **Nivel de especie.** Hay varias razones para realizar una evaluación a nivel de especie: históricamente, la especie ha sido el nivel base de análisis en Ecología y por ello el conocimiento de las especies es mayor que en otros niveles de diversidad biológica. Esto hace que el análisis de las presiones e impactos, así como de otras necesidades de gestión, se vea facilitado por el uso de este nivel taxonómico. Además muchas especies móviles están relacionadas con múltiples hábitats durante su ciclo vital, por lo que no pueden ser evaluadas con eficacia a este nivel. Sin embargo, otras especies están muy estrechamente relacionadas con hábitats particulares, a tal punto que algunos hábitats se definen haciendo referencia a estas especies características, haciendo que estas especies se puedan evaluar en función del estado de sus hábitats característicos.

Por lo que se refiere al análisis de presiones, impactos y necesidades de gestión, a menudo la información es más completa y estudiada para el nivel de especie. La evaluación a nivel de especie puede ser un medio eficaz de la evaluación de la diversidad biológica cuando también ayuda a cumplir requisitos de las actuales políticas del medio ambiente marino, las directivas y convenios internacionales. Los indicadores propuestos por la comisión al nivel de especie son:

- 1.1. Distribución de las especies, atendiendo a: su área de distribución, patrón de distribución dentro de aquella, y zona cubierta por la especie (para especies sésiles/bentónicas).
- 1.2. Tamaño de la población, atendiendo a su abundancia y/o biomasa, según el caso.
- 1.3. Estado de la población, atendiendo a sus características demográficas (estructura de tallas o edades, sex-ratio, fecundidad, supervivencia), y la estructura genética de la población.

- b) **Nivel de hábitat.** Los hábitats y sus comunidades asociadas son unidades estructurales de la diversidad biológica, que permiten la organización de la compleja variedad de especies en unidades mayores. A efectos de la Directiva 2008/56/CE, el término hábitat incluye tanto las características abióticas como la comunidad biológica asociada, elementos estos que se tratan conjuntamente en el sentido del término biotopo (CD 2010/477/EU). El análisis del nivel hábitat es un



requerimiento de la Directiva y permite analizar la diversidad biológica con una perspectiva holística, facilitando no solo la comprensión del conjunto de especies que habitan los diferentes hábitats, sino también la gestión de un componente estructural de la biodiversidad. El nivel hábitat se ha abordado usando dos niveles distintos de agregación en función de su importancia desde el punto de vista de la conservación: hábitats protegidos en directivas, convenios o comisiones (Directiva de Hábitats, OSPAR, Convenio de Barcelona) y resto de hábitats. Según el citado documento deberían tenerse en cuenta tres criterios:

- 1.4. Distribución de los hábitats, atendiendo a su área y patrón de distribución.
- 1.5. Extensión de los hábitats, atendiendo a la zona y volumen del hábitat según sea pertinente.
- 1.6. Estado de los hábitats, atendiendo al estado de las especies y comunidades típicas, a la abundancia y/o biomasa relativa, y a las condiciones físicas, hidrológicas y químicas.

Estos criterios sólo han podido ser calculados para los hábitats definidos por especies estructurantes (bioestructuras), a partir de la información obtenida de las series ARSA. Para el resto de hábitats no han podido definirse estos criterios por falta de información.

- c) **Nivel de ecosistema.** Estructura de los ecosistemas, atendiendo a su composición y las proporciones relativas de sus componentes (hábitats y especies).

El término ecosistema es muy amplio y, dependiendo de la escala, puede ser equivalente de “hábitat” en alguna de sus definiciones. Por tanto, se ha incluido en este nivel los análisis que trascienden la población, la comunidad y el hábitat, y se han mantenido en el nivel de “hábitat” aquellos análisis que no trascienden dicho nivel, aunque sí sean interespecíficos, como, por ejemplo, el porcentaje de grupos funcionales dentro de un hábitat.

### 1.1.3. **Ámbito y limitaciones**

El ámbito de aplicación es la Demarcación Marina Sudatlántica, es decir el medio marino en el que España ejerce soberanía o jurisdicción desde el meridiano que pasa por el cabo de Espartel (Bahía de Barbate) (5° 55' W) hasta la frontera con Portugal (7° 20' W) (Figura 1).

De los criterios propuestos por la Directiva, muchos se han podido aplicar en nuestras aguas; sin embargo, la aplicación ha sido muy desigual entre las diferentes especies/grupos/hábitats, puesto que en muchos casos no existe información suficiente, ya que hay que tener en cuenta que la propia Comisión Europea



recomienda recopilar la información pertinente en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para alcanzar una comprensión espacio-temporal de la relación entre las actividades humanas, que pueden ser la causa de las presiones negativas sobre el medio ambiente, y las características del medio ambiente, incluida su diversidad biológica. Por lo tanto, hay numerosas lagunas de información para los grupos funcionales para los que no existen en el presente programa de muestreo que aporten la información necesaria para realizar el seguimiento espacio-temporal de las componentes de la biodiversidad y las presiones asociadas. Esto representa una de las principales limitaciones de la información disponible hasta el momento para hacer una evaluación global de la demarcación.

En estos casos se ha procurado identificar las lagunas existentes, posibles programas de muestreo y seguimiento para paliarlas, junto con las necesidades de investigación en campos en los que el conocimiento básico es insuficiente. Los altos costes asociados con el seguimiento y la fijación de objetivos operacionales son aspectos importantes a tener en cuenta para la aplicación de la Directiva.

Una de las **principales lagunas** a señalar es la biodiversidad genética dentro de las especies/poblaciones. Ésta afecta a todos los grupos funcionales en general, puesto que los estudios al respecto son muy puntuales. Lamentablemente en la Demarcación Sudatlántica existen muchas lagunas de información que no permiten evaluar satisfactoriamente ciertos hábitats (especialmente rocosos y costeros) y grupo funcionales, como el plancton o los equinodermos.

### **Grupo funcional plancton**

La información sobre el componente planctónico del Golfo de Cádiz es muy escasa. En cuanto al fitoplancton, dicha información no permite realizar una evaluación inicial del estado actual del grupo funcional en la demarcación, si bien se pretende incorporar la recogida de muestras dentro del programa de monitorización STOCA. Respecto al zooplancton la situación es algo mejor, existen unos estudios puntuales que describen las principales especies (Mafalda *et al.* 2007). Además el IEO dispone de un número muy importante de muestras almacenadas en las instalaciones del IFAPA y la UCA procedentes de proyectos antiguos (GOLFO, FLUCTUACIONES) y actuales (STOCA), aunque hasta la fecha no han podido ser analizadas por falta de personal experto en taxonomía de zooplancton.

### **Grupo funcional peces e invertebrados bentónicos**

En el grupo funcional de peces demersales, la información existente sobre especies con rango de distribución batimétrica superior a 800 m y menor de 15 m resulta demasiado inconexa, tanto espacial como temporalmente, como para poder realizar una evaluación eficaz, ya que muchos de los datos disponibles para este descriptor provienen, en su gran mayoría, de los fondos sedimentarios de la plataforma continental y talud superior del Golfo de Cádiz, comprendidos entre los 20 m y los 800 m. Tanto en este caso, como en el de los grupos funcionales de invertebrados pelágicos y



bentónicos sésiles o de movilidad reducida, las evaluaciones se basarán en las de los hábitats característicos de las especies, cuando éstas están asociadas a un hábitat en concreto.

### **Grupo funcional reptiles**

En el grupo funcional de los reptiles: de los criterios propuestos por la Directiva solo se ha podido aplicar para el grupo funcional reptiles el 1.4 (rango de distribución y del patrón dentro del rango de distribución) atendiendo a la distribución de las capturas accidentales dentro de la demarcación. La evaluación del resto de indicadores no ha podido realizarse debido a la escasez de información. Se han identificado importantes lagunas de información debido a la falta de programas de seguimiento y evaluación de estas poblaciones. El ámbito geográfico de aplicación de la Directiva para las especies de reptiles marinos (demarcaciones) no se ajusta a la distribución geográfica de las poblaciones de reptiles marinos, ya que son especies altamente migratorias que se desplazan grandes distancias, tanto en aguas de jurisdicción española como por aguas bajo la jurisdicción de otros países y aguas internacionales. Además, la identificación de presiones e impactos en una determinada región (no necesariamente dentro del ámbito geográfico contemplado en la Directiva) es importante, ya que puede tener consecuencias en la evolución de las abundancias y el estado de conservación de las tortugas en otras áreas, incluidas las demarcaciones contempladas en la Directiva. Por último, la escasez de datos debida a la falta de campañas específicas de muestreo hace imposible en la actualidad la evaluación de las poblaciones de reptiles en las distintas demarcaciones. En consecuencia, los diferentes indicadores se han desarrollado sólo hasta donde los datos disponibles en la demarcación lo han permitido.

### **Grupo funcional aves**

Ver documento específico elaborado para este grupo funcional.

### **Grupo funcional mamíferos marinos**

Ver documento específico elaborado para este grupo funcional.

### **Hábitats**

La investigación de los **hábitats** presentes en los mares españoles está en una etapa muy temprana, no habiéndose completado aún la fase descriptiva. No existen planes de seguimiento continuos en el tiempo y en el espacio de los fondos marinos, de la estructura, composición y funcionamiento de sus poblaciones, comunidades, hábitats y ecosistemas. Son excepción, los estudios contemplados dentro de la Directiva Marco del Agua (DMA) en la zona mediolitoral e infralitoral y las campañas de arrastre de



fondo que desarrolla el IEO en los fondos sedimentarios circalitorales y batiales (30-800 m de profundidad) de toda la Península. Por ello, la información más continua de que se dispone es sobre el circalitoral y batial sedimentario, siendo más escasa y dispersa en el tiempo y en el espacio en los fondos rocosos de cualquier profundidad. La información sobre fondos mediolitorales e infralitorales de cualquier sustrato no es escasa, pero es muy dispersa, y por tanto heterogénea en cuanto a su escala y precisión.

Dada la complejidad y la variación subregional de la diversidad biológica, no es posible proporcionar una evaluación monovariante y única de la biodiversidad como un todo. En la situación actual tampoco se puede proponer un conjunto definitivo de indicadores que abarquen todos los aspectos de la biodiversidad. Por otra parte, la agregación de estos conjuntos en evaluaciones más amplias probablemente enmascararía la variación significativa en las características ecológicas e impediría la identificación de los principales impactos y/o lugares que necesitan medidas correctoras. Más aún, a menudo estos procesos de agregación no tienen bases científicamente sólidas. Por lo tanto, son necesarios ulteriores estudios a escala subregional para determinar el conjunto de indicadores adecuados que proporcionen una información comprensiva del estado de los grupos funcionales/hábitats. No obstante, se ha utilizado como aproximación al estado del ecosistema el ecotipo de los peces demersales y los indicadores talla media máxima y estado de conservación de los peces como un subrogado de la biodiversidad en el ecosistema que, a pesar de ello, no debe tomarse como el estado del ecosistema, sino una aproximación para evaluar los progresos obtenidos a partir de las medidas de gestión adoptadas.

#### 1.1.4. Escala espacial y temporal

La Directiva formalmente opera en tres niveles geográficos diferentes: la región, la subregión y las subdivisiones. Por lo tanto, el BEA en los distintos niveles y para los distintos grupos funcionales se determinará a nivel de las regiones (Art. 6 de la ley 40/2010) del Atlántico Nororiental y del Mar Mediterráneo. Dentro de la región del Atlántico Nororiental, y la subregión de Golfo de Vizcaya y costas Ibéricas, **la escala espacial** utilizada corresponde a la Demarcación Sudatlántica española, que se extiende desde el meridiano que pasa por el cabo de Espartel (Bahía de Barbate) (5° 55' W) hasta la frontera con Portugal (7° 20' W) (Figura 1).

El margen continental del Golfo de Cádiz se sitúa entre el bloque ibérico y el africano y está caracterizado por su gran extensión y aplaceramiento, sobre todo en su parte central, con una extensa plataforma continental de aproximadamente 9380 Km<sup>2</sup> (si se considera como límite más oceánico de la misma el establecido por la isobata de los 200 m) (Figura 1). La anchura de la plataforma oscila entre los 52 km, frente a la desembocadura del Guadalquivir, y los 21 km frente a la zona más cercana al estrecho de Gibraltar.



El fuerte hidrodinamismo que existe en esta zona tiene una gran importancia en la distribución de los sedimentos en la plataforma, dando también lugar a la formación de grandes estructuras sedimentarias (Rey y Medialdea, 1989). El litoral sudatlántico se ve mucho más favorecido por la presencia de arenas litorales, siendo frecuentes las grandes formaciones arenosas alimentadas de forma importante por las desembocaduras de los ríos (Figura 2).

Entre los ríos Guadiana y Tinto se observa una banda de afloramientos rocosos que se sitúan a lo largo del límite de la plataforma interna y media, formando una alineación subparalela a la costa. Asociadas a estas unidades aparecen arenas gruesas y gravas litorales de la misma composición, escasamente representadas en la costa meridional atlántica. Formaciones análogas se encuentran entre la desembocadura del Guadalquivir y el estrecho de Gibraltar, donde son más frecuentes como consecuencia de la erosión de los afloramientos presentes en la zona. Este tramo aparece jalonado por una banda de afloramientos rocosos de edad pliocena, que se extienden hasta los 40 m de profundidad aproximadamente. Estos substratos duros están constituidos por un conglomerado con cantos de cuarzo y cuarcita con un elevado contenido en moluscos y arenas calcáreas con restos de conchas (Segado *et al.*, 1984).

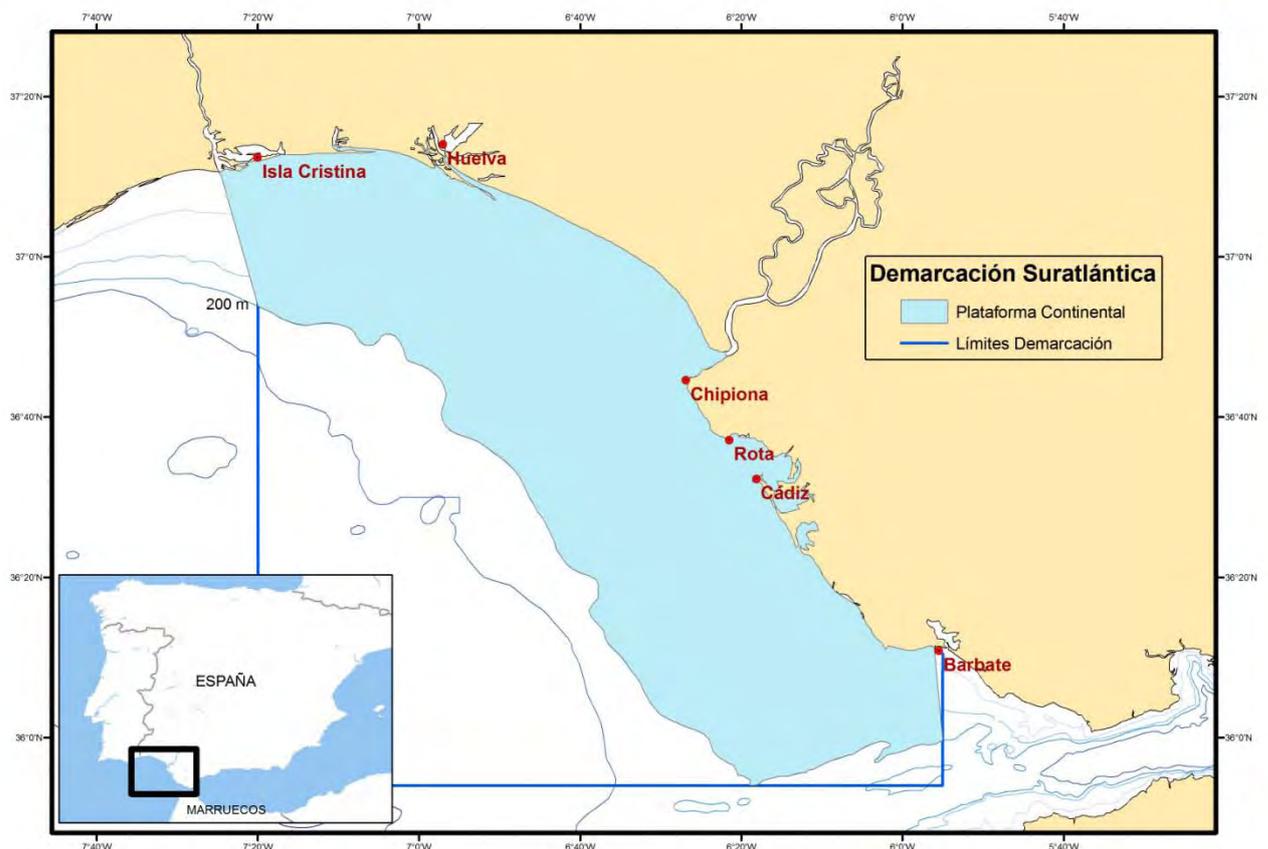


Figura 1. **Ámbito geográfico de la Demarcación Sudatlántica. Extensión de la plataforma continental de la Demarcación Sudatlántica (calculada a partir de la isobata de los 200 m).**



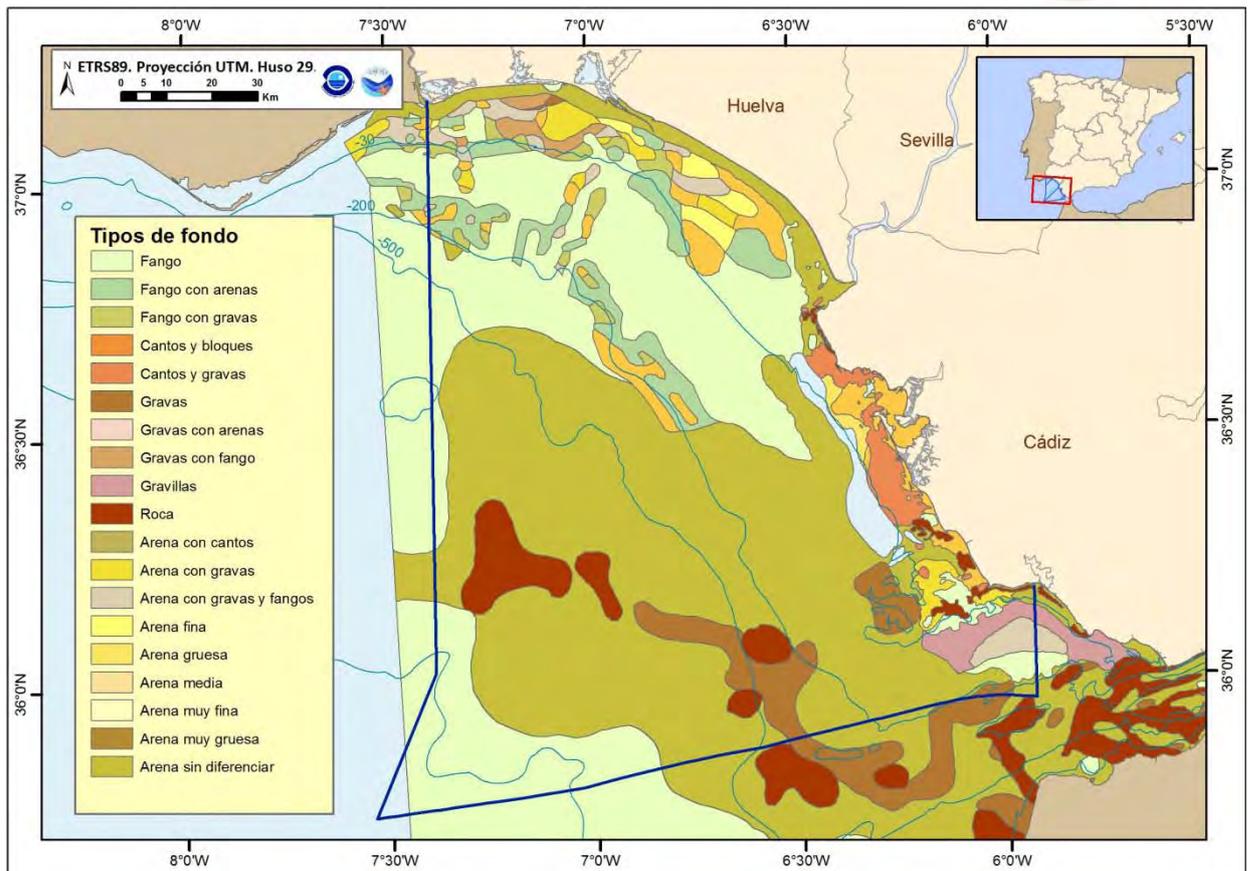
**En azul se refleja la zona ocupada por la plataforma continental, desde la costa hasta la isóbata de los 200 m.**

Cerca de la plataforma interna, el Golfo de Cádiz aparece contorneado por una franja arenosa, que ocupa una extensión considerable en la zona septentrional (SECEG, 1982). Aguas afuera se desarrolla una extensa cobertera de fangos terrígenos que cubren la mayor parte de la plataforma continental media y externa (Díaz *et al.*, 1985), predominando en el borde de la plataforma continental los materiales arenosos. Los fangos muestran una gradación batimétrica, que va desde una franja formada por limos arenosos en las áreas próximas a las desembocaduras de los ríos, hasta limos finos a mayores profundidades (Rey y Medialdea, 1989).

En el talud continental (fondos superiores a los 200 m, aproximadamente) la dinámica y distribución de los sedimentos está controlada por la compleja morfología submarina y el régimen hidrodinámico creado por la interacción entre las corrientes profundas procedentes del Mediterráneo y el régimen de masas de agua hacia el este en la plataforma continental. Los principales tipos sedimentarios del talud son arenas bioclásticas, silicoclásticas y fangosas, fangos arenosos y contornitas arenosas y fangosas (Díaz *et al.*, 1985).

El ámbito batimétrico para la evaluación al nivel de hábitat se extiende desde el dominio mediolitoral superior hasta el batial, si bien hay que tener en cuenta que la información en fondos superiores a los 800 m es prácticamente nula, por lo que el ámbito de estudio se extiende exclusivamente hasta el talud superior. La escala espacial utilizada ha sido diferente en función del hábitat analizado, adaptando la precisión de la misma a la información existente.

En los hábitats descritos a partir de campañas de arrastre de fondo se ha empleado una escala de cuadrícula de 5 x 5 millas para, de esta forma, cubrir toda el área de estudio. En el resto de hábitats la escala es diferente y depende del formato de la información de base que se haya utilizado en las distintas fuentes de información (ver Fichas de hábitats, Anexo VII).



**Figura 2. Mapa del Golfo de Cádiz en el que se representa la diferente composición de los fondos marinos.**

La **escala temporal** ha sido determinada por las series de datos disponibles para realizar las evaluaciones que es variable entre las distintas especies, grupo funcionales y hábitats. Asimismo, se ha tenido en cuenta la recomendación de la Directiva en el artículo 6.2: “Los Estados miembros, en cada región o subregión marina, harán todo lo posible, recurriendo a los foros internacionales correspondientes, incluidos los mecanismos y estructuras de los convenios marinos regionales, por coordinar sus acciones con los terceros países bajo cuya soberanía o jurisdicción estén las aguas de la misma región o subregión”. En este sentido, se ha aprovechado la coordinación con otros programas de investigación internacional existentes (como la información proveniente de las campañas de arrastre coordinadas por el IBTS del ICES) para utilizar los datos de forma uniforme, reduciendo al mínimo los muestreos.

#### **1.1.4.1. Grupo funcional plancton**

Sin información.



#### **1.1.4.2. Grupos funcionales peces e invertebrados bentónicos**

En el caso de los peces demersales e invertebrados bentónicos en la Demarcación Sudatlántica, la evaluación del presente descriptor se han basado en el programa de campañas de muestreo de los recursos demersales y bentónicos de los fondos arrastrables de las aguas del Caladero Nacional del Golfo de Cádiz, que viene realizándose anualmente en primavera y otoño desde 1993. De esta forma, las series de datos de los distintos indicadores cuentan con el año natural como escala temporal. Debido a su mayor consistencia y longitud dentro de este programa de muestreo, se ha elegido la serie de campañas de primavera (y, por tanto, esta estación del año) para la derivación de los indicadores de los grupos funcionales de peces, crustáceos y cefalópodos.

Para los hábitats de fondos duros o infralitorales, para los que no se cuenta con este tipo de información, la escala temporal, al igual que ocurre con la espacial, se adaptó a la información existente, variando enormemente en función del hábitat (ver Anexo VII) e incluso dentro del propio hábitat en función de la zona.

#### **1.1.4.3. Reptiles marinos**

En el caso de los reptiles, si bien el ámbito geográfico del estudio se circunscribe a la Demarcación Sudatlántica, los límites reales de los datos trabajados no se corresponden exactamente a los límites de la demarcación, ya que se ha trabajado sobre el área en el que opera la flota de palangre española. A su vez, esta área se ha subdividido en cuadrículas de un grado por un grado para realizar las estimas de las CPUEs (Capturas por Unidad de Esfuerzo). La escala temporal que se ha adoptado se ha ajustado a la duración de las campañas de observadores a bordo llevadas a cabo por el IEO a bordo de buques pesqueros que operan en la demarcación con palangre de superficie entre los años 1999 y 2010.

#### **1.1.4.4. Grupo funcional aves marinas**

Ver documento específico elaborado para este grupo.

#### **1.1.4.5. Grupo funcional mamíferos marinos**

Ver documento específico elaborado para este grupo.



### 1.1.5. Nexos y solapamiento con otros descriptores de estado ambiental

El Descriptor 1 tiene un campo de aplicación muy amplio, tanto desde el punto de vista biológico como geográfico. Por ello, interactúa con, y es influido por, muchos otros aspectos del medio marino, tanto naturales como antropogénicos, lo que hace que el solapamiento y los nexos con los demás descriptores con respecto al BEA sean múltiples y complejos de analizar y evaluar. La relación entre Descriptor 1 (Diversidad biológica) y los demás descriptores para la determinación del BEA se resume en la Tabla 1.

Además, el grupo funcional plancton (fitoplancton y zooplancton) se relaciona con aspectos propios de otros descriptores. Así por ejemplo, para la evaluación del descriptor de 'especies no indígenas' (descriptor D2), y en particular para aquellas que presentan un carácter invasivo, hay que tener en cuenta aspectos e indicadores relativos a la abundancia y estado de especies de plancton nativas, las cuales deben de estar inventariadas. Las especies no indígenas pueden actuar como agentes de presión e impacto que inciden, por ejemplo a través de fenómenos de competencia, en la dinámica de los componentes nativos del plancton.

Tanto el fitoplancton como el zooplancton, por su posición en la base de la red trófica marina, desempeñan un papel importante en relación con el descriptor de 'redes tróficas' (D4), en aspectos relativos a la productividad, abundancia y distribución de grupos tróficos o especies clave en el mantenimiento de la productividad a niveles tróficos superiores (p.ej. 'especies de peces explotadas comercialmente' –Descriptor D3) y a nivel del ecosistema.

Como respuesta directa a los fenómenos de 'eutrofización' (D5), el ecotipo fitoplancton se relaciona con aspectos tales como la concentración de nutrientes y su respuesta a eventos de enriquecimiento inducidos por la actividad humana. La respuesta del ecotipo fitoplancton a la eutrofización puede diferir dependiendo de las relaciones estequiométricas entre nutrientes ya que los requerimientos de nutrientes varían según el grupo taxonómico. Así, un incremento relativo de nitrato frente a silicato puede favorecer a dinoflagelados y flagelados en detrimento de las diatomeas, que precisan silicato para la construcción de los frústulos. Como respuesta a los niveles de biomasa de fitoplancton incrementados por la eutrofización, es posible observar una propagación de efectos a niveles tróficos superiores. Estos efectos pueden ser positivos, induciendo aumentos en la producción, o negativos, como consecuencia de la modificación de las características físico-químicas del hábitat (p.ej. induciendo episodios de hipoxia-anoxia asociados a la regeneración de la materia orgánica particulada producida por efecto de la eutrofización).

La evaluación inicial del ecotipo plancton, dada la estrecha relación entre la dinámica de los componentes que lo constituyen y las condiciones físico-químicas del medio, depende de la evaluación inicial y objetivos ambientales del descriptor relativo a



‘condiciones hidrográficas’ (D7) ya que en última instancia éstas determinan el hábitat del plancton.

El grupo funcional plancton también se puede relacionar con el descriptor ‘contaminantes’. El conjunto de compuestos químicos denominados contaminantes pueden actuar como agentes de presión e impacto sobre la dinámica del grupo funcional plancton. Estas sustancias pueden afectar a distintos procesos fisiológicos de los organismos con consecuencias letales o subletales. Hay que tener en cuenta que la bibliografía sobre efectos de contaminantes sobre el plancton es escasa, sobre todo considerando la alta diversidad de organismos que lo componen y cuya respuesta a un contaminante puede diferir notablemente. Este déficit de conocimiento limita la posibilidad de utilizar el grupo funcional plancton y como un indicador de la presión o impacto de contaminantes.

Por último, por su posición de consumidores, los peces, cetáceos y aves marinas tienen un papel relevante en la estructura de las cadenas tróficas marinas (Descriptor 4). Si bien el Descriptor 3 se centra en la evaluación de las especies comerciales (estado), las actividades pesqueras producen efectos colaterales sobre el ecosistema (presiones). En el caso de los cetáceos y aves se produce una perturbación biológica como es la captura accidental de especímenes, con la consiguiente mortalidad y reducción de las respectivas poblaciones.



**Tabla 1. Interacción entre el Descriptor 1 (biodiversidad) y los demás descriptores para la determinación del BEA (Buen Estado Ambiental).**

Descriptor (D)	Objetivo del descriptor de importancia para el D1 (texto pertinente)	Interacción con D1
D2 Especies alóctonas	‘...en niveles que no afectan de forma adversa a los ecosistemas’	-Competencia por el hábitat y / o alimentos. -Cambio en la composición de las especies dominantes en la comunidad.
D3 Especies comerciales	‘...presentando una distribución de la población por edades y tallas que demuestra la buena salud de las reservas.’	-Impacto en las comunidades/hábitats bentónicas/os. -Reducciones en las poblaciones objetivo y especies que constituyen un by-catch. -Daño a las especies incluyendo mortalidad de especies no objetivo descartadas o daños durante la pesca
D4 Redes tróficas	‘...se presentan en abundancia y diversidad normales y en niveles que pueden garantizar la abundancia de las especies...’	Enlaces de funcionamiento de los ecosistemas a la estructura de tallas de las especies y abundancias relativas entre las especies en un grupo trófico.
D5 Eutrofización	‘los efectos adversos como pueden ser las pérdidas en biodiversidad, la degradación de los ecosistemas...’	Puede causar una mayor abundancia de especies de plantas (fitoplancton y macroalgas), con los consiguientes efectos en otras partes de sus comunidades.
D6 Integridad de los fondos marinos	‘...que garantiza que la estructura y las funciones de los ecosistemas están resguardadas...’	Determina la estructura y composición de los hábitats del fondo marino, un factor clave para determinar la composición de especies de las comunidades bentónicas.
D7 Alteración de las condiciones hidrográficas	‘...las condiciones hidrográficas no afecta de manera adversa a los ecosistemas marinos.’	-El movimiento del agua y los regímenes de temperatura / salinidad juegan un papel importante en la determinación de la composición de especies de los hábitats / comunidades. -Influye directamente en el tipo de sedimento. -La acidificación del océano podría debilitar partes calcáreas de los cuerpos de organismos con exoesqueleto calcáreo.
D8 Contaminación	‘...a niveles que no dan lugar a efectos de la contaminación.’	-Los posibles efectos eco-toxicológicos sobre las especies. -Existe un vínculo con el D4 y por ende con el D1 para los compuestos que toman parte en procesos de biomagnificación. -La asfixia de las especies (especialmente aves) por los derrames de petróleo.
D9 Contaminación de alimentos	‘no superan los niveles establecidos por la legislación comunitaria o por otras normas’	-Los posibles efectos eco-toxicológicos sobre los peces salvajes (en su ambiente natural) y mariscos. -Existe un vínculo con el D4 y por ende con el D1 para los compuestos que toman parte en procesos de biomagnificación.



D10 Basura marina	‘no causan daño al medio ambiente marino y costero’	-Afecta a algunas especies (por ej. tortugas,) si las ingieren o si quedan enredadas en la basura (por ejemplo, redes) -Causa de sofocamiento y daños (a través de la abrasión) en organismos bentónicos.
D11 (Energía) Ruido submarino	‘no causan daño al medio ambiente marino’	Pueden alterar algunas especies (especialmente reconocido en los cetáceos pero también en peces y otros grupos)

### 1.1.6. Principales presiones e impactos

Los impactos y presiones que pueden afectar a los componentes de la diversidad biológica son muchos y difícilmente previsibles. En general se pueden dividir en dos categorías principales: los impactos directos como las pesquerías o la explotación de los recursos, y los impactos indirectos como la entrada de especies alóctonas o la contaminación por agentes químicos. En general los componentes de la diversidad biológica responden a los gradientes de la degradación de diferentes formas, siendo las respuestas típicas las siguientes:

- a. Reducción de la diversidad (de genes, especies, comunidades y hábitats). Bien sea en forma de disminución general de las especies, o bien como un aumento de los taxones oportunistas a expensas de los demás.
- b. Diversos efectos letales y sub-letales, como la reducción en el éxito reproductivo de las especies o la reducción del área ocupada por un determinado hábitat.
- c. Reubicación temporal o permanente de las especies móviles o cambios en el rango de distribución de los hábitats y comunidades.

Existe una gran variedad de actuaciones o impactos en la zona costera y en la plataforma que pueden interaccionar con los hábitats, además de otras actividades llevadas a cabo tierra adentro, que utilizando como vector por ejemplo los ríos tienen consecuencias en el medio marino y por lo tanto en sus hábitats. Entre ellos podemos destacar los asociados a pérdidas y daños físicos del medio, contaminación por sustancias peligrosas, acumulación de nutrientes y materias orgánicas, y perturbaciones biológicas.

Entendemos como pérdidas y daños físicos en los ecosistemas marinos como la desaparición y modificación del sustrato o hábitat motivados por el sellado o la variación del perfil del fondo. Entre sus consecuencias están las de provocar cambios a corto plazo en las concentraciones de sólidos en el agua, el depósito de los sedimentos que puede dar lugar al enterramiento de especies y hábitats, modificaciones de la sedimentación, abrasión. Las actividades más importantes asociadas a las pérdidas físicas podemos destacar: extracción de sólidos; explotación de yacimientos submarinos y dragados portuarios; vertidos de material portuario dragado; regeneración de playas y creación de playas artificiales; cables y tuberías; arrecifes



artificiales y hundimiento controlado de pecios; parques eólicos marinos; Exploración y explotación de hidrocarburos. Plataformas etc.

Además de los impactos físicos que se han citado anteriormente existen otros que no se pueden asociar a ninguno de los apartados anteriores. Entre ellos destaca el ruido submarino, que puede causar la desorientación de algunas especies de fauna. Esta presión resulta muy difícil de caracterizar, ya que está asociada a muy diversas actividades y no se mide frecuentemente. Por la amenaza que supone para la biodiversidad marina, además hay que destacar, aunque es objeto de otro descriptor, los desechos marinos (además de la basura marina se han hay que considerar los barcos naufragados o las municiones abandonadas o vertidas al mar, por ejemplo).

Las perturbaciones biológicas incluyen tanto la introducción como extracción, controlada o incontrolada, de organismos marinos que pueden ocasionar, entre otros impactos, una merma de las poblaciones. En este sentido, dentro de la introducción de organismos se tendrán en cuenta en el los patógenos y las especies invasoras alóctonas, mientras que para la extracción se considera la pesca comercial, recreativa, las capturas accidentales de especies no objetivo y la cría de especies de acuicultura. Aparte de identificar los principales impactos y presiones, se ha tenido en cuenta que la sensibilidad intrínseca de las especies y los hábitats/comunidades varía considerablemente en función del tipo de presión. La sensibilidad tiene dos componentes: la resistencia (capacidad de no cambiar bajo presiones antropogénicas) y la resiliencia (capacidad de volver a las condiciones iniciales tras una presión o alteración).

Una necesidad clave de la investigación es describir la relación entre la sensibilidad de los hábitats y las presiones acumuladas que actúan sobre ellos. La pregunta básica con respecto al logro de BEA para los componentes de la biodiversidad (en este caso los hábitats) es: ¿qué proporción del componente dado de la biodiversidad puede ser explotado o estar bajo presión en un área determinada antes que se produzcan efectos irrecuperables? (Rendimiento máximo sostenible, contaminación MS).

Las tortugas marinas sufren una serie de presiones de origen antropogénico especialmente durante sus rutas migratorias desde las playas de puesta hacia las zonas de alimentación. Uno de los principales impactos es la captura accidental por pesca, especialmente el palangre de superficie. También el choque con embarcaciones y los efectos de la contaminación especialmente por plásticos que son ingeridos por las tortugas al confundirlos con sus presas pelágicas.

## ***1.2. Fuentes de información***

La información utilizada en este trabajo ha provenido de distintas fuentes en función de los distintos programas de evaluación de recursos de los que se han tomado los datos para la evaluación del BEA. A continuación se incluye un resumen de las fuentes



de información utilizadas para cada uno de los grupos funcionales y hábitats incluidos en el presente informe:

## **Plancton**

Tal como se ha indicado en la sección 1.1.3, no hay información adecuada para realizar la evaluación inicial del estado actual del grupo funcional. Por este motivo, este grupo funcional será tratado parcialmente (sólo fitoplancton) en el ámbito del descriptor 5, pero no en el ámbito del descriptor 1.

## **Peces demersales e invertebrados bentónicos**

En el caso de la Demarcación Sudatlántica, los datos analizados para los ecotipos de especies de peces y elasmobranquios demersales, cefalópodos costeros y de plataforma, crustáceos decápodos de los pisos circalitoral y batial, y otros invertebrados bentónicos habitantes de los fondos sedimentarios de los pisos infralitoral (parte), circalitoral y batial (talud superior y medio), proceden de las campañas de evaluación de recursos demersales con arte de arrastre en el Caladero Nacional del Golfo de Cádiz (serie de campañas ARSA), desde 1993 a 2010 (Anexo II). Para otros tipos de fondos y batimetrías se ha recurrido a la recopilación y consulta de diversas referencias bibliográficas.

Elasmobranquios pelágicos: se ha recopilado información bibliográfica sobre los hábitos alimenticios de estas especies así como los ejemplos encontrados de estudios del efecto de la reducción de las poblaciones de tiburones sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. También se han recopilado datos de ICCAT (Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico), UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), ICES (Consejo Internacional para la Exploración del Mar).

Peces pelágicos: no han sido evaluados dentro del presente descriptor. No obstante lo anterior, las principales especies pelágicas costeras y de grandes pelágicos oceánicos (túidos y afines), dado su carácter de especies explotadas comercialmente, han sido evaluados y/o considerados a nivel individual en el descriptor 3 o como grupos funcionales en el descriptor 4, por lo que remitimos al lector a dichos descriptores para la consulta de las fuentes de información utilizadas para dichas especies.

## **Reptiles marinos**

En el caso de reptiles marinos (tortugas) se han recopilado datos procedentes de diferentes fuentes de información. Para la estima de las CPUEs se han empleado los datos procedentes de las campañas de observadores a bordo realizadas por el IEO entre los años 1999 y 2010 a bordo de palangreros españoles. También se han



recopilado datos de registro de varamientos aportados por la Junta de Andalucía (años 2007-2011). Además se ha recopilado información de diferentes fuentes bibliográficas.

## Aves marinas

Ver documento específico sobre este grupo funcional.

## Mamíferos marinos

Ver documento específico sobre este grupo funcional.

## Hábitats

Además de la información directa proporcionada por los datos de las campañas de investigación del IEO, para la elaboración de fichas de hábitats se ha utilizado la información aportada por diversos Organismos, tanto oficiales como no gubernamentales, destacando la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, la Universidad de Cádiz (Departamento de Ecología y Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales) y OCEANA (entre otras ONG). Toda esta información se ha complementado con la existente en diferentes fuentes bibliográficas.

### 1.2.1. Legislación nacional y convenios internacionales relacionados con el descriptor

Para cada criterio/indicador establecido por la Directiva existen una serie de legislaciones internacionales específicas que se aplican a cada uno de ellos como se puede observar en la Tabla 2. Hay que tener en cuenta que varios de estos convenios y directivas al ser firmados por España han sido transpuestos a la legislación española.

**Tabla 2. Normativas y reglamentos de carácter internacional de aplicación en el campo de la biodiversidad especies/hábitats y su aplicación en distintos grupos funcionales/hábitats**

	Directiva hábitat	Directiva aves	Directiva marco del agua	Convenio de OSPAR	Convenio de Bonn	DMEM
<b>Campo de aplicación geográfico</b>	Todas las aguas de los Estados Miembros	Todas las aguas de los Estados Miembros	Hasta 1 mn desde la línea de base	Norte-este Atlántico	Todo el territorio de los estados miembros	Todas las aguas de los Estados Miembros



Área de evaluación	Nivel de los Estados Miembros / Regiones biogeográficas	Nivel de los estados miembros	Masas de agua	Nivel de Región coincidente con los niveles subregionales de la DMEM	Área de distribución de las especies seleccionadas	Nivel de Región/Sub-región / subdivisión
<b>Aves</b>	Especies o poblaciones migratorias	Especies o poblaciones seleccionadas		Especies seleccionadas	Especies de aves migratorias seleccionadas	Si
<b>Reptiles</b>	Especies seleccionadas			Especies seleccionadas	Todos los reptiles marinos	Si
<b>Mamíferos</b>	Especies o poblaciones seleccionadas			Especies seleccionadas	Especies migratorias	Si
<b>Peces</b>	Especies seleccionadas		Solo en aguas de transición	Especies seleccionadas	Especies o poblaciones migratorias	Si
<b>Cefalópodos (pelágicos)</b>						Si
<b>Fitoplancton</b>			Si			Si
<b>Zooplancton</b>						Si
<b>Microbios (virus, bacterias)</b>						Si
<b>Comunidades bentónicas comprendidas angiospermas, macroalgas e invertebrados)</b>	Hábitats y especies seleccionados Ej: 1170 "Arrecifes"		Flora acuática Invertebrados bentónicos	Hábitats seleccionados		Si

A continuación se hace una breve descripción de las diferentes **convenciones y regulaciones comunitarias y nacionales que afectan a los diferentes componentes de la biodiversidad** de las aguas españolas:

Acuerdos y legislación comunitaria:

- La Convención para la Conservación de la Vida Silvestre y los Hábitats Naturales (Convención de Berna) relaciona en su Anejo II las especies de fauna estrictamente protegidas. Cada Parte Contratante adoptará medidas legislativas para proteger el hábitat de las especies de fauna silvestre del Anejo II, prohibiendo cualquier forma de captura intencionada, posesión y muerte intencionada o la posesión de animales vivos o disecados.
- La Convención para las Especies Migratorias (Convención de Bonn) contiene medidas para la protección y conservación de ciertos mamíferos marinos migradores y actúa como marco para el establecimiento de Acuerdos Regionales. En sus Anexos incluye especies migratorias amenazadas (Anexo I) y especies



migratorias que deben ser objeto de Acuerdos (Anexo II). Existen Acuerdos regionales para la conservación de los pequeños cetáceos en el Báltico, Nordeste Atlántico y Mar del Norte (ASCOBANS) y de todas las especies de cetáceos presentes en el Mar Negro, Mediterráneo y área atlántica contigua (ACCOBAMS). España es miembro de este último Acuerdo regional.

- El Acuerdo para la Conservación de los Cetáceos en el Mar Negro, Mar Mediterráneo y Área Atlántica contigua (ACCOBAMS) se adoptó bajo la estructura de la Convención para las Especies Migratorias (CMS). Los estados miembros deben tomar medidas coordinadas para alcanzar y mantener un estado de conservación favorable para los cetáceos, creando áreas especiales para su protección. Estas áreas deben establecerse bajo la cobertura de la Convención de Barcelona.
- El Convenio OSPAR compiló una Lista OSPAR de hábitats y especies amenazados o en declive, que incluye un conjunto de especies y poblaciones que deben ser protegidas en cada Región del Convenio. Además, OSPAR estableció un Objetivo de Calidad Ecológica (EcoQO) para las capturas accidentales de marsopas y para otros elementos de la biodiversidad, pero solamente desarrollados en el ámbito del Mar del Norte
- La Directiva Hábitats (92/43/CEE) de la Unión Europea contiene en su Anexo IV una lista de especies que deben ser estrictamente protegidas. Así mismo establece una lista de hábitats y especies de interés comunitario, para las cuales los Estados Miembros deben seleccionar Zonas Especiales de Conservación (ZEC) para contribuir a conservar sus hábitats y poblaciones. Adicionalmente en el artículo 12 se especifica que debe establecerse un sistema de monitorización de las capturas accidentales para las especies del Anexo IV, el correspondiente programa de investigación y las medidas de conservación que aseguren que las capturas no tienen un impacto negativo significativo sobre las especies.
- El Convenio CITES, (Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora) considera varias especies de cetáceos, aves, algas, etc. en el Anexo I (especies amenazadas) y todos los cetáceos en el Anexo II. El Convenio prohíbe el comercio internacional de las especies del Anexo I, salvo circunstancias excepcionales y la regulación estricta de la explotación comercial de las especies del Anexo II.
- El Convenio de Barcelona para la protección del ambiente marino del Mediterráneo contiene una lista de especies amenazadas o en peligro (Anexo II) y una lista de especies cuya explotación está regulada (Anexo III).
- El Reglamento CE Nº 812/2004 contiene medidas específicas para monitorizar las capturas accidentales de pequeños cetáceos y el uso de dispositivos acústicos de disuasión en ciertas pesquerías.
- La Convención Internacional para la Regulación de la Pesca de la Ballena creó la Comisión Ballenera Internacional (CBI) para el desarrollo de las normas de la



Convención. Actualmente existe una Moratoria mundial en la caza comercial de ballenas.

#### Legislación nacional:

- Real Decreto (R. D.) 1997/1995 y R. D. 1193/1998. Son la transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva Hábitats (92/43/CEE).
- Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (42/2007). Entre otras disposiciones contempla la catalogación y protección de hábitats (Red Natura 2000), las especies para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación (Anexo II) y las especies que requieren una protección estricta (Anexo V).
- R. D. 139/2011 para el desarrollo del Listado de especies silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Las especies incluidas en el Listado requieren una protección estricta. Las que a la vez figuran en el Catálogo pueden ser catalogadas como “En peligro de Extinción” o “Vulnerables”.
- R. D. 1727/2007, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos en relación con el transporte marítimo y en particular con las actividades de observación de cetáceos.

Además de estas normas, existen otras disposiciones tanto internacionales (Organización Marítima Internacional) como estatales (Instituto Hidrográfico de la Marina) y autonómicas que afectan de manera más específica a los distintos componentes de la biodiversidad de las distintas demarcaciones.

### **1.2.2. Programas de seguimiento**

Se propone el mantenimiento de los programas de seguimiento que han permitido realizar las evaluaciones expuestas en este informe, además de:

- Continuar con la serie de campañas ARSA, STOCA, ECOCADIZ y BOCADEVA, que se llevan a cabo en I Demarcación Sudatlántica.
- Procesar las muestras de plancton de campañas anteriores y para la identificación de las comunidades de zooplancton.
- Continuar con los programas de monitoreo medioambiental del medio marino llevados a cabo por la Junta de Andalucía.
- Implementar campañas en aguas profundas y en zonas más someras.



- Implementar campañas con muestreadores específicos para invertebrados bentónicos.
- Implementar campañas de recopilación de datos de varamientos y capturas accidentales de cetáceos y tortugas, junto con la incorporación institucional de las observaciones de cetáceos, reptiles y aves marinas en las campañas que ya están en marcha.
- Crear un protocolo a seguir por parte de todos los organismos y entidades responsables de la toma de datos en los varamientos de modo que se pueda establecer una red a lo largo de toda la costa española con datos que puedan ser analizados conjuntamente.
- Implementar campañas de observación en buques comerciales y de mercado de tortugas marinas para poder realizar estimas relativas de abundancia de estas especies, así como llegar a un mejor conocimiento de su ecología en aguas españolas.
- Monitorizar las poblaciones de cetáceos mediante la colaboración en las campañas internacionales propuestas por los organismos regionales para la conservación de los mamíferos marinos.

## 2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL

### 2.1. Conceptos clave

Los distintos componentes (genes, individuos, poblaciones, comunidades, biocenosis, ecosistemas) de la biodiversidad no responden de la misma manera y a la misma velocidad a las presiones, por ello los resultados de las evaluaciones de los distintos componentes no han sido integrados en una evaluación conjunta para todo el Descriptor; sino que ha sido evaluado el estado ambiental de cada uno de forma independiente en relación al BEA (BEA o condiciones sub-BEA).

**Entendiéndose por BEA** *el estado ambiental de las aguas marinas en el que éstas dan lugar a océanos y mares ecológicamente diversos y dinámicos, limpios, sanos y productivos en el contexto de sus condiciones intrínsecas, y en el que la utilización del medio marino se encuentra en un nivel sostenible, quedando así protegido su potencial de usos y actividades por parte de las generaciones actuales y futuras.*

Es decir:

- (a) que la estructura, las funciones y los procesos de los ecosistemas que componen el medio marino, junto con los factores fisiográficos, geográficos, geológicos y climáticos, permiten el pleno funcionamiento de esos ecosistemas y mantienen su capacidad de recuperación frente a los cambios medioambientales inducidos por el hombre. Las especies y los hábitats marinos



están protegidos, se previene la pérdida de la biodiversidad inducida por el hombre y los diversos componentes biológicos funcionan de manera equilibrada.

- (b) que las propiedades hidromorfológicas, físicas y químicas de los ecosistemas, incluidas las que resultan de la actividad humana en la zona de que se trate, mantienen los ecosistemas conforme a lo indicado anteriormente. Los vertidos antropogénicos de sustancias y de energía, incluidos los ruidos, en el medio marino no generan efectos de contaminación

En caso de condiciones que no cumplan con las condiciones de BEA (sub-BEA) para uno más indicadores, se ha intentado identificar las causas probables, y se identificaran medidas correctoras apropiadas que se integrarán en el Programa de Medidas.

A nivel específico por ejemplo además de las especies estrechamente relacionadas con los tipos de hábitats específicos, algunas especies de peces, mamíferos, cefalópodos, crustáceos, reptiles y aves están relacionados con múltiples hábitats durante su ciclo de vida. Tales especies de amplia distribución se han evaluado por separado de los tipos de hábitat predominante. Sin embargo, es importante evaluar su estado general, para proporcionar un nivel de evaluación similar a lo proporcionado para los tipos asociados a los hábitats predominantes.

## 2.2. Fundamento en la selección de parámetros e indicadores

Se considera adecuado evaluar el estado de distintos componentes del ecosistema a través de grupos ecológicos apropiados (en adelante grupos funcionales), basados en consideraciones ecológicas o de un tipo más pragmático. Este enfoque refleja además la experiencia adquirida por OSPAR (2009) en el “*Biodiversity assessment for Quality Status Report 2010*”. No obstante, el Grupo de Trabajo 1 (Cochrane *et al.*, 2010) consideró que en ocasiones se recurría a niveles demasiado amplios como por ejemplo peces o aves en general, de forma que la amplia variabilidad biológica y el estado ambiental dentro de cada grupo puede quedar enmascarada. Por ello, en el citado informe se aconseja, para los principales grupos móviles, abarcar el rango de nichos ecológicos de cada grupo funcional siguiendo los referidos en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Lista provisional de ecotipos predominantes para las especies móviles propuesto para la evaluación del descriptor 1. Tomado de Cochrane *et al.* (2010) y pendiente de completar y aprobar por la UE.

Grupo de especies	Ecotipo
Aves	Oceánicas que se alimentan en superficie
	Oceánicas buceadoras
	Costeras que se alimentan en superficie
	Costeras buceadoras



	Aves que se alimentan del bentos intermareal
	Aves que se alimentan del bentos submareal
	Aves asociadas a hielos
Reptiles	Tortugas
Mamíferos	Odontocetos
	Misticetos
	Focas
	Mamíferos asociados al hielo (boreal)
Peces	Peces pelágicos
	Peces demersales
	Elasmobranquios
	Peces de aguas profundas
	Peces costeros/anádromos
	Peces asociados al hielo (boreal)
Cefalópodos	Cefalópodos costeros/de plataforma
	Cefalópodos de profundidad

Aún teniendo en cuenta que esta lista debe ser completada para una aplicación coherente en todas las regiones, en el presente informe se ha aplicado este enfoque y se utilizan distintos datos, indicadores y enfoques en función de la información disponible para cada especie/ecotipo/hábitat/ecosistema en cada caso. Por ello en la sección 2.3 se hace una revisión de los elementos y las metodologías empleadas en cada nivel, ecotipo y criterio, mientras que en el apartado 2.7 se revisan las carencias y lagunas que se han detectado, y las necesidades de investigación y de desarrollo de programas de seguimiento que serían necesarios para poder realizar una evaluación más completa.

### 2.2.1. Nivel especie

Los distintos grupos funcionales se han evaluado de diferente forma en función de su biología, morfología, y ciclo vital además de por la disponibilidad de datos para ellos:

#### 2.2.1.1. Grupos funcionales de fauna invertebrada

En el caso de especies sésiles o de movilidad reducida, su evaluación se ha relacionado con la de sus hábitats. En el caso de especies móviles, la evaluación se ha centrado en el conjunto de especies características de los fondos sedimentarios circalitorales y batiales comprendidos entre los 30 y 800 m de profundidad. En uno u otro caso, siempre que ha sido posible se ha incluido aquella información puntual sobre especies de hábitats



En la Demarcación Sudatlántica, para el grupo de especies de invertebrados bentónicos móviles, se han considerado dos ecotipos: cefalópodos costeros y de plataforma, y crustáceos decápodos de los pisos circalitoral y batial. Las especies consideradas en los análisis son las que se detallan en la Tabla 4. Para estas especies se han evaluado los siguientes criterios e indicadores:

**Criterio 1.1: Distribución de las especies.**

**Indicador 1.1.1: Área de distribución de las especies características.**

**Indicador 1.1.2: Patrón de distribución dentro del rango de distribución.**

**Criterio 1.2: Tamaño de la población.**

**Indicador 1.2.: Biomasa y abundancia de la población.**

**Criterio 1.3: Condiciones de la población.**

**Indicador 1.3.1: Evolución del percentil 95% de la distribución de tallas.**

**Tabla 4. Listado de especies que componen los grupos funcionales de fauna invertebrada móvil para la Demarcación Sudatlántica.**

Crustáceos del circalitoral y batial	Cefalópodos costeros y de plataforma
<i>Parapenaeus longirotris</i>	<i>Octopus vulgaris</i>
<i>Nephrops norvegicus</i>	<i>Eledone cirrhosa</i>
	<i>Eledone moschata</i>
	<i>Sepia officinalis</i>
	<i>Loligo vulgaris</i>

**2.2.1.2. Ecotipos de peces**

Dentro de la fauna íctica se han distinguido los siguientes ecotipos:

i) En el caso de las especies de **peces y elasmobranquios demersales**, la evaluación se ha centrado en las especies de plataforma entre 30 y 800 m. Además se ha incluido aquella información puntual sobre especies de hábitats tanto someros como batiales a la que se ha podido acceder. Para este grupo funcional se han evaluado los siguientes criterios e indicadores:

**Criterio 1.1: Distribución de las especies.**

**Indicador 1.1.1: Área de distribución de las especies características.**



**Indicador 1.1.2: Patrón de distribución dentro del rango de distribución.**

**Criterio 1.2: Tamaño de la población.**

**Indicador 1.2.: Biomasa y abundancia de la población.**

**Criterio 1.3: Condiciones de la población.**

**Indicador 1.3.1: Evolución del percentil 95% de la distribución de tallas.**

Los criterios 1.1 y 1.2 han sido abarcados mediante un enfoque multidisciplinar que ha utilizado técnicas de representación de datos geo-refenciados que permiten una inmediata interpretación de los resultados junto con técnicas de análisis estadístico que han permitido evaluar la robustez de los resultados.

El indicador 1.3.1. ha sido utilizado puesto que la Decisión de la Comisión (2010/477/EU) pide específicamente para el criterio 1.3 indicadores que sean útiles para observar las características demográficas de la población (por ejemplo, estructura de clases de talla o de edad, la proporción de sexos, las tasas de fecundidad, supervivencia/mortalidad). Esta tipología de indicador es muy utilizada en muestreos biológicos de peces y su empleo se considera robusto e ilustrativo de las condiciones de una población.

La lista de especies que han sido considerados para el grupo funcional de peces demersales, a partir de la información de las campañas de arrastre demersal, en la demarcación Sudatlántica se detalla en la Tabla 5.

**Tabla 5. Especies que componen el grupo funcional peces y elasmobranquios demersales para la Demarcación Sudatlántica.**

Especies		
<i>Argentina sphyraena</i>	<i>Etmopterus spinax</i>	<i>Pagellus acarne</i>
<i>Arnoglossus imperialis</i>	<i>Gadiculus argenteus</i>	<i>Pagellus bellottii</i>
<i>Arnoglossus laterna</i>	<i>Galeus melastomus</i>	<i>Pagellus erythrinus</i>
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	<i>Gnathophis mystax</i>	<i>Phycis blennoides</i>
<i>Arnoglossus thori</i>	<i>Gobius niger</i>	<i>Scorpaena notata</i>
<i>Boops boops</i>	<i>Helicolenus dactylopterus</i>	<i>Scyliorhinus canicula</i>
<i>Callionymus maculatus</i>	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	<i>Serranus hepatus</i>
<i>Cepola macrophthalma</i>	<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>	<i>Spicara flexuosa</i>
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	<i>Lesueurigobius friesii</i>	<i>Spondylisoma cantharus</i>
<i>Citharus linguatula</i>	<i>Lesueurigobius sanzoi</i>	<i>Symphurus nigrescens</i>
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	<i>Merluccius merluccius</i>	<i>Trachinus draco</i>
<i>Diplodus annularis</i>	<i>Microchirus boscanion</i>	<i>Trachurus mediterraneus</i>
<i>Diplodus bellottii</i>	<i>Micromesistius poutassou</i>	<i>Trachurus trachurus</i>
<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Mullus surmuletus</i>	



ii) Respecto a los **pequeños peces pelágicos** la información disponible proviene fundamentalmente de campañas de acústica (serie ECOCÁDIZ), que aportan una información muy centrada en los pequeños pelágicos en grandes cardúmenes, cuya abundancia está sujeta a dos presiones fundamentales, pesquerías pelágicas dirigidas a pocas especies y con pocas capturas accesorias, y las variaciones ambientales hidrológicas como las condiciones sobre las que no se pueden proponer y aplicar medidas de gestión que puedan relacionarse con el BEA de forma eficaz.

iii) Los grandes depredadores apicales (**tiburones pelágicos**) desempeñan un papel fundamental en el control de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en los que habitan. La escasez de datos de abundancias y de evaluaciones de estas especies, junto con su amplia distribución y elevada movilidad debido a su marcado carácter migratorio, hace que sea muy complicado llegar a determinar el BEA para los tiburones pelágicos (la información disponible procede de ICCAT, y puede ser consultada en el Anexo VIII).

### 2.2.1.3. Grupo funcional reptiles: tortugas marinas

De las siete especies de tortugas marinas encontramos cinco de ellas en el Golfo de Cádiz. Según la base de datos de la Asociación Herpetológica Española existen registros de varamientos de una tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en la provincia de Huelva, tres ejemplares de tortuga verde (*Chelonia mydas*) y dos en la misma provincia de *Lepidochelys kempii* (tortuga lora). Una descripción más detallada de estas especies se puede consultar en el Anexo VIII.

Para la evaluación del grupo funcional de reptiles se han seleccionado las especies de tortuga boba y tortuga laúd. La selección de estas dos especies responde a la información obtenida procedente tanto de campañas de observación como de la búsqueda bibliográfica. La evaluación se ha centrado en los datos procedentes de las capturas accidentales registradas por las campañas de observación a bordo de la flota de palangre española. La única especie para la que existen datos de captura accidental es *Caretta caretta* (tortuga boba). También se ha recopilado información de varamientos de tortugas marinas en las costas españolas (Junta de Andalucía), en este caso se han incluido también datos de *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd).

A partir de la información obtenida se ha podido realizar un mapeo de la distribución de las capturas accidentales de tortugas. Además, se han sometido los resultados a tratamiento estadístico para poder determinar si esta distribución se realiza al azar o si responde a un determinado patrón.

A nivel de especies (población), para el grupo funcional de reptiles se han evaluado los siguientes criterios e indicadores:



## **Criterio 1.1: Distribución de las especies**

### **Indicador 1.1.1: Rango de distribución de las especies características**

### **Indicador 1.1.2: Patrón de distribución dentro del rango de distribución**

#### **2.2.1.4. Grupo funcional aves**

En el documento específico elaborado para este grupo funcional se indican las especies evaluadas en la demarcación sudatlántica.

#### **2.2.1.5. Grupo funcional de mamíferos marinos**

En el documento específico elaborado para este grupo funcional se indican las especies evaluadas en la demarcación sudatlántica.

## **2.3. Elementos de evaluación**

Como ya se ha explicado previamente (1.1.2) los criterios e indicadores aplicables son distintos en cada nivel (especie, comunidad/hábitat, ecosistema) y para cada grupo funcional (peces, aves, cetáceos, reptiles, invertebrados, plancton) por lo tanto también los métodos de análisis han sido diferentes en cada nivel y grupo funcional como se puede ver en la siguiente descripción:

### **2.3.1. Nivel especie**

#### **2.3.1.1. Grupo funcional de invertebrados móviles de invertebrados móviles (crustáceos y cefalópodos) y Grupo funcional peces y elasmobranquios demersales**

##### ***Criterio 1.1. Distribución de las especies. Indicador 1.1.1. Área de distribución***

El indicador intenta reflejar el **rango de distribución de las especies características** aplicado a peces y elasmobranquios demersales bien muestreados en las campañas científicas de evaluación de recursos demersales con arte de arrastre en la región Sudatlántica (serie ARSA), siguiendo los criterios sobre el buen estado ambiental aplicables al descriptor 1 a nivel de especies expuestos en la Decisión de la Comisión



Europea (2010/477/UE). Este indicador está basado en la asunción de que los cambios en el rango de distribución geográfica (desplazamientos) son debidos principalmente a los factores ambientales y los cambios que estos determinan mientras que cambios en la extensión del rango de distribución están más afectados por el impacto antropogénico.

Para el cálculo de este indicador, se produjeron **matrices de datos geo-referenciados de presencia/ausencia** de las especies más representativas de la comunidad demersal. Los datos procedían de las series históricas de campañas de arrastre para todas las aguas marinas españolas (excepto en la demarcación Macaronésica donde no se dispone de estas campañas). En la Demarcación Sudatlántica, la serie histórica utilizada comprende el periodo desde 1993 a 2010. La elección de las especies ha sido realizada en base a los siguientes criterios:

Especies que:

- Aparecían en un 50% de los años (8 de las 17 campañas en la Demarcación Sudatlántica)
- En los años que aparecían, se capturaron al menos 20 ejemplares en toda la campaña y aparecían en al menos 5 lances para garantizar un mínimo de distribución espacial. Se han excluido las especies que se consideran mal muestreadas por:
  - su carácter pelágico (p. ej., *Sardina pilchardus*, *Scomber scombrus*, *Scomber colias*, *Engraulis encrasicolus* y *Trachurus picturatus*);
  - porque en la época de la campaña sólo está representada la fase juvenil: *Conger conger* y *Lepidopus caudatus*;
  - porque su área de distribución no estaba bien muestreada: *Aphia minuta*, *Dicologlossa cuneata* y *Pomadasys incisus*;
  - o por cubrirse solo una parte reducida de su distribución batimétrica: Macrúridos y *Chimaera monstrosa*.

Con estos datos se ha calculado el porcentaje de cuadrículas con presencia (respecto al total de cuadrículas, tanto en el total del área cubierta, como en cada estrato batimétrico) a lo largo de la serie histórica. Para la Demarcación Sudatlántica se ha considerado un tamaño de cuadrícula de 5 × 5 mn. El número de cuadrículas totales que configura el área de muestreo ha sido de 120 para el periodo 1993-1998 y de 139 durante los años 1999-2010.

Dado que el muestreo es aleatorio estratificado, y además dependiendo de la meteorología el número de cuadrículas cubiertas varía entre años, fue necesario estandarizar los porcentajes para hacerlos comparables de unos años a otros dividiendo el porcentaje de cada año por el ratio máximo de cuadrículas muestreadas en la serie histórica de la siguiente manera:



$$\% \text{ cuadrículas} = \left( \frac{C_{+y}}{C_{tot}} / \frac{C_{my}}{C_{max}} \right) \times 100$$

Donde  $C_{+y}$  es el número de cuadrículas con presencia en el año  $y$ ,  $C_{tot}$  el número total de cuadrículas en el área,  $C_{my}$  es el número de cuadrículas muestreadas en el año  $y$ , y  $C_{max}$  el máximo de cuadrículas muestreadas en un mismo año. Estos porcentajes de presencia estandarizados permiten observar las tendencias temporales a lo largo de la serie histórica para cada una de las especies consideradas.

Además se ha clasificado las especies en vulnerables (caracterizadas por su crecimiento lento y bajo potencial reproductivo) u oportunistas (más afectadas por los factores ambientales), considerándose que las especies  $K$  (vulnerables) deben expandir o mantener constante su área de distribución, mientras que las especies  $r$  (oportunistas) deben mantener o reducir su área de distribución.

***Criterio 1.1. Distribución de las especies. Indicador 1.1.2. Patrón de distribución dentro del rango de distribución***

Este indicador está basado en los mismos conceptos y datos enunciados para el indicador 1.1.1, es decir ha sido aplicado a las especies de peces y elasmobranquios demersales bien muestreadas en las campañas científicas de arrastre (ARSA), y se han utilizado los **datos geo-referenciados de presencia/ausencia** ya comentados en el cálculo del indicador 1.1.1. Pero sin embargo en este caso se han estudiado los porcentajes de presencia en los distintos estratos batimétricos buscando posibles cambios en el patrón de distribución de las especies, más que el rango total de distribución en el área cubierta por la campaña. En el caso de la Demarcación Sudatlántica estos estratos son los que se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6. Estratos batimétricos evaluados en la Demarcación Sudatlántica**

Estrato	Límites batimétricos
A	15-30 m
B	31-100 m
C	101-200 m
D	201-500 m
E	>500 m

El cálculo se ha realizado siguiendo el mismo método de estandarización seguido para hacer comparables los datos entre años en el indicador 1.1.1, pero aplicándolo dentro de cada estrato batimétrico de la siguiente forma:



$$\% \text{ Cuadrículas estrato } A = \left( \frac{CA_{1y}}{CA_{tot}} / \frac{CA_{my}}{CA_{max}} \right) \times 100$$

Donde  $CA_{+y}$  es el número de cuadrículas con presencia en el estrato A el año  $y$ ,  $CA_{tot}$  el número total de cuadrículas en estrato A,  $CA_{my}$  es el número de cuadrículas muestreadas en el estrato A en el año  $y$ , y  $CA_{max}$  el máximo de cuadrículas muestreadas en el estrato A en un mismo año.

Aunque este indicador pueda parecer redundante, permite evaluar el patrón de los cambios detectados en el indicador 1.1.1, y estudiar si un aumento en el área de distribución (incremento del porcentaje de cuadrículas con presencia) es debido a un aumento en un cierto estrato batimétrico o a una expansión de área de distribución dentro de un mismo estrato, y viceversa, es decir si una disminución del área de distribución puede ser causada por un desplazamiento hacia otro estrato batimétrico o a una contracción del área de distribución en el mismo estrato. Los resultados han sido representados con gráficas de la variación del porcentaje de cuadrículas con presencia anual para los 3 estratos considerados.

Los datos de las especies que han sufrido las variaciones más significativas están representados en **mapas de abundancia y biomasa con cuadrículas** y escalas de color para cada año en que había datos disponibles. El enfoque de definición del BEA es del mismo tipo que en el indicador anterior, dependiente del número de especies que se identifiquen como vulnerables y especies oportunistas. Estos indicadores han sido evaluados para los ecotipos: peces e invertebrados demersales.

### ***Criterio 1.2. Tamaño de la población. Indicador 1.2.1. Abundancia de la población.***

Se han calculado los índices estratificados de abundancia (en número) y biomasa (en peso) por especie en las campañas de arrastre demersal y se ha evaluado su evolución temporal. Se propone aplicar este indicador a los peces y elasmobranquios de la comunidad demersal bien muestreados por las campañas y por ello contemplados en el criterio 1.1 e indicadores 1.1.1. y 1.1.2.

Para el indicador 1.2.1 se propone un cálculo basado en la abundancia media (en número y peso) de las especies mencionadas mediante la siguiente metodología:

1) Se han calculado los índices estratificados de abundancia y biomasa en las campañas de arrastre demersal para cada una de las especies consideradas bien muestreadas en el área, y se ha estudiado su evolución temporal a lo largo de la serie histórica considerada uniforme en cuanto a protocolos de muestreo y estratificación (1993-2010). Esto ha permitido clasificar las especies en dos categorías, según el patrón observado en la serie histórica, así cada una de las especies se identifica como “creciente” o “decreciente”, en función del patrón temporal observado de biomasa o abundancia.



2) Se han transformado los valores de biomasa y número mediante una transformación *estándar score* o *z-score* (utilizada habitualmente para reducir el efecto de los valores anormales (*outliers*) en las distribuciones), aplicando a los índices anuales de biomasa y abundancia (número) la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Donde Z es el valor de la desviación normalizada para cada valor, x es el índice anual de biomasa o abundancia,  $\bar{x}$  es la media de la biomasa/abundancia a lo largo de la serie histórica y  $\sigma$  es la desviación estándar.

3) El valor de Z para la última observación efectuada, indica el estado actual del recurso, y se ha utilizado para evaluar el estado de la especie. Para ello se ha comparado la última observación de Z con la media de los valores de Z calculados a lo largo de la serie histórica la cual por definición tiene media 0 y desviación estándar 1.

4) Se han separado las especies en dos grupos: sensibles/vulnerables (k) y resistentes/oportunistas (r). El grupo de especies sensibles/vulnerables se caracteriza por especies que presentan vida larga, tamaño grande y/o baja tasa reproductiva (p. ej. *Raja clavata*, *Lophius spp.*,...). El grupo de las especies resistentes/oportunistas o "r" está caracterizado por especies de alta tasa reproductiva, pequeñas dimensiones y/o vida corta (p. ej. *Capros aper*, *Micromesistius poutassou*, *Trachurus trachurus* o *Gadiculus argenteus*).

5) Con esta clasificación realizada se propone un enfoque variable para definir el BEA según el recurso muestre una tendencia creciente o decreciente, es decir en función de la evolución de las especies en la serie histórica. También tiene mucha importancia el criterio de experto, por lo que concierne la clasificación de las especies elegidas para el cálculo de este indicador como: **especies vulnerables en regresión** (caracterizadas p. Ej. por un crecimiento lento, bajo potencial reproductivo, tendencia decreciente en la serie histórica), **especies vulnerables estables** (id. anteriores pero sin tendencia decreciente), **especies oportunistas** (especies más condicionadas por factores ambientales que por la pesca y otros factores) y se definieron los siguientes escenarios de BEA en función de esta clasificación previa:

- **Especies oportunistas o r** con cualquier patrón (creciente o decreciente) de biomasa o abundancia: las abundancias biomasa/número no deben variar más allá de  $\mu \pm \sigma$  de la serie, es decir valor de Z de la serie tiene que variar entre -1 y +1.
- **Especies potencialmente vulnerables o k** (+edad/-reprod/+tamaño):
  - Tendencia decreciente: la estimación de la abundancia debe crecer por encima de la estimación de  $\mu + 0.5\sigma$ , es decir Z mayor o igual de + 0.5.
  - Estable o creciente en últimos años: deben mantenerse estables o crecer, y por tanto deben ser mayores que  $\mu$ , entendiendo que nunca es malo que las especies potencialmente vulnerables aumenten. Pero aún así se ha de dar un rango de valores negativos que den margen a las



fluctuaciones naturales, la variabilidad natural, de una especie que no se encuentra en tendencia decreciente, es decir  $Z$  mayor o igual de  $-0.5$ .

En los tres casos, un porcentaje de especies, basado en la distribución binomial, deberá de cumplir este objetivo para asegurar que hay menos de un 5% de posibilidades de que los resultados se deban a la variabilidad natural. Los porcentajes se estimarán para cada demarcación basándose en la distribución binomial de acuerdo con el número de especies consideradas, para descartar de forma estadísticamente significativa que el número de éxitos y fracasos sea achacable a variabilidad natural.

6) El indicador 1.2.1 se ha aplicado a los ecotipos invertebrados y peces de la comunidad demersal contemplados en el criterio 1.1 e indicadores 1.1.1 y 1.1.2 según el protocolo ya citado anteriormente.

A continuación se explican los criterios usados para la atribución del estado ambiental:

- Especies sensibles/vulnerables con tendencia creciente: se le atribuye el buen estado ambiental (BEA) cuando  $Z \geq -0.5$ ;
- Especies sensibles/vulnerables con tendencia decreciente: se le atribuye el buen estado ambiental (BEA) cuando  $Z \geq +0.5$ ;
- Especies oportunistas/resistentes con cualquier tendencia: se le atribuye el buen estado ambiental (BEA) cuando  $-1 \leq Z \leq +1$ .

7) Una vez hecha esta valoración y para evaluar estos objetivos dentro de un marco más general (del criterio 1.2) se comprueba la proporción de especies que cumple con los objetivos fijados; y se ha evaluado si esta proporción es lo suficientemente alta para que, basándonos en la distribución binomial, la probabilidad de que este cumplimiento sea debido al azar sea menor del 5%.

### ***Criterio 1.3. Estado de la población. Indicador 1.3.1. Características demográficas de la población***

Como indicador de las características demográficas de la población, se ha aplicado el **percentil 95% de la distribución de tallas** se ha aplicado al grupo funcional peces y a los ecotipos de invertebrados (crustáceos y cefalópodos) de la comunidad demersal bien muestreados (ver los apartados anteriores). Este indicador ha sido calculado para cada año de muestreo al fin de poder observar su **Evolución** temporal.

El indicador se calcula estimando el valor anual del percentil 95 de la distribución de tallas de la especie en las campañas seleccionadas. El percentil  $p$ -ésimo ( $0 \leq p \leq 1$ ) de  $N$  valores ordenados (desde el menor al mayor) se obtiene calculando en primer lugar el rango (ordinal)  $n$ :

$$n = \frac{P}{100} \times N + \frac{1}{2}$$



Donde P es el percentil que se quiere calcular y N el número de muestras.

Se redondea el resultado al entero más cercano, y luego se toma el valor de la variable (Talla) que corresponde a ese rango. Hay que tener en cuenta que el valor redondeado de  $n$  es el menor entero que supera  $\frac{P}{100} \times N$ .

Este cálculo ha sido efectuado para las especies de peces y elasmobranquios de la comunidad demersal que se consideran bien muestreadas por cada año de muestreo, desde el 1993 hasta el 2010.

Una disminución del valor de este indicador normalmente es índice de un aumento de la presión pesquera (Shin et al., 2005).

El **buen estado ambiental** sería mantener unas tendencias crecientes o por lo menos estables. Las condiciones de base se establecerán utilizando el método de “**condiciones establecidas a partir de un estado anterior**” (OSPAR, 2011). En futuras evaluaciones se estudiará la evolución de este indicador desde la evaluación previa y el conjunto de la serie histórica.

### 2.3.1.2. Grupo funcional reptiles

Las poblaciones de tortuga sufren diferentes amenazas en los mares en los que habitan. Además de la contaminación, la ocupación de las playas de puesta, el choque con embarcaciones, etc., la captura accidental debida a la pesca supone una de las principales causas de mortalidad de tortuga.

En este caso se ha analizado la captura accidental asociada a la actividad de la flota de palangre española. Se ha determinado como el palangre de superficie dirigido al pez espada (codificado como LLHB) es el arte que presenta mayor Captura por Unidad de Esfuerzo. También se ha podido determinar que aumentando el esfuerzo de observación y las campañas orientadas a realizar una estima de la abundancia y la distribución de las poblaciones de tortuga se podrían mejorar las medidas de gestión pesquera orientadas a reducir el *by-catch* prestando atención a las zonas donde se ejerce el esfuerzo pesquero y la época del año.

La tortuga boba (*Caretta caretta*) es una especie clasificada como en peligro según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) ya que en los últimos diez años sus poblaciones han sufrido un descenso de más del 50% de sus efectivos. Además esta especie presenta altos niveles de explotación.

#### ***Criterio 1.1. Distribución de las especies. Indicador 1.1.1. Área de distribución***

Para el estudio de los reptiles en esta demarcación se ha procedido a realizar un estudio de la distribución los varamientos (obtenidos del registro de varamientos de la Junta de Andalucía) y de las capturas accidentales de tortugas marinas producidas por la flota palangrera española que opera en la zona. Los límites del estudio superan los



límites de la demarcación establecidos por la directiva ya que el área de extensión en el operan estos barcos es más amplio y esto influye en las poblaciones de tortugas.

Los datos se han obtenido a través de las campañas de observadores a bordo que ha realizado el IEO entre los años 1990 y 2010. Los observadores a bordo de los palangreros toman diferentes datos, coordenadas del inicio y fin de la calada, especie objetivo y capturas accidentales. Para este estudio hemos considerado como posición geográfica en la que se produce cada captura accidental la del inicio de la calada del palangre. Estos palangres se han codificado del siguiente modo:

LLHB: palangre de superficie dirigido al pez espada.

LLAM: palangre de superficie de tipo americano dirigido al pez espada.

Con estos datos se han realizado mapas de distribución del esfuerzo pesquero con los palangres y de la distribución espacial de las capturas accidentales. Para ello se ha dividido la superficie estudiada en cuadrículas de tamaño de un grado por un grado. A continuación, cuando los datos han sido suficientes se ha realizado un test de bondad de ajuste mediante el estadístico Chi cuadrado con el objetivo de determinar la aleatoriedad de la distribución espacial de las capturas.

### *Caretta caretta*

Se ha subdividido la demarcación en cuadrículas de un grado por un grado. A continuación se han realizado cuatro tipos de mapas. Uno en el que se representan las capturas accidentales de tortuga boba para cada tipo de palangre. Otro en el que se representan los esfuerzos realizados por arte, un tercer tipo en el que se representan las cuadrículas con mayor abundancia de tortugas teniendo en cuenta las CPUEs (capturas por unidad de esfuerzo) más altas para cada tipo de palangre y finalmente uno en el que se representan los datos obtenidos de los varamientos. Las coordenadas corresponden a la posición de inicio de las caladas del palangre.

El objetivo es estimar las abundancias relativas de tortuga en función de la capturabilidad para determinar un patrón en la distribución de los ejemplares en esta zona. No se ha podido realizar una prueba de bondad de ajuste a través del estadístico  $\chi^2$  para determinar si la distribución de las capturas para los diferentes artes de pesca en las cuadrículas es aleatoria o responde a un patrón debido a la escasez de datos.

### ***Criterio 1.2. Tamaño de la población. Indicador 1.2.1 Abundancia de la población.***

Este criterio no ha podido ser evaluado para el grupo funcional reptiles debido a la falta de datos. Un registro prolongado y sistemático de los varamientos podría ser utilizado para realizar una estima de la abundancia de las poblaciones de tortuga en la demarcación. Al mismo tiempo un aumento del esfuerzo de observación o el desarrollo de campañas cuyo objetivo sea el avistamiento y la evaluación de las poblaciones de reptiles permitirían el desarrollo de este criterio.



**Criterio: 1.3. Estado de la población. Indicador 1.3.1. Características demográficas de la población**

En el caso del ecotipo reptiles, los criterios utilizados han sido los siguientes:

*Caretta caretta*

- Tasas de fecundidad: Las puestas se producen cada 2 o 3 años entre finales de la primavera y principios del verano; cada hembra pone entre 2 y 5 veces en cada estación reproductora y el periodo entre puestas varía entre 10 y 20 días (Lutz y Musick, 1997) depositando 80-200 huevos por puesta.
- Tasas de mortalidad: Alta tasa de mortalidad natural en neonatos e inmaduros.
- Estructura genética: Las poblaciones atlánticas de tortugas están aisladas genéticamente de las indo-pacíficas (Bowen *et al.*, 1994; Encalada *et al.*, 1998). Además, estudios de ADN mitocondrial demuestran la existencia de aislamiento reproductivo entre las poblaciones cuyas playas de puesta se encuentran en el Atlántico Occidental y las que proceden de las playas de puesta en Cabo Verde (Bowen *et al.*, 2005; Monzón-Argüello *et al.*, 2010). Ambas poblaciones cruzan el estrecho de Gibraltar para confluir con una tercera población procedente del Mediterráneo Oriental en las zonas de alimento del Mediterráneo Occidental.

*Dermodochelys coriacea*

- Tasas de fecundidad: La estación reproductora es en otoño e invierno. Las hembras ponen cada 2-3 años de 5 a 6 veces en cada estación (*Protected species according to the SPA/BIO Protocol -Barcelona Convention- Present in Italy*).
- Estructura genética: En el Golfo de Cádiz se produce una concentración ejemplares que proceden de las playas de puesta en el Atlántico occidental (Camiñas y González de Vega, 1997).

**2.3.1.3. Grupo funcional aves marinas**

Ver documento específico elaborado para este grupo funcional.

**2.3.1.1. Grupo funcional mamíferos marinos**

Ver documento específico elaborado para este grupo funcional.



## 2.3.2. Nivel habitat

### 2.3.2.1. Determinación de los hábitats

Como se ha mencionado anteriormente, la Directiva hace referencia al término hábitat para referirse tanto a las características abióticas como a la comunidad biológica asociada. En base a esta filosofía y a lo descrito en el cuadro 1 del anexo I de la ley 41/2010, se han inventariado un total de 23 hábitats para el conjunto de la Demarcación Sudatlántica (Anexo VII). La determinación de los hábitats presentes en la Demarcación Sudatlántica y, en general, en cualquier ecosistema marino ha sido uno de los desafíos durante la redacción de este documento, al igual que lo es en la comunidad científica. La problemática en la identificación de hábitats radica en la ausencia de listas de referencia, la falta de acuerdo sobre la definición del término hábitat, y a que en el medio marino los hábitats son mucho más difíciles y más costosos de mapear que en el medio terrestre, por lo que apenas hay datos sobre su extensión o ubicación (Fraschetti *et al*, 2008). Toda esta problemática ha sido abordada a la hora de determinar el número y extensión de las fichas de hábitats desarrolladas.

La determinación de los hábitats se ha basado en la clasificación EUNIS (Davies y Moss, 1997, 1999; Connor *et al*, 2004; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2006), con objeto de utilizar un sistema de clasificación aceptado en el contexto de la UE, y jerárquico, que permitiese avanzar en la clasificación de manera ordenada, comenzando con las características abióticas (estrato batimétrico y tipo de sustrato) y terminando con las biológicas (facies, comunidades, etc.). De esta forma, los criterios EUNIS se han mantenido en el desarrollo de las fichas, empleando los estratos batimétricos y tipos de sustrato que aparecen en esta clasificación y respetando (cuando fue posible) la denominación de los hábitats.

No obstante, esta clasificación responde a unos criterios que no son los de la Directiva y tampoco tiene en cuenta el grado de información disponible para cada hábitat, por lo que finalmente no pudo ser seguida para la selección de los hábitats que aparecen en las fichas. Uno de los principales problemas a la hora de usar la clasificación EUNIS en el desarrollo de las fichas de hábitats es que no distingue lo que la decisión llama *tipos de hábitat especiales* del resto. Por hábitats especiales la decisión se refiere a *hábitats que la legislación comunitaria (Directivas «Hábitats» y «Aves silvestres») o los convenios internacionales reconocen y consideran de interés especial para la ciencia o la diversidad biológica*. De esta forma, el hábitat “*coral gardens*”, incluido en la lista de hábitats amenazados o en declive de OSPAR, no se encuentra recogido dentro de la lista de EUNIS y se encontraría repartido entre más de seis hábitats de esta clasificación (hábitats EUNIS A4.131, A4.214, A4.215, A4.721, A4.112, A4.214). Además, al ser una clasificación realizada principalmente para los hábitats de las islas Británicas y el Mar del Norte, no recoge la diversidad biológica de las aguas del Golfo de Cádiz, siendo numerosos los hábitats presentes en esta demarcación que no se encuentran incluidos en EUNIS. Por último, el nivel de agregación necesario en función



de la información disponible y de las necesidades de la Directiva no es el mismo que el de la clasificación EUNIS.

Por lo tanto, y de manera resumida, la determinación de los hábitats presentes en las fichas del Anexo VII se realizó en base a lo descrito en la Directiva y la información disponible mediante los dos siguientes criterios principales:

- Existencia de información suficiente sobre el hábitat como para justificar el desarrollo de una ficha.
- Que se trate de un hábitat predominante o especial (Anexo I, cuadro I de la Ley de Protección del Medio Marino).

Independientemente de la información disponible sobre cada hábitat, el conjunto de la diversidad biológica presente en la Demarcación Sudatlántica se encuentra representada en las fichas del Anexo VII, si bien con diferente nivel de detalle.

### **2.3.2.2. Criterios para la determinación de un hábitat en los fondos sedimentarios circalitorales y batiales**

Actualmente no existen criterios o valores umbral en la bibliografía que permitan diferenciar entre un fondo con la presencia de una determinada especie, de un fondo en el que esa especie forma un hábitat. Además, tampoco está del todo claro cuando una especie es formadora de hábitat y cuando no. Esta característica es clara para los organismos bioconstructores (como las esponjas, los cnidarios, los bancos de ostras, etc.), pero no todos los organismos formadores de hábitats son bioconstructores (Fraschetti *op.cit.*). Desafortunadamente, apenas existe información sobre qué especies pueden considerarse como formadoras de hábitats en fondos circalitorales blandos o en fondos profundos.

Por ello, la determinación y selección de los hábitats presentes en los fondos blandos circalitorales y profundos de la Demarcación Sudatlántica se ha realizado empleando la información disponible en la bibliografía sobre comunidades de la zona estudiada, combinado con el criterio de experto. El primer paso para la determinación de los distintos hábitats presentes en los fondos circalitorales y profundos fue la selección de las especies o conjunto de especies consideradas como estructurantes o formadoras de hábitats. Una vez se seleccionaron las especies, se introdujo un valor umbral de abundancia por km<sup>2</sup> con objeto de diferenciar aquellas zonas en las que la especie estructurante estaba presente pero no formaba un hábitat, de las zonas que realmente presentaban dicho hábitat. Se utilizó un valor umbral de 4 kg/km<sup>2</sup> o 200 individuos/km<sup>2</sup>. Siempre y cuando la abundancia se cumpliera para uno de los dos criterios, se consideró como positiva la presencia del hábitat.

Para la Demarcación Sudatlántica se han evaluado los siguientes criterios e indicadores establecidos por la Decisión de la Comisión (2010/47/CE):



***Criterio 1.4. Distribución del hábitat. Indicador 1.4.1. Área de distribución del hábitat***

- Indicador principal: profundidad máxima y mínima
- Indicador secundario: rango de profundidad “óptimo” (rango intercuartil 25-75)

En cuanto a la profundidad, en el caso de los hábitats obtenidos de campañas de arrastre, se ha considerado el rango total, sin excluir puntos atípicos ya que la definición de hábitat ya incluye un filtrado por abundancias. Se facilita también el rango intercuartil, como indicador de las profundidades que agrupan la mayor parte de las presencias, lo que se puede asumir como rango óptimo.

En hábitats donde la información de base está menos estandarizada y/o es más heterogénea, como los fondos rocosos o infralitorales, se ha optado por dar un valor de rangos cuando haya un número de citas fiable (al menos 5 referencias).

***Criterio 1.5: Extensión del hábitat. Indicador 1.5.1. Zona ocupada por el hábitat***

- Indicador principal: área ocupada por cada tipo de hábitat.
- Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia por cuadrícula de cada hábitat (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos).
- Indicador secundario: porcentaje de estrato batimétrico ocupado por el hábitat.

En los casos en que se dispone de cartografiados continuos, bien por estudios de cartografiado bionómico o de recursos, se ha podido desarrollar el indicador principal. En casos donde la información está basada en estaciones de muestreo fijas, como es el caso de los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios que se evalúan principalmente a partir de los datos de campañas, la aproximación ha sido por porcentaje de cuadrículas. También se ha calculado el porcentaje de estrato batimétrico ocupado por cada hábitat, con el objetivo de definir mejor el escenario de aparición con miras a evaluar posibles cambios.

En esta evaluación inicial no se han podido aplicar modelos de idoneidad de hábitat para obtener cartografiado continuos a partir de datos de presencias puntuales por la falta de capas ambientales (hidrodinamismo, reflectividad...) para el conjunto de la demarcación o por la baja resolución de las existentes. Esta metodología se aplicará en las siguientes etapas de la Estrategia Marina.

***Criterio 1.6. Estado de los hábitats. Indicador 1.6.1. Estado de las especies y comunidades características asociadas***

- Indicador: índice de riqueza (S) (nº de especies) por hábitat: calculada como el número de especies



- Indicador: índice de diversidad de Shannon ( $H'$ , Shannon & Weaver, 1949), calculada como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

donde:

- $S$  – número de especies (riqueza)
- $p_i$  – proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $n_i/N$
- $n_i$  – número de individuos de la especie  $i$
- $N$  – número de todos los individuos de todas las especies

De esta forma, el índice evalúa la diversidad teniendo en cuenta tanto la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), como la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*).

Ambos índices están muy afectados por la precisión taxonómica aplicada a los datos base. Por tanto, los análisis de series históricas hay que analizarlos a la luz de los posibles cambios en la identificación de las especies (Magurran, 1988).

***Criterio 1.6. Estado de los hábitats. Indicador 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa***

**Indicador: biomasa de la especie estructurante**

**Indicador: composición de la abundancia por grupos funcionales**

En el caso de hábitats biogénicos, se utiliza como indicador la biomasa de la especie estructurante o bioconstructora (coral, esponjas, erizos...). La fauna asociada se ha descrito con textos en cada ficha.

### **2.3.3. Nivel ecosistema**

Y, por último, a nivel de ecosistemas (comunidad), utilizando el criterio de indicadores subrogados a partir de ecotipos determinados, se han evaluado los siguientes criterios e indicadores:

***Criterio 1.7. Estructura del ecosistema. Indicador 1.7.1. Composición y proporciones relativas de los componentes de los ecosistemas.***

Para evaluar este indicador se ha utilizado dos indicadores:



### **Talla máxima media:**

La talla máxima media (*Mean Maximum Length*) se aplicará a los siguientes componentes específicos: peces e invertebrados de la comunidad demersal bien muestreados (ver los apartados anteriores). El indicador se calcula estimando el valor anual de talla máxima media de la siguiente manera:

$$\overline{L_{\max}} = \frac{\sum_j L_{\max j} N_j}{N}$$

Donde  $L_{\max j}$  es la talla máxima, obtenida con el muestreo, para la especie  $j$ ,  $N_j$  es el número de individuos de la especie  $j$ , y  $N$  es el número total de individuos. Sería preferible utilizar la  $L_{\infty}$  como talla máxima; sin embargo, como no se dispone de ese dato en la mayoría de las especies no comerciales, se ha empleado la talla máxima registrada en la campaña considerada.

Este indicador de estado expresa la evolución histórica de la media de la talla máxima de la comunidad de peces e invertebrados y tiene en cuenta las variaciones de tallas intra-específicas (fenotípicas) que pueden afectar este indicador. Puesto que se acepta como norma general que en una comunidad bien estructurada la ratio entre especies grandes y pequeñas se mantiene estable y que, además, en estas comunidades las especies grandes están presentes en buen número, una disminución del valor de este indicador normalmente es índice de una aumento de la presión pesquera (Shin *et al.*, 2005).

Además, se ha evaluado la abundancia relativa de los individuos que superan los 35 cm de talla máxima en peces, frente a los que tienen una talla máxima inferior.

El objetivo propuesto es identificar tendencias crecientes o por lo menos estables. Las condiciones de base se establecerán utilizando el método de “condiciones establecidas a partir de un estado anterior” (OSPAR, 2011). En futuras evaluaciones se estudiará la evolución de este indicador desde la evaluación previa y el conjunto de la serie histórica.

### **Estado de Conservación de los Peces (CSF).**

Indicador del estado de conservación de los peces utilizado para evaluar las tendencias en la biodiversidad de especies vulnerables de peces. En este caso se utiliza la talla máxima como aproximación a la vulnerabilidad de la especie puesto que (i) la pesca desde el punto de vista espacio-temporal está dirigida generalmente a los individuos/especies más grandes, (ii) los artes de pesca son selectivos respecto al tamaño y, a menudo están diseñados para capturar a los peces más grandes y permitir el escape de los más pequeños, (iii) por la acumulación de la mortalidad a lo largo de la vida de una cohorte, los peces e invertebrados más viejos (normalmente con mayor tamaño) son cada vez más escasos, y (iv) las especies grandes son más vulnerables



porque tienen tasas potenciales de crecimiento menor, y por ello serán menos capaces de resistir una determinada tasa de mortalidad (Jennings *et al.*, 1998, 1999).

Los datos utilizados provienen de las campañas de arrastre de evaluación de recursos tomando datos de peces e invertebrados demersales (ARSA). El indicador se ha calculado a partir de las abundancias estratificadas por clase de talla (en número) siguiendo el método propuesto por Piet *et al.* (2007).

Previamente al cálculo del indicador se han excluido algunas especies para las que el muestreo no se considera adecuado por las siguientes razones:

- a) Morfología, comportamiento o preferencia de hábitat que conllevaba una baja capturabilidad como especies pelágicas frecuentes en la columna de agua pero escasas cerca del fondo (p. ej. anchoa o sardina), puesto que el arte de pesca utilizado en las campañas tiene una abertura vertical cercana a 2 m.
- b) Tasa media anual de captura reducida, inferior a 20 individuos (independientemente de la talla) en toda la zona de estudio y a lo largo de toda la serie histórica, con lo que se pueden considerar especies accidentales en el área de estudio.
- c) La identificación no es fiable a lo largo de la serie histórica.
- d) Especies presentes en menos de 5 lances por campaña (el número de lances varía en función de cada diseño de campaña).
- e) La especie está presente en menos del 33% de los años de la serie histórica considerada.
- e) Talla asintótica ( $L_{\infty}$ ) y/o talla máxima registrada total  $< 35$  cm, talla que se considera como un umbral adecuado para definir a los peces grandes en el área siguiendo la metodología propuesta por Shephard *et al.* (2011).

El proceso para seleccionar las especies consideradas para el indicador, a partir de las especies no excluidas, ha sido el siguiente:

1. Se ha elaborado la lista de las especies capturadas a lo largo de toda la serie histórica con talla media asintótica ( $L_{\infty}$ )  $\geq 35$  cm. La talla asintótica debería calcularse a partir de la talla total y los datos de las edades recogidos en el mismo muestreo, sin embargo, dado que en muchos casos se carecía de esos datos, en su lugar se utilizó la talla máxima registrada en toda la serie histórica ( $L_{max}$ ).
2. Las especies se ordenan de mayor a menor  $L_{\infty}$  o  $L_{max}$ .
3. Se seleccionaron las 20 especies de mayor talla (todas si hay menos de 20 especies).
4. Para cada una de las especies identificadas en el punto '3' se calculó la tasa media de captura estratificada (ponderada a la superficie del estrato) de individuos de longitud  $\geq 0,5 L_{\infty}$  o de  $L_{max}$ .

Una vez obtenidos estos datos de las especies con sus respectivas abundancias, se procedió de la siguiente manera:



- Para cada especie calculó la media de las capturas (en número) de los 3 primeros años de la serie histórica y se obtuvo la combinación lineal (resta) con cada uno de los años siguientes. Teniendo en cuenta que la serie histórica considerada se extendía desde el 1993 al 2010, a partir del año siguiente (1996) se restó la captura de ese año al promedio 93-95 (es decir:  $\text{captura}_{1996} - \text{promedio } 93-95$ ), y así con los años siguientes hasta el último año disponible. Este proceso se repitió para el resto de los años hasta 1999.
- De los primeros 9 puntos (años) se calculó la regresión lineal que proporciona la predicción de la abundancia del décimo año. Este corresponde el primer punto de un modelo lineal ajustado por mínimos cuadrados (línea roja en las graficas). La predicción del año siguiente se obtuvo a partir de una nueva regresión obtenida a partir de la combinación lineal de los primeros 11 años. Este procedimiento se realizó hasta el último año disponible.
- A continuación para cada especie, se calculó la diferencia porcentual entre el valor predicho por el modelo lineal (puntos rojos) y el promedio de los tres primeros años (línea azul). Con este procedimiento se pretende reducir el impacto de la variabilidad natural al no utilizar los datos reales sino una combinación lineal de ellos.

Estos porcentajes se recogieron en una matriz especies años y se transformaron en puntuaciones de 0 a 3 siguiendo los criterios de clasificación de especies amenazadas de la IUCN:

- 0: porcentaje de variación es  $< 50\%$  la especie se considera en buen estado (o al menos en un estado no vulnerable).
- 1: declive  $\geq 50\%$  en la abundancia de la especie con respecto los 3 primeros años, la especie se considera vulnerable
- 2: declive  $\geq 70\%$  en la abundancia de la especie con respecto a los 3 primeros años, la especie se considera amenazada
- 3: declive  $\geq 90\%$  en la abundancia de la especie con respecto a los 3 primeros años, la especie se considera críticamente amenazada.

Por lo tanto las especies que se encuentran en cualquiera de los criterios de disminución en un año de la serie histórica se consideran como especies amenazadas. Por el contrario para que se considere que una especie ha salido de la condición de amenaza/vulnerabilidad, debe alcanzar una proporción de adultos (talla superior a  $0.5 * L_{max}$ ) igual o superior a la media de los primeros 3 años. Esta última condición es una aplicación del principio de precaución (convención de Río de Janeiro 1992) que garantiza que pequeñas variaciones positivas en la abundancia de especies vulnerables o amenazadas no se consideren como una recuperación del buen estado ambiental.

Una vez obtenida la tabla de puntuación de cada especie para cada año a partir del décimo, se calculó el indicador de amenaza de todas las especies en conjunto. Éste se calculó para cada año como el promedio de las puntuaciones de todas las especies.



La dirección de referencia propuesta para este indicador es una reducción significativa en la tasa de incremento del indicador, en consonancia con la meta de la WSSD (*World Summit on Sustainable Development*) de lograr una reducción significativa en la tasa de pérdida de biodiversidad (en 2010) (Piet *et al.* 2007). Sin embargo, se considera que la disminución en el valor del indicador demostraría el progreso hacia el objetivo de la Estrategia Marina Europea de obtener un Buen Estado ambiental y al tiempo estaría de acuerdo con la PPC de asegurar que los impactos de la pesca en el ecosistema marino sean sostenibles. Un punto límite de referencia que no debería alcanzarse para este indicador sería 1 (ya que significaría que todas las especies son consideradas "vulnerables" en promedio).

Para la Demarcación Sudatlántica, el indicador 1.7.1., talla máxima media, ha sido evaluado para los ecotipos peces e invertebrados demersales. Por su parte, el indicador estado de conservación de los peces, solo ha sido analizado para el grupo funcional peces.

## **2.4. Viabilidad y operatividad**

La viabilidad y operatividad de los indicadores y los métodos propuestos está siendo evaluada en los distintos grupos de trabajo organizados a nivel europeo (OSPAR, IGC-COBAM, ICES MSFD D3+...) y es necesario esperar a una puesta en común de los métodos y los resultados aportados por los distintos países para llegar a conclusiones definitivas en cuanto a la operatividad del trabajo propuesto. Por otra parte, su viabilidad dependerá en gran parte del desarrollo que tengan los programas de seguimiento que se han de desarrollar en las fases sucesivas de la implementación de la DMEM a nivel europeo.

## **2.5. Determinación de los niveles de referencia**

En general a la hora de establecer las condiciones de base a las cuales hacer referencia para evaluar el estado del ecosistema se ha tenido que hacer referencia a condiciones "no vírgenes" o sea condiciones que conllevaban ya un impacto antrópico al momento en el cual se empezó el muestreo, porque normalmente cuando se ha empezado a hacer la evaluación ya existía una explotación de recursos o de hábitat por parte del hombre. Este tipo de condición de referencia puede ser peligrosa y esconder patrones de declino, con lo cual lo mejor sería usar como datos de referencias aéreas vírgenes, pero en la mayoría de los casos estas no existen, o no son disponibles los datos a ellas relativos. Sin embargo al mismo tiempo es importante tener en cuenta que uno de los principios principales de la DMEM y la Ley 41/2010 para la Protección del Medio Marino es el que se pueda hacer un uso y disfrute sostenible del medio marino, con lo cual otra forma de determinar los niveles de referencia puede ser el establecer un nivel en el cual se observa un uso sostenible del medio al tiempo que se cumplen los criterios de BEA establecidos en la Ley para la Protección del Medio Marino y la



DMEM. En cuanto a criterios para esta determinación para los distintos ecotipos tenemos:

### **2.5.1. Ecotipos de invertebrados y peces**

Las condiciones de referencia varían en función de cada uno de los indicadores utilizados y son fundamentalmente de 3 tipos:

- a) Basadas en valores de una serie histórica (promedio, inicio o final); p. ej., en el caso del grupo funcional peces, los indicadores 1.2.1, 1.3.1, 1.7.1 (Talla máxima media).
- b) Valores fijados por otras Directivas o convenios; p. ej., en el caso del grupo funcional peces, el indicador 1.7.1 (CSFa).
- c) Valores fijados estadísticamente; p. ej., en el caso del grupo funcional peces, los indicadores 1.1.1 y 1.1.2.

### **2.5.2. Grupo funcional aves**

Ver documento específico elaborado para este grupo.

### **2.5.3. Grupo funcional mamíferos marinos**

Ver documento específico elaborado para este grupo.

### **2.5.4. Hábitats**

Se ha seguido la estrategia de elegir como nivel de referencia o de base el FVR (*favourable reference value*: Williams, 2006; Piha y Zampoukas, 2011). En la mayoría de los casos se ha utilizado el valor más alto de la serie histórica, excepto en los pocos casos en los que existía información sobre hábitats en buen estado de conservación (MPAs, etc.). Si el hábitat está sujeto a otra directiva con definición de niveles de referencia (p. ej., DMA, DH) se han mantenido esos valores.



## **2.6. Evaluación del estado actual.**

En el presente apartado se hace una evaluación del estado actual del descriptor, en base a la metodología citada anteriormente, y la disponibilidad de datos para cada conjunto de descriptores e indicadores. Los resultados de los análisis han sido diferentes en cada nivel y grupo funcional como se describirá a continuación:

### **2.6.1. Nivel especie**

#### **2.6.1.1. Grupos funcionales de Invertebrados demersales (cefalópodos y crustáceos)**

Entre la fauna de invertebrados demersales móviles, habitantes de los fondos sedimentarios de los pisos infra- y circalitoral y batial de la demarcación, y conforme a la representatividad de las especies en estos fondos, se ha conseguido identificar y caracterizar al menos dos ecotipos: el ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma (según, en parte, la terminología de Cochrane *et al.*, 2010) y el ecotipo de crustáceos decápodos del circalitoral/batial, no listado en la referencia anterior. En el caso del ecotipo de cefalópodos, ha de indicarse que su adecuación a la categorización de Cochrane *et al.* (2010) es parcial, puesto que, cómo se describirá a continuación, incluye a algunas especies cuyos límites más profundos de sus rangos de distribución se sitúan en los fondos del piso batial (talud superior).

Curiosamente, las especies definidoras (características) de ambos ecotipos son todas ellas especies explotadas comercialmente, por lo que los resultados y consideraciones expuestas en el presente descriptor han de complementarse y contrastarse con lo descrito para algunas de estas especies en el descriptor 3. En este sentido hay que ser cautelosos al interpretar los resultados que aquí se presentan para el caso específico de especies comerciales, actitud que debe hacerse extensiva también a las del ecotipo de peces demersales y elasmobranquios, ya que las definiciones de BEA establecidas por ambos descriptores pueden ser contradictorias. Así, la definición del BEA para un grupo funcional dentro del descriptor 1 se basa en la consecución de un nivel de organización funcional ecosistémica bien estructurado (*i.e.*, maduro), a resultas de un delicado balance entre especies vulnerables y oportunistas. Si bien para las especies vulnerables de un determinado grupo funcional resulta obvio que el BEA esté definido por la constancia o incremento en los rangos de distribución y niveles poblacionales, no deja de ser paradójico considerar justamente la situación opuesta para las especies oportunistas, asumiéndose para éstas como objetivo el exhibir precisamente poblaciones en declive o, al menos, considerar como tendencia negativa precisamente la de un incremento de sus poblaciones. Esto último incluso resulta contradictorio y difícilmente sostenible para el caso de una especie explotada, sea vulnerable u oportunista (realmente todas las consideradas bajo los dos ecotipos de invertebrados analizados son oportunistas, independientemente de las matizaciones que se hayan



realizado dentro de cada grupo funcional), para las que el descriptor 3 define el BEA desde los criterios marcados por el enfoque precautorio y del rendimiento máximo sostenible de la explotación (MSY). Por tanto, debe hacerse un ejercicio de análisis ponderado de descriptores con estas especies, teniéndose en cuenta no sólo el papel y posición de éstas en el ecosistema, sino también el impacto al que está siendo sometidas desde el punto de vista de la explotación pesquera y su evidente interés comercial.

Como se ha comentado anteriormente, el estado ambiental actual del resto de especies de invertebrados con poca movilidad y sésiles será analizado en aquellos hábitats/facies a los que están asociados.

***Criterio 1.1. Distribución de especies. Indicador 1.1.1. Rango de distribución de las especies características.***

**Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma**

Atendiendo a los criterios expuestos en el apartado 2.3.1.1 para la selección de las especies características o más representativas por ecotipo, el número de especies resultantes que configuran este ecotipo en la Demarcación Sudatlántica es de sólo 5 especies: los pulpos *Octopus vulgaris*, *Eledone moschata* y *E. cirrhosa*, el choco *Sepia officinalis* y el calamar *Loligo vulgaris*.

Las tendencias de este indicador a lo largo de la serie histórica analizada para cada especie característica de este ecotipo se ilustran en las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7. La Tabla 7 describe el estado ambiental actual respecto al BEA y el tipo de tendencia del valor del indicador mostrado por cada especie (D: decreciente, E: estable, C: creciente). Asimismo, se hace indicación de si la especie es vulnerable (*K* estrategia) u oportunista (*r* estrategia). Aunque los cefalópodos, según las características de sus historias vitales, podrían considerarse como especies claramente oportunistas (*r* estrategias), dentro del propio ecotipo nos hemos permitido distinguir al pulpo común, *O. vulgaris*, como especie vulnerable (*K* estrategia), al exhibir cuidados maternos. El estado ambiental actual conforme al grado cumplimiento del BEA por cada especie ha sido valorado con una puntuación de 0 (sub-BEA) ó 1 (BEA), respectivamente. Debe recordarse que la definición de BEA dependerá del tipo de estrategia ecológica adoptada por la especie (vulnerable u oportunista): el BEA para las especies vulnerables implica que deben mantener constante o expandir su área de distribución (incremento del % de cuadrículas con presencia), mientras que las oportunistas deberían mantenerla o reducirla.

En lo que respecta al rango de distribución específico de cada especie, 3 especies (concretamente los representantes de la Familia Octopodidae: *Eledone cirrhosa*, *E. moschata*, ambas oportunistas, y *O. vulgaris*, vulnerable), sobre el total de 5, alcanzan actualmente los criterios de BEA. Las especies oportunistas *S. officinalis* y *L. vulgaris* se encuentran actualmente en una situación sub-BEA, al presentar tendencias crecientes. Ha de mencionarse que el dato de 2010 para *E. cirrhosa* ha de considerarse con



precaución, ya que los fondos comprendidos entre los 500 y 800 m de profundidad (estrato batimétrico E), frecuentados por la especie, no fueron muestreados ese año.

En cualquier caso, el número de especies características del ecotipo resulta insuficiente (no significativo) para testar, mediante test binomial, la significación del grado de adecuación al BEA a nivel de grupo funcional (*i.e.*, % de especies que deben cumplir el BEA para asegurar que hay menos de un 5% de posibilidades de que los resultados se deban al azar), impidiendo, por tanto, la evaluación formal del estado actual medioambiental del grupo funcional en su conjunto en la demarcación.

**Tabla 7. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. Estado ambiental actual de especies vulnerables (*K* estrategias) y oportunistas (*r* estrategias) en términos de su rango de distribución. Con 1 se indica cumplimiento con las condiciones expuestas, con 0 se indica no cumplimiento. Se indica también la tendencia exhibida por el porcentaje del número de cuadrículas ocupadas por cada especie a lo largo de la serie histórica analizada (E: estable, D: decreciente, C: creciente).**

Especie	Estado ambiental	Tendencia % cuadrículas	Grado de vulnerabilidad
<i>Sepia officinalis</i>	0	C	Oportunista
<i>Loligo vulgaris</i>	0	C	Oportunista
<i>Eledone cirrhosa</i>	1	C/E	Oportunista
<i>Eledone moschata</i>	1	D/E	Oportunista
<i>Octopus vulgaris</i>	1	C	Vulnerable

### Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial

El número de especies características que configuran este ecotipo en la Demarcación Sudatlántica se reduce únicamente a 2: la cigala, *Nephrops norvegicus* y la gamba blanca, *Parapenaeus longirostris*. La capacidad de la cigala para construir y habitar en madrigueras, así como las exigencias requeridas por la especie por un tipo de sustrato determinado para tales fines, la han hecho merecedora de ser considerada como especie vulnerable frente a la más oportunista (en términos relativos) gamba blanca.

Al igual que se comentó para el ecotipo anterior, las gráficas que ilustran la evolución histórica del indicador para ambas especies se incluyen en el apartado relativo al indicador 1.1.2. Asimismo, también son válidas para las especies de este ecotipo las consideraciones citadas previamente sobre las consecuencias de la ausencia de muestreo en 2010 de los fondos con profundidades superiores a los 500 m. La Tabla 8 describe el estado ambiental actual respecto al BEA y el tipo de tendencia del valor del indicador seguido por cada especie a lo largo de la serie histórica analizada. La evolución histórica del indicador en ambas especies indica que sólo la gamba blanca alcanza actualmente, aunque no de manera clara, como especie oportunista, el criterio de reducción/estabilidad de su área de distribución. En la cigala, la tendencia histórica del indicador, aunque no significativa en términos estadísticos, es ligeramente decreciente.



El escaso número de especies características limita una evaluación global del estado actual del ecotipo en su conjunto, y solo permite la evaluación individualizada a nivel específico.

**Tabla 8.** Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. Estado ambiental actual de especies vulnerables (*K* estrategias) y oportunistas (*r* estrategias) en términos de su rango de distribución. Con 1 se indica Buen estado ambiental, con 0 se indica no se alcanza el BEA. Se indica también la tendencia exhibida por el porcentaje del número de cuadrículas ocupadas por cada especie a lo largo de la serie histórica analizada (E: estable, D: decreciente, C: creciente).

Especie	Estado ambiental	Tendencia % cuadrículas	Grado de vulnerabilidad
<i>Nephrops norvegicus</i>	0	D/E	Vulnerable
<i>Parapenaeus longirostris</i>	1	C/E	Oportunista

***Criterio 1.1. Distribución de especies. Indicador 1.1.2. Patrón de distribución dentro del rango de distribución.***

**Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma**

El patrón de distribución dentro del rango de distribución de cada una de las 5 especies del ecotipo se ha inferido a partir del análisis comparado de sus porcentajes de presencia en las cuadrículas de los estratos batimétricos bien muestreados. El análisis se presenta diferenciado para especies vulnerables y oportunistas.

**I) Especies vulnerables (estrategas de la *K*)**

La tendencia creciente del rango de distribución del pulpo *O. vulgaris* parece estar estrechamente dirigida por los cambios en el patrón de distribución que la especie ha experimentado a lo largo de la serie histórica en el estrato B (31-100 m). Bien puede ser cierto que este hecho puede ser más el reflejo de una mejor cobertura de muestreo de dicho estrato, respecto a la de los fondos más someros, también habituales de la especie. En cualquier caso, la tendencia creciente antes citada parece ser mucho más evidente y constante en el periodo comprendido entre 2005 y 2009, tanto a nivel general como particularmente en el estrato B (Figura 3).

**II) Especies oportunistas (estrategas de la *r*)**

El pulpo *E. moschata*, una especie típica de la plataforma media y externa de la demarcación, muestra una evolución histórica de su rango general de distribución batimétrica relativamente estable, un hecho que se constata también a lo largo del

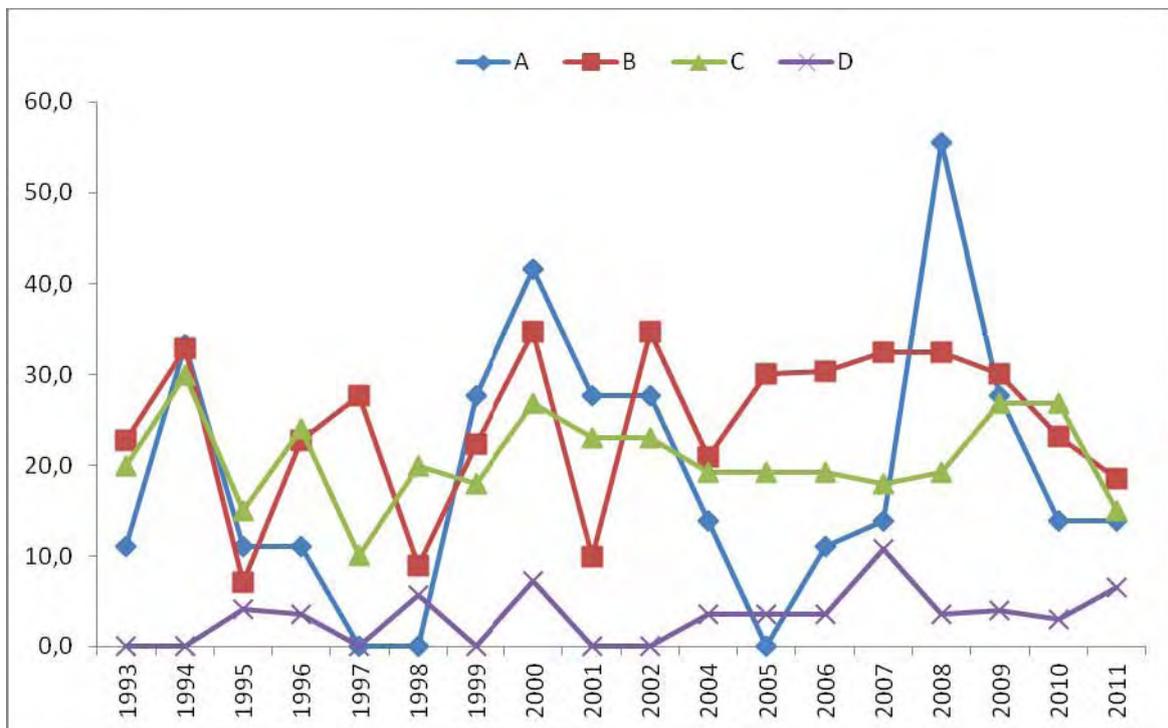
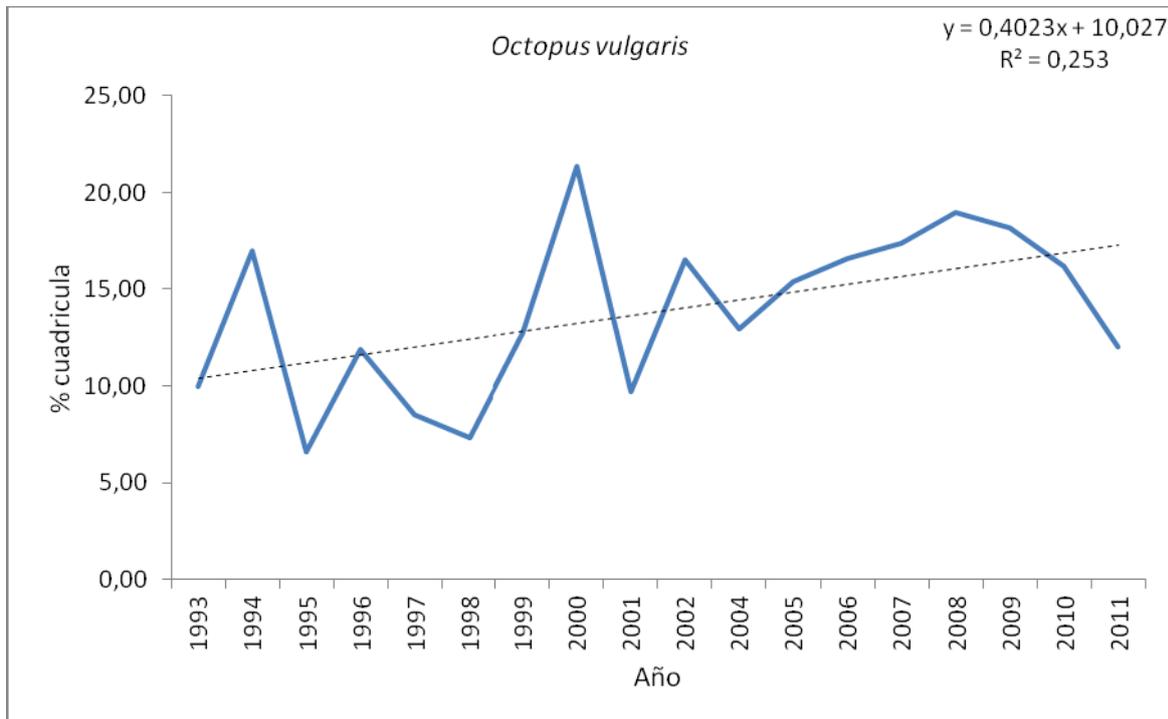


gradiente batimétrico, especialmente en los estratos B y C (profundidades comprendidas entre los 31 y 200 m; Figura 4).

La existencia de dos periodos claramente opuestos en el rango de distribución de *E. cirrhosa* - uno creciente, desde el inicio de la serie en 1993 hasta 2004-2005, y otro decreciente, desde 2006 hasta la actualidad – resulta en un débil ajuste de la serie histórica completa de datos al modelo lineal, traduciéndose además en una tendencia global falsamente estable. Todos los estratos por donde se ha registrado a la especie han experimentado una evolución histórica paralela a la descrita para el rango general de distribución (Figura 5).

La progresiva expansión del rango general de distribución del choco *S. officinalis* parece ser el resultado de aumentos en el grado de ocupación tanto del estrato más somero (15-30 m, aunque esta observación debe ser considerada con reservas, al ser un estrato con una baja intensidad de muestreo) como del correspondiente a la plataforma externa (101-200 m) (Figura 6). Estas expansiones zonales en los límites batimétricos del rango de distribución contrastan con la relativa estabilidad histórica en el grado de ocupación del estrato B, en la plataforma interna-media (31-100 m).

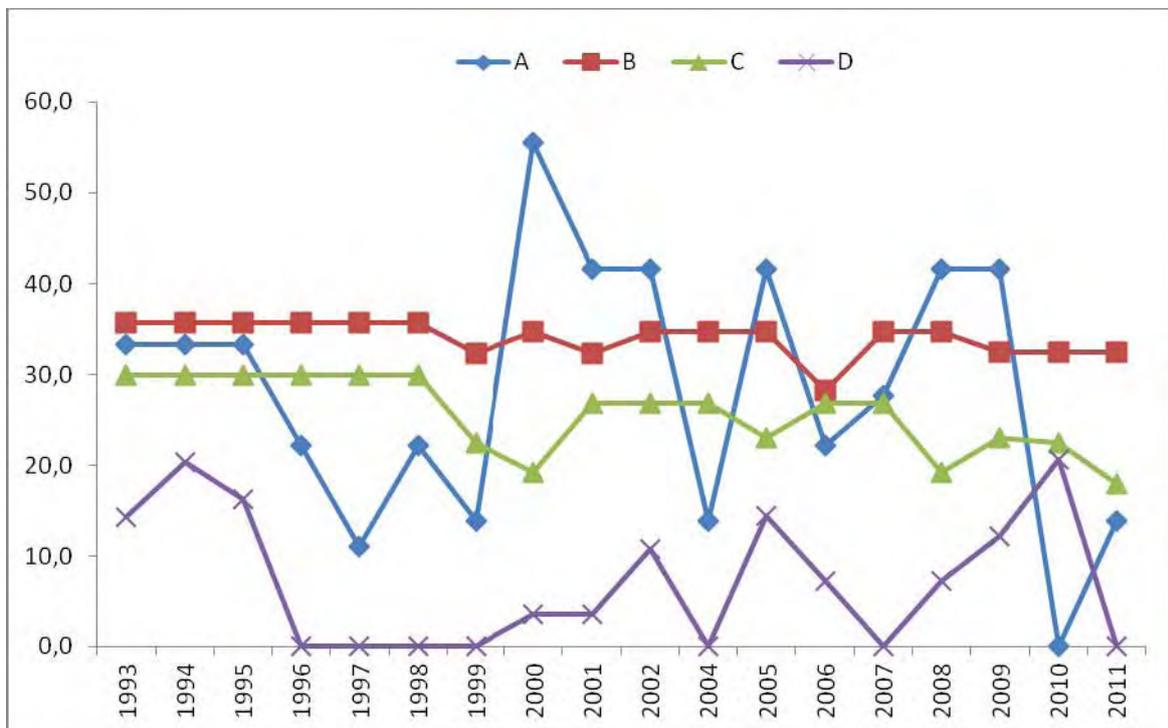
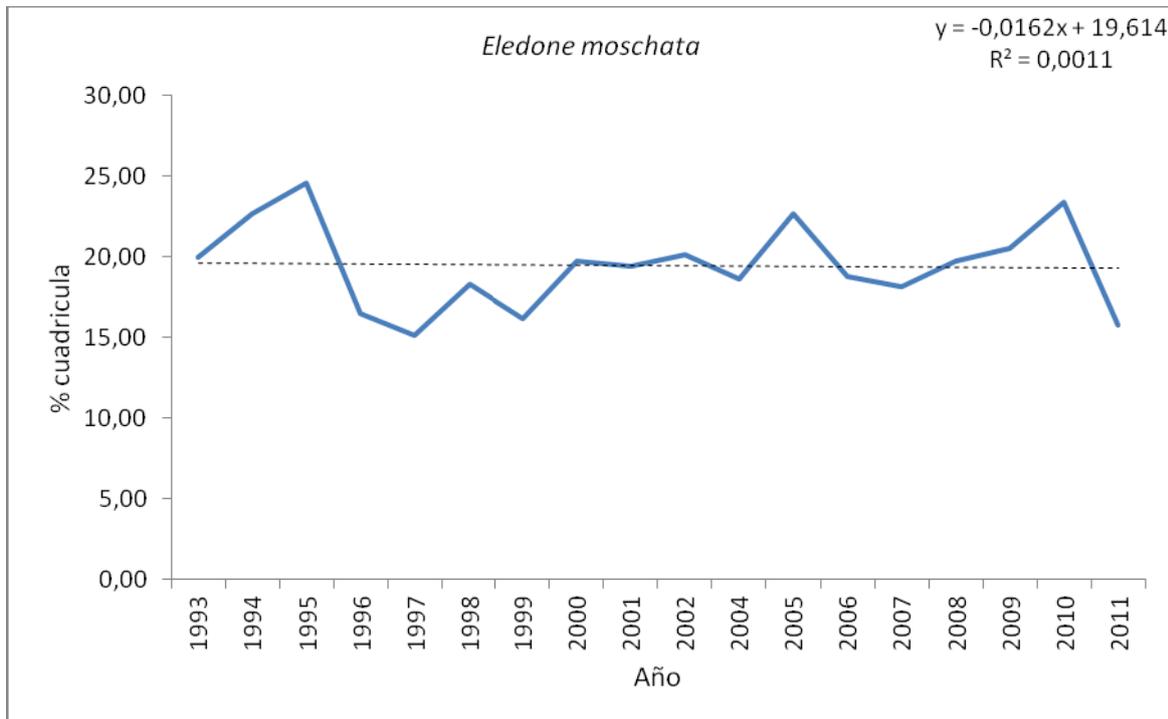
Al igual que la especie anterior, el calamar *L. vulgaris* muestra una evolución creciente en el rango de distribución. En este caso, la tendencia anterior parece deberse a sendos incrementos, desde el inicio de la presente década, en el grado de ocupación de los estratos del piso circalitoral (estratos B y C, 31-200 m) (Figura 7).



**Figura 3.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Octopus vulgaris* (especie vulnerable, estado actual de BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste de los



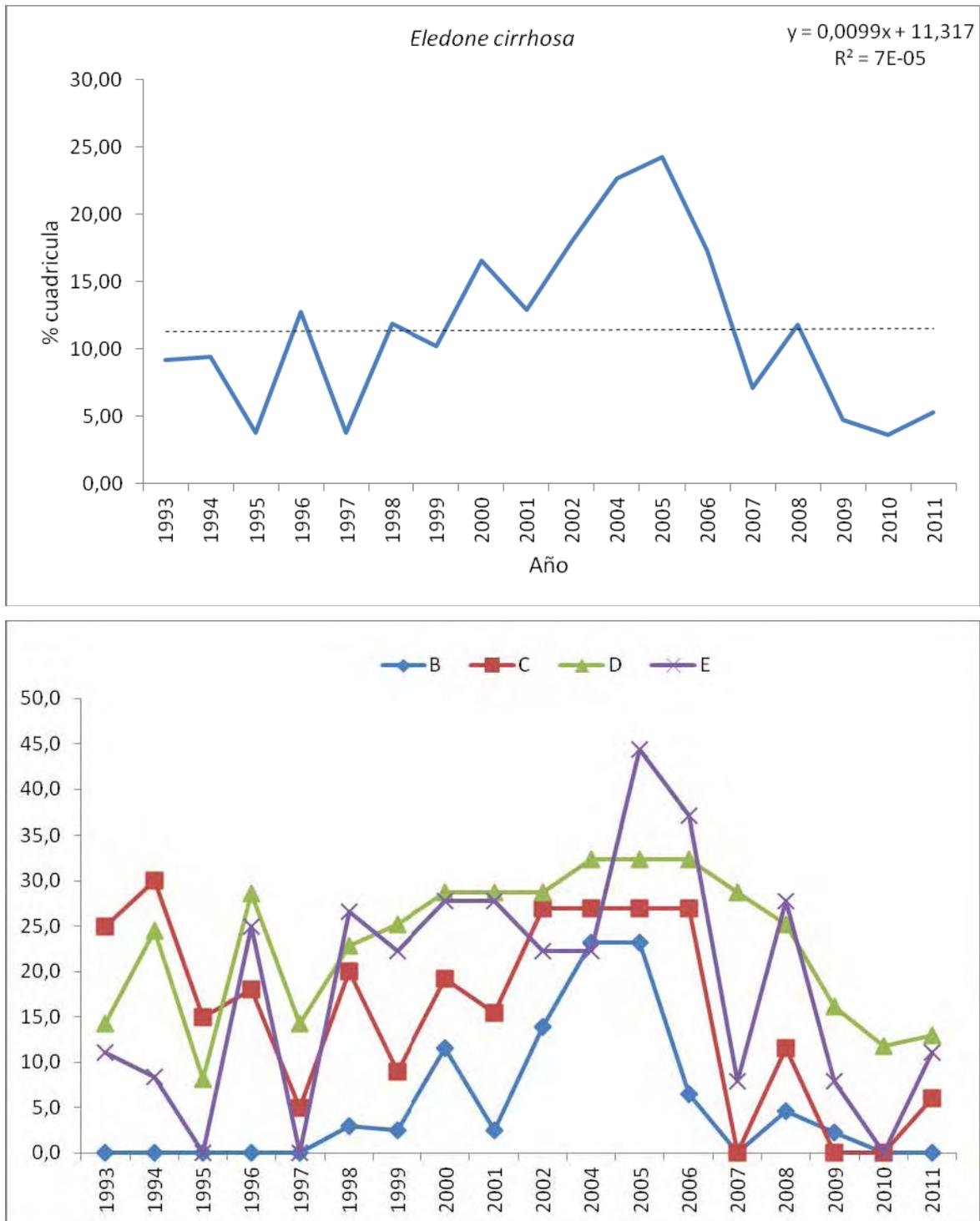
datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E= >500 m).



**Figura 4.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Eledone moschata* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste de los



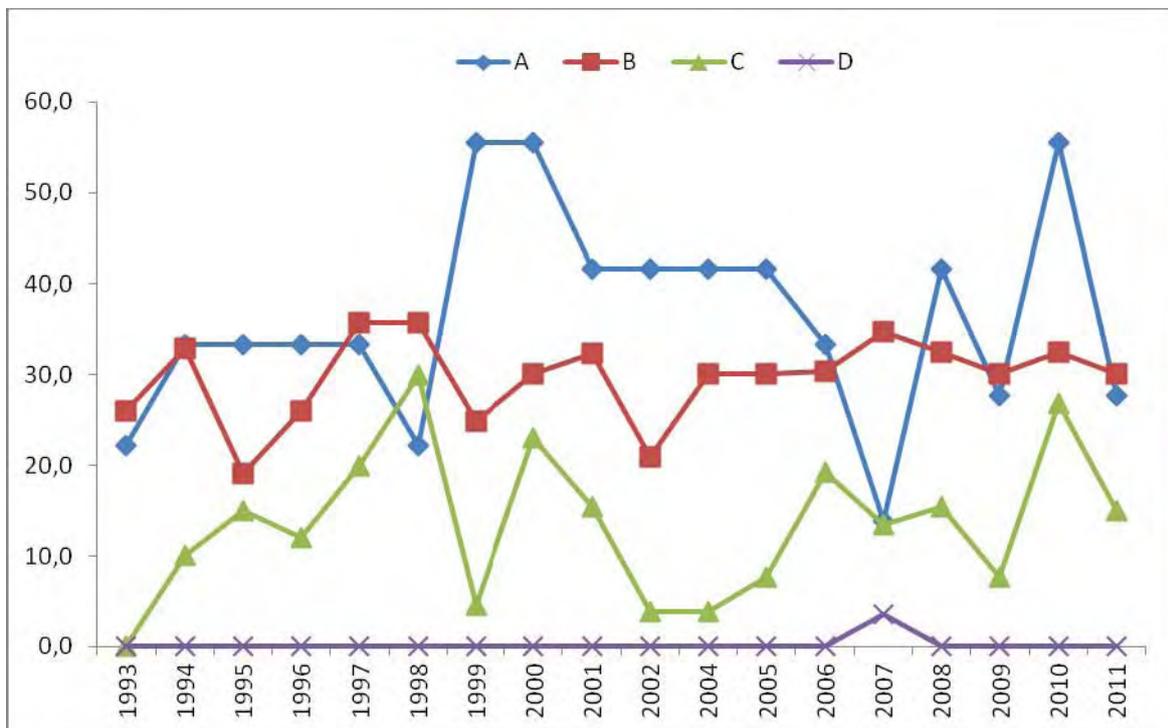
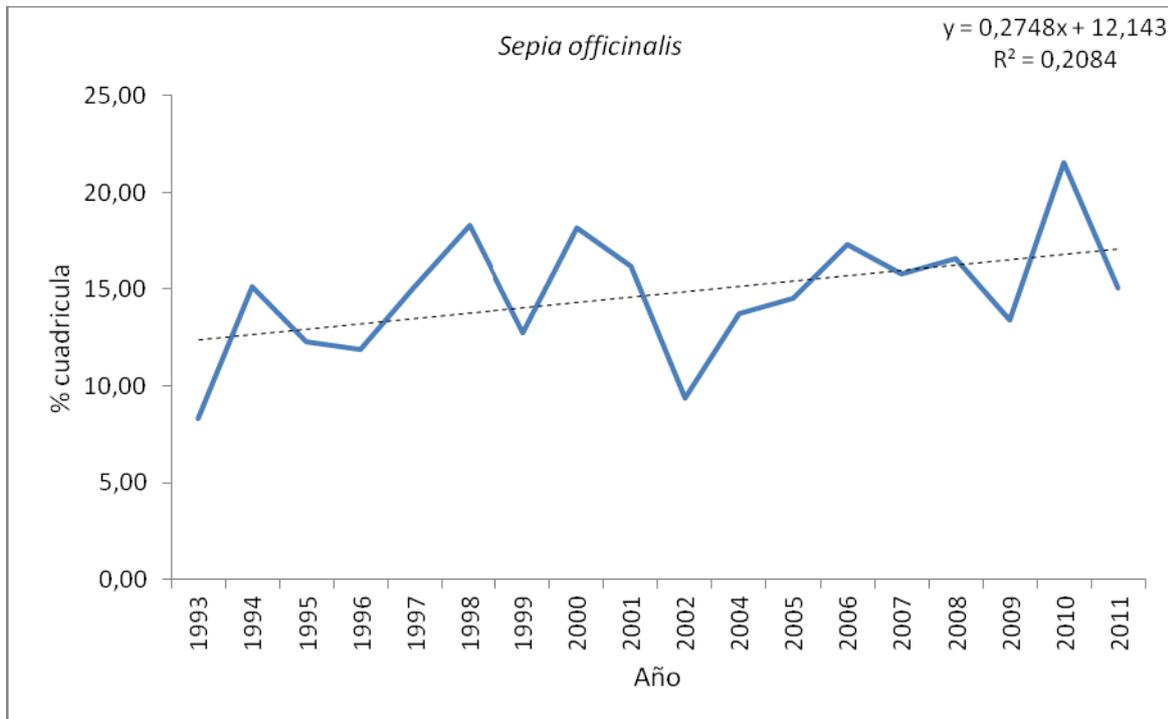
datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E= >500 m).



**Figura 5.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Eledone cirrhosa* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal



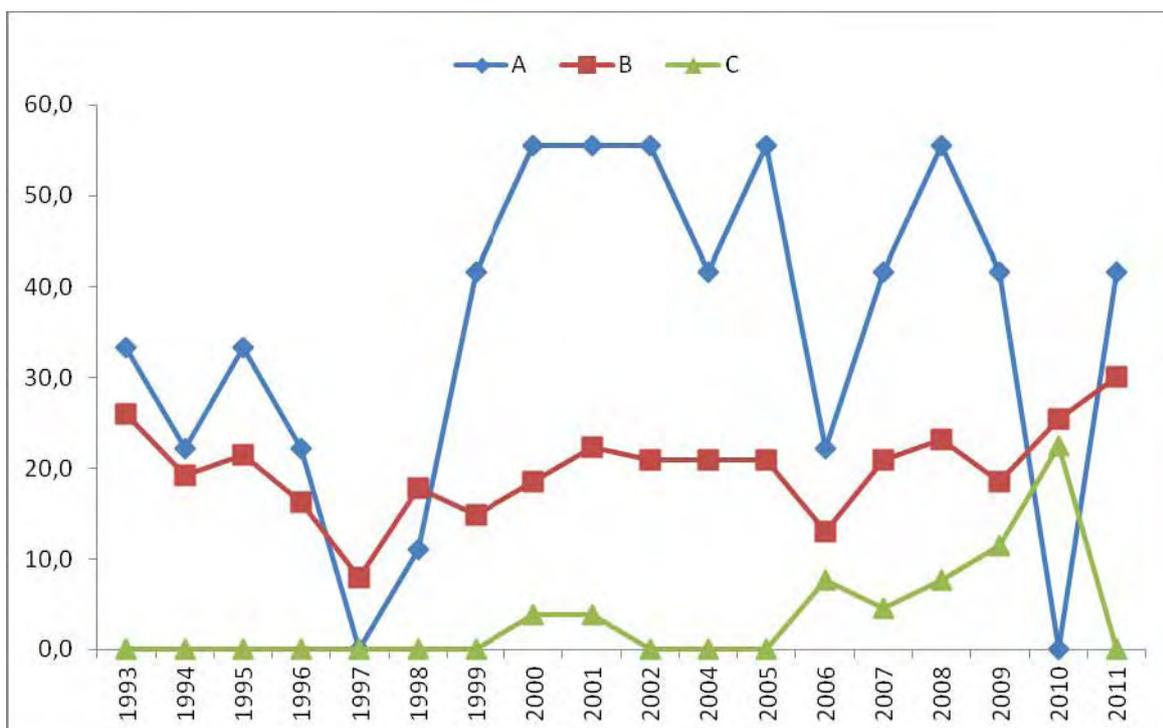
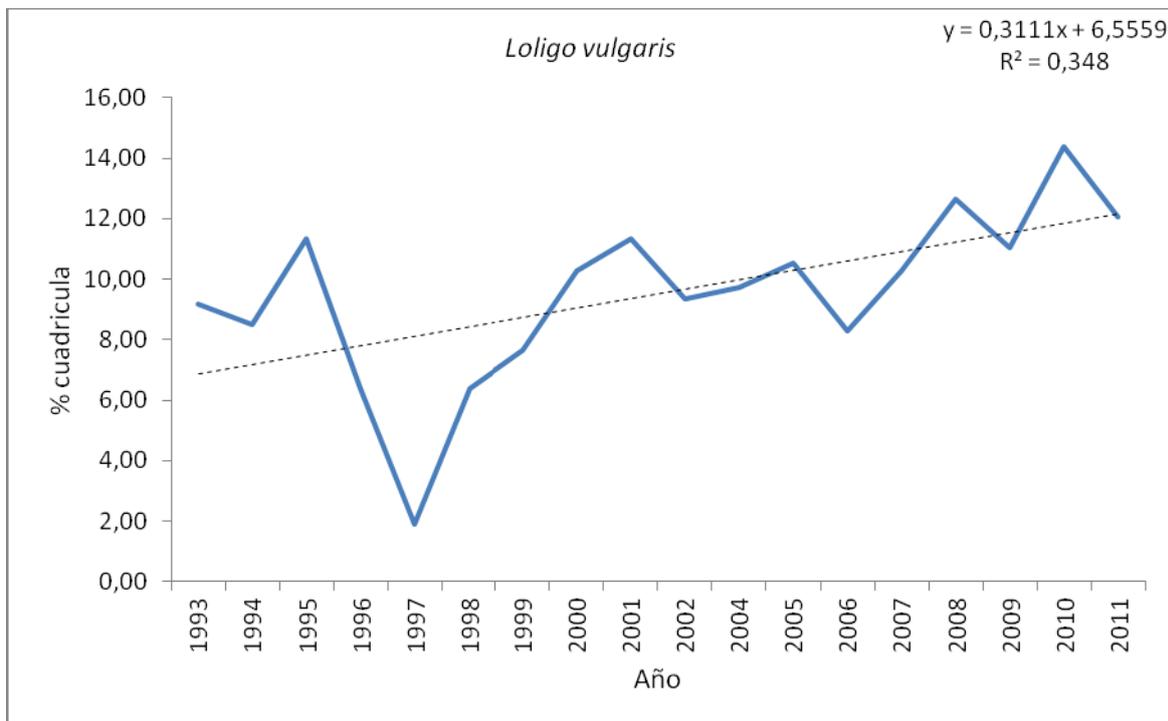
del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste de los datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E = >500 m).



**Figura 6.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Sepia officinalis* (especie oportunista, estado actual de sub-BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste de los



datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E= >500 m).



**Figura 7.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Loligo vulgaris* (especie oportunista, estado actual de sub-BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste de los



datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E= >500 m).



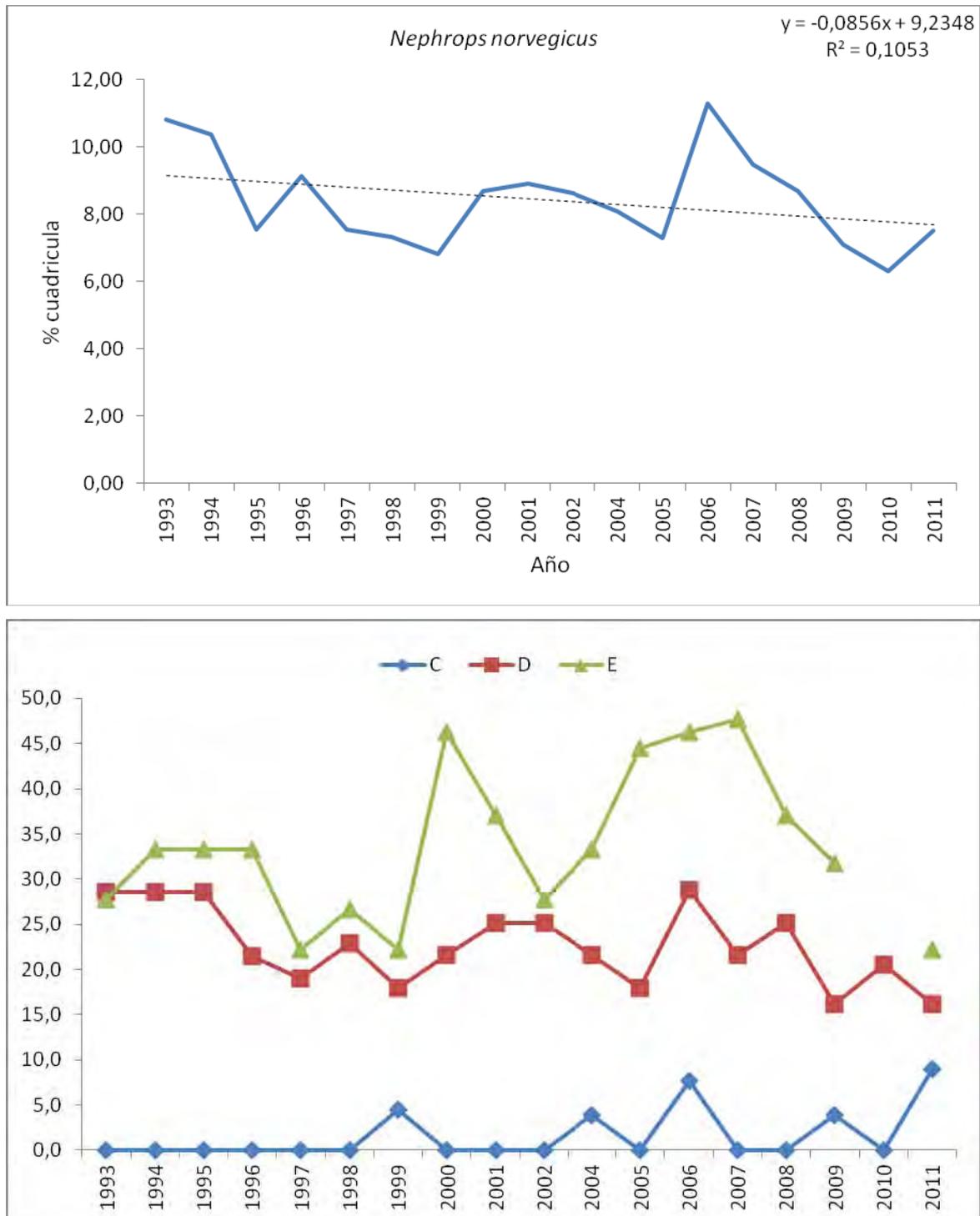
## Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial

### **I) Especies vulnerables (estrategas de la K)**

La cigala *N. norvegicus* exhibe, en términos generales, una tendencia decreciente en su rango de distribución, fiel reflejo de la progresiva reducción, iniciada a mediados de los 90, del grado de ocupación del estrato correspondiente a los fondos batiales del talud superior (estrato D: 201-500 m), fondos donde la especie suele distribuirse principalmente. Esta tendencia decreciente parece ser generalizada y extenderse por todo el piso batial muestreado durante el último lustro (Figura 8). Una secuencia resumida de dicha tendencia, ilustrada a escala espacial, se muestra en la Figura 9 (véase anexo IV para la secuencia completa de la serie histórica).

### **II) Especies oportunistas (estrategas de la r)**

Resulta difícil encontrar una única explicación para la relativamente estable, aunque irregular, evolución del rango general de distribución de la gamba blanca *P. longirostris*. Posiblemente los eventos más destacables sean dos: la existencia de una ligera disminución del grado de ocupación de los fondos más característicos de la especie, los del estrato C (101-200 m), durante la presente década respecto a la década de los 90, y una situación inversa para el grado de ocupación por la especie del estrato E (>500 m) (Figura 10).



**Figura 8.** Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Nephrops norvegicus* (especie vulnerable, estado actual de sub-BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste



de los datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E = >500 m).

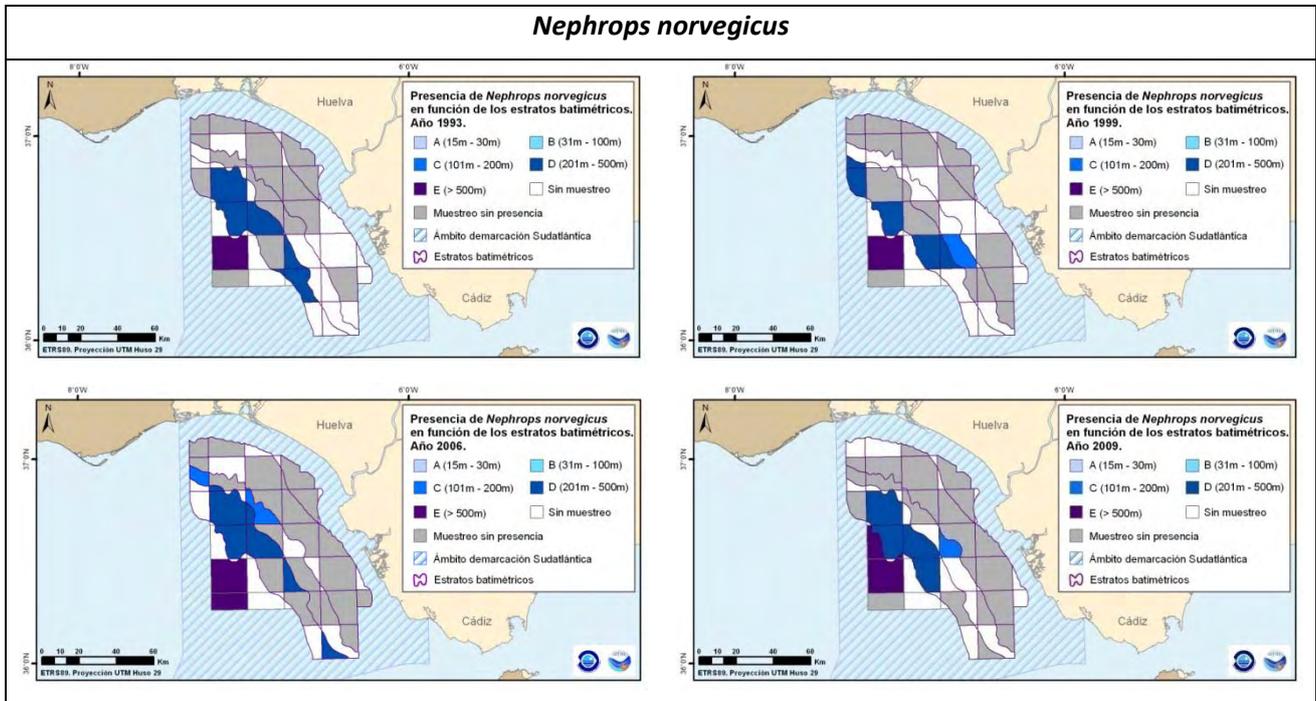


Figura 9. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Nephrops norvegicus* (especie vulnerable, estado actual de sub-BEA para indicador 1.1.1). Secuencia sumaria de la tendencia exhibida por el porcentaje del número de cuadrículas ocupadas por la especie a lo largo de la serie histórica analizada.

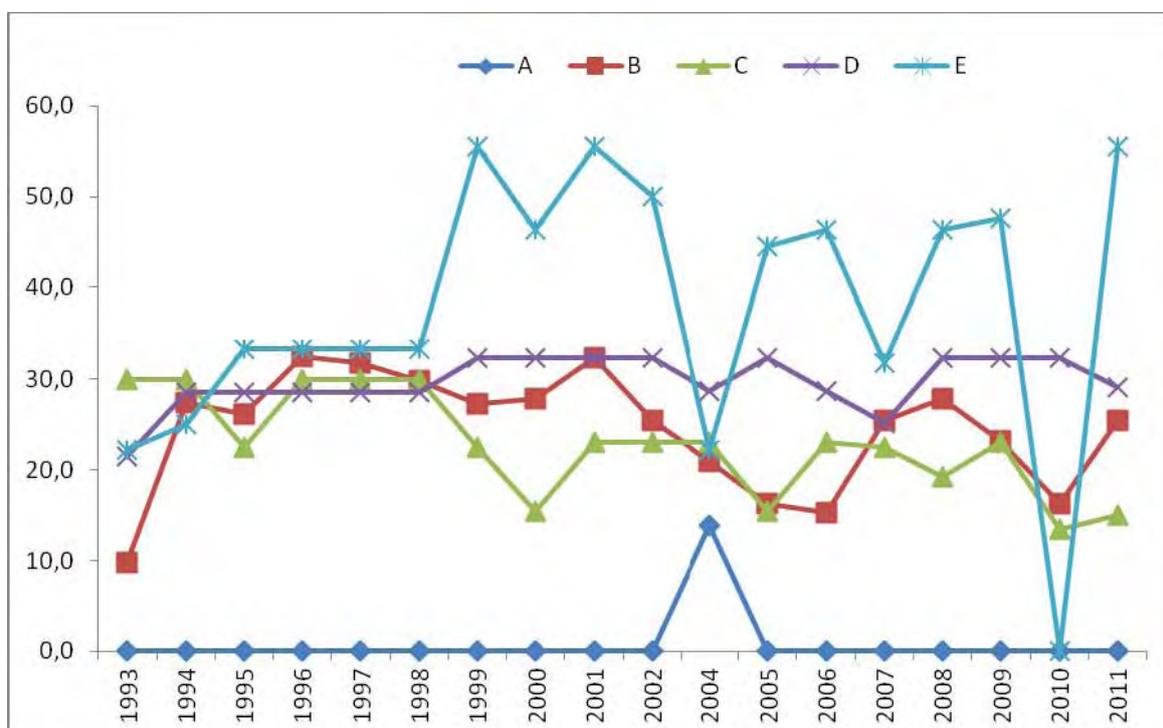
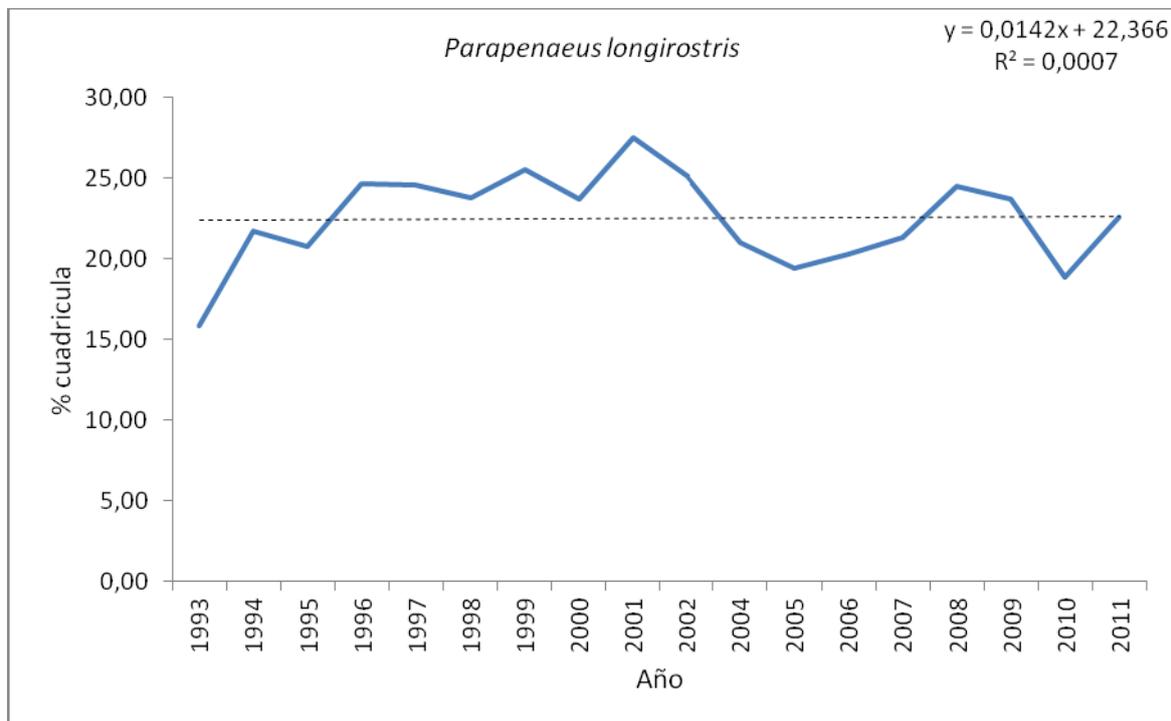


Figura 10. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Parapenaeus longirostris* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.1.1). En la parte superior: evolución del patrón de distribución espacial para el periodo 1993-2011 (excepto 2003). Los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia



temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida tras un ajuste de los datos a un modelo lineal. En la parte inferior: evolución del patrón de distribución espacial de la especie por estrato batimétrico donde se distribuye la especie (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, E= >500 m).



## **Criterio 1.2. Tamaño de la población. Indicador 1.2.1. Biomasa y abundancia de la población**

### **Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma**

#### **I) Biomasa de la población**

De las 5 especies características del ecotipo, sólo 2 alcanzan el objetivo asimilable a BEA en términos de biomasa, atendiendo a los criterios establecidos en el apartado 2.3.1.2-3 para este indicador, según su condición de especies vulnerables u oportunistas.

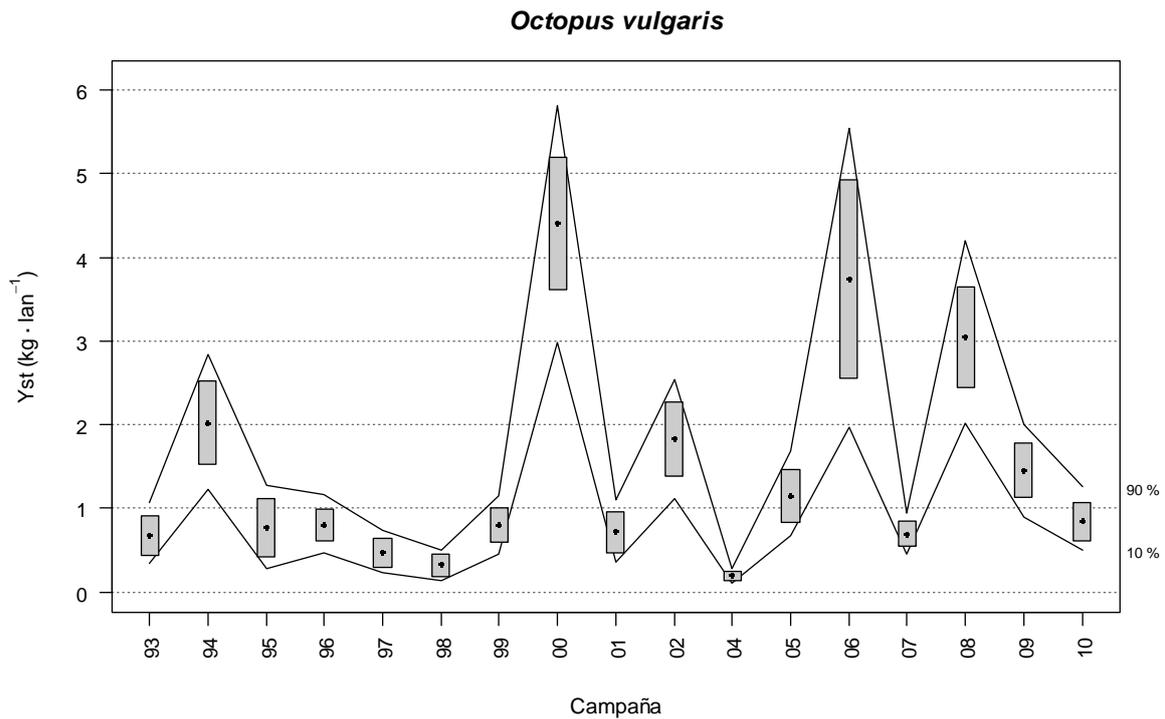
Tal como se indicó para los indicadores del criterio 1.2, la evaluación conjunta del estado ambiental actual del indicador 1.2.1, ya sea para el ecotipo en general o para cada grupo de especies (*i.e.*, vulnerables y oportunistas), no ha podido ser realizada debido el escaso número de especies características que intervienen en el análisis, impidiendo el testado estadístico pertinente (test binomial).

#### **I.1) Especies vulnerables (estrategas de la K)**

El estado ambiental actual del pulpo *O. vulgaris* no alcanza el BEA para el indicador 1.2.1 en términos de biomasa ( $z\ score_{2010} = -0.5$ ; Figura 11).

**Especies vulnerables (estrategas de la K) que no alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa**

*Octopus vulgaris*



**Figura 11.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Octopus vulgaris* (especie vulnerable, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

### I.2) Especies oportunistas (estrategas de la *r*).

Las especies estrategas de la *r* que actualmente (datos del 2010) cumplen con los objetivos fijados de BEA son 2 de un total de 4. Estas especies (*E. cirrhosa*, *E. moschata*) muestran evoluciones históricas de sus índices de biomasa con tendencias estables o decrecientes. Sus valores de  $z\ score_{2010}$  fueron de -0.9 y -0.6 para *E. cirrhosa* y *E. moschata* respectivamente (Figuras 12 y 13).

**Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa**

*Eledone cirrhosa*  
*Eledone moschata*



*Eledone cirrhosa*

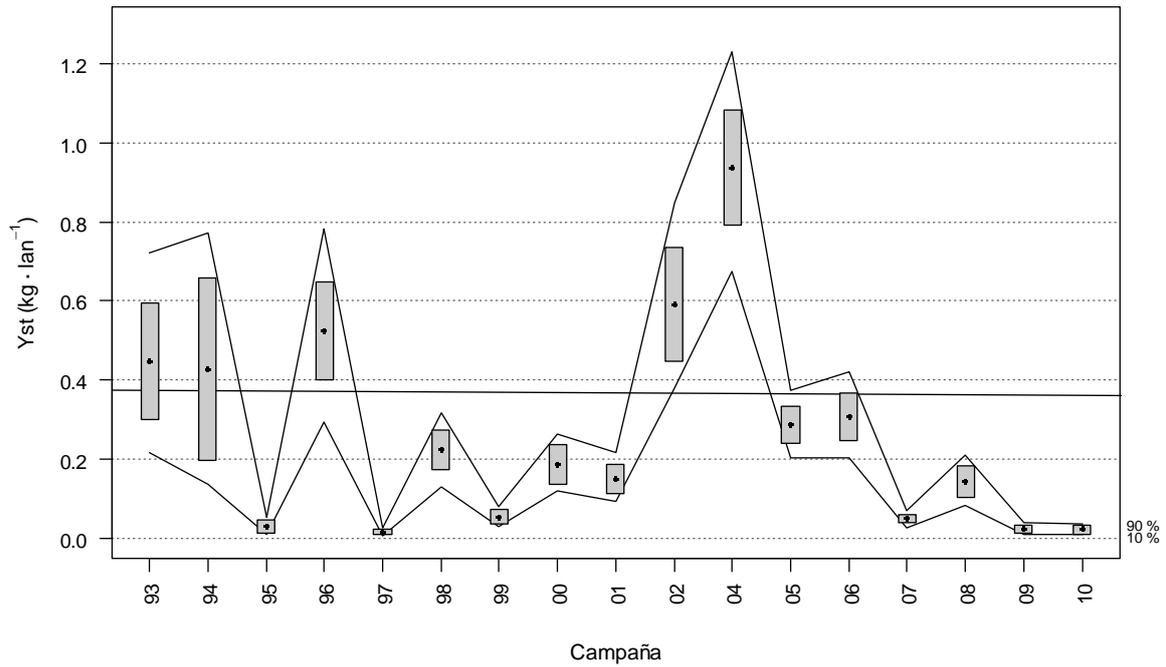


Figura 12. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Eledone cirrhosa* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

*Eledone moschata*

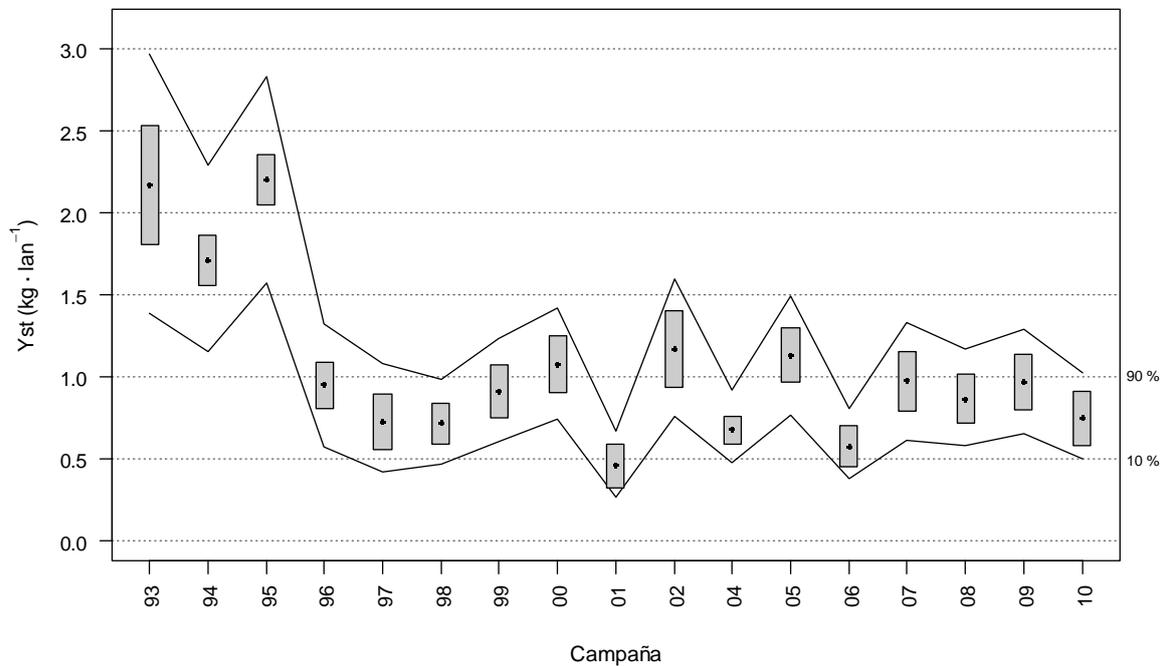


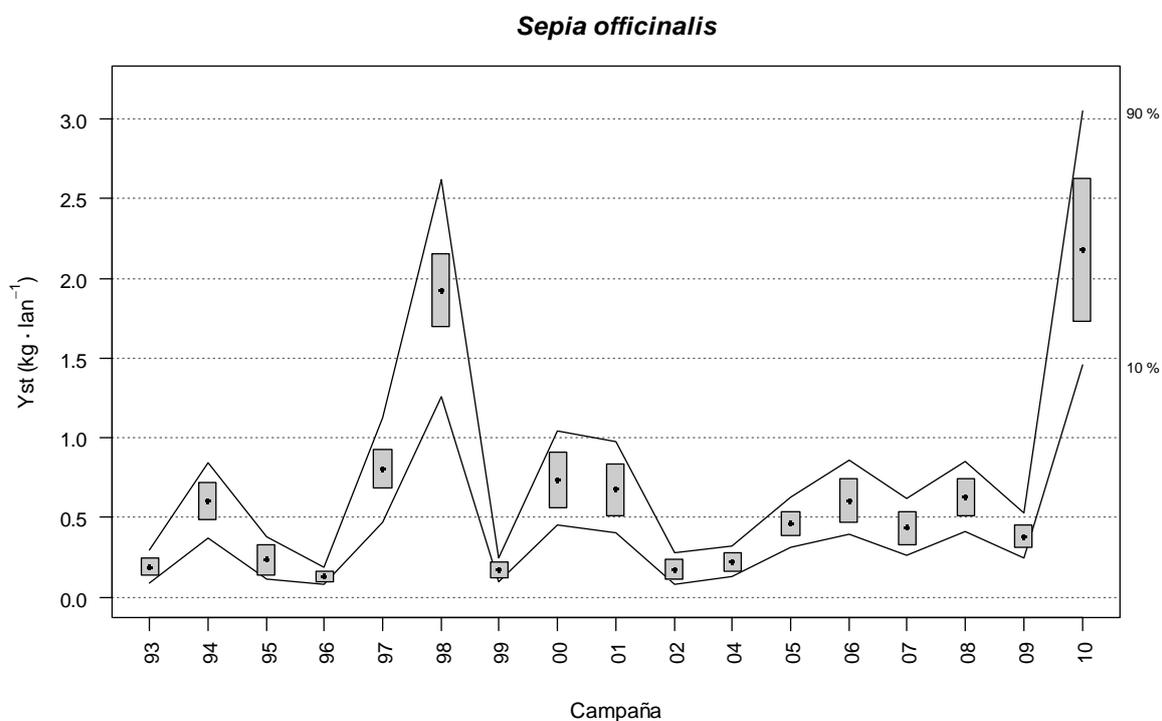
Figura 13. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Eledone moschata* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).



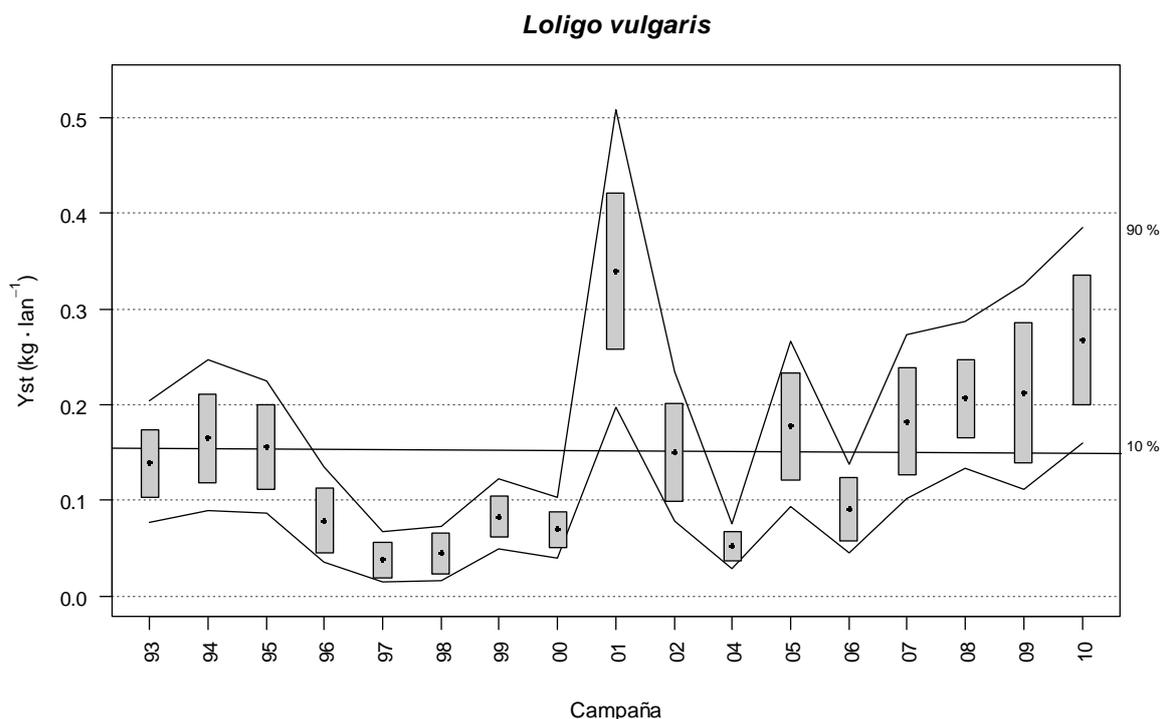
Las especies oportunistas cuyo estado actual no alcanza individualmente el objetivo asimilable con el BEA son 2, *S. officinalis* ( $z\ score_{2010} = 2.6$ ) y *L. vulgaris* ( $z\ score_{2010} = 1.5$ ), las cuales mostraron tendencias históricas recientes crecientes (Figuras 14 y 15). Como se verá más adelante, el calamar *L. vulgaris* muestra una respuesta diferente en términos de abundancia en número, de lo que puede inferirse una tendencia reciente creciente en el peso medio individual.

**Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que no alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa**

*Sepia officinalis*  
*Loligo vulgaris*



**Figura 14.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Sepia officinalis* (especie oportunista, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).



**Figura 15.** Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Loligo vulgaris* (especie oportunista, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

## II) Abundancia de la población

Al igual que lo descrito para la biomasa poblacional, de nuevo 2 especies (las mismas que en el apartado anterior) de un total de 5 especies características del ecotipo cumplen con los objetivos fijados de BEA.

La evaluación formal del estado ambiental actual del indicador 1.2.1 en términos de abundancia, ya sea para el ecotipo en general o para cada grupo de especies (*i.e.*, vulnerables y oportunistas), tampoco ha podido ser realizada debido el escaso número de especies características que intervienen en el análisis, impidiendo el testado estadístico pertinente (test binomial).

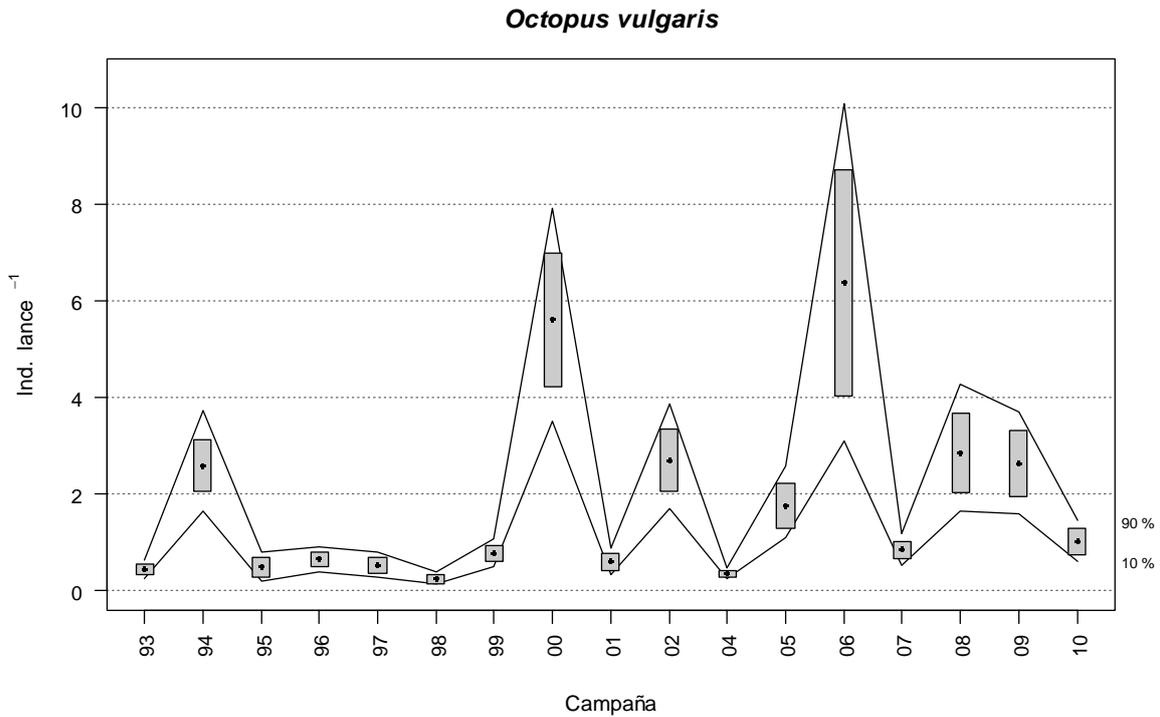
### II.1) Especies vulnerables (estrategas de la K)

El estado ambiental actual del pulpo *O. vulgaris* tampoco alcanza los objetivos de BEA en términos de abundancia ( $z\ score_{2010} = -0.4$ ; Figura 16).



**Especies vulnerables (estratega sde la K) que no alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia**

*Octopus vulgaris*



**Figura 16. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Octopus vulgaris* (especie vulnerable, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de estimas de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).**

## II.2) Especies oportunistas (estrategas de la r)

Las especies oportunistas que actualmente (datos del 2010) cumplen con los objetivos fijados a partir de los datos en número son 3 de un total de 4. Estas especies fueron de nuevo *E. cirrhosa* ( $z\ score_{2010} = -0.8$ , Figura 17) y *E. moschata* ( $z\ score_{2010} = -0.5$ ; Figura 18), junto con *L. vulgaris* ( $z\ score_{2010} = 0.1$ ; Figura 19).

**Especies oportunistas (estrategas de la r) que alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia**

*Eledone cirrhosa*  
*Eledone moschata*  
*Loligo vulgaris*



### *Eledone cirrhosa*

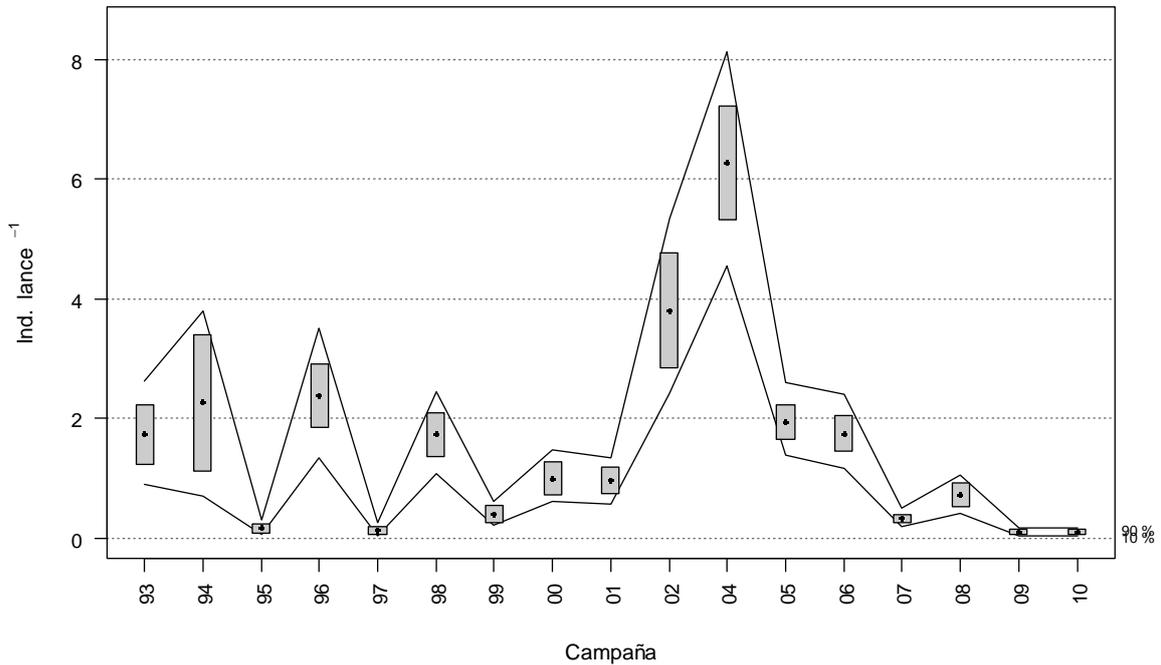


Figura 17. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Eledone cirrhosa* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

### *Eledone moschata*

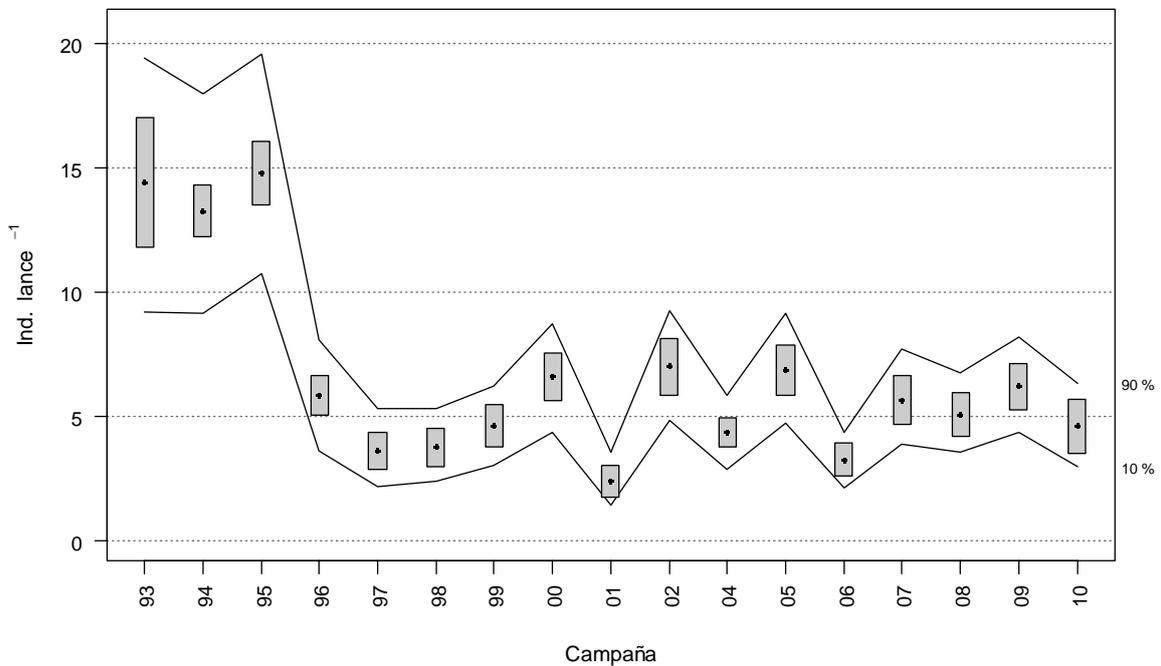
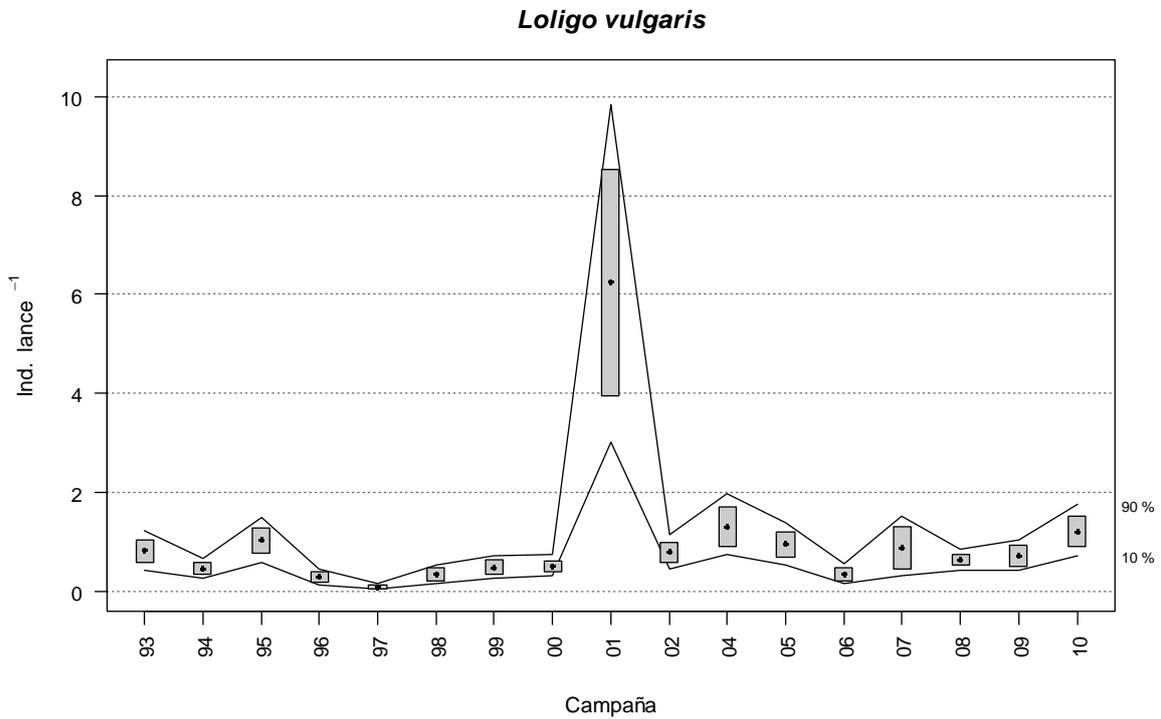


Figura 18. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Eledone moschata* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).



**Figura 19. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Loligo vulgaris* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).**

También repite como especies sub-BEA para este indicador *S. officinalis* ( $z\ score_{2010} = 1.9$ ; Figura 20).

**Especies oportunistas (estrategias de la *r*) que no alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia**

*Sepia officinalis*



### *Sepia officinalis*

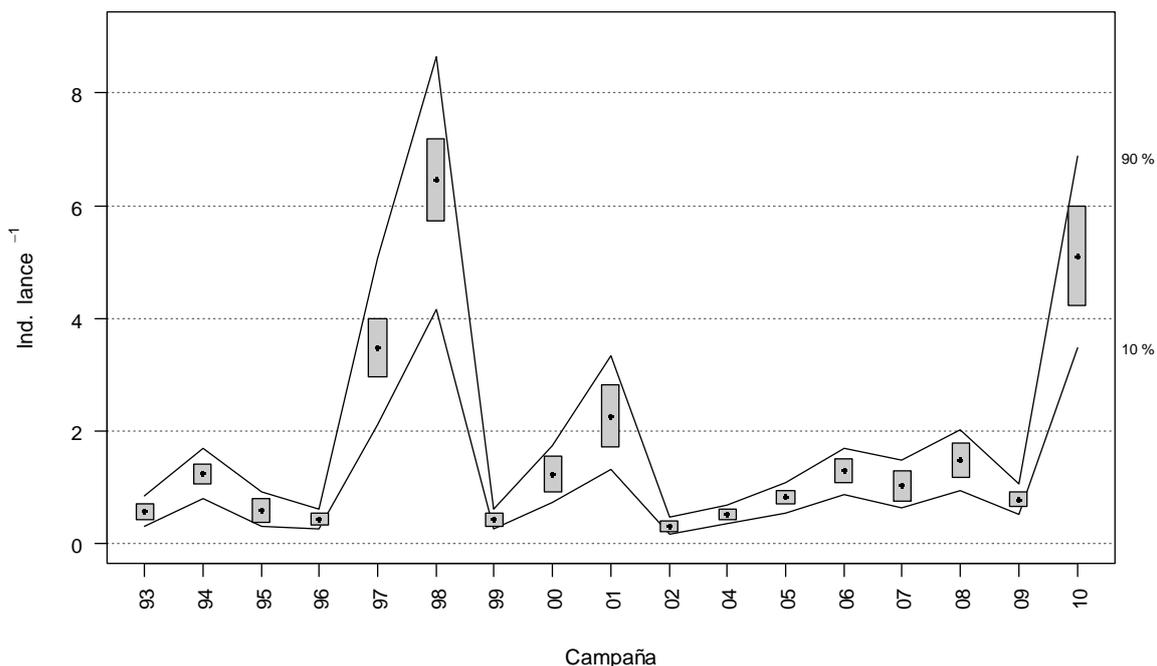


Figura 20. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. *Sepia officinalis* (especie oportunista, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

## Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial

### I) Biomasa de la población

Al igual que para los indicadores del criterio 1.1 de distribución de las especies, el conjunto de especies características de este ecotipo se reduce únicamente a la cigala (*N. norvegicus*, especie vulnerable) y a la gamba blanca (*P. longirostris*, especie oportunista). Obviamente, las mismas consideraciones planteadas en apartados anteriores en cuanto a la imposibilidad de testar estadísticamente la evaluación del estado actual de un ecotipo configurado con tan pocas especies, son también válidas en este caso. Las figuras de la evolución de la serie histórica de estimas de índices relativos de biomasa para cada una de estas especies pueden consultarse en el anexo V.

#### I.1) Especies vulnerables (estrategas de la K)

El estado actual de la cigala *N. norvegicus* no alcanza los objetivos del BEA fijados para el presente indicador expresado en términos de biomasa ( $z\ score_{2010} = -0.35$ ; Figura 21).



Especies vulnerables (estrategas de la *K*) que no alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa

*Nephrops norvegicus*

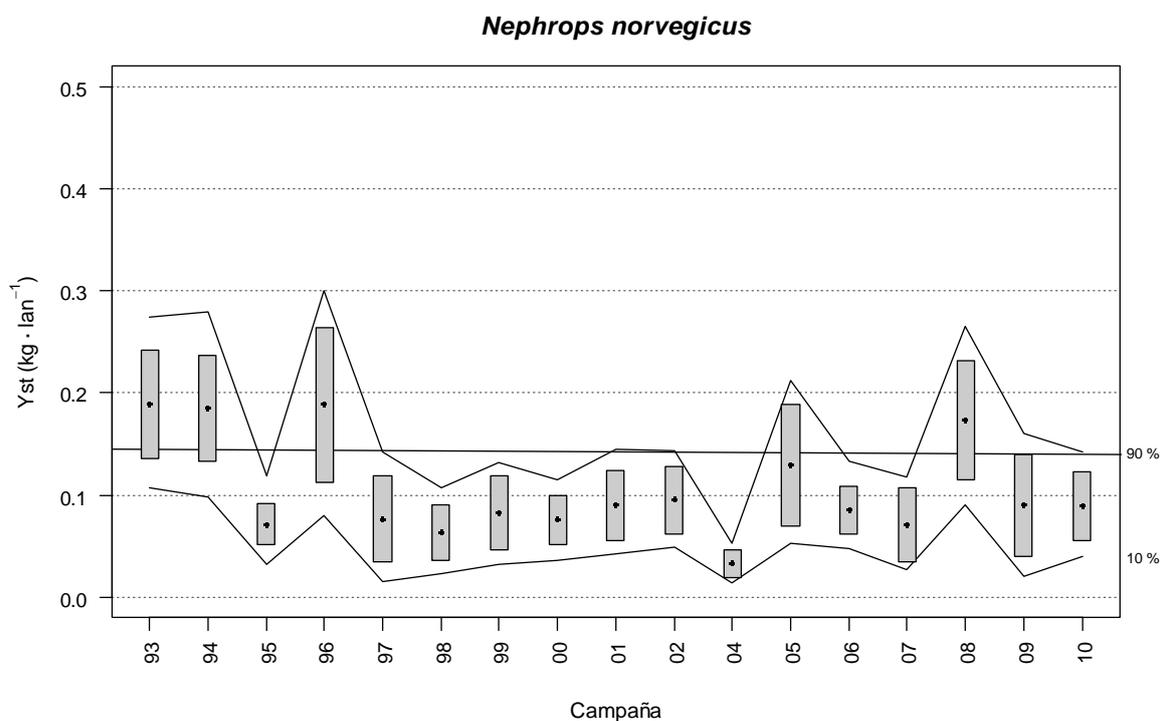


Figura 21. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Nephrops norvegicus* (especie vulnerable, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

## 1.2) Especies oportunistas (estrategas de la *r*)

La gamba blanca *P. longirostris*, cumple actualmente con los objetivos individuales de BEA establecidos para el indicador para el caso de especies oportunistas ( $z\ score_{2010} = -0.1$ ; Figura 22).

Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa

*Parapenaeus longirostris*



### *Parapenaeus longirostris*

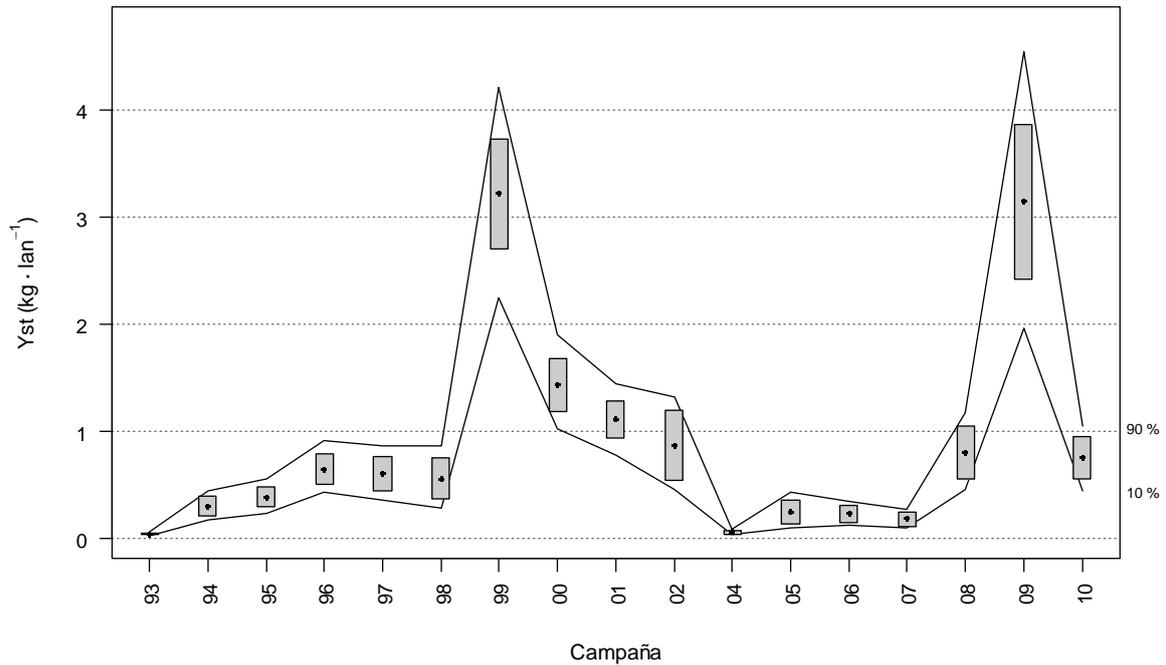


Figura 22. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Parapenaeus longirostris* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de biomasa). Serie histórica de estimas de índices de biomasa relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

## II) Abundancia de la población

### II.1) Especies vulnerables (estrategas de la K)

El estado actual de *N. norvegicus* tampoco cumple con los objetivos de BEA del indicador en términos de abundancia ( $z\ score_{2010} = -0.001$ ; Figura 23).

Especies vulnerables (estrategas de la K) que no alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia

*Nephrops norvegicus*



### *Nephrops norvegicus*

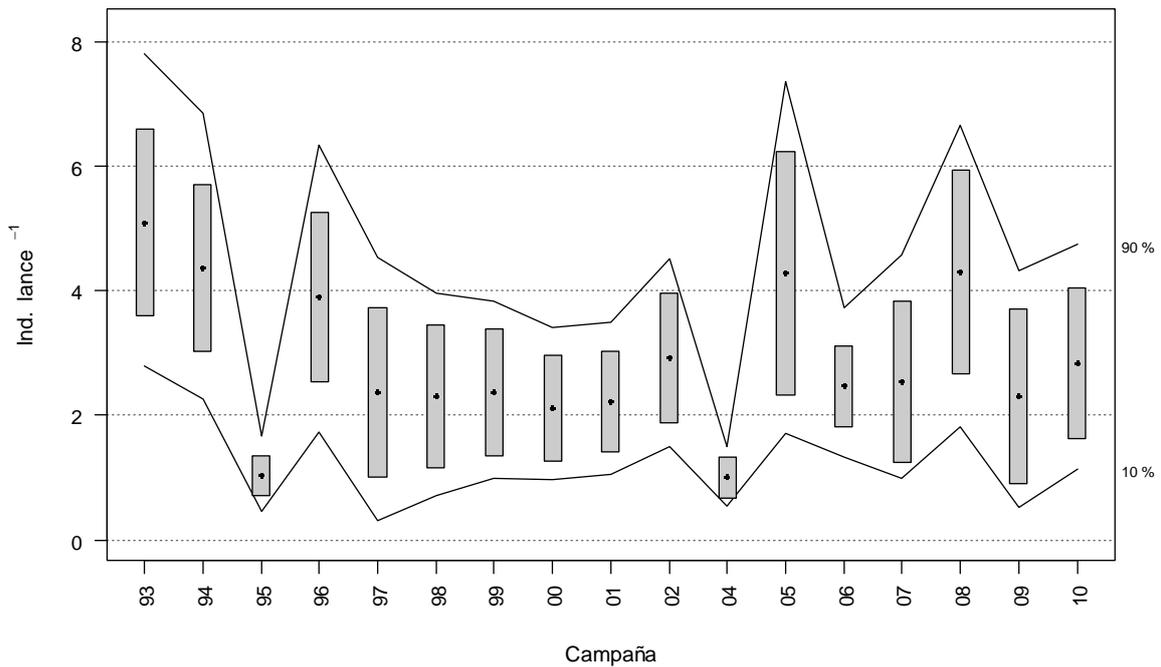


Figura 23. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Nephrops norvegicus* (especie vulnerable, estado actual de sub-BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de estimas de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

## II.2) Especies oportunistas (estrategas de la r)

La gamba blanca *P. longirostris* también cumple con los objetivos del BEA en términos de abundancia ( $z\ score_{2010} = -0.04$ ; Figura 24).

Especies oportunistas (estrategas de la r) que alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia

*Parapenaeus longirostris*



### *Parapenaeus longirostris*

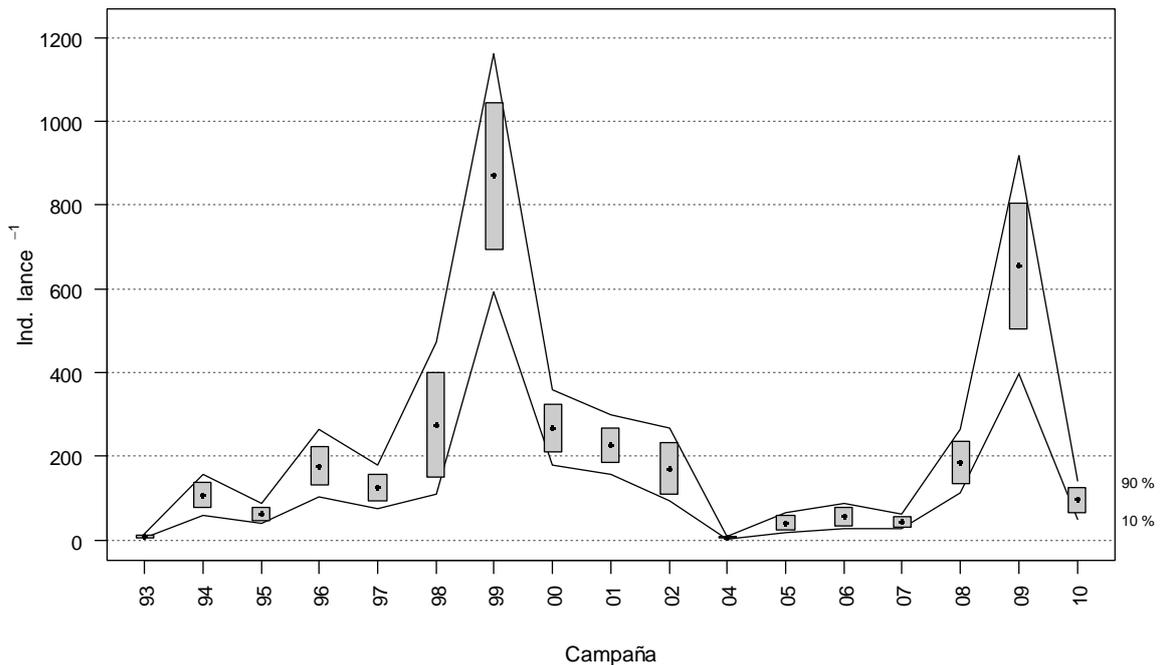


Figura 24. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. *Parapenaeus longirostris* (especie oportunista, estado actual de BEA para indicador 1.2.1 en términos de abundancia). Serie histórica de estimas de índices de abundancia relativa en campañas de investigación (1993-2010, excepto 2003).

### ***Criterio 1.3. Estado de la población. Indicador 1.3.1. Características demográficas de la población (medido mediante la Evolución del percentil 95% de la distribución de tallas)***

#### Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma

La evolución del percentil 95% de la distribución de tallas del pulpo *O. vulgaris* (especie vulnerable) mostró una relativa variabilidad interanual, si bien se detecta cierta tendencia decreciente desde el inicio de la serie hasta 2002, año a partir del cual el indicador muestra poca variación hasta la situación actual (Figura 25).

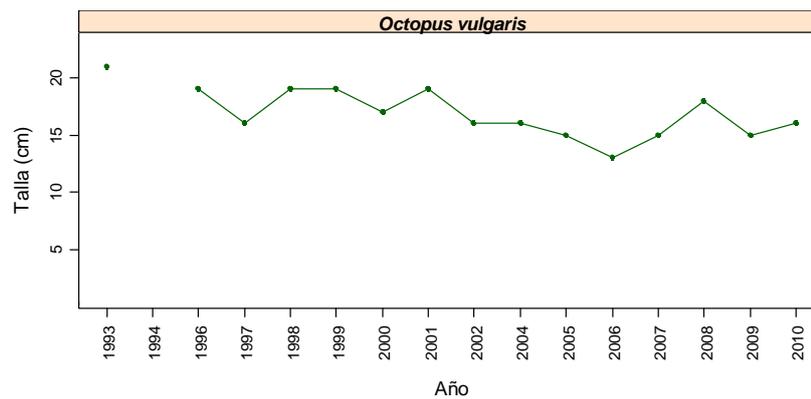
Tres de las cuatro especies oportunistas del ecotipo (*E. cirrhosa*, *E. moschata* y *S. officinalis*) no mostraron serias fluctuaciones interanuales en el indicador. Por el contrario, *L. vulgaris* mostró una alta variabilidad interanual (Figura 26).



### Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial

La evolución del indicador en las 2 especies características del ecotipo, cigala (vulnerable) y gamba blanca (oportunista) no han parecido mostrar cambios relevantes a lo largo de la serie histórica analizada (Figuras 27, 28).

Si se considera que el indicador responde a la presión pesquera y que buena parte de las especies de ambos ecotipos presentan cierta estabilidad, podría deducirse que, al menos, estos ecotipos se encuentran en una situación actual de relativo buen estado ambiental.



**Figura 25. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. Evolución del percentil 95% de tallas (en cm) para las especies características consideradas como vulnerables (estrategas de la K).**

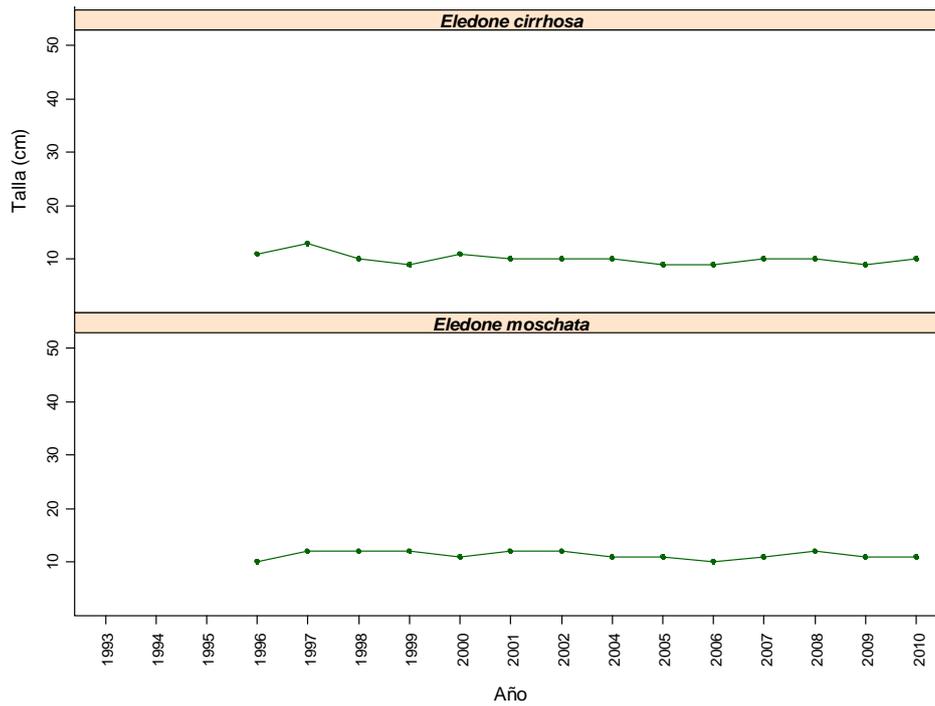


Figura 26. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. Evolución del percentil 95% de tallas (en cm) para las especies características consideradas como oportunistas (estrategas de la r).

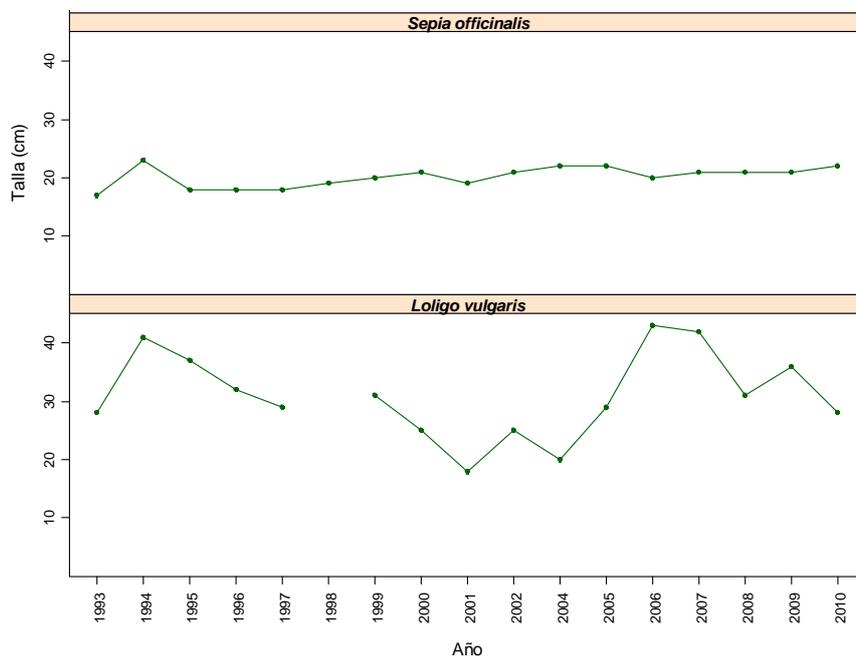


Figura 26 (cont.) Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma. Evolución del percentil 95% de tallas (en cm) para las especies características consideradas como oportunistas (estrategas de la r).

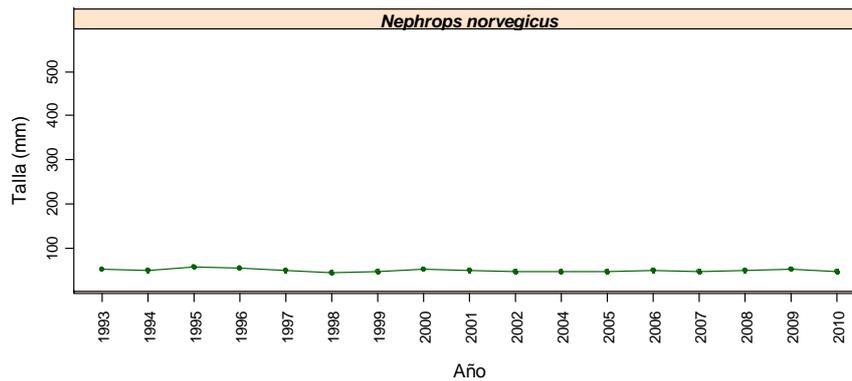


Figura 27. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. Evolución del percentil 95% de tallas (en mm) para las especies características consideradas como vulnerables (estrategas de la K).

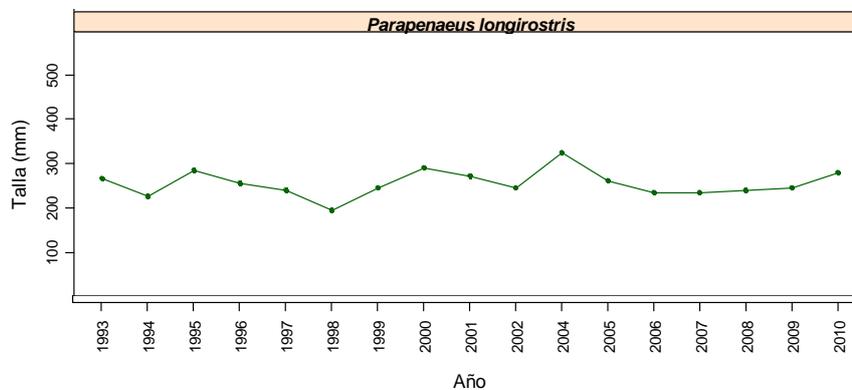


Figura 28. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial. Evolución del percentil 95% de tallas (en mm) para las especies características consideradas como oportunistas (estrategas de la r).

### 2.6.1.2. Grupo funcional peces

#### **Criterio 1.1. Distribución de las especies. Indicadores 1.1.1. Área de distribución y 1.1.2. Patrón de distribución dentro del área de distribución**

En lo que respecta a la distribución espacial, los análisis de datos de la serie histórica disponible muestran que 27 especies sobre un total de 41 cumplen los objetivos en términos de porcentaje de cuadrículas y se considera que cumplen los criterios de BEA. Dado que al menos 28 especies habrían debido cumplir con los objetivos expuestos (Test binomial  $p(27/41) = 0.027$ ) para poder afirmar que el BEA no es debido a la casualidad, el resultado no es casual ( $p\text{-value}(27/41) = 0.0596$ ).

A continuación se presenta la lista de especies catalogadas como especies vulnerables o K (Tabla 9) y oportunistas o r estrategas (Tabla 10), así como los resultados obtenidos a cerca del Estado Ambiental y la tendencia evolutiva de cada una de ellas. Para las



especies vulnerables que no alcanzan los criterios, los resultados no fueron significativos, y considerando que todas han aumentado su rango de distribución o se considera estabilizado, se ha considerado que todas están en BEA. Estas especies son 10 en total, y entre ellas se encuentran los elasmobranchios de pequeño tamaño *Scyliorhinus canicula* y *Etmopterus spinax*. Todas ellas se encuentran en buen estado ambiental, con un valor de 1. En cuanto al porcentaje de ocupación por cuadrículas, en la mayoría de ellas la tendencia es creciente (C), y en el resto decreciente/estable. De las 31 especies oportunistas (*r* estrategias), 17 de ellas cumplen con los criterios individuales de buen estado ambiental. Para la mayoría de las especies, incluyendo aquellas que presentan un valor de 0 en relación al Estado Ambiental, presentan una tendencia de ocupación de cuadrículas creciente o estable, y solamente 3 de ellas presentan una tendencia decreciente.

Es interesante señalar cómo varias de las especies pertenecientes al mismo género presentan resultados diferentes, como es el caso de los géneros *Arnoglossus*, *Pagellus*, *Trachurus* o *Diplodus*. Por citar un ejemplo más concreto, mientras que *Pagellus bellotii* presenta una tendencia creciente en su grado de ocupación, su congénérica *P. erythrinus* presenta una tendencia decreciente, encontrándose ambas en un valor de estado ambiental de 1. En el caso del género *Trachurus* spp. si bien *T. trachurus* se encuentra en un buen estado ambiental (valor 1), para *T. mediterraneus* se ha obtenido un valor de 0, ambas con una tendencia creciente en su porcentaje de ocupación por cuadrículas.

**Tabla 9. Estado ambiental de las especies vulnerables o estrategias de la K en términos de patrón de distribución espacial. Con 1 se indica que alcanzan los criterios individuales, con 0 se indica que no los alcanza. Se indica también la tendencia del porcentaje del número de cuadrículas ocupadas por cada especie a lo largo de la serie histórica (E: estable, D: decreciente, C: creciente).**

Especie	Estado ambiental	Tendencia % cuadrículas
<i>Mullus surmuletus</i>	1	C
<i>Scyliorhinus canicula</i>	1	C
<i>Chelidonichthys obscura</i>	1	C
<i>Merluccius merluccius</i>	1	C
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	1	C
<i>Galeus melastomus</i>	1	C/E
<i>Scorpaena notata</i>	1	D/E
<i>Etmopterus spinax</i>	1	D/E
<i>Cepola macrophthalma</i>	1	D/E
<i>Phycis blennoides</i>	1	D/E



**Tabla 10.** Estado ambiental de las especies oportunistas o estrategias de la *r* en términos de patrón de distribución espacial. Con 1 se indica que alcanzan los criterios individuales, con 0 se indica que no los alcanza. Se indica también la tendencia del porcentaje del número de cuadrículas ocupadas por cada especie a lo largo de la serie histórica (E: estable, D: decreciente, C: creciente)

Especies	Estado ambiental	Tendencia % cuadrículas
<i>Lesueurigobius friesii</i>	0	C
<i>Arnoglossus laterna</i>	0	C
<i>Pagellus erythrinus</i>	0	C
<i>Trachurus mediterraneus</i>	0	C
<i>Serranus hepatus</i>	0	C
<i>Spondylisoma cantharus</i>	0	C
<i>Diplodus vulgaris</i>	0	C
<i>Argentina sphyraena</i>	0	C
<i>Microchirus spp.</i>	0	C
<i>Trachinus draco</i>	0	C
<i>Citharus linguatula</i>	0	C
<i>Gnathophis mystax</i>	0	C
<i>Lesueurigobius sanzi</i>	0	C
<i>Arnoglossus thori</i>	0	C
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	1	C/E
<i>Boops boops</i>	1	C/E
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	1	C/E
<i>Diplodus annularis</i>	1	C/E
<i>Spicara flexuosa</i>	1	C/E
<i>Gobius niger</i>	1	C/E
<i>Pagellus bellottii</i>	1	C/E
<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	1	C/E
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>	1	C/E
<i>Micromesistius poutassou</i>	1	C/E
<i>Trachurus trachurus</i>	1	C/E
<i>Pagellus acarne</i>	1	D
<i>Symphurus nigrescens</i>	1	D/E
<i>Callionymus maculatus</i>	1	D
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	1	D
<i>Arnoglossus imperialis</i>	1	D/E
<i>Diplodus bellottii</i>	1	D/E

El análisis del patrón de distribución, dentro del rango de distribución de las especies, se ha realizado en base a los datos del porcentaje de cuadrículas con presencia. Esto se ha llevado a cabo para las 41 especies seleccionadas y en los 5 estratos batimétricos



bien muestreados durante las campañas ARSA. A este respecto, se debe tener en cuenta que en el año 2010 no se pudo muestrear el estrato E, así pues, las especies con una distribución más profunda pueden estar subestimadas para dicho año. Apoyando a estos resultados, también se muestran los mapas de distribución de estas especies, en relación a la presencia de las mismas en cada cuadrícula de muestreo.

Debido al elevado número de gráficas y mapas resultantes, en este apartado se presentan únicamente las correspondientes a las especies más representativas, o en las que se ha detectado algo que se deba resaltar. Los mapas y gráficos del resto de las especies analizadas se presentan en los Anexos III y IV.

### **Especies vulnerables (K estrategias) en Buen Estado Ambiental**

En el caso de las especies vulnerables, como se comentó en el apartado anterior, todas se encuentran en Buen Estado Ambiental según el Indicador 1.1.1. (Tabla 9).

En el caso de la merluza (*M. merluccius*), la tendencia en el porcentaje de cuadrículas con presencia desde el inicio de la serie es ascendente (Figura 29, superior). El análisis por estrato batimétrico, muestra que esta tendencia es bastante estable en los estratos intermedios (B, C y D), y que esta tendencia total de carácter ascendente se debe fundamentalmente a la mayor presencia de la especie en el estrato más somero (A), sobre todo a partir del año 2001 (Figura 29, inferior y Figura 31). En el año 2006 se detectó un fuerte descenso en la presencia de merluza en el estrato más profundo, y a partir de ese mismo año se inicia una tendencia ascendente.

Otra de las especies en BEA para este indicador es la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*). La tendencia general en el porcentaje de cuadrículas con presencia de esta especie también es ascendente, pasando de un 12.5 % aproximadamente al inicio de la serie en 1993, hasta el 17 % en 2010 (Figura 30, superior). Esta especie no está presente en el estrato más somero. En el resto de estratos, como puede observarse en la Figura 30, inferior y Figura 31), el porcentaje de cuadrículas con presencia ha fluctuado mucho de un año a otro, y en todos los estratos. El aumento más importante se ha detectado para el estrato más profundo, a partir de 1999.

Para el resto de especies vulnerables en Buen Estado ambiental, los resultados gráficos se presentan en los Anexos III y IV. A continuación se describen muy brevemente los resultados obtenidos para estas especies:

- *Mullus surmulletus*: tendencia general ascendente. Presente en todos los estratos batimétricos, y porcentaje de presencia muy variable de un año a otro, con máximos valores de presencia en el estrato A.
- *Chelydonichtis obscura*: tendencia ascendente. No presente en el estrato E. Aumento del porcentaje de presencia en los estratos B y C, sobre todo a partir de 1999.



- *Helycolenus dactylopterus*: esta especie no está presente en el estrato más somero (A). Leve tendencia ascendente, debido principalmente a l aumento en presencia en el estrato E.
- *Galeus spp.*: especie no presente en a menos de 100 m (estratos A y B). Leve tendencia ascendente, debido al aumentar su presencia en el estrato E a partir de 1998.
- *Scorpaena notata*: esta especie no está presente en el estrato más profundo. Leve tendencia descendente en el porcentaje de cuadrículas con presencia. Esta disminución fue más acusada en el estrato B, a partir de 2002. Aunque al mismo tiempo se produjo un aumento en el porcentaje de presencia en el estrato A.
- *Etmopterus spinax*: especie solo presente en los dos estratos más profundos. Aunque se observa una leve tendencia descendente, a partir de 1998 se observa un aumento en el porcentaje de presencia de esta especie en el estrato E.
- *Cepola macrophtalma*: la cepola presenta una tendencia general estable en su porcentaje de ocupación. No está presente en el estrato más profundo, y se ha observado un aumento en el porcentaje de presencia en el estrato A a partir de 2005.
- *Phycis blennoides*: se observa una leve tendencia descendente. Especie no presente en los estratos más someros, hasta los 100 m. Se observa un aumento en la presencia de esta especie en el estrato E a partir de 1999, aunque con un fuerte descenso entre los años 2001 y 2004.

### Especies oportunistas (r estrategas) en Buen Estado Ambiental

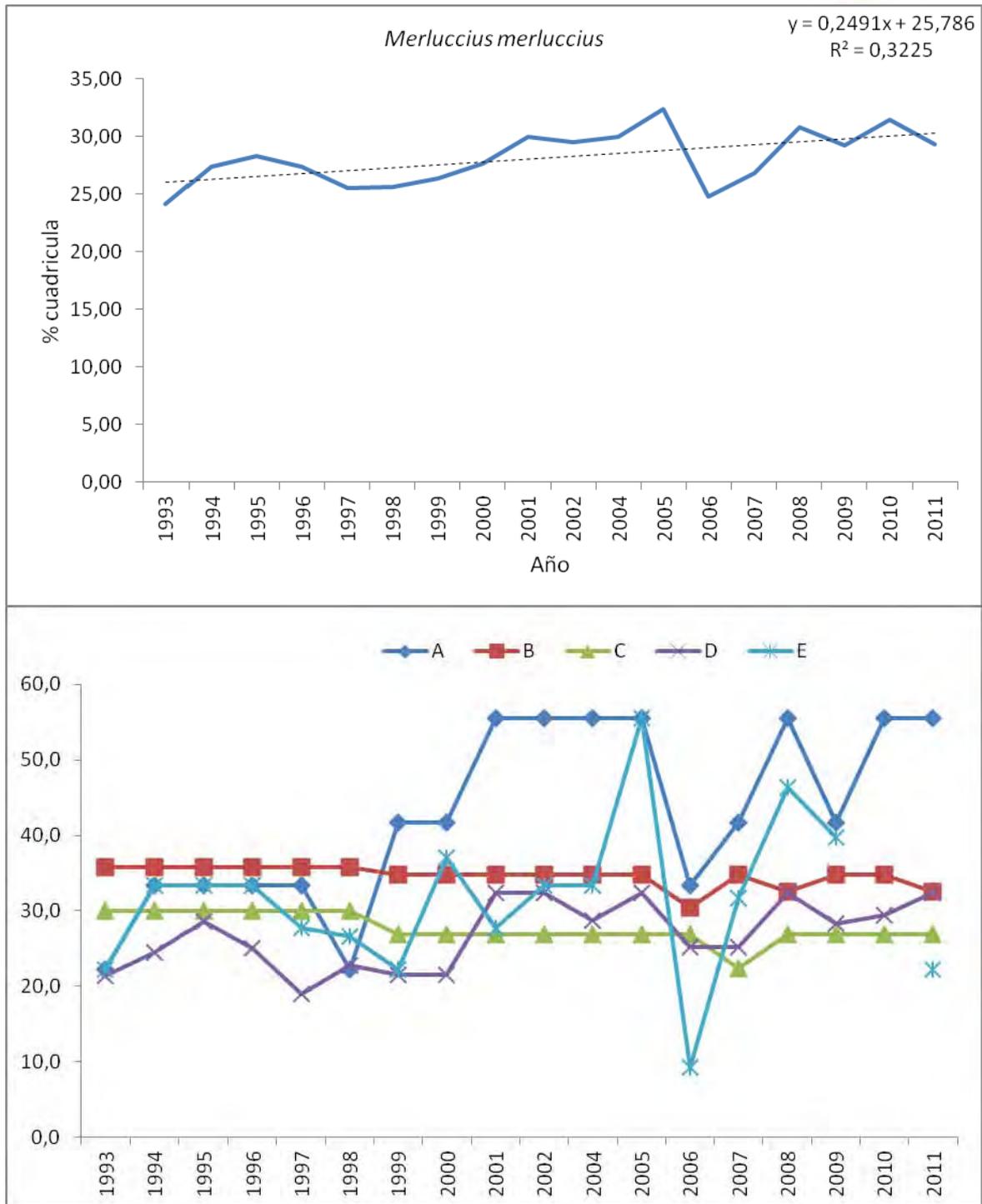
Para este grupo de especies se presenta el caso de *Pagellus acarne*, especie que presenta una tendencia claramente descendente en el porcentaje de cuadrículas con presencia. Este descenso va desde un 15 % en 1993, hasta un 9 % en 2010, aproximadamente (Figura 32, superior). Esta especie no está presente en el estrato más profundo. En los estratos B y C se observa una disminución continua desde el año 1997 (Figura 32, Figura 33). En el estrato C esta disminución es más acusada, y parece darse desde la zona más occidental del área de muestreo. En el estrato más somero, se observa un fuerte aumento en el porcentaje de cuadrículas ocupadas entre 1998 y 2009.

Para el resto de especies oportunistas en Buen Estado Ambiental, los resultados gráficos se presentan en los Anexos III y IV. A continuación se describen muy brevemente los resultados obtenidos para algunas de estas especies:

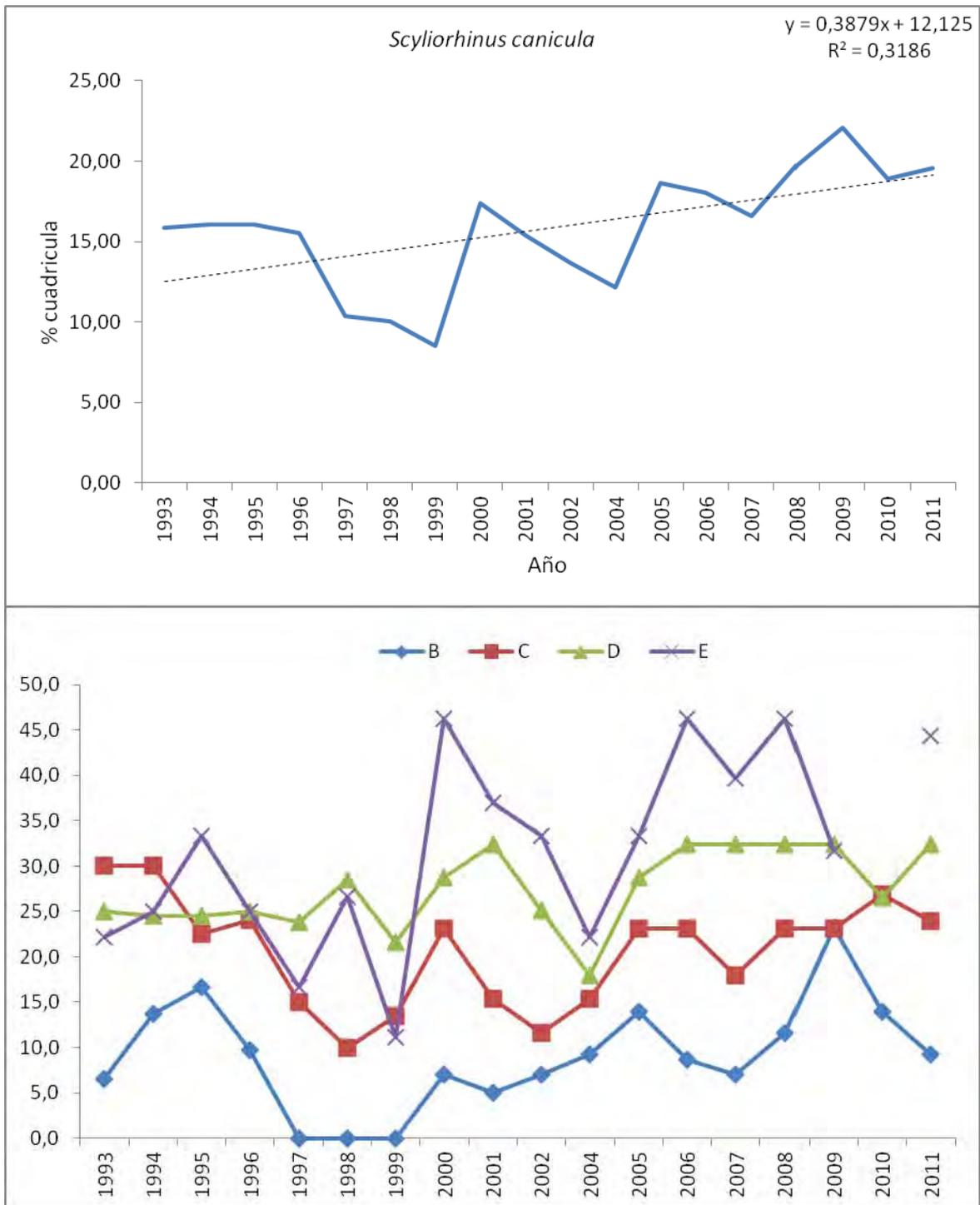
- *Arnoglossuss imperialis*: especie presente hasta los 200 m (estratos A y B). La tendencia observada en el porcentaje de cuadrículas ocupadas es descendente. Se observa un aumento de la tendencia en el grado de ocupación entre los años 1999 y 2001, en los estratos A y C.



- *A. rueppelii*: al contrario que la especie co-genérica anterior, *A. rueppelii* no está presente en el estrato A, presentando una distribución más profunda. Aunque con grandes variaciones interanuales, la tendencia en el porcentaje de ocupación de esta especie es ascendente. Si observamos su presencia por estratos batimétricos, si bien en los estratos B y E la tendencia es bastante estable, a partir del año 2000 el porcentaje de ocupación en el estrato D aumenta en detrimento del C, indicando un desplazamiento de la especie a más profundidad.
- *Deltentosteus quadrimaculatus*: la tendencia general observada es descendente. Esta especie no está presente en el estrato más profundo a más de 500 m (estrato E). Para el resto de estratos se observa una leve tendencia descendente, excepto en el estrato más somero, en el que se detectó un fuerte aumento del porcentaje de cuadrículas ocupadas, cercano al 50%) solamente en el año 2008.
- *Diplodus annularis*: este espárido de pequeño tamaño solo está presente hasta los 100 m (estratos A y B). La tendencia general es de un leve aumento. Si bien en el estrato B la tendencia es más o menos estable a lo largo de la serie histórica analizada, en el estrato A se observa un leve aumento hasta el año 2002, un fuerte descenso en 2004, y una tendencia al aumento a partir de 2005.
- *Gobius niger*: para esta especie se observa un leve aumento en el porcentaje de cuadrículas ocupadas. No aparece a más de 500 m. El estrato con mayor porcentaje de ocupación es el más somero (estrato A), y se observan grandes variaciones interanuales en el grado de ocupación.
- *Spicara flexuosa*: especie presente hasta los 200m. En los estratos B y C la tendencia fue más o menos estable. En el estrato A, donde el porcentaje de presencia es mayor, los valores observados son muy variables de un año a otro, igual que ocurría con la especie anterior.

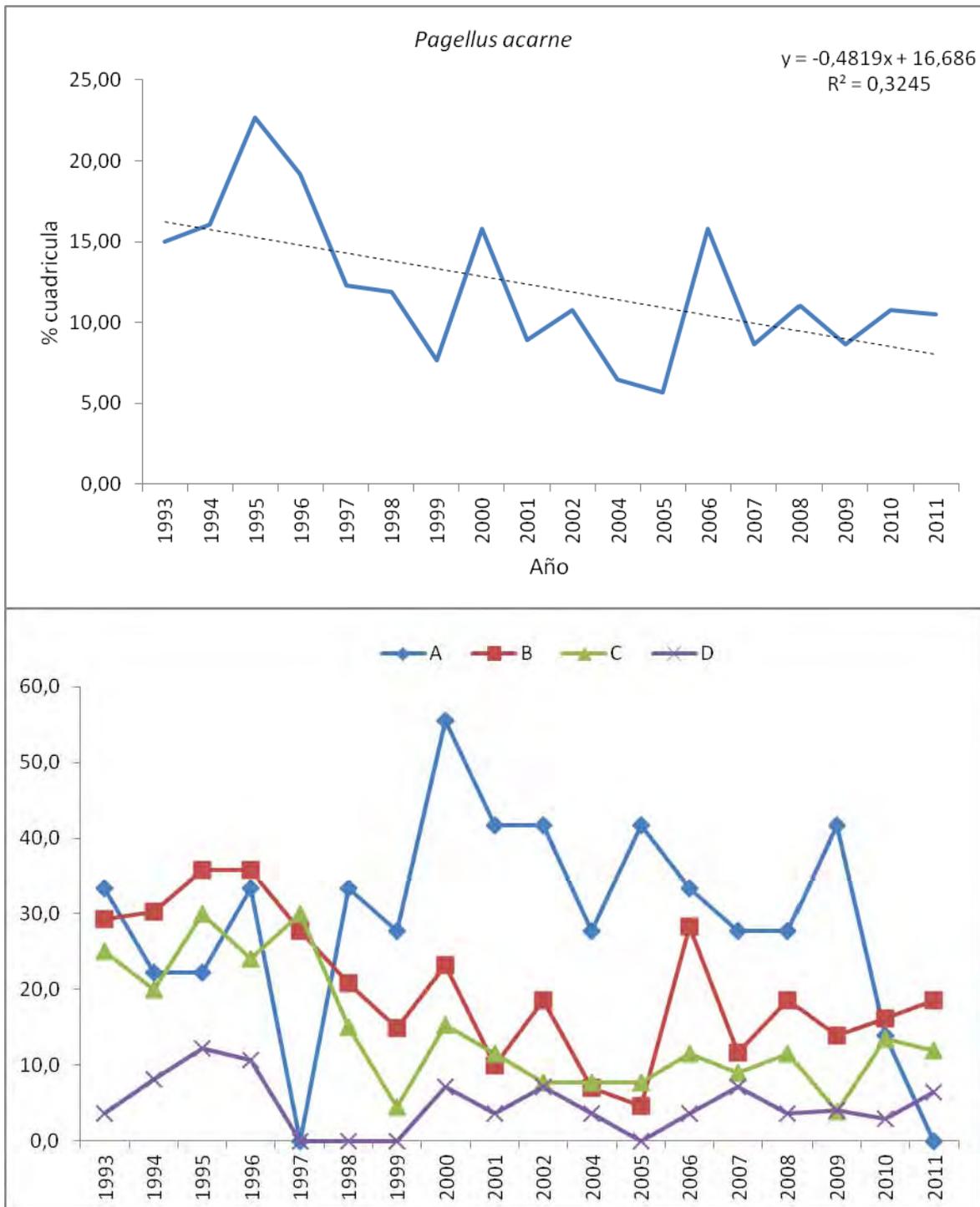


**Figura 29.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Merluccius merluccius* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

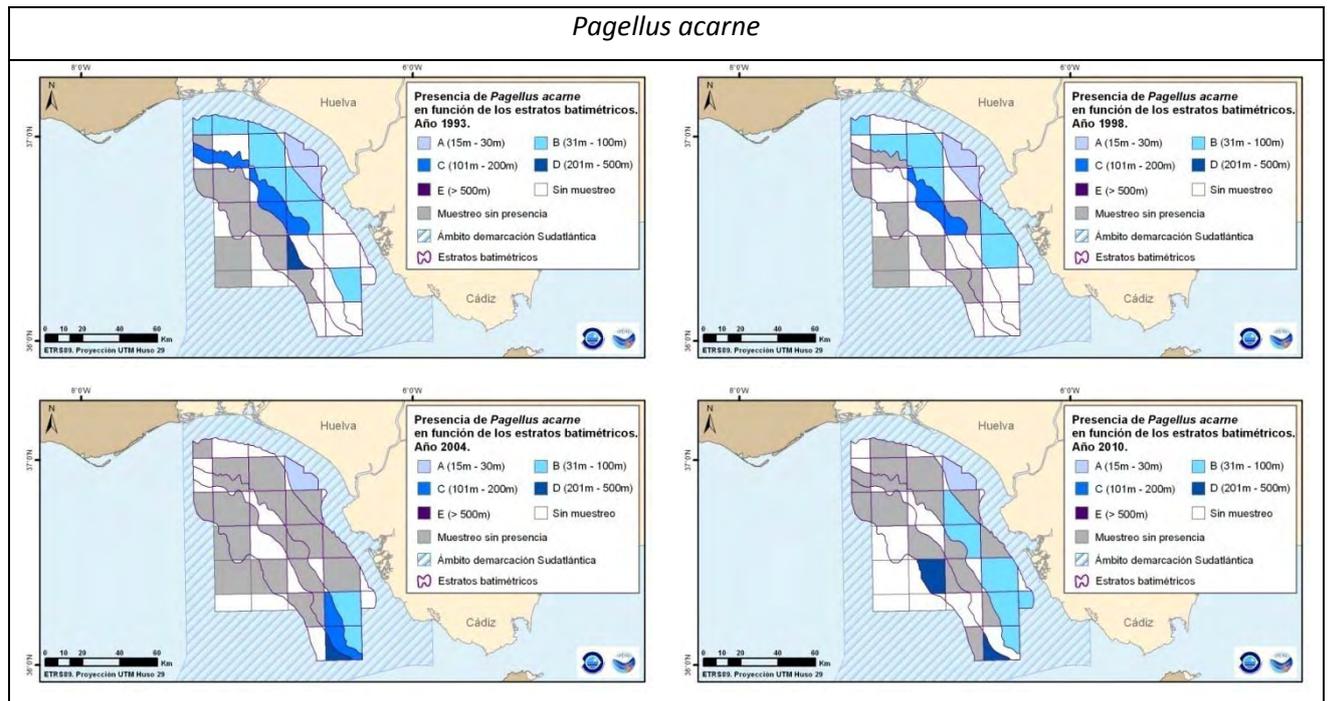


**Figura 30.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Scylliorhinus canicula* desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).





**Figura 32. En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Pagellus acarne* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).**



**Figura 33. Rango de distribución de especies vulnerables (K estrategias) en Buen Estado Ambiental: *Pagellus acarne* (años 1993, 1998, 2004 y 2010).**

### Especies oportunistas (r estrategias) que no alcanzan el BEA

Entre estas especies (14 en total, Tabla 10), destacamos *Arnoglossus laterna* y *Pagellus erythrinus*. Para *A. laterna* se observa una tendencia ascendente en el porcentaje de ocupación por cuadrículas (Figura 34). Esta especie está presente en todos los estratos, excepto en el más profundo (más de 500 m). Por estrato batimétrico, en los estratos B, C y D la tendencia observada es más o menos estable, sin ninguna tendencia. Sin embargo, para el estrato A, a partir del año 1998 se observa un fuerte aumento en el porcentaje de ocupación de cuadrículas de este estrato, en el periodo 2000-2010, lo que indica un aumento de esta especie en aguas más someras en este periodo (Figura 34, Figura 36).

*P. erythrinus* presenta una tendencia general ascendente en el porcentaje de cuadrículas ocupadas (Figura 35, superior). Este aumento se produce en los cuatro estratos batimétricos en los que está presente la especie (Figura 35, Figura 36), con fuertes fluctuaciones interanuales en el estrato más somero.

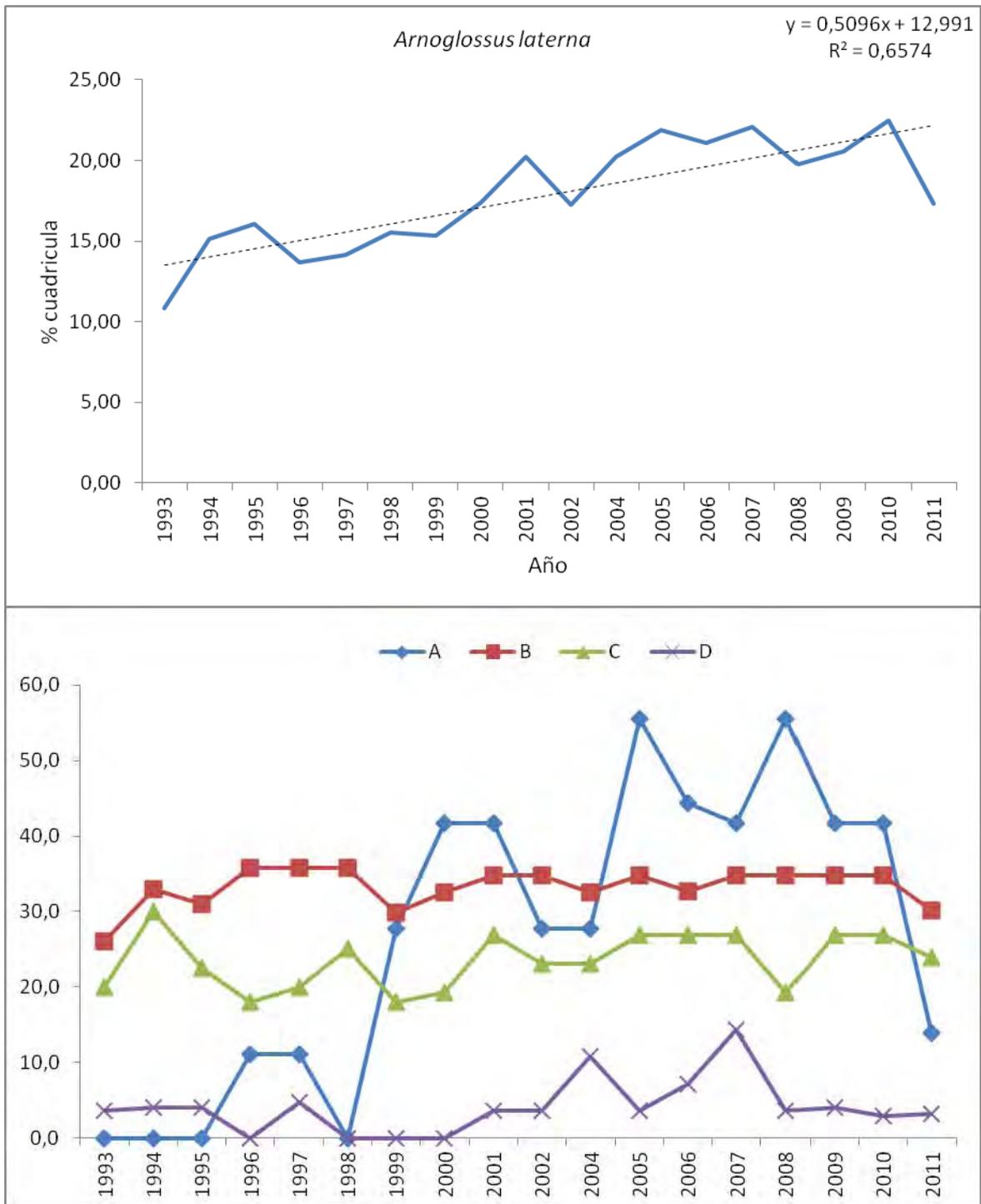
Para el resto de especies oportunistas que no alcanzan los criterios de Buen Estado Ambiental, los resultados gráficos se presentan en los Anexos III y IV. A continuación se describen muy brevemente, a modo de ejemplo, los resultados obtenidos para:

- *Citharus linguatula*: especie presente en todos los estratos de profundidad. Tendencia en el porcentaje de cuadrículas ocupada ascendente. En los estratos B, C

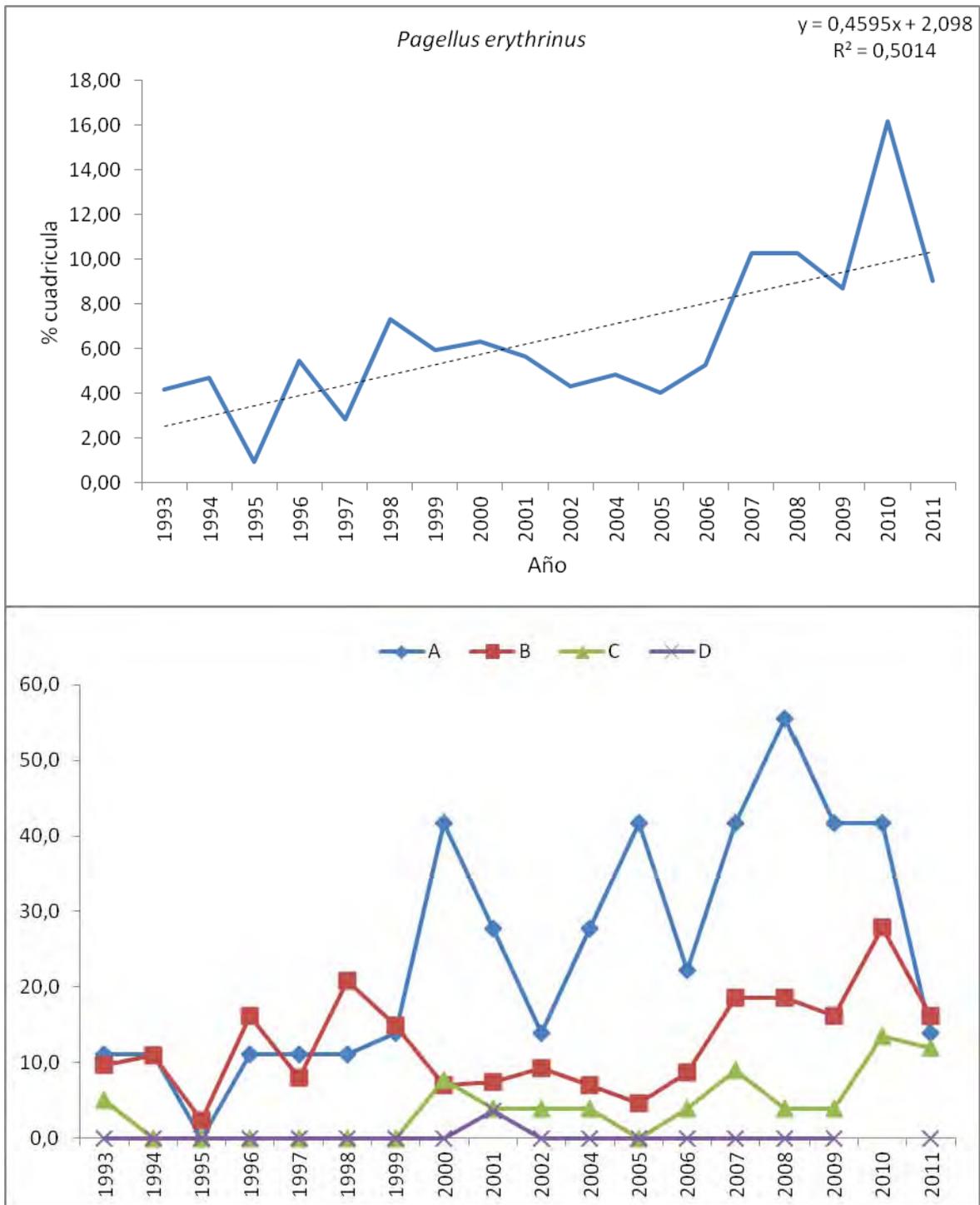


y E el grado de ocupación se ha mantenido más o menos estable a lo largo de la serie analizada. En el estrato más somero (A), se observa un aumento que se mantiene entre 1996 y 2009, con una fuerte disminución en los años 2007, 2010 y 2011.)

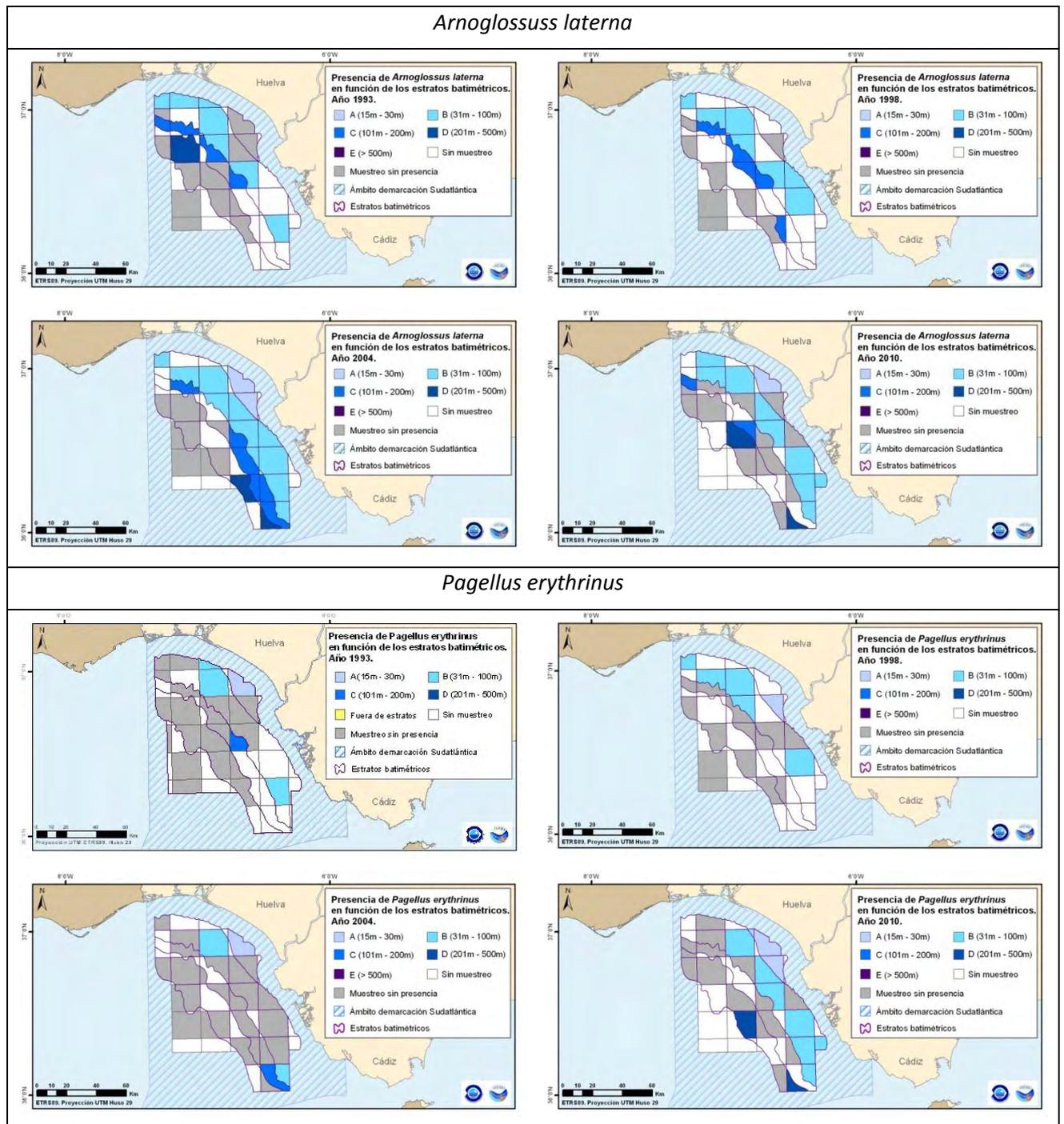
- *Trachinus draco*: especie muy costera, presente solo en los estratos A y B. Tendencia general y por estrato ascendente. Mayores fluctuaciones en el porcentaje de ocupación de cuadrículas en el estrato más somero (estrato A).



**Figura 34.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Arnoglossus laterna* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



**Figura 35.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Pagellus erythrinus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



**Figura 36. Rango de distribución de especies vulnerables (K estrategias) en Mal Estado Ambiental: *Arnoglossus laterna* y *Pagellus erythrinus* (años 1993, 1998, 2004 y 2010).**



## **Criterio 1.2. Tamaño de la población. Indicador 1.2.1. Abundancia o biomasa de la población**

### **I) Biomasa de la población**

En total hay 41 especies clasificadas como *K* y *r*, por tanto, para que podamos afirmar que el BEA no es debido al azar, al menos 28 especies deberían cumplir con los objetivos expuestos (Test binomial  $p(28/41) = 0.0275$ ). Con los datos del año 2010 y la serie histórica disponible, 16 especies sobre un total de 41 cumplen los objetivos en términos de biomasa y se podría considerar que están en BEM o están recuperándose. Por tanto, no podemos afirmar que este resultado no sea por casualidad ( $p\text{-value}(16/41) = 0.211$ ). 25 de estas especies sobre un total de 41 no cumplen los objetivos en términos de biomasa. Así pues tampoco podemos afirmar que este resultado no sea por casualidad ( $p\text{-value}(25/41) = 0.211$ ).

Los índices de biomasa han sido calculados para las 41 especies bien muestreadas. Los gráficos correspondientes están disponibles en el anexo V.

#### **I.1) Biomasa de la población: especies vulnerables (K estrategas)**

Las especies estrategas de la *K* que actualmente alcanzan los valores fijados como BEA (datos de 2010) son 6 sobre un total de 10. Basándonos en la distribución binomial, se ha observado que tal proporción no es suficiente (probabilidad mayor del 5%) para afirmar que se haya alcanzado el buen estado ambiental, ya que este mismo test da como resultado que este valor (6/10) es casual. El número mínimo de especies que deberían cumplir con los objetivos fijados para rechazar que se haya debido al azar sería 9 ( $p=0.0215$ ).

Las especies estrategas de la *K* que cumplen individualmente con el objetivo fijado son las reflejadas en el listado que se presenta a continuación.

<b>Especies vulnerables (estrategas de la <i>K</i>) que alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa</b>
<i>Chelidonichthys obscurus</i>
<i>Merluccius merluccius</i>
<i>Mullus surmuletus</i>
<i>Phycis blennoides</i>
<i>Scyliorhinus canicula</i>
<i>Scorpaena notata</i>

*Ch. obscura*, *M. merluccius* y *S. canicula* muestran en general un patrón creciente a lo largo de la serie histórica (anexo V, Apartado 1). *M. surmulletus* muestra una tendencia estable hasta los dos años finales de la serie, en los que muestra un importante aumento. Para la brótola (*P. blennoides*) se observa una tendencia descendente que se



estabiliza entre 2000 y 20005, para subir a partir de 2006. Para *S. notata* el patrón es descendente hasta el año 1997, para sufrir un leve aumento a partir de ese año (anexo V, Apartado 1).

Por otra parte las especies estrategas de la *K* que no alcanzan el BEA son 4, y se detallan a continuación:

**Especies vulnerables (estrategas de la *K*) que no alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa**

*Cepola macrophthalma*

*Etmopterus spinax*

*Galeus melastomus*

*Helicolenus dactylopterus*

Todas estas especies muestran un descenso de la biomasa en los últimos años de la serie histórica (anexo V, Apartado 2): *C. macrothlama* desde 1996; *G. melastomus* y *H. dactylopterus* presentan un patrón muy fluctuante hasta el año 2005 y tendencia descendente a partir de este mismo año; y *E. spinax* presenta un patrón bastante estable hasta el año 2007, y es en los últimos tres años de la serie cuando la tendencia en los valores de biomasa es decreciente (anexo V, Apartado 2).

**I.2) Biomasa de la población: especies oportunistas (*r* estrategas)**

Las especies estrategas de la *r* que actualmente (datos del 2010) alcanzan los criterios de BEA son 10 sobre un total de 31. Basándonos en la distribución binomial, tal proporción no es suficiente (probabilidad mayor del 5%) para afirmar que se haya alcanzado el buen estado ambiental. Este valor no es significativo desde el punto de vista estadístico, ya que el número de especies que deberían alcanzar el criterio sería de 22 como mínimo (con  $p=0.0294$ ). Las especies oportunistas que cumplen con los objetivos individuales se muestran en la lista siguiente, y en el Apartado 3 del anexo V se presentan los gráficos resultantes.

**Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa**

*Argentina sphyraena*

*Callionymus maculatus*

*Deltentosteus quadrimaculatus*

*Gadiculus argenteus*

*Lesueurigobius sanzoi*

*Micromesistius poutassou*

*Spicara flexuosa*

*Symphurus nigrescens*



*Trachurus mediterraneus*  
*Trachurus trachurus*

Entre estas especies hay como 3 grupos en función de la evolución anual en sus valores de abundancia en biomasa:

- Evolución más o menos estable de la biomasa a lo largo de toda la serie histórica (*D.* y *S. flexuosa*), o a partir de los primeros años de la misma (*C. maculatus*, *L. sanzoi* y *S. nigrescens*) y *M. poutassou* desde 2005.
- Evolución variable a lo largo de la serie histórica, y tendencia descendente en la biomasa en los últimos años: *A. sphyraena* y *G. argenteus*.
- Los dos jureles, que ambos presentan una evolución ascendente al final de la serie, desde 2002 *T. trachurus* y desde 2006 *T. mediterraneus*.

Por otra parte, las especies estrategas de la *r* que no alcanzan el BEA son 21 (listado adjunto). Este valor no es significativo desde el punto de vista estadístico, ya que el número de especies que deberían alcanzar el criterio sería 22 como mínimo (con  $p=0.0294$ ). Sin embargo, todas estas especies muestran una tendencia creciente (contrariamente a los objetivos propuestos), lo que podría ser interpretado como una mala señal.

Especies oportunistas (estrategas de la <i>r</i> ) que no alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa	
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	<i>Lepidotrigla cavillone</i>
<i>Arnoglossus thori</i>	<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>
<i>Arnoglossus imperialis</i>	<i>Lesueurigobius friesii</i>
<i>Arnoglossus laterna</i>	<i>Microchirus boscanion</i>
<i>Boops boops</i>	<i>Pagellus acarne</i>
<i>Citharus linguatula</i>	<i>Pagellus bellottii</i>
<i>Diplodus annularis</i>	<i>Pagellus erythrinus</i>
<i>Diplodus bellottii</i>	<i>Serranus hepatus</i>
<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Spondyliosoma cantharus</i>
<i>Gnathophis mystax</i>	<i>Trachinus draco</i>
<i>Gobius niger</i>	

En el anexo V, Apartado 4 de este documento se presentan los gráficos de la evolución de la biomasa anual obtenidos para estas especies. Para todas estas especies, aparte de las particularidades de cada una, la tendencia general es estable para toda la serie, o estable y ascendente en los últimos años de la serie.



## II) Abundancia (en número) de la población:

Como se ha comentado en el apartado relativo a la biomasa, en total hay 41 especies clasificadas como *K* y *r*, y al menos 28 especies deberían alcanzar el BEA (Test binomial  $p$  ( $28/41$ )= 0.0275). Con los datos del año 2010 y la serie histórica disponible, 16 especies sobre un total de 41 cumplen los objetivos en términos de número y se podría considerar que están en BEA o están recuperándose ( $p$ -value ( $16/41$ )= 0.211). Sin embargo, la distribución de estas especies en buen estado o tendientes a él no es igual en el caso de las especies *K* que de las *r*.

Los índices de abundancia en número han sido calculados para las 41 especies objeto de estudio y están disponibles en el anexo VI.

### II.1) Abundancia de la población: especies vulnerables (estrategas de la *K*):

Las especies estrategas de la *K* que actualmente (datos del 2010) cumplen con los objetivos fijados a partir de los datos en número son 6 sobre un total de 10. Basándonos en la distribución binomial, se ha observado que tal proporción no es suficiente (probabilidad mayor del 5%) para afirmar que se haya alcanzado el buen estado ambiental en la comunidad. Efectivamente el test de distribución binomial da como resultado que serían necesarias 9 especies que cumplieran con los criterios para considerar que el resultado no es casual con una  $p=0.0215$ .

Las especies *K* que cumplen los objetivos son un total de 6, y coinciden con las estrategas de la *K* que cumplen con los objetivos en términos de biomasa en peso. Para todas estas especies, la evolución de la abundancia en número al final de la serie es ascendente (Anexo VI, Apartado 1).

#### Especies vulnerables (estrategas de la *K*) que alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia

*Chelidonichthys obscurus*  
*Merluccius merluccius*  
*Mullus surmuletus*  
*Phycis blennoides*  
*Scyliorhinus canicula*  
*Scorpaena notata*

En el caso de las especies *K* estrategas que no alcanzan el BEA en términos de abundancia en número, también coinciden con lo expuesto para la biomasa. Estas cuatro especies presentan una tendencia descendente en su abundancia al menos en los últimos años de análisis (Anexo VI, Apartado 2).



### Especies vulnerables (estrategas de la *K*) que no alcanzan los criterios individuales en términos de biomasa

*Cepola macrophthalma*  
*Etmopterus spinax*  
*Galeus melastomus*  
*Helicolenus dactylopterus*

Los valores de *Z* para las especies estrategias de la *K* que estaban en BEA variaban entre 3.8 y 0.28 para *M. surmuletus* y *P. blennoides* respectivamente. Mientras que los valores de *Z* para las especies estrategias de la *K* que no cumplían con los objetivos oscilan entre -0.5 y -1.35 para *C. macrophthalma* y *H. dactylopterus* respectivamente.

### II.2) Abundancia de la población: especies oportunistas (estrategas de la *r*):

Las especies estrategias de la *r* que actualmente (datos del 2010) cumplen con los objetivos fijados a partir de los datos en número son 10 sobre un total de 31. Basándonos en la distribución binomial, este número de especies no es suficiente, ya que serían necesarias 22 especies para afirmar que se ha alcanzado el buen estado ambiental ( $p\text{-value } (22/31) = 0.0294$ ). Para este grupo de especies, las especies que cumplen los objetivos y las que no también coinciden con los resultados obtenidos para la biomasa en peso. Estas especies se detallan de nuevo en los listados que se presentan a continuación. Los gráficos resultantes correspondientes a la evolución anual de la abundancia en número para estas especies se presentan en el Anexo VI, Apartados 3 y 4).

De las especies que cumplen con los objetivos fijados en términos de abundancia *D. quadrimaculatus*, *G. argenteus* y *P. bellotii* presentan un patrón con muchas fluctuaciones interanuales en su abundancia, sin observarse una tendencia clara. Hay otro grupo de especies que presentan una tendencia más o menos estable excepto en algunos años concretos en los que se detecta un fuerte aumento. Es el caso de *A. sphyraena* en 2006, *C. maculatus* en 2007, *L. sanzoi* en 2006 y 2010, *S. nigrescens* en 1994. *M. poutassou* presenta este aumento durante un periodo de varios años, desde 1999 hasta 2005. Es destacable el comportamiento observado para las dos especies de jurel incluidas en este grupo. Mientras la abundancia en número de *T. mediterraneus* se mantiene estable hasta 2006, para ascender bruscamente en los años posteriores (máximo valor en 2009) y descender también bruscamente en 2010, la abundancia de *T. trachurus* muestra su valor máximo en 1994 con una tendencia descendente desde ese año hasta 1999, año a partir del cual los valores de abundancia se mantienen estables hasta el final de la serie (Anexo VI, Apartado 3).

### Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia

*Argentina sphyraena*



*Callionymus maculatus*  
*Deltentosteus quadrimaculatus*  
*Gadiculus argenteus*  
*Lesueurigobius sanzoi*  
*Micromesistius poutassou*  
*Pagellus bellottii*  
*Symphurus nigrescens*  
*Trachurus mediterraneus*  
*Trachurus trachurus*

Las especies oportunistas (estrategas de la *r*) que no cumplen con los objetivos fijados en términos de abundancia presentan todas unas tendencias ascendentes en los últimos años del periodo analizado. Destacar entre ellas el patrón altamente fluctuante de *D. bellottii*, *P. acarne* o *S. flexuosa*; y los picos máximos de abundancia registrados en 2007 para *D. vulgaris* y en 2005 para *G. mystax* (Anexo VI, Apartado 4).

Especies oportunistas (estrategas de la <i>r</i> ) que no alcanzan los criterios individuales en términos de abundancia	
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	<i>Lepidotrigla cavillone</i>
<i>Arnoglossus thori</i>	<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>
<i>Arnoglossus imperialis</i>	<i>Lesueurigobius friesii</i>
<i>Arnoglossus laterna</i>	<i>Microchirus boscanion</i>
<i>Boops boops</i>	<i>Pagellus acarne</i>
<i>Citharus linguatula</i>	<i>Pagellus erythrinus</i>
<i>Diplodus annularis</i>	<i>Serranus hepatus</i>
<i>Diplodus bellottii</i>	<i>Spicara flexuosa</i>
<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Spondylisoma cantharus</i>
<i>Gnathophis mystax</i>	<i>Trachinus draco</i>
<i>Gobius niger</i>	

Los valores de *Z* para las especies estrategas de la *r* que están en BEA variaban entre -0.1 y -0.86 para *S. nigrescens* y *G. argenteus* respectivamente. Mientras que los valores de *Z* para las estrategas de la *r* que no cumplían con los objetivos oscilan entre 0.08 y 3.4 para *T. picturatus* y *L. cavillone* respectivamente.

### ***Criterio 1.3. Condiciones de la población. Indicador 1.3.1. Características demográficas de la población***

Para evaluar las características demográficas de las poblaciones de peces se ha utilizado el indicador **Evolución del percentil 95% de la distribución de tallas**. Este indicador ha sido calculado para cada año de muestreo desde 1993 hasta el 2010, sobre un grupo de especie fijo en cada año. Las especies que componían este grupo son las mismas especies utilizadas en los otros indicadores de este Descriptor.



Las especies pueden agruparse en función de su talla en especies “grandes” (especies cuyo percentil 95 de la talla alcanza, o supera, en al menos en un año el umbral de 35 cm), y especies “pequeñas” (especies cuyo percentil 95 de la talla no alcanza nunca el umbral de 35 cm). En las Tablas 14 y 15 aparecen los valores de dichos percentiles para las especies vulnerables (K estrategias) y para las oportunistas (r estrategias), respectivamente. A partir del criterio diferenciador establecido en 35 cm puede estar sujeto a modificaciones futuras cuando se avance en el conocimiento científico de las comunidades del Golfo de Cádiz) entre las primeras podríamos considerar tres de éstas (de las diez contempladas) como especies “pequeñas”: *Chelidonichthys obscurus*, *Etmopterus spinax* y *Scorpaena notata*. Al contrario, cuando hacemos esta consideración entre las especies oportunistas obtenemos tan sólo 4 especies “grandes” (*Diplodus vulgaris*, *Gnatophis mystax*, *Micromesistius poutassou* y *Trachurus mediterraneus*) de las 31 incluidas.

Como se puede ver en la Figura 37 (especies vulnerables) en las tres especies catalogadas como “pequeñas” (*Ch. obscurus*, *E. spinax* y *S. notata*) este indicador presenta un patrón relativamente estable a lo largo de los años. En el caso particular de *S. notata* aparece un valor mucho más alto en el año 2005 que habría que analizar con más detalle. El rango de los percentiles 95 de las tallas se encuentra entre los 14 cm de *S. notata* y los 34 cm de *E. spinax*, alcanzados ambos en determinados años. De las especies consideradas como “grandes” podríamos decir *Scylliorrinus canicula*, *Helicolenus dactylopterus* y *Mullus surmuletus* presentan patrones relativamente estables, mientras que en la merluza (*Merluccius merluccius*) y la brótola (*Phycis blennoides*) los valores del percentil son muy variables. Esta variabilidad podría deberse a diferentes causas, desde la distribución geográfica de la especie considerada a la presencia o abundancia de eventos de reclutamiento coincidentes con el muestreo. En el caso de la cinta (*Cepola macrophthalmia*) la tendencia del valor del percentil es claramente ascendente desde 49 cm del año 1993 hasta los 63 cm del último año de la serie (2010). Nos permitimos recordar que en el caso de la zapata (*Galeus melastomus*) el valor obtenido en el último año de la serie (que es precisamente el más bajo, 28 cm) no debería ser tomado en consideración ya que en la campaña ARSA de 2010 no se pudo muestrear el estrato más profundo.

Como se puede ver en la Figura 38 (especies oportunistas) alguna especie considerada como “grande” presenta una alta variabilidad interanual, como es el caso de la bacaladilla (*M. poutassou*). También el jurel (*T. mediterraneus*) presenta una gran variabilidad, aunque la tendencia de los últimos años es claramente ascendente. El sargo (*D. vulgaris*) y *Gnatophis mystax* presentan mayor variabilidad en los primeros años y cierta estabilidad en los años más recientes de la serie histórica.

Respecto a las especies consideradas “pequeñas”, dentro del grupo de oportunistas, un buen número de éstas (15 de 27) presentan un patrón estable: *Arnoglossus imperialis*, *Arnoglossus laterna*, *Arnoglossus thori*, *Citharus linguatula*, *Deltentosteus quadrimaculatus*, *Diplodus annularis*, *Diplodus bellottii*, *Gadiculus argenteus*, *Gobius niger*, *Leuserogobius sanzi*, *Leuserogobius friessii*, *Microchirus boscanion*, *Serranus*



*hepatus*, *Symphurus nigrescens* y *Trachinus draco*. Otras especies como *Argentina sphyraena*, *Arnoglossus ruepelli*, *Pagellus erythrinus* y *Spondyliosoma cantharus* presentan mayor variabilidad interanual y un rango de tallas bastante amplio. Mientras, dos especies de *Lepidotrigla* (*L. cavillone* y *L. dieuzidei*), muestran patrones más peculiares, con alta variabilidad pero con clara tendencia creciente en los últimos años.

Por todo ello, si consideramos que el indicador responde a la presión pesquera y que a pesar de la variabilidad natural buena parte de las especies presentan cierta estabilidad, podría deducirse que, al menos, estas poblaciones se encuentran en una situación de buen estado ambiental respecto al indicador evaluado.



**Tabla 11. Valores del percentil 95% de tallas (en cm) para las especies características consideradas como vulnerables (K-estrategas).**

K-estrategas	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Cepola macrophthalma</i>	49	46	49	49	50	53	57	57	61	61	67	62	61	60	61	66	63
<i>Chelidonichthys obscurus</i>	26	27	23	28	21	NA	27	27	24	25	25	24	23	24	26	24	24
<i>Etmopterus spinax</i>	33	27	28	25	33	28	31	30	32	29	29	32	34	31	29	34	27
<i>Galeus melastomus</i>	61	58	42	53	61	62	55	53	60	57	49	49	54	50	52	56	28
<i>Merluccius merluccius</i>	36	37	24	36	23	39	29	29	26	34	22	23	36	27	30	30	28
<i>Mullus surmuletus</i>	30	31	30	33	31	25	27	31	26	26	31	35	30	30	29	21	22
<i>Phycis blennoides</i>	41	37	30	44	27	41	43	42	54	27	30	34	28	37	37	42	30
<i>Scyliorhinus canicula</i>	59	55	56	57	56	55	55	55	54	58	57	57	55	54	56	55	56
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	32	24	28	32	33	33	32	25	30	32	35	31	31	31	30	32	32
<i>Scorpaena notata</i>	14	15	15	15	14	15	14	15	15	16	16	16	24	15	16	16	16



**Tabla15. Valores del percentil 95º de tallas (en cm) para las especies características consideradas como oportunistas (r-estrategas).**

R-estrategas	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Argentina sphyraena</i>	18	22	8	22	13	17	12	14	13	14	14	14	15	18	18	19	16
<i>Arnoglossus rueppelii</i>	NA	15	14	16	11	13	11	14	12	16	17	18	18	17	17	16	15
<i>Arnoglossus thori</i>	NA	11	10	10	9	9	10	11	11	10	11	10	11	12	11	11	10
<i>Arnoglossus imperialis</i>	15	14	13	16	17	16	16	13	17	14	16	17	17	14	14	11	15
<i>Arnoglossus laterna</i>	14	14	14	13	13	12	13	13	11	13	13	13	12	13	13	13	13
<i>Boops boops</i>	25	26	24	23	24	23	24	22	20	24	24	25	23	22	18	21	21
<i>Callionymus maculatus</i>	6	11	12	10	10	8	17	12	10	11	10	10	10	11	10	9	11
<i>Citharus linguatula</i>	20	19	19	18	17	18	19	18	19	21	18	18	18	18	18	17	18
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	8	7	7	7	7	7	9	7	8	7	8	8	6	7	8	7	8
<i>Diplodus annularis</i>	15	17	16	18	16	17	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15	16
<i>Diplodus bellotii</i>	18	18	18	18	18	17	16	16	17	17	17	16	16	16	17	17	16
<i>Diplodus vulgaris</i>	23	28	20	36	33	22	27	25	29	30	26	19	22	22	22	23	21
<i>Gadiculus argenteus</i>	12	11	13	9	10	11	12	12	12	11	11	11	11	12	11	10	11
<i>Gnathophis mystax</i>	NA	38	40	39	36	28	35	33	38	37	36	34	35	35	35	35	36
<i>Gobius niger</i>	11	11	11	10	9	9	10	10	10	11	9	10	11	10	11	11	10
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	13	11	14	13	NA	12	14	15	14	13	12	13	14	14	13	14	15
<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>	14	17	NA	11	11	12	NA	13	12	13	10	12	13	NA	13	14	14
<i>Lesueurigobius sanzi</i>	11	12	12	11	11	10	11	11	10	11	11	11	11	11	11	10	10
<i>Lesueurigobius friesii</i>	7	7	7	7	8	6	NA	6	5	6	7	5	6	5	6	5	6
<i>Microchirus boscanion</i>	NA	13	11	11	11	10	10	11	11	11	11						
<i>Micromesistius poutassou</i>	31	37	25	35	36	22	26	22	21	22	20	31	27	27	30	29	23
<i>Pagellus acarne</i>	30	30	29	27	31	23	26	24	24	23	25	23	21	24	28	22	26
<i>Pagellus bellotii</i>	23	28	29	27	29	26	27	27	24	24	24	22	23	23	24	23	26
<i>Pagellus erythrinus</i>	19	26	13	28	22	22	24	24	25	23	19	26	22	20	20	21	26
<i>Serranus hepatus</i>	12	12	12	12	11	11	11	12	12	12	12	11	11	12	12	12	12
<i>Spicara flexuosa</i>	NA	19	16	18	7	19	18	18	19	19	19	18	18	18	17	19	11
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	28	24	19	25	23	22	23	28	24	25	27	26	25	22	25	24	26
<i>Symphurus nigrescens</i>	11	11	11	11	11	11	11	12	11	11	12	11	12	11	11	11	10
<i>Trachinus draco</i>	27	27	28	26	29	27	25	28	27	26	27	21	28	30	27	26	26
<i>Trachurus mediterraneus</i>	25	29	26	28	27	27	14	32	15	38	42	NA	17	20	23	24	26
<i>Trachurus trachurus</i>	17	23	25	27	27	24	25	22	20	20	25	26	23	24	31	27	29

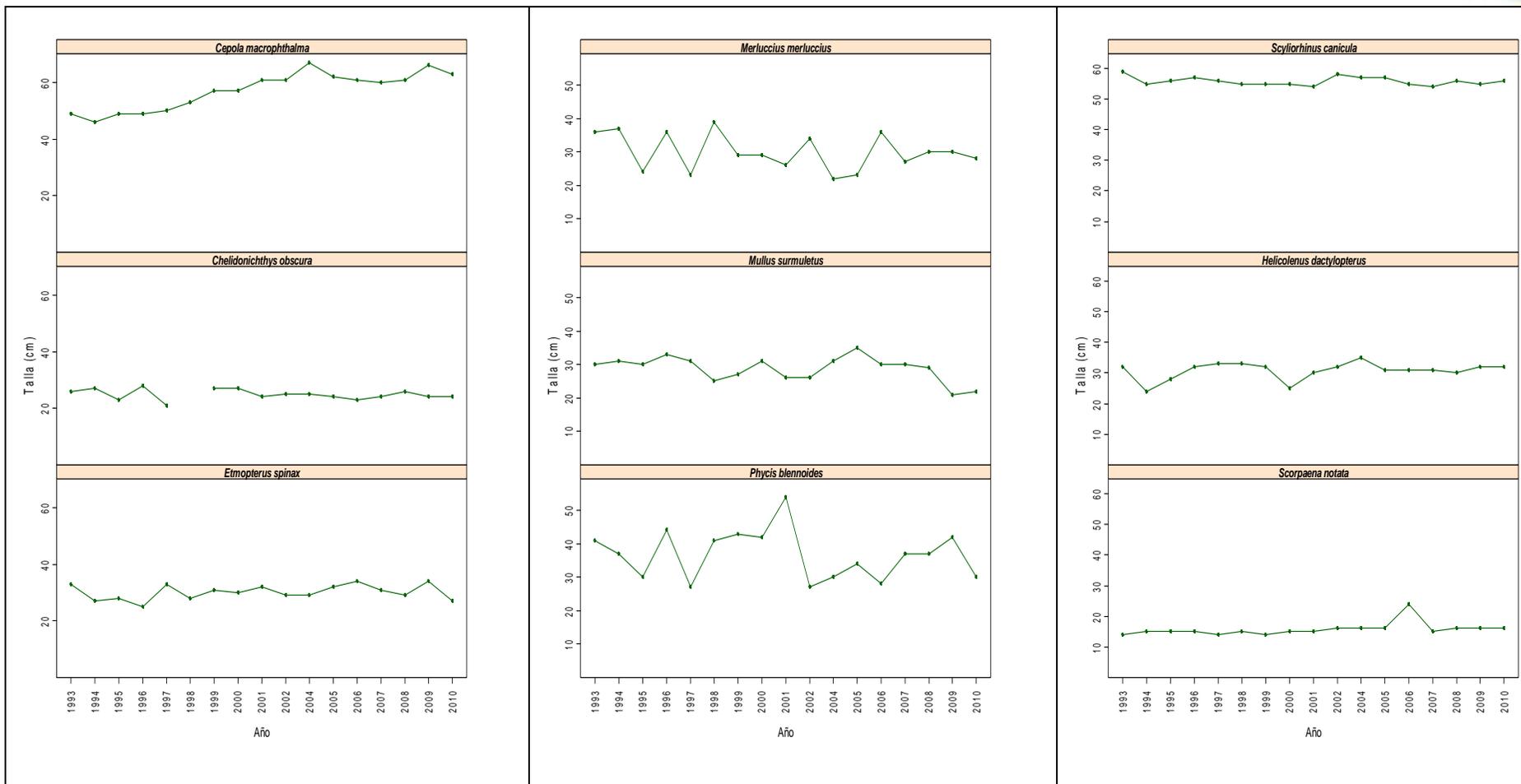
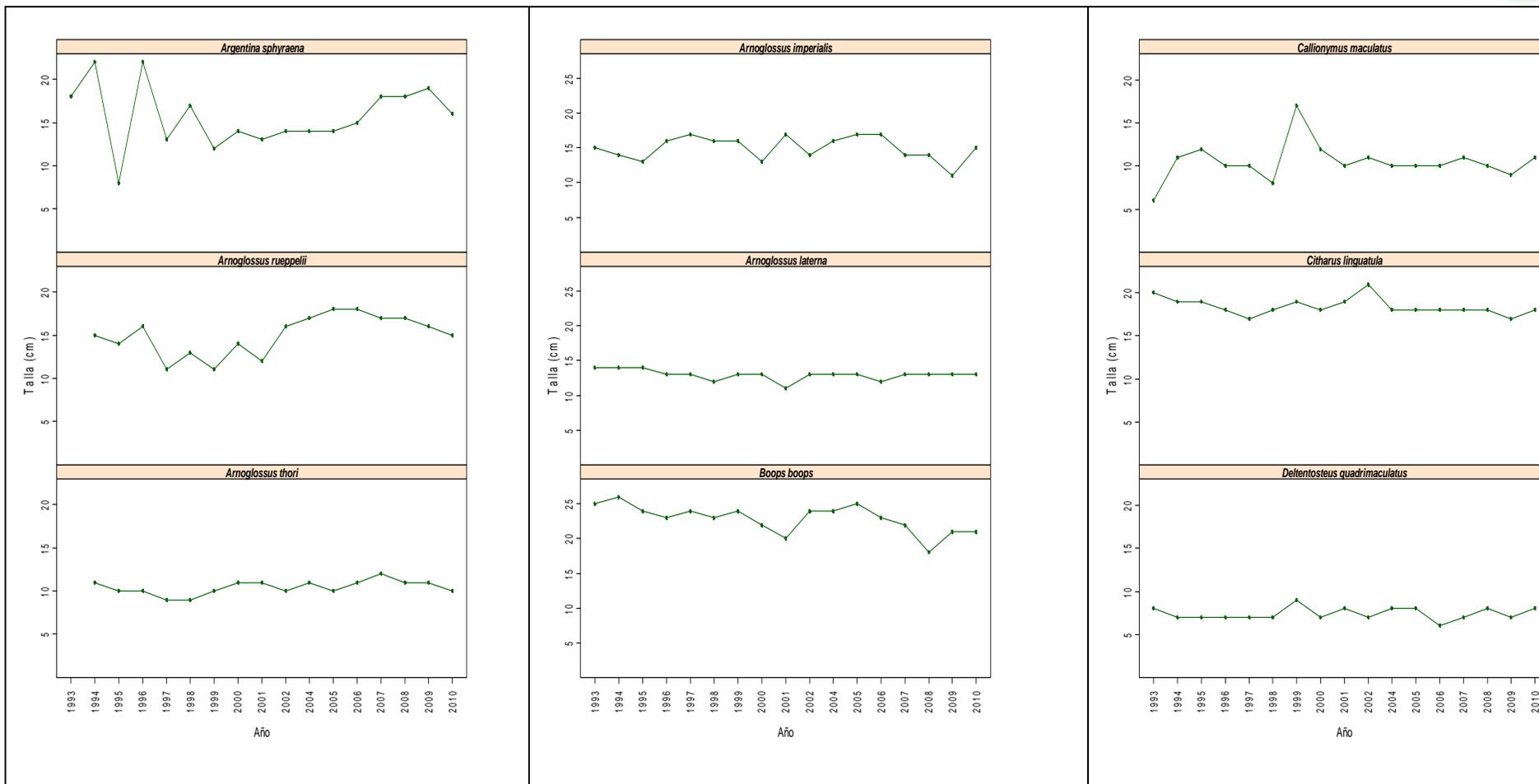
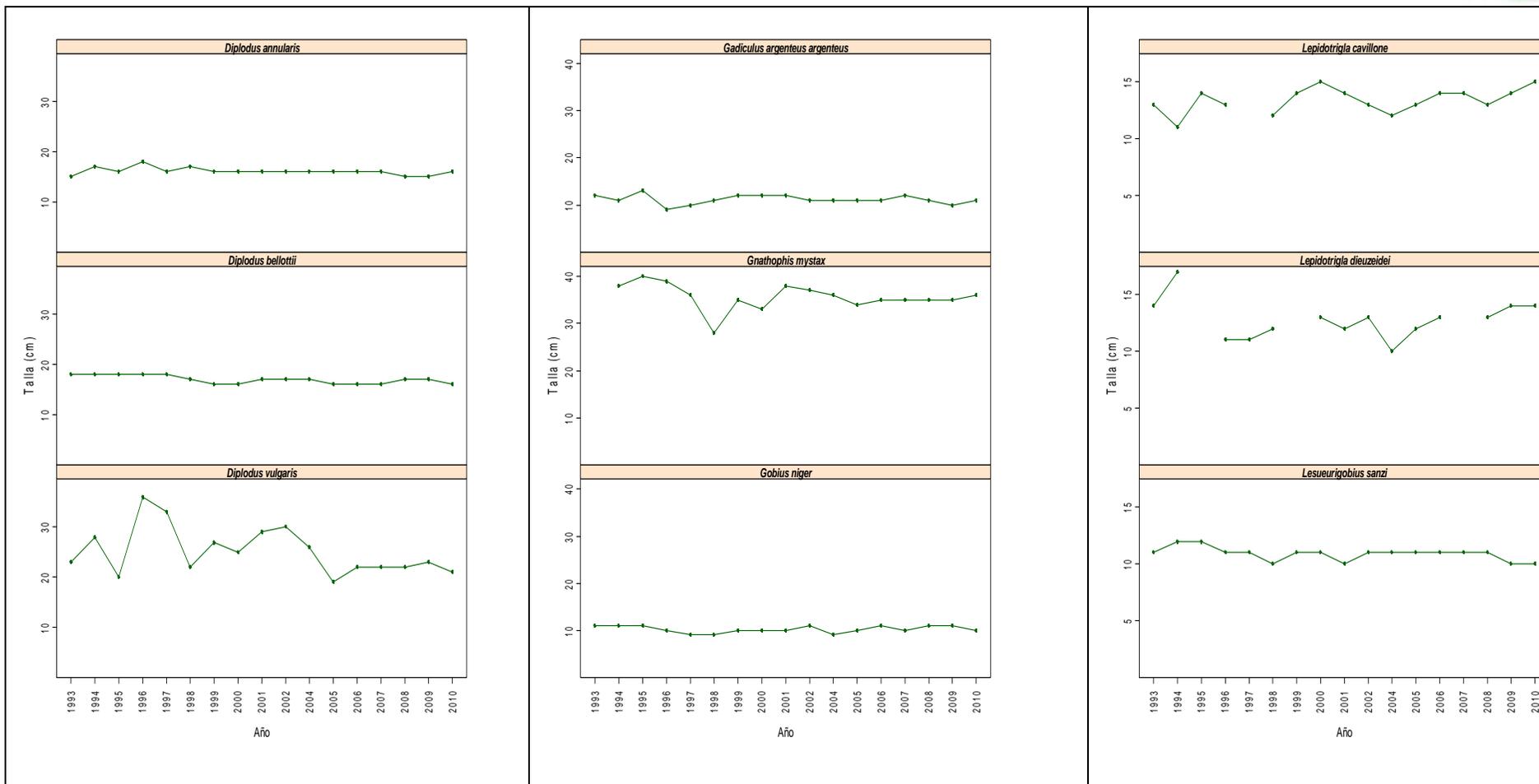
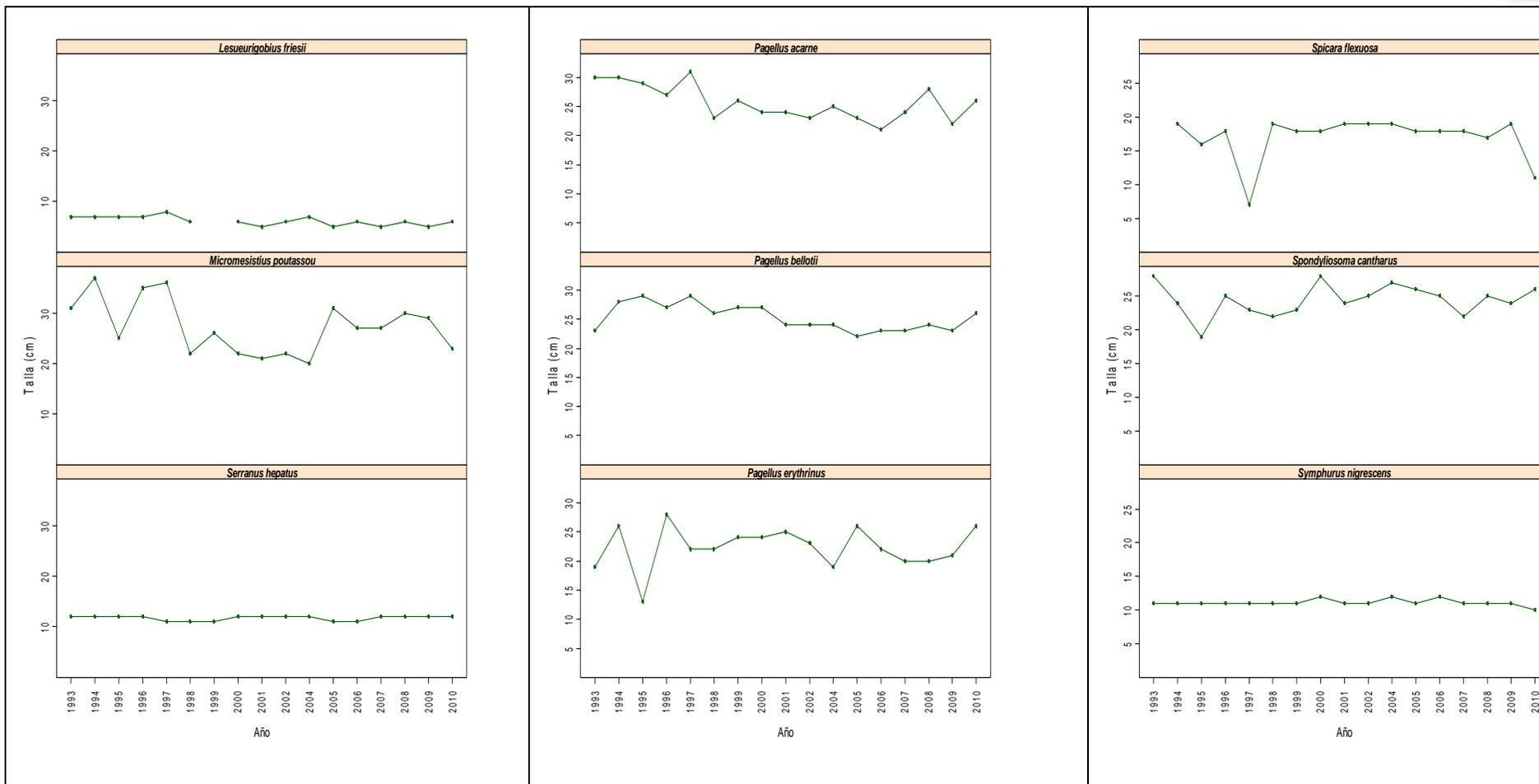


Figura 37. Evolución temporal del percentil 95% de tallas (en cm) para las especies vulnerables (“grandes” y “pequeños”).







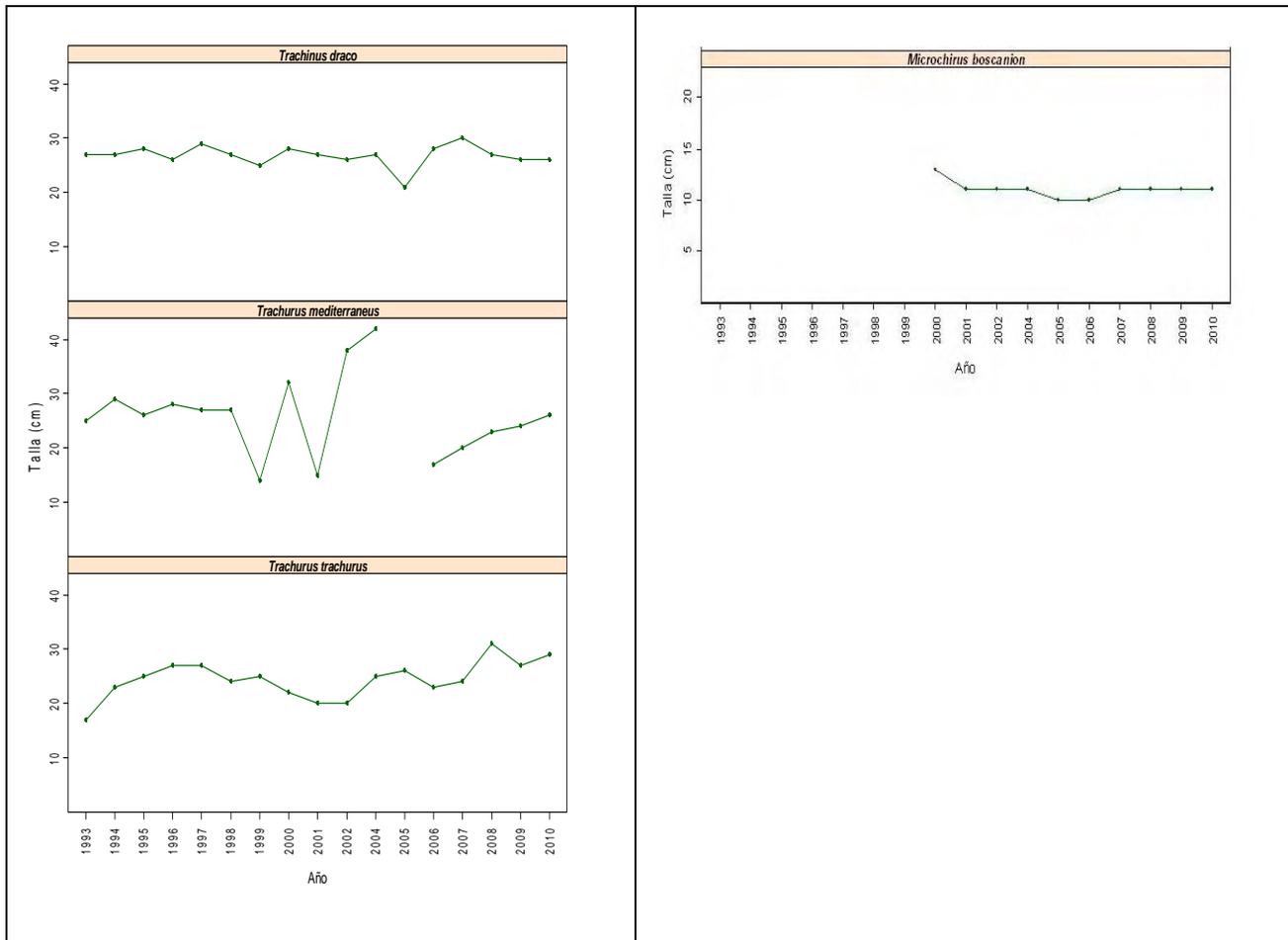


Figura 38. Evolución temporal de percentil 95% de tallas (en cm) para las especies oportunistas (“grandes” y “pequeños”).



### 2.6.1.3. Grupo funcional aves marinas

Ver documento específico elaborado para este grupo funcional.

### 2.6.1.4. Grupo funcional reptiles

**Criterio 1.1 Distribución de las especies. Indicador 1.1.2. Patrón de distribución dentro del rango de distribución y Criterio 1.2. Tamaño de la población. Indicador 1.2.1. Abundancia o biomasa de la población**

#### Caretta caretta

Los resultados para la CPUE (nº ejemplares/1000 anzuelos) son la media de la serie histórica de capturas (1999-2010) con un intervalo de confianza al 95% y fueron los siguientes:

Palangre de superficie tradicional dirigido al pez espada (LLHB):  $1.9598 \pm 1.0152$ .

Palangre de superficie de tipo americano dirigido al pez espada (LLAM):  $0.36915 \pm 0.341077$ .

La distribución de capturas y esfuerzos en la demarcación se puede observar en las figuras 39 a 42:

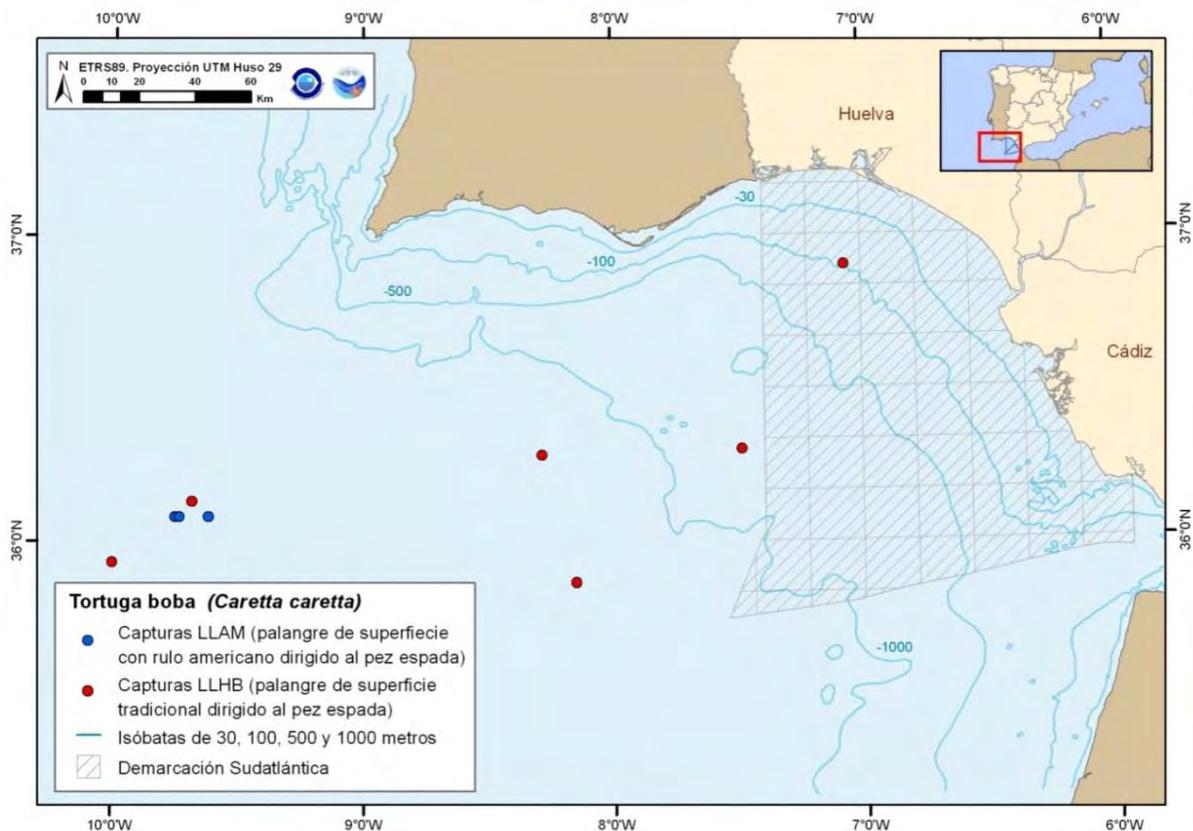




Figura 39. Distribución geográfica de las capturas de tortuga boba por arte.

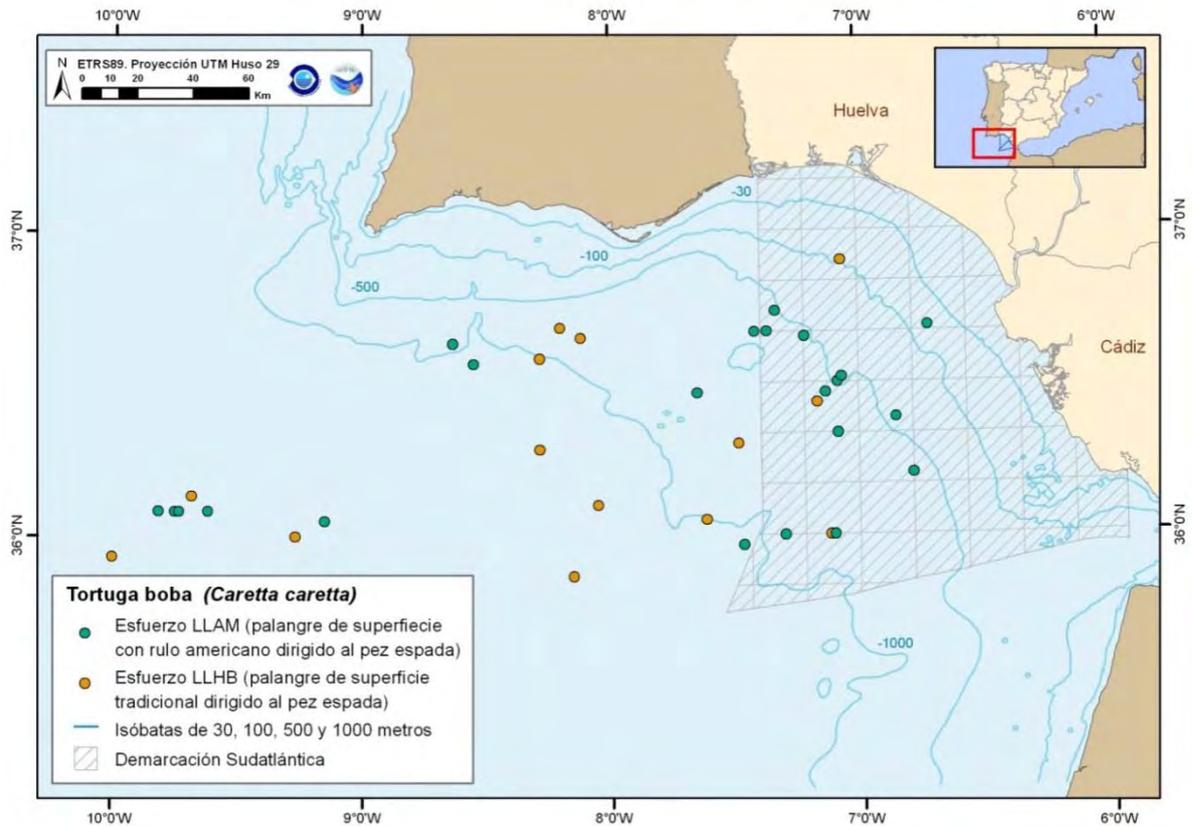


Figura 40. Distribución geográfica del esfuerzo por arte

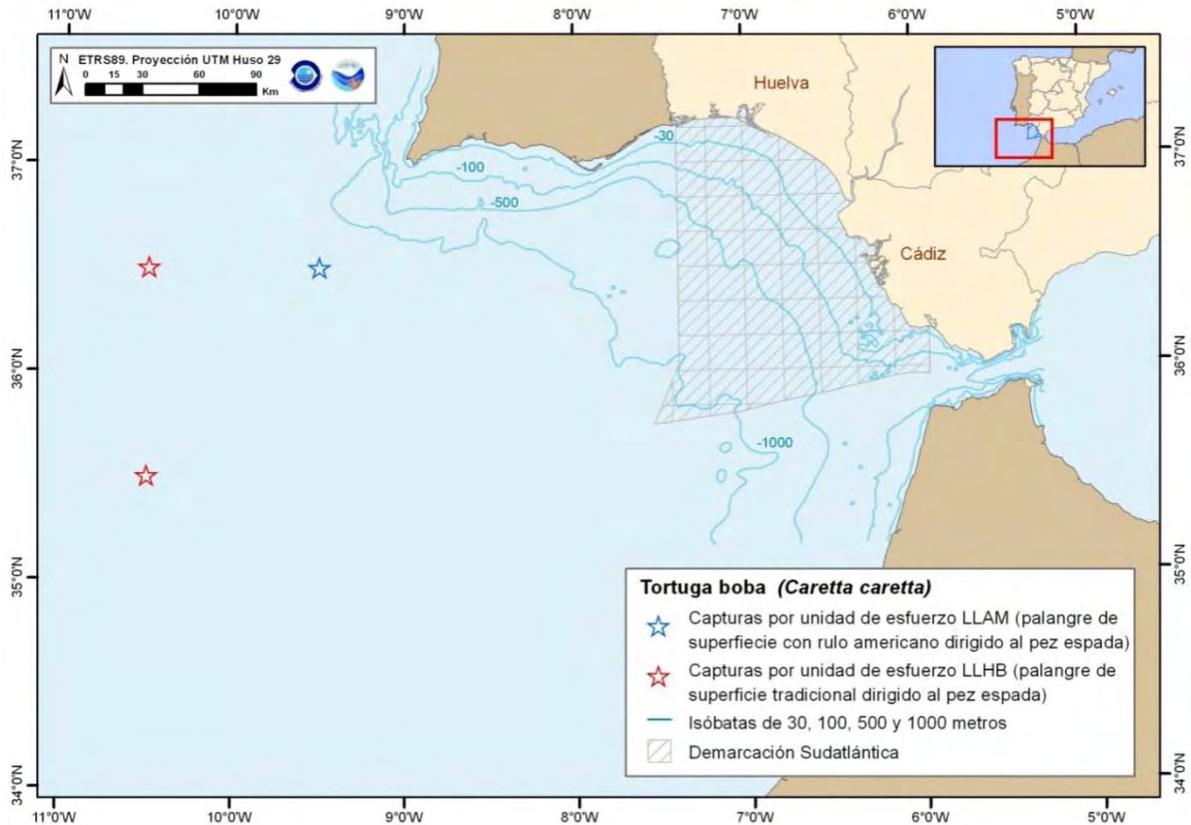
El arte de pesca que mayor CPUE presenta es el LLHB. Este valor de CPUE no debe malinterpretarse ya que los datos se refieren a cuadrículas que exceden los límites de la demarcación, por tanto, tanto el esfuerzo como las capturas están referidos a áreas ligeramente más amplias.

Los varamientos son más altos en el lado atlántico del estrecho que en el lado mediterráneo (ver mapa de varamientos de la demarcación del mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar).

El estrecho de Gibraltar es una zona importante de concentración de tortugas que cruzan el estrecho para ir a las zonas de alimentación en el Mediterráneo occidental.

Las lagunas de información han dificultado la evaluación de esta especie. La dispersión de la información, los diferentes formatos en los que se presenta y la falta de campañas orientadas a un mejor conocimiento del estado de las poblaciones de tortuga boba imposibilitan una evaluación de sus poblaciones.

Con los datos obtenidos no se ha podido realizar una valoración absoluta de la abundancia de tortuga boba. Sin embargo se ha puesto de manifiesto que la zona cercana al Estrecho de Gibraltar es una zona importante de concentración de tortugas donde los varamientos son abundantes.



**Figura 41.** En el mapa se señalan las cuadrículas en las que se producen las CPUEs más altas registradas en el entorno próximo de la demarcación.

Por tanto, unificar los registros de varamientos en una base de datos permitiría obtener series de datos más largas y permitiría identificar las diversas causas de los varamientos y las fluctuaciones a largo plazo de la serie varamientos.

Al mismo tiempo los datos de varamiento de tortugas marinas podrían utilizarse para hacer una estima de la abundancia relativa de las poblaciones tal y como aparece en el trabajo de Báez *et al.*, en 2010. Por este motivo ampliar la información relativa a los varamientos de tortugas, unificar el registro de la información en todo el territorio español y crear una red de registro favorecería un mejor conocimiento de las poblaciones de tortugas marinas en las aguas de las demarcaciones de España.

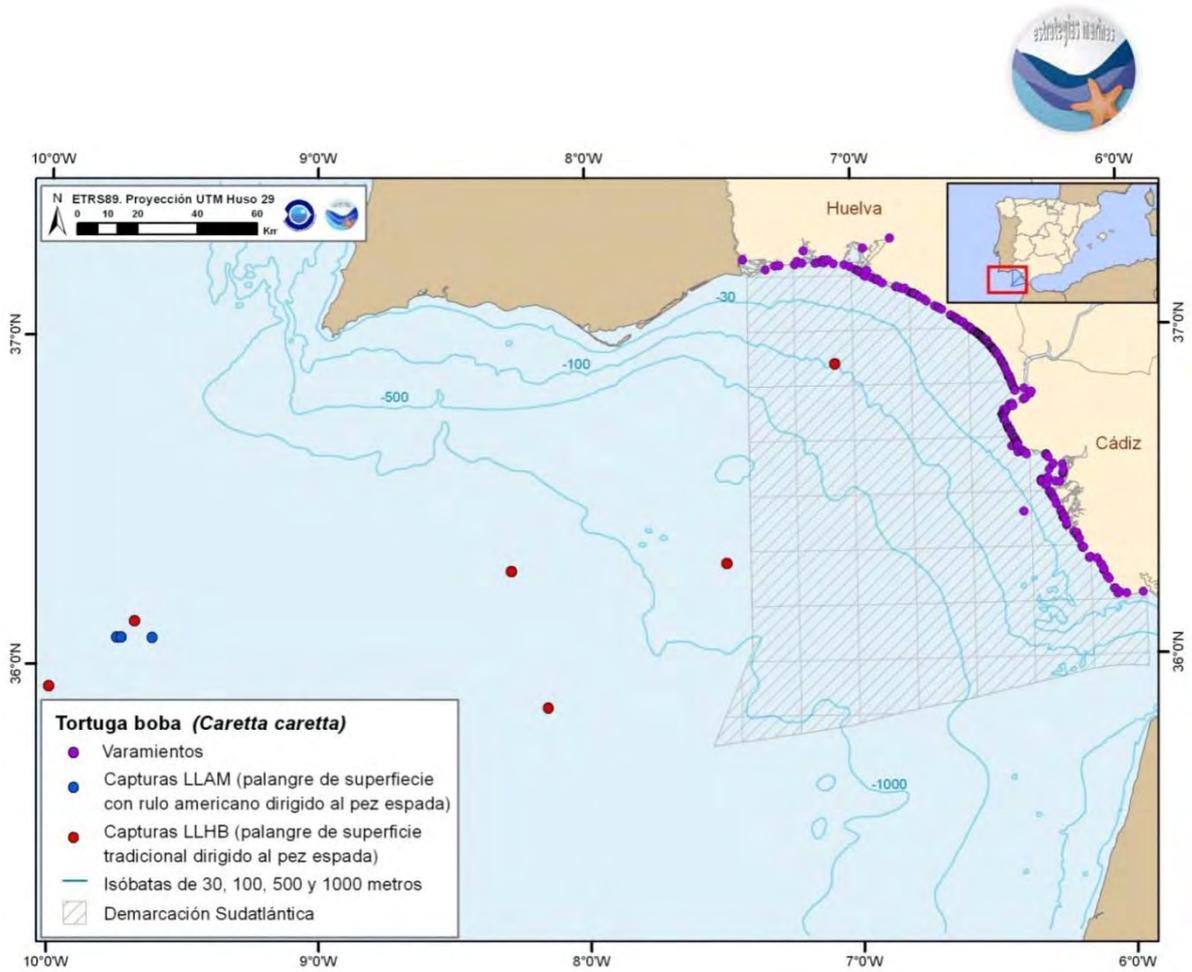


Figura 42. Varamientos en las costas de la demarcación entre los años 2007 y 2011

### *Dermochelys coriácea*

En esta demarcación no se han registrado capturas accidentales producidas por la flota palangrera española. Sí existen registros de varamientos de tortuga laúd (Figura 43)

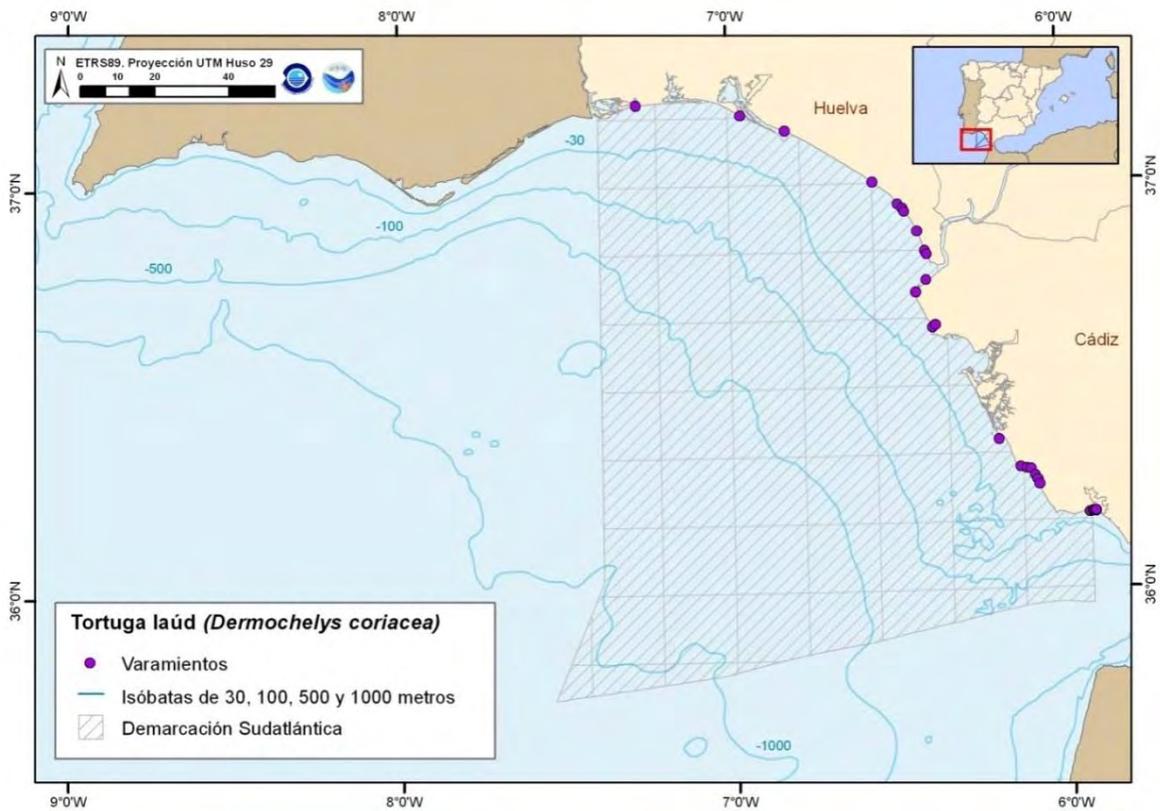


Figura 43. Varamientos de tortuga laúd *Dermochelys coriácea* entre los años 2007-2011

### 2.6.1.5. Grupo funcional mamíferos marinos (odontocetos)

Ver documento específico elaborado para este grupo funcional.

### 2.6.2. Nivel hábitat

Todo lo relacionado con los indicadores utilizados para la evaluación a nivel de hábitat están detallados en las fichas elaboradas y que se adjuntan a este documento como Anexo VII. La Tabla 13 muestra los 23 hábitats considerados y que cuentan con una descripción más detallada en el Anexo VII.

Tabla 13. Hábitats considerados en la evaluación de la Demarcación Sudatlántica.

HÁBITAT
Charcas litorales
Arrecifes litorales-infralitorales de origen biogénico asociados a <i>Crassostrea angulata</i>
Arrecifes litorales de energía moderada asociados a <i>Sabellaria alveolata</i>
Arrecifes litorales de alta energía asociados a <i>Dendropoma petraeum</i>



Comunidad de arenas y arenas fangosas litorales dominadas por poliquetos y bivalvos

Sedimentos litorales de arenas fangosas asociados a *Uca tangeri*

Jardines de coral (desde el piso infralitoral hasta el batial)

Comunidades en roca infralitoral de baja energía asociadas a *Astroides calycularis*

Roca infralitoral de alta y moderada energía asociada a *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* y *Anemonia sulcata*

Cuevas y salientes (paredes verticales y extraplomos)

Fondos rocosos infralitorales

Fondos rocosos infralitorales y circalitorales asociados a jardines de gorgonias

Fondos infralitorales de fango asociados a *Caulerpa prolifera*

Fondos rocosos circalitorales

Fondos de Maërl asociados a *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*

Fondos circalitorales arenoso-fangosos con facies de *Venux nux*

Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos

Agregaciones de esponjas de aguas profundas sobre sustrato duro

Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas

Agregaciones de esponjas de aguas profundas

Estructuras submarinas producidas por escape de gases

Fondos profundos dominados por *Cidaris cidaris*

## 2.6.2.1. Distribución del hábitat

### 1.2.6.2.1.1. Rango de distribución batimétrica del hábitat

El rango de distribución batimétrica de los diferentes hábitats, de los que se dispone de esta información, se muestra en la Tabla 14. Algunos de ellos no tienen una distribución batimétrica restringida a uno sólo de los estratos tenidos en cuenta en este documento, sino que pueden extenderse por al menos dos estratos alcanzando, en el caso de los jardines de coral, hasta los 800 m. Éstos han sido incluidos en la lista de hábitats amenazados o en peligro de OSPAR. Además, al igual que los fondos rocosos infralitorales y profundos, se encuentran englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natural 2000, tal y como se describe en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE.

Los jardines de coral de fondos blandos se encuentran normalmente dominados por individuos solitarios de escleractinias o cierto tipo de corales bambú, mientras que este hábitat en fondos duros suele estar dominado por las gorgonias (Orden Alcyonacea), los stylasteridos o hidrocorales (que aunque no pertenecen a la clase Anthozoa han sido incluidos dentro de este hábitat) y/o antipatarios. Se trata por lo tanto de una definición muy amplia y poco específica tanto en lo referente a las especies que lo forman, como al tipo de sustrato o profundidad en el que aparece. De hecho, son varios los puntos de este hábitat que aún están en discusión por parte de los distintos expertos y por ejemplo, la inclusión de las comunidades de corales duros (como los bosques de *Dendrophyllia spp.* o los fondos dominados por *Madrepora oculata*) dentro de los jardines de coral sigue siendo objeto de debate.



Los fondos de Mäerl han sido poco estudiados por lo que no han sido objeto de atención hasta hace poco. Se pensaba que estos fondos eran poco frecuentes, pero se ha comprobado que se encuentran a lo largo de todo nuestro litoral, formando extensiones de tamaño variable (de pocos m<sup>2</sup> a varios km<sup>2</sup>) en zonas localizadas. Por ello, se deberían realizar más estudios al respecto e identificar nuevas ubicaciones del hábitat ya que de la información recopilada en las campañas de arrastre ARSA sólo se identifica una zona de mäerl, al ser este tipo de fondos más abundantes en aguas más someras.

La facies de *V. nux*, en fondos circalitorales arenoso-fangosos, han sido periódicamente observadas en las campañas ARSA donde muestran una ligera tendencia a aumentar la profundidad de éstas con el tiempo, permaneciendo en valores medios para los primeros y últimos 5 años de 80 y 100 m, respectivamente.

Mientras, en las facies de pennatulaceos, *Pennatula rubra* muestra una tendencia estable en el tiempo, a excepción del año 2007, donde se alcanza un valor batimétrico superior al resto de años

#### **1.2.6.2.1.2. Rango de distribución geográfica del hábitat**

El rango de distribución geográfica de los diferentes hábitats, de los que se dispone de esta información, se muestra en la Tabla 15. Éstos pueden distribuirse en estratos batimétricos concretos a lo largo de toda la demarcación, como los fondos profundos dominados por *Cidaris cidaris*, si bien en otros casos se concentran en zonas concretas más definidas: fondo de mäerl, fondos infralitorales asociados a *Caulerpa prolifera*, comunidades asociadas a *Astroides calycularis*...

#### **2.6.2.2. Área ocupada por el hábitat**

El área ocupada por los diferentes hábitats, de los que se dispone de esta información, se muestra en la Tabla 16. Es obvio que no disponemos de suficiente información a este respecto en muchos de ellos, al no contar con demasiada información geográfica que permita estimar la extensión de éstos. En lo referente a los fondos rocosos infralitorales de la Demarcación sudatlántica, éstos se extienden principalmente a lo largo de todo el litoral gaditano, en la zona más oriental de la demarcación, mientras que en la zona más occidental, correspondiente a la costa onubense, predominan los fondos blandos de arena-fango, con tan solo algunos afloramientos rocosos donde se asienta una importante y diversa comunidad biológica. La extensión que ocupan es de unos 514 km<sup>2</sup>, aproximadamente, la mayor parte en la costa de Cádiz. La información existente sobre la extensión del fondo circalitoral rocoso es escasa. Las principales manchas de sustrato rocoso (441,2 km<sup>2</sup>) se extienden del litoral de Cádiz hacia el sur, preferentemente en la franja superior del estrato, estando casi ausente en el litoral de Huelva. Del mapa de distribución espacial de los tipos de sedimentos que forman el Golfo de Cádiz (ver ficha), se puede extraer que el porcentaje de fondos circalitorales rocosos es considerablemente menor al formado por fondos circalitorales blandos.



Como ya hemos comentado anteriormente, los fondos rocosos se encuentran englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natural 2000 (Anexo I de la Directiva 92/43/CEE).

En el caso de fondos de roca infralitoral de baja energía con comunidades asociadas a *Astroides calycularis*, la población andaluza es la más importante de la península Ibérica y existen tramos de costa donde es dominante en el infralitoral poco iluminado, existe una estima aproximada de la presencia de la especie en km lineales en cada provincia, estando más ampliamente distribuida en Cádiz con unos 37 km.

A partir de las campañas ARSA, realizadas por el IEO, puede obtenerse información del área ocupada por el erizo (*Paracentrotus lividus*) en fondos infralitorales y circalitorales blandos a mayor profundidad que los primeros 10 -15 metros de profundidad, donde son más abundantes.

### **2.6.2.3. Condición de las especies y comunidades características asociadas**

La condición de las especies y comunidades características asociadas ha sido estimada en función de dos indicadores: Diversidad (Tabla 17) y Riqueza (Tabla 18). Como en ocasiones anteriores disponemos principalmente de la información de las campañas ARSA. Los hábitas de los fondos blandos (circalitorales y batiales) presentan valores de diversidad para la evaluación inicial comprendidos entre 2,19 y 2,46. En el caso de la riqueza específica el rango comprende desde las 46,38 especies/lance hasta las 57,33 especies/lance.



Tabla 14. Profundidad máxima y mínima de los hábitats considerados en la demarcación sudatlántica.

INDICADOR: PROFUNDIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA							
ESTRATO BATIMÉTRICO	TIPO DE FONDO	HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN	RANGO ÓPTIMO	
Litoral	Fondos duros	Charcas litorales	0-2 m	0-5 m	Desconocido	0-5 m	
		Arrecifes litorales-infralitorales de origen biogénico asociados a <i>Crassostrea angulata</i>	0-8 m		Desconocido		
		Arrecifes litorales de energía moderada asociados a <i>Sabellaria alveolata</i>	0-10 m		Desconocido		
		Arrecifes litorales de alta energía asociados a <i>Dendropoma petraeum</i>	0-5 m		Desconocido		
	Fondos blandos			0-6 m		Desconocido	
		Sedimentos litorales de arenas fangosas asociados a <i>Uca tangeri</i>		0-3 m		Desconocido	
Infralitoral	Fondos duros	Jardines de coral	5-800 m		Desconocido		
		Comunidades en roca infralitoral de baja energía asociadas a <i>Astroides calycularis</i>	1-35 m		Desconocido		
		Roca infralitoral de alta y moderada energía asociada a <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Arbacia lixula</i> y <i>Anemonia sulcata</i> (*)	19-63 m	19-113 m	Desconocido		
		Cuevas y salientes (paredes verticales y extraplomos)	5-50 m		Desconocido		
		Fondos rocosos infralitorales	0-30 m		Desconocido		
		Fondos rocosos infralitorales y circalitorales asociados a jardines de gorgonias	5-100 m	10-110 m	Desconocido		
	Fondos blandos	Fondos infralitorales de fango asociados a <i>Caulerpa prolifera</i>	1-20 m		Desconocido		
		Comunidad de arenas y arenas fangosas infralitorales dominadas por poliquetos y bivalvos	0-25 m		Desconocido		
Circalitoral	Fondos duros	Fondos rocosos circalitorales	30-200 m		Desconocido		
	Fondos blandos	Fondos de Maërl asociados a <i>Phymatolithon calcareum</i> y <i>Lithothamnion corallioides</i>	15-40 m		Desconocido		
		Fondos circalitorales arenoso-fangosos con facies de <i>Venus nux</i>	29-177 m	22-177 m	Ligero incremento de la profundidad		
		Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos	63-635 m	50-700 m	Estable		
Batial	Fondos duros	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	366-730 m	366-730 m	Desconocido		
		Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas	366-¿? m	366-¿? m	Desconocido		
	Fondos blandos	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	350-800 m		Desconocido		
		Estructuras submarinas producidas por escape de gases	340-1100 m	340-1100 m	Desconocido		



	Fondos profundos dominados por <i>Cidaris cidaris</i>	424-519 m	99-623	Desconocido	
--	---	-----------	--------	-------------	--

(\*) Incluye información del erizo *P. lividus* de las campañas de arrastre ARSA que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la demarcación sudatlántica

**Tabla 15. Rango geográfico de los hábitats considerados en la demarcación sudatlántica.**

INDICADOR: RANGO GEOGRÁFICO						
ESTRATO BATIMÉTRICO	TIPO DE FONDO	HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN	RANGO ÓPTIMO
Litoral	Fondos duros	Charcas litorales	Mitad oriental de la demarcación, desde la desembocadura del Guadalquivir hacia el Estrecho de Gibraltar (sobre todo en la zona del Castillo de Santi Petri y en las lajas de Tarifa).		Desconocido	
		Arrecifes litorales-infralitorales de origen biogénico asociados a <i>Crassostrea angulata</i>	Costa NW de la provincia de Cádiz, desde la desembocadura del Guadalquivir hasta San Fernando y Chiclana (mucho más extenso en la franja entre Sanlúcar y Rota)		Desconocido	
		Arrecifes litorales de energía moderada asociados a <i>Sabellaria alveolata</i>	Litoral de Huelva, en la punta de la Barra, y en la Bota.		Desconocido	



		Arrecifes litorales de alta energía asociados a <i>Dendropoma petraeum</i>	Desde Cádiz hasta Caños de Meca, en el cabo de Trafalgar		Desconocido	
	<b>Fondos blandos</b>	Sedimentos litorales e infralitorales dominados por fanerógamas marinas	Toda al demarcación, por zonas dependiendo de la especie		Desconocido	
		Sedimentos litorales de arenas fangosas asociados a <i>Uca tangeri</i>	Litoral atlántico andaluz, Río Piedras, bahía de Cádiz, Río San Pedro y Caño Chanarro		Desconocido	
<b>Infralitoral</b>	<b>Fondos duros</b>	Jardines de coral			Desconocido	
		Comunidades en roca infralitoral de baja energía asociadas a <i>Astroides calycularis</i>	Frente a Cabo e Trafalgar		Desconocido	
		Roca infralitoral de alta y moderada energía asociada a <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Arbacia</i>			Desconocido	
		Cuevas y salientes (paredes verticales y extraplomos)	Toda la demarcación		Desconocido	
		Fondos rocosos infralitorales	Toda la demarcación		Desconocido	
		Fondos rocosos infralitorales y circalitorales asociados a jardines de gorgonias	En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral		Desconocido	
	<b>Fondos blandos</b>	Fondos infralitorales de fango asociados a <i>Caulerpa prolifera</i>	Saco interno de la bahía de Cádiz, Sancti Petri, Rota, Torregorda y desembocadura del Río San Pedro		Desconocido	
		Comunidad de arenas y arenas fangosas infralitorales dominadas por poliquetos y			Desconocido	



Circalitoral	Fondos duros	Fondos rocosos circalitorales	En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de la provincia de Cádiz		Desconocido	
	Fondos blandos	Fondos de Maërl asociados a <i>Phymatolithon calcareum</i> y <i>Lithothamnion corallioides</i>	Cuadrícula 51 Campaña ARSA		Desconocido	
		Fondos circalitorales arenoso-fangosos con facies de <i>Venux nux</i>	En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral.		Desconocido	
		Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos	Toda la demarcación. Distintas zonas dependiendo de la especie.		Desconocido	
Batial	Fondos duros	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	Sustratos duros estables del piso batial, asociados a estructuras submarinas de campos de emisiones de gases.		Desconocido	
		Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas	Colonias vivas: volcán de fango <i>Gazul</i> . Concreciones/arrecifes fósiles: asociados a estructuras submarinas de campos de emisiones de gases del piso batial.		Desconocido	
	Fondos blandos	Agregaciones de esponjas de aguas profundas			Desconocido	
		Estructuras submarinas producidas por escape de gases	35° 52' – 36° 35' N 6° 50' – 7° 26' W		Desconocido	
		Fondos profundos dominados por <i>Cidaris cidaris</i>	Toda la demarcación		Desconocido	

(\*) Incluye información del erizo *P. lividus* de las campañas de arrastre ARSA que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la demarcación sudatlántica



Tabla 16. Área ocupada de los hábitats considerados en la demarcación sudatlántica.

INDICADOR: ÁREA OCUPADA				
ESTRATO BATIMÉTRICO	TIPO DE FONDO	HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Litoral	Fondos duros	Charcas litorales	Desconocido	
		Arrecifes litorales-infralitorales de origen biogénico asociados a <i>Crassostrea angulata</i>	Desconocido	
		Arrecifes litorales de energía moderada asociados a <i>Sabellaria alveolata</i>	Desconocido	
		Arrecifes litorales de alta energía asociados a <i>Dendropoma petraeum</i>	Desconocido	
	Fondos blandos	Sedimentos litorales de arenas fangosas asociados a <i>Uca tangeri</i>	Desconocido	
Infralitoral	Fondos duros	Jardines de coral	Desconocido	
		Comunidades en roca infralitoral de baja energía asociadas a <i>Astroides calycularis</i>	37 km	
		Roca infralitoral de alta y moderada energía asociada a <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Arbacia lixula</i> y <i>Anemonia sulcata</i> (*)	4,75 % cuadrículas ARSA	7,5 % cuadrículas ARSA
		Cuevas y salientes (paredes verticales y extraplomos)	Desconocido	
		Fondos rocosos infralitorales	514,76 Km <sup>2</sup>	514,76 Km <sup>2</sup>
	Fondos rocosos infralitorales y circalitorales asociados a jardines de gorgonias	Desconocido		
	Fondos blandos	Fondos infralitorales de fango asociados a <i>Caulerpa prolifera</i>	Desconocido	
	Comunidad de arenas y arenas fangosas infralitorales dominadas por poliquetos y bivalvos	Desconocido		
Circalitoral	Fondos duros	Fondos rocosos circalitorales	441,2 Km <sup>2</sup>	441,2 Km <sup>2</sup>
	Fondos blandos	Fondos de Maërl asociados a <i>Phymatolithon calcareum</i> y <i>Lithothamnion corallioides</i>	Desconocido	
		Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos	3,92 % cuadrículas ARSA	12,86 % cuadrículas
Batial	Fondos duros	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?
		Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?
	Fondos blandos	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	Desconocido	



	Estructuras submarinas producidas por escape de gases	> 2000 – 3000 km <sup>2</sup>	> 2000 – 3000 km <sup>2</sup>
	Fondos profundos dominados por <i>Cidaris cidaris</i>	14,74 % cuadrículas ARSA	22,22 % cuadrículas

(\*) Incluye información del erizo *P. lividus* de las campañas de arrastre ARSA que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la demarcación sudatlántica

**Tabla 17. Diversidad de los hábitats considerados en la demarcación sudatlántica.**

INDICADOR: DIVERSIDAD					
ESTRATO BATIMÉTRICO	TIPO DE FONDO	HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Litoral	Fondos duros	Charcas litorales	Sin datos		
		Arrecifes litorales-infralitorales de origen biogénico asociados a <i>Crassostrea angulata</i>	Sin datos		
		Arrecifes litorales de energía moderada asociados a <i>Sabellaria alveolata</i>	Sin datos		
		Arrecifes litorales de alta energía asociados a <i>Dendropoma petraeum</i>	Sin datos		
	Fondos blandos	Sedimentos litorales de arenas fangosas asociados a <i>Uca tangeri</i>	Sin datos		
Infralitoral	Fondos duros	Jardines de coral	Sin datos		
		Comunidades en roca infralitoral de baja energía asociadas a <i>Astroides calycularis</i>	Sin datos		
		Roca infralitoral de alta y moderada energía asociada a <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Arbacia lixula</i> y <i>Anemonia sulcata</i> (*)	2,46	2,93	
		Cuevas y salientes (paredes verticales y extraplomos)	Sin datos		
		Fondos rocosos infralitorales	Sin datos		
	Fondos rocosos infralitorales y circalitorales asociados a jardines de gorgonias	Sin datos			
	Fondos blandos	Fondos infralitorales de fango asociados a <i>Caulerpa prolifera</i>	Sin datos		
Comunidad de arenas y arenas fangosas infralitorales dominadas por poliquetos y bivalvos	Sin datos				
Circalitoral	Fondos duros	Fondos rocosos circalitorales	Sin datos		
	Fondos blandos	Fondos de Maërl asociados a <i>Phymatolithon calcareum</i> y <i>Lithothamnion corallioides</i>	Sin datos		
		Fondos circalitorales arenoso-fangosos con facies de <i>Venus nux</i>	2,19	2,70	



		Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos	2,43	2,90	
Batial	Fondos duros	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	~ 3,50 (valor medio)	~ 3,50 (valor medio)	
		Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas	~ 3,50 (valor medio)	~ 3,50 (valor medio)	
	Fondos blandos	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	Sin datos		
		Estructuras submarinas producidas por escape de gases	~ 3,50 (valor medio)	~ 3,50 (valor medio)	
		Fondos profundos dominados por <i>Cidaris cidaris</i>	2,23	2,44	

(\*) Incluye información del erizo *P. lividus* de las campañas de arrastre ARSA que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la demarcación sudatlántica

**Tabla 18. Riqueza de los hábitats considerados en la demarcación sudatlántica.**

INDICADOR: RIQUEZA					
ESTRATO BATIMÉTRICO	TIPO DE FONDO	HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Litoral	Fondos duros	Charcas litorales	Sin datos		
		Arrecifes litorales-infralitorales de origen biogénico asociados a <i>Crassostrea angulata</i>	Sin datos		
		Arrecifes litorales de energía moderada asociados a <i>Sabellaria alveolata</i>	Sin datos		
		Arrecifes litorales de alta energía asociados a <i>Dendropoma petraeum</i>	Sin datos		
	Fondos blandos	Sedimentos litorales de arenas fangosas asociados a <i>Uca tangeri</i>	Sin datos		
Infralitoral	Fondos duros	Jardines de coral	Sin datos		
		Comunidades en roca infralitoral de baja energía asociadas a <i>Astroides calycularis</i>	Sin datos		
		Roca infralitoral de alta y moderada energía asociada a <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Arbacia lixula</i> y <i>Anemonia sulcata</i> (*)	57,33 especies/lance	68,66 especies/lance	
		Cuevas y salientes (paredes verticales y extraplomos)	Sin datos		
		Fondos rocosos infralitorales	Sin datos		
		Fondos rocosos infralitorales y circalitorales asociados a jardines de gorgonias	Sin datos		



	<b>Fondos blandos</b>	Fondos infralitorales de fango asociados a <i>Caulerpa prolifera</i>	Sin datos		
		Comunidad de arenas y arenas fangosas infralitorales dominadas por poliquetos y bivalvos	Sin datos		
<b>Circalitoral</b>	<b>Fondos duros</b>	Fondos rocosos circalitorales	Sin datos		
	<b>Fondos blandos</b>	Fondos de Maërl asociados a <i>Phymatolithon calcareum</i> y <i>Lithothamnion corallioides</i>	Sin datos		
		Fondos circalitorales arenoso-fangosos con facies de <i>Venux nux</i>	46,38	50,3	
		Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos	50,25	65 especies/lance	
<b>Batial</b>	<b>Fondos duros</b>	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	54 especies /lance (valor medio)	54 especies /lance (valor medio)	
		Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas	54 especies /lance (valor medio)	54 especies /lance (valor medio)	
	<b>Fondos blandos</b>	Agregaciones de esponjas de aguas profundas	Sin datos		
		Estructuras submarinas producidas por escape de gases	54 especies /lance (valor medio)	54 especies /lance (valor medio)	
		Fondos profundos dominados por <i>Cidaris cidaris</i>	48,59	52,8	

(\*) Incluye información del erizo *P. lividus* de las campañas de arrastre ARSA que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la demarcación sudatlántica

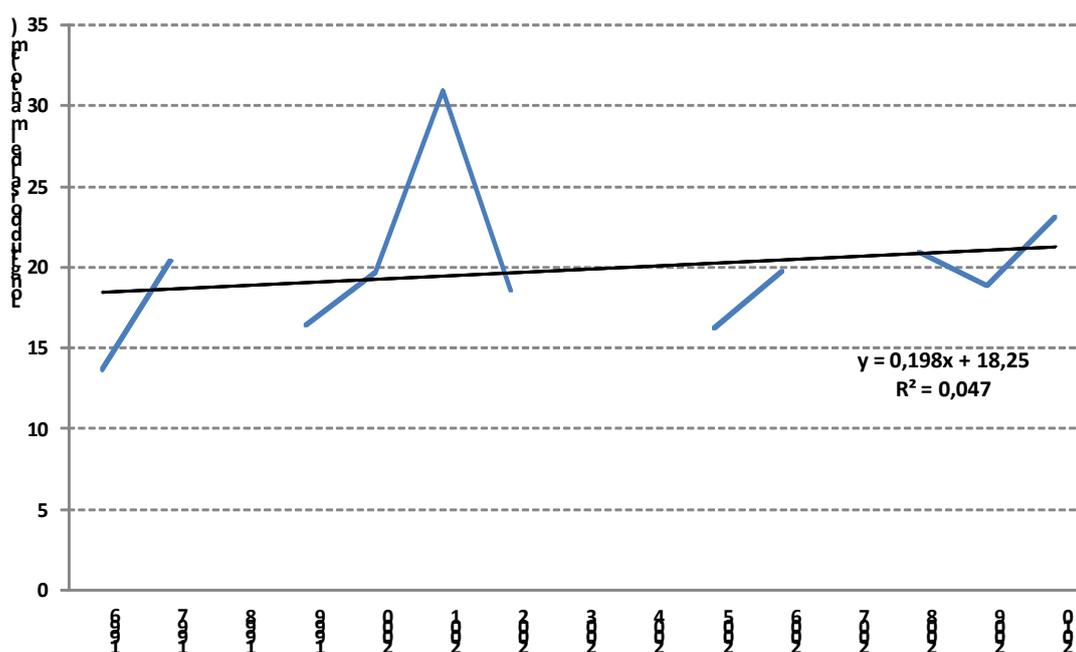


### 2.6.3. Nivel ecosistema

#### ***Criterio 1.7. Estructura del ecosistema. Indicador 1.7.1. Talla máxima media***

La talla máxima media ha sido calculada para cada año de muestreo de la serie histórica ARSA, 1993 hasta el 2010, sobre un grupo de especies fijo de cada uno de los ecotipos contemplados: invertebrados (cefalópodos costeros/de plataforma y crustáceos decapodos) y peces y elasmobranquios demersales. En el caso de los cefalópodos, la serie histórica comienza en 1996. Las especies que componen cada uno de los ecotipos son las mismas que fueron seleccionadas, categorizadas como “bien muestreadas”, que ya han sido utilizadas en otros indicadores de este descriptor.

En el caso de los cefalópodos (costeros/de plataforma), este indicador no muestra ningún patrón claro por lo que la varianza explicada por la línea de tendencia ascendente no llega al 5% ( $R^2=0,047$ ). En el rango de valores resultante, el valor de la talla máxima media del último año (23 cm) es el segundo más alto de la serie histórica disponible como muestra la Figura 44.



**Figura 44. Ecotipo cefalópodos costeros/de plataforma: Talla máxima media.**

En el caso de los crustáceos decápodos (Figura 45), la tendencia de la talla máxima media parece ser decreciente, aunque la varianza explicada por la línea de tendencia es aún menor que en los cefalópodos ( $R^2=0,037$ ). El valor de la talla máxima media del promedio de los últimos 6 años (346 mm) es menor que el promedio general en toda



la serie histórica de talla máxima media (358 mm). En el rango de valores el más alto en 1996 (398 mm) descendiendo hasta los 332 mm del último año de estudio (2010), aunque éste está por encima del valor más bajo de la serie histórica que encontramos en el primer año de estudio.

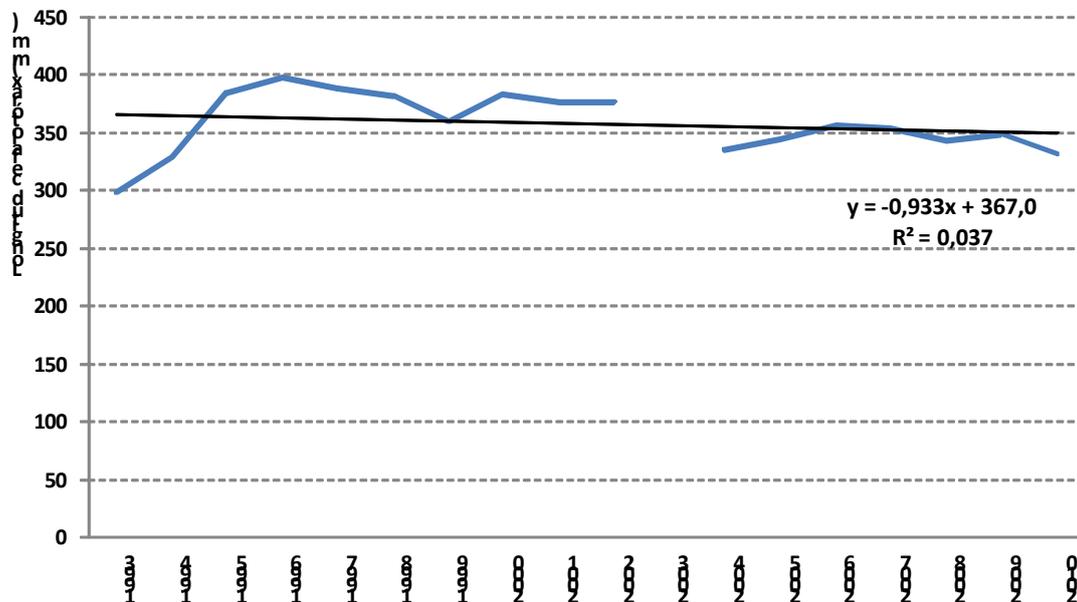


Figura 45. Ecotipo crustáceos decápodos del circalitoral/batial: Talla máxima media.

En el caso de los peces y elasmobranquios demersales, la Figura 46, este indicador tampoco muestra un patrón estable pero con ligera tendencia negativa a lo largo de los años. De hecho la varianza explicada alcanza el 20% ( $R^2=0,201$ ) y el valor de la talla máxima media del promedio de los últimos 6 años (29 cm) es menor que el promedio general en toda la serie histórica de talla máxima media (31 cm). En este ecotipo el valor más alto de la serie histórica lo encontramos en 1993 (37 cm), correspondiente al primer año de estudio, mientras que el más bajo (27 cm) está en el último año de la serie histórica (2010).

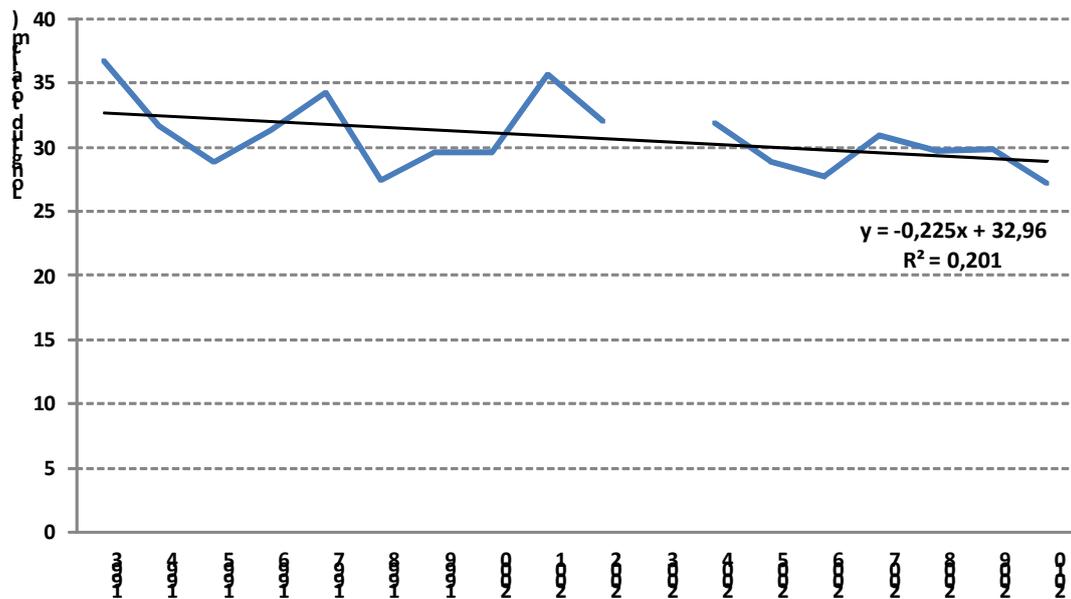


Figura 46. Ecotipo peces y elasmobranquios demersales: Talla máxima media.

Suele considerarse que el indicador de talla máxima media responde lentamente a la presión pesquera. Como hemos visto existe una elevada variabilidad de los resultados en los años e incluso las líneas de tendencia entre los tres ecotipos contemplados (con bajos coeficientes de determinación, debido precisamente a la variabilidad) muestran diferentes resultados: decreciente en los ecotipos de crustáceos y peces y creciente en el de cefalópodos.

Complementariamente, en el caso del ecotipo peces, puede analizarse también la abundancia de las especies que superan los 35 cm de talla máxima, frente a los que tienen una talla máxima inferior, dado que este indicador nos proporciona información sobre la abundancia relativa de peces grandes y pequeños. La Figura 47 muestra dichas proporciones caracterizadas por una marcada variabilidad interanual, que obviamente dependerá del reclutamiento que hace variar el porcentaje de los individuos “pequeños”. El máximo del porcentaje de peces “grandes” corresponde a 35%, observado en los años 1998 y 2008, mientras que los valores más bajos del porcentaje estos ejemplares aparecen en los años 2001, 2002 y 2004.

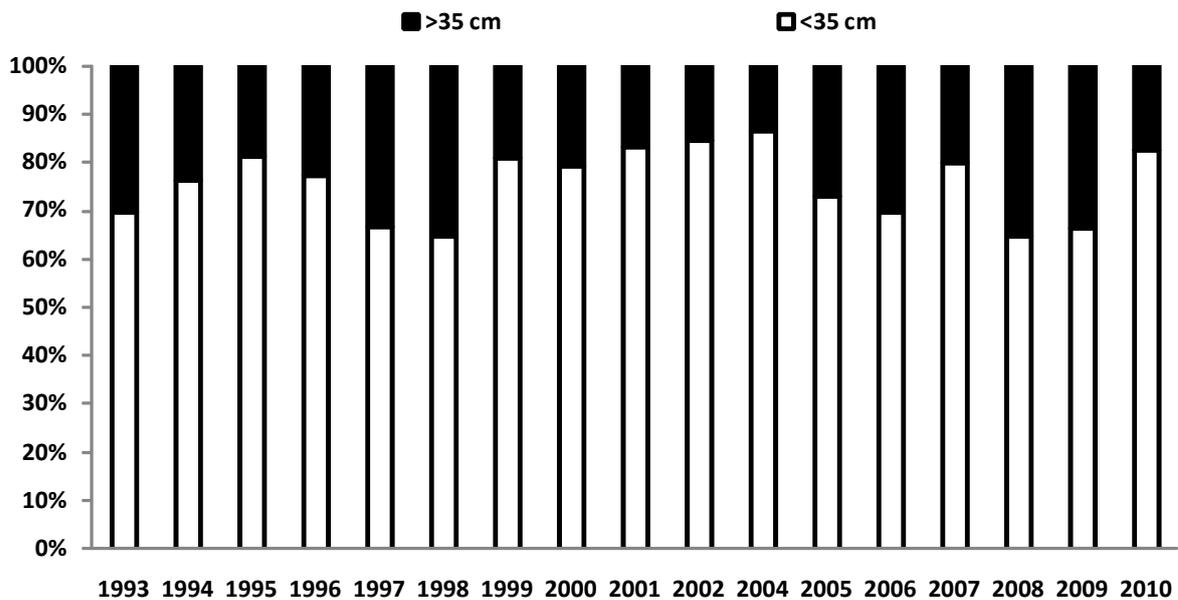


Figura 47. Grupo funcional peces: Porcentaje en número de individuos con talla máxima igual o superior a 35 cm

El promedio de ejemplares “grandes” en toda la serie histórica es del 24%, porcentaje menor que el 27% correspondiente al promedio de los seis últimos años. De igual modo que en los casos anteriores la alta variabilidad asociada a los resultados impide establecer relaciones claras, por ejemplo con la presión pesquera ya que las cohortes que componen las poblaciones acumulan efectos de la mortalidad a través del tiempo. Si aceptáramos la comparación de promedios (serie total vs. 6 últimos años) como indicativo de disminución de la presión pesquera (al ser superior el promedio de peces grandes en los 6 últimos años) obtendríamos una interpretación contraria al observado con la tendencia de la talla máxima media en este grupo funcional, cuya tendencia decreciente podría considerarse como una respuesta a una mayor presión pesquera.

#### ***Criterio 1.7. Estructura del ecosistema. Indicador 1.7.2. Estado de Conservación de los Peces (CSF).***

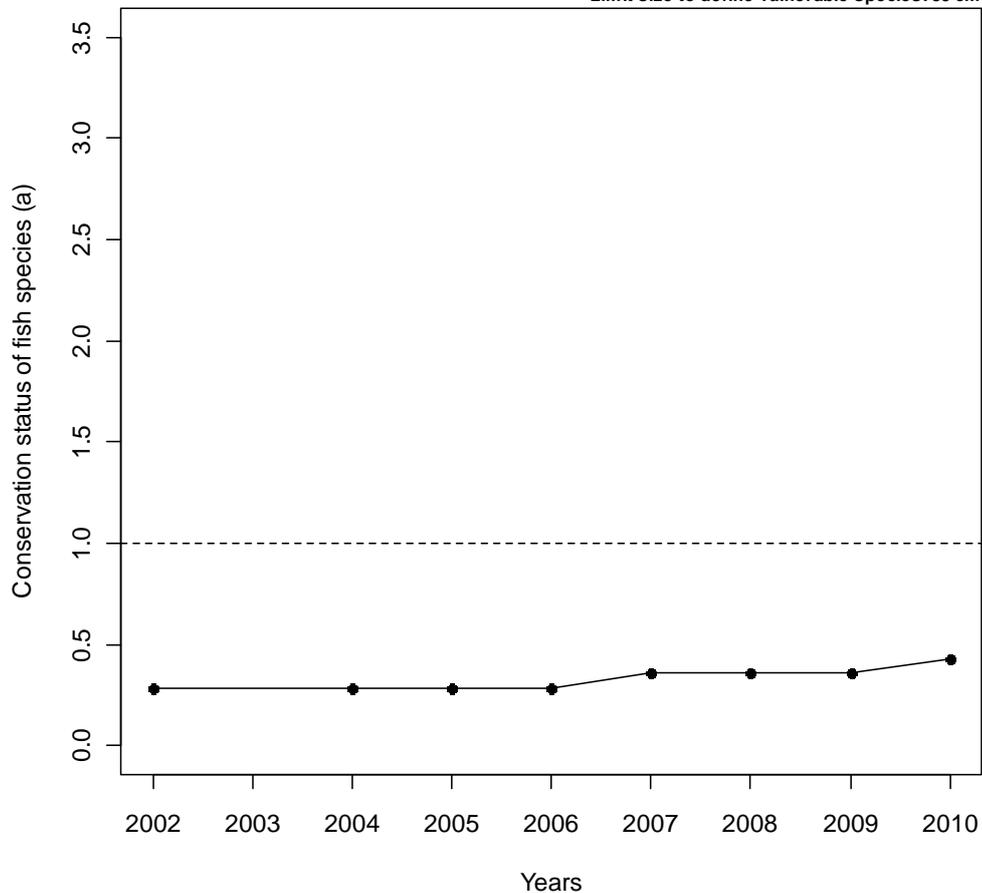
La Figura 48 muestra el indicador del estado de conservación de peces (CSF: *Conservation Status of Fish species*), que ha sido evaluado a partir de las especies que cumplían los requisitos enumerados en la sección de materiales y métodos, presentando una tendencia estable en el tiempo, aunque con cierta tendencia creciente. Debemos recordar que en la última campaña de la serie (2010) no se pudo muestrear el estrato batimétrico más profundo (>500 m), por lo que el resultado de ese año podría estar subestimado para aquellas especies cuyo rango de distribución va más allá de los 500 m.



### Conservation status of fish species (a)

Survey: SPGCGFS

Limit size to define vulnerable species: 35 cm



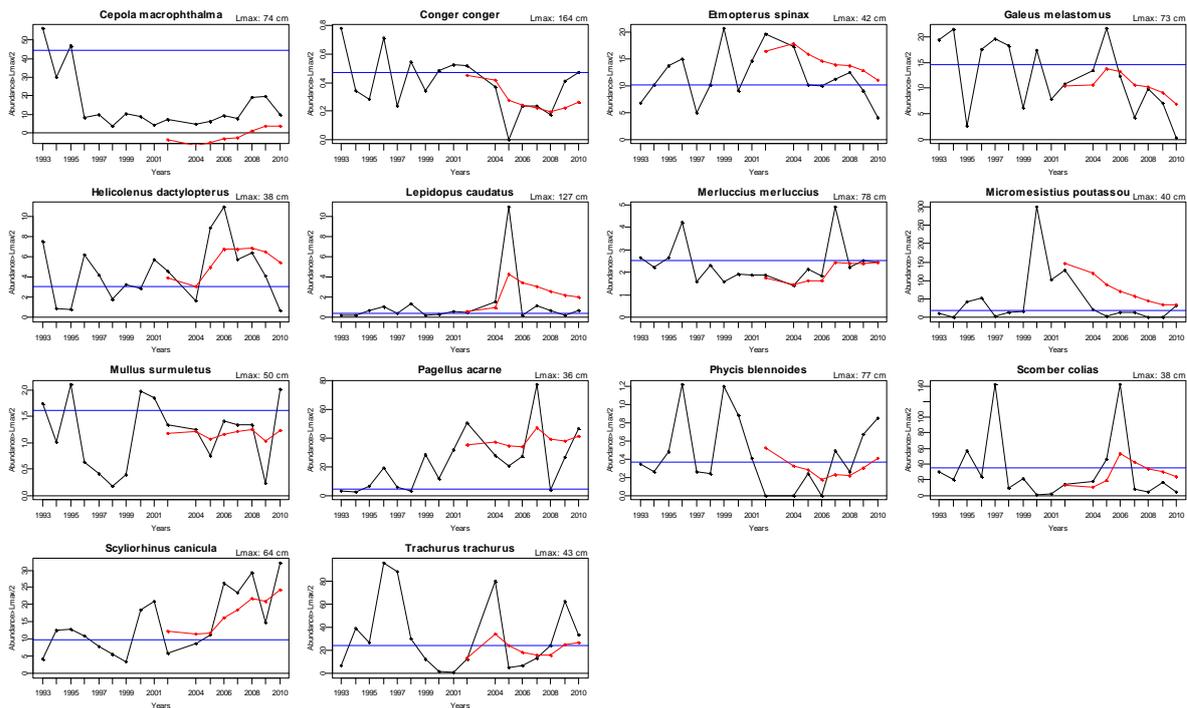
**Figura 48. Demarcación sudatlántica: Estado de Conservación de las especies de Peces (CSF).** La línea continua indica la tendencia temporal del indicador. La línea discontinua marca el valor considerado como valor límite que indicaría que más del 50% de las especies evaluadas se encontrarían peor que en las condiciones de referencia (*baseline condition*) según el criterio de declive de la IUCN. La talla límite para definir una especie vulnerable es 35 cm de longitud total.

La mayoría de las especies contempladas para este indicador son explotadas comercialmente o bien pueden considerarse especies acompañantes de pesquerías dirigidas, por lo que la presión pesquera es un factor a tener en cuenta en el análisis de la serie histórica considerada. Sin embargo, los efectos del aumento o disminución de la presión no son tan inmediatos en especies demersales con crecimiento lento, puesto que este indicador evalúa la abundancia de los ejemplares “adultos” de la población.

En general las especies contempladas muestran tendencias generalmente inestables a lo largo de los años de estudio (Figura 49). Dicha variabilidad interanual justificaría la utilización del modelo lineal para reducir el efecto de la variabilidad en la abundancia



de los “adultos”. Existen entre estas especies algunas que, prescindiendo de la variabilidad inter-anual utilizando el modelo lineal, tienen valores de abundancia en el último año superiores a las condiciones de referencia (promedio tres primeros años) como el negrito (*E. spinax*), la gallineta (*H. dactylopterus*), el sable (*L. caudatus*), la bacaladilla (*M. potassou*), el besugo (*P. acarne*), la brótola (*P. blennoides*), la pintarroja (*S. canicula*) y el jurel (*T. trachurus*). Entre éstas se pueden distinguir especies que muestran abundancias con tendencia al crecimiento como en el caso del besugo, la brótola, la pintarroja, el jurel y también la merluza (*M. merluccius*), aunque ésta última no alcanza en el último año el valor establecido como condición de referencia.



**Figura 49. Abundancia de los adultos (individuos con TL >0.5Lmax) de las especies incluidas en el Conservation Status Indicator. La línea verde representa la captura media de los primeros 3 años (1993-1995) considerados como condiciones de referencia y a partir de los cuales se han seleccionado las 14 especies. La línea roja representa el modelo lineal resultante de la combinación lineal de los primeros años de datos.**

La Tabla Muestra la clasificación de las especies consideradas en la estima de la función lineal (entre 2002 y 2010) a partir de los criterios establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Únicamente la cinta (*C. macrophthalma*) obtiene la categoría 3 (críticamente amenazada) todos los años en los que se aplica dicha función, al disminuir mucho sus niveles respecto a los de los tres primeros años establecidos como referencia. Siguiendo el criterio establecido el congrio (*C. conger*), el tollo (*G. melastomus*) y la brótola (*P. blennoides*) estarían clasificadas como vulnerables en el último año de estudio, mientras que el tonino (*S.*



*colias*) habría pasado a la categoría de especie vulnerable a no amenazada en los años más recientes.

**Tabla 19. Puntuación del Estado de Conservación de los Peces (CSF) según los criterios de IUCN. 0= especie no amenazada, disminución de la abundancia de peces adultos inferior al 50%, 1= especie vulnerable, disminución entre el 50 y el 70%, 2= especie amenazada, disminución de la abundancia entre el 70 y el 90%, 3= especie críticamente amenazada, disminución de la abundancia superior al 90%.**

Especies	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010*
<i>Cepola macrophthalma</i>	3	-	3	3	3	3	3	3	3
<i>Conger conger</i>	0	-	0	0	0	1	1	1	1
<i>Etmopterus spinax</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeus melastomus</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	1
<i>Helicolenus dactylopterus</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidopus caudatus</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merluccius merluccius</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Micromesistius poutassou</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mullus surmuletus</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pagellus acarne</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phycis blennoides</i>	0	-	0	0	1	1	1	1	1
<i>Scomber colias</i>	1	-	1	1	0	0	0	0	0
<i>Scyliorhinus canicula</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachurus trachurus</i>	0	-	0	0	0	0	0	0	0
Indicador CSF	0,29	-	0,29	0,29	0,29	0,36	0,36	0,36	0,43

Por último, cabe señalar que en la Figura 34 las especies contempladas tiene diferentes rango de abundancia, siendo las más abundantes aquellas formadoras de cardúmenes con abundancia superiores a 20 individuos adultos por lance, considerando el promedio de todos los años de la serie histórica, como es el caso de la bacaladilla (*M. poutassou*), el tonino (*S. colias*), el jurel (*T. trachurus*), el besugo (*P. acarne*) y la cinta (*C. macrophthalma*) aún presentando mucha variabilidad. El esto de especies tienen unas abundancias medias estratificadas inferiores.

## **2.7. Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento**

La necesidad más perentoria es el desarrollo de proyectos y estudios sobre los hábitats bentónicos, en especial aquellos de fondos duros y las zonas profundas (batial) y litorales que no son muestreadas durante las campañas de prospección con artes de arrastre, para obtener información y poder proceder a su identificación, cartografiado, funcionamiento y estructura.

También debe consensuarse una lista de hábitats que contenga los principales hábitats presentes en las aguas españolas, siguiendo una clasificación de tipo jerárquico. Este trabajo ya se ha iniciado en el seno del MAGRAMA y con la participación del IEO, entre



otros, basado en el sistema EUNIS (Davies y Moss, 1997, 1999; Connor *et al.*, 2004; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2006) pero con las necesarias adaptaciones a los hábitats de nuestras aguas.

Deben fomentarse los estudios que utilicen modelos de idoneidad de hábitats (ENFA, Maxent) que permitirán unas extrapolaciones más fiables a partir de los datos de base. El uso de estos modelos permitirá también la estimación de áreas de cobertura potencial que pueden ser utilizadas en el desarrollo de indicadores de estado.

Los estudios para la identificación de hábitats siguen un proceso ideal ya establecido sonda multihaz - sónar de barrido lateral - vídeo/fotografía - dragas/arrastres. Existe una información bastante completa en nuestras aguas de cartografiados multihaz y de muestreos con dragas, arrastres, etc. Hay que potenciar la escala intermedia de estudios con sónar y con métodos visuales

En el documento del grupo de trabajo (Cochrane *et al.*, 2010) se describe la aproximación al nivel de paisaje. Estas metodologías están en desarrollo y es importante seguir este desarrollo.



### 3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

El Descriptor 1 comprende todos los componentes de la biodiversidad, en sus distintos niveles organizativos. Esto supone una elevada complejidad, tanto al abordar el estado del descriptor, como a la hora de establecer una definición de Buen Estado Ambiental. Por otro lado, el grado de conocimiento del estado actual y funcionamiento de los distintos componentes de la biodiversidad es desigual.

A nivel de especie, algunos grupos taxonómicos disponen de una información relevante en cuanto a datos y series temporales (por ejemplo peces y aves), mientras que otros cuentan con información más dispersa y desigual en el tiempo y/o en el componente espacial (como es el caso de los reptiles y mamíferos). Es por ello que en los distintos ecotipos la definición del BEA puede pasar de tener un carácter relativamente cuantitativo, a abordar aspectos, también relevantes y necesarios de establecer, pero de una forma más genérica o cualitativa por el momento.

Para definir el BEA a nivel de especie, se ha realizado (según el criterio de experto) la clasificación de las especies, según el recurso muestre una tendencia creciente o decreciente, es decir en función de la evolución de las especies en la serie histórica. Se definieron los siguientes escenarios de BEA en función de esta clasificación previa:

- **Especies oportunistas o estrategias de la *r*** con cualquier patrón (creciente o decreciente) de biomasa o abundancia: las abundancias biomasa/número no deben variar más allá de  $\mu \pm \sigma$  de la serie, es decir valor de *Z* de la serie tiene que variar entre -1 y +1.
- **Especies potencialmente vulnerables o estrategias de la *k*** (+edad/-reprod/+tamaño):
  - Tendencia decreciente: la estimación de la abundancia debe crecer por encima de la estimación de  $\mu + 0.5\sigma$ , es decir *Z* mayor o igual de + 0.5.
  - Estable o creciente en últimos años: deben mantenerse estables o crecer, y por tanto deben ser mayores que  $\mu$ , entendiendo que nunca es malo que las especies potencialmente vulnerables aumenten. Pero aún así se ha de dar un rango de valores negativos que den margen a las fluctuaciones naturales, la variabilidad natural, de una especie que no se encuentra en tendencia decreciente, es decir *Z* mayor o igual de - 0.5.

En los tres casos, un porcentaje de especies, basado en la distribución binomial, deberá de cumplir este objetivo para asegurar que hay menos de un 5% de posibilidades de que los resultados se deban a la variabilidad natural. Los porcentajes se estimarán para cada demarcación basándose en la distribución binomial de acuerdo con el número de especies consideradas, para descartar de forma estadísticamente significativa que el número de éxitos y fracasos sea achacable a variabilidad natural.



En cuanto a los hábitats, en la mayor parte de los hábitats no se dispone en la actualidad de información adecuada sobre su extensión y/o estado. Aún más limitado es el conocimiento sobre la extensión y el estado de los mismos en el pasado. Las limitaciones espacio-temporales y metodológicas no permiten definir en este momento el BEA (Buen Estado Ambiental) de los hábitats como un valor cuantitativo o puntual. Por tanto, la definición de Buen Estado Ambiental no debe ser el nivel de referencia establecido en la evaluación del estado, sino una tendencia positiva hacia ese nivel o una estabilidad, dado que en muchas ocasiones el nivel de referencia es imposible de alcanzar (perdida de hábitat irreversible, elevados costes sociales, escala temporal a largo plazo de los procesos de recuperación, etc.).

Por otra parte, el concepto de Buen Estado Ambiental debe tener en cuenta el uso sostenible de los mares y un nivel de actividad humana que sea compatible con la conservación de los ecosistemas marinos (incluyendo sus especies y hábitats), de acuerdo con el enfoque ecosistémico. Por tanto, el BEA no es asimilable al nivel de referencia (cuando haya sido posible fijarlo), sino que debe tener en consideración otros factores.

### **3.1. Nivel especie**

#### **3.1.1. Grupo funcional peces, elasmobranquios demersales, e invertebrados móviles (crustáceos y cefalópodos)**

Este grupo de ecotipos ha sido evaluado con una mayor disponibilidad de datos y series temporales. Es por ello que en este caso se puede alcanzar una mayor definición de lo que se considera BEA desde un punto de vista cuantitativo. Estas definiciones cuantitativas no obstante pueden estar sujeta a posibles modificaciones futuras como consecuencia de: i) el incremento en el conocimiento de las especies estudiadas; ii) el avance en el estudio y la definición de condiciones de referencia que se llevan a cabo en los grupos internacionales (OSPAR, UE); y iii) un más profundo conocimiento de las relaciones presión-estado existentes, y de sus interacciones con las actividades humanas. Las condiciones necesarias para alcanzar el BEA definidas en la presente evaluación inicial son:

- En cuanto al **área y patrón de distribución** (criterio 1.1), el Buen estado ambiental se puede definir en este grupo, en base a la combinación del estado de las áreas de distribución de las especies consideradas “vulnerables (K estrategias)” y las “oportunistas (r estrategias)”. En las primeras se debe mantener o expandir el área de distribución, y en las segundas mantener (o reducir en algunos casos) su área de distribución. En cuanto a la evaluación en conjunto, el BEA se ha definido como el **mantenimiento o incremento del % de cuadrículas con presencia de las especies más representativas de la comunidad demersal**. De este modo, una proporción suficiente de especies (variable en función del número de especies analizadas) se comportan de



manera similar a lo esperado en un escenario de BEA, de modo que se garantiza que esta proporción no es debido al azar (mediante distribución binomial).

- Respecto al **tamaño poblacional** (criterio 1.2), medido bien por biomasa o por abundancia de la población, o por ambos, se considera que cada una de las especies alcanzan el BEA si:
  - Las “especies oportunistas” experimentan un valor de biomasa o abundancia con un valor de Z de la serie que varía entre -1 y +1.
  - Las “especies vulnerables con tendencia temporal decreciente”: la estimación de la el valor de  $Z \geq 0.5$ .
  - Las “especies vulnerables con tendencia temporal estable o creciente” en últimos años: deben mantenerse estables o crecer, es decir  $Z \geq -0.5$ .

A nivel de comunidad, y en los tres casos, un porcentaje de especies, basado en la distribución binomial, deberá de cumplir este criterio individual para asegurar que los resultados no se deben al azar de la variabilidad natural (ver más detalles en apartado 2.3.1)

- Además, el **percentil 95% de la distribución de tallas** del grupo funcional peces (medido como estima del indicador 1.3.1) se mantiene, o incrementa, respecto a los valores detectados en la presente evaluación inicial.

### **3.1.2. Grupo funcional reptiles**

Este grupo funcional se caracteriza por su elevada movilidad, por lo que su área y patrón de distribución supera en escala la propia del análisis abarcado por la Demarcación Marina. Por su parte las estimas poblacionales son escasas por el momento, y albergan un elevado nivel de incertidumbre. No se debe olvidar además que todas las especies que comprenden este grupo están protegidas por la Directiva de Hábitats y el Acuerdo ACCOBAMS. Las condiciones necesarias para que las especies de estos grupos funcionales alcancen el BEA son:

- El área y patrón de distribución de las poblaciones se mantiene estable o incrementa dentro de la Demarcación Marina (Criterio 1.1)
- El tamaño poblacional de las especies de reptiles se mantiene en niveles que garanticen la perduración de las mismas en la Demarcación Marina, incluyendo un adecuado funcionamiento demográfico, y un mantenimiento de la variabilidad genética y los procesos ecológicos en los que participan (Criterios 1.2 y 1.3)
- Las tasas de mortalidad por capturas accidentales, colisiones, o impacto acústico no ponen en peligro el mantenimiento de las condiciones demográficas y los tamaños poblacionales considerados necesarios para alcanzar un Buen Estado Ambiental (Criterio 1.3).



### **3.1.3 Grupo funcional aves**

La definición de Buen Estado Ambiental para este grupo funcional está explicada detalladamente en el documento específico.

### **3.1.4 Grupo funcional mamíferos**

La definición de Buen Estado Ambiental para este grupo funcional está explicada detalladamente en el documento específico.

## **3.2. Nivel hábitat**

- Se mantiene o incrementa la distribución (criterio 1.4) y la extensión (criterio 1.5) de los hábitats protegidos. Los hábitats predominantes presentan valores de distribución y extensión que garantizan su conservación.
- El estado de los hábitats, evaluado en términos del estado de las especies y comunidades típicas (1.6.1), o de abundancia y/o biomasa relativa (1.6.2), o en función de sus condiciones físicas, hidrológicas y químicas (1.6.3), se mantiene dentro de valores que garanticen su perdurabilidad y funcionamiento, y el mantenimiento de las especies características y especies clave asociadas

## **3.3. Nivel ecosistema**

- Los ecosistemas marinos mantienen una estructura y funcionamiento acordes con las situaciones fisiográficas, geográficas y climáticas reinantes, en los cuales la diversidad de especies y hábitats se mantiene, así como la complejidad de sus relaciones tróficas. Las presiones humanas no condicionan el mantenimiento de los ecosistemas, y se garantiza su continuidad mediante un aprovechamiento sostenible de sus bienes y servicios.
- El valor de “talla máxima media” de las especies de peces e invertebrados demersales más relevantes, como indicador del estado de los ecosistemas demersales, se mantiene o incrementa, respecto a los valores detectados en la presente evaluación inicial.
- El indicador de “estado de conservación de los peces” como herramienta integradora del análisis del estado de conservación de los ecosistemas, se mantiene o disminuye, respecto a los valores detectados en la presente evaluación inicial, y se sitúa siempre por debajo del de 1.





## 4. REFERENCIAS

- Báez, J.C., Real, R., Bellido, J.J., Macías, D., de la Serna, J.M. & Camiñas, J.A. (2010). Validating an ecological model with fisheries management applications: the relationship between loggerhead by-catch and distance to the coast. *Journal of the Marine Biological Association U.K.*, 91 (6): 1381-1383.
- Bearzi, G., Reeves, R., Notarbartolo-Di-Sciara, G., Politi, E., Cañadas, A., Frantzis, A. & Mussi, B. (2003). Ecology, status and conservation of common dolphin in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, 33: 224-252.
- Bowen, B.W., Kamezaki, N., Limpus, C.J., Hughes, G.R., Meylan, A.B. & Avise, J.C. (1994). Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) as indicated by mitochondrial DNA haplotypes. *Evolution*, 46 (6):1820-1828.
- Bowen, B.W., Bass, A.L., Soares, L. & Toonen, R.J. (2005). Conservation implications of complex population structure: lessons from the loggerhead turtle (*Caretta caretta*). *Molecular Ecology*, 14: 2389–2402.
- Camiñas, J.A. & González de Vega, J.P. (1997): The leatherback turtle (*Dermodochelys coriacea* V.) presence and mortality in the Gulf of Cadiz (SW of Spain). 2º Simposio sobre el Margen continental Ibérico Atlántico. Cádiz, Septiembre, 1997.
- Cochrane, S.K.J., Connor, D.W., Nilsson, P., Mitchell, I., Reker, J., Franco, J., Valavanis, V., Moncheva, S., Ekeboom, J., Nygaard, K., Serrão Santos, R., Naberhaus, I., Packeiser, T., van de Bund, W. & Cardoso, A.C. (2010). (Editor: N. Zampoukas). Marine Strategy Framework Directive Task Group 1 Report Biological diversity Joint Report prepared between JRC and DG ENV.
- Connor, D.W., Allen, J.H., Golding, N., Howell, K.L., Lieberknecht, L.M., Northen, K.O. & Reker, J.B. (2004). The marine habitat classification for Britain and Ireland. Version 04.05. Joint Nature Conservation Committee (JNCC), Peterborough.
- Davies C. E. & Moss D. (1997). EUNIS Habitat Classification. Final Report, European Topic Centre on Nature Conservation, Task 7.5.1.
- Díaz, J.I., Farrán, M. & Maldonado, A. (1985). Surficial sediment distribution patterns in the Gulf of Cádiz controlled by the geomorphic features and physical oceanographic parameters. In: Rossell, J., Remacha, E., & Zamorano, M. 6th European Regional Meeting of Sedimentology, I.A.S., Lérida, 1985, Abstracts: 129-132. Ed. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Encalada, S. E., Bjørndal, K. A., Bolten, A. B., Zurita, J. C., Schroeder, B., Possardt, E., Sears, C. J. & Bowen, B. W. (1998). Population structure of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nesting colonies in the Atlantic and Mediterranean as inferred from mitochondrial DNA control region sequences. *Marine Biology*, 130: 567–575.
- European Commission. (2010). On criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters. EU COM Decision 2010/477/EU. Official Journal of the European Union. L232. 2.9.2010.
- European Commission. (2011a). Commission Staff Working Paper. Relationship between the initial assessment of marine waters and the criteria for good environmental status. Brussels, 14.10.2011SEC(2011) 1255 final.
- European Commission. (2011b). Recommendation on reporting in 2012 for the Marine Strategy Framework Directive. Informal Meeting of EU Water directors and EU Marine Directors.



Warsaw, Poland, 7<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> December 2011. DOC 5.

- Fraschetti, S., Terlizzi, A. & Boero, F. (2008). How many habitats are in the sea (and where)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366: 109–155.
- Jennings, S., Reynolds, J.D. & Mills, S.C. (1998). Life history correlates of responses to fisheries exploitation. *Proceedings of the Royal Society London B*, 265: 333-339.
- Jennings, S., Greenstreet, S.P.R. & Reynolds, J.D. (1999). Structural change in an exploited fish community: a consequence of differential fishing effects on species with contrasting life histories. *Journal of Animal Ecology*, 68: 617-627.
- Lutz, P. L. & Musick, J.A. (1997). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, Florida : CRC Press.
- Mafalda, P., Pérez de Rubín, J. & Sampaio de Souza, C. (2007). Mesozooplankton composition and distribution in relation to oceanographic conditions in the Gulf of Cádiz, Spain. *Revista UDO Agrícola*, 7 (1): 274-284.
- Monzón-Arguello, C., Rico, C., Naro-Maciel, E., Varo-Cruz, N., López, P., Marco, A. & López-Jurado, L.F. (2010). Population structure and conservation implications for the loggerhead sea turtle of the Cape Verde Islands. *Conservation Genetics*, 11: 1871-1884.
- OCEANA (2008). *Guía de los Elasmobranchios de Europa*.
- OCEANA (2009). *Lucha por los tiburones amenazados. La tragedia de las especies sin gestión pesquera*.
- ONU (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)*. Rio de Janeiro.
- OSPAR Commission (2010). *Quality Status Report 2010: Region IV – Bay of Biscay and Iberian Coast*.
- OSPAR Commission (2011). *MSFD advice manual on biodiversity. Approaches to determining good environmental status, setting of environmental targets and selecting indicators for Marine Strategy Framework Directive descriptors 1, 2, 4 and 6*.
- Piet, G., Lutchman, I. & Jennings, S. (2007). *Report of the Ad Hoc Meeting of independent experts on Indicators and associated data requirements to measure the impacts of fisheries on the marine ecosystem*. 32 pp.
- Piha H. & Zampoukas N. (2011). *Review of Methodological Standards Related to the Marine Strategy Framework Directive Criteria on Good Environmental Status*. JRC Scientific and Technical Report. EUR 24743 EN–2011.
- Rey, J. y Medialdea, T. (1989). *Los sedimentos cuaternarios superficiales del margen continental español*. Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía, 3: 29 pp.
- SECEG (1982). *Estudio monográfico sobre geología del Estrecho de Gibraltar*. Madrid, 194 pp.
- Segado, M., Gutiérrez, J.M., Hidalgo, F., Martínez, J.M. y Cepero, F. (1984). *Estudio de los sedimentos recientes de la plataforma continental gaditana entre Chipiona y Cabo Roche*. *Boletín Geológico y Minero, XCV(IV)*: 310-324.
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois, USA.
- Shephard, S., Reid, D. G., & Greenstreet, S. P. R. (2011). Interpreting the large fish indicator for the Celtic Sea. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 68(9), 1963-1972.
- Shin, Y.J., Rochet, M.J., Jennings, S., Field, J.G. & Gislason, H. (2005). Using Size-based Indicators to Evaluate the Ecosystem Effects of Fishing. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 32: 384-396.
- UNEP - MAP - RAC/SPA, 2006. *Proceedings of the second Mediterranean symposium on marine*



vegetation (Athens, 12-13 December 2003). RAC-SPA (ed.), Tunis : 255pp.

Williams, J.M., ed. (2006). Common Standards Monitoring for Designated Sites: First Six Year Report. Peterborough, JNCC.



## Anexo I. Glosario de términos y Acrónimos

---

### Glosario:

---

**Comunidad:** La comunidad (llamada también comunidad biótica) es un nivel de organización natural que incluye todas las poblaciones de un área dada y en un tiempo dado.

**Descriptor:** Característica cualitativa del medio que permite evaluar el estado del medio marino, así en la DMEM y la ley 41/2010 de protección del medio marino se han definido 11 descriptores en los que basar las evaluaciones del medio marino. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Ecosistema:** Es una porción termodinámicamente abierta de la biosfera o "conjunto de componentes de tipo biótico y abiótico que interactúan a través del intercambio de materia y energía con otros componentes que pertenecen al mismo sistema y/o con componentes pertenecientes a otros sistemas." El componente biótico está compuesto por los organismos vivos que se organizan en comunidades y el medio ambiente abiótico correspondiente componente físico que también se conoce como geotopo.

**Ecotipo o grupo funcional:** aplicado en el documento para definir a un subgrupo de especies de un mismo ecotipo, pero que además comparten una misma función dentro del ecosistema con similitudes en el nicho ecológico y trófico, e.g. peces y elasmobranquios demersales, pequeños peces pelágicos, etc.

**Especie:** Es una clasificación taxonómica que se aplica al grupo o comunidad de individuos que pueden cruzarse entre sí real o potencialmente.

**Especie predominante:** Aplicada a especies muy abundantes en regiones, hábitats o zonas concretas. En ocasiones el nombre de la especie se utiliza para denominar un hábitat concreto en el que su presencia es determinante para identificar el hábitat, en general especies sésiles o bentónicas.

**Especies oportunistas (o tipo r):** en este documento este término se aplica a especies caracterizadas por su crecimiento rápido, ciclo vital corto alcanzando rápidamente la madurez reproductiva, tamaño relativamente pequeño y alto potencial reproductor que les permite aprovechar al máximo situaciones en las que encuentran condiciones óptimas para su desarrollo. En general se considera que este desarrollo rápido en condiciones favorables puede afectar negativamente a otras especies más sensibles y por lo tanto afectar negativamente a la biodiversidad cuando se detectan estas explosiones poblacionales.

**Especies sensibles, vulnerables (o tipo k):** este término se utiliza en este documento para referirse a especies caracterizadas por una combinación crecimiento lento, ciclo vital largo, de tamaño relativamente grande (en especial mayor de la talla considerada para definir los peces grandes, 35 cm en la demarcación) y bajo potencial reproductor. Estas condiciones se dan en general en la mayoría de los elasmobranquios, muchas especies de profundidad y diversos grupos de teleósteos pero aún así se ha aplicado a algunas especies que no cumplen alguna de las premisas anteriores, pero si varias de ellas lo que les hace potencialmente más



vulnerables al impacto de la pesca u otros impactos sobre los ecosistemas que ocupan.

**Grupo o grupo taxonómico:** agrupación de especies con similar nivel taxonómico y funcional en los ecosistemas: plancton, invertebrados, peces, reptiles, aves, mamíferos. En ocasiones estos ecotipos se subdividen en distintos ecotipos (ver más arriba) en función de su función, nicho ecológico y trófico.

**Grupo funcional:** ver ecotipo.

**Hábitat:** originalmente en ecología expresaba las condiciones físicas que rodean a una especie, población o comunidad, o en este caso y el mismo sentido de medio ambiente y geotopo. Hoy en día su significado es “el lugar en el que las características abióticas y bióticas pueden permitir la supervivencia de una cierta población”.

**Paisaje:** “Es una cierta porción de territorio, tal como la percibe la población, cuyo carácter deriva de factores naturales y / o humanos y de su interrelación”.

**Población:** Se trata de un grupo de individuos de la misma especie que interactúan dinámica-mente entre sí en un área determinada y que tienen características típicas del grupo.

---

### Acrónimos y abreviaturas:

---

**BEA:** Buen Estado Ambiental, definido dentro de la Ley 41/2010 de protección del medio marino aquel en el que éste da lugar a océanos y mares ecológicamente diversos y dinámicos, limpios, sanos y productivos en el contexto de sus condiciones intrínsecas, y en el que la utilización del medio marino sea sostenible, quedando así protegido su potencial de usos, actividades y recursos por parte de las generaciones actuales y futuras.

**CODA:** proyecto para el estudio de la distribución de los cetáceos en mar abierto, acrónimo de: Cetacean Offshore Distribution and Abundance in the European Atlantic.

**CSF:** Estado de Conservación de los Peces (Conservation Status of Fish Species), indicador para la evaluación de la biodiversidad utilizando como subrogado la diversidad de los peces demersales (ver Piet et al. 2007).

**Dxx:** Descriptor 1 a 11: cada uno de los 11 descriptores definidos en la DMEM y al Ley 41/2010. Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**DC2010:** Decisión de la Comisión de 1 de septiembre de 2010 sobre los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas. Diario Oficial de la Unión Europea. 2010/477/UE. p. 232/14.

**DH:** Directiva de Hábitats: Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Diario Oficial L 206 de 22.7.1992, p. 7

**DMA:** Directiva Marco del Agua: Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Diario Oficial de la Unión Europea. 22.12.2000. L.237 1-73.

**DMEM:** Directiva Marco Estrategia Marina Europea: Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008 por la que se establece



un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina). Diario Oficial de la Unión Europea. 25.6.2008. L.164 19-40.

**EUNIS:** Sistema de Información Europeo de la Naturaleza (acrónimo de European Nature Information System). Parte del Centro de Datos de la Biodiversidad de la Agencia Ambiental Europea. En EUNIS se catalogan hábitats y especies de todos los ambientes, no sólo marinos. En el presente informe hacer referencia a la clasificación de hábitats contenida en EUNIS (<http://eunis.eea.europa.eu/index.jsp>).

**IBTSWG:** Grupo de trabajo de Campañas de Arrastre que coordina en el seno del ICES las campañas de arrastre para la evaluación de recursos realizadas en el Atlántico nororiental europeo (International Bottom Trawl Survey Working Group)

**ICCAT:** Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico.

**ICES:** Consejo Internacional para la Exploración del Mar (International Council for the Exploration of the Sea).

**IWC:** Comisión Ballenera Internacional (del inglés: International Whaling Commission)

**L<sub>max</sub> o L<sub>∞</sub>:** Talla máxima o infinito, la talla máxima alcanzada por una población dada de una especie, o por una especie dentro de la serie histórica de datos.

**RMSJRC:** Review of Methodological Standards Related to the Marine Strategy Framework Directive Criteria on Good Environmental Status. Ref: JCR EUR 24743 EN - 2011.

**SCANS-II:** proyecto Life europeo para el estudio de los pequeños cetáceos en el Atlántico europeo y el Mar del Norte (acrónimo de Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea).

**SEC2011:** Commission Staff Working Paper: Relationship between the initial assessment of marine waters and the criteria for good environmental status. Brussels, 14.10.2011 SEC(2011) 1255 final.

**WSSD:** Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo 2002 (de World Summit on Sustainable Development).



## Anexo II. Descripción de la campaña ARSA

Las campañas de arrastre de fondo son uno de los principales métodos de estudio directo de las poblaciones de interés pesquero. Debido al uso como muestreador de un aparejo de arrastre con puertas, se evalúan exclusivamente las zonas arrastrables (fondos blandos).

Desde 1993, el IEO realiza con una periodicidad anual campañas oceanográficas de prospección con artes de arrastre de fondo en las aguas españolas del Golfo de Cádiz. Todas estas campañas han sido llevadas a cabo a bordo del B/O Cornide de Saavedra, del IEO, y están aportando un gran volumen de información sobre las características faunísticas de los fondos arrastrables de la región. La zona muestreada se extiende desde la frontera con Portugal (meridiano 7° 20' W) al meridiano 6° 20' W hacia el este, el paralelo límite hacia el sur corresponde con el límite 35° 54' N y hacia el norte el límite corresponde a la costa Sudatlántica. Esta zona comprende los fondos entre las isobatas de los 15 y los 800 m de profundidad, siendo su límite inferior la distancia de 6 millas a la costa (Figura II 1).

A pesar de que en la Demarcación Sudatlántica estas campañas de arrastre demersal se realizan en primavera y en otoño, para el cálculo de los indicadores se han utilizado únicamente los datos correspondientes a las campañas de primavera dado que la serie es la más larga (17 años).

Los objetivos de estas campañas han ido evolucionado de acuerdo con los intereses de la sociedad y las nuevas fronteras en la investigación marina. Así, la evolución en los objetivos se ha traducido en un incremento en la obtención de información del medio, así como en una mejora en el diseño de las mismas. Inicialmente, el objetivo principal era la evaluación de los recursos de interés comercial, y para ello se realizaban muestreos de talla y peso de todas las especies capturadas, así como muestreos biológicos de las especies más importantes a nivel comercial. Con el tiempo, los objetivos han ido incrementándose y se realizan otros estudios como la caracterización oceanográfica mediante perfiles de CTD, y la obtención de muestras del fondo con diferentes dragas, lo que permite mejorar el conocimiento de la química, física y geología del medio marino del Golfo de Cádiz. Además, se ha mejorado e incrementado la toma de información biológica y ecológica, mediante la recogida de piezas esqueléticas para la identificación de la edad en peces óseos, estudios de trofismo o la clasificación y cuantificación de las basuras recogidas durante las operaciones de pesca.

Una vez el arte ha llegado a bordo, toda la captura se recoge en cajas, y el material biológico se clasifica a nivel taxonómico de especie, pesando y contando los individuos. Posteriormente, se pasa a realizar el muestreo biológico y la conservación de las muestras, en función de la especie o grupo faunístico. Con carácter general, se realiza el muestreo de tallas y sexo/madurez de peces, crustáceos y moluscos, recogida de piezas esqueléticas para la identificación de la edad en peces óseos. Además se fotografían y conservan todas las especies sobre las que hay dudas o presentan características especiales.

La estimación de la abundancia de las especies está basada en arrastres de una hora de duración. Todas las pescas se realizan durante el día, debido al cambio en la tasa de capturabilidad de las especies durante la noche, y como muestreador se utiliza un arte de arrastre de fondo tipo baca 44/60. El diseño del esquema de muestreo está basado en un

muestreo estratificado aleatorio, para el área que comprende desde los 20 m hasta los 800 m de profundidad. La distribución de los lances se efectúa teniendo en cuenta cinco estratos de profundidad previamente definidos (Figura II 1 y Tabla II 1). El número de muestreos (lances) es proporcional a la superficie de cada uno de estos estratos.

Como índices de abundancia por especie, se utiliza la captura media estratificada, tanto en peso como en número. Desde la campaña de marzo del año 1998, además de las pesca de arrastre, se realiza una caracterización de las masas de agua mediante un perfil hidrográfico. Este perfil de la columna de agua nos aporta información sobre profundidad, temperatura y salinidad mediante un sistema de batisonda CTD. El esquema de muestreo está basado en una malla de estaciones repartidas a lo largo de toda el área de campaña (Figura II 2). El modelo de CTD utilizado desde 1998 hasta el año 2000 fue BCTD-*Fsi-Falmouth-scientific*. A partir del año 2000 en adelante se utiliza un CTD *Seabird*.

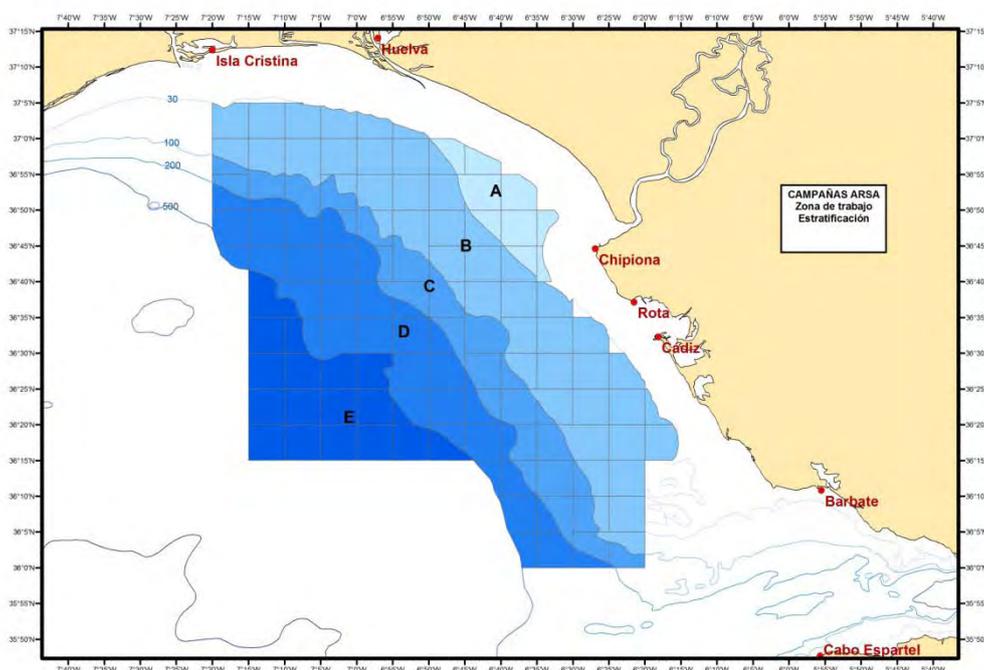
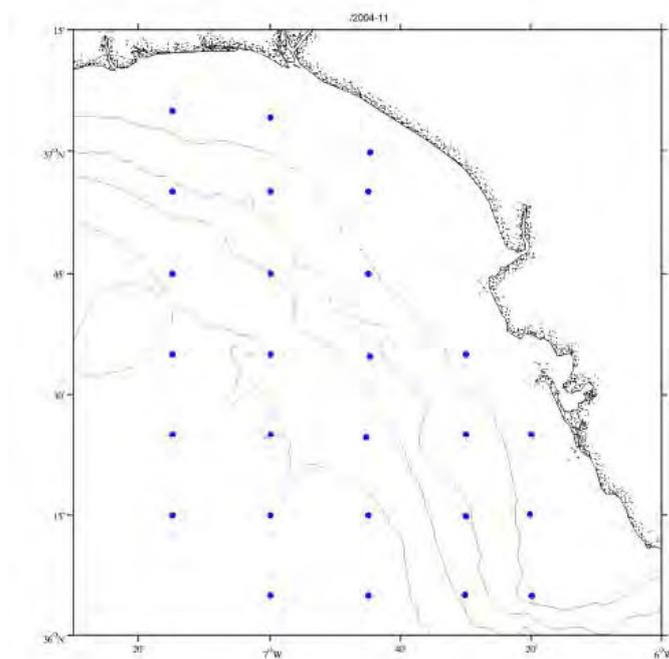


Figura II 1. Campañas ARSA. Área de campaña y límite de los estratos batimétricos.

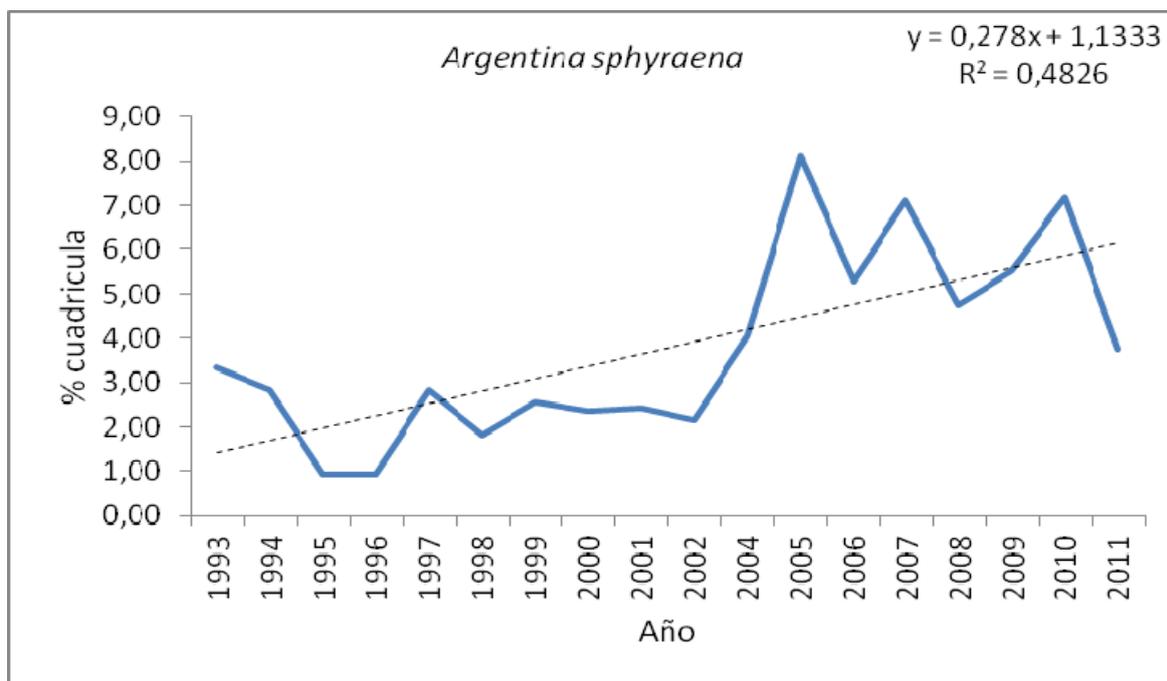
Tabla II 1. Estratos batimétricos en las campañas de arrastre en la demarcación Sudatlántica

Estrato	Límites batimétricos
A	15-30 m
B	31-100 m
C	101-200 m
D	201-500 m
E	>500 m

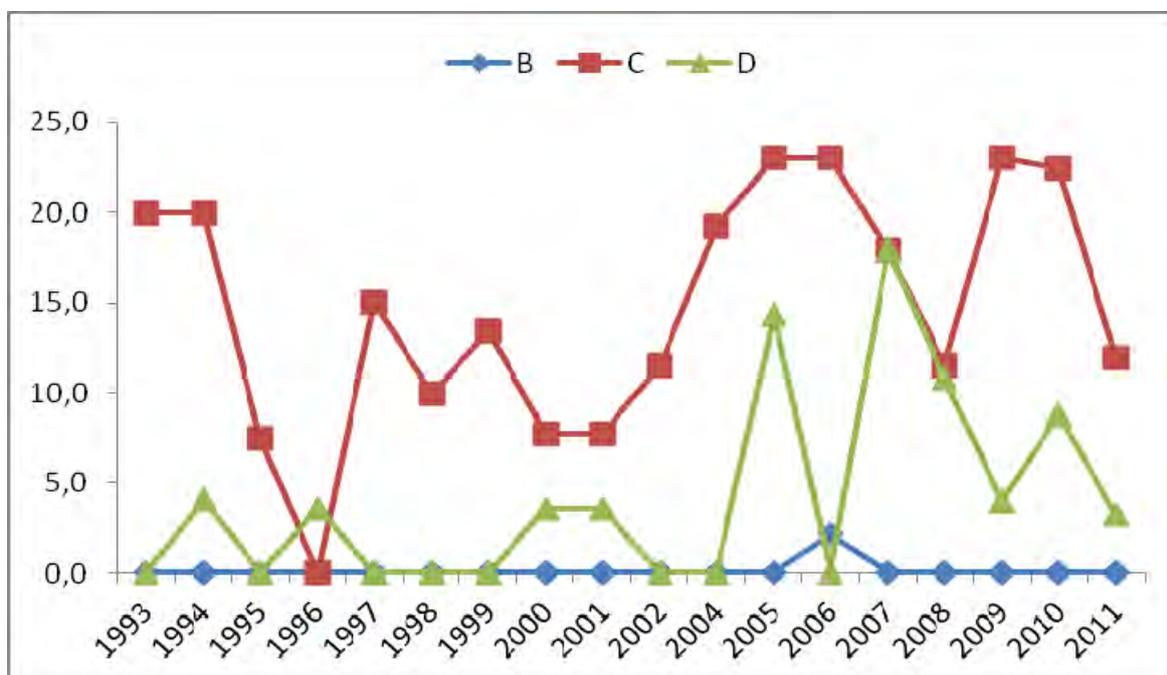


**Figura II 2. Campañas ARSA. Malla de estaciones de CTD (año 2004).**

### Anexo III. Criterio 1.1. Distribución de las especies. Soporte gráfico para indicadores 1.1.1 y 1.1.2 para el ecotipo Peces y Elasmobranquios Demersales.

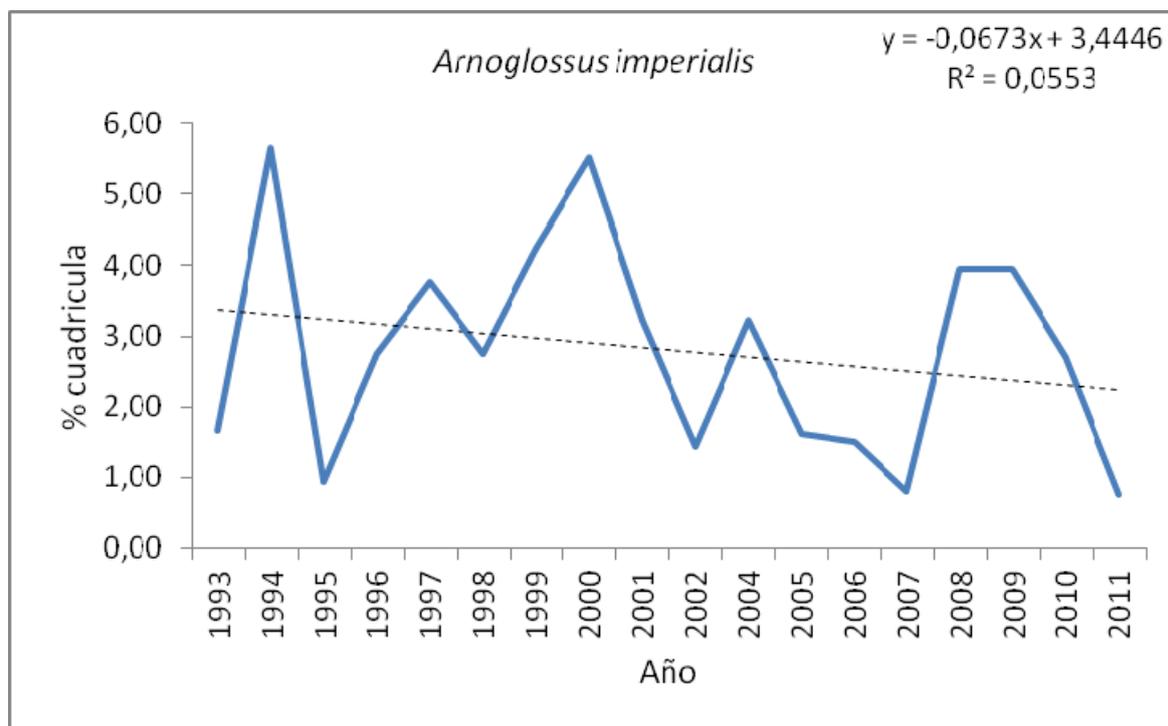


#### Por estrato batimétrico *r*

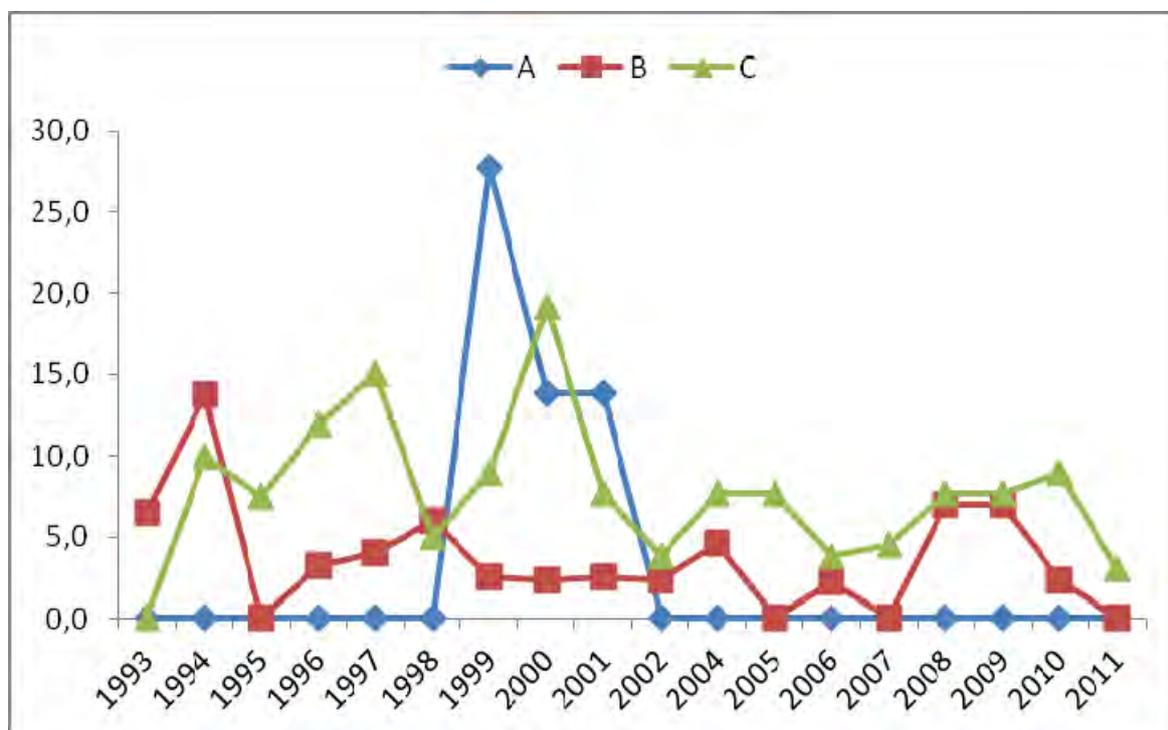


**Figura III.1.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Argentina sphyraena* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los

distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



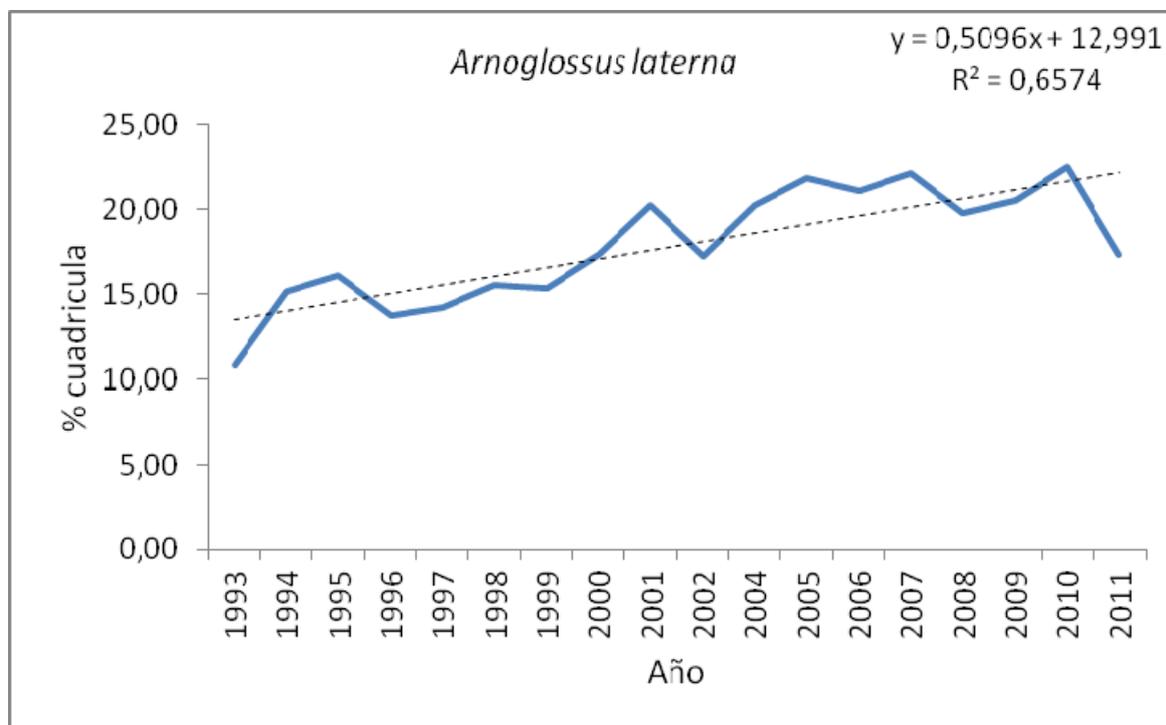
**Por estrato batimétrico r**



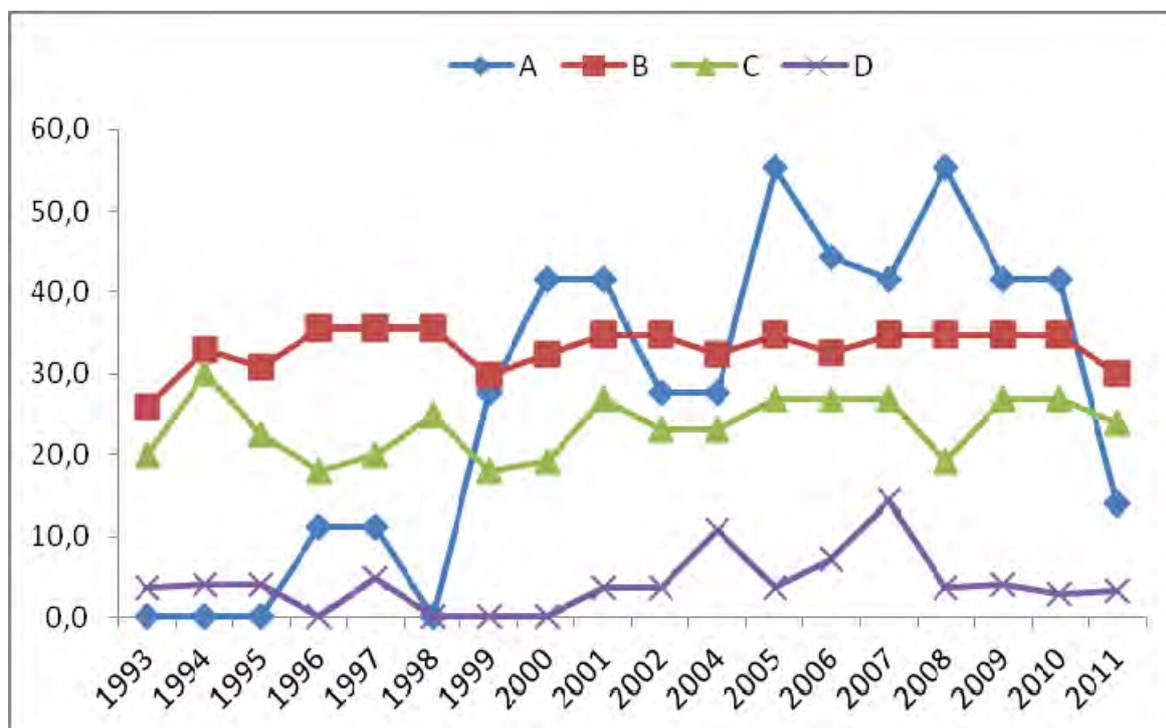
**Figura III.2.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Arnoglossus imperialis* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea



discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

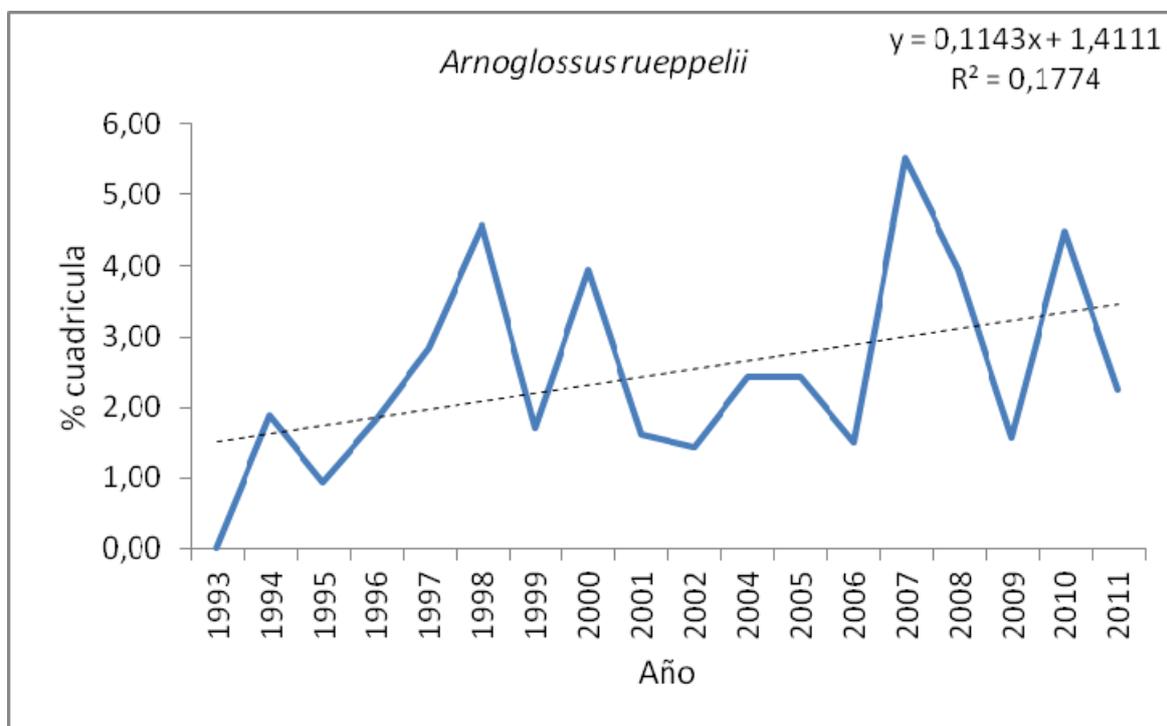


#### Por estrato batimétrico *r*

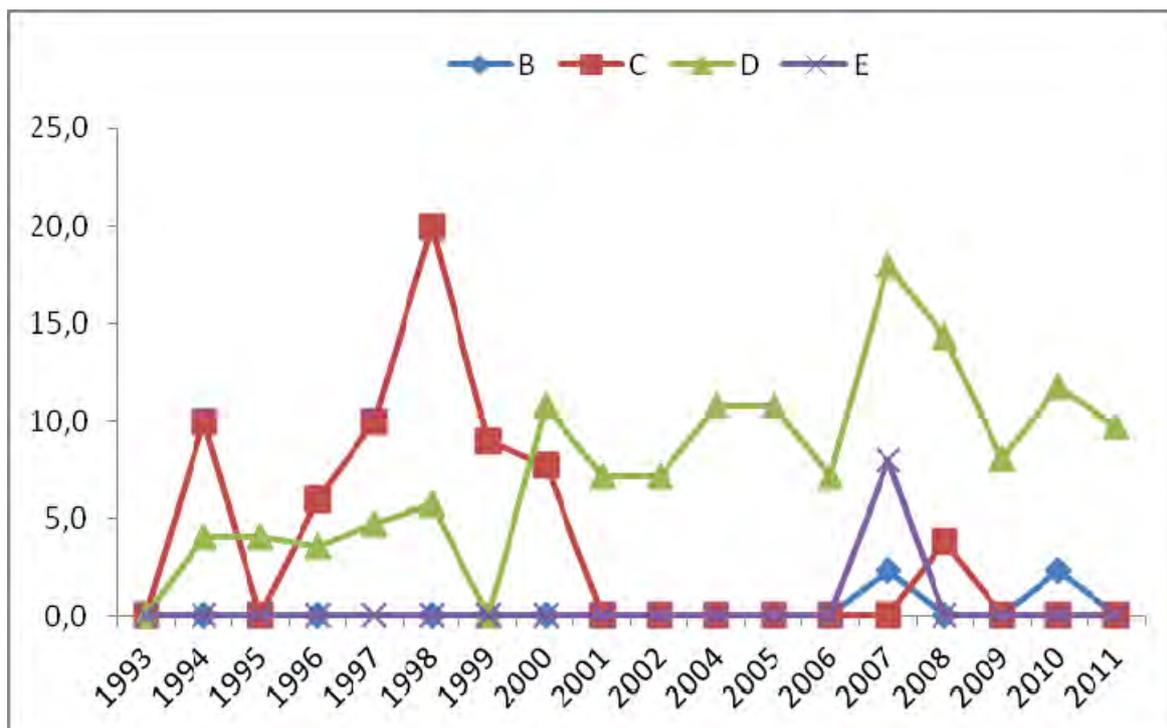




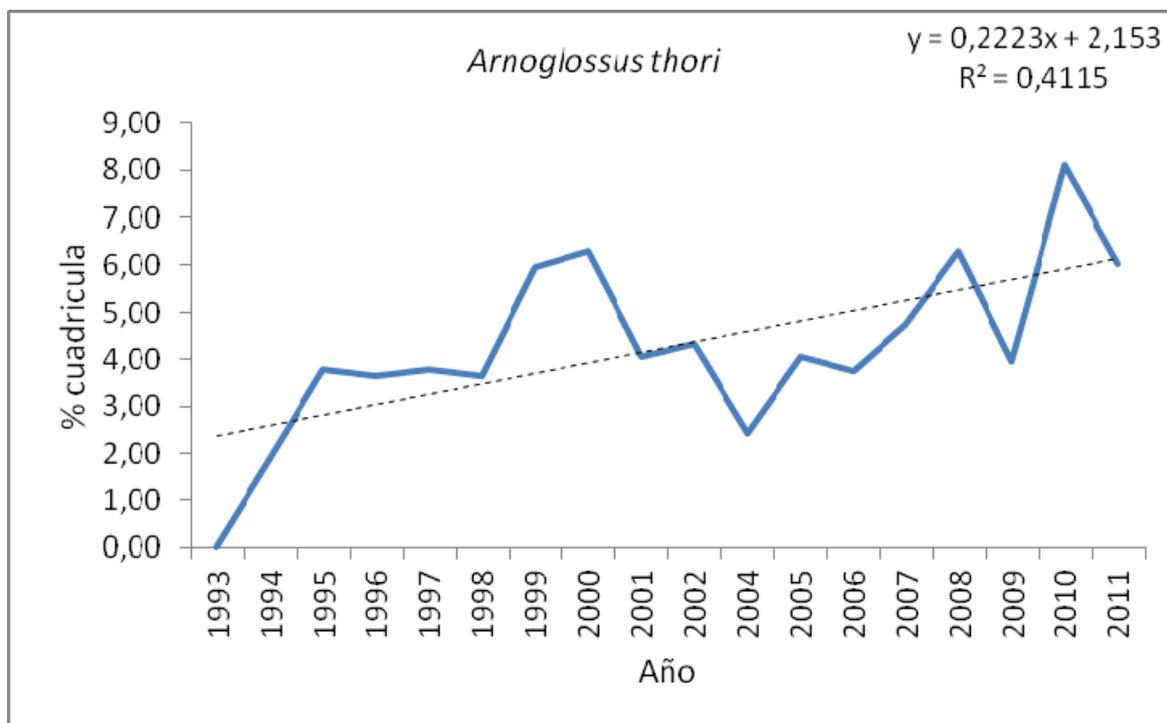
**Figura III.3.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Arnoglossus laterna* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



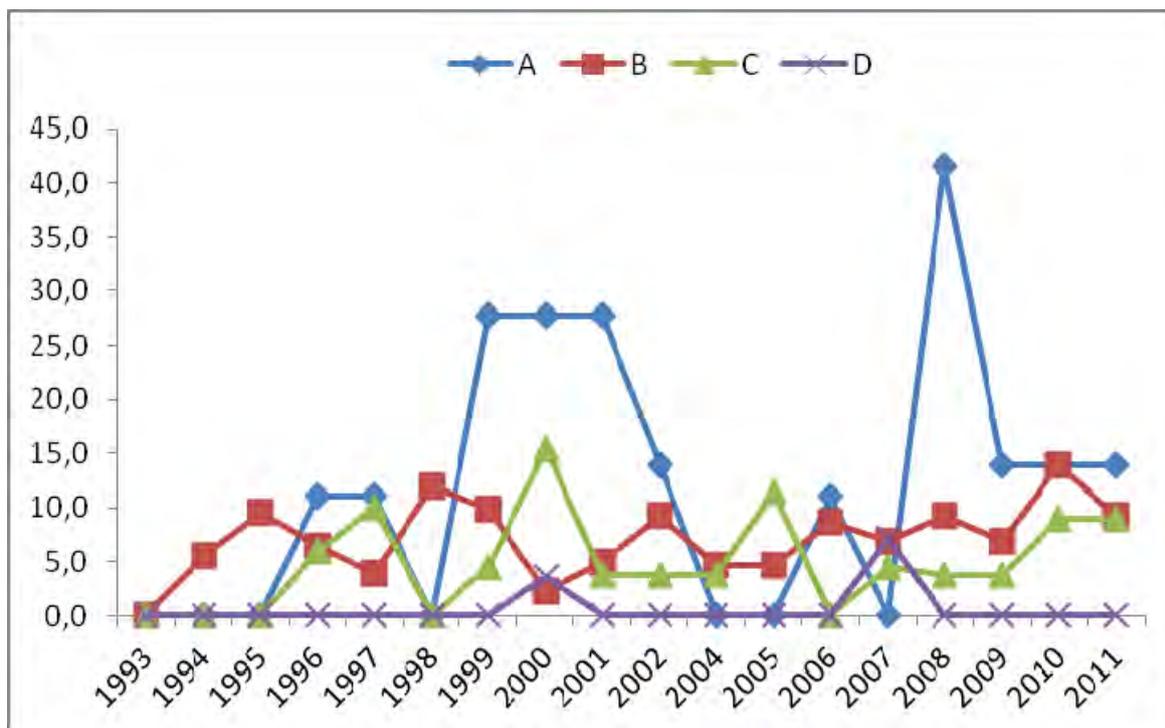
Por estrato batimétrico *r*



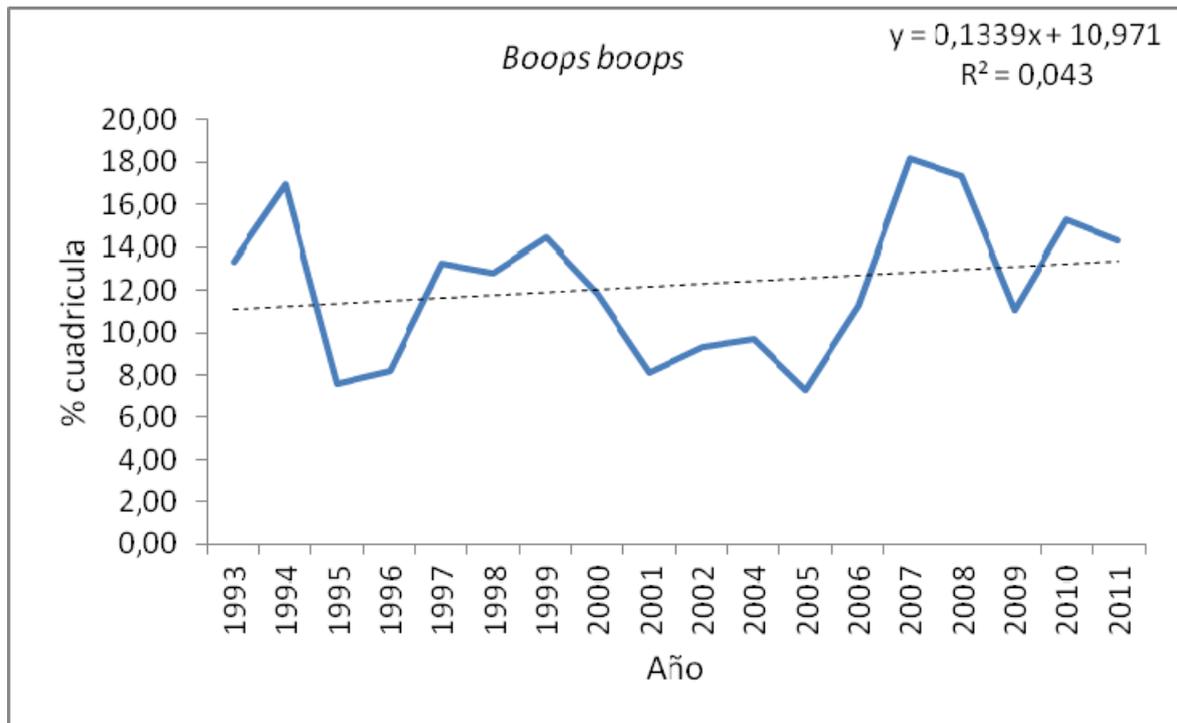
**Figura III.4.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Arnoglossus rueppelii* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



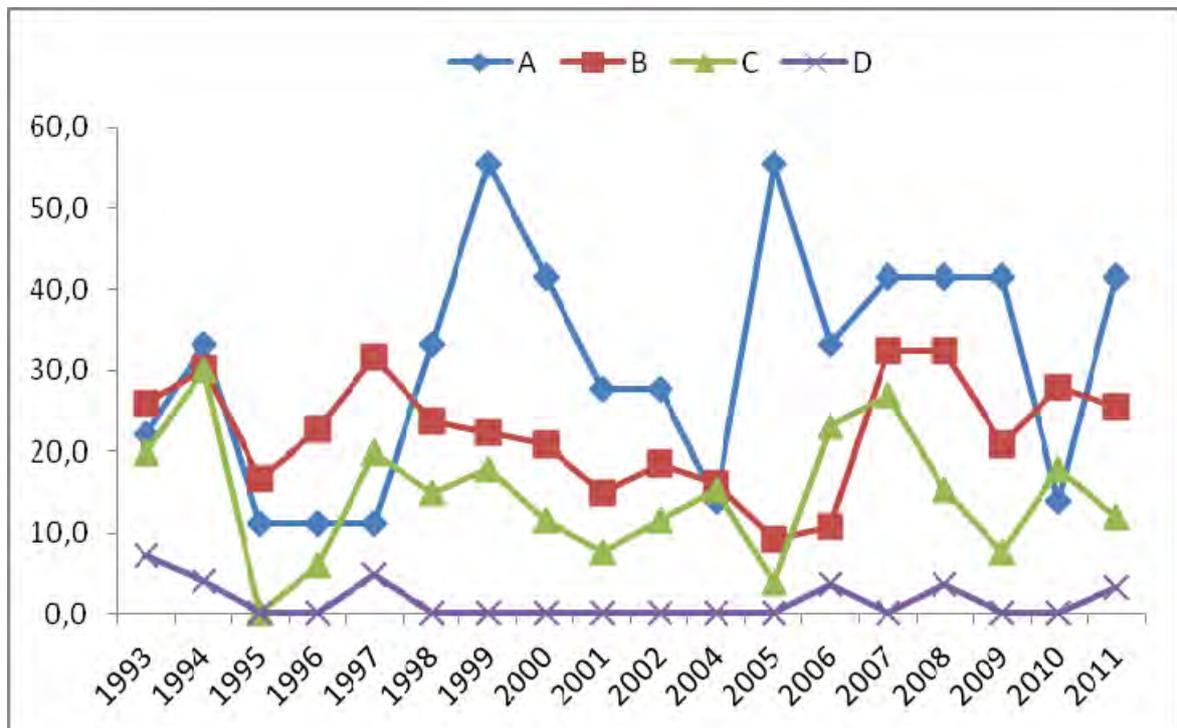
Por estrato batimétrico *r*



**Figura III.5.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Arnoglossus thori* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto el 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

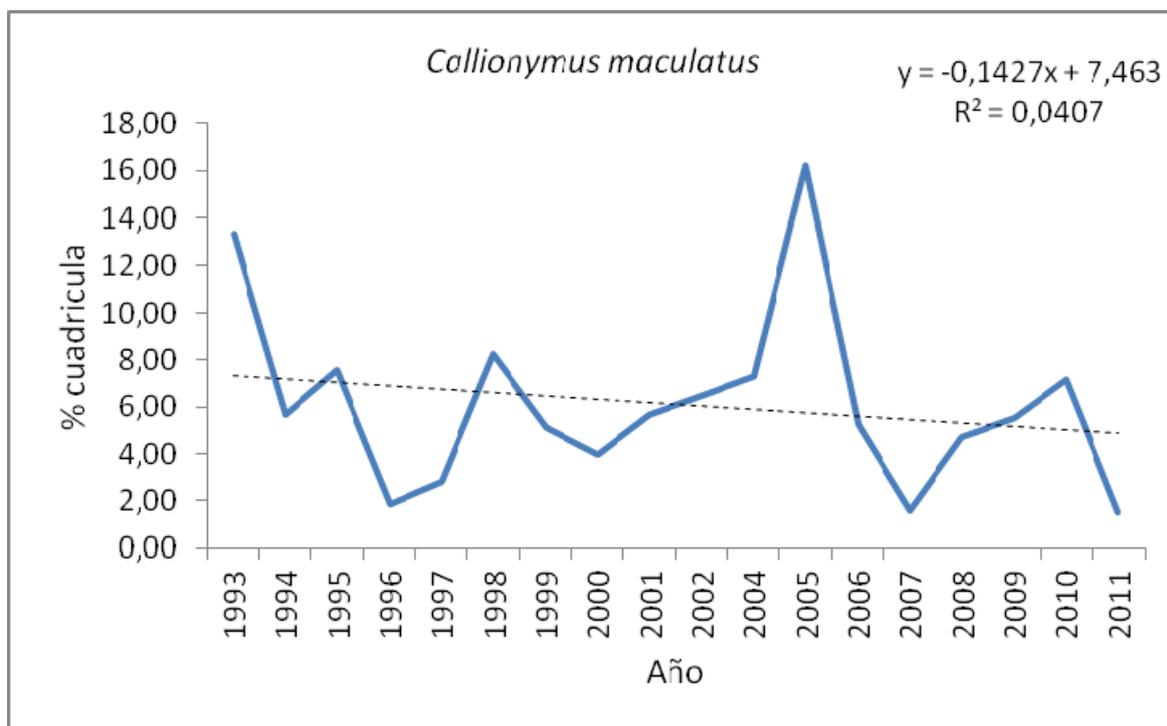


**Por estrato batimétrico *r***

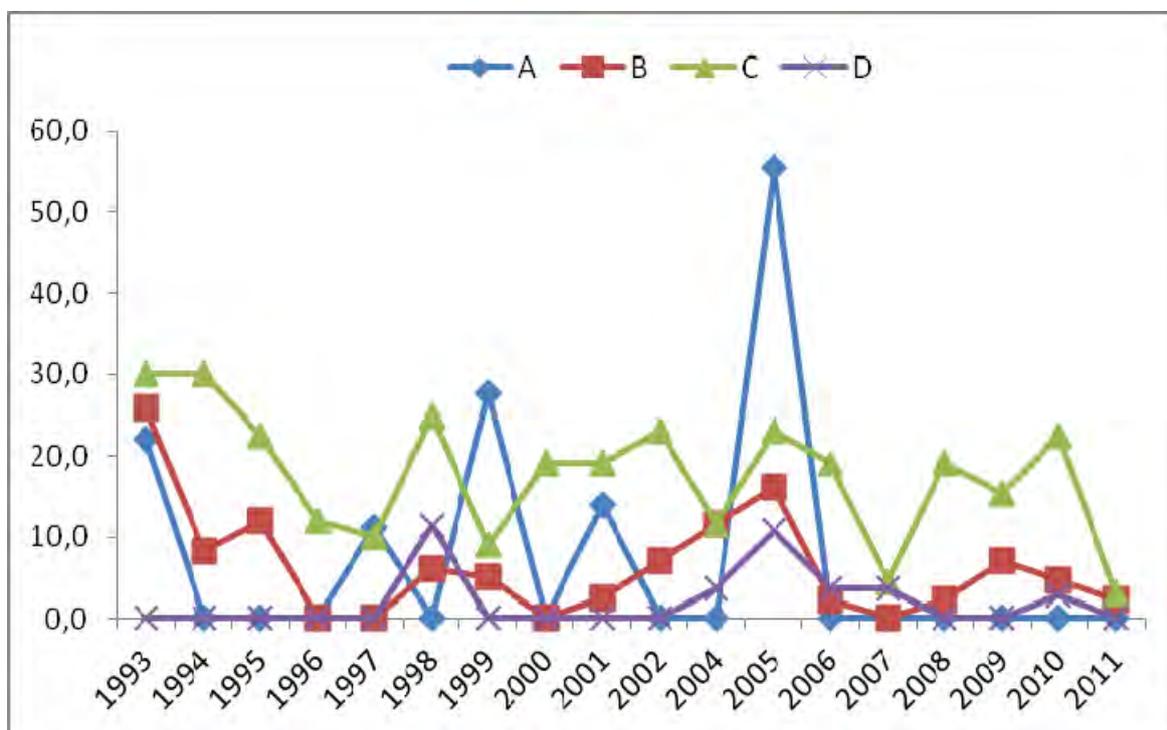


**Figura III.6.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Boops boops* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un

modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



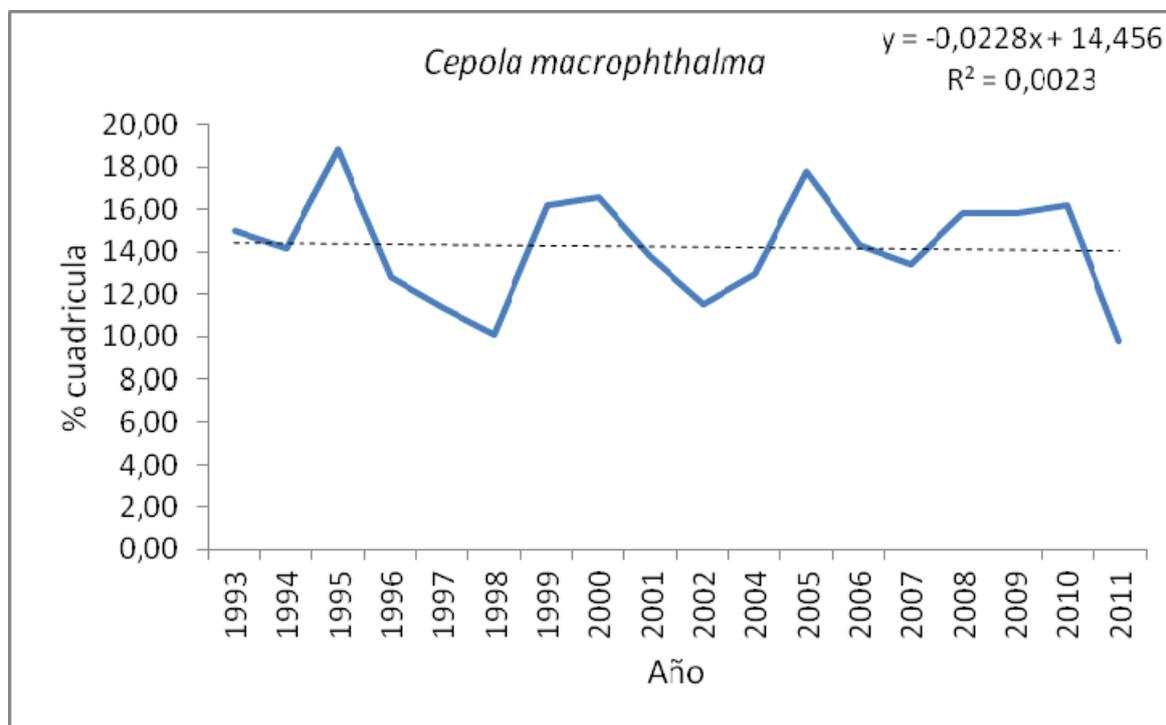
**Por estrato batimétrico r**



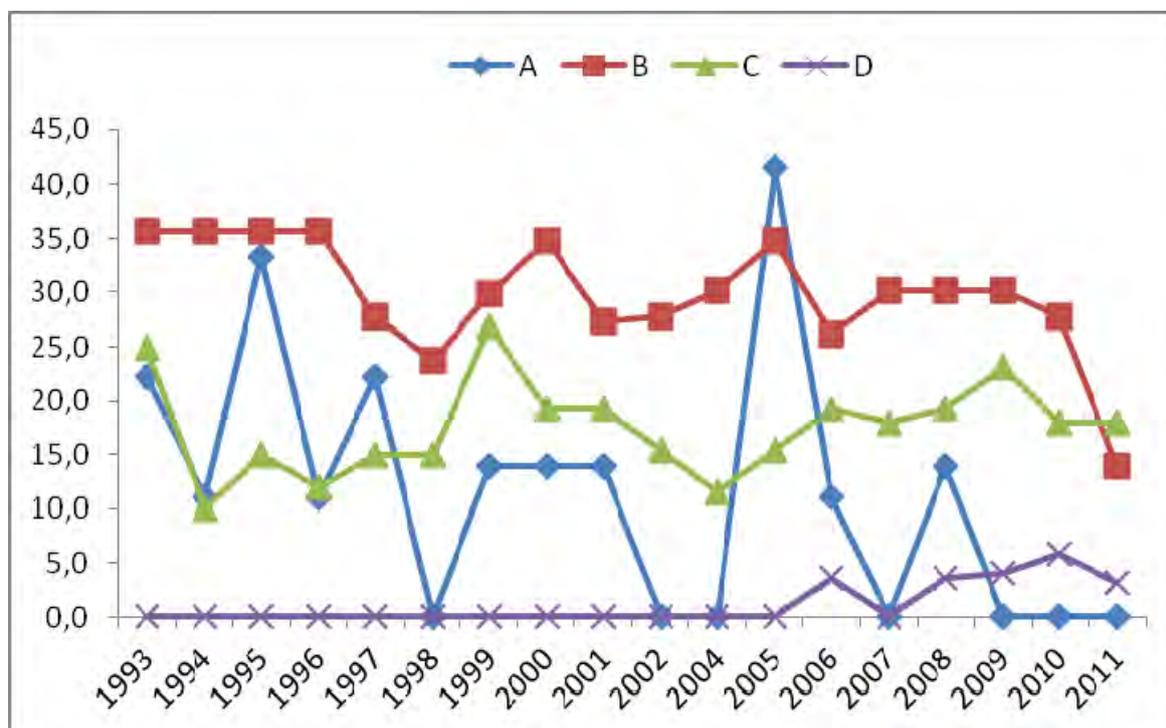
**Figura III.7.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Callionymus maculatus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea



discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

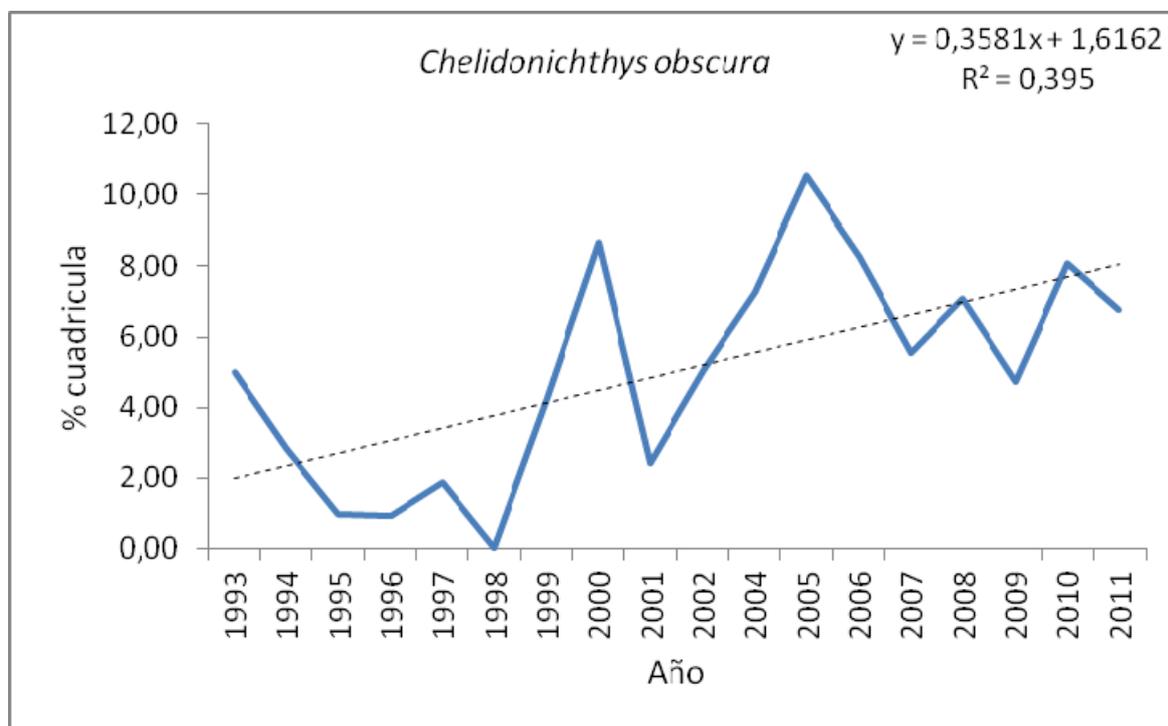


### Por estrato batimétrico *K*

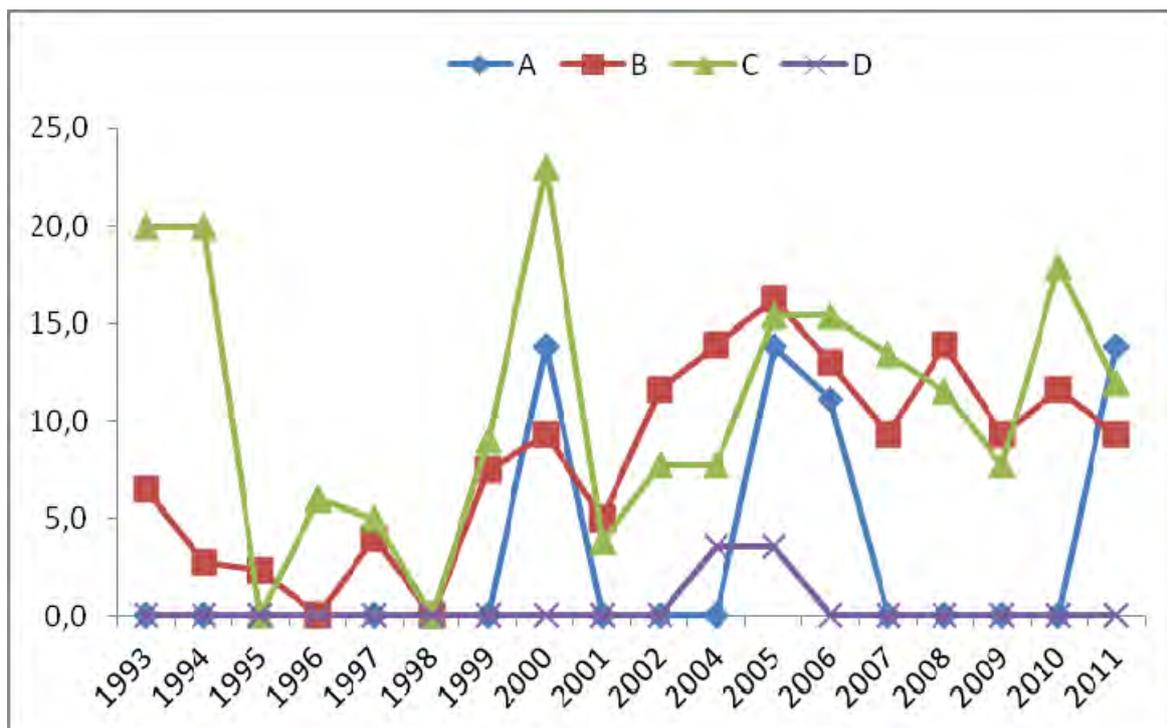




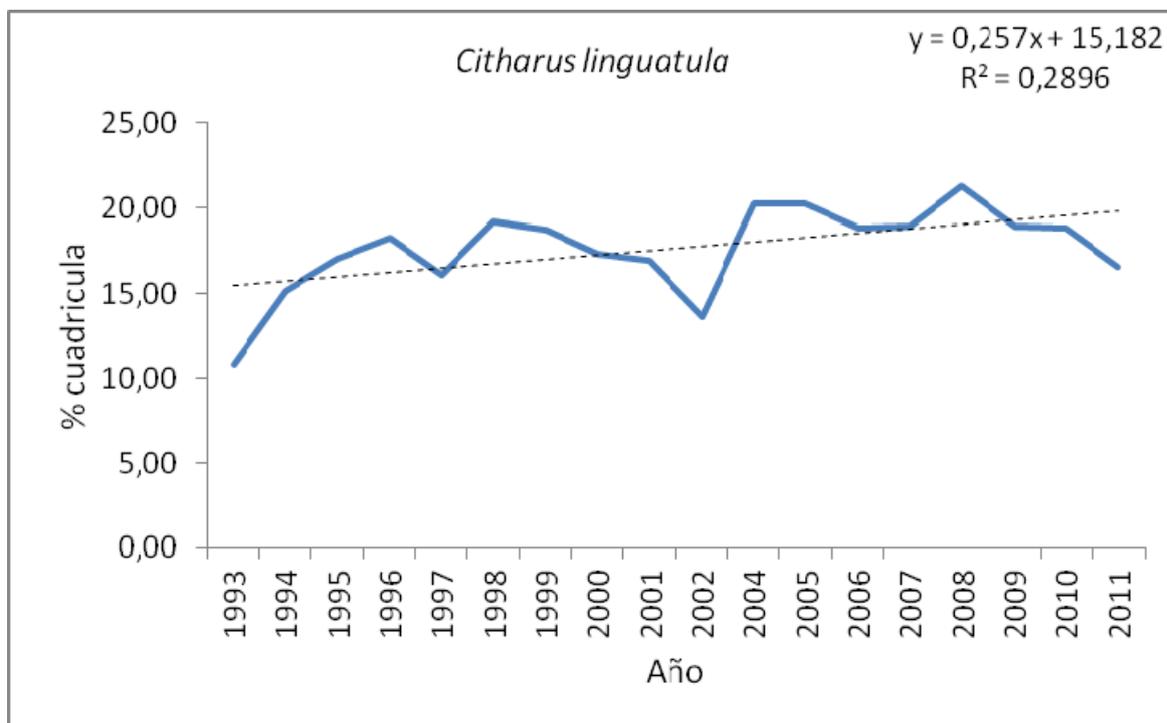
**Figura III.8.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Cepola macrophthalma* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



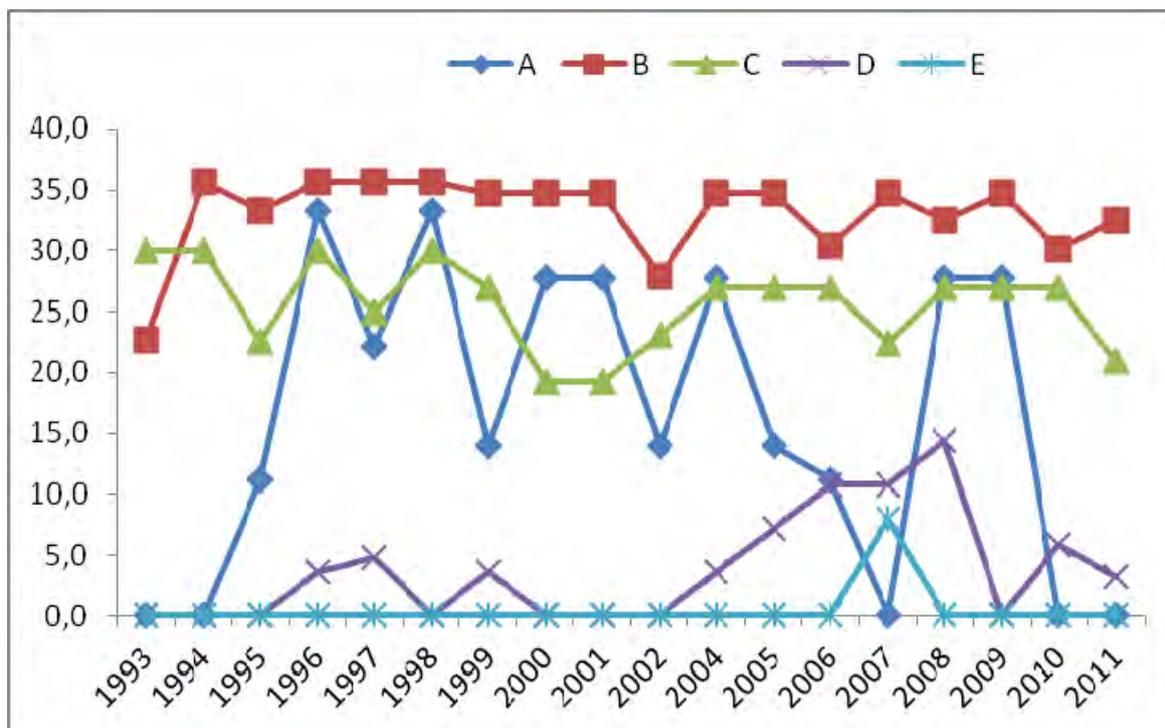
Por estrato batimétrico **K**



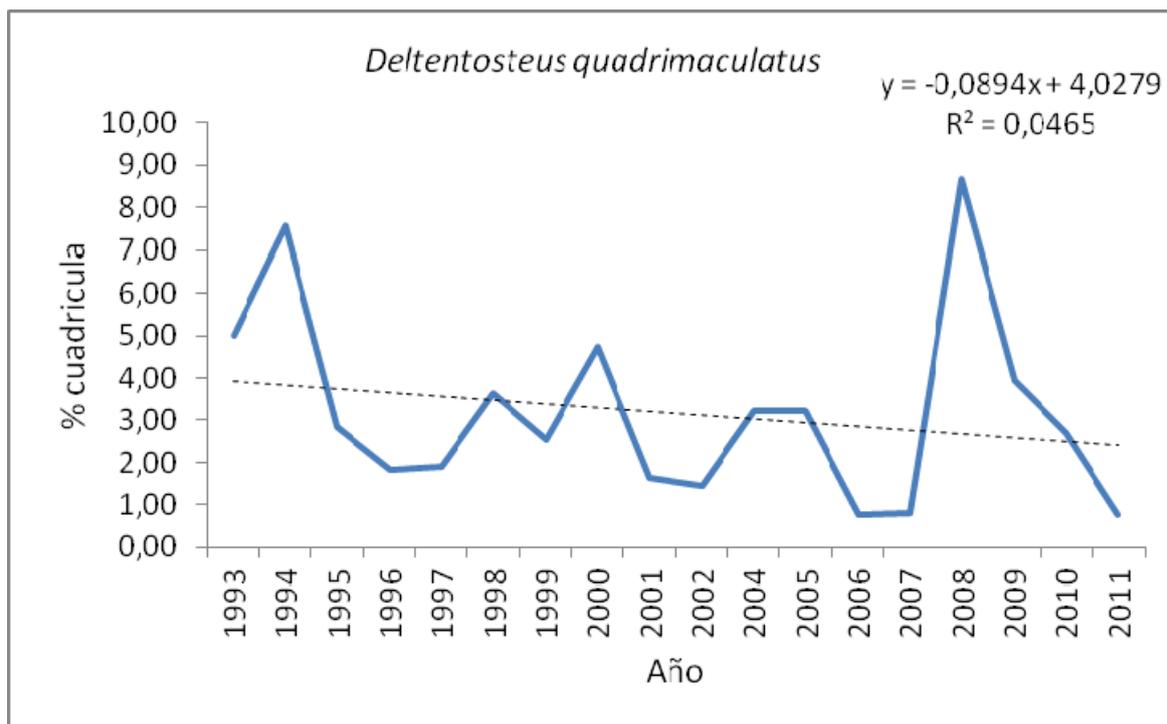
**Figura III.9.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Chelidonichthys obscura* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



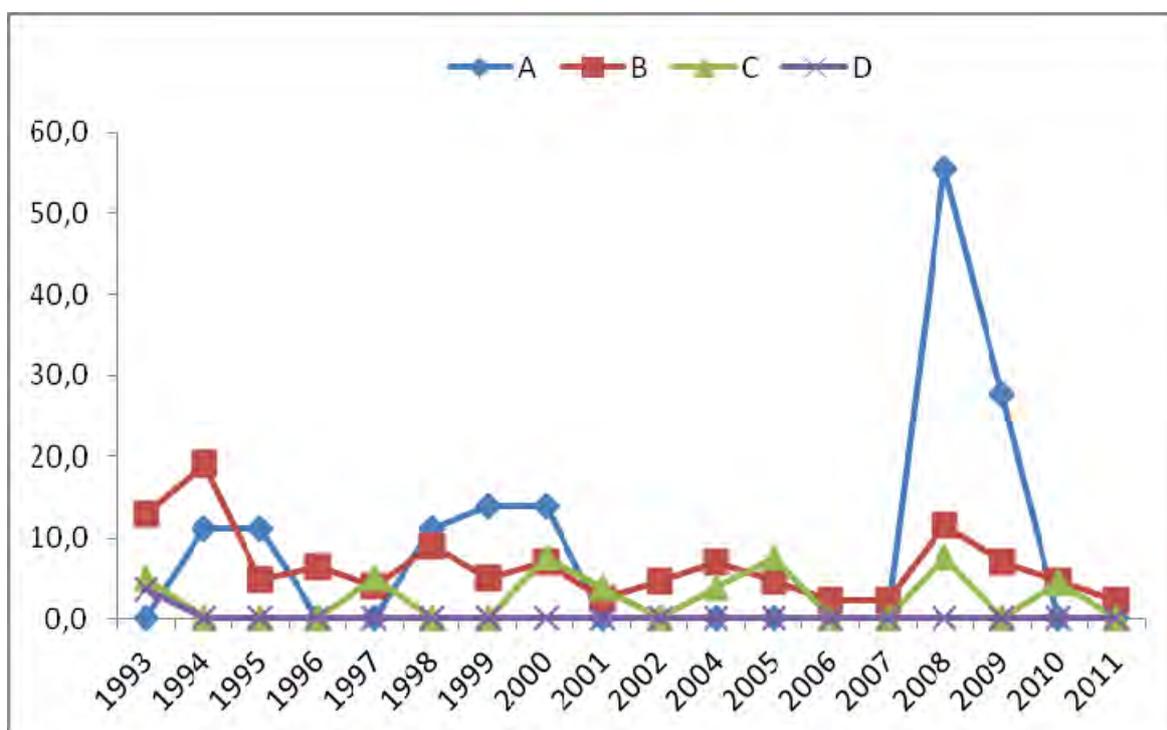
Por estrato batimétrico *r*



**Figura III.10.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Citharus linguatula* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

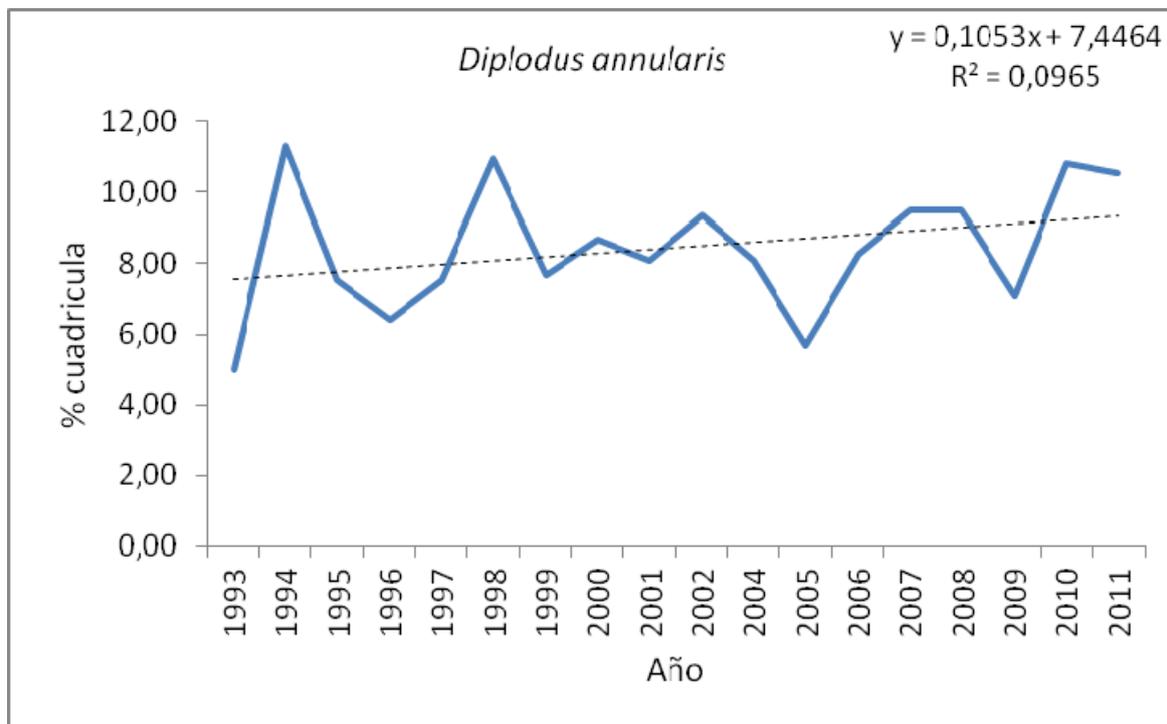


**Por estrato batimétrico r**

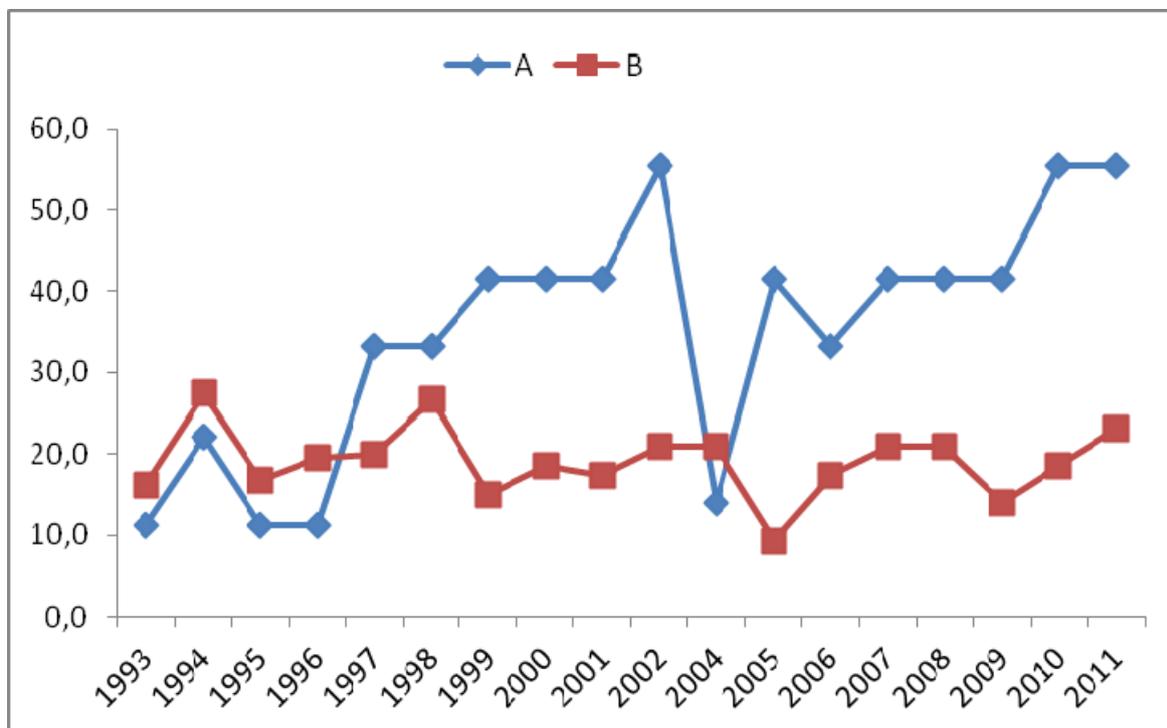


**Figura III.11.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Deltentosteus quadrimaculatus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie

en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



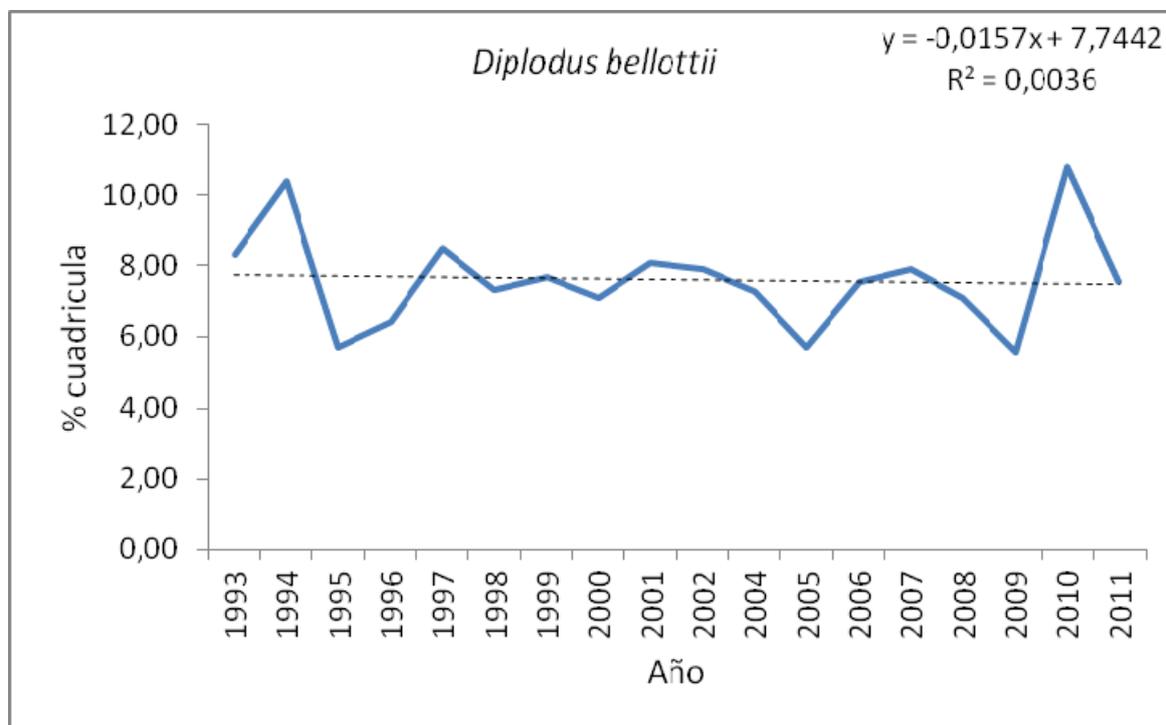
**Por estrato batimétrico *r***



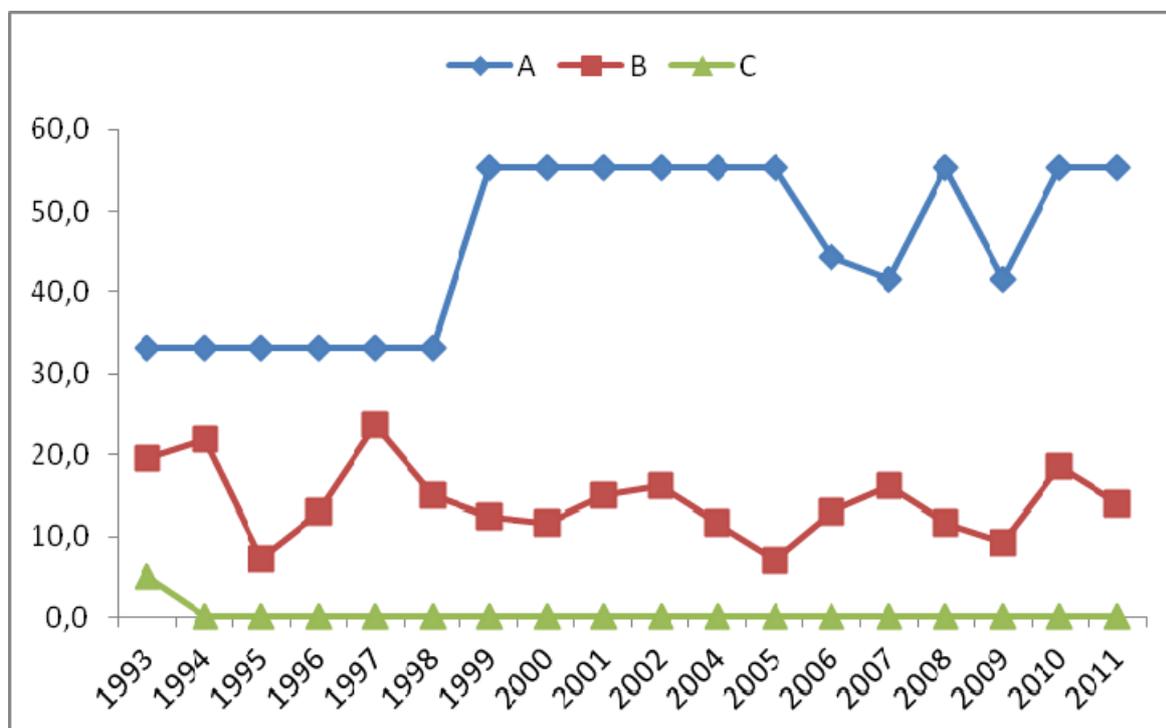
**Figura III.12.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Diplodus annularis* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea



discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

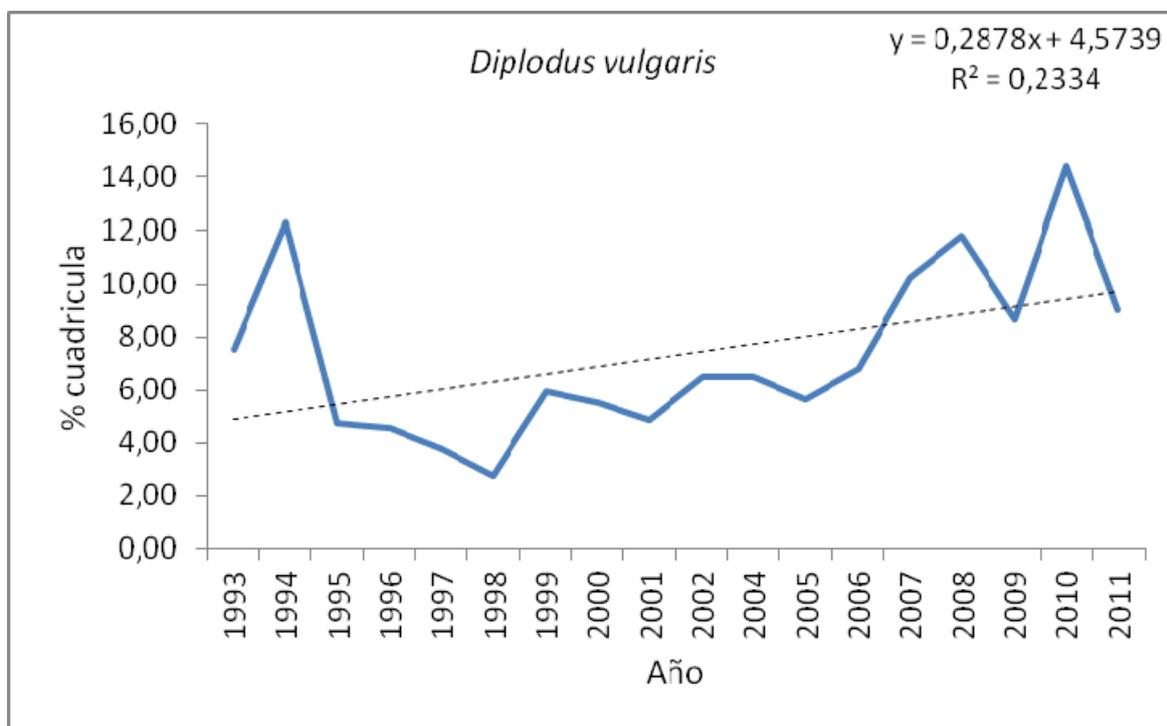


#### Por estrato batimétrico *r*

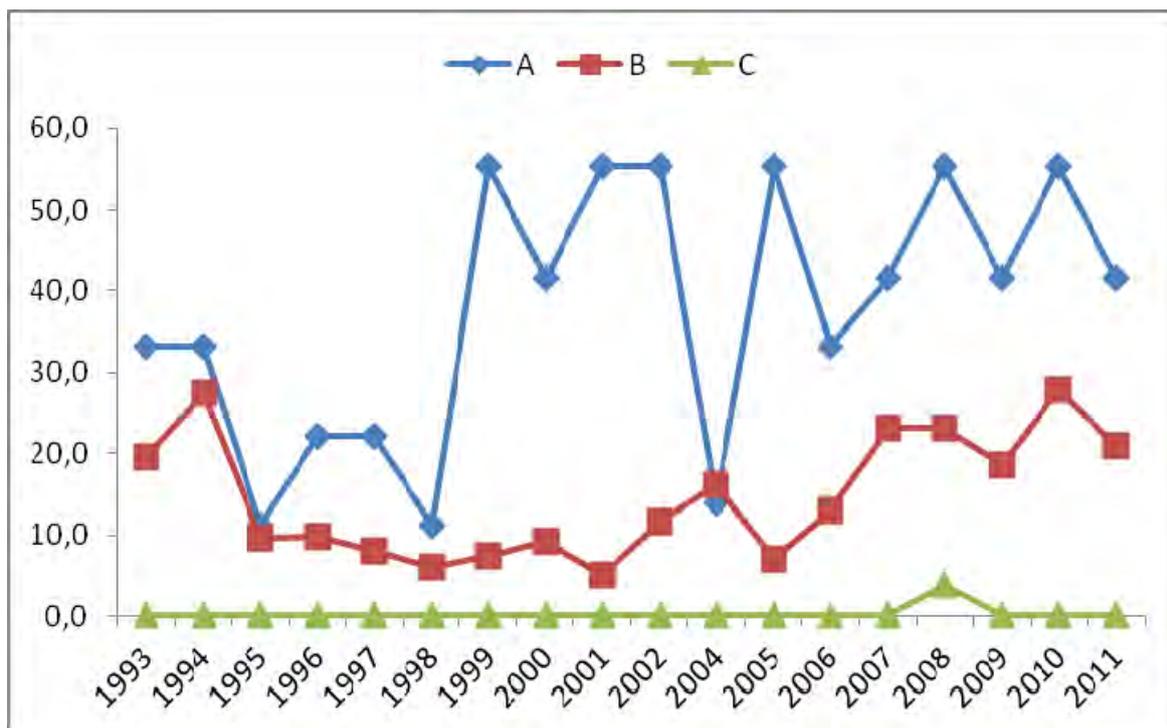




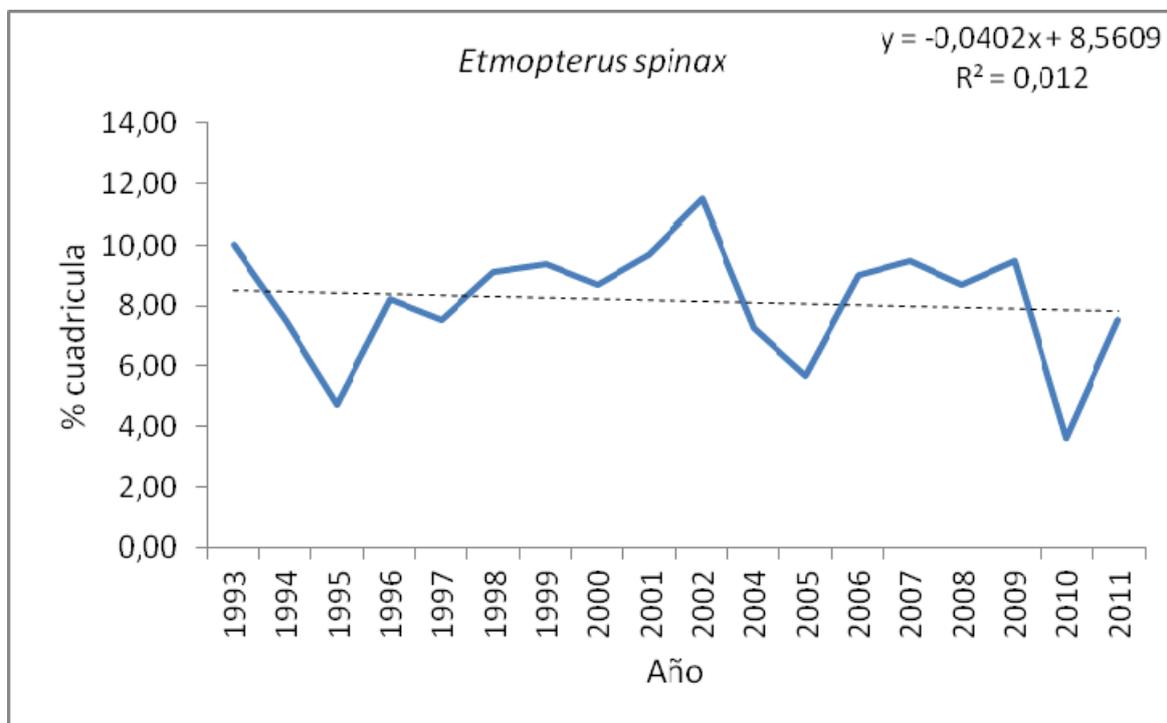
**Figura III.13.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Diplodus bellottii* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



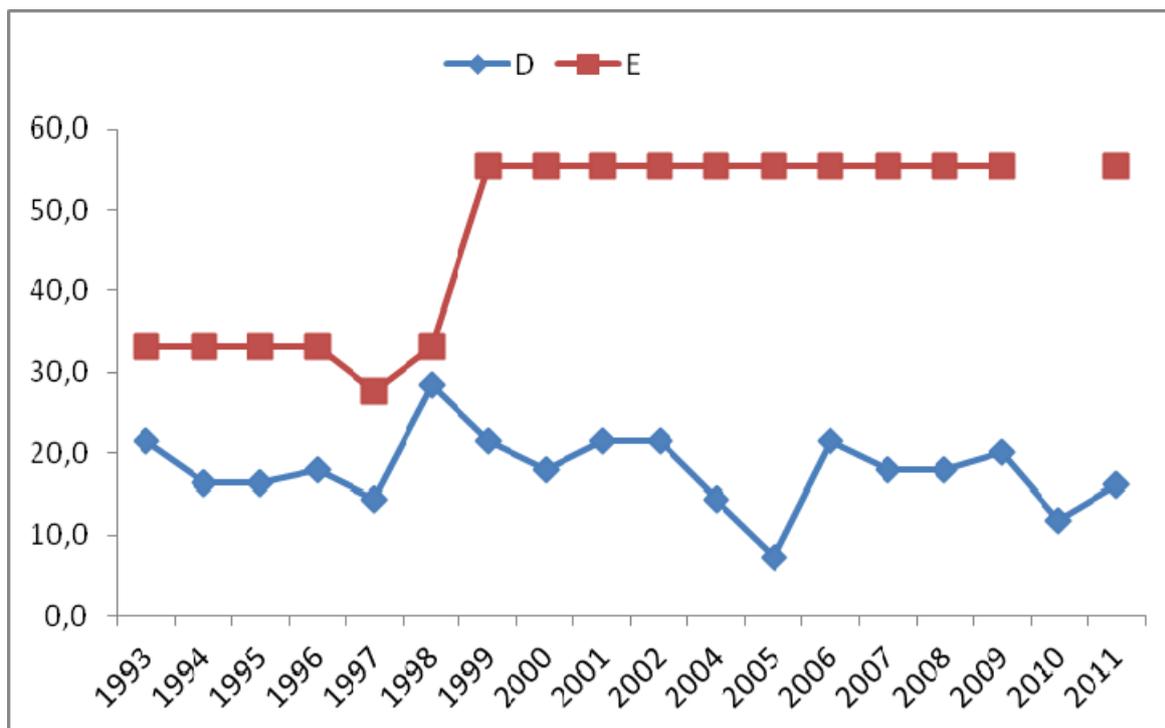
Por estrato batimétrico *r*



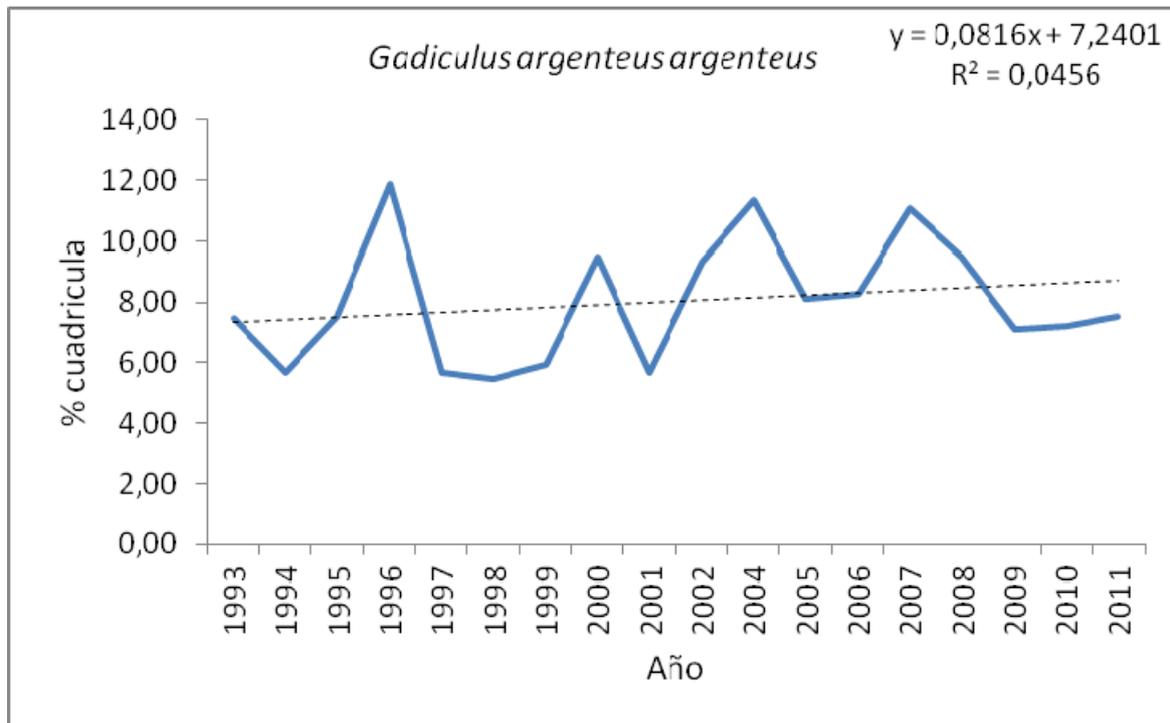
**Figura III.14.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Diplodus vulgaris* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



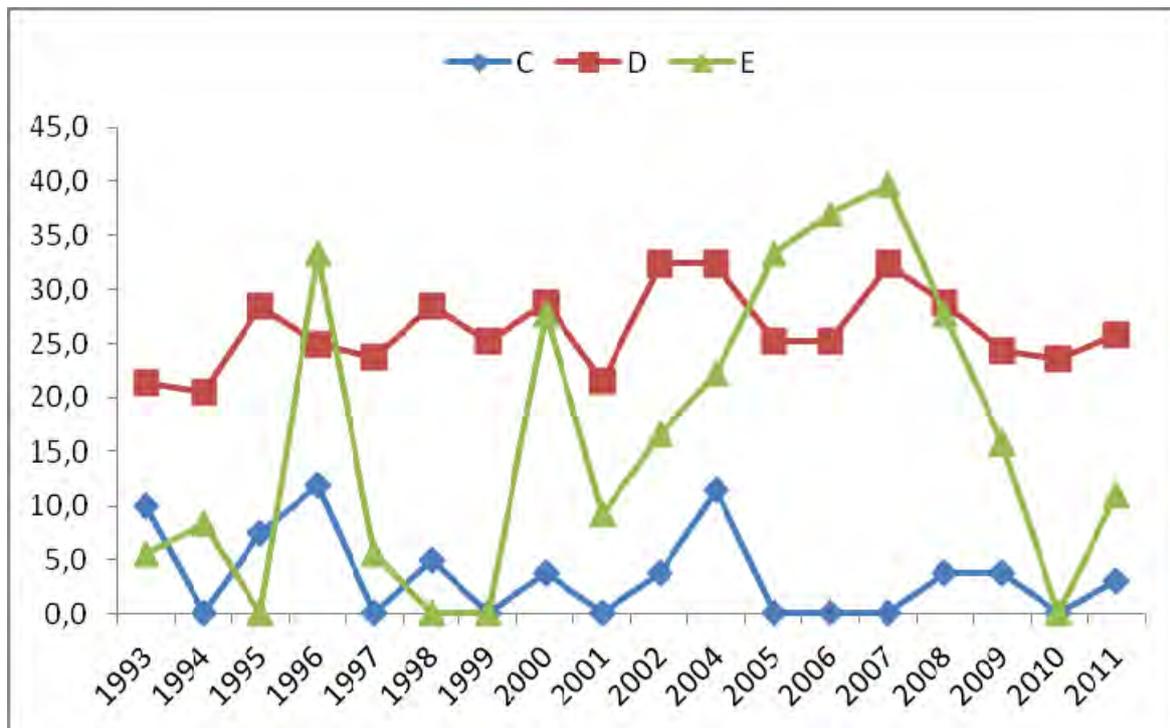
### Por estrato batimétrico *K*



**Figura III.15.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Etmopterus spinax* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

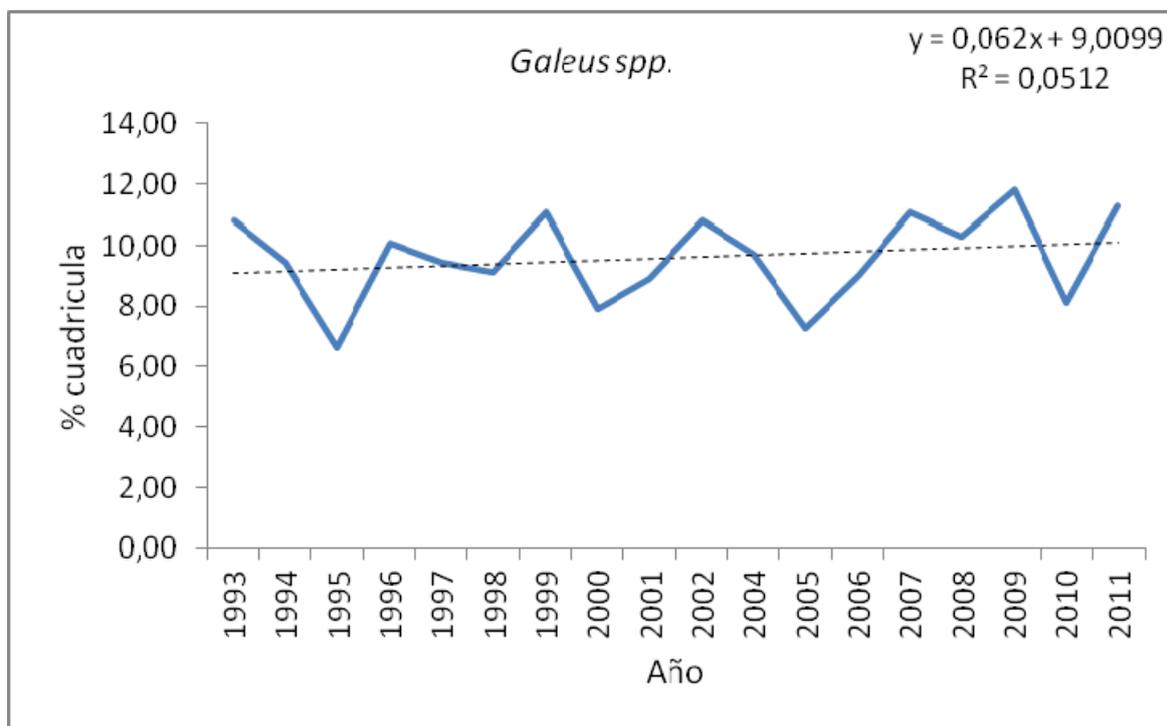


**Por estrato batimétrico *r***

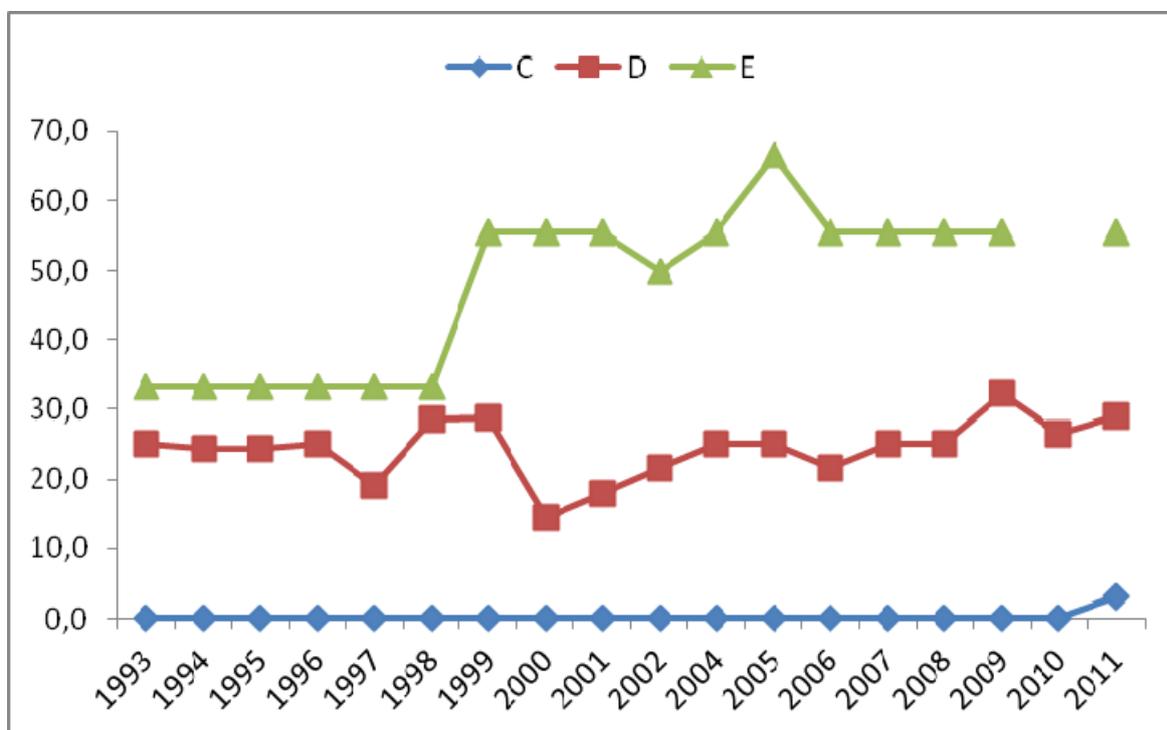


**Figura III.16.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Gadiculus argenteus argenteus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie

en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



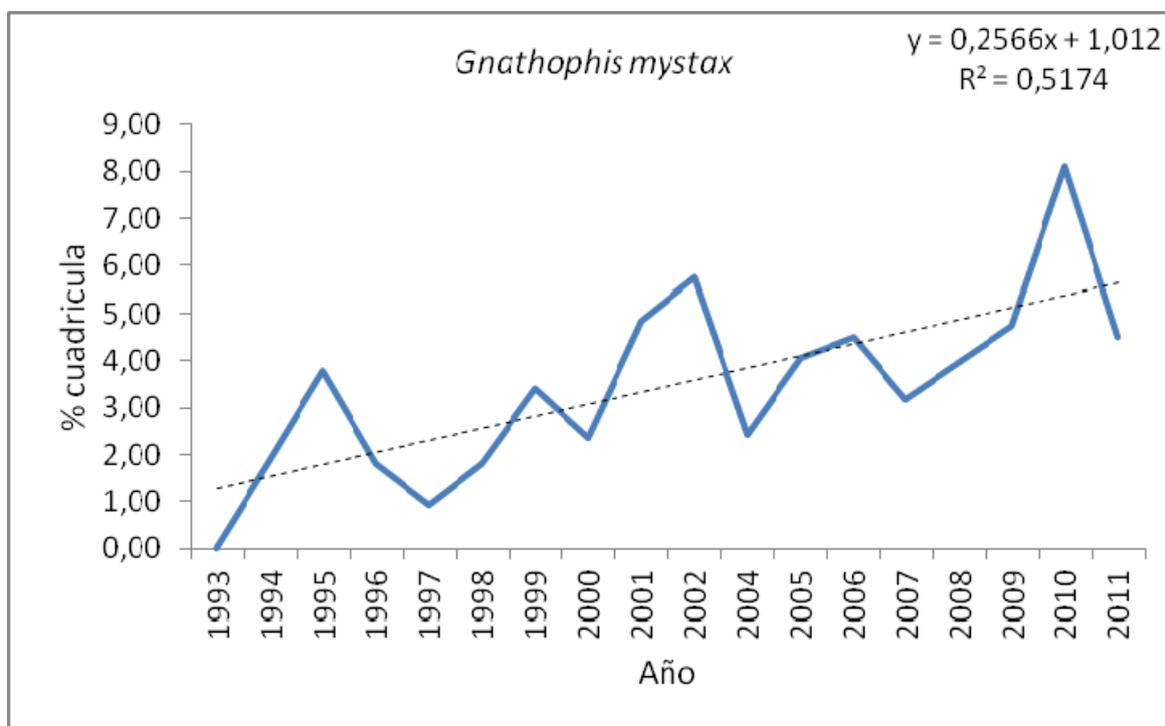
**Por estrato batimétrico r**



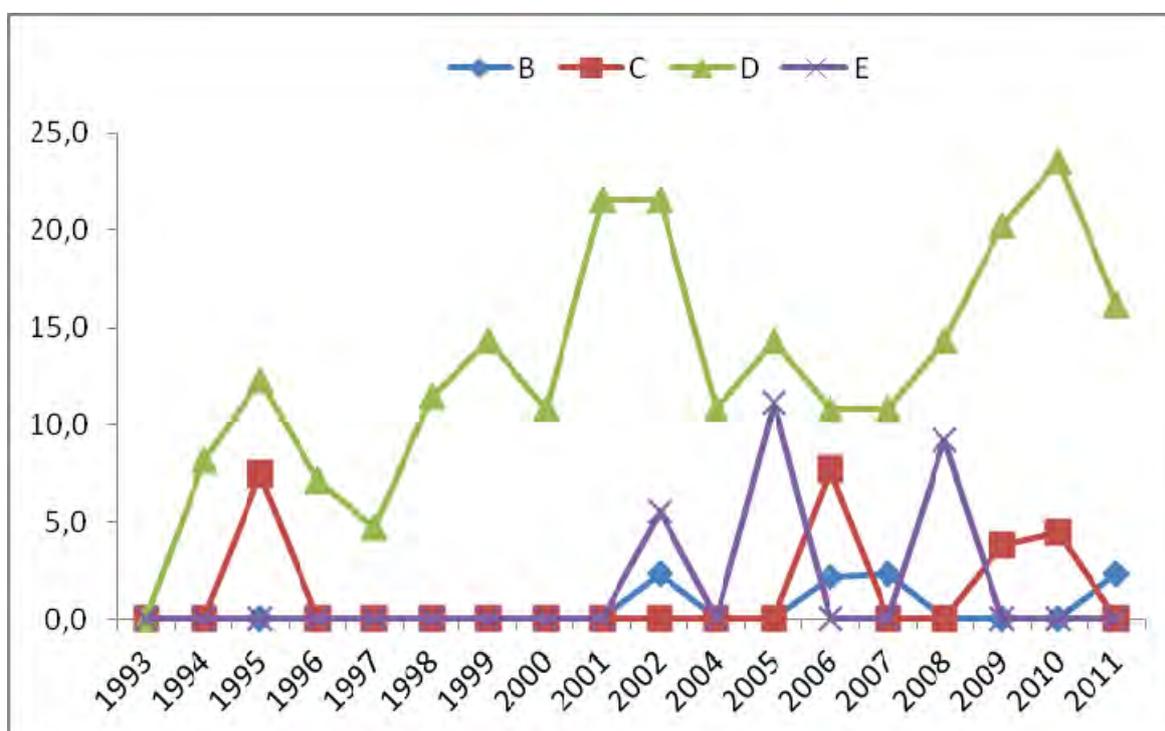
**Figura III.17.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Galeus spp.* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua



indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

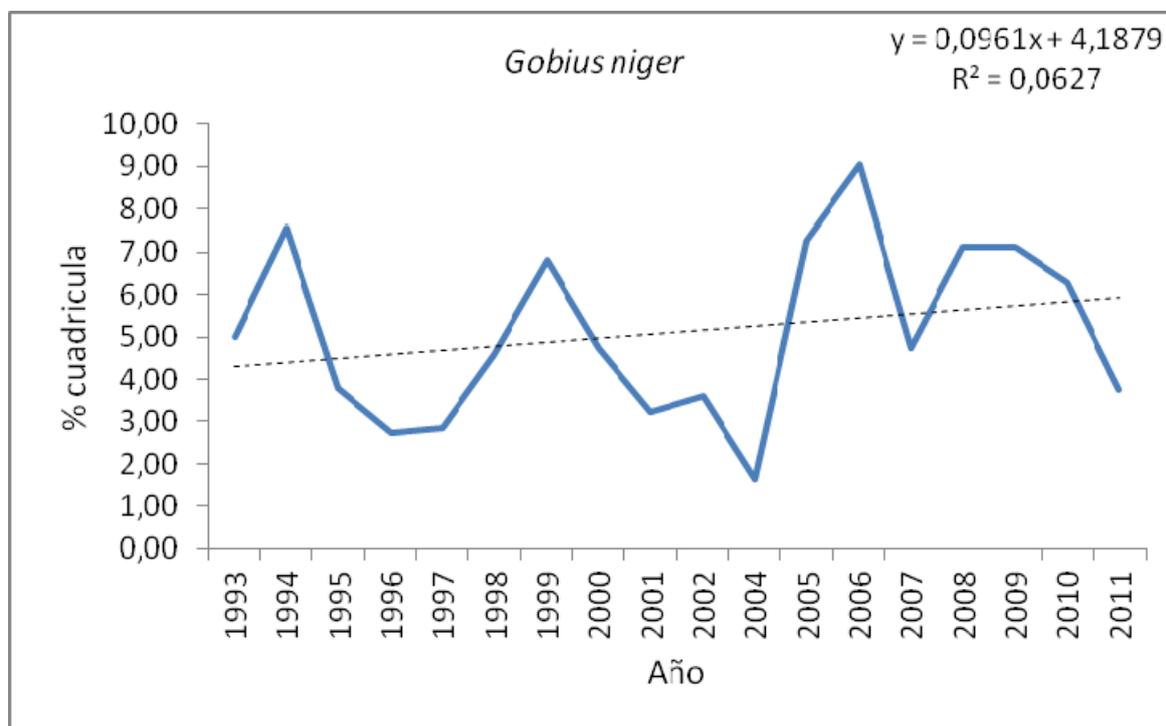


#### Por estrato batimétrico *r*

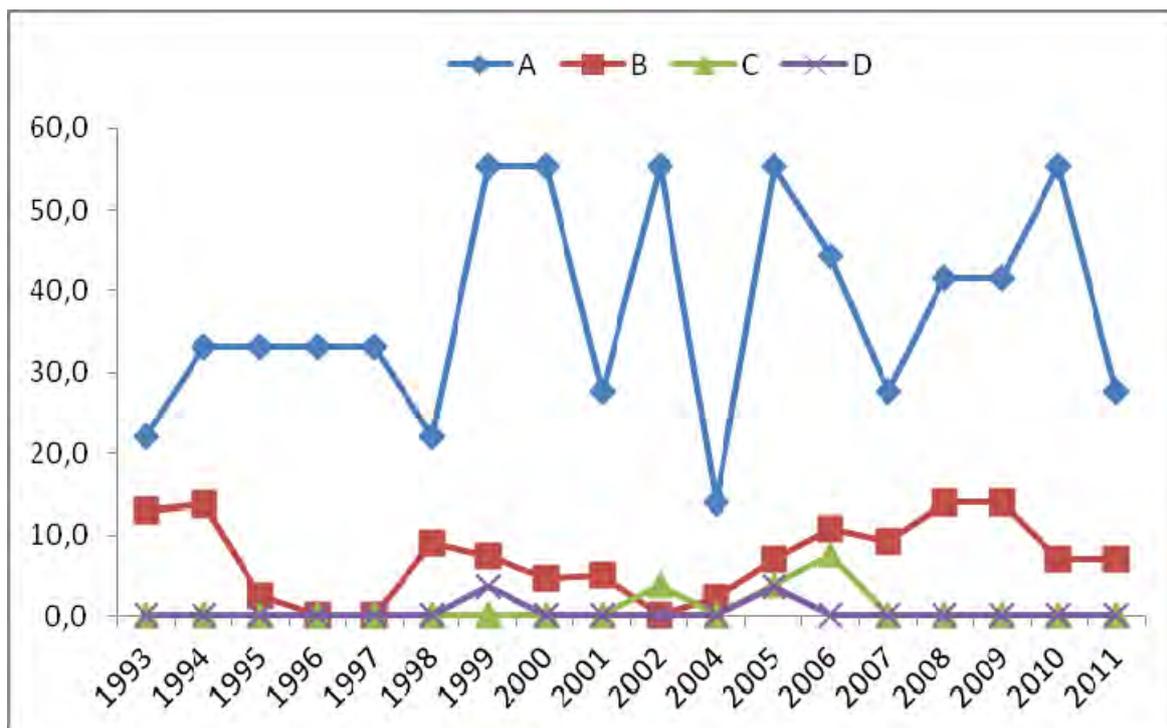




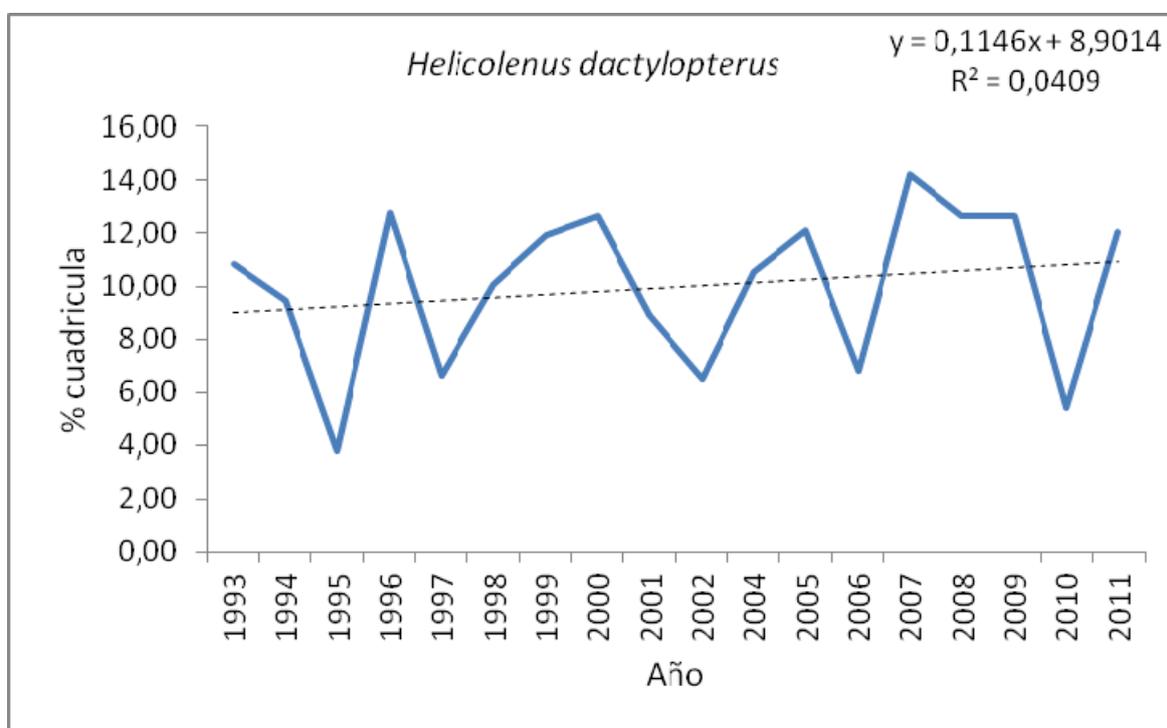
**Figura III.18.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Gnathophis mystax* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



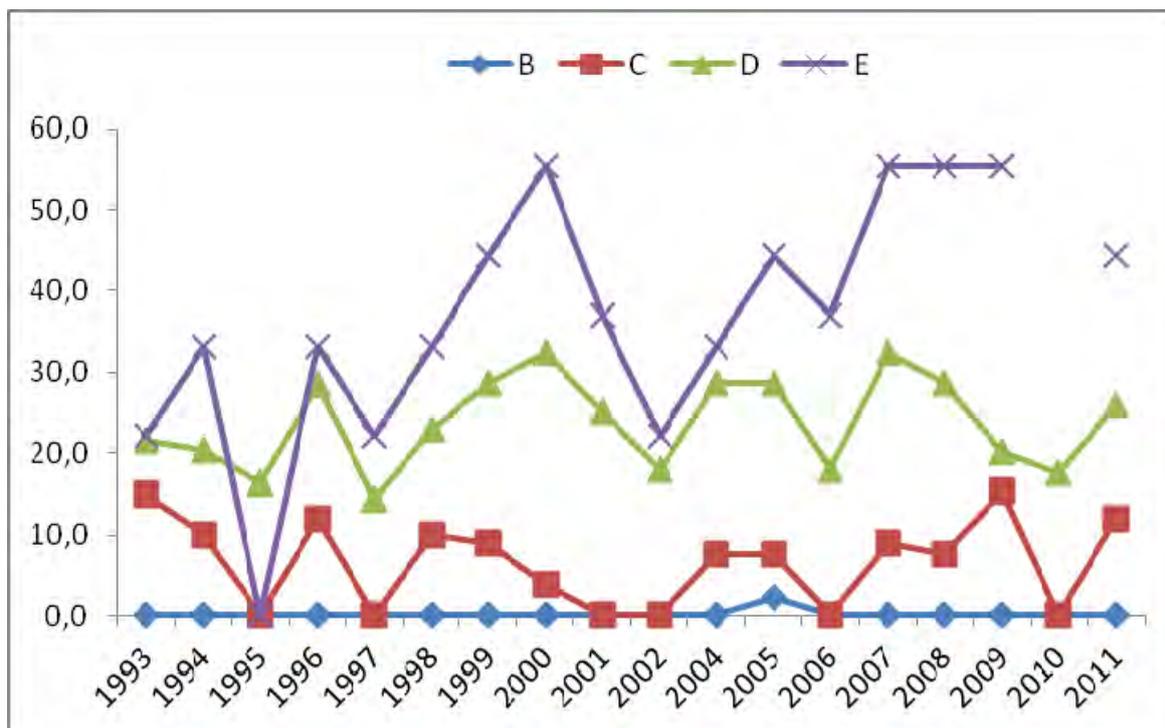
Por estrato batimétrico *r*



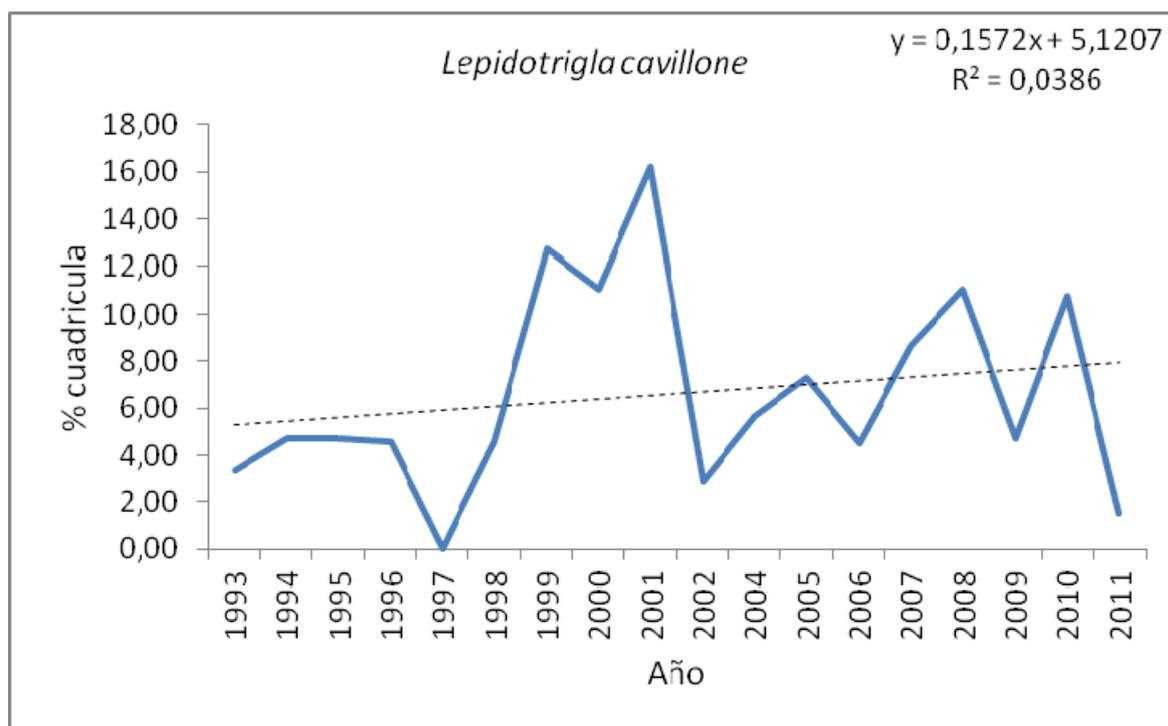
**Figura III.19.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Gobius niger* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



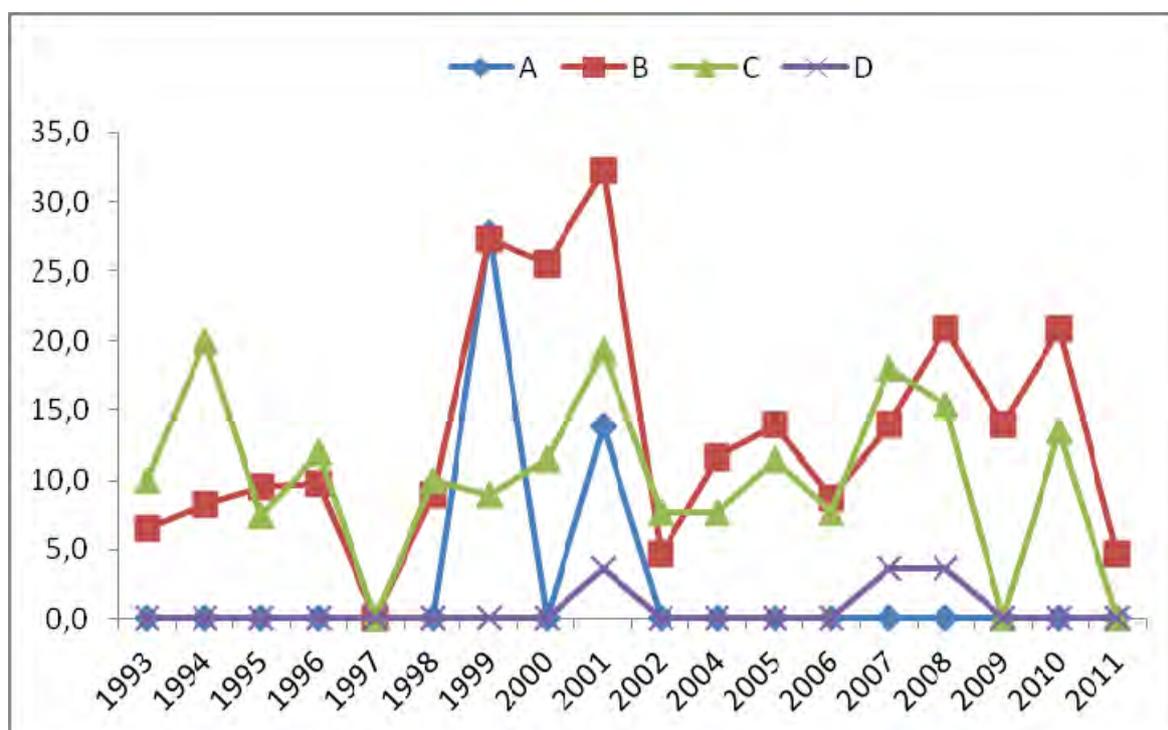
Por estrato batimétrico *r*



**Figura III.20.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Helicolenus dactylopterus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

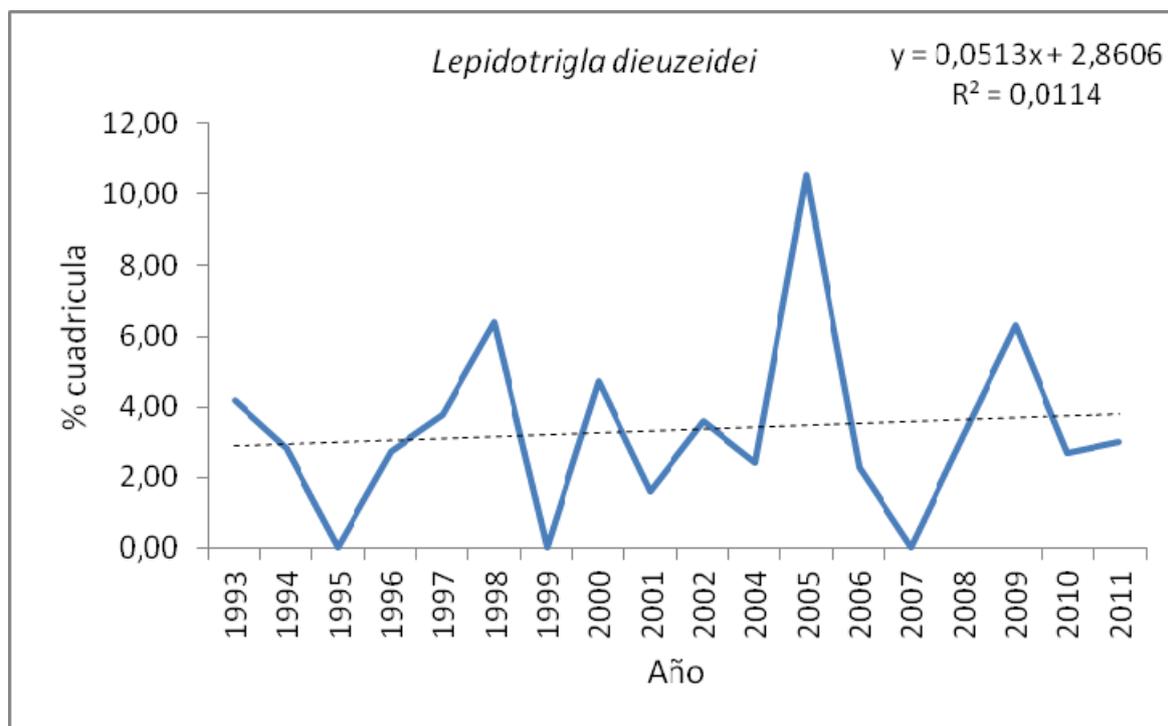


**Por estrato batimétrico *r***

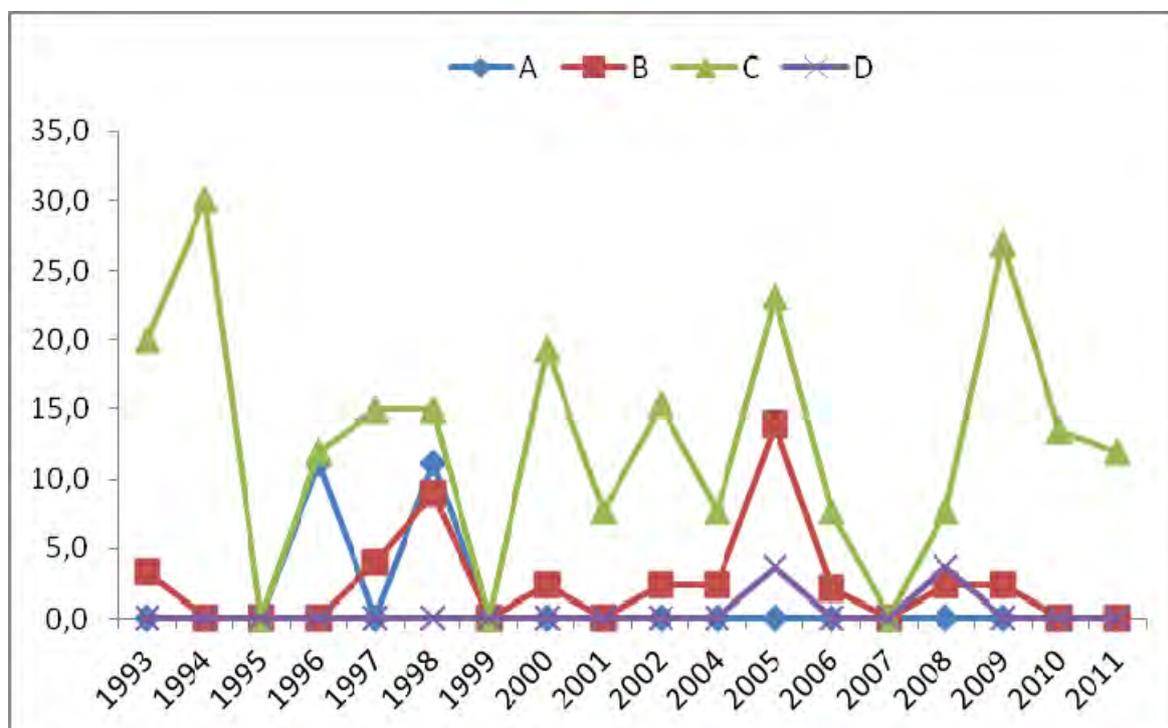


**Figura III.21.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Lepidotrigla cavillone* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los

distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



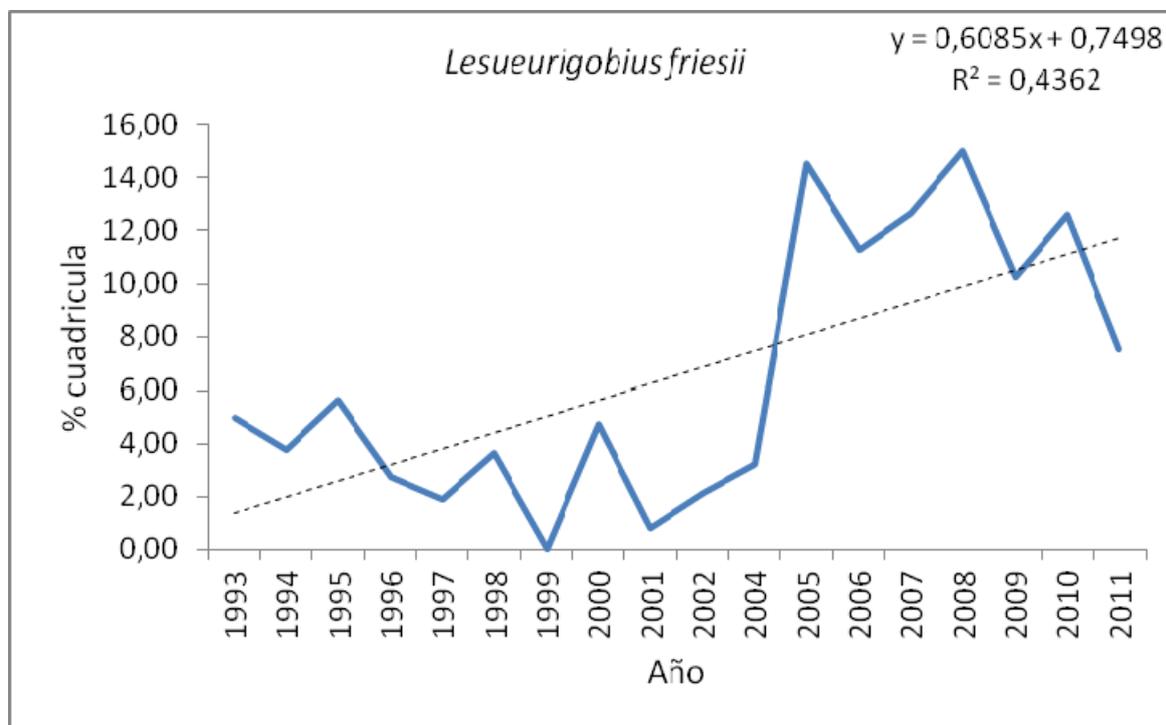
**Por estrato batimétrico *r***



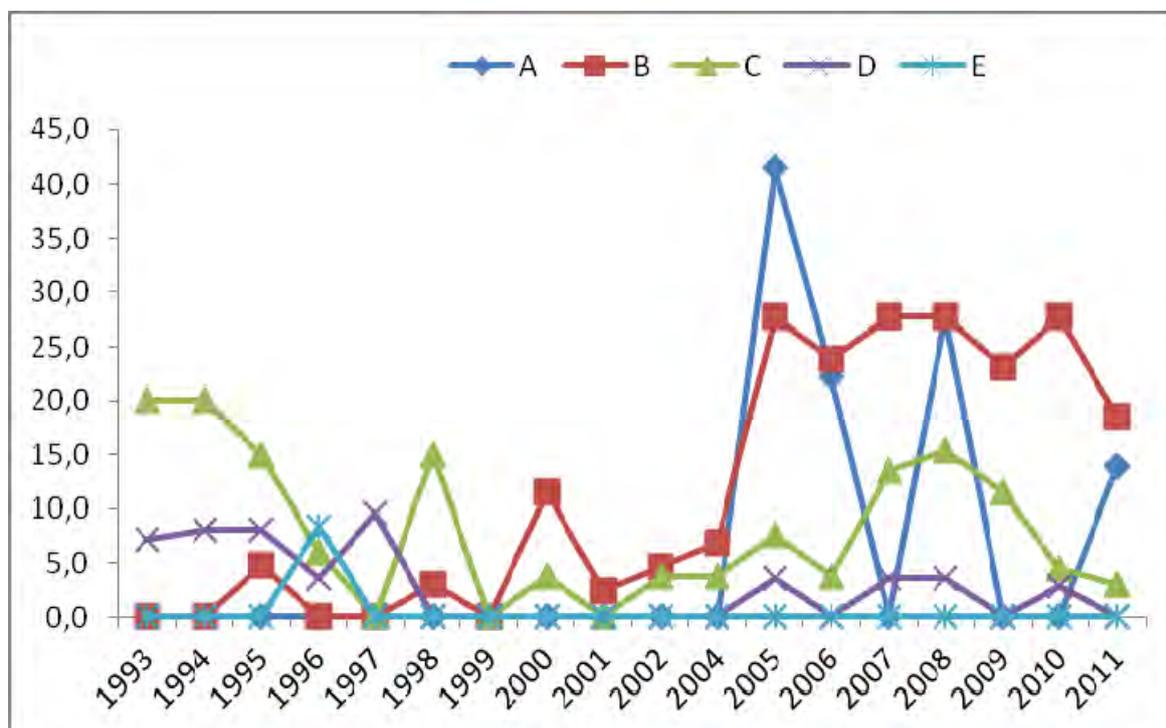
**Figura III.22.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Lepidotrigla dieuzeidei* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea



discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

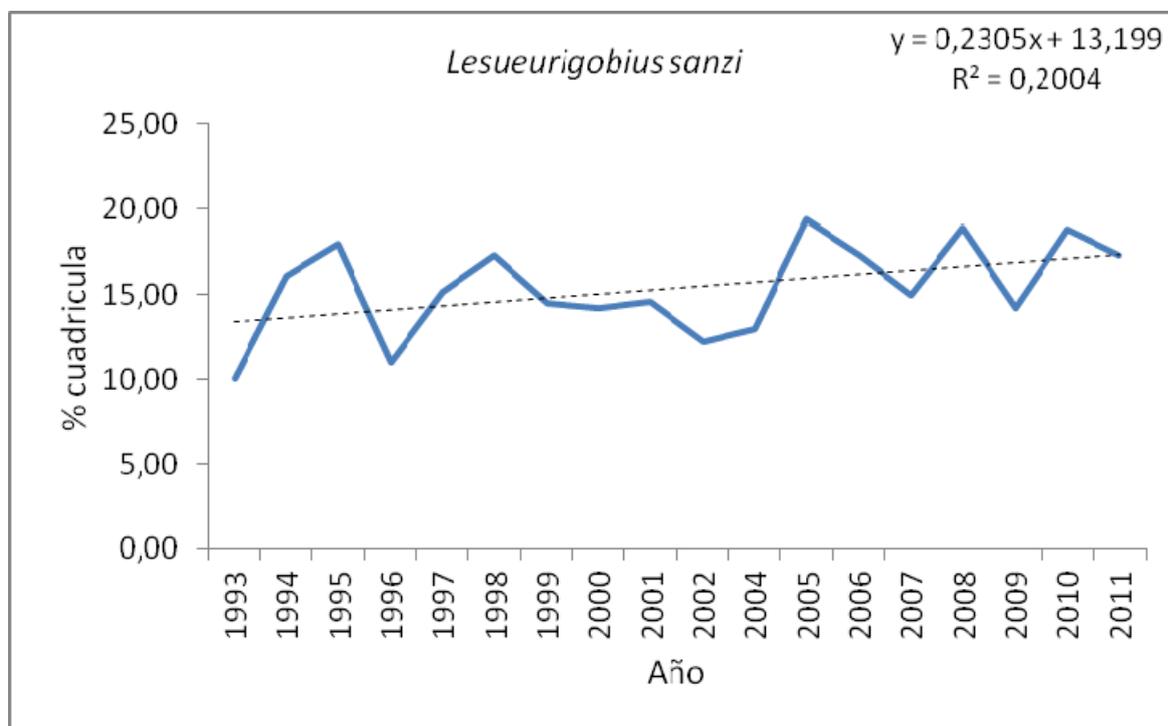


#### Por estrato batimétrico *r*

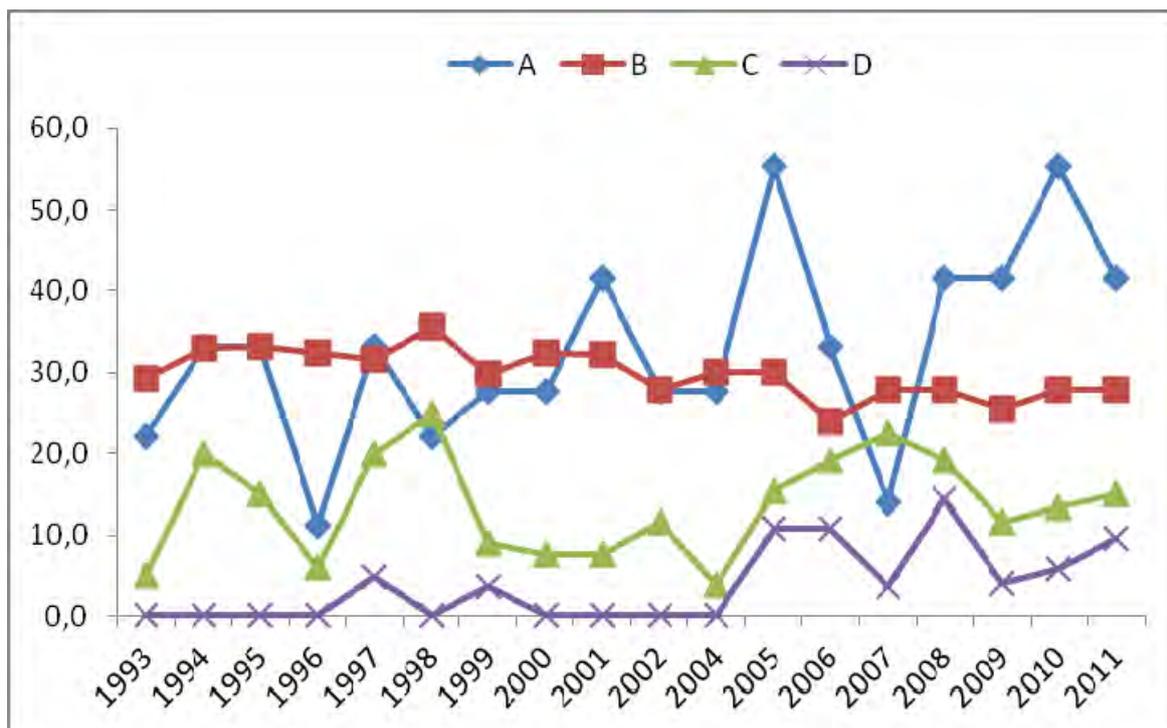




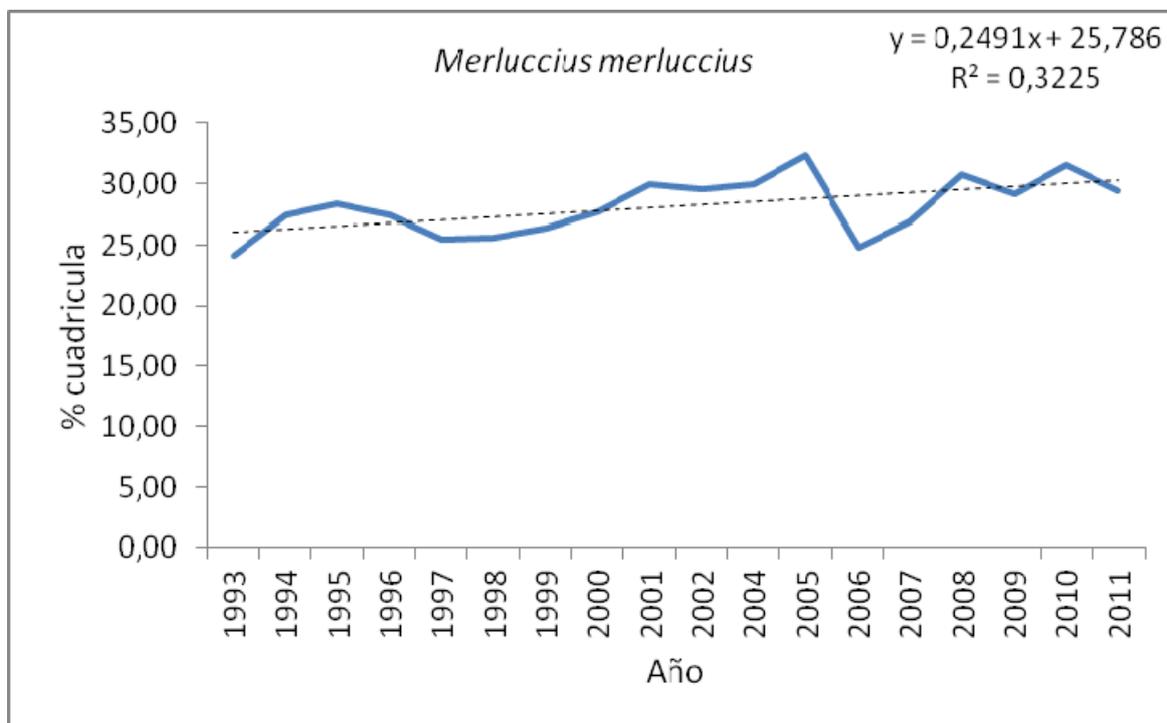
**Figura III.23.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Lesueurigobius friesii* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



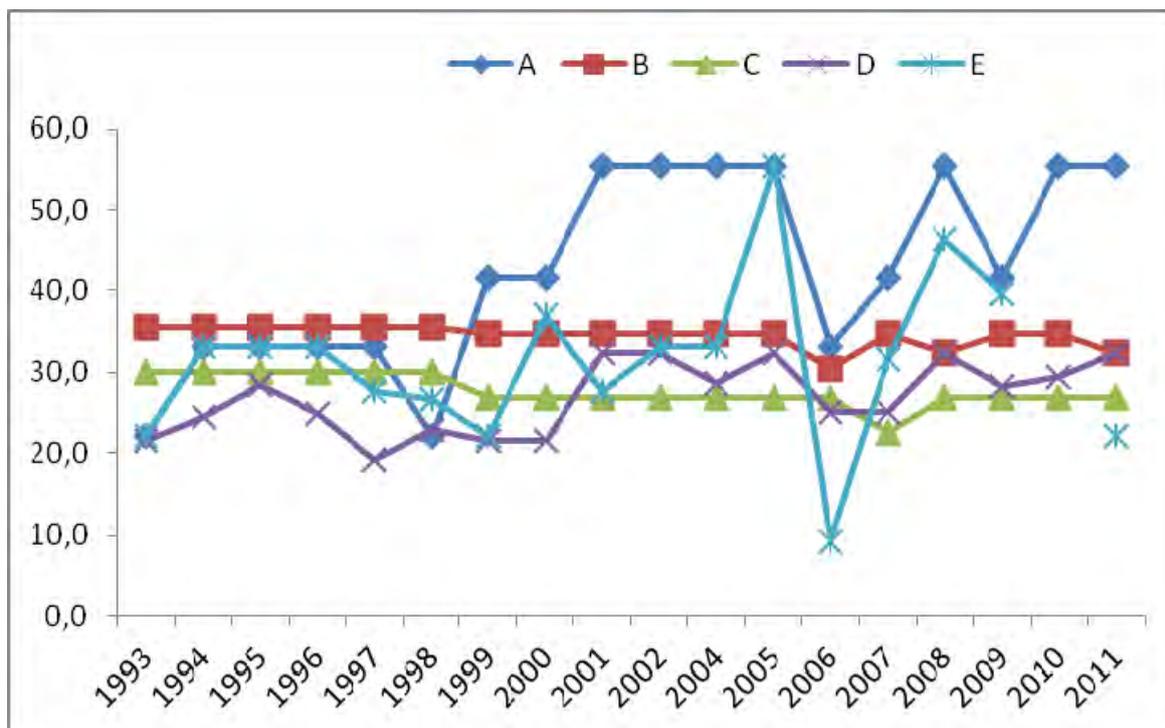
**Por estrato batimétrico *r***



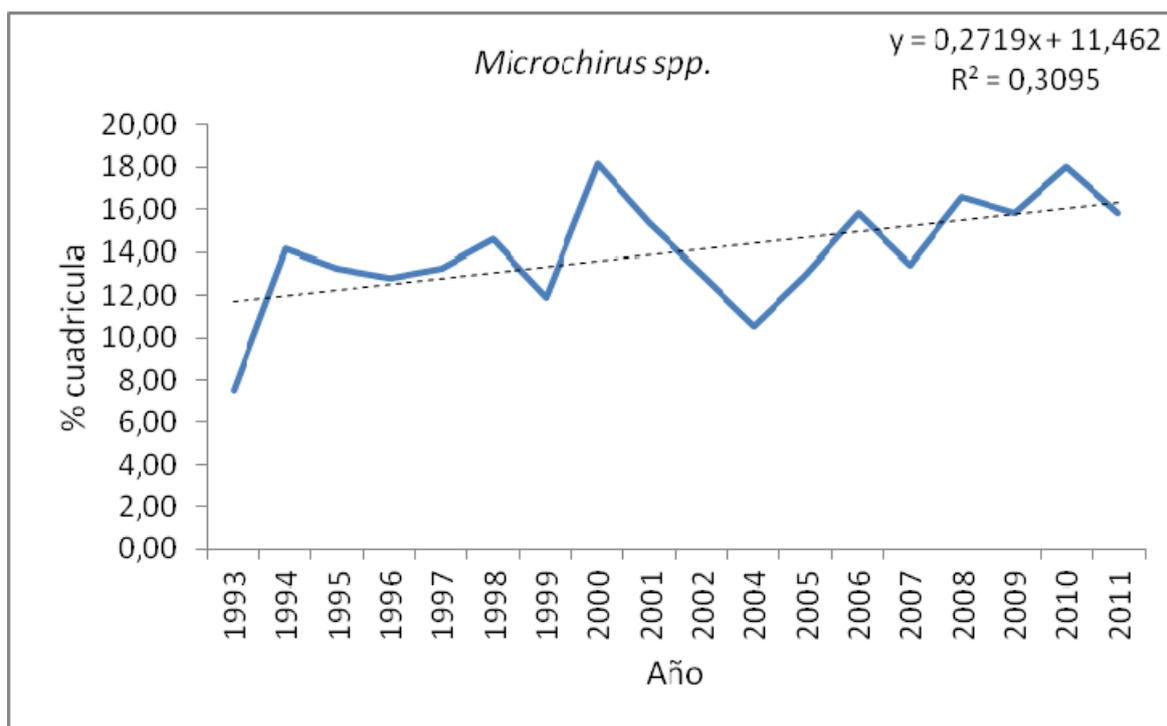
**Figura III.24.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Lesueurigobius sanzi* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



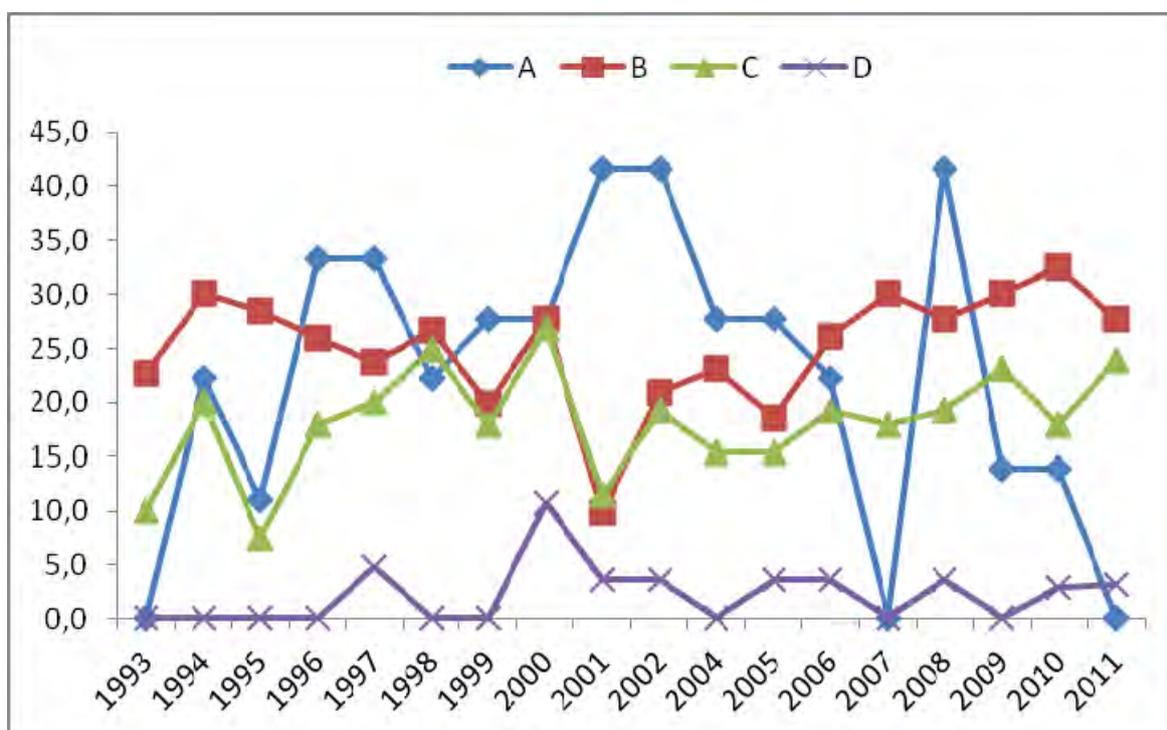
### Por estrato batimétrico *K*



**Figura III.25.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Merluccius merluccius* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

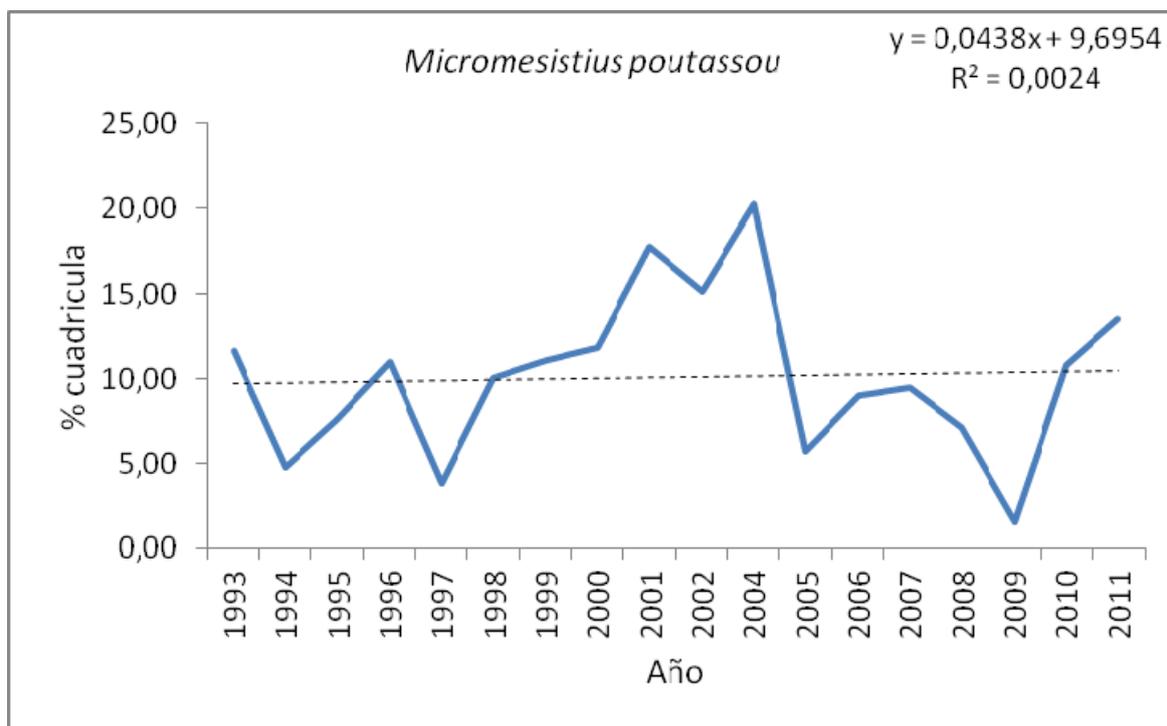


**Por estrato batimétrico *r***

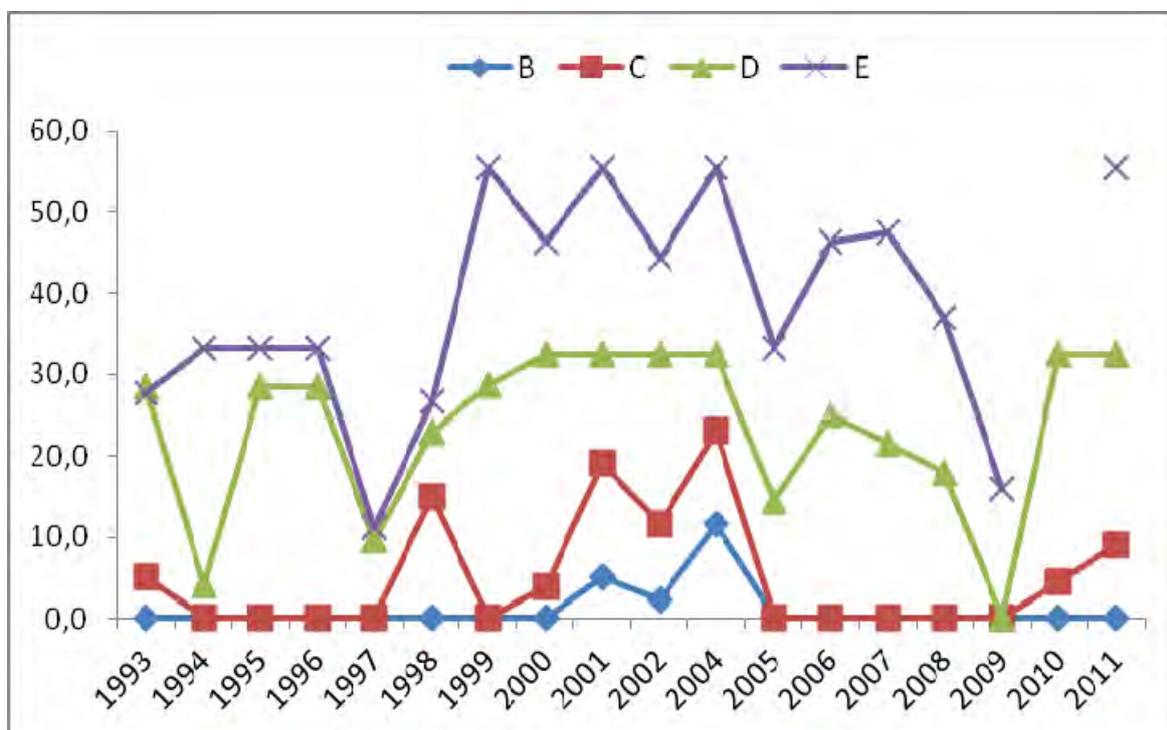


**Figura III.26.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Microchirus spp.* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los

distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



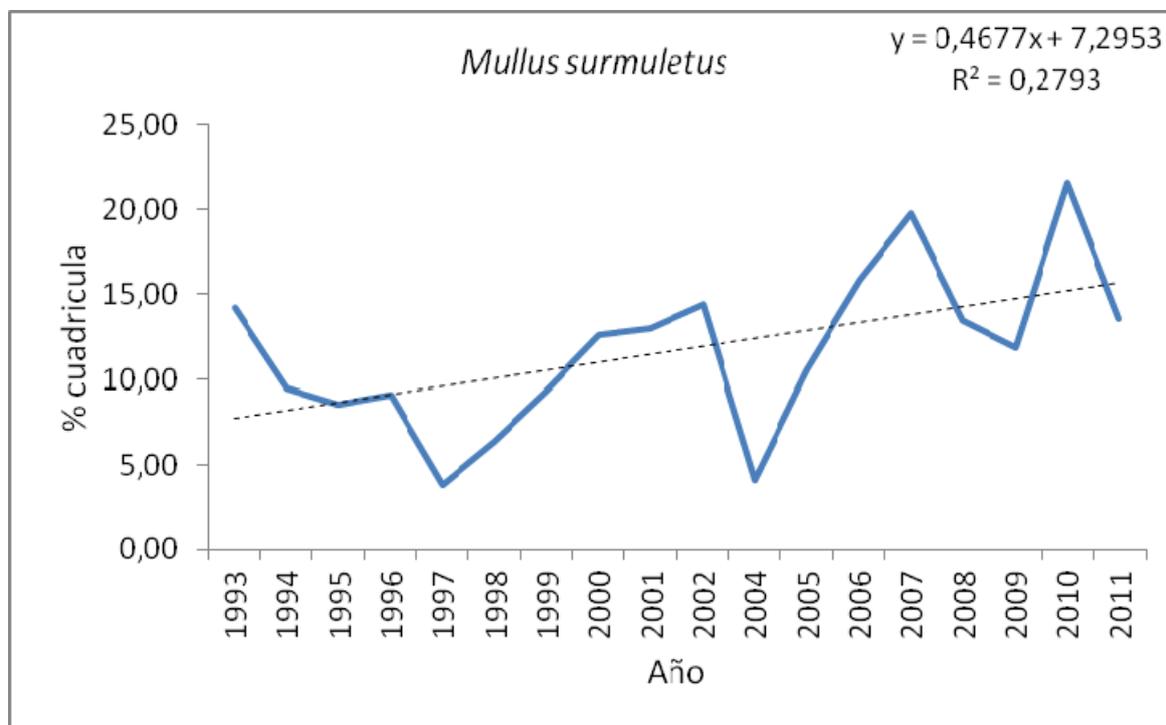
**Por estrato batimétrico *r***



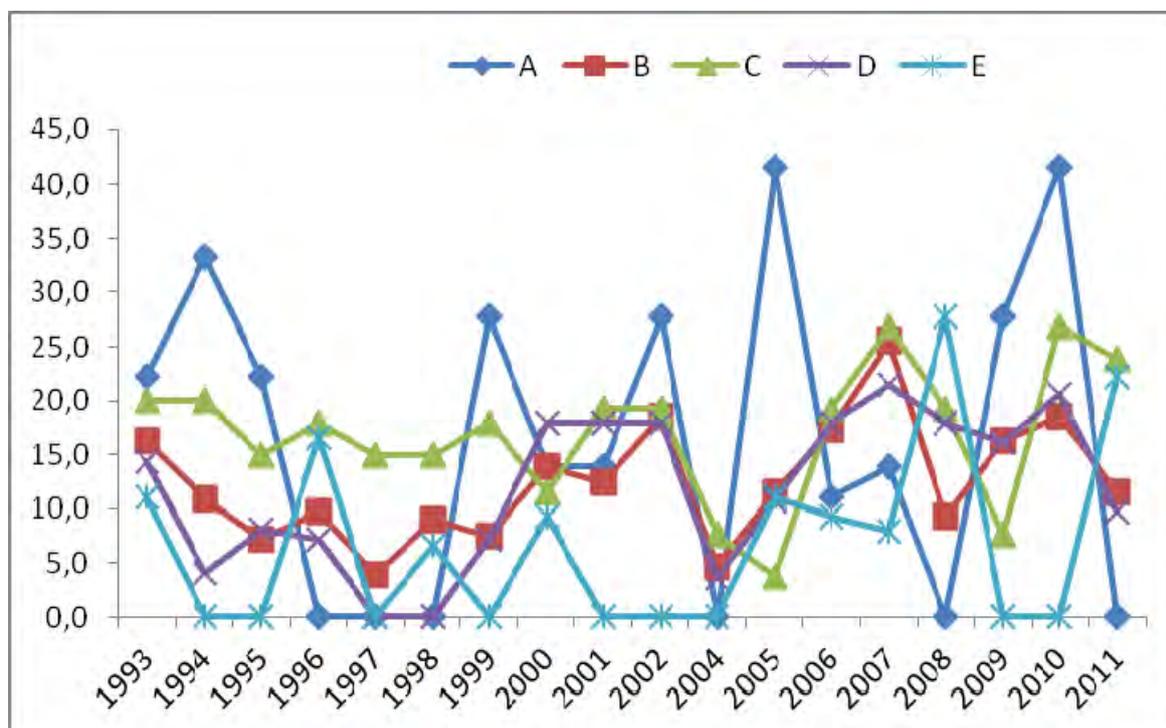
**Figura III.27.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Micromesistius poutassou* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La



línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

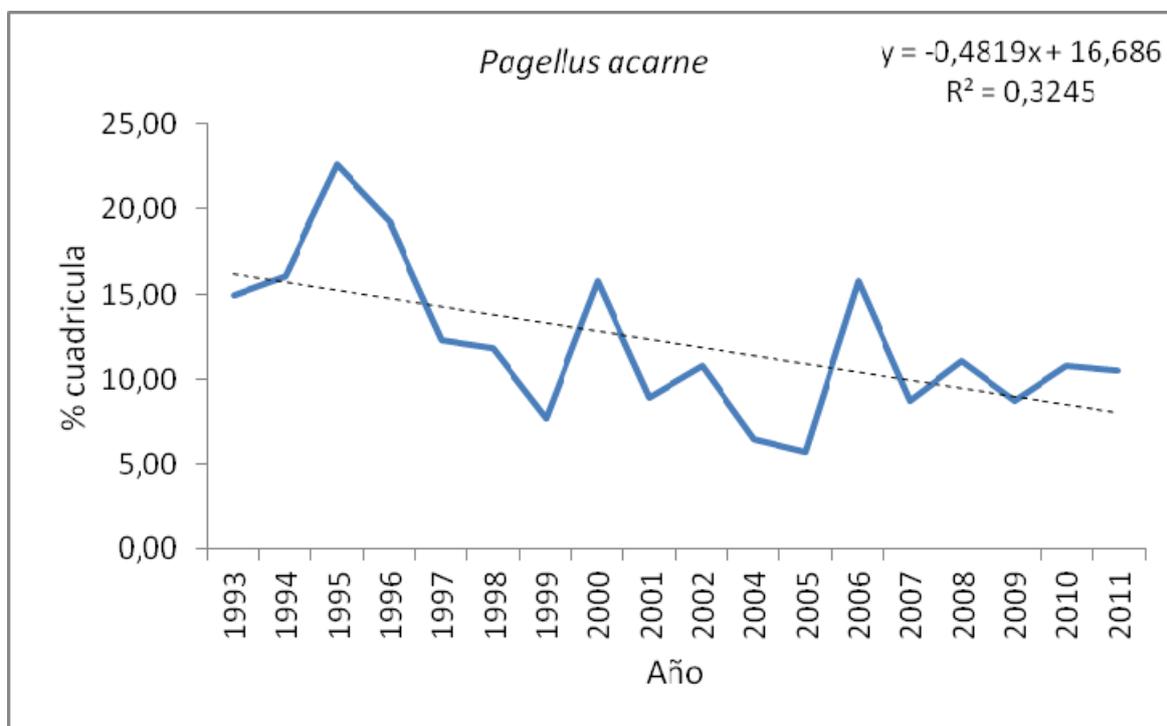


### Por estrato batimétrico *K*

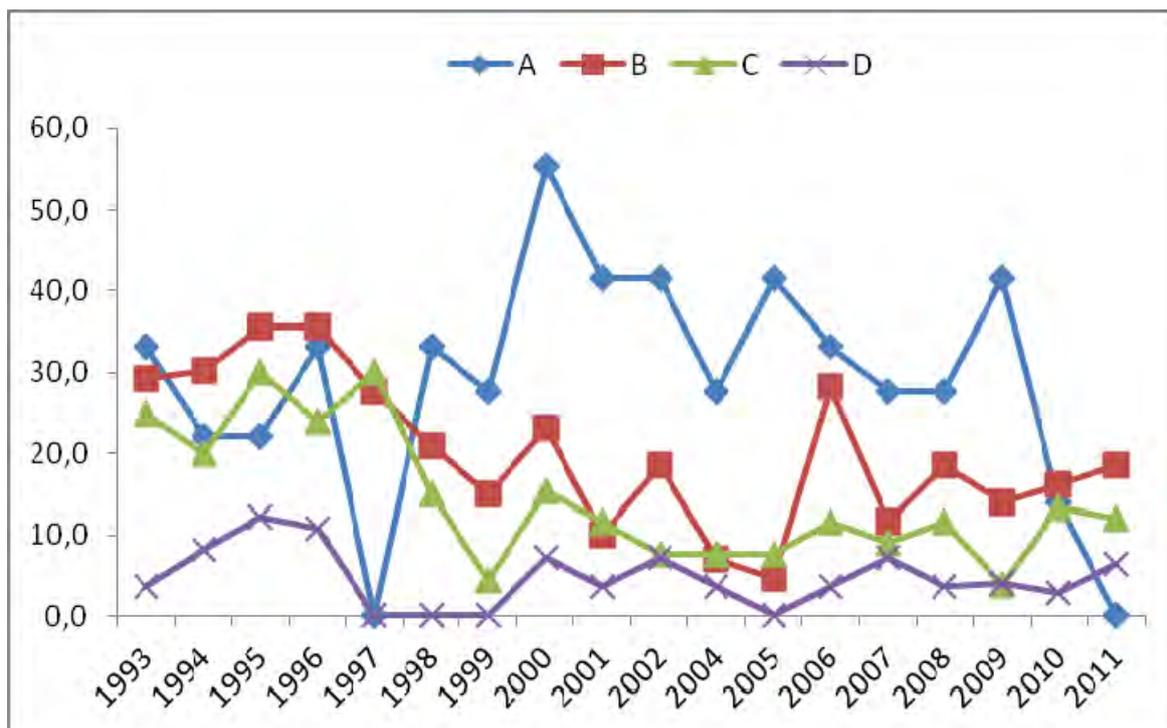




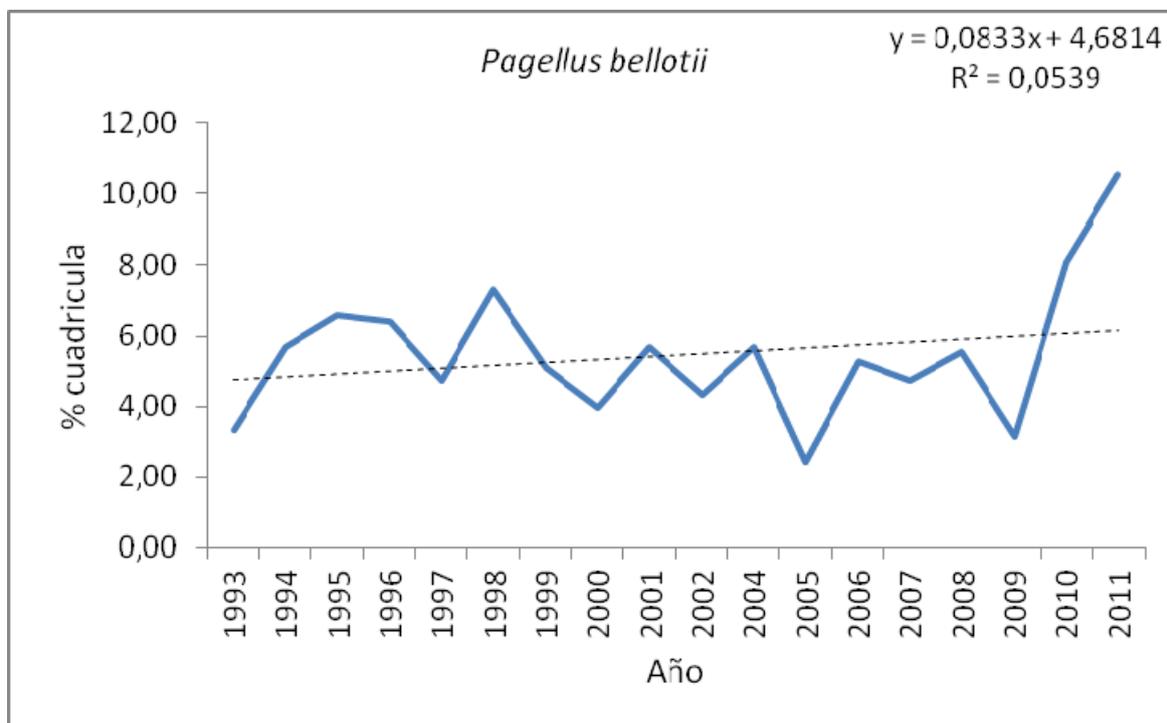
**Figura III.28.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Mullus surmuletus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



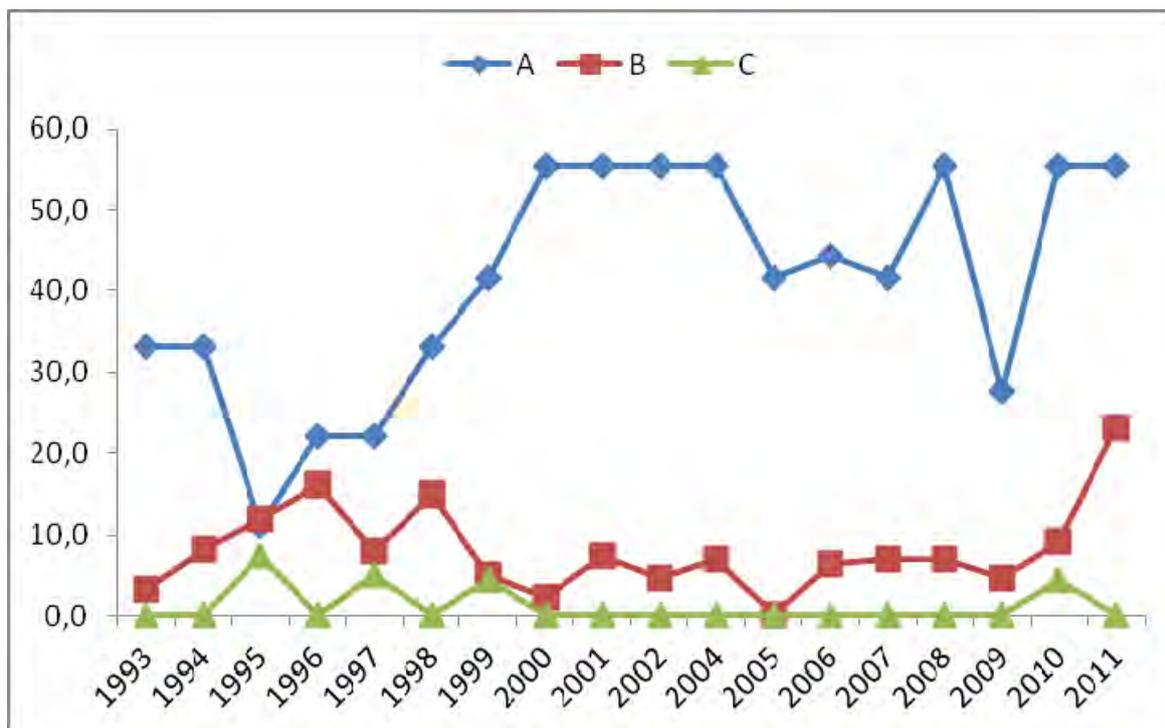
Por estrato batimétrico *r*



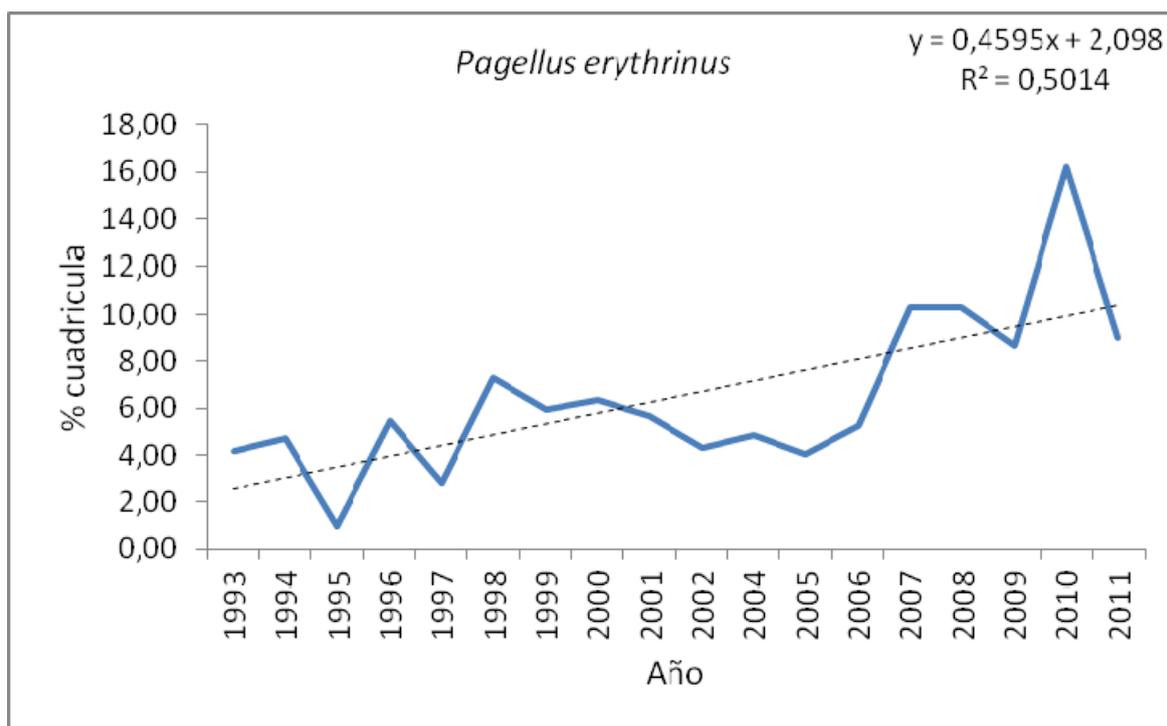
**Figura III.29.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Pagellus acarne* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



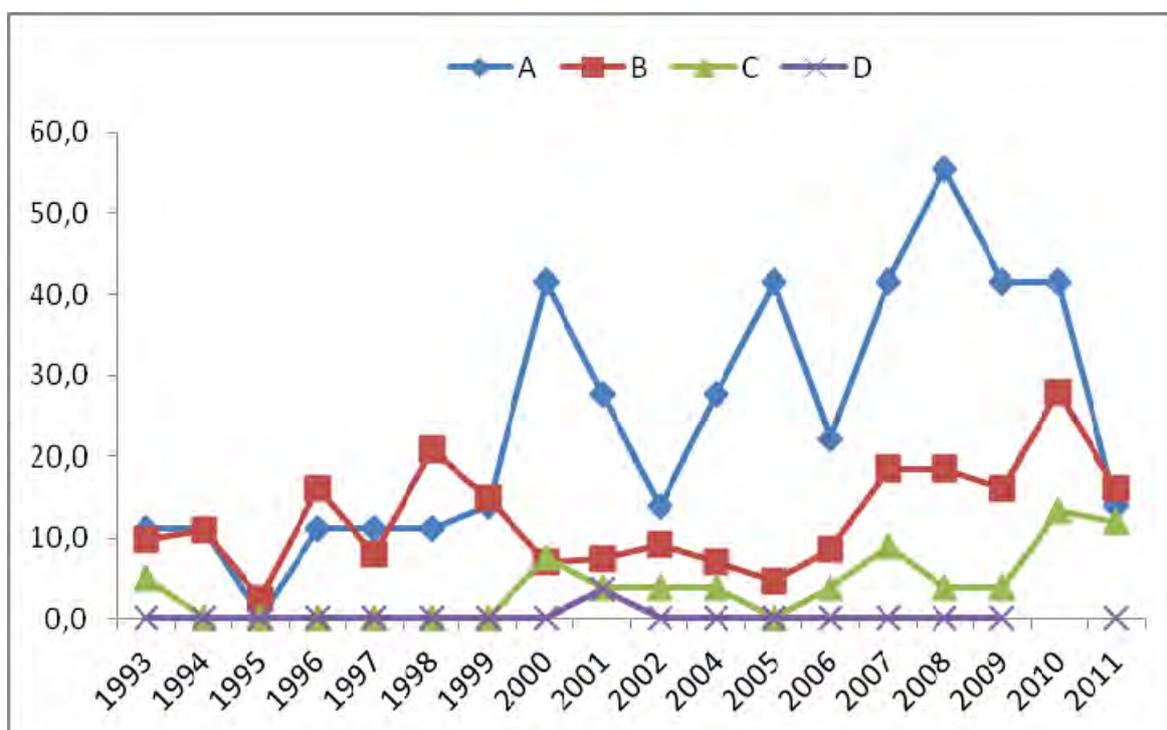
Por estrato batimétrico r



**Figura III.30.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Pagellus bellotii* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

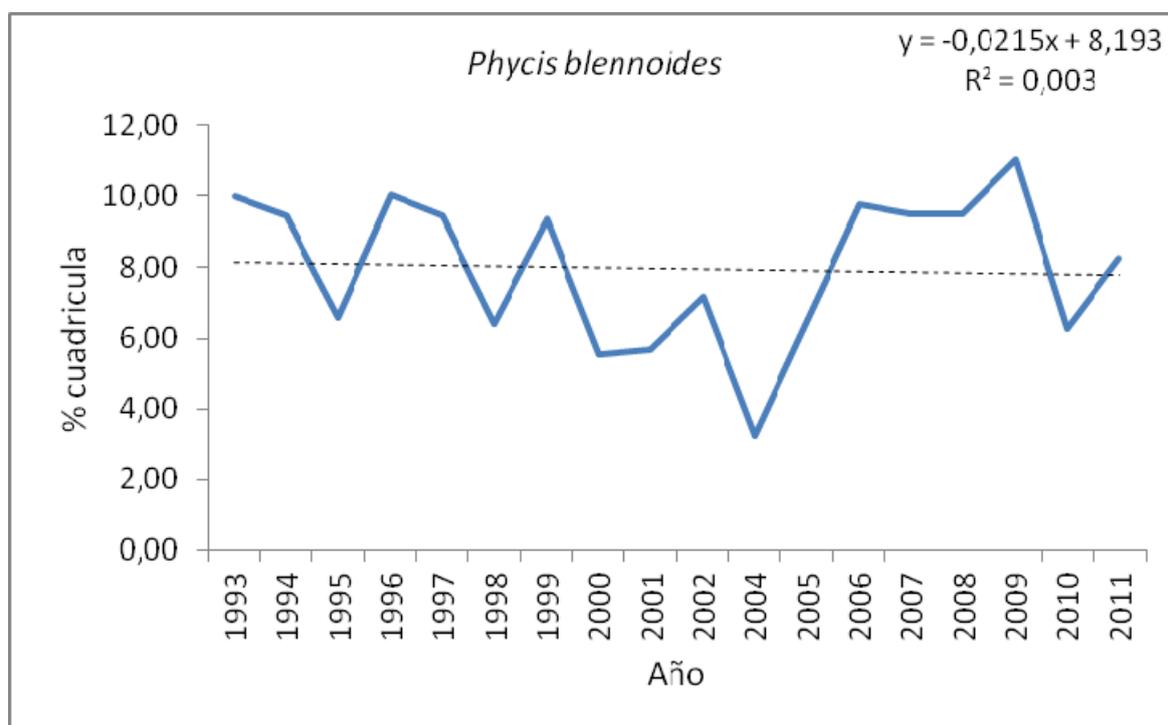


**Por estrato batimétrico *r***

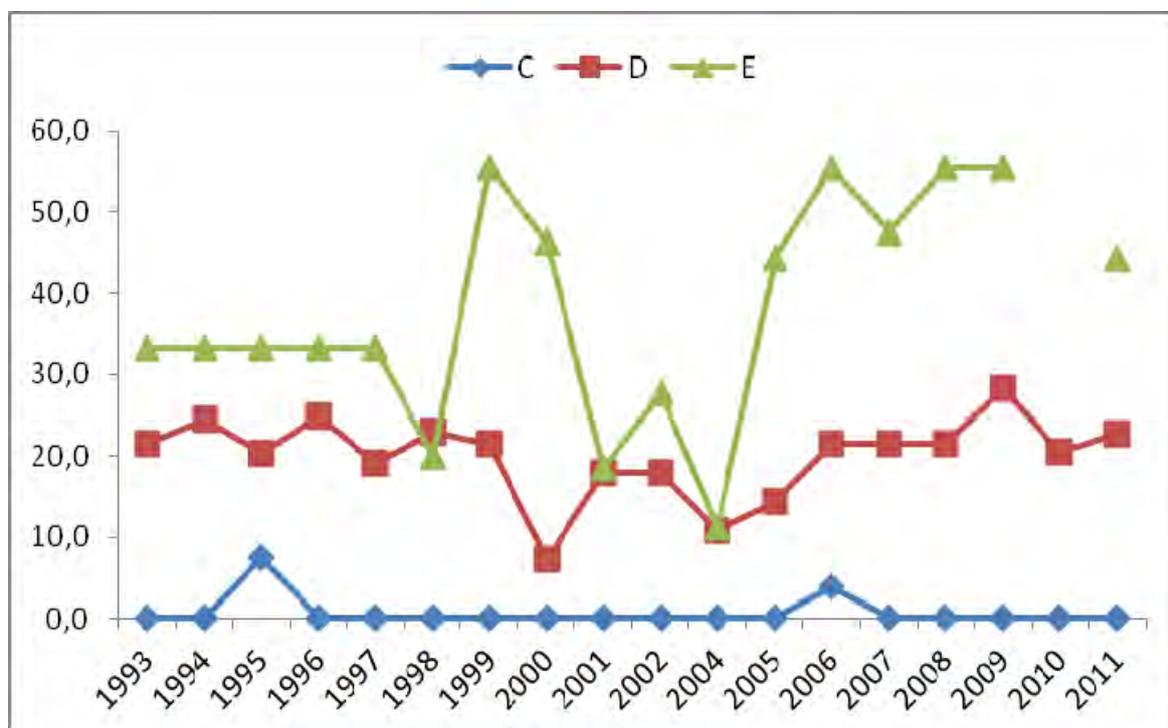


**Figura III.31.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Pagellus erythrinus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los

distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

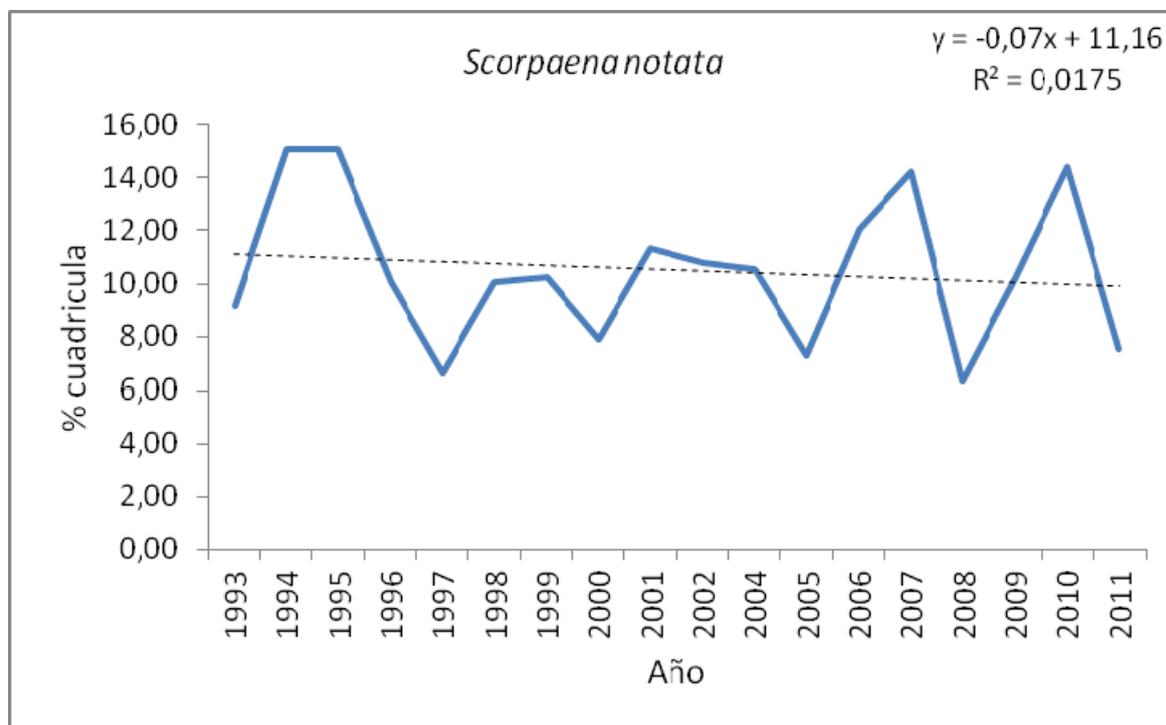


### Por estrato batimétrico *K*

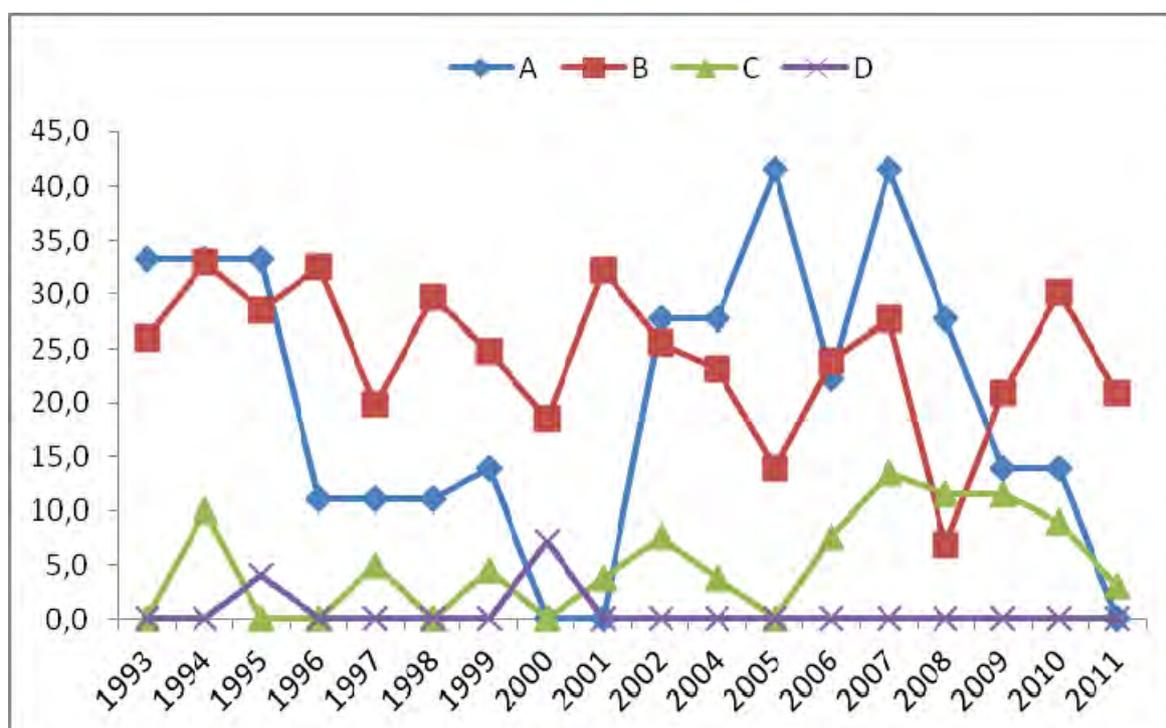


**Figura III.32.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Phycis blennoides* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea

discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

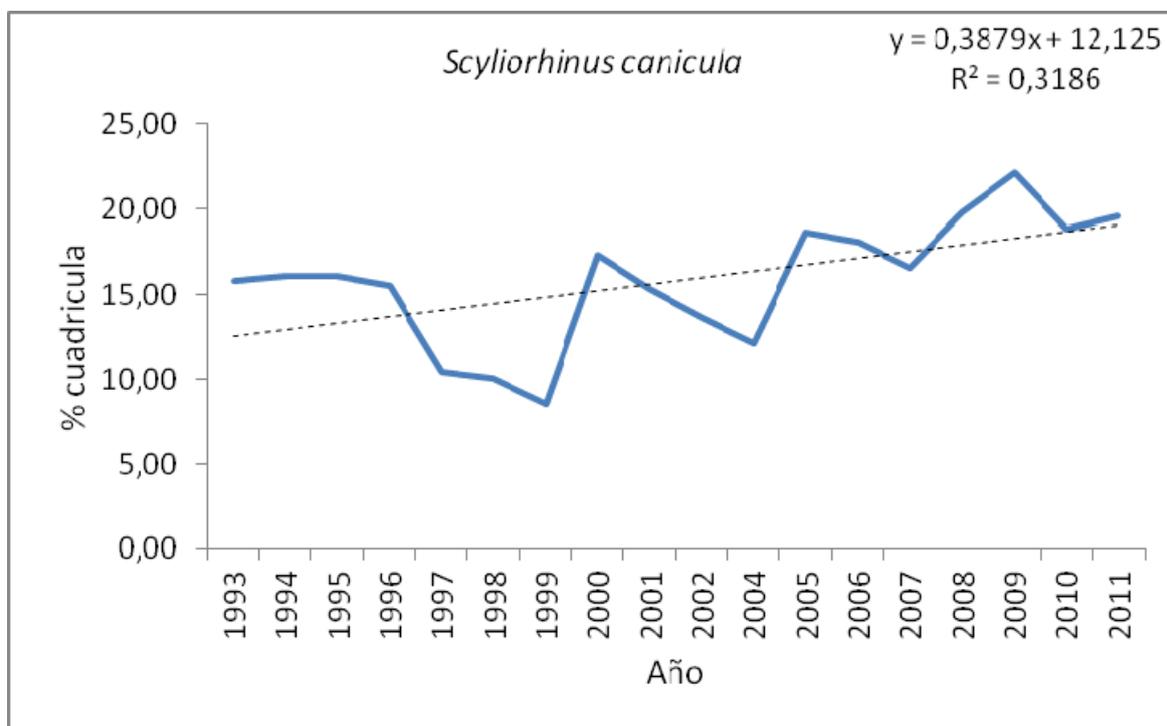


**Por estrato batimétrico *K***

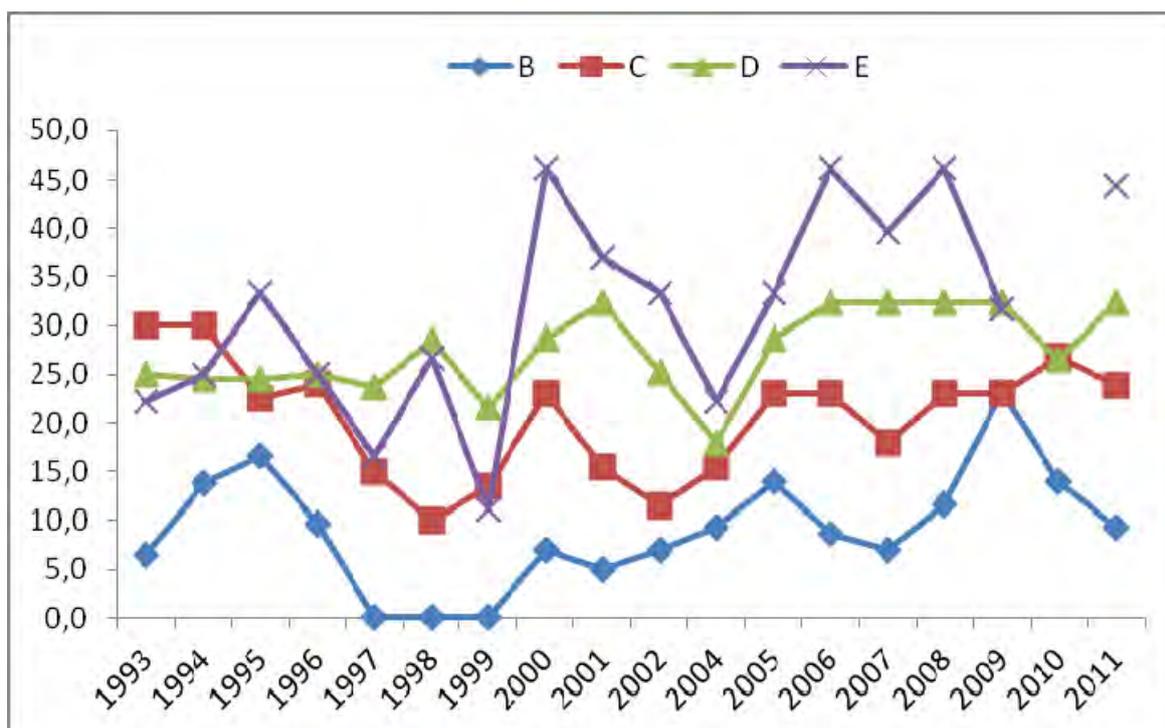




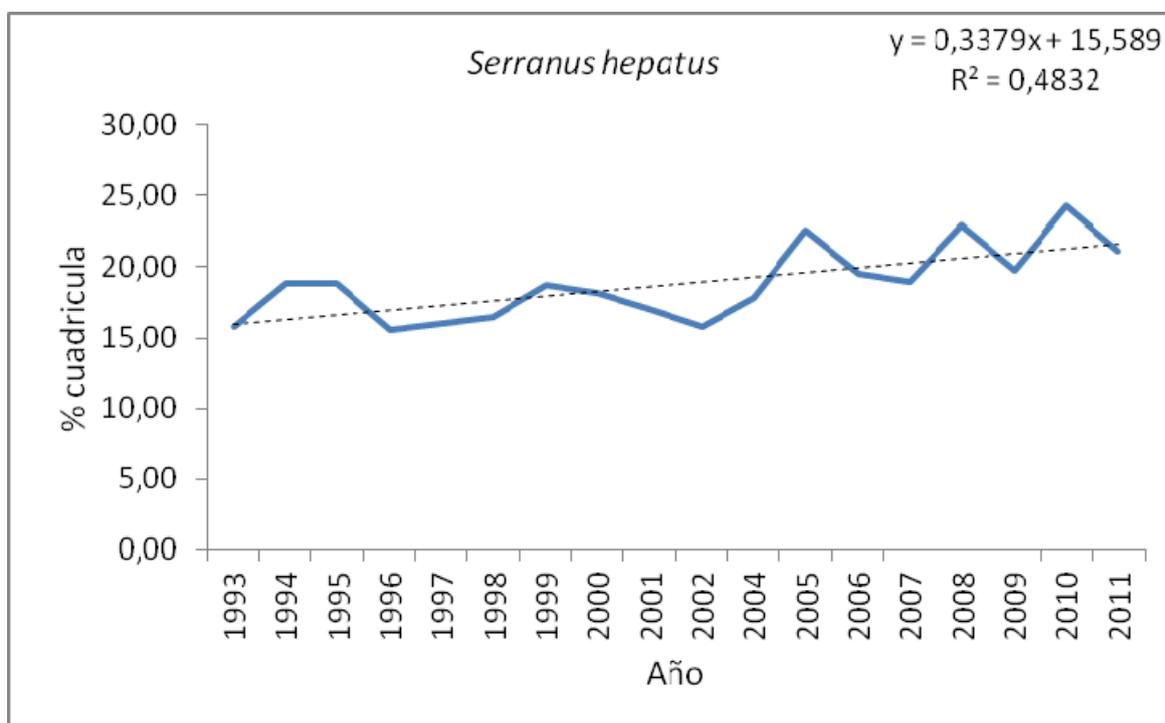
**Figura III.33.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Scorpaena notata* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



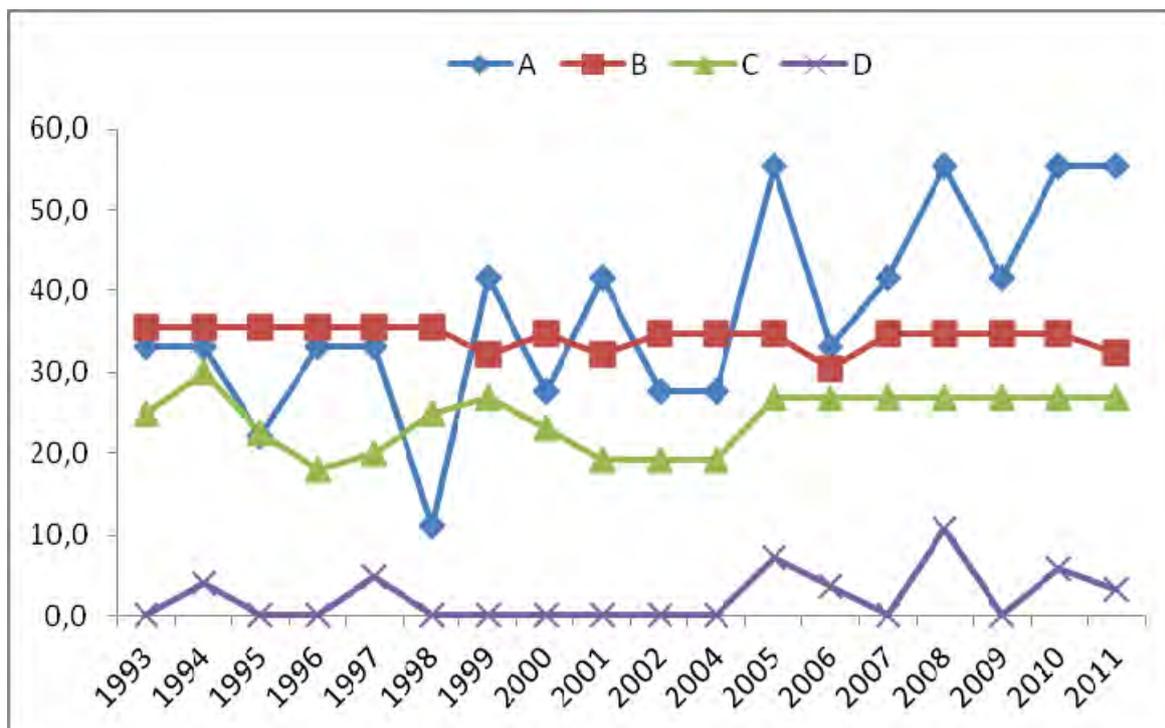
Por estrato batimétrico **K**



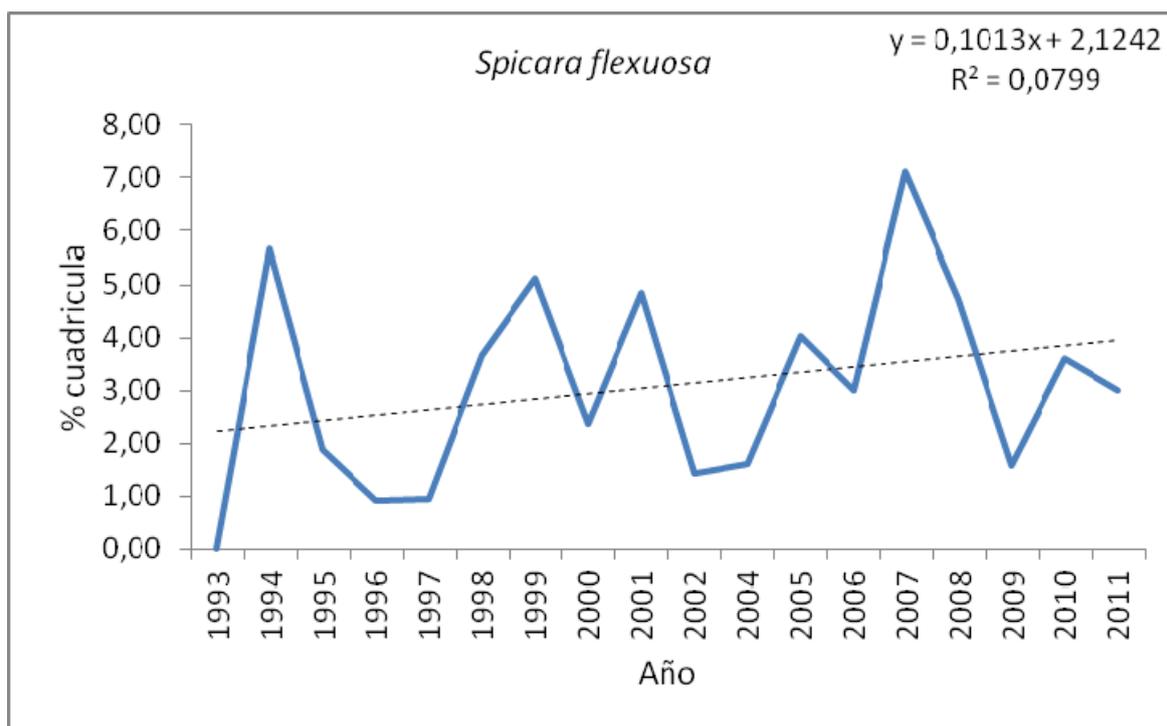
**Figura III.34.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Scyliorhinus canicula* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



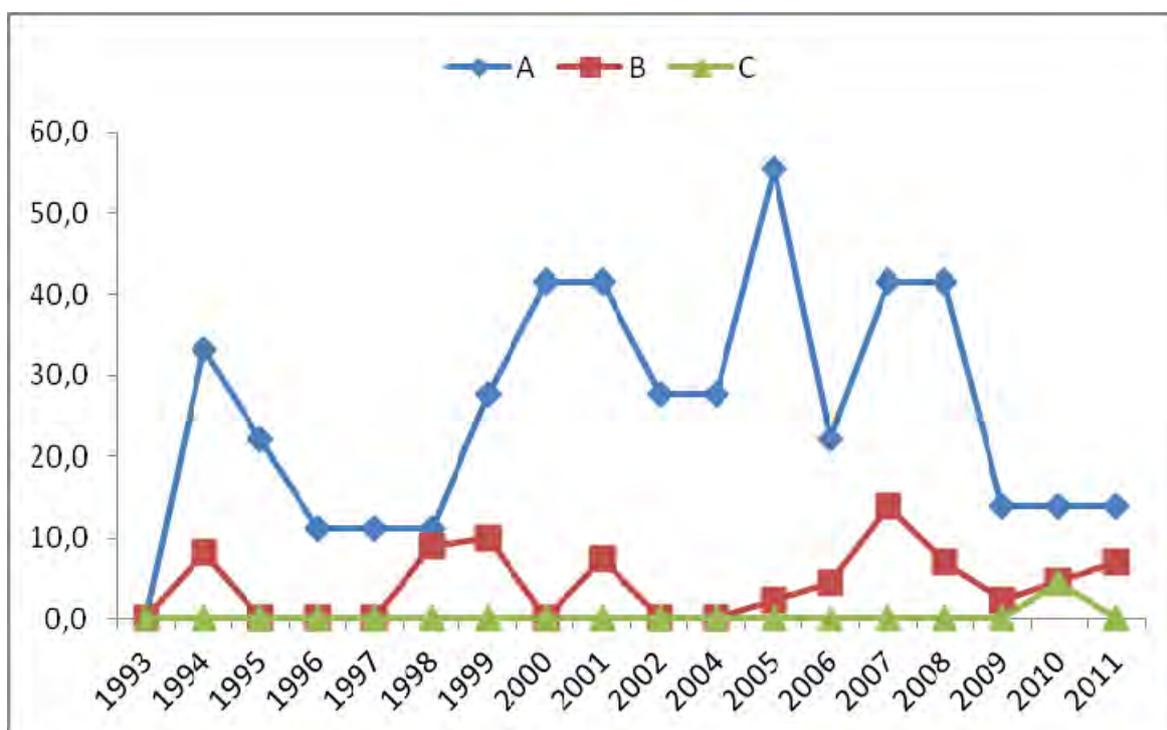
Por estrato batimétrico *r*



**Figura III.35.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Serranus hepatus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

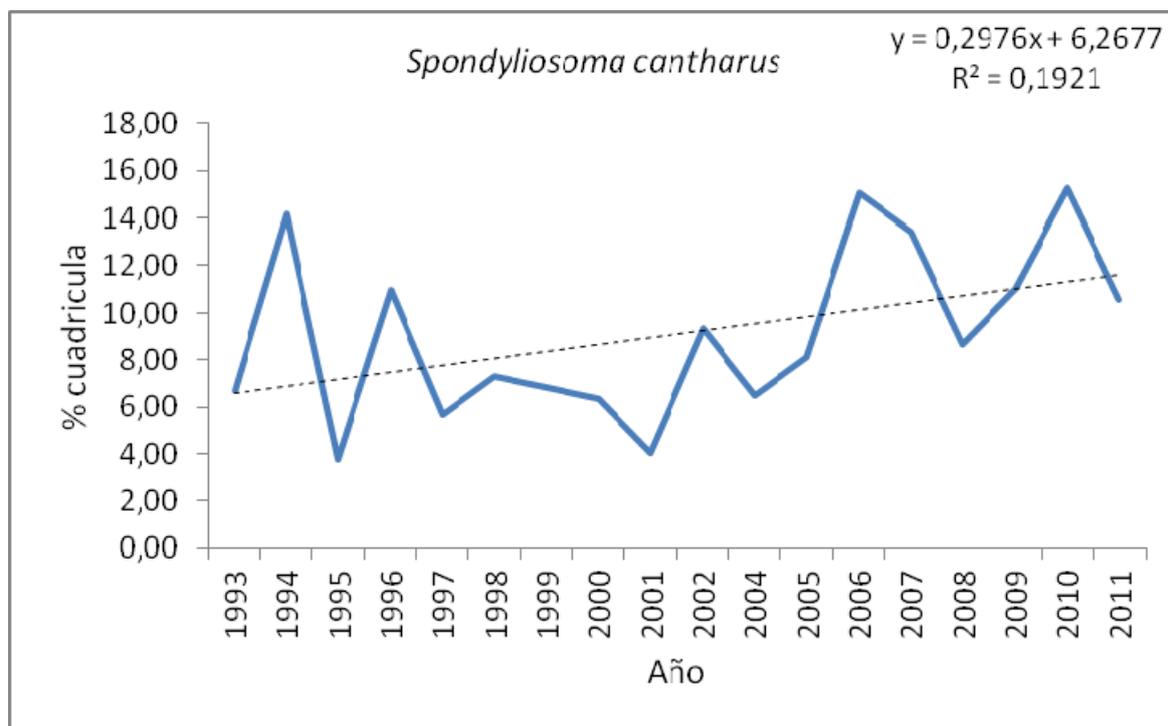


**Por estrato batimétrico *r***

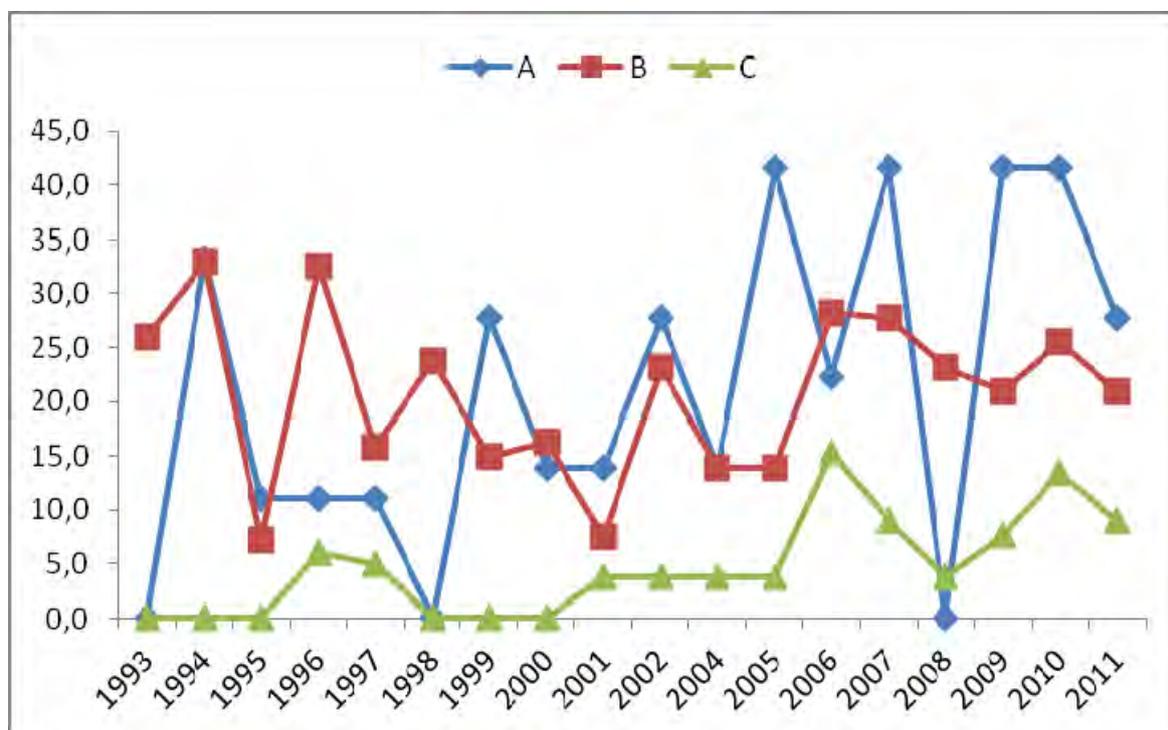


**Figura III.36.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Spicara flexuosa* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los

distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



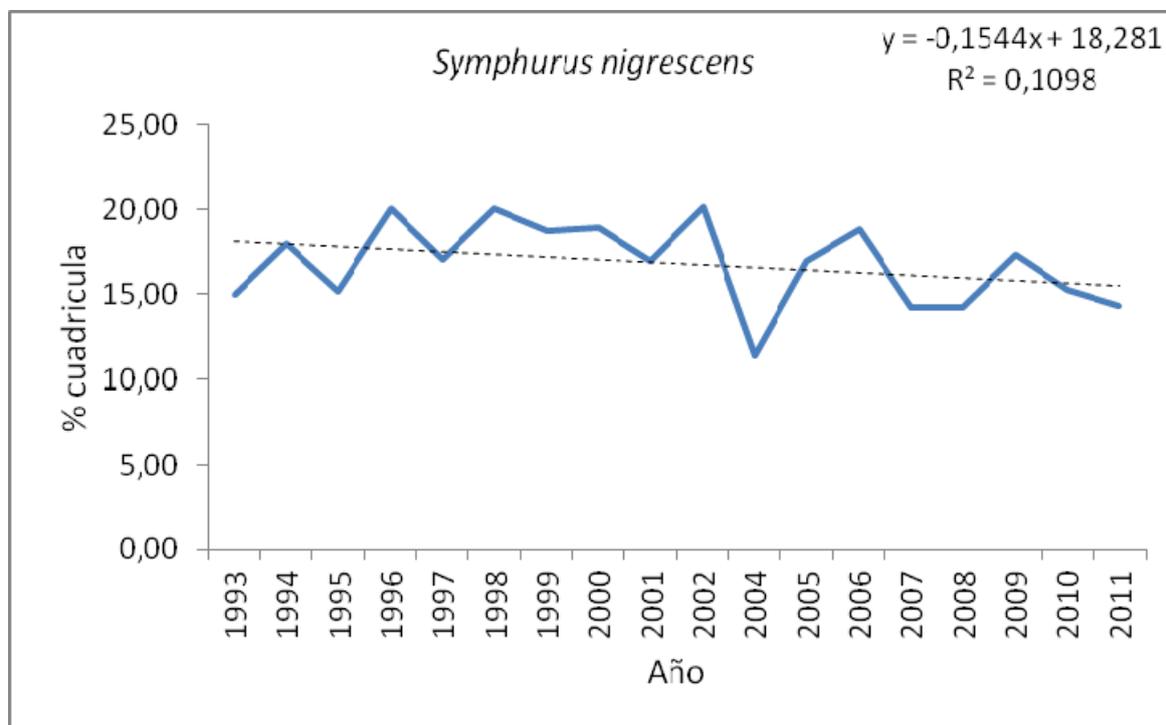
**Por estrato batimétrico *r***



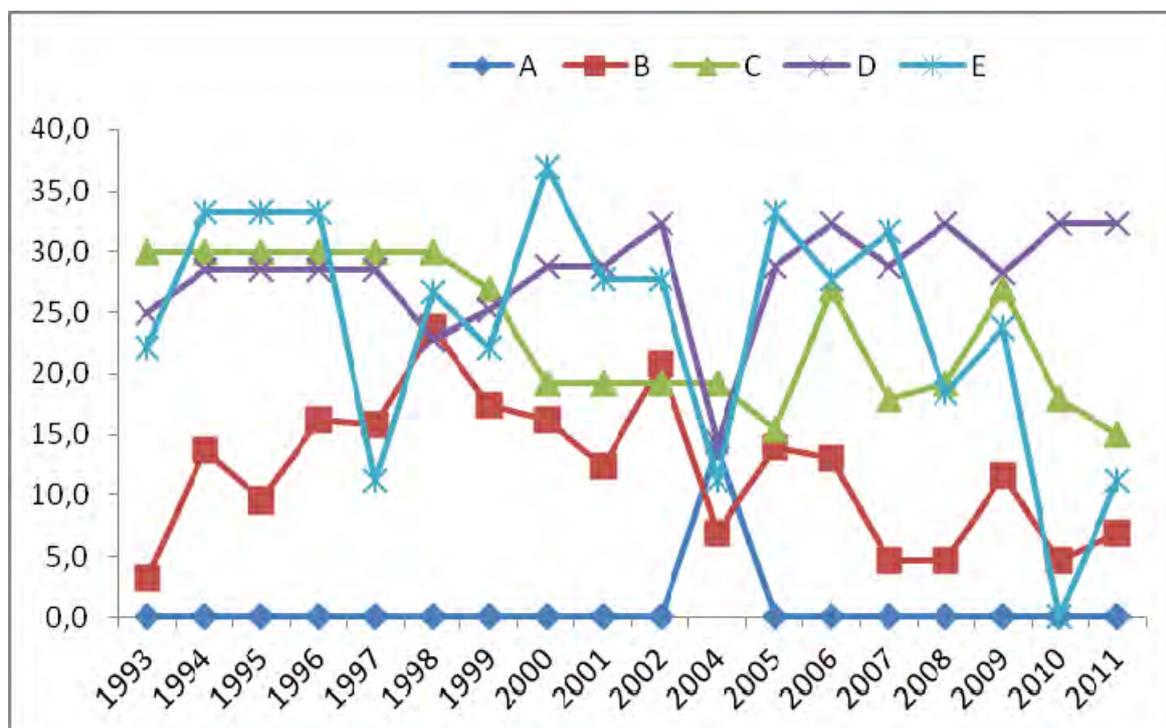
**Figura III.37.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Spondyliosoma cantharus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La



línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

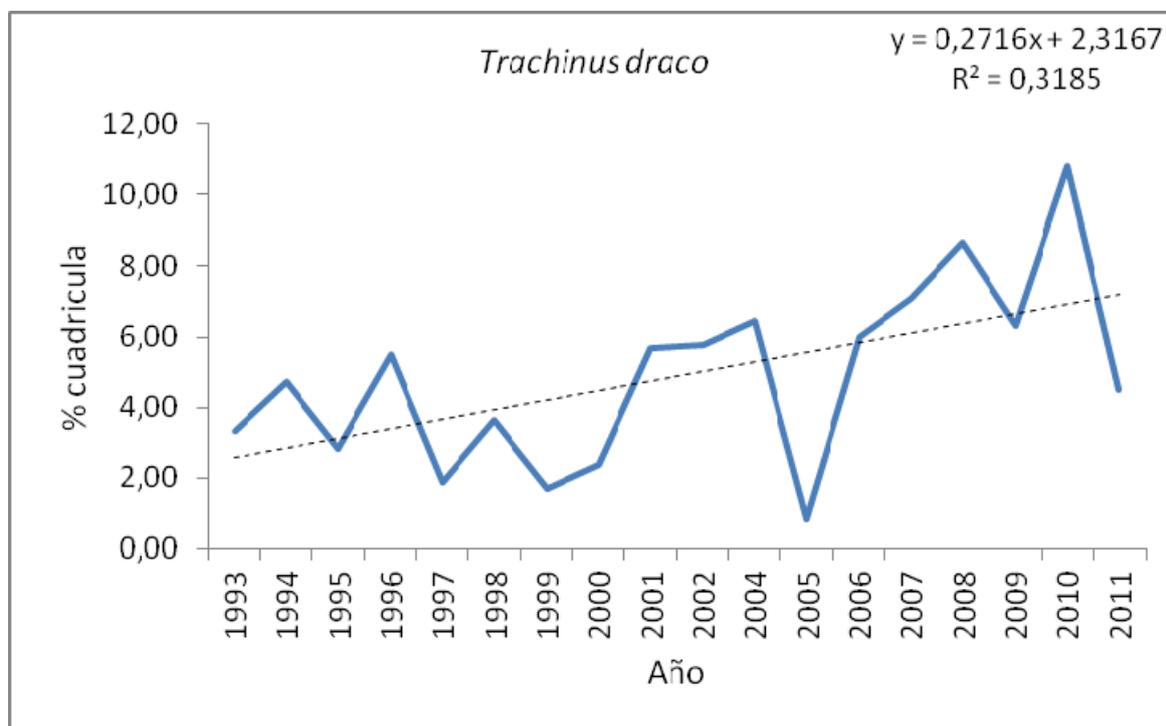


### Por estrato batimétrico *r*

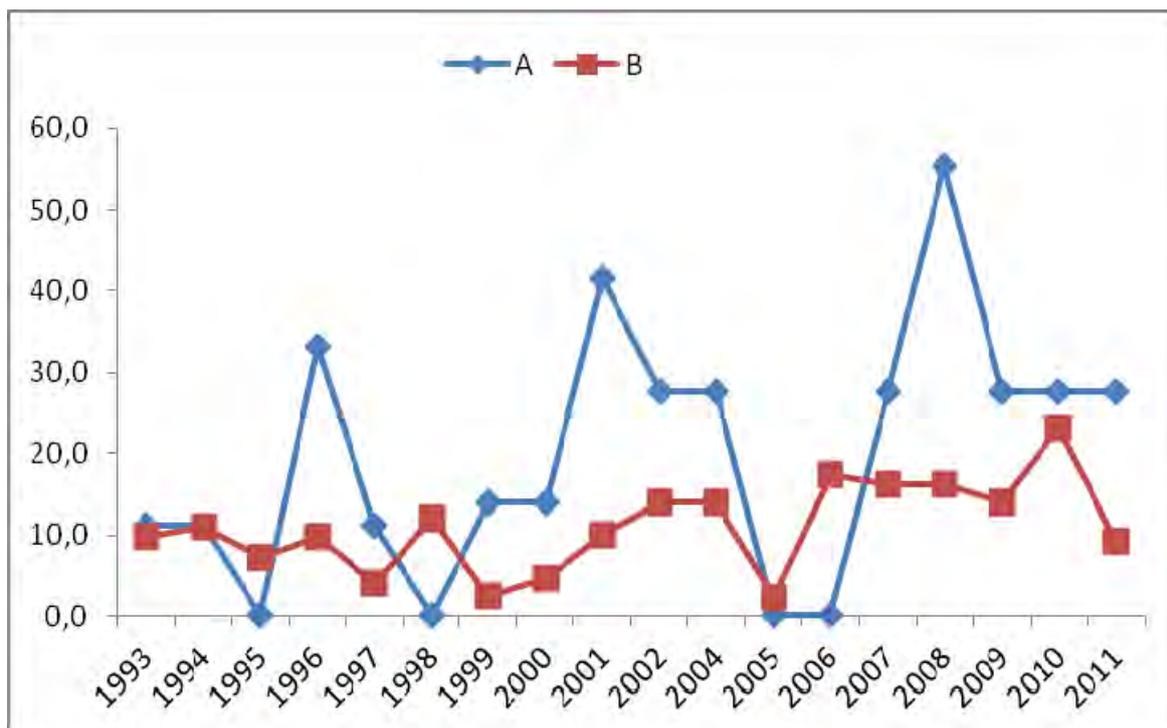




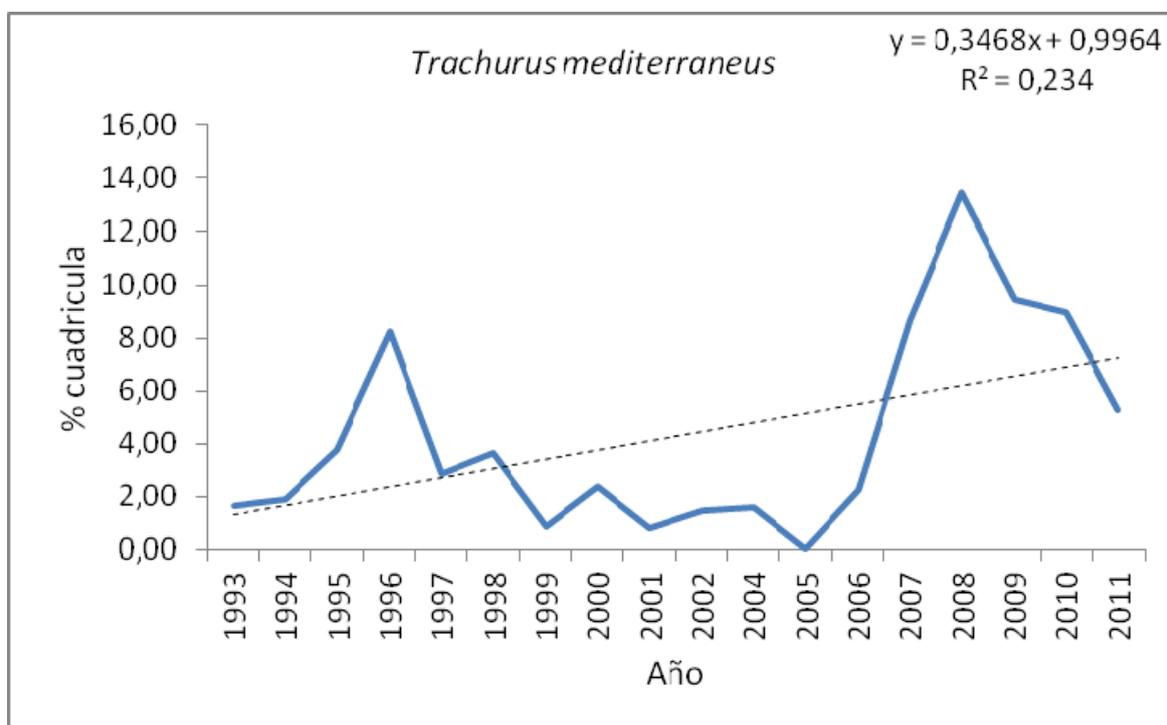
**Figura III.38.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Symphurus nigrescens* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



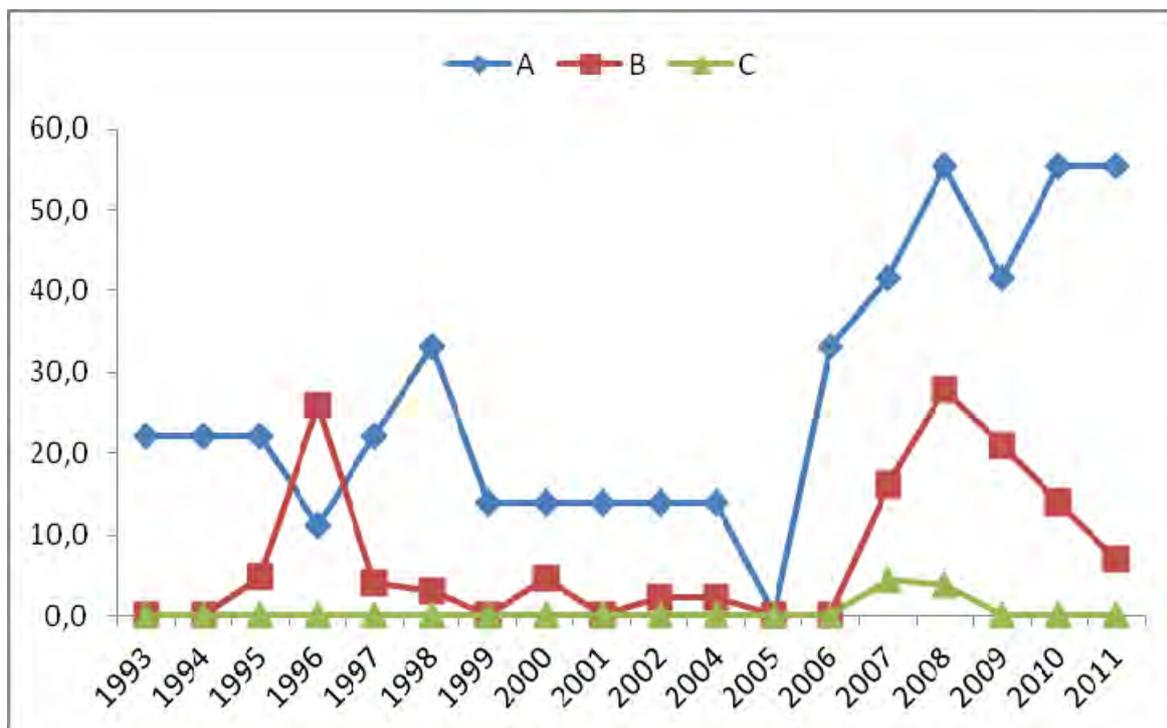
Por estrato batimétrico *r*



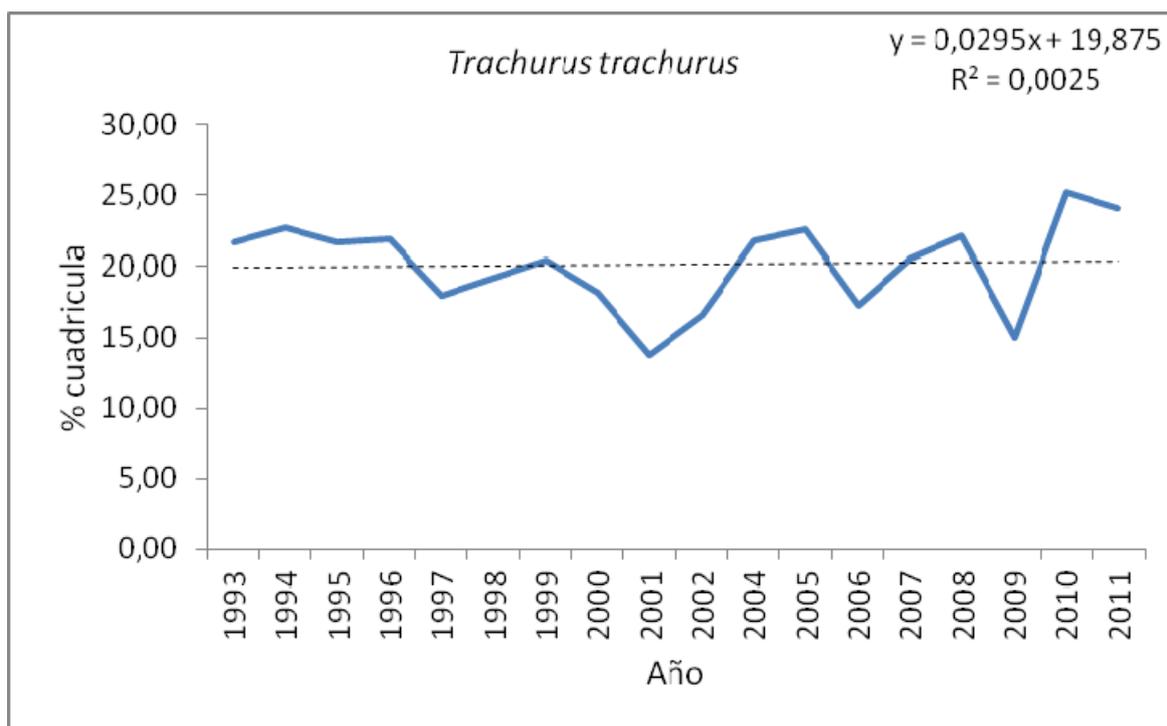
**Figura III.39.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Trachinus draco* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).



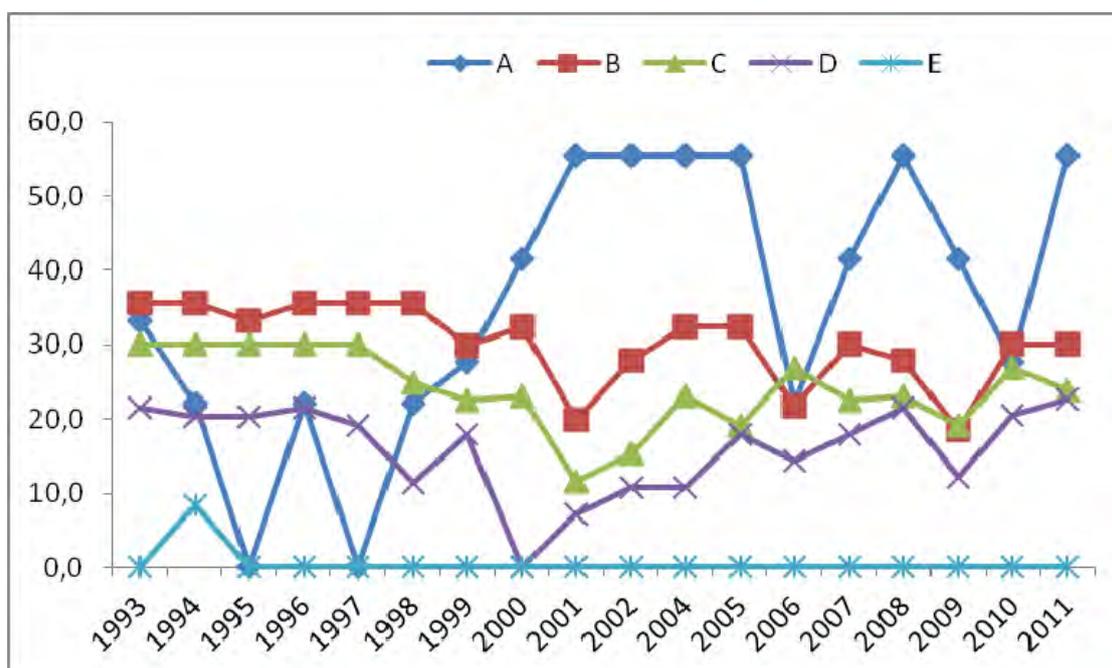
Por estrato batimétrico r



**Figura III.40.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Trachurus mediterraneus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

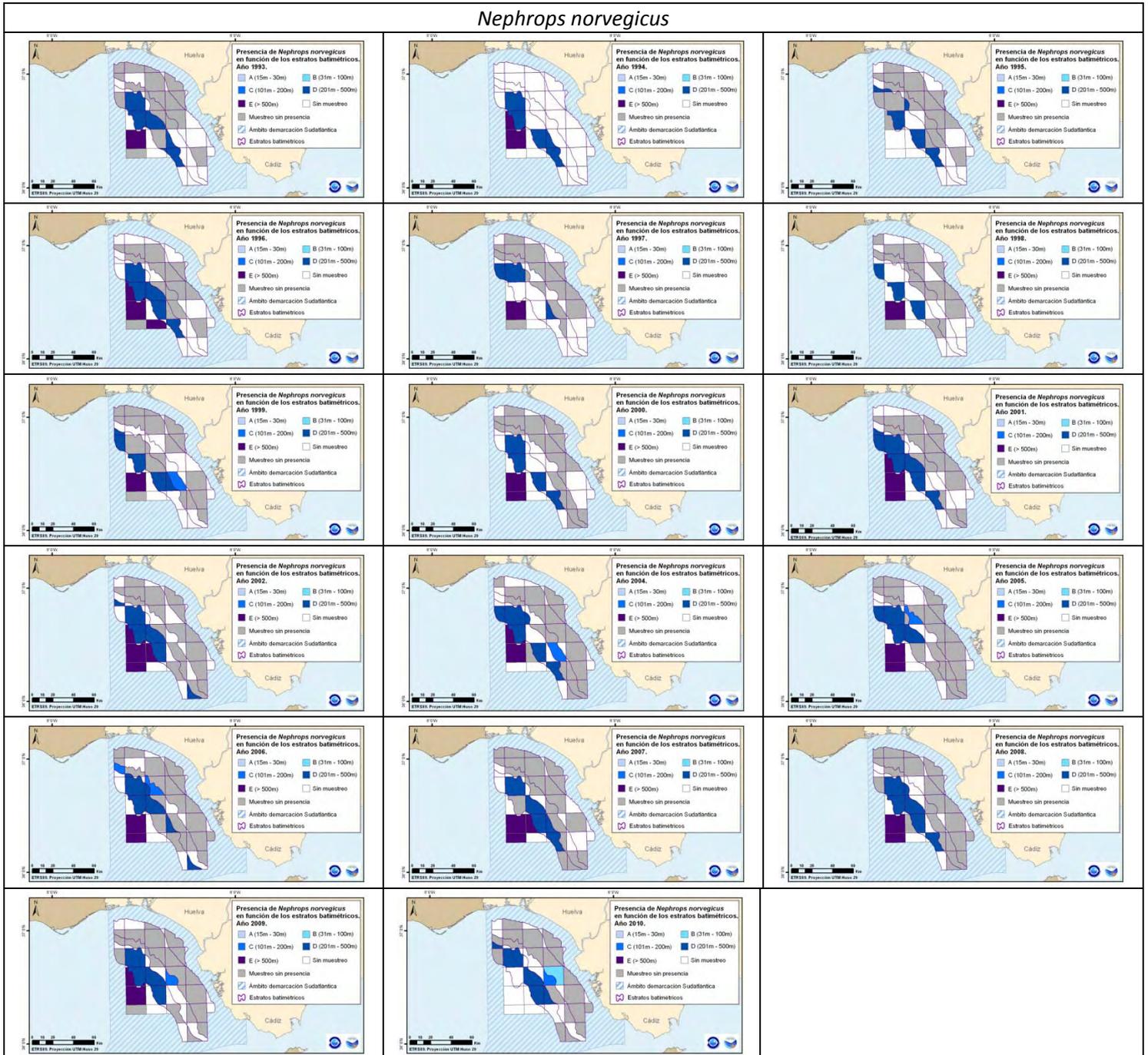


**Por estrato batimétrico *r***



**Figura III.41.** En la parte superior: patrón de distribución espacial de *Trachurus trachurus* los años desde 1993 hasta el 2011 (excepto 2003), los puntos indican el porcentaje de cuadrículas con presencia. La línea discontinua indica la tendencia temporal del porcentaje del número de cuadrículas con presencia obtenida con un modelo lineal. En la parte inferior: patrón de distribución espacial de la especie en función de los distintos estratos batimétricos estudiados (A = 15-30 m, B = 31-100 m, C = 101-200 m, D = 201-500 m, >500 m).

## Anexo IV: Criterio 1.1. Distribución de las especies. Mapas de distribución de las especies más significativas de los ecotipos Peces y Elasmobranquios y de invertebrados móviles.

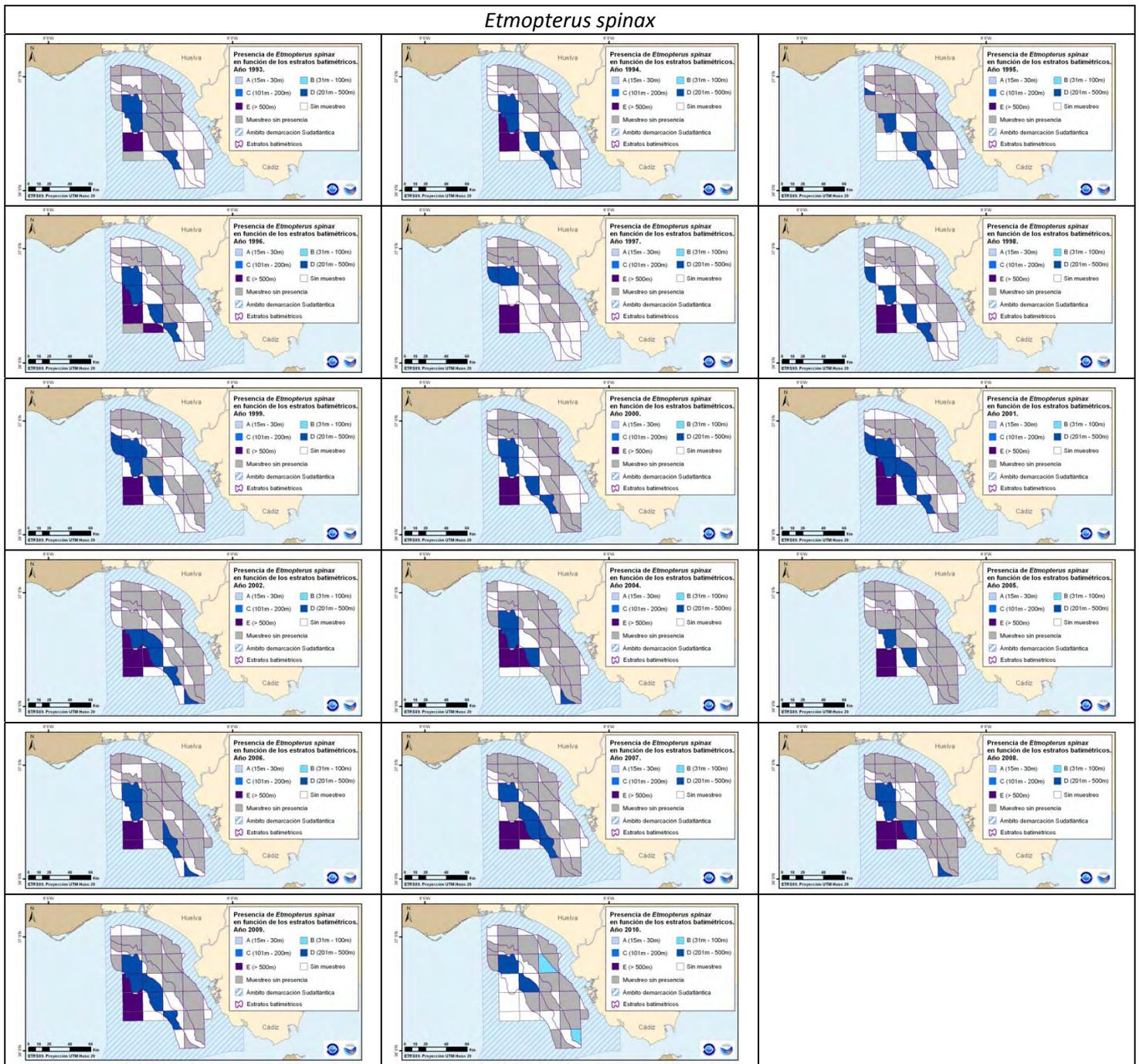


**Figura IV.1.** Ecotipo de crustáceos decápodos del circalitoral/batial. Rango de distribución de *Nephrops norvegicus* (1993-2010).

### Scyliorhinus canicula



**Figura IV.2.** Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Scyliorhinus canicula* (1993-2010).



**Figura IV.3.** Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Etmopterus spinax* (1993-2010).

### Arnoglossus laterna



**Figura IV.4.** Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Arnoglossus laterna* (1993-2010).

### Merluccius merluccius



**Figura IV.5.** Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Merluccius merluccius* (1993-2010).

### Pagellus acarne



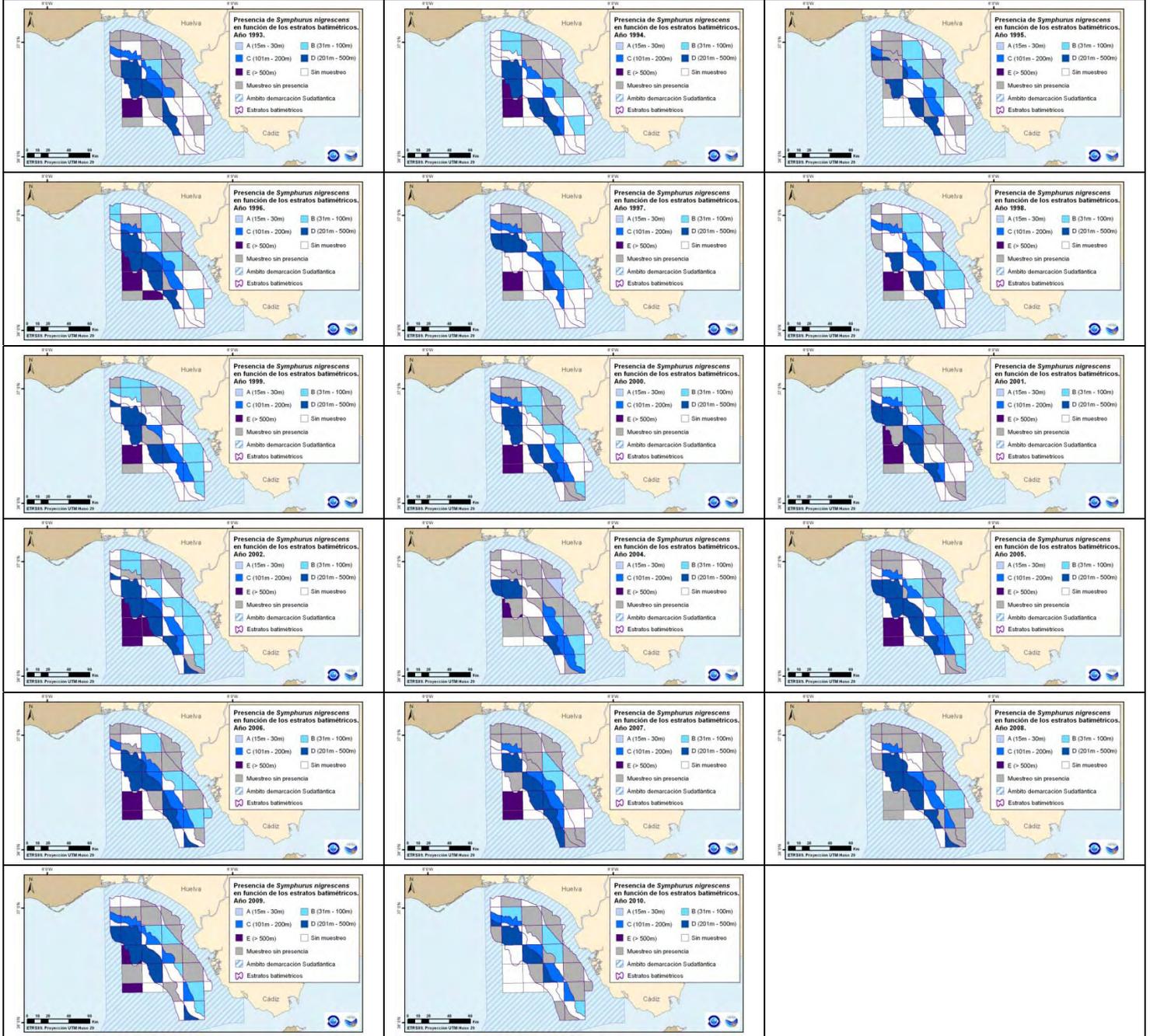
Figura IV.6. Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Pagellus acarne* (1993-2010).

### Pagellus erythrinus



Figura IV.7. Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Pagellus erythrinus* (1993-2010).

### *Symphurus nigrescens*



**Figura IV.8.** Ecotipo de peces y elasmobranquios demersales. Rango de distribución de *Symphurus nigrescens* (1993-2010).



## Anexo V. Apartado 1

ECOTIPO PECES: Especies vulnerables (estrategas de la K) que alcanzan el BEA en términos de biomasa (indicador 1.2.1).

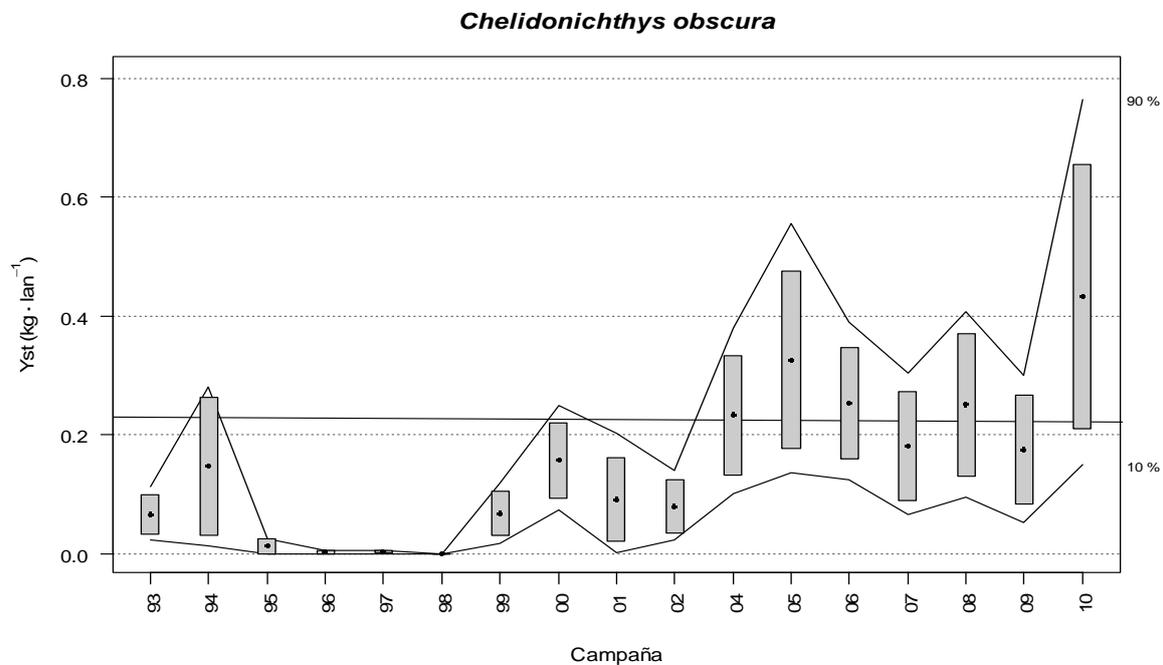


Figura V.1.1 Histograma de distribución de biomasa de *Chelidonichthys obscura* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

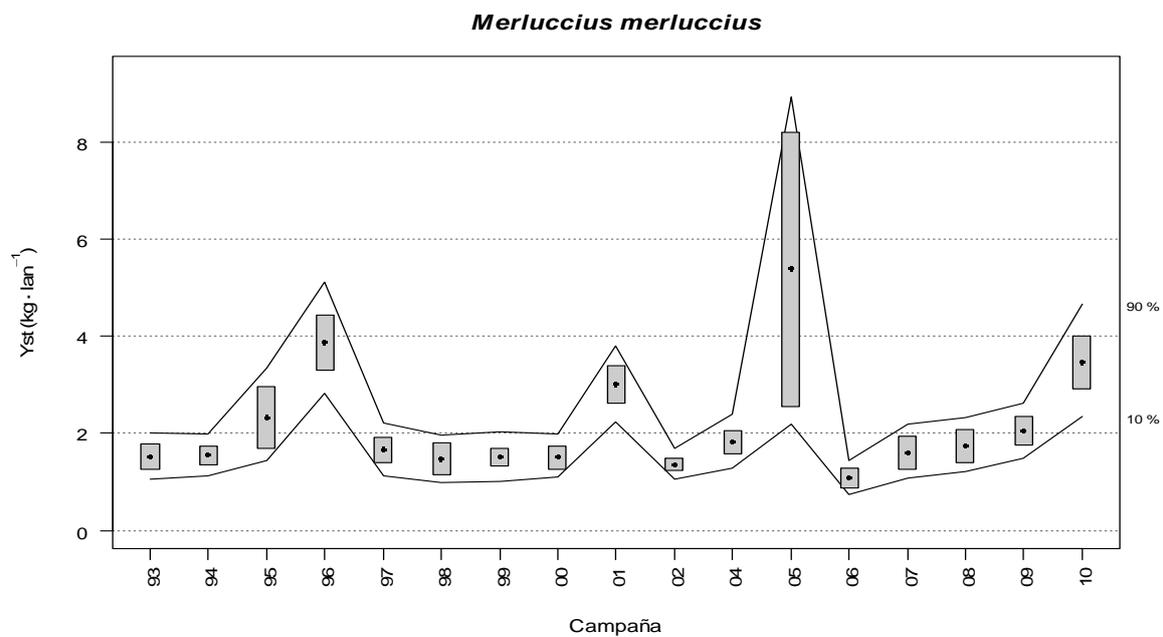


Figura V.1.2. Histograma de distribución de biomasa de *Merluccius merluccius* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Mullus surmuletus*

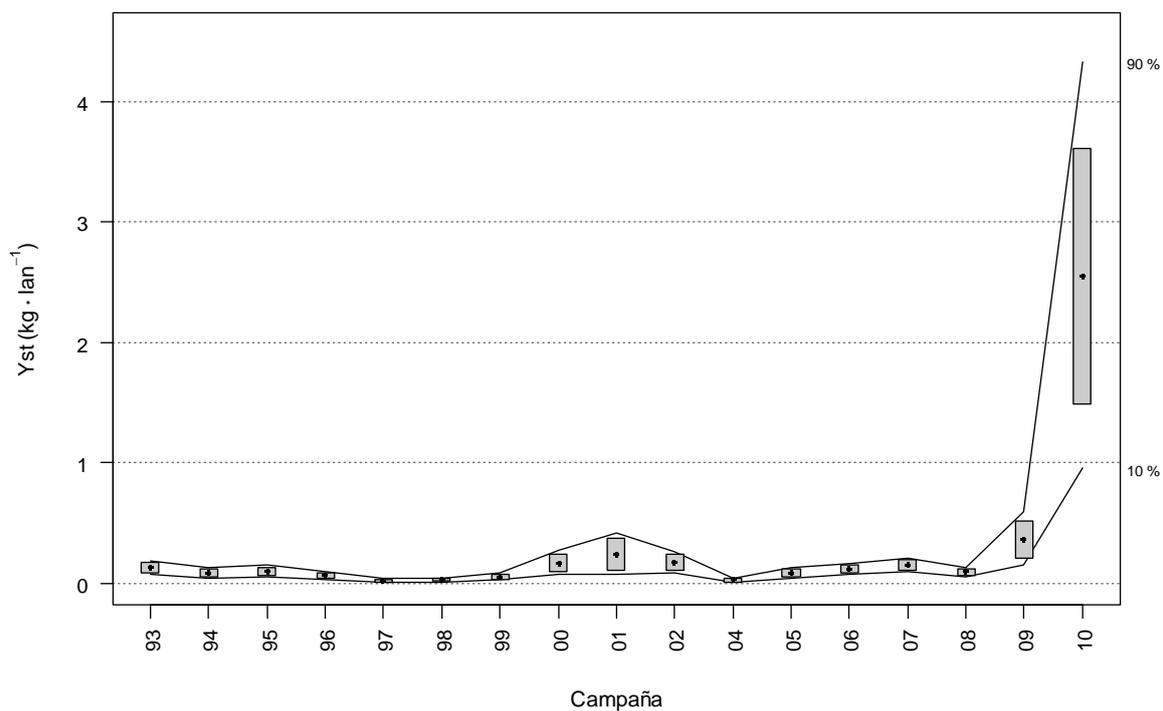


Figura V.1.3. Histograma de distribución de biomasa de *Mullus surmuletus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Phycis blennoides*

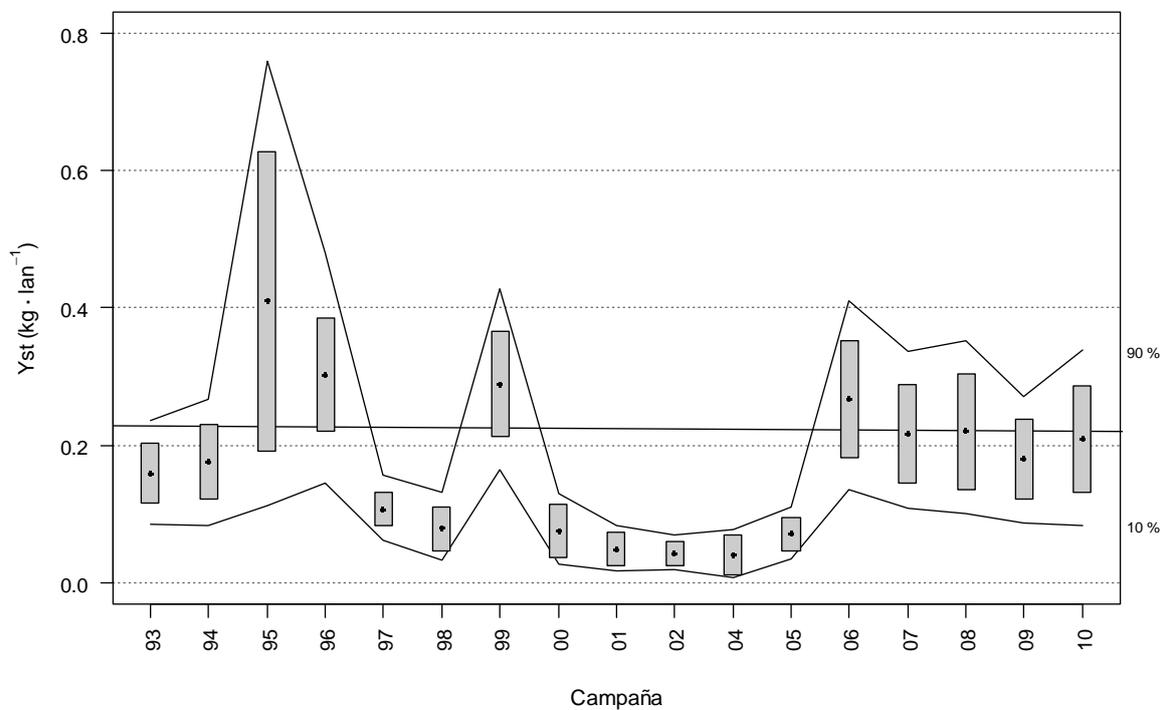


Figura V.1.4. Histograma de distribución de biomasa de *Phycis blennoides* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### Scorpaena notata

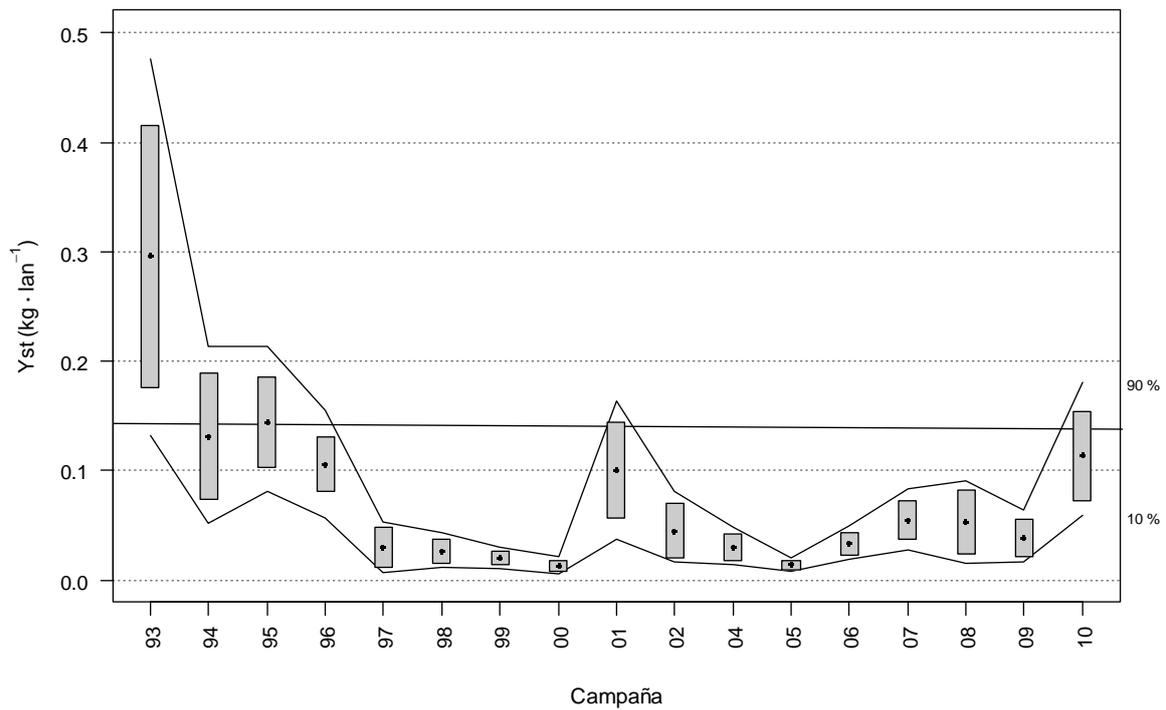


Figura V.1.5. Histograma de distribución de biomasa de *Scorpaena notata* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### Scyliorhinus canicula

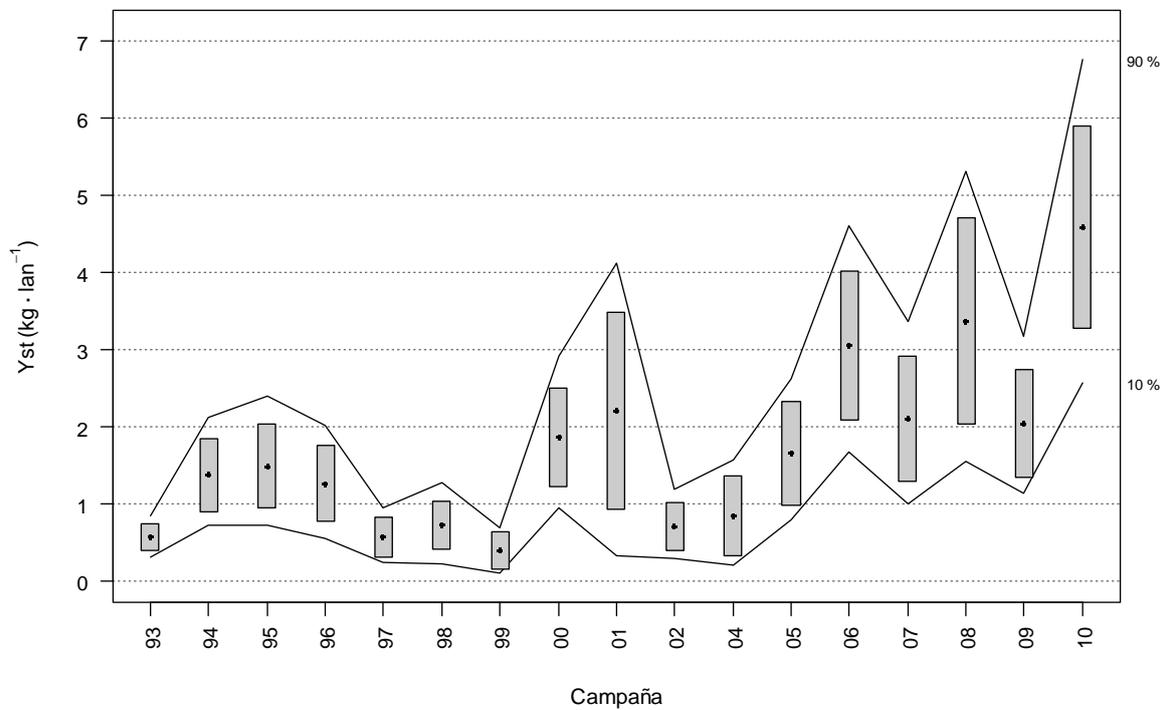
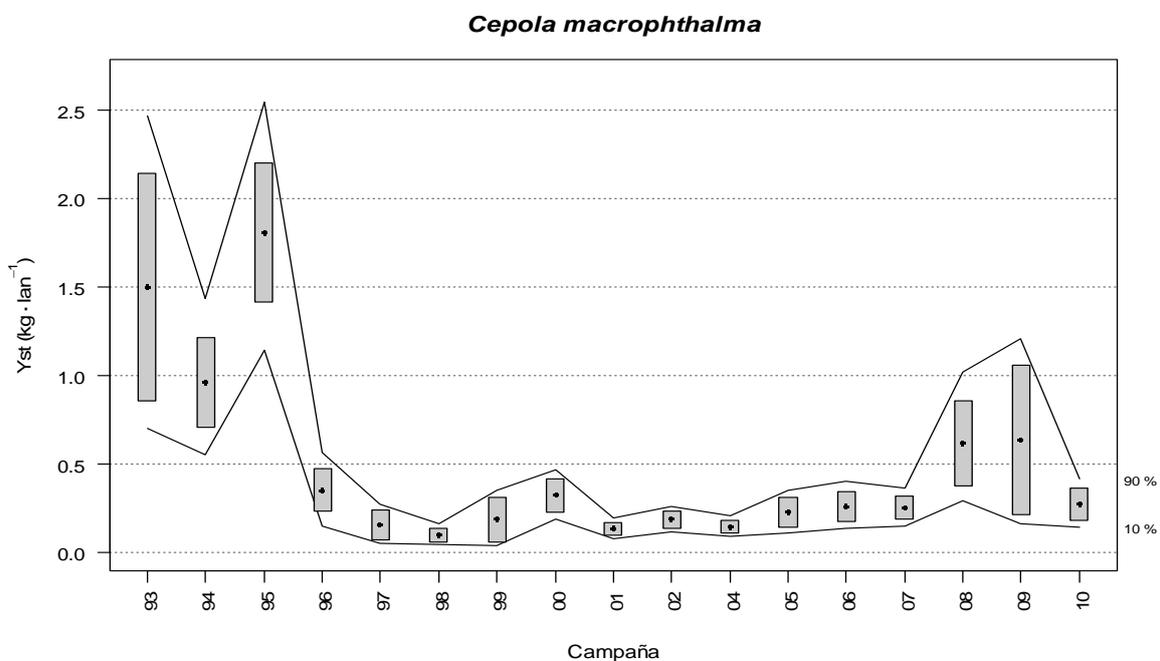


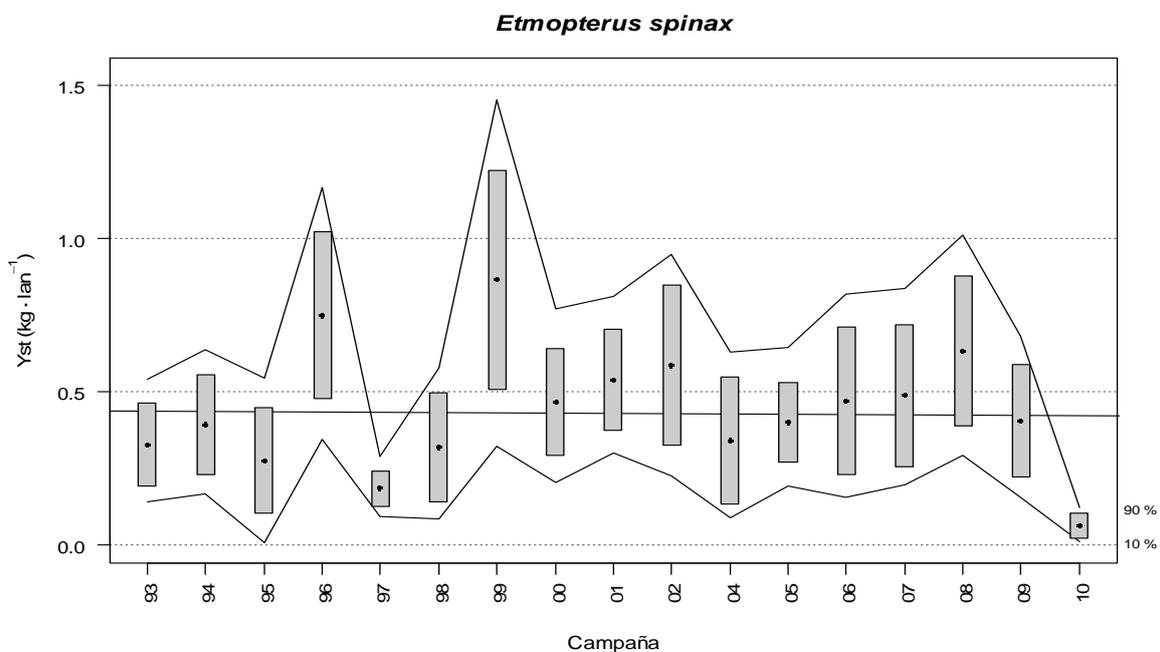
Figura V.1.6. Histograma de distribución de biomasa de *Scyliorhinus canicula* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

## Anexo V. Apartado 2

**ECOTIPO PECES: Especies vulnerables (estrategas de la K) que no alcanzan los criterios de BEA en términos de biomasa (indicador 1.2.1).**



**Figura V.2.1. Histograma de distribución de biomasa de *Cepola macrophthalma* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**



**Figura V.2.2. Histograma de distribución de biomasa de *Etmopterus spinax* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**

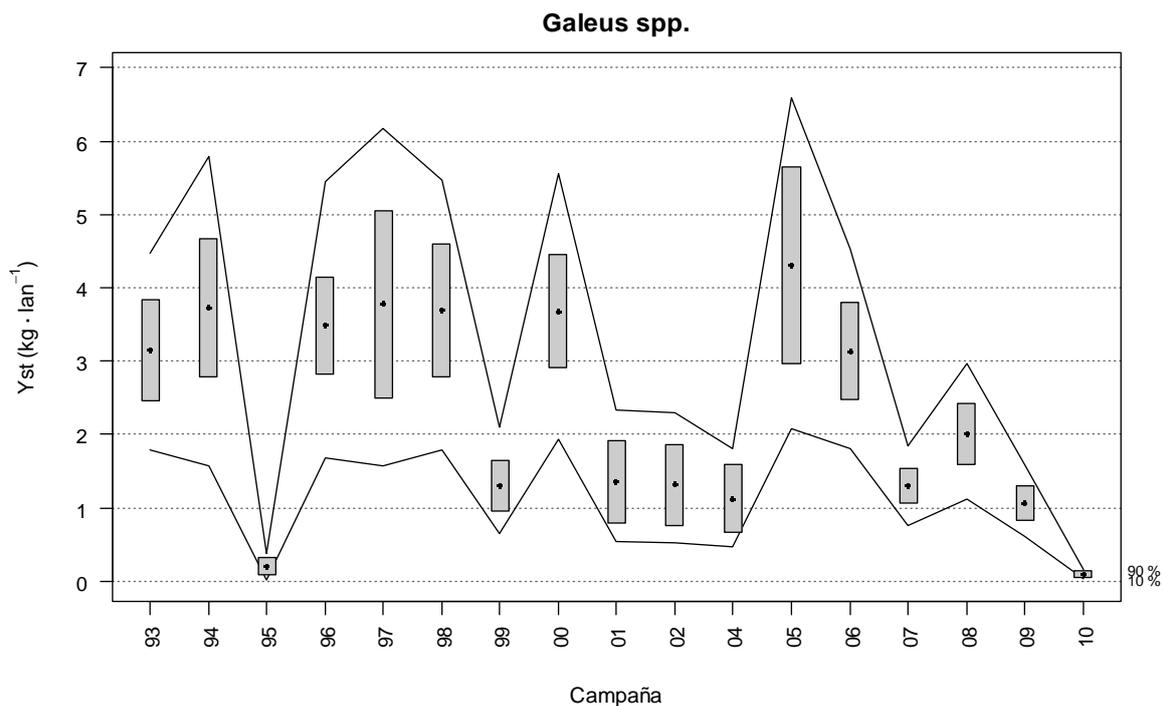


Figura V.2.3. Histograma de distribución de biomasa de *Galeus spp* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

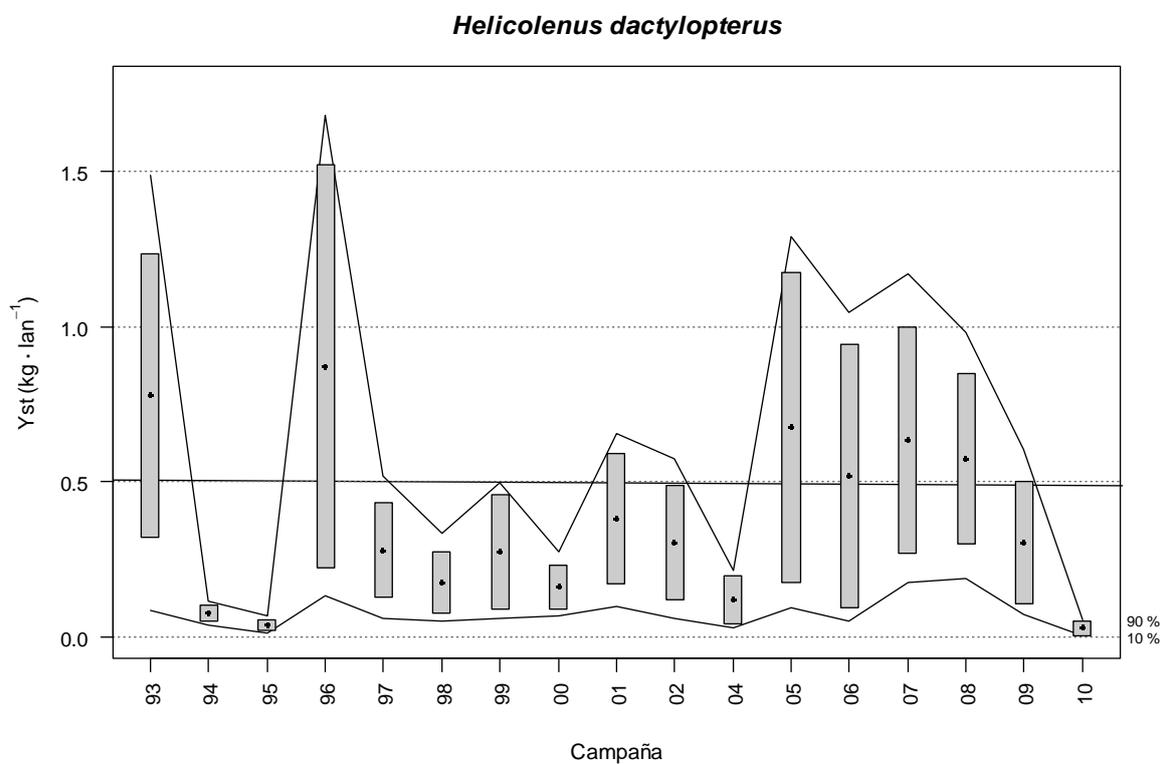
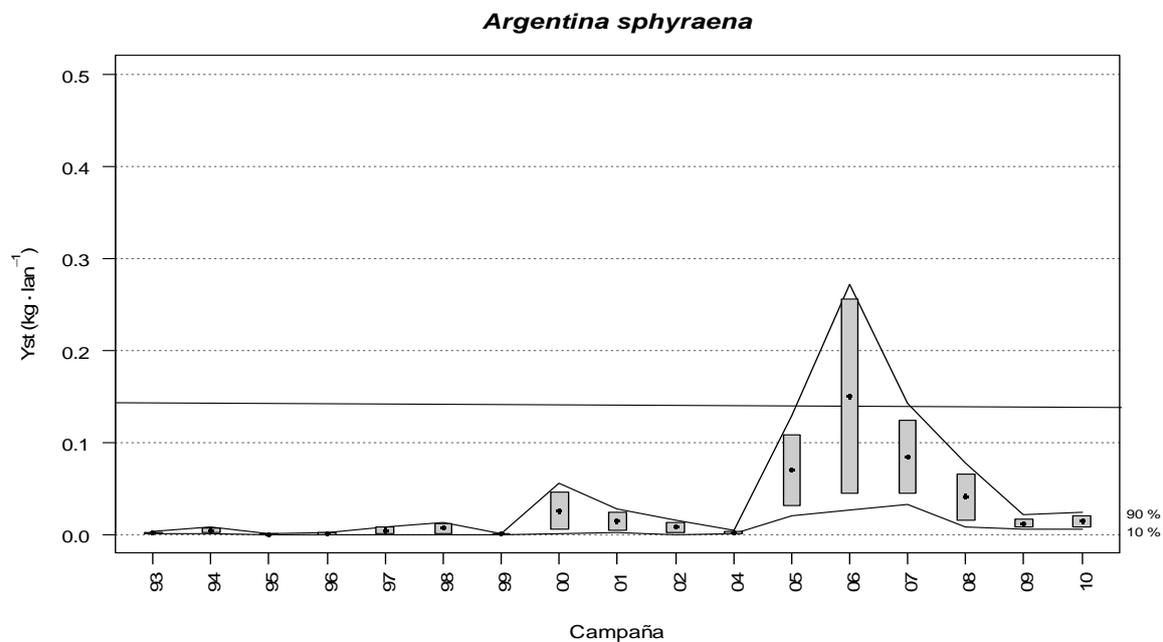


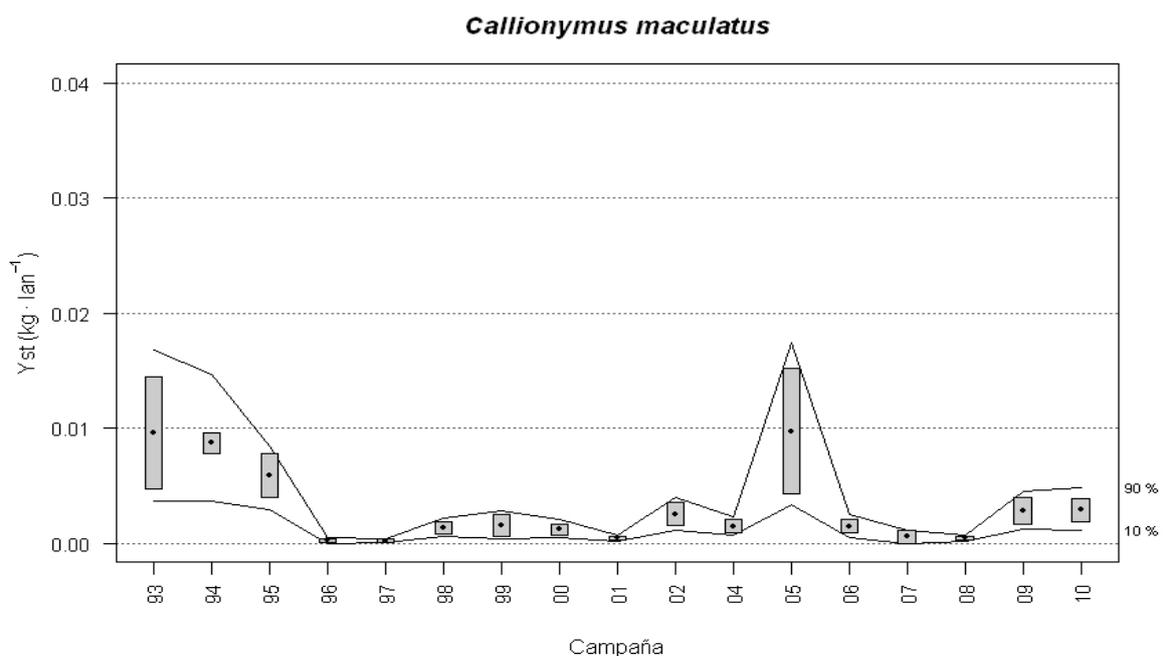
Figura V.2.4. Histograma de distribución de biomasa de *Helicolenus dactylopterus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

## Anexo V. Apartado 3

**ECOTIPO PECES: Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que alcanzan el BEA en términos de biomasa (indicador 1.2.1).**



**Figura V.3.1. Histograma de distribución de biomasa de *Argentina sphyraena* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**



**Figura V.3.2. Histograma de distribución de biomasa de *Callionymus maculatus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**

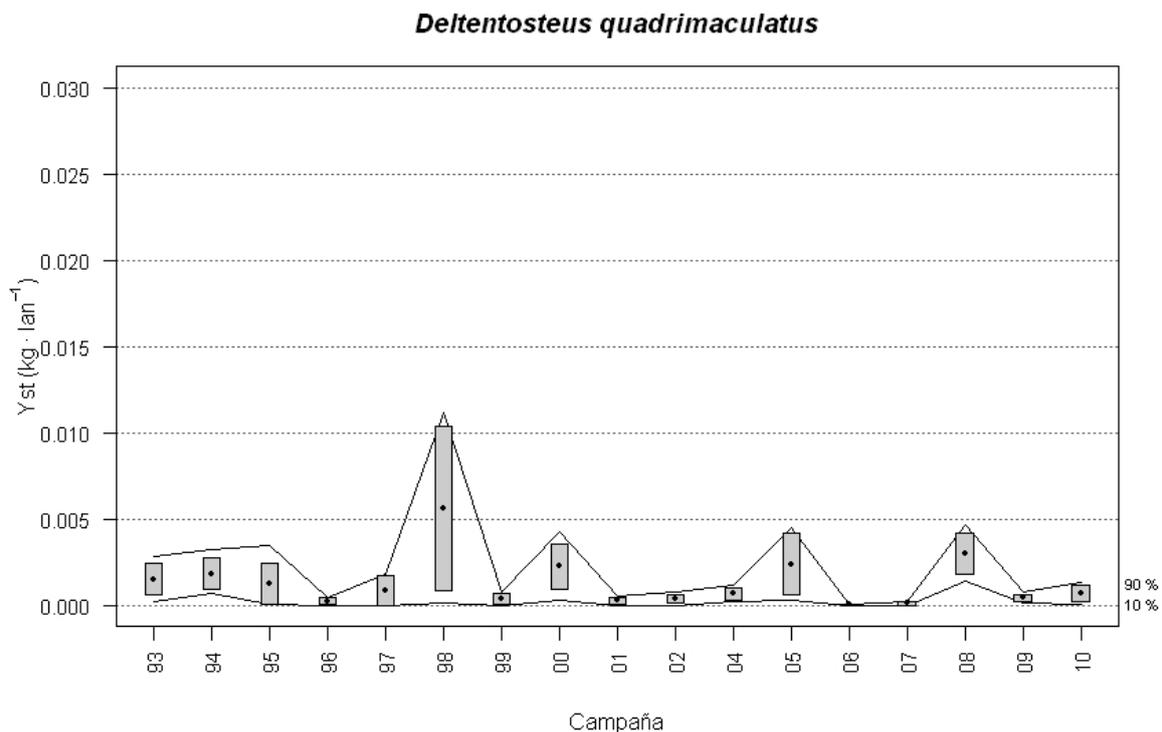


Figura V.3.3. Histograma de distribución de biomasa de *Deltentosteus quadrimaculatus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

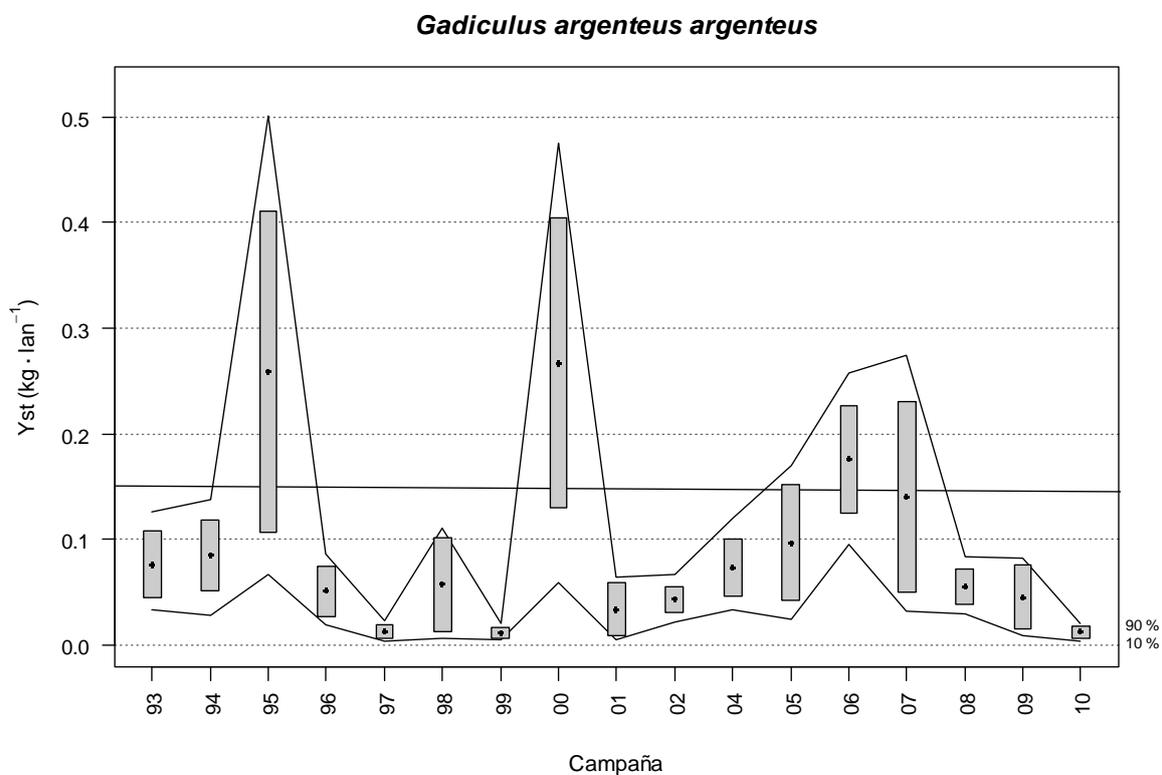


Figura V.3.4. Histograma de distribución de biomasa de *Gadiculus argenteus argenteus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Lesueurigobius sanzi*

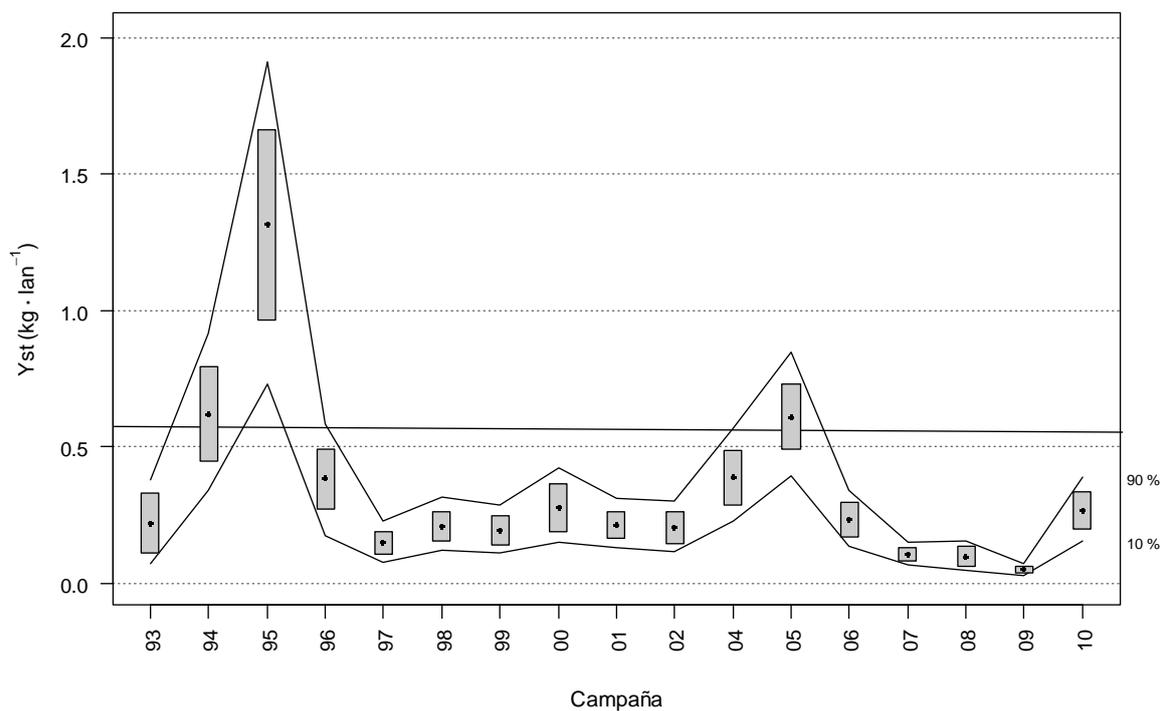


Figura V.3.5. Histograma de distribución de biomasa de *Lesueurigobius sanzi* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Micromesistius poutassou*

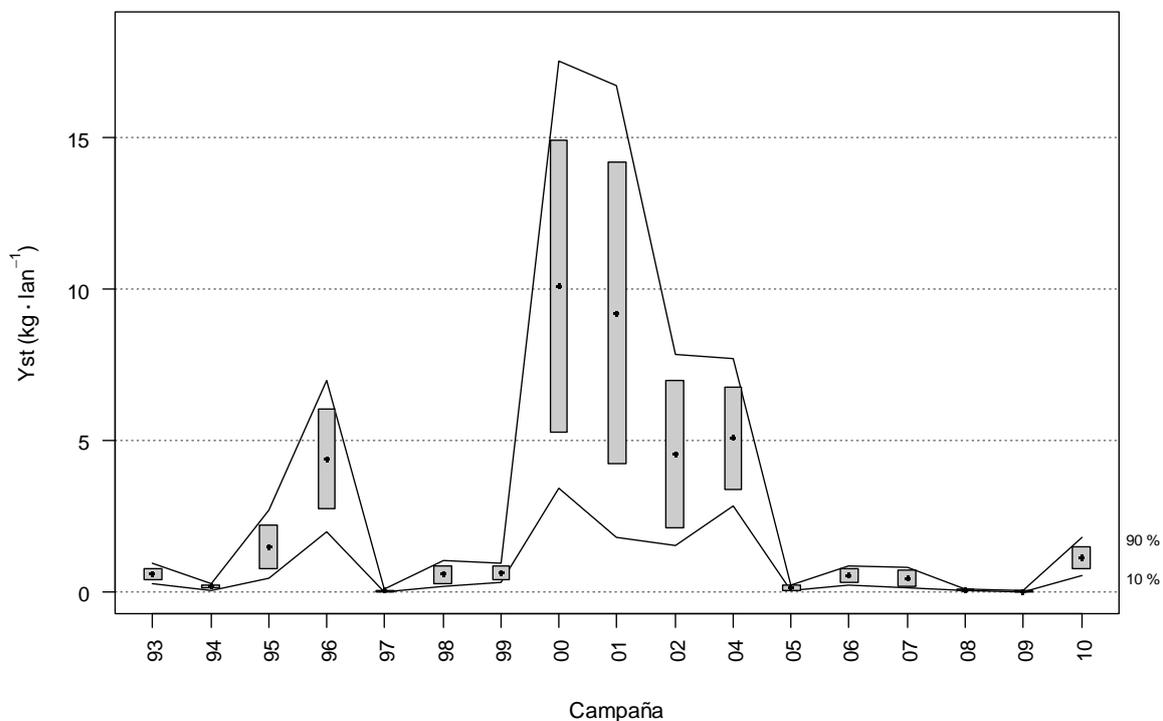


Figura V.3.6. Histograma de distribución de biomasa de *Micromesistius poutassou* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Spicara flexuosa*

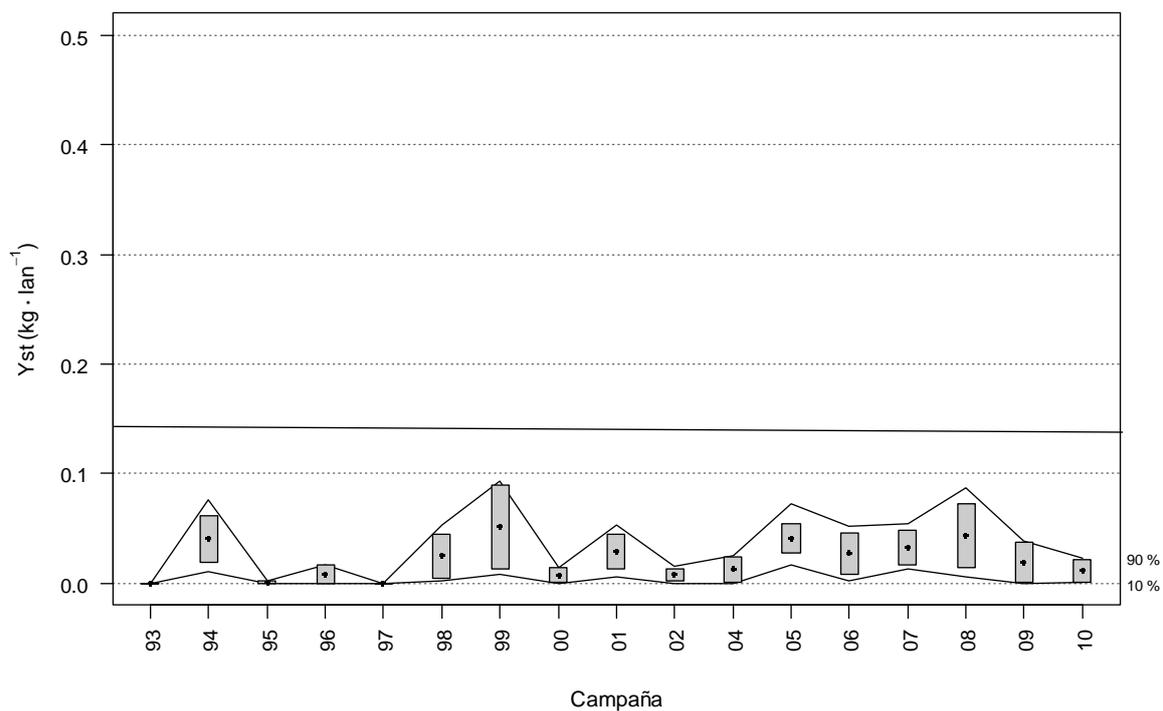


Figura V.3.7. Histograma de distribución de biomasa de *Spicara flexuosa* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Symphurus nigrescens*

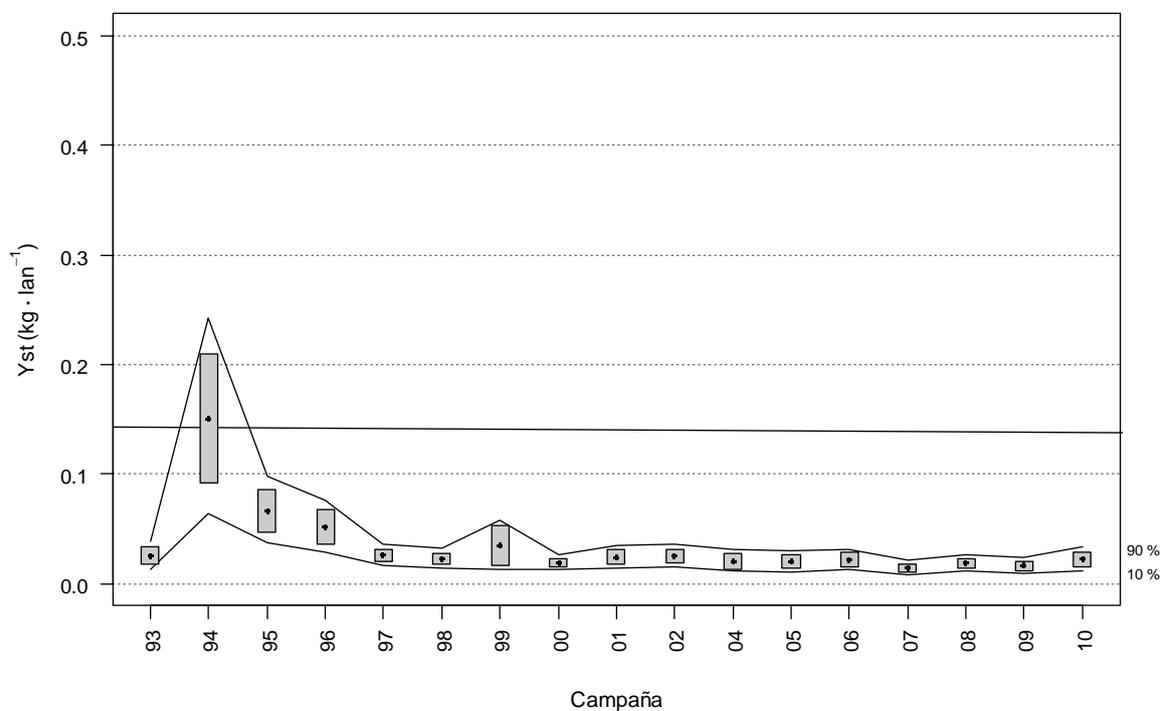


Figura V.3.8. Histograma de distribución de biomasa de *Symphurus nigrescens* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Trachurus mediterraneus*

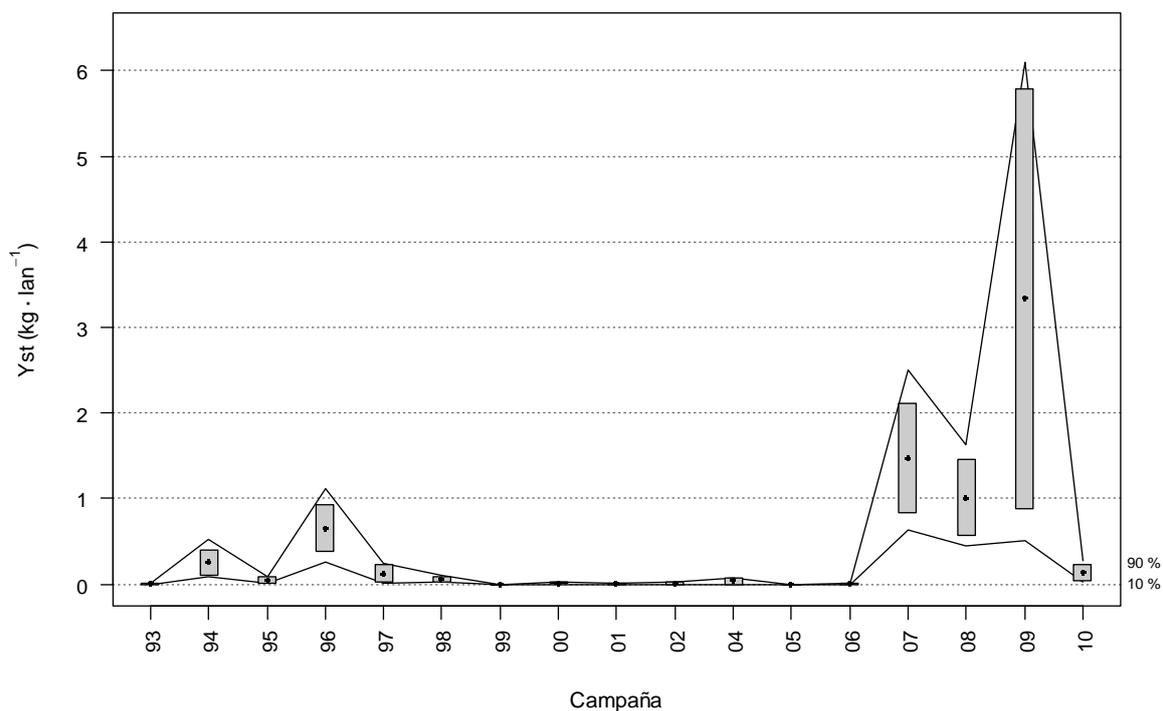


Figura V.3.9. Histograma de distribución de biomasa de *Trachurus mediterraneus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Trachurus trachurus*

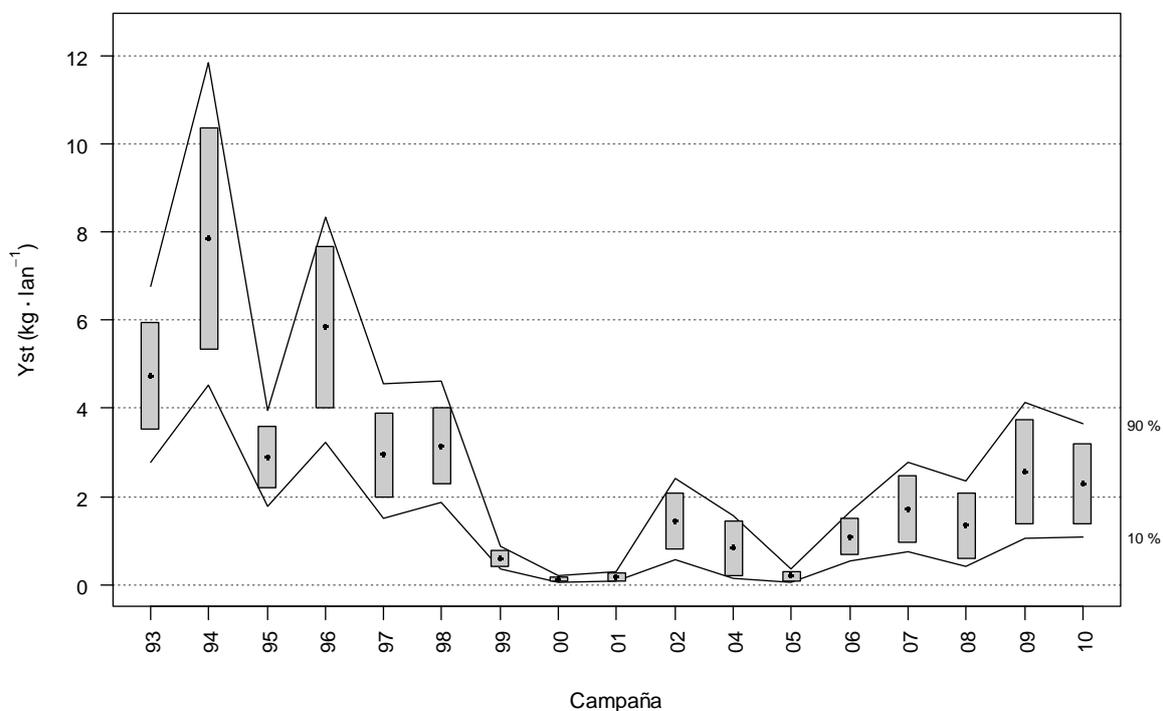


Figura V.3.10. Histograma de distribución de biomasa de *Trachurus trachurus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

## Anexo V. Apartado 4

ECOTIPO PECES: Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que no alcanzan los criterios de BEA en términos de biomasa (indicador 1.2.1).

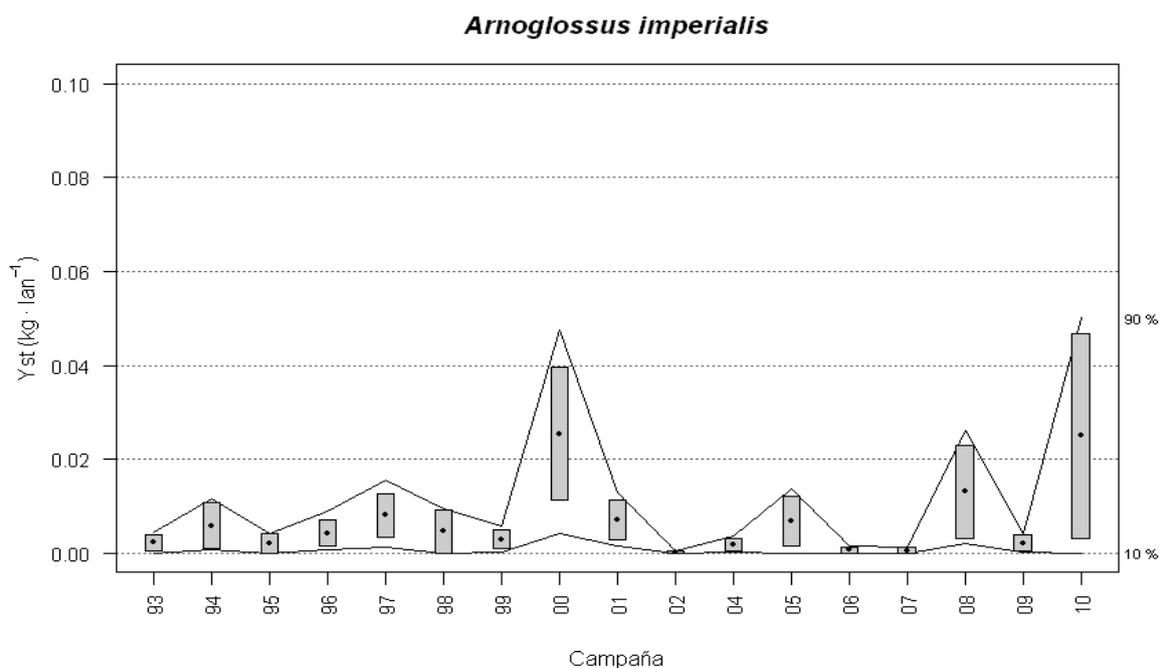


Figura V.4.1. Histograma de distribución de biomasa de *Arnoglossus imperialis* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

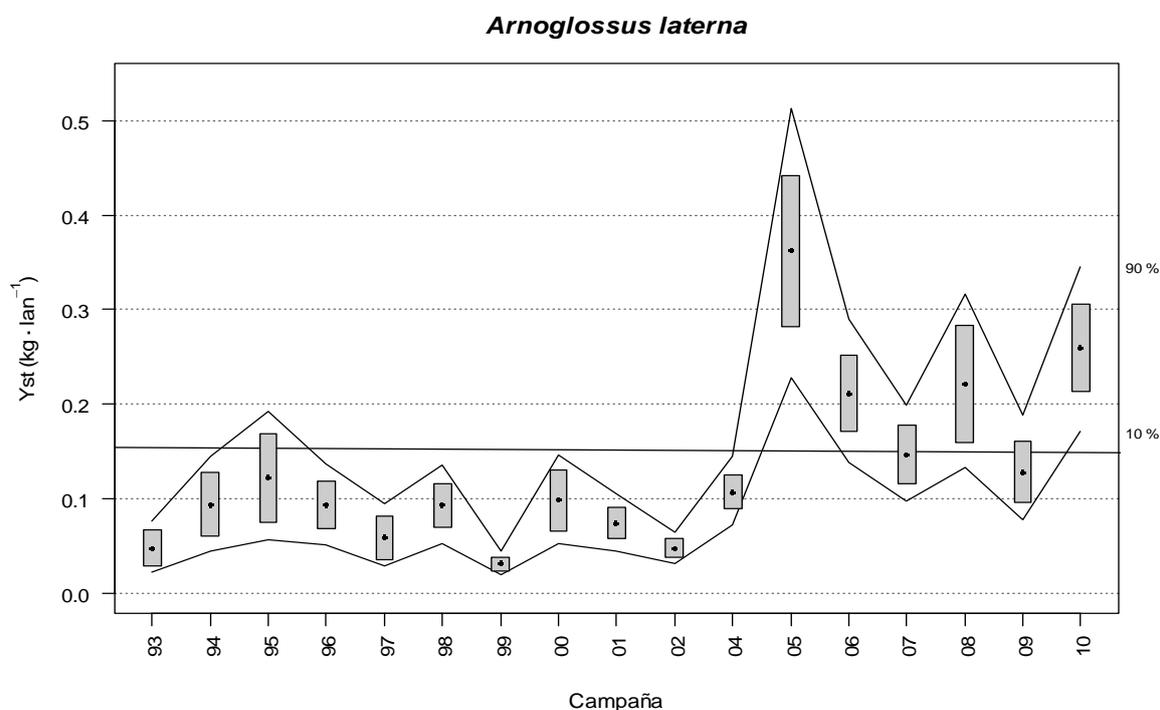


Figura V.4.2. Histograma de distribución de biomasa de *Arnoglossus laterna* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Arnoglossus rueppelii*

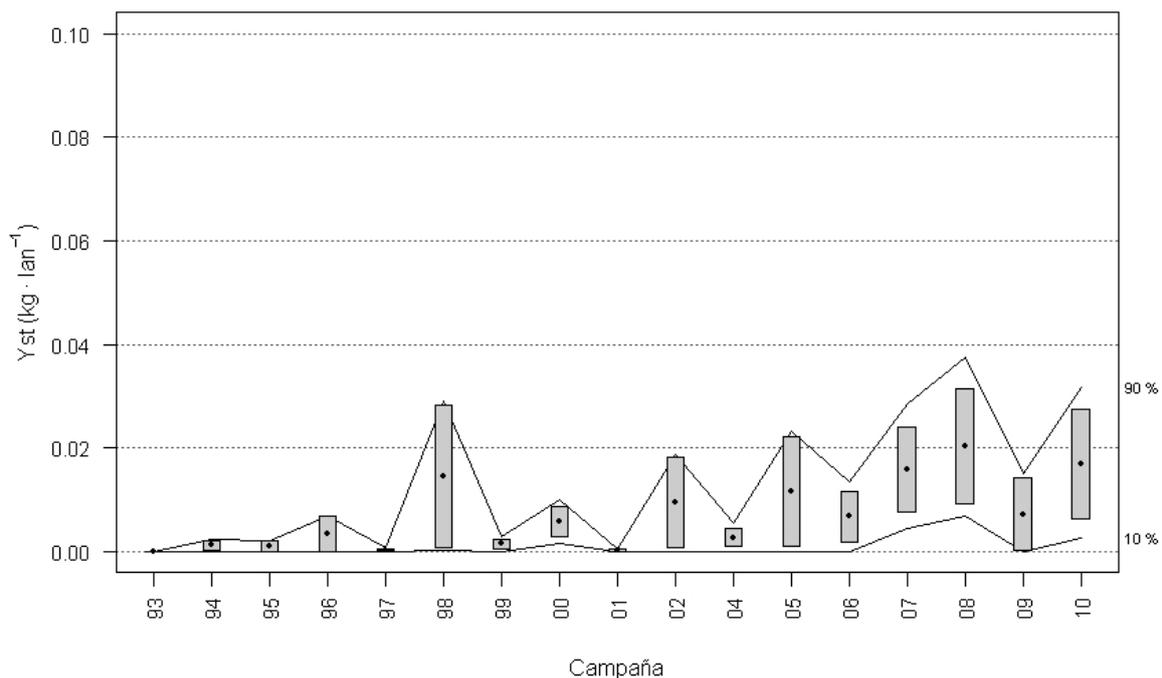


Figura V.4.3. Histograma de distribución de biomasa de *Arnoglossus rueppelii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Arnoglossus thori*

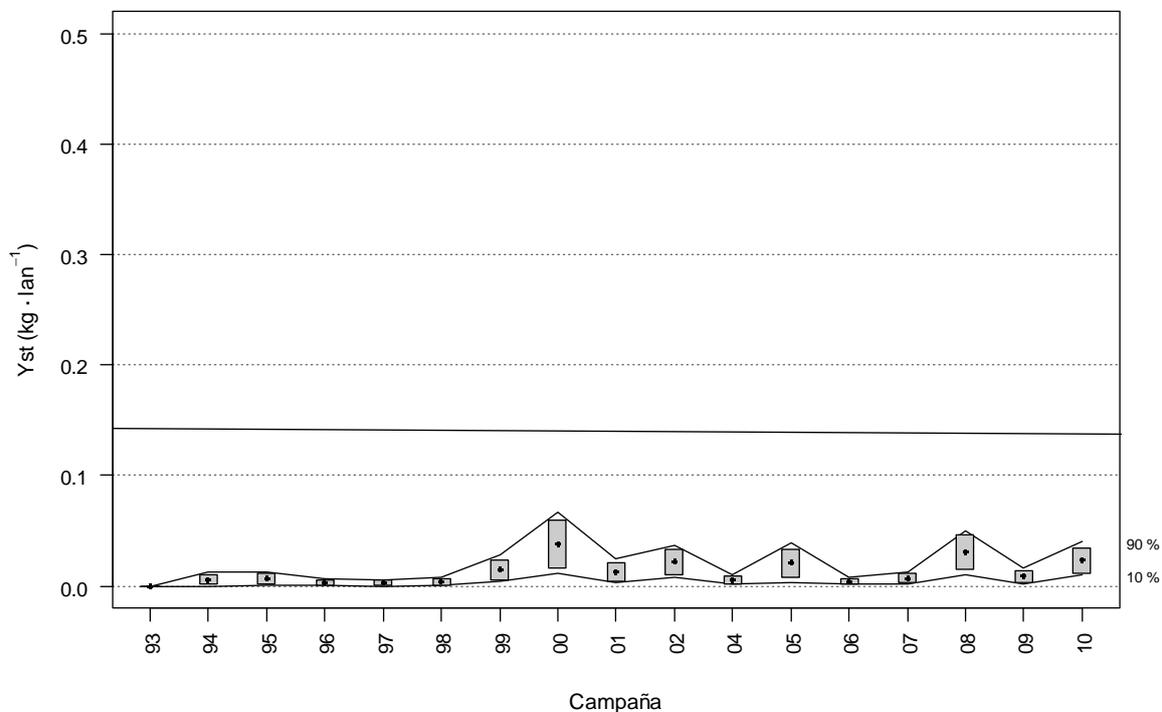


Figura V.4.4. Histograma de distribución de biomasa de *Arnoglossus thori* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

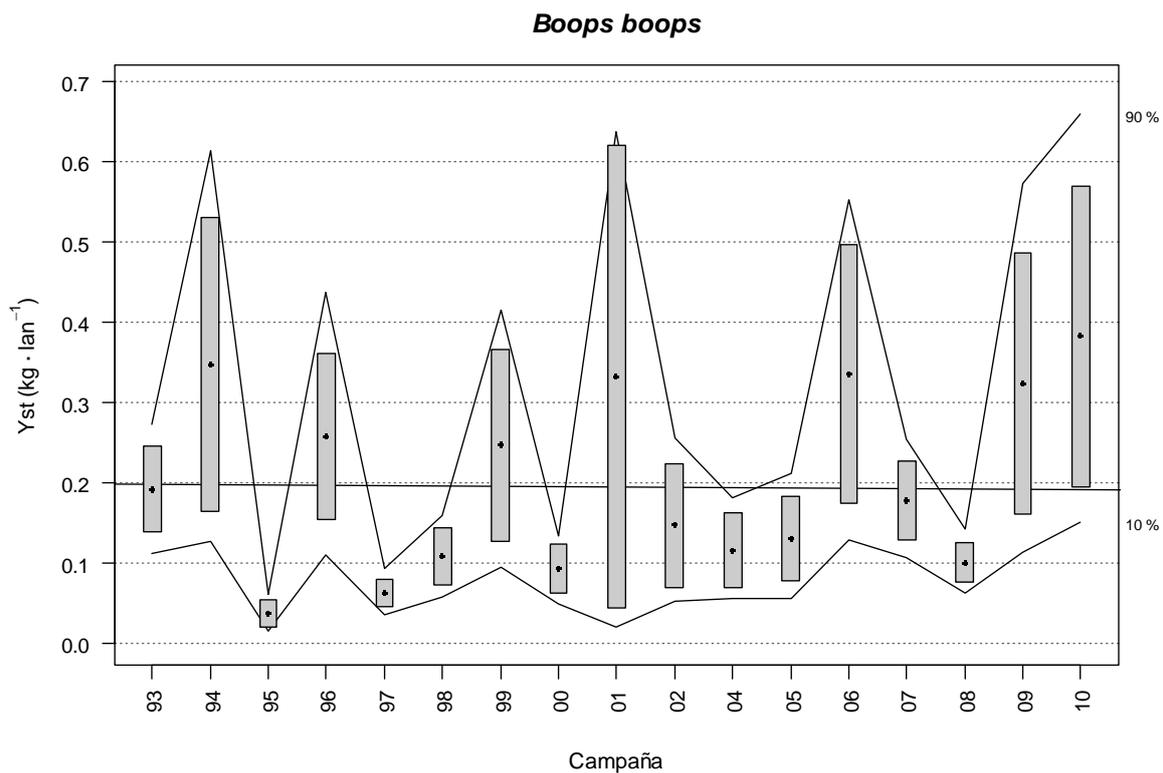


Figura V.4.5. Histograma de distribución de biomasa de *Boops boops* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

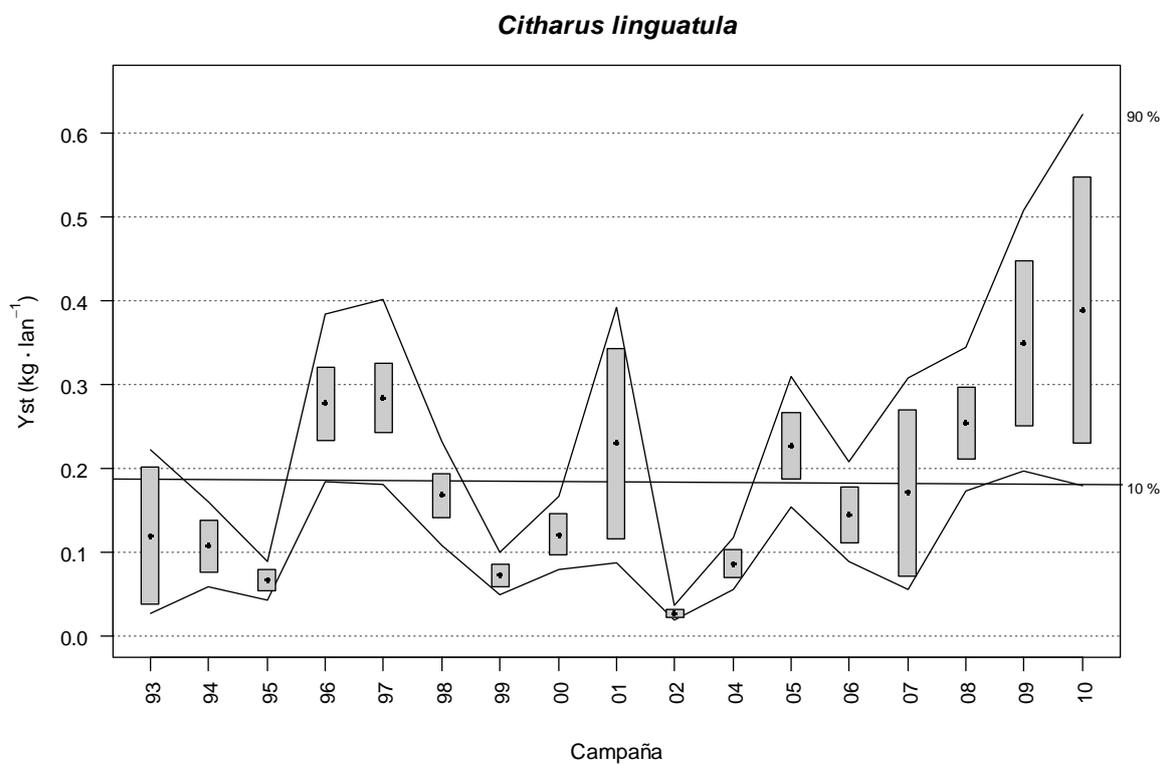


Figura V.4.6. Histograma de distribución de biomasa de *Citharus linguatula* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Diplodus annularis*

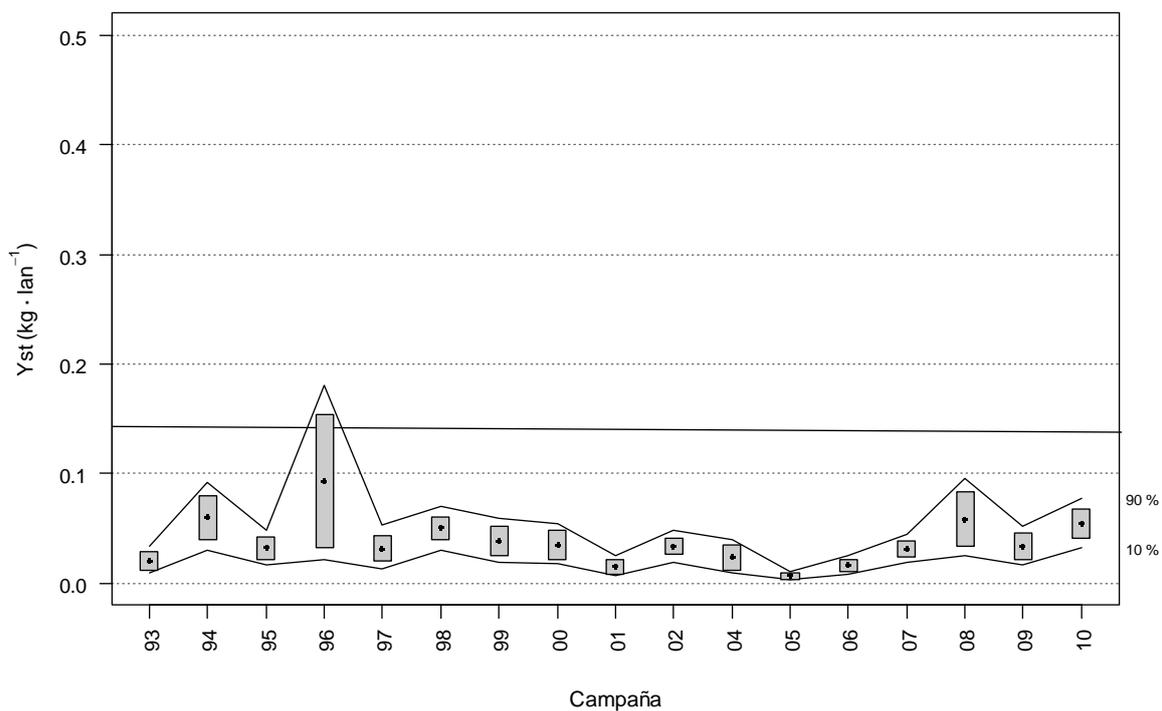


Figura V.4.7. Histograma de distribución de biomasa de *Diplodus annularis* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Diplodus bellottii*

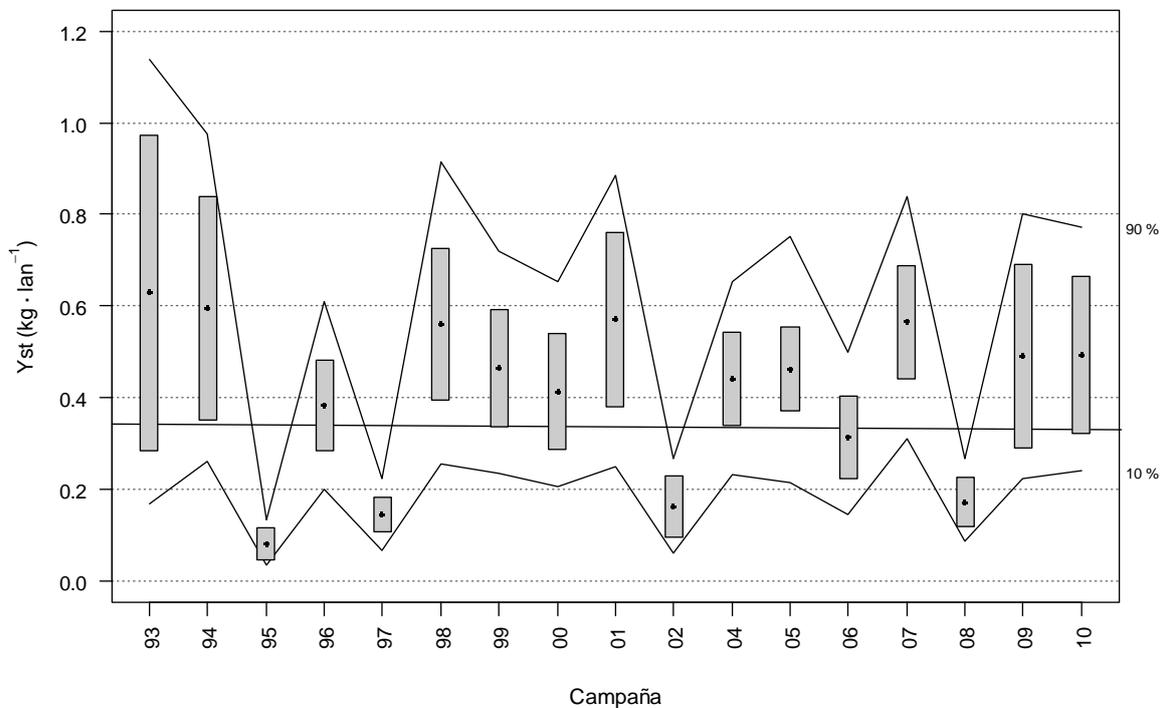


Figura V.4.8. Histograma de distribución de biomasa de *Diplodus bellottii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

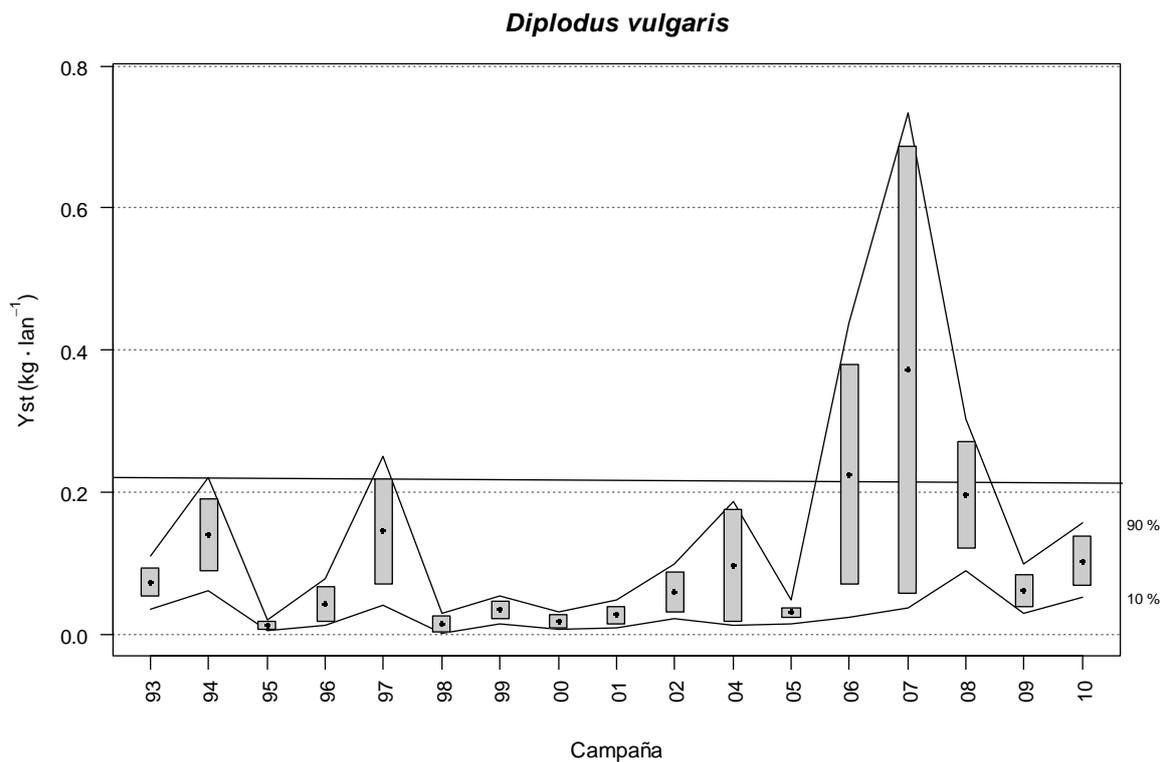


Figura V.4.9. Histograma de distribución de biomasa de *Diplodus vulgaris* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

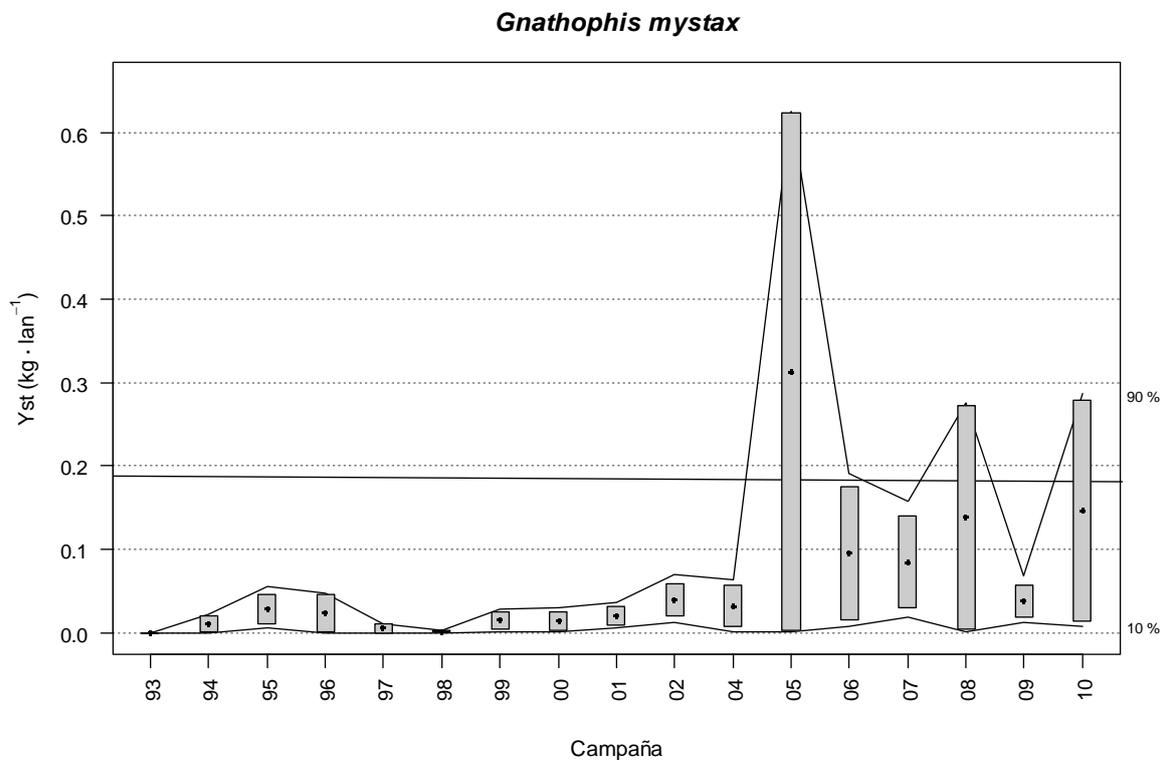


Figura V.4.10. Histograma de distribución de biomasa de *Gnathophis mystax* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

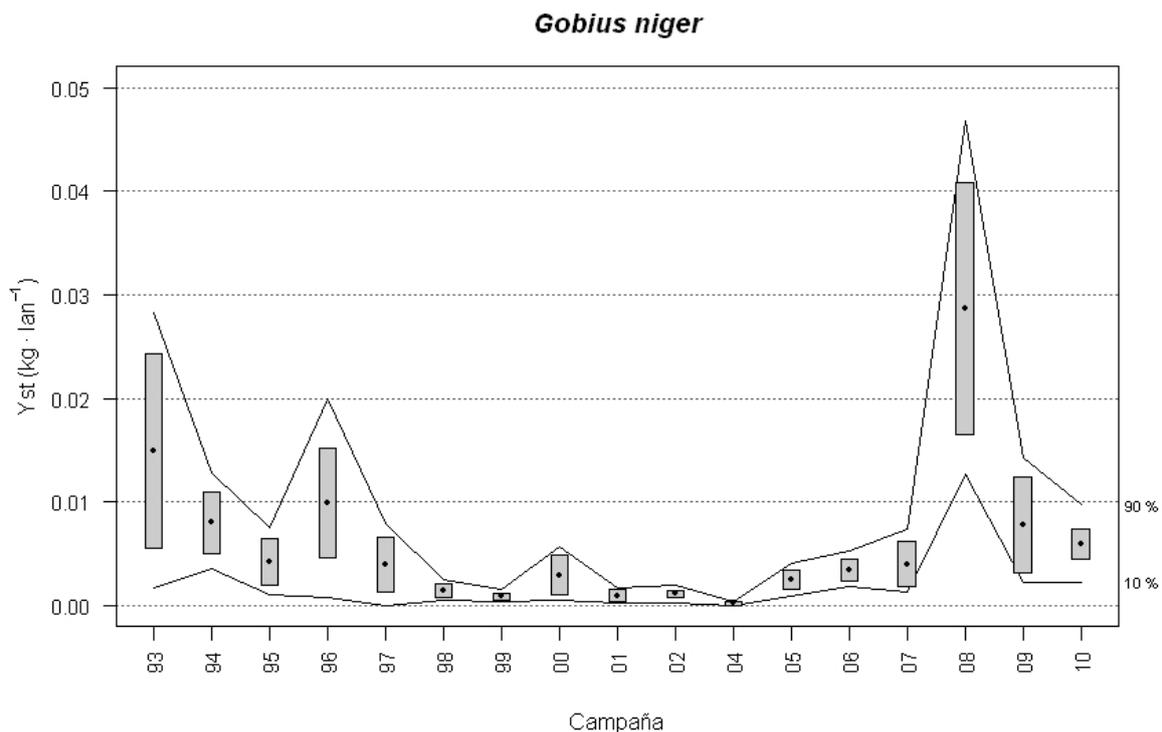


Figura V.4.11. Histograma de distribución de biomasa de *Gobius niger* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

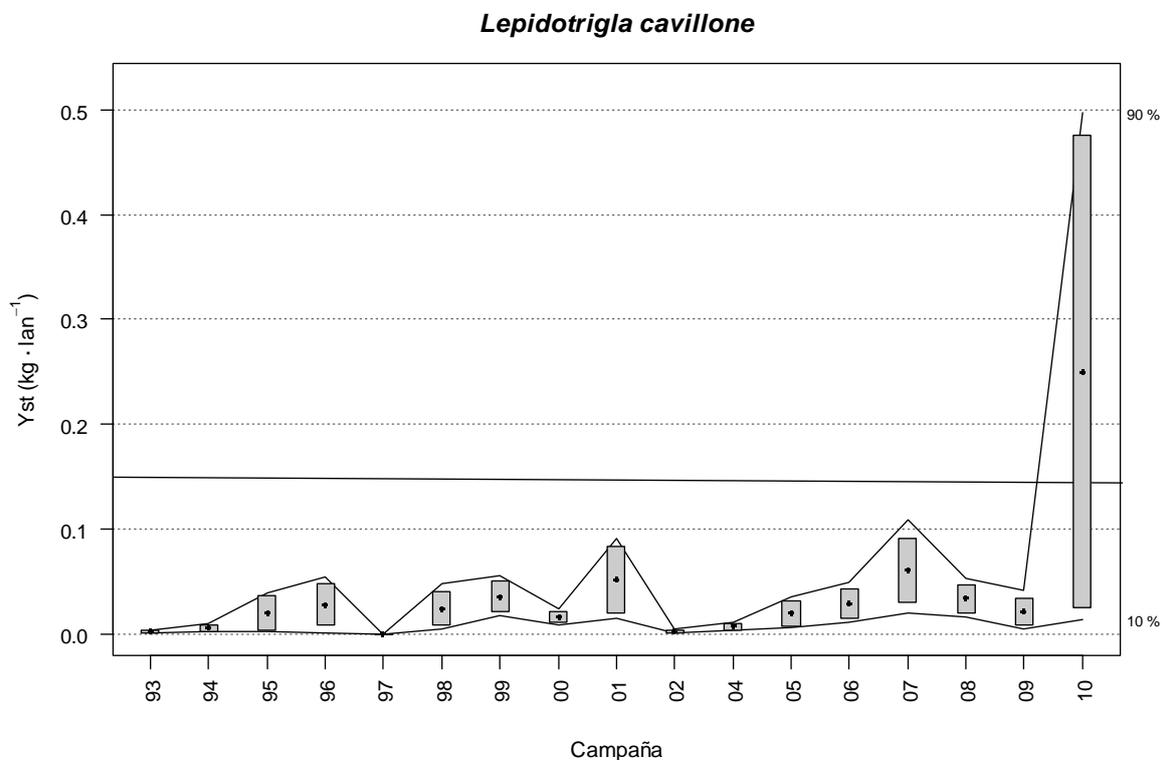


Figura V.4.12. Histograma de distribución de biomasa de *Lepidotrigla cavillone* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Lepidotrigla dieuzeidei*

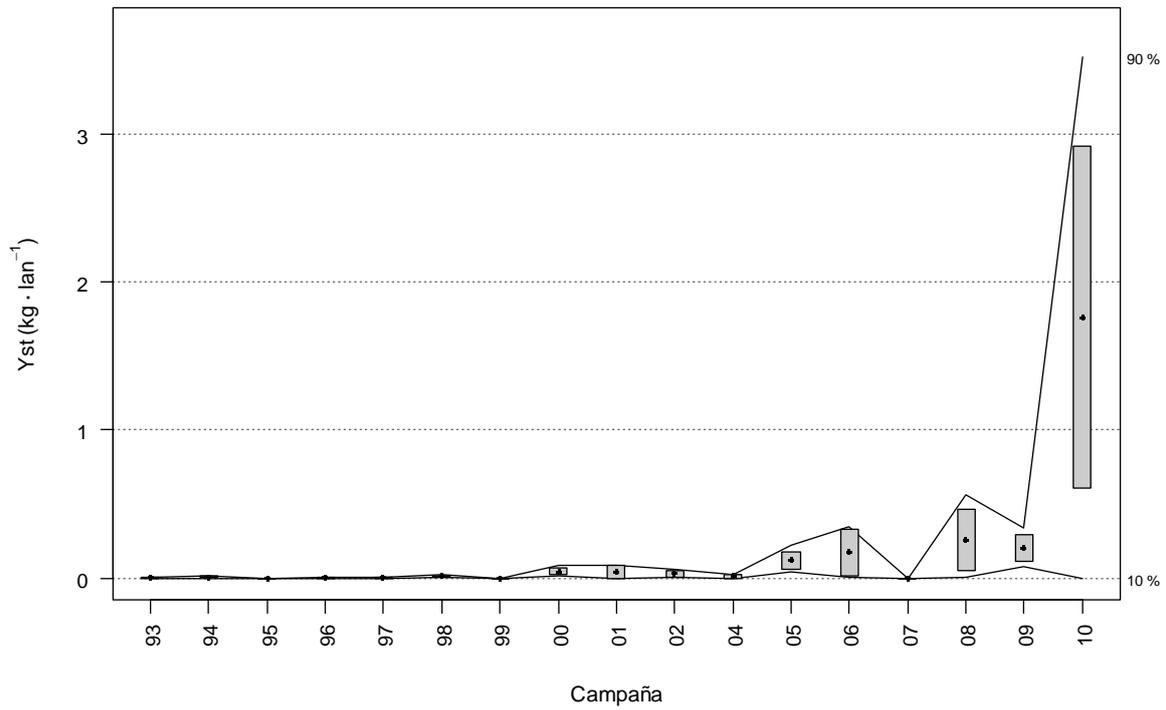


Figura V.4.13. Histograma de distribución de biomasa de *Lepidotrigla dieuzeidei* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Lesueurigobius friesii*

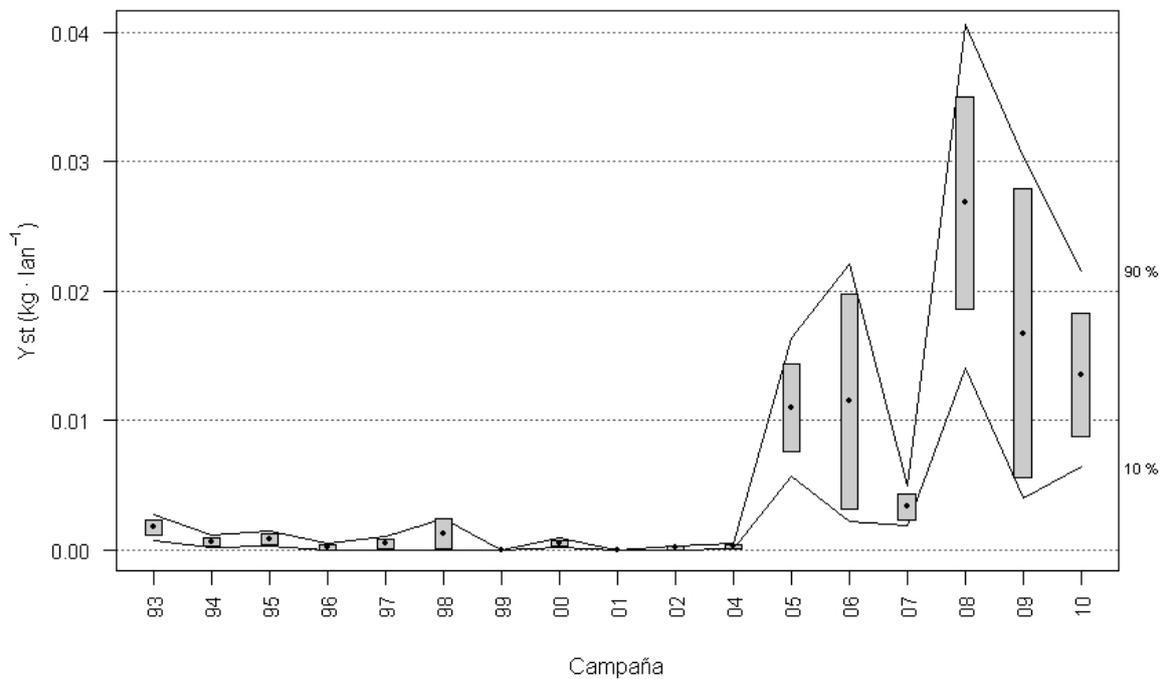


Figura V.4.14. Histograma de distribución de biomasa de *Lesueurigobius friesii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

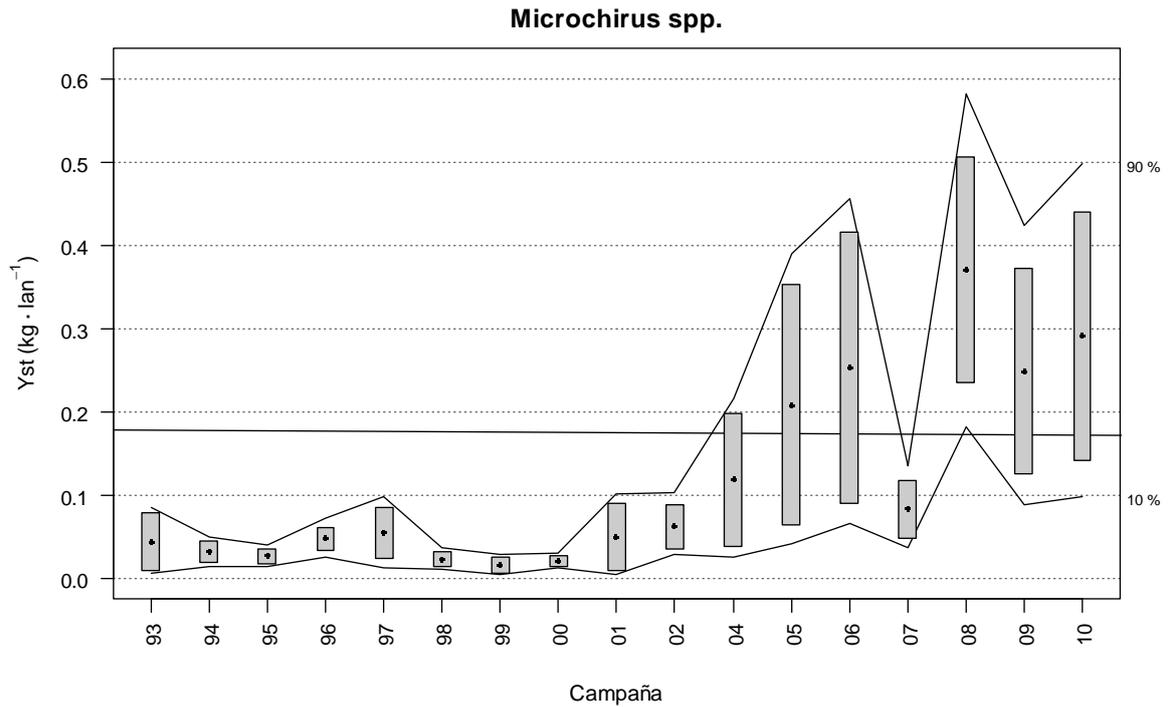


Figura V.4.15. Histograma de distribución de biomasa de *Microchirus spp.* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

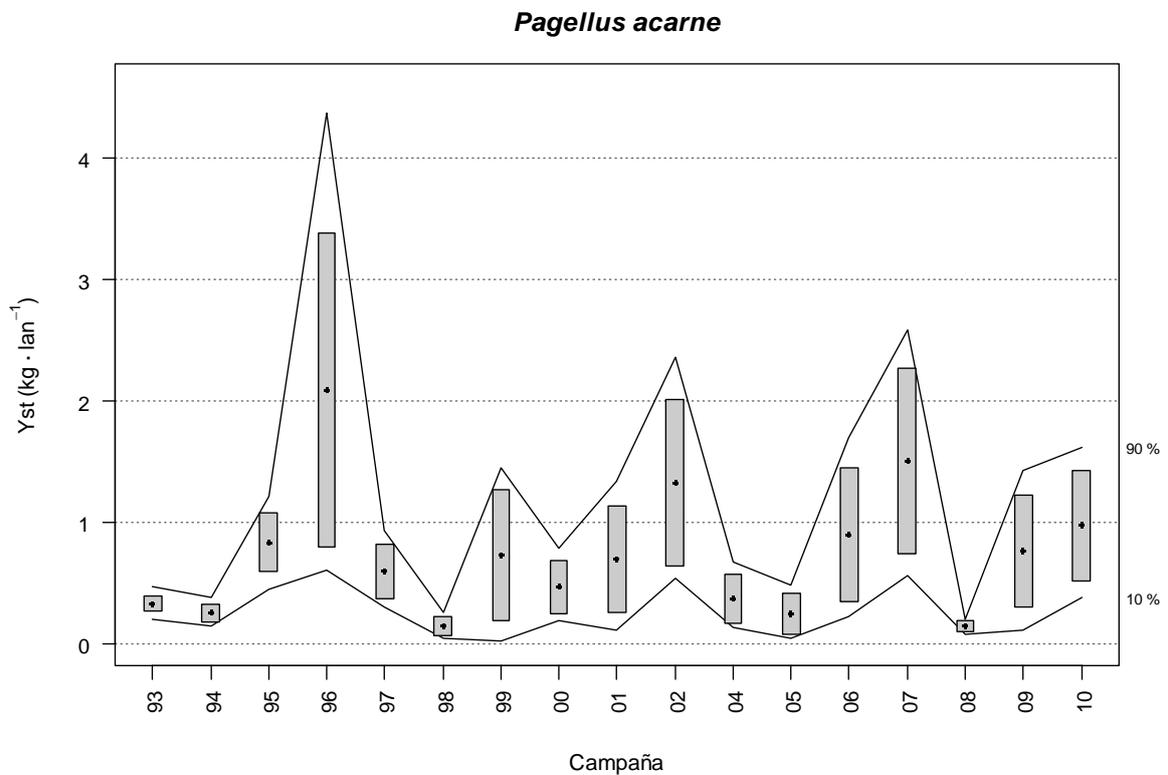


Figura V.4.16. Histograma de distribución de biomasa de *Pagellus acarne* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

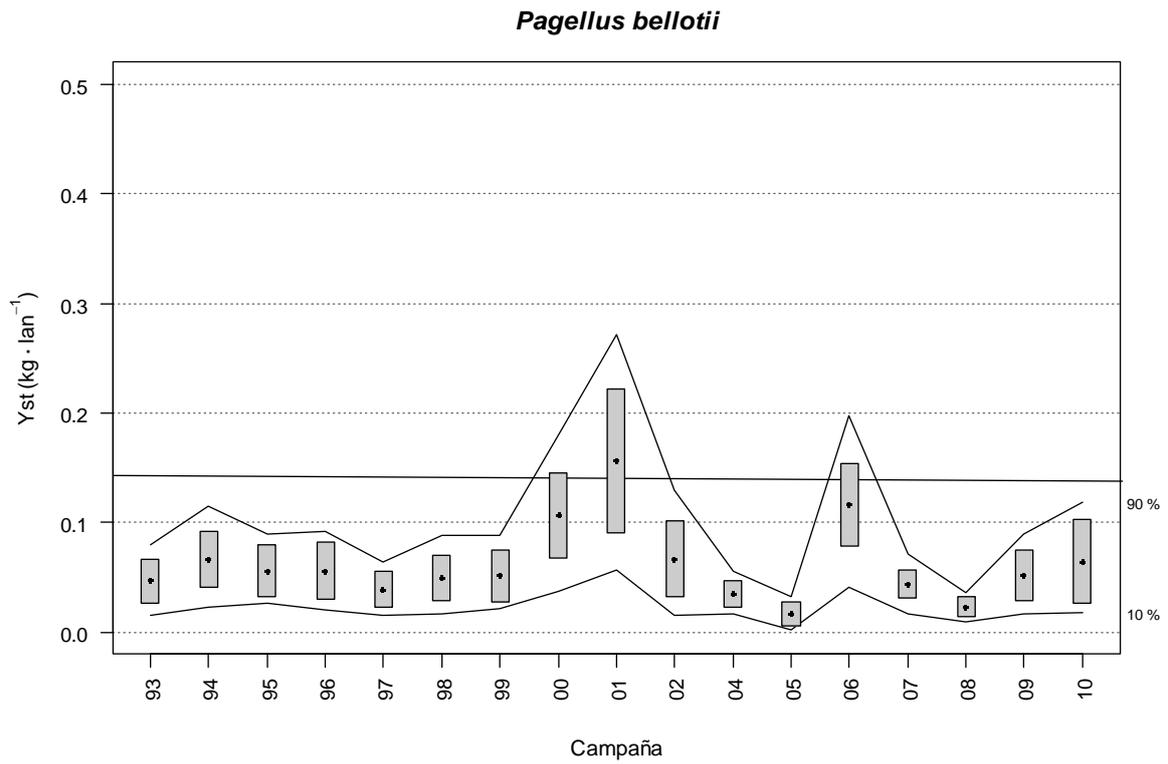


Figura V.4.17. Histograma de distribución de biomasa de *Pagellus bellotii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

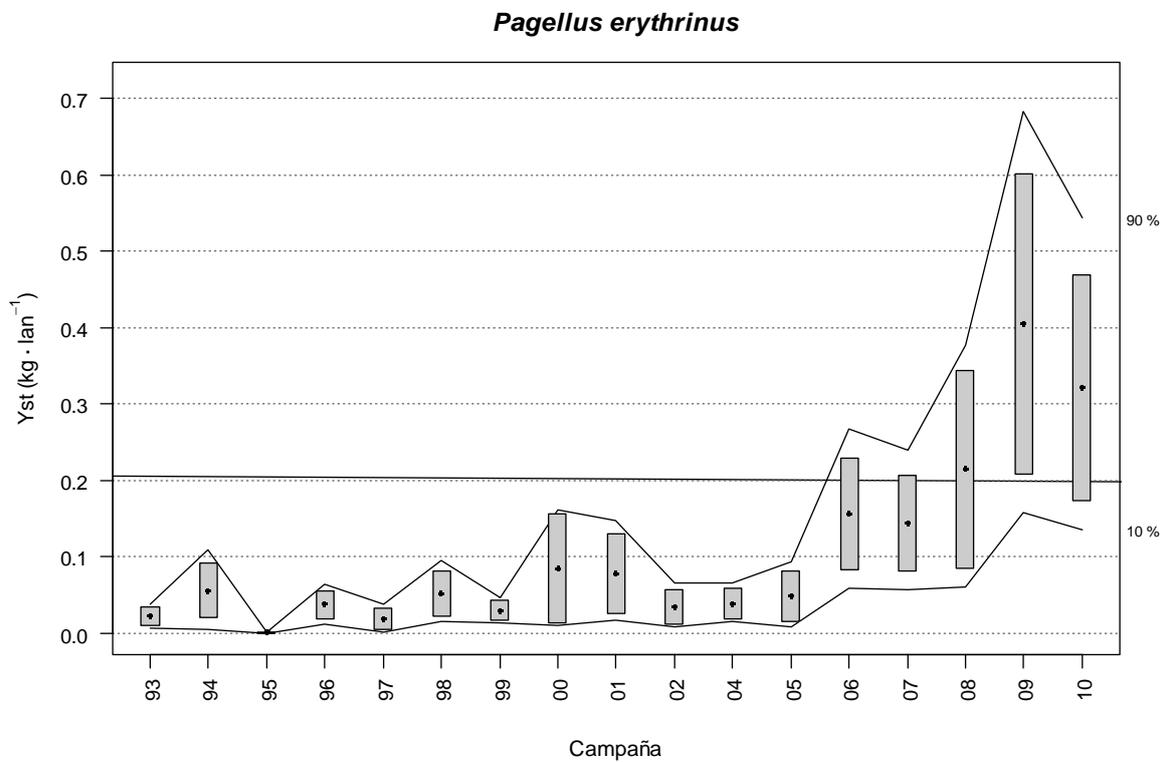


Figura V.4.18. Histograma de distribución de biomasa de *Pagellus erythrinus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Serranus hepatus*

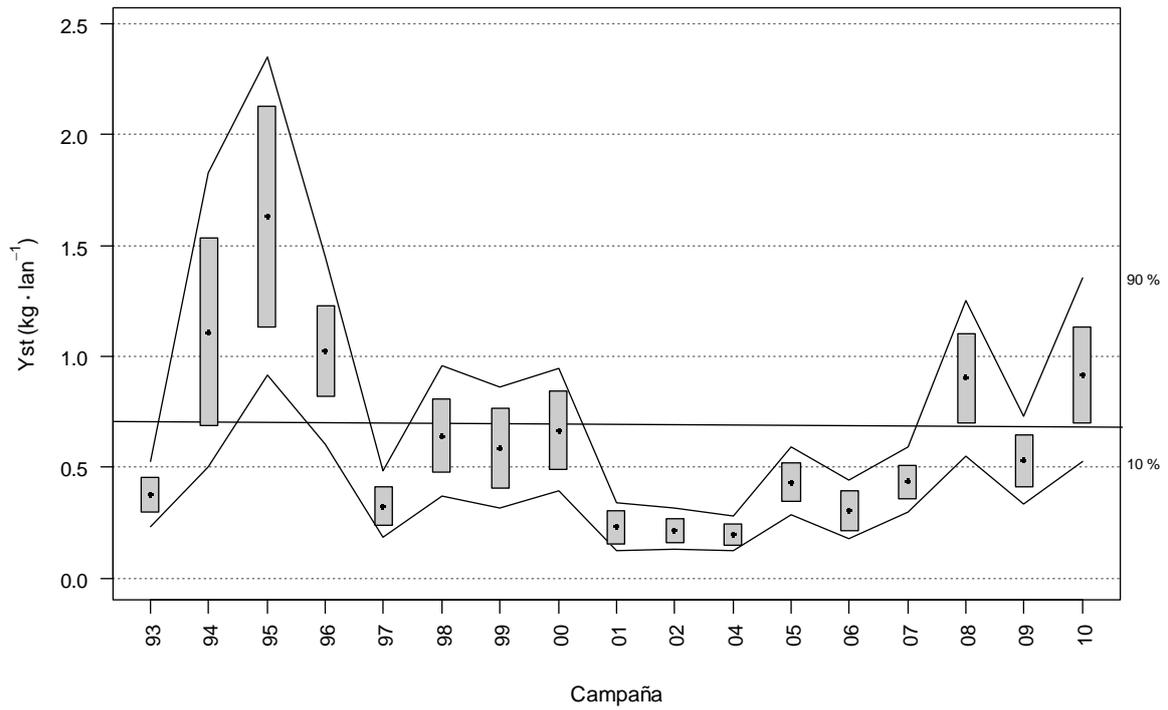


Figura V.4.19. Histograma de distribución de biomasa de *Serranus hepatus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Spondyliosoma cantharus*

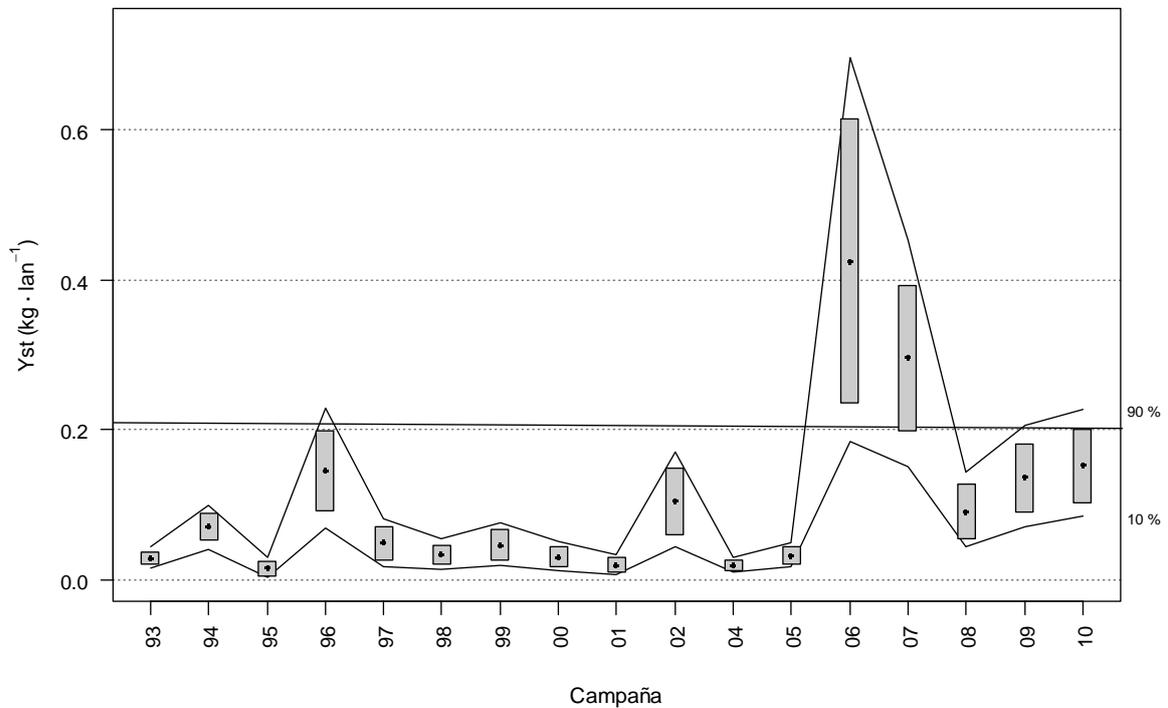
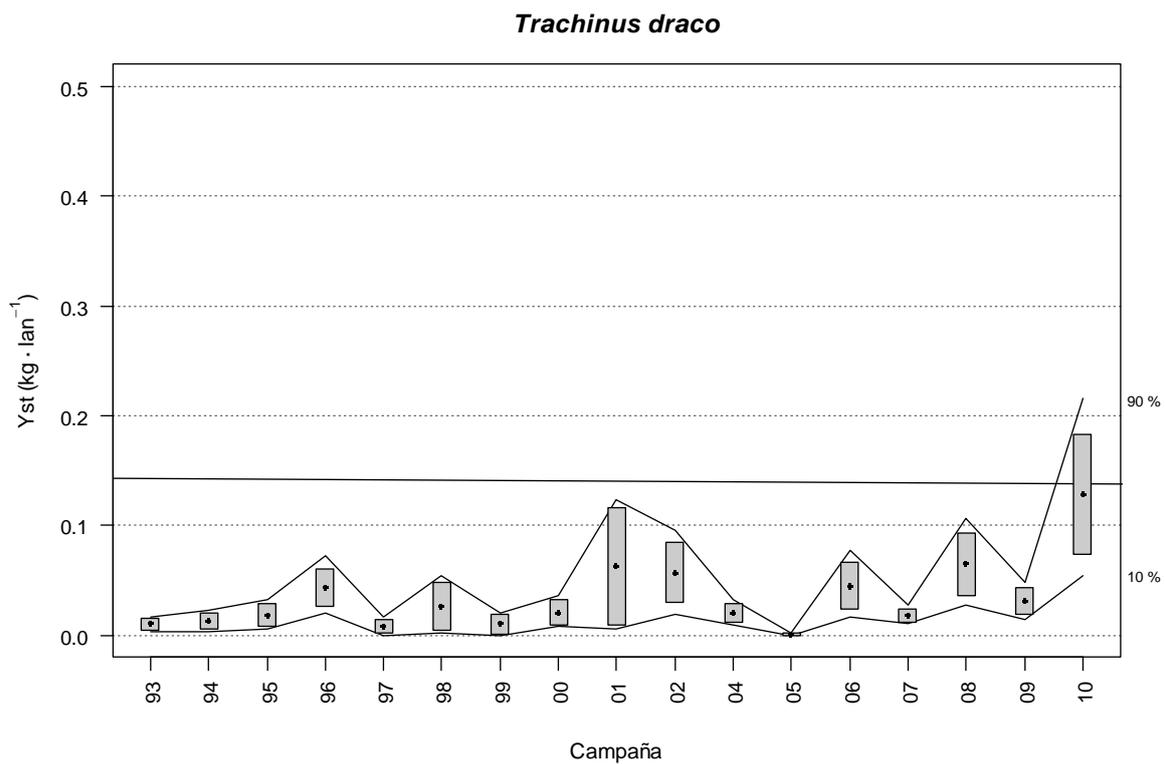


Figura V.4.20. Histograma de distribución de biomasa de *Spondyliosoma cantharus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



**Figura V.4.21. Histograma de distribución de biomasa de *Trachinus draco* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**

## Anexo VI. Apartado 1

### ECOTIPO PECES: Especies vulnerables (estrategas de la K) que alcanzan los criterios de BEA en términos de abundancia (indicador 1.2.1)

#### *Chelidonichthys obscura*

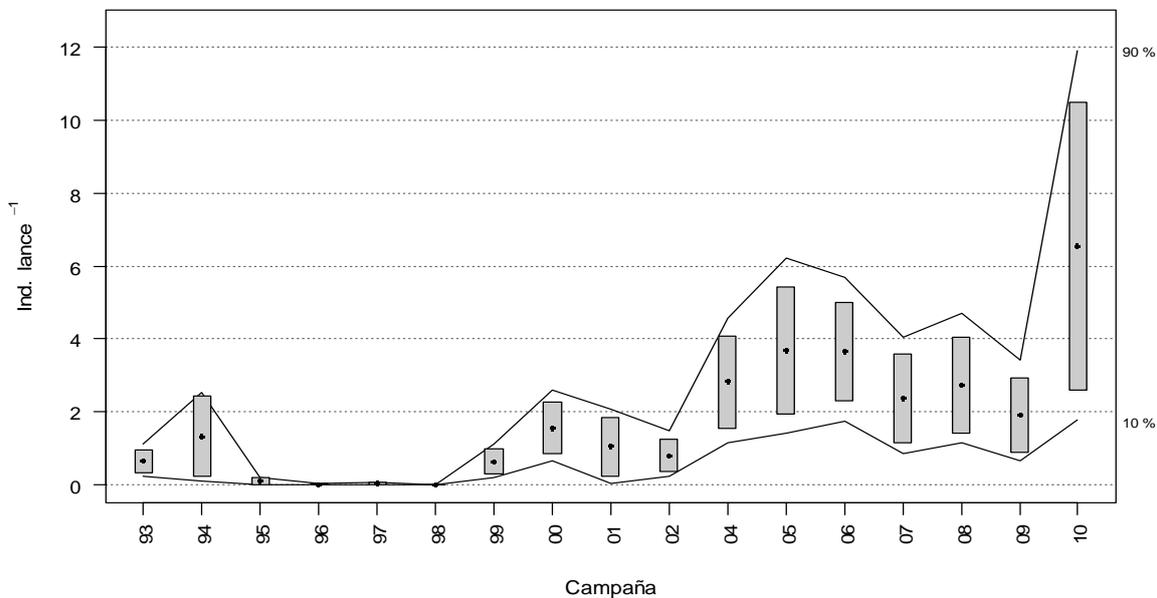


Figura VI.1.1. Histograma de distribución de abundancia de *Chelidonichthys obscura* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

#### *Merluccius merluccius*

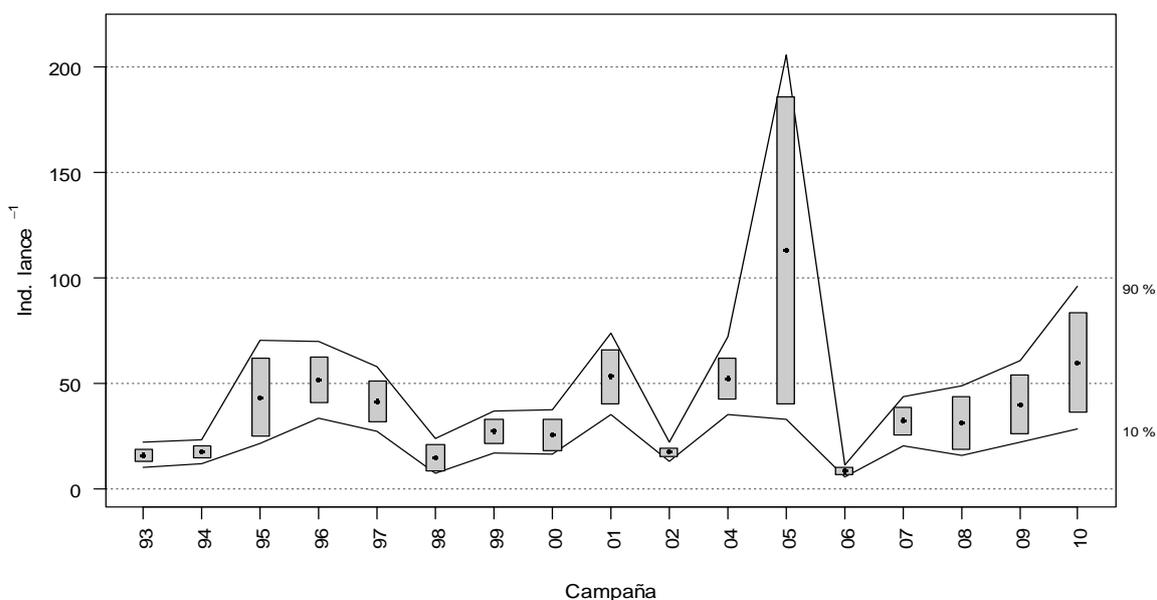


Figura VI.1.2. Histograma de distribución de abundancia de *Merluccius merluccius* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Mullus surmuletus*

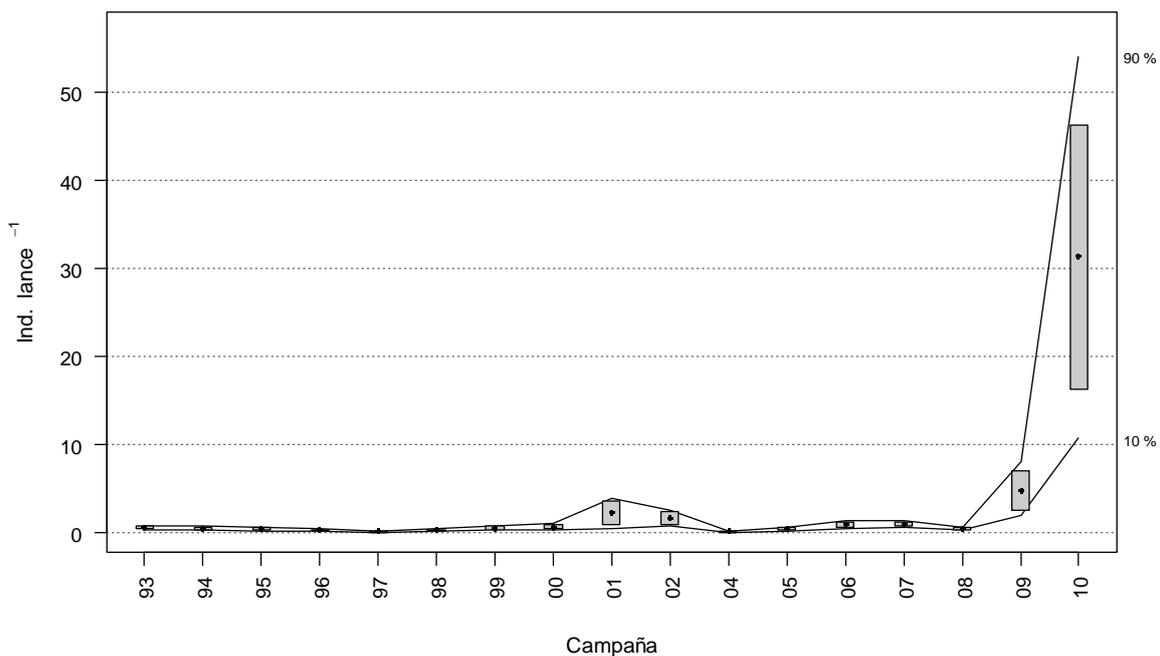


Figura VI.1.3. Histograma de distribución de abundancia de *Mullus surmuletus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Phycis blenoides*

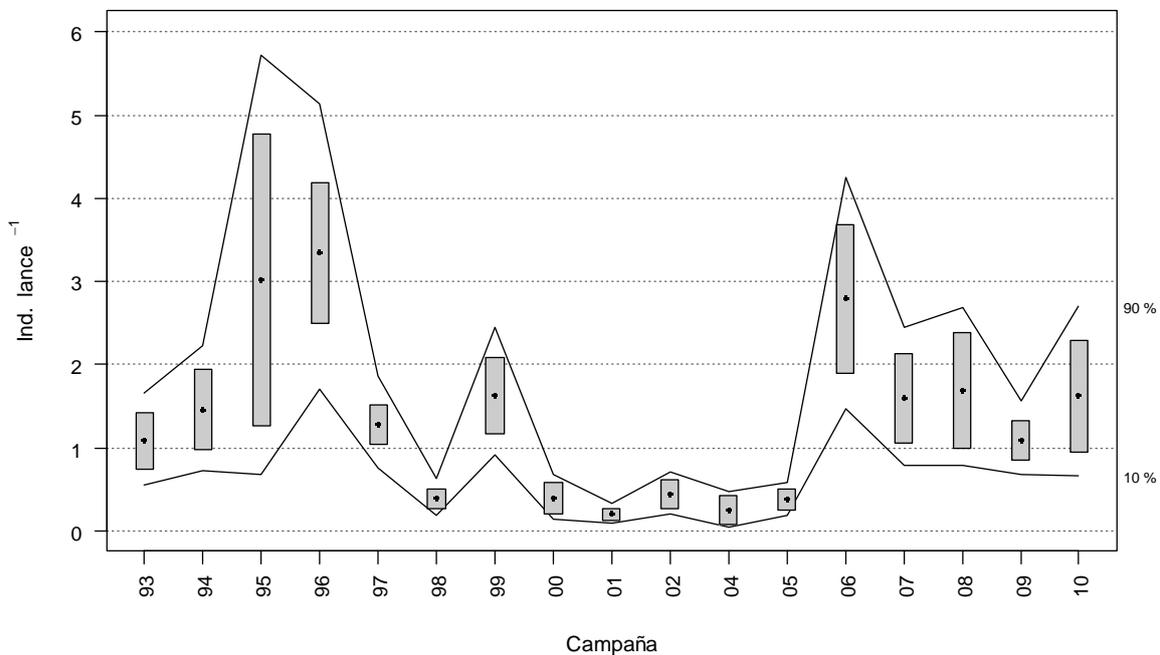


Figura VI.1.4. Histograma de distribución de abundancia de *Phycis blenoides* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### Scorpaena notata

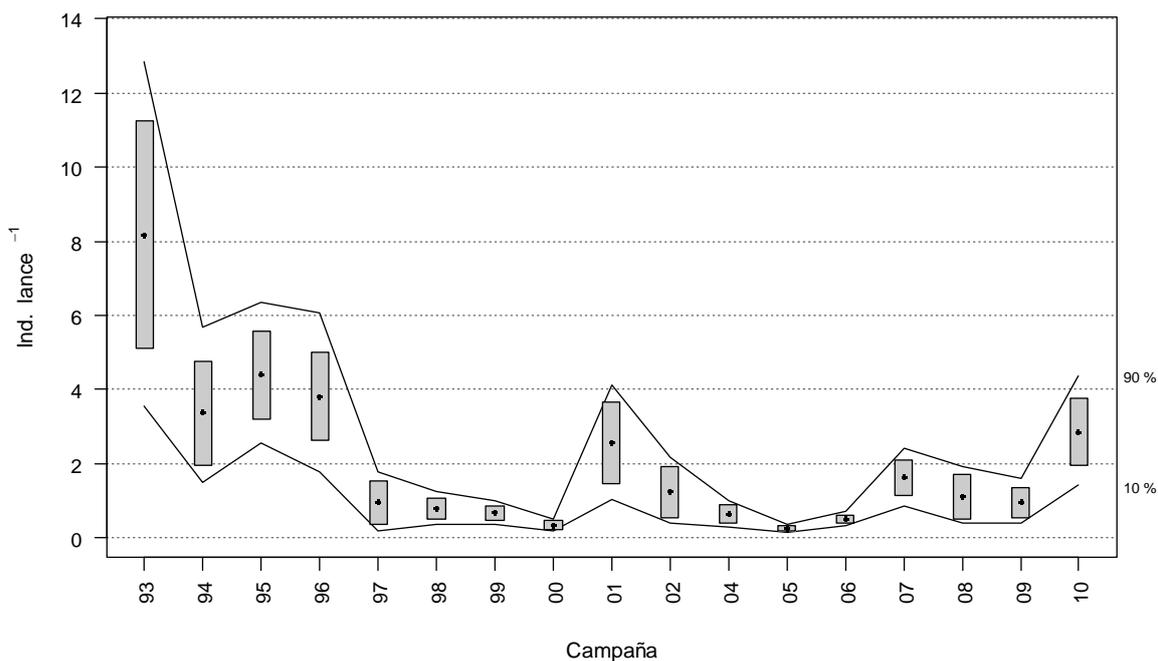


Figura VI.1.5. Histograma de distribución de abundancia de *Scorpaena notata* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### Scyliorhinus canicula

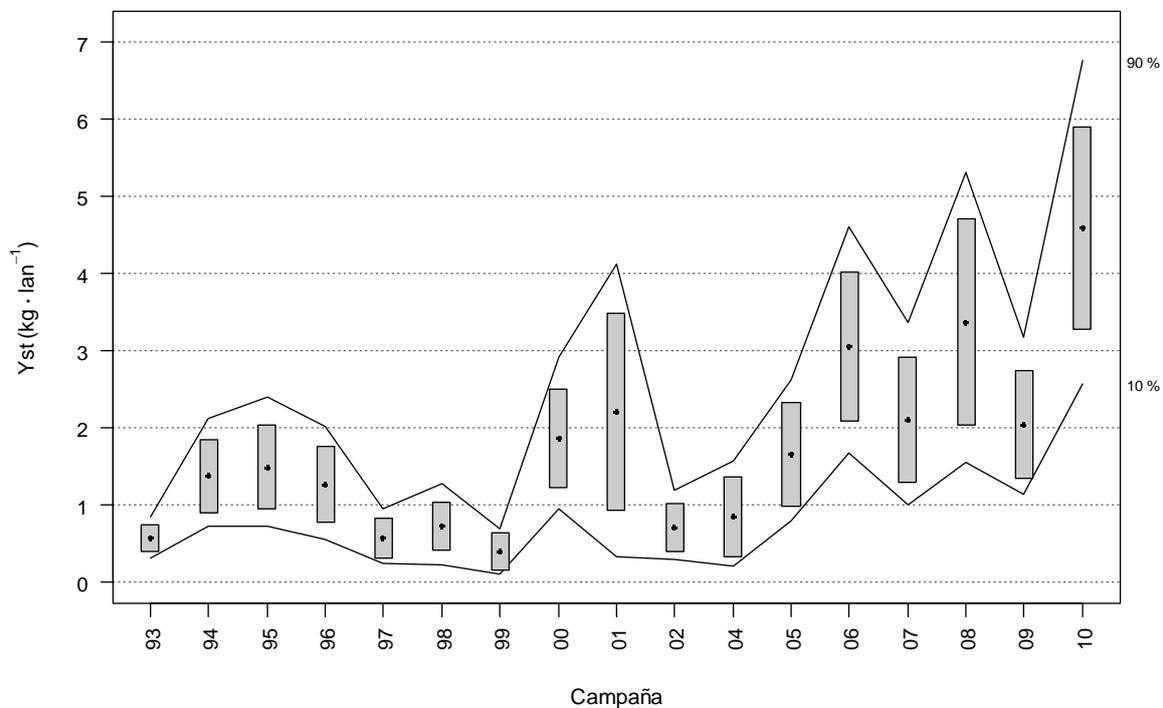


Figura VI.1.6. Histograma de distribución de abundancia de *Scyliorhinus canicula* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

## Anexo VI. Apartado 2

ECOTIPO PECES: Especies vulnerables (estrategas de la K) que no alcanzan los criterios de BEA en términos de abundancia (indicador 1.2.1).

### *Cepola macrophthalma*

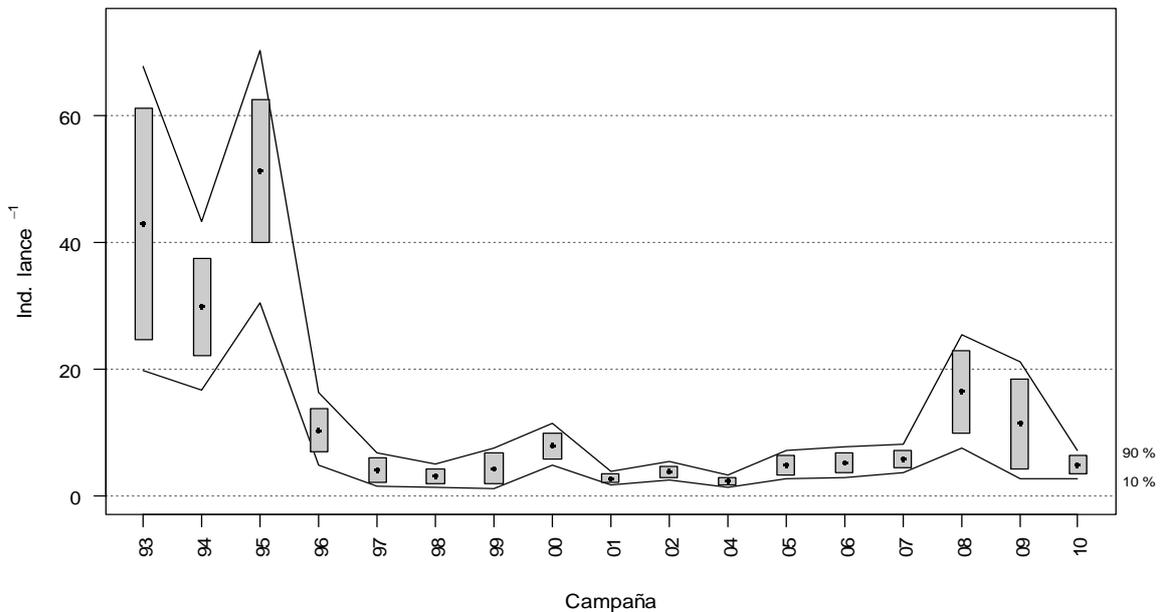


Figura VI.2.1. Histograma de distribución de abundancia de *Cepola macrophthalma* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Etmopterus spinax*

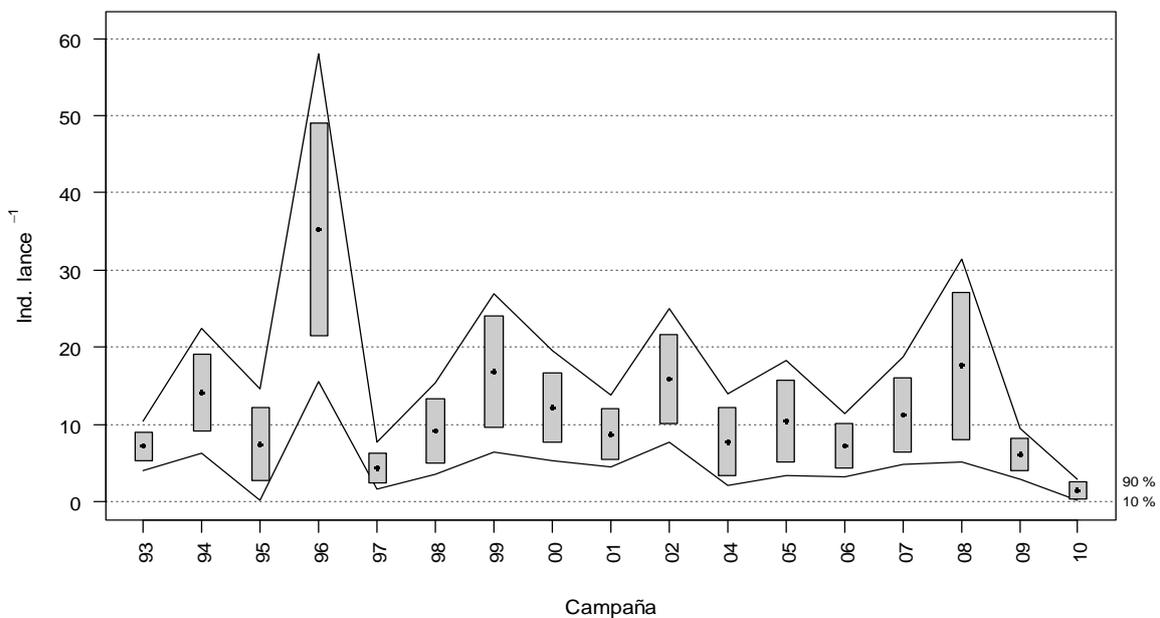


Figura VI.2.2. Histograma de distribución de abundancia de *Etmopterus spinax* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

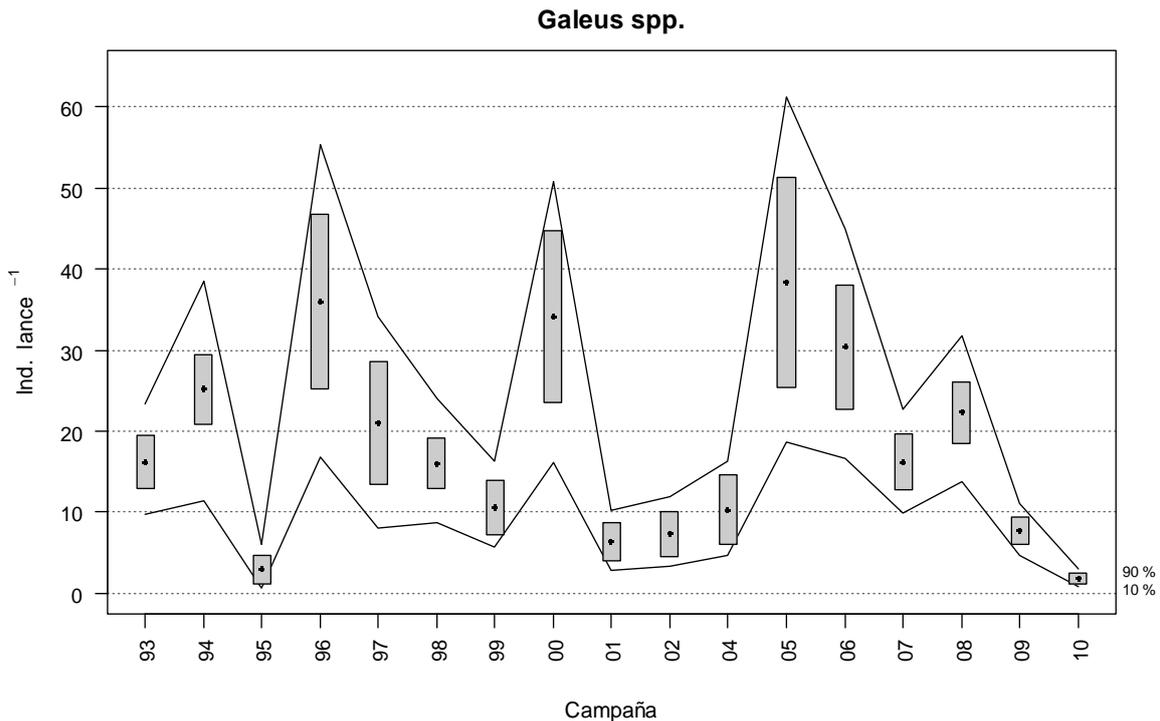


Figura VI.2.3. Histograma de distribución de abundancia de *Galeus spp.* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

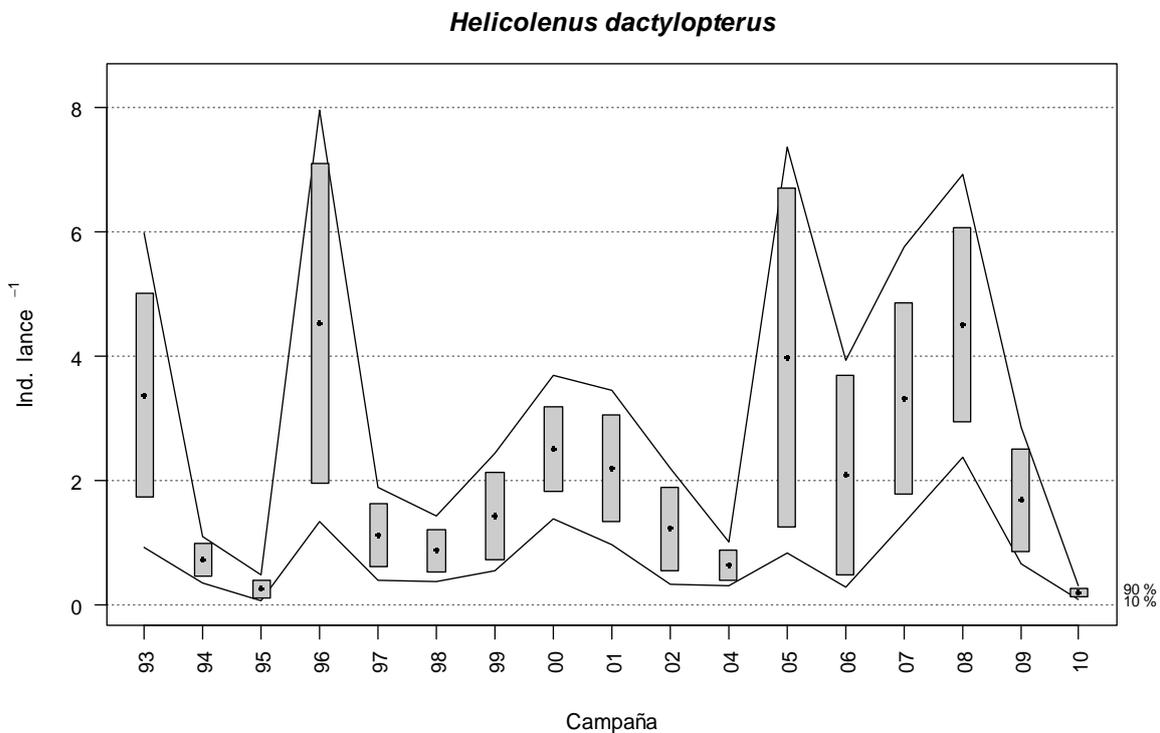
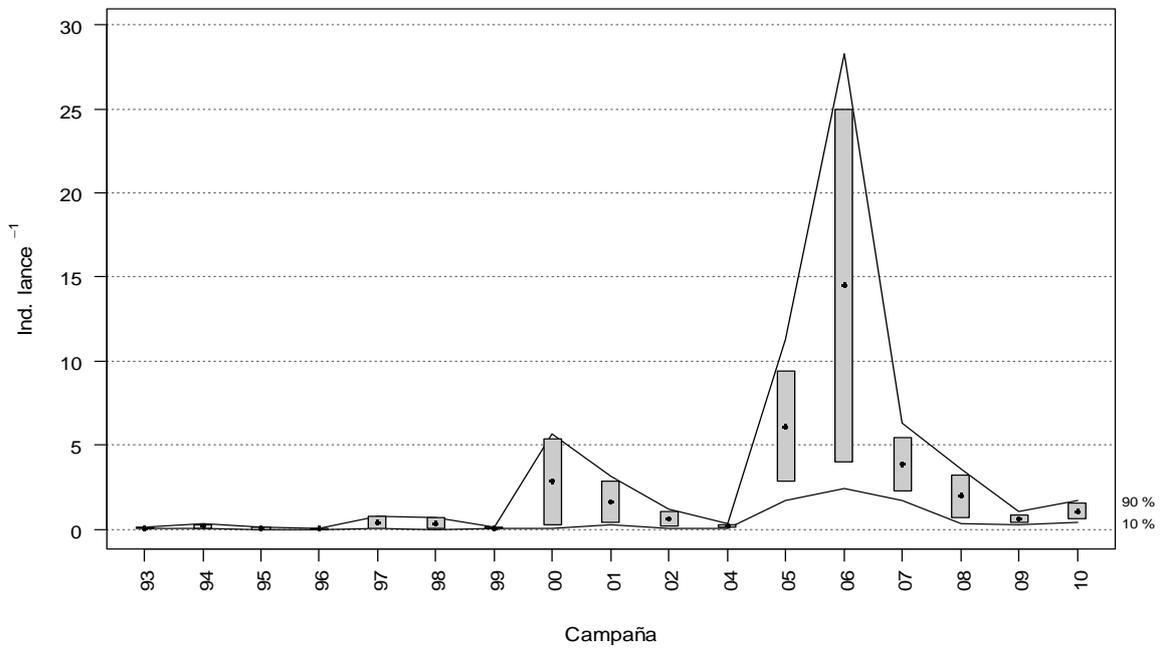


Figura VI.2.4. Histograma de distribución de abundancia de *Helicolenus dactylopterus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### Anexo VI. Apartado 3

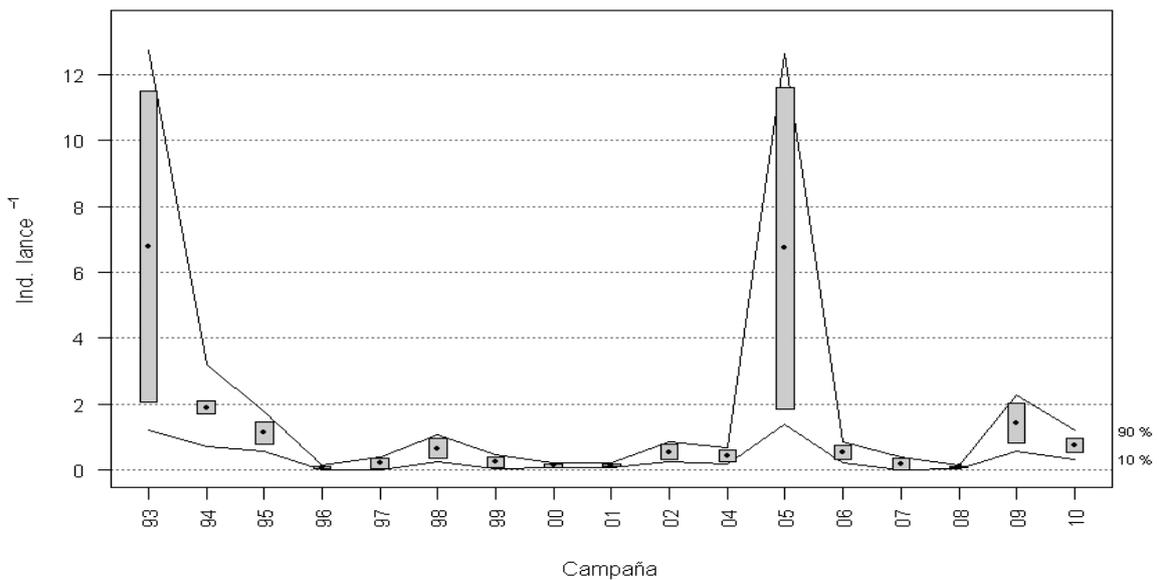
**ECOTIPO PECES: Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que alcanzan los criterios de BEA en términos de abundancia (indicador 1.2.1).**

***Argentina sphyraena***



**Figura VI.3.1. Histograma de distribución de abundancia de *Argentina sphyraena* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**

***Callionymus maculatus***



**Figura VI.3.2. Histograma de distribución de abundancia de *Callionymus maculatus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**

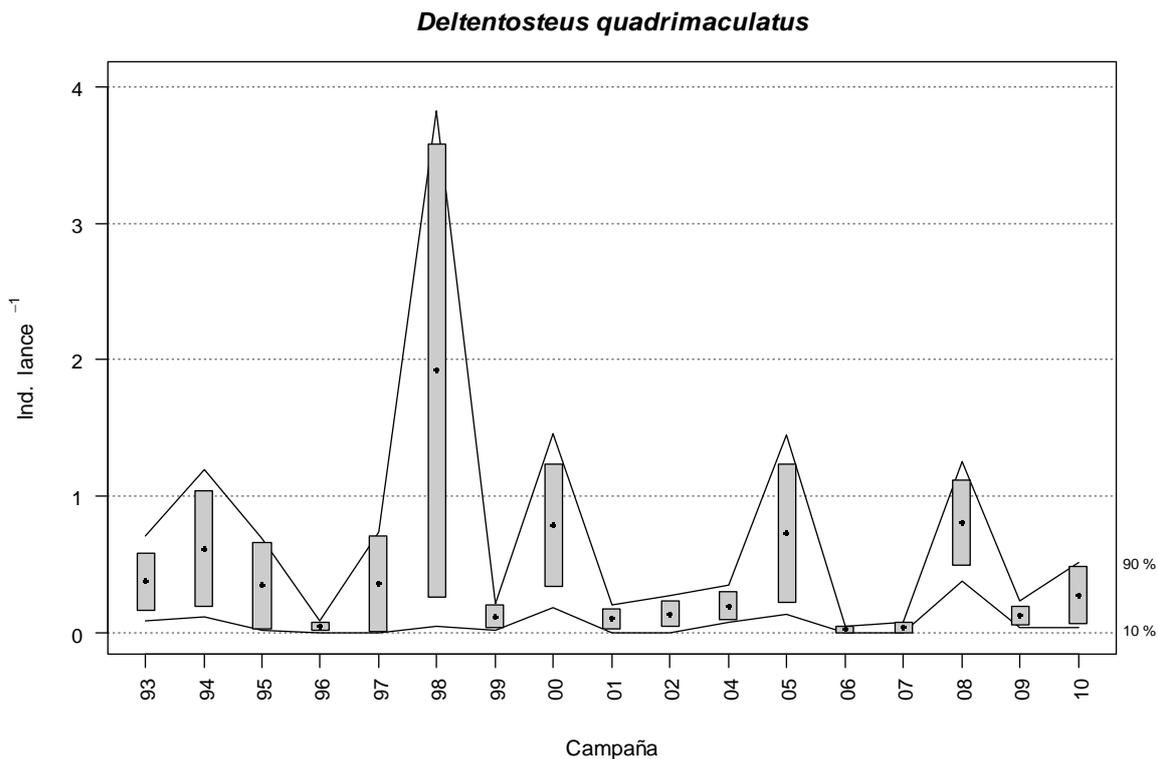


Figura VI.3.3. Histograma de distribución de abundancia de *Deltentosteus quadrimaculatus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

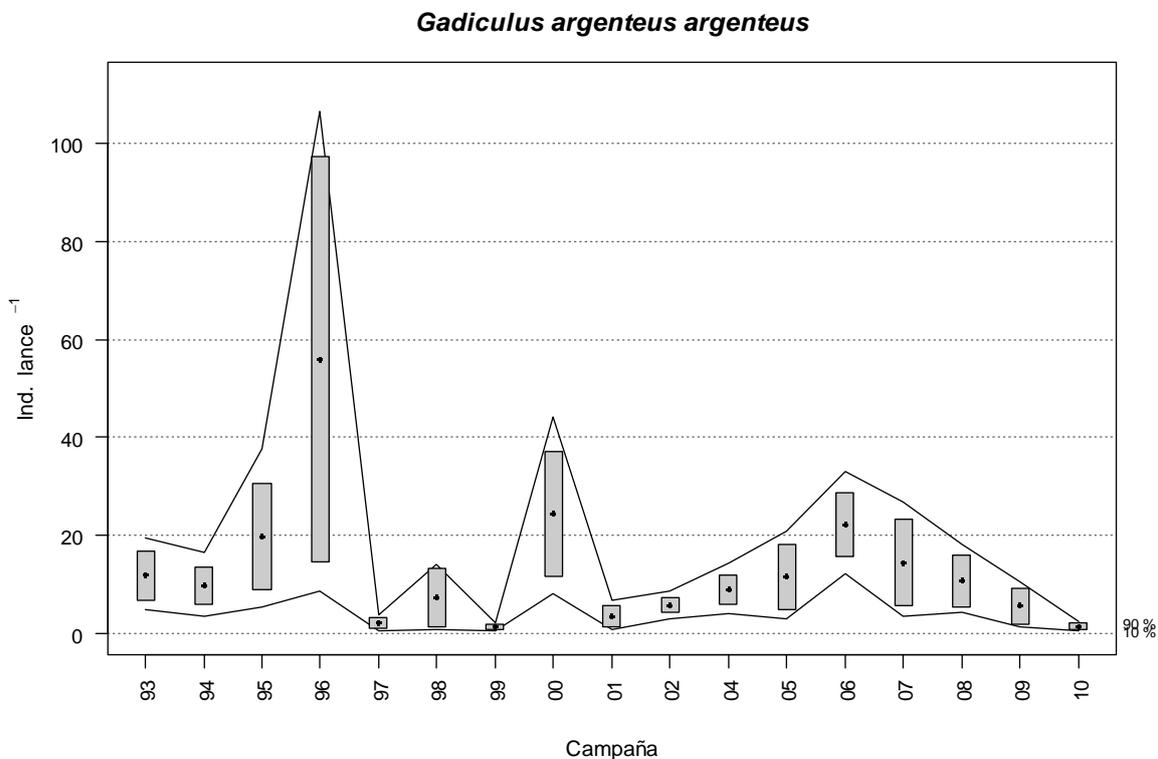


Figura VI.3.4. Histograma de distribución de abundancia de *Gadiculus argenteus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Lesueurigobius sanzi*

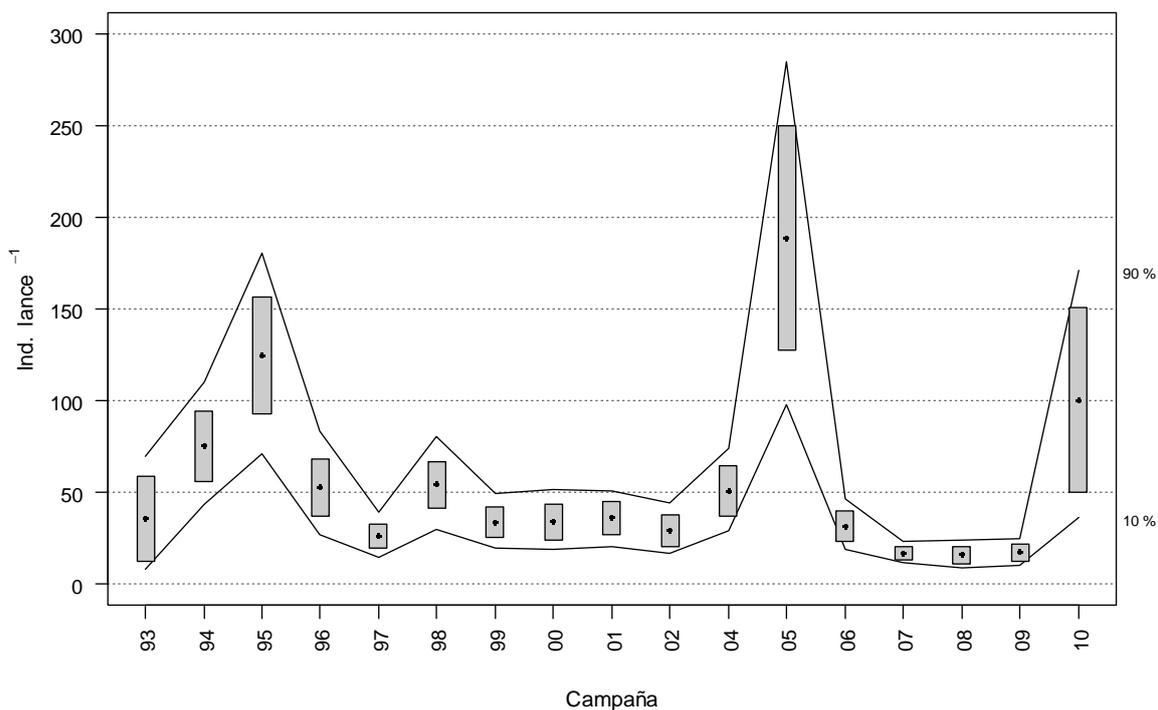


Figura VI.3.5. Histograma de distribución de abundancia de *Lesueurigobius sanzi* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Micromesistius poutassou*

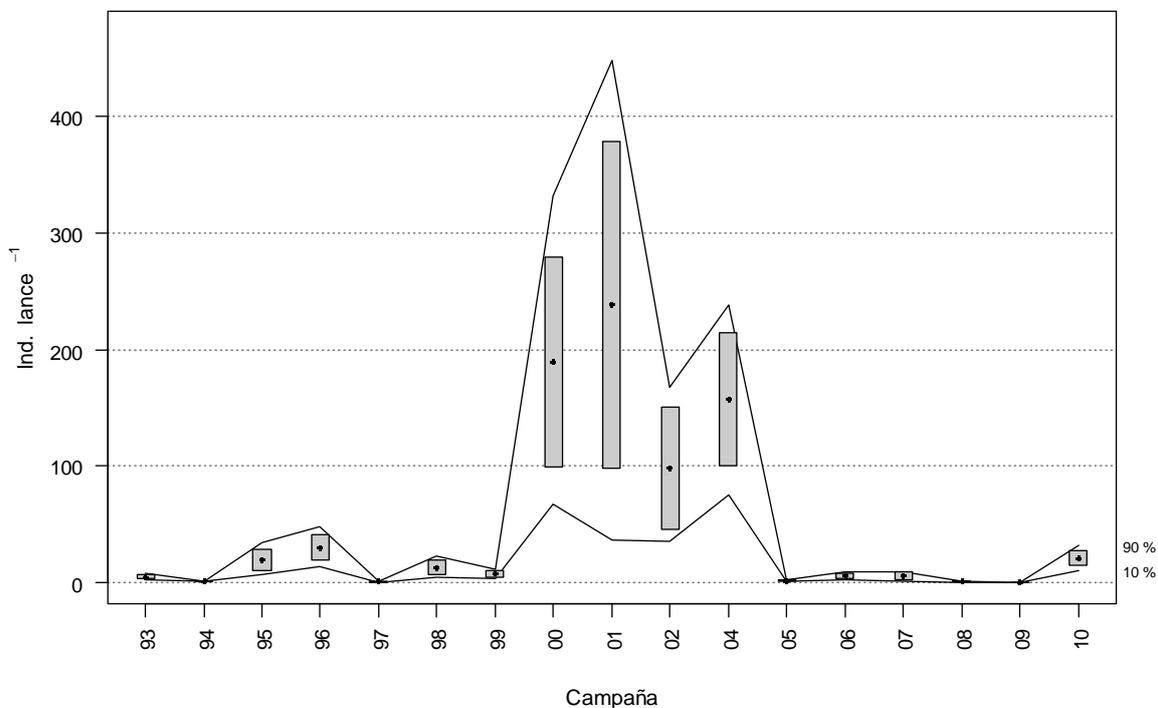
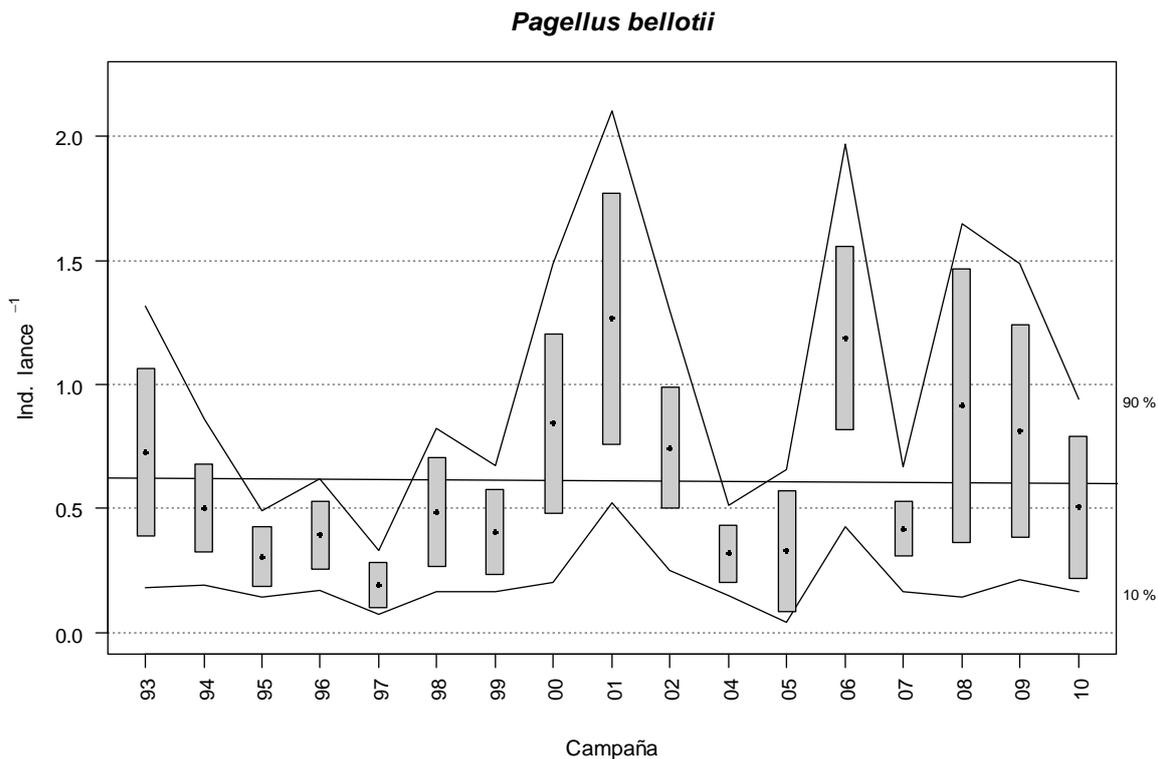
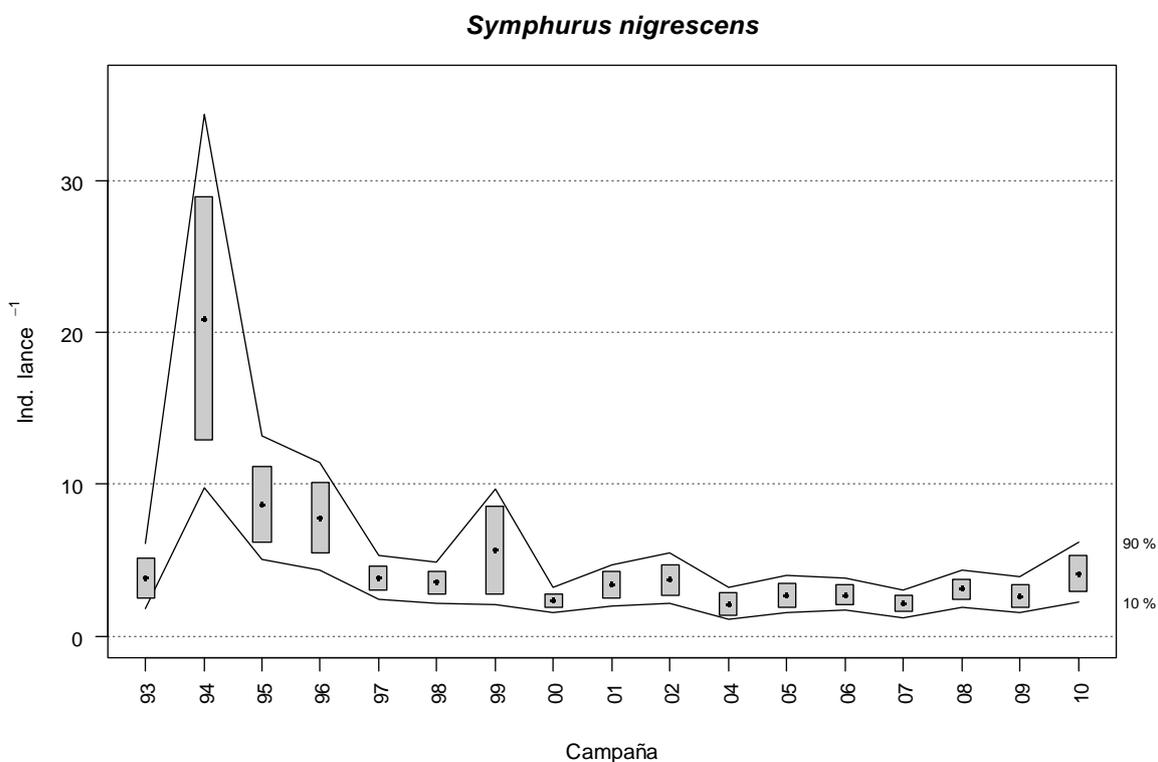


Figura VI.3.6. Histograma de distribución de abundancia de *Micromesistius poutassou* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



**Figura VI.3.7. Histograma de distribución de abundancia de *Pagellus bellotii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**



**Figura VI.3.8. Histograma de distribución de abundancia de *Symphurus nigrescens* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**



### *Trachurus mediterraneus*

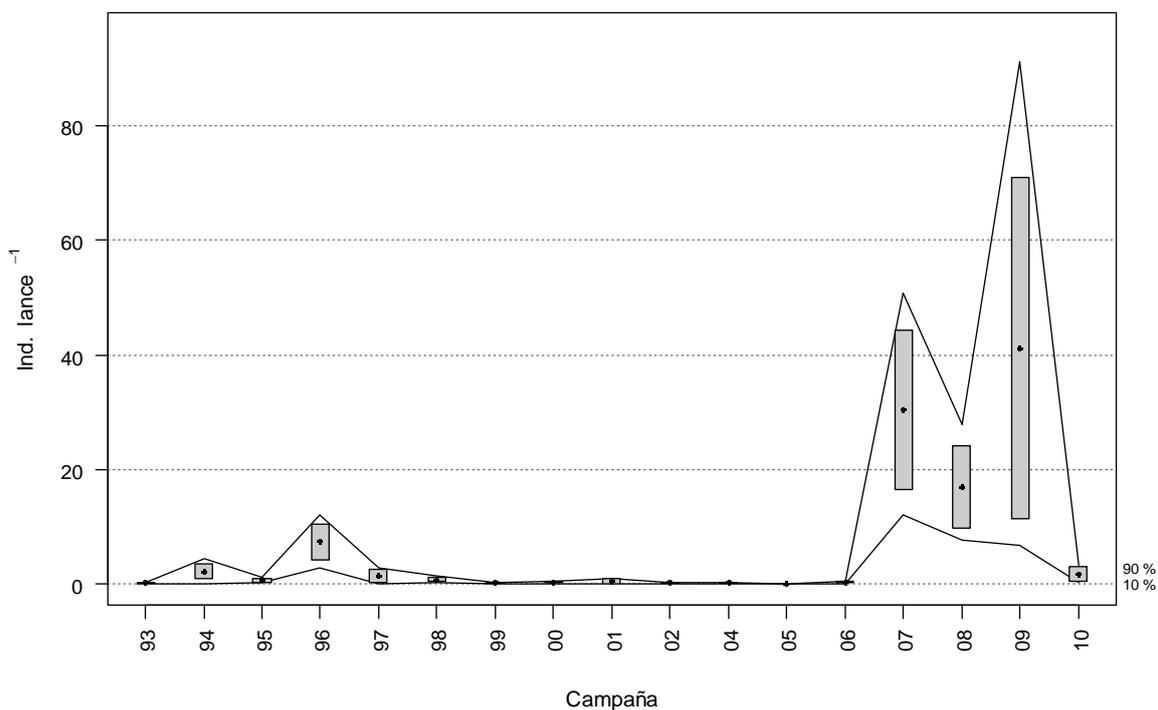


Figura VI.3.9. Histograma de distribución de abundancia de *Trachurus mediterraneus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Trachurus trachurus*

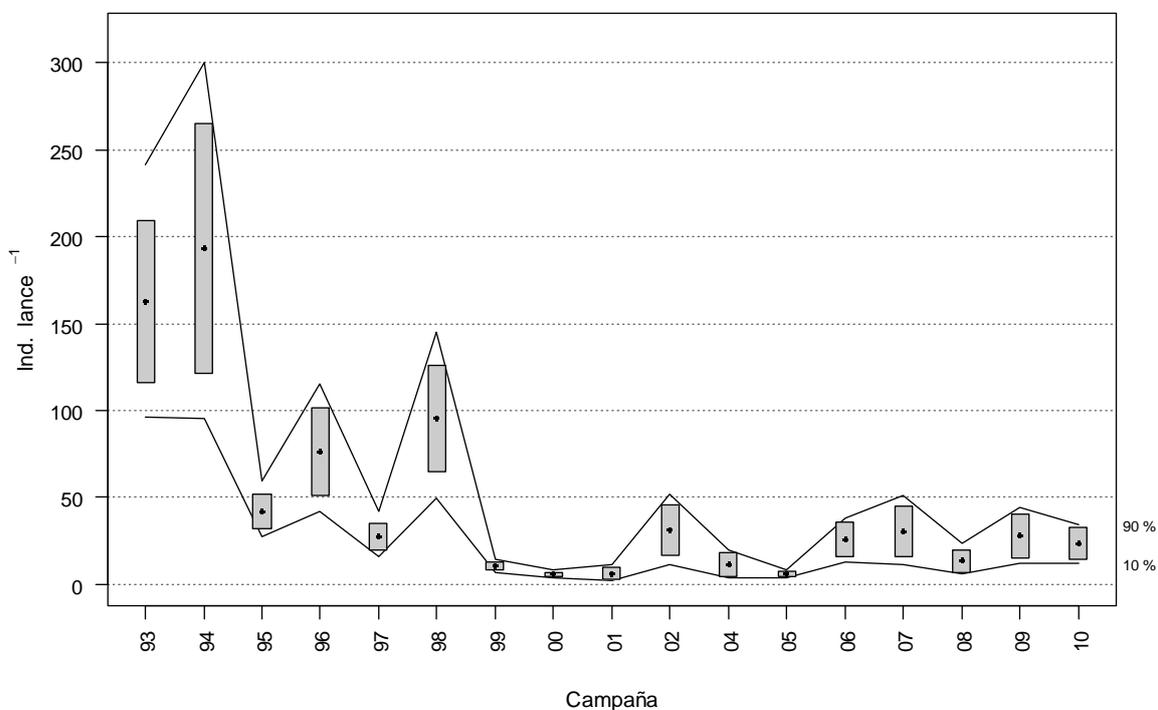


Figura VI.3.10. Histograma de distribución de abundancia de *Trachurus trachurus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

## Anexo VI. Apartado 4

ECOTIPO PECES: Especies oportunistas (estrategas de la *r*) que no alcanzan los criterios de BEA en términos de número (indicador 1.2.1)

### *Arnoglossus imperialis*

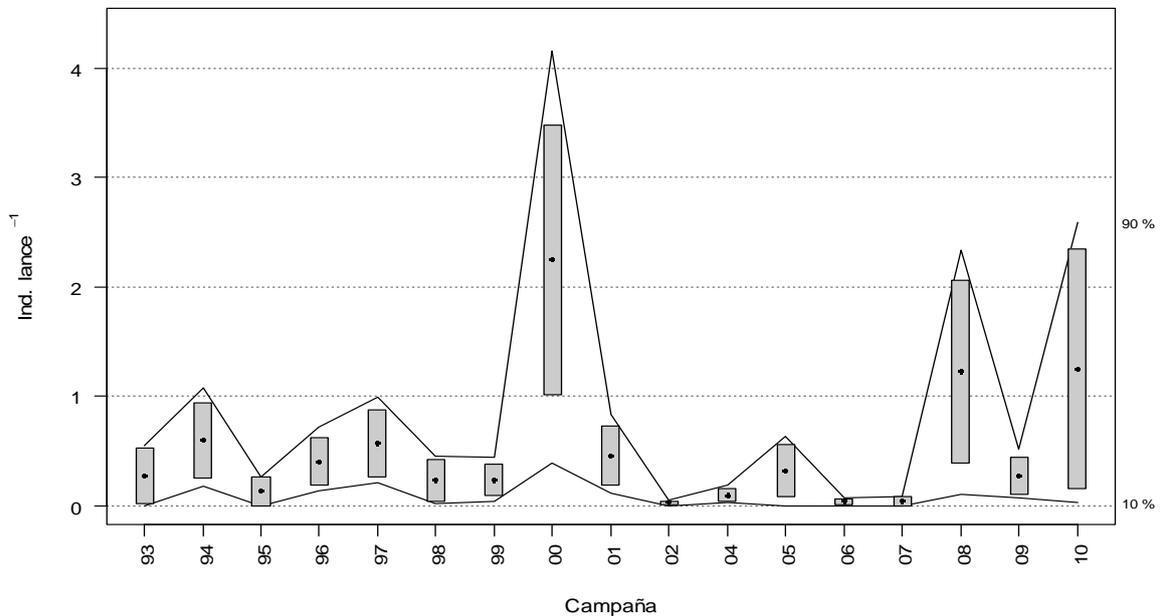


Figura VI.4.1. Histograma de distribución de abundancia de *Arnoglossus imperialis* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Arnoglossus laterna*

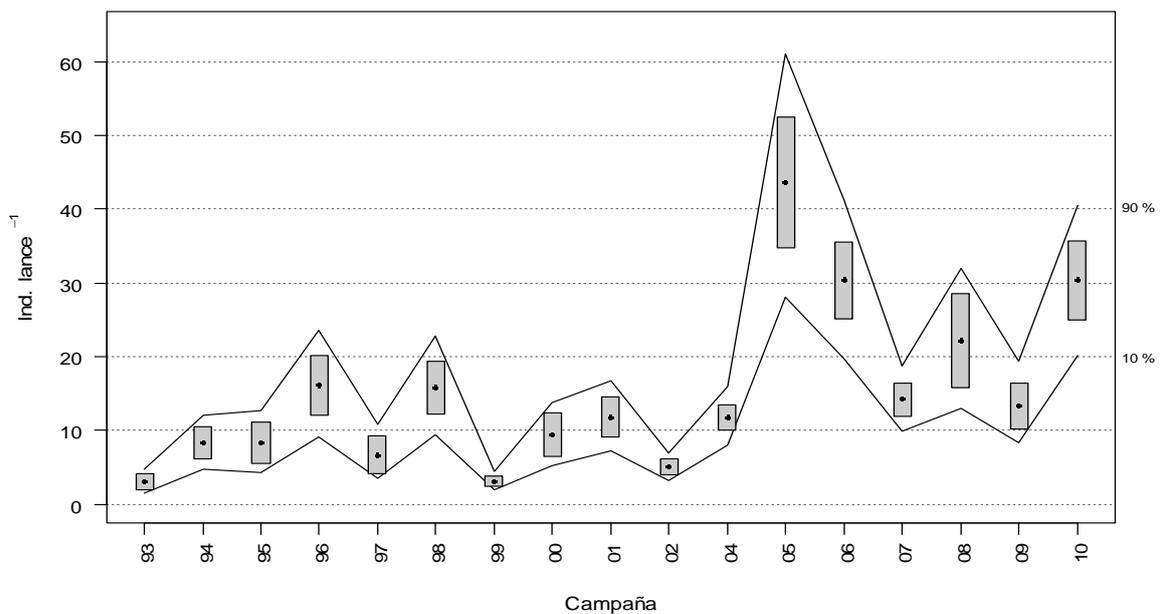


Figura VI.4.2. Histograma de distribución de abundancia de *Arnoglossus laterna* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Arnoglossus rueppelii*

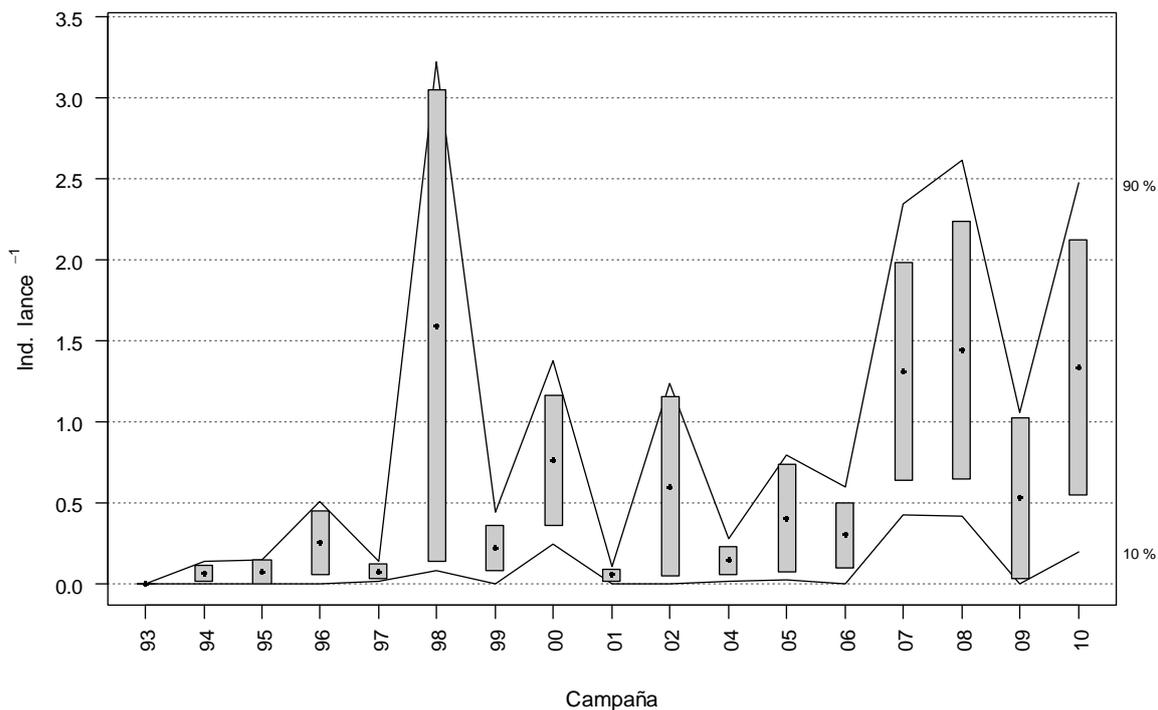


Figura VI.4.3. Histograma de distribución de abundancia de *Arnoglossus rueppelii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Arnoglossus thori*

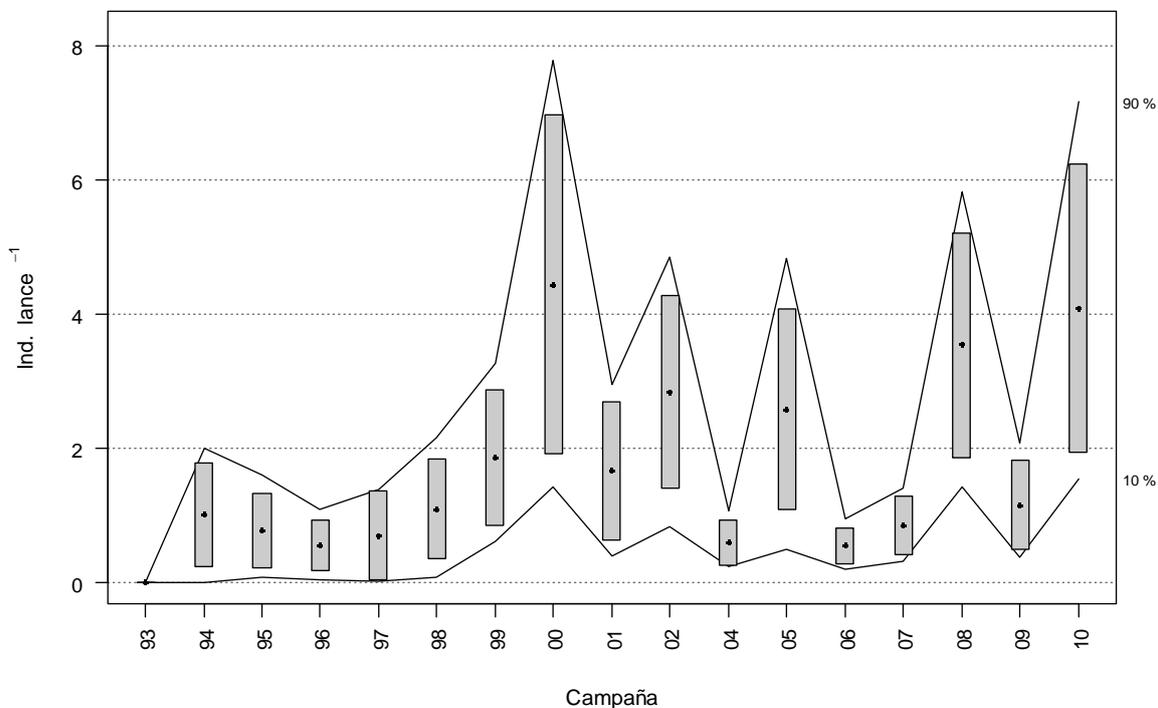


Figura VI.4.4. Histograma de distribución de abundancia de *Arnoglossus thori* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

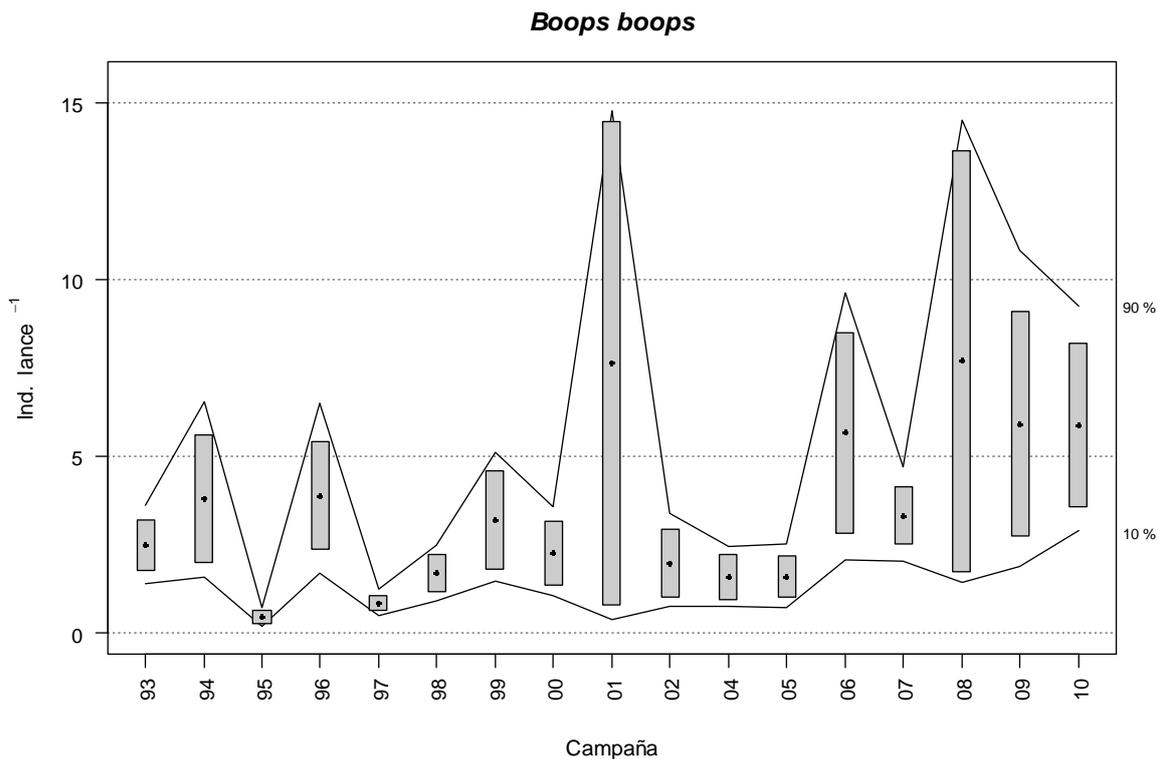


Figura VI.4.5. Histograma de distribución de abundancia de *Boops boops* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

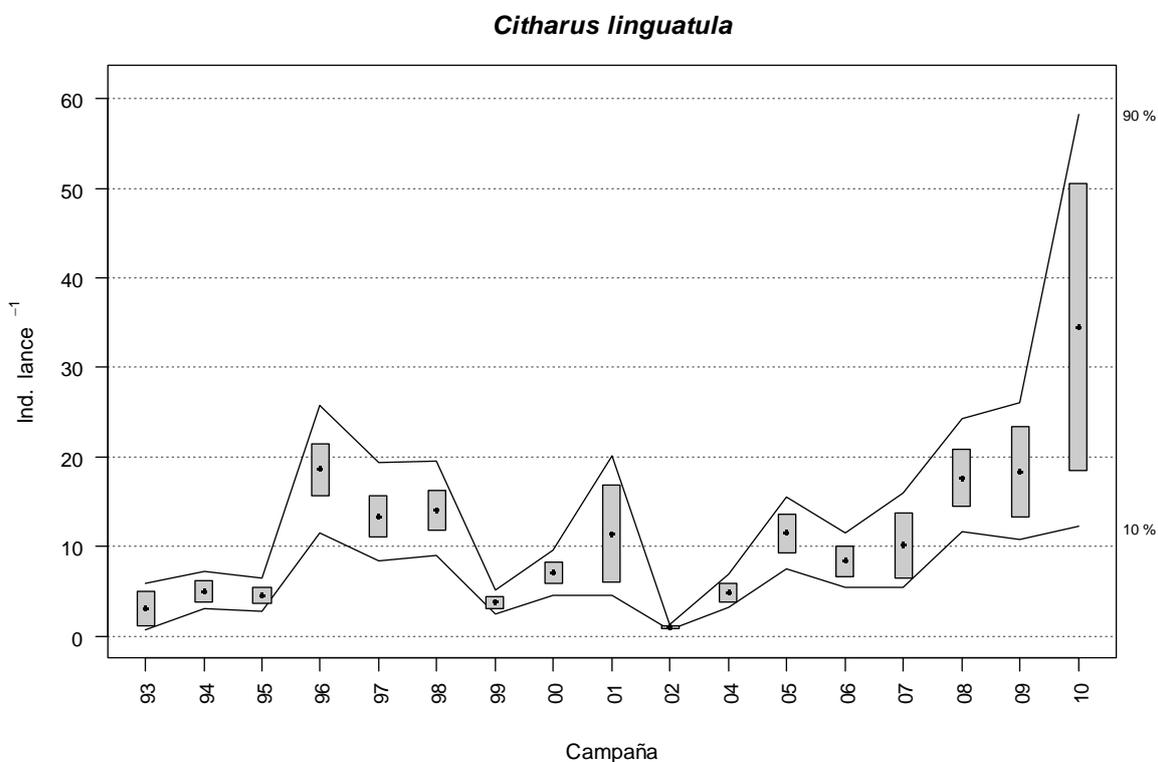


Figura VI.4.6. Histograma de distribución de abundancia de *Citharus linguatula* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Diplodus annularis*

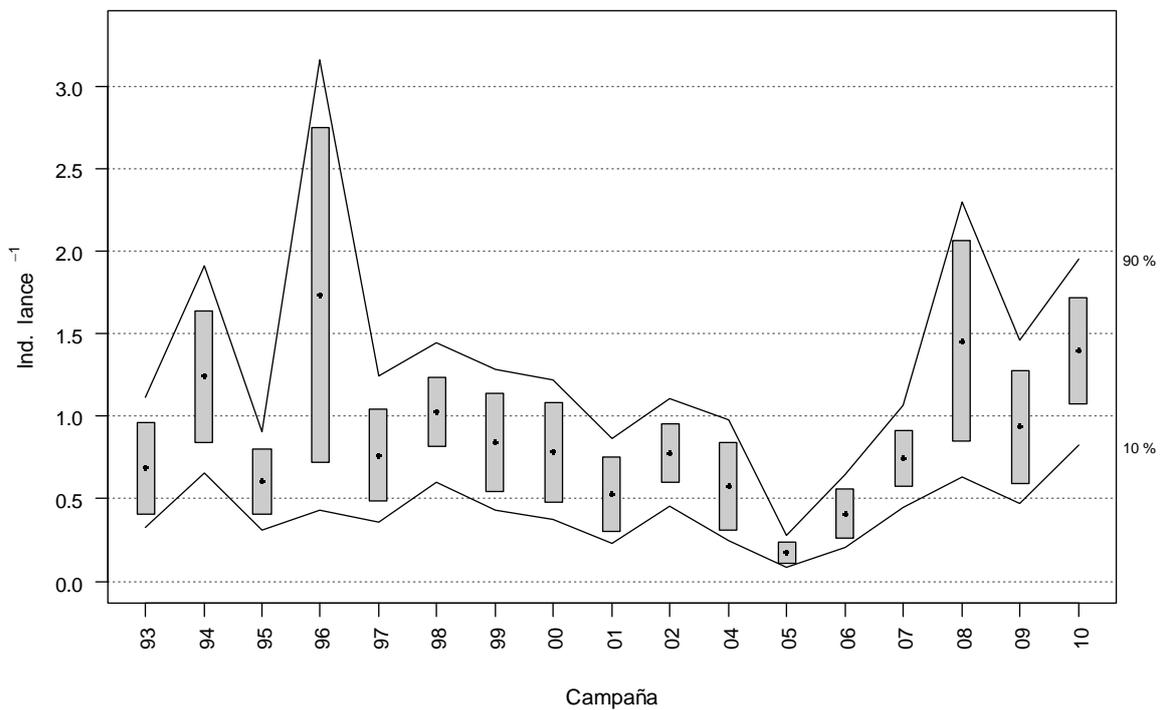


Figura VI.4.7. Histograma de distribución de abundancia de *Diplodus annularis* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Diplodus bellottii*

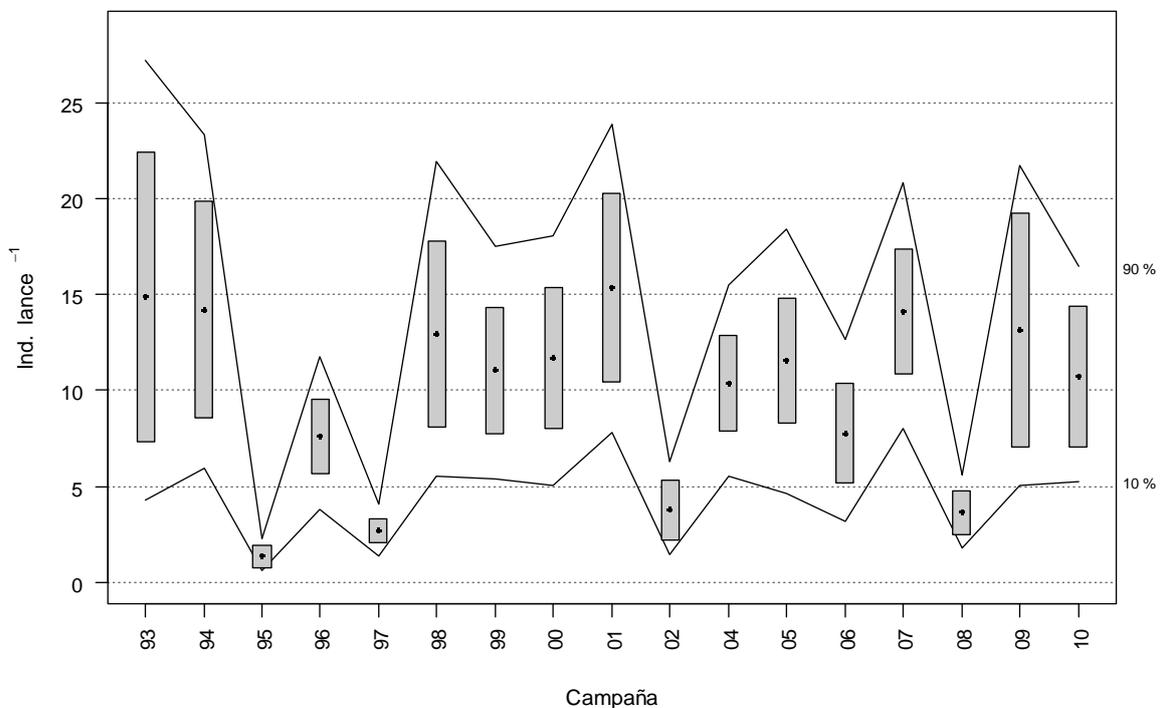


Figura VI.4.8. Histograma de distribución de abundancia de *Diplodus bellottii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Diplodus vulgaris*

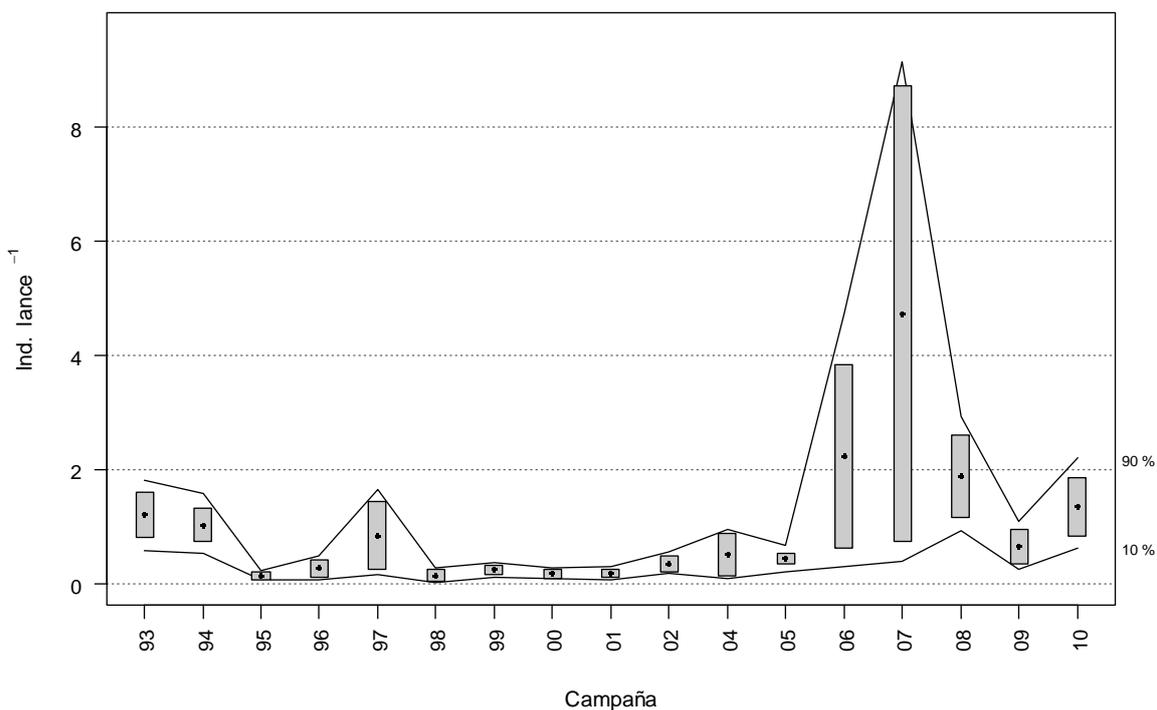


Figura VI.4.9. Histograma de distribución de abundancia de *Diplodus vulgaris* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Gnathophis mystax*

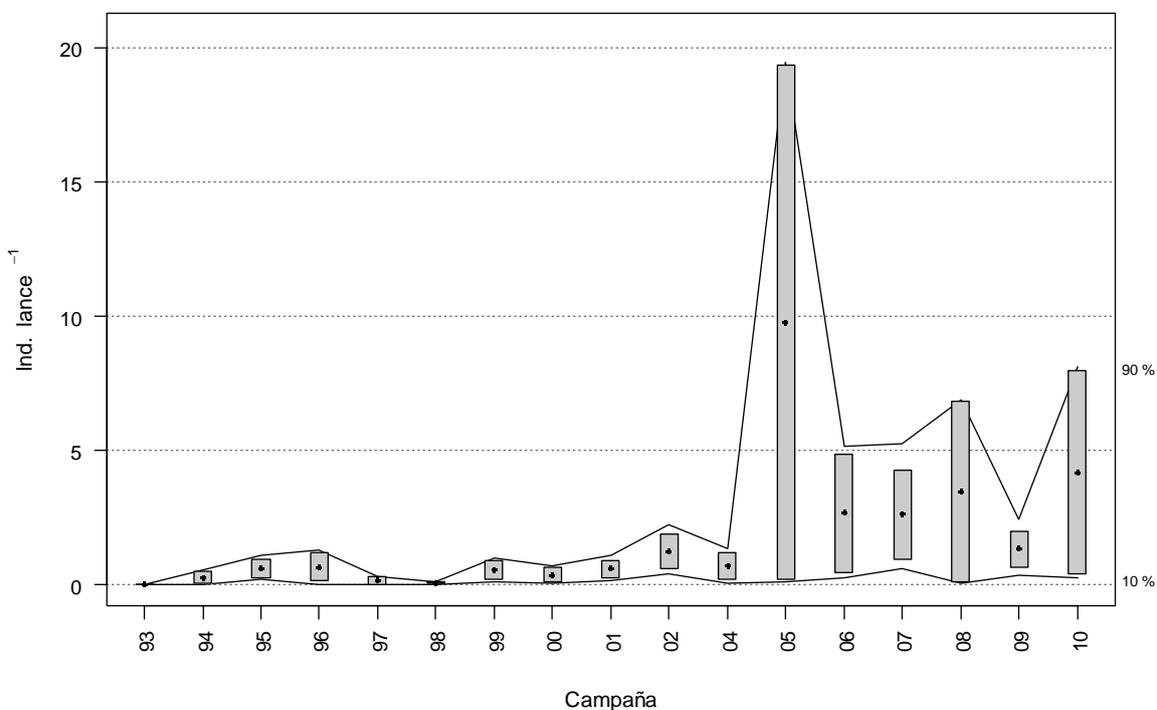


Figura VI.4.10. Histograma de distribución de abundancia de *Gnathophis mystax* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Gobius niger*

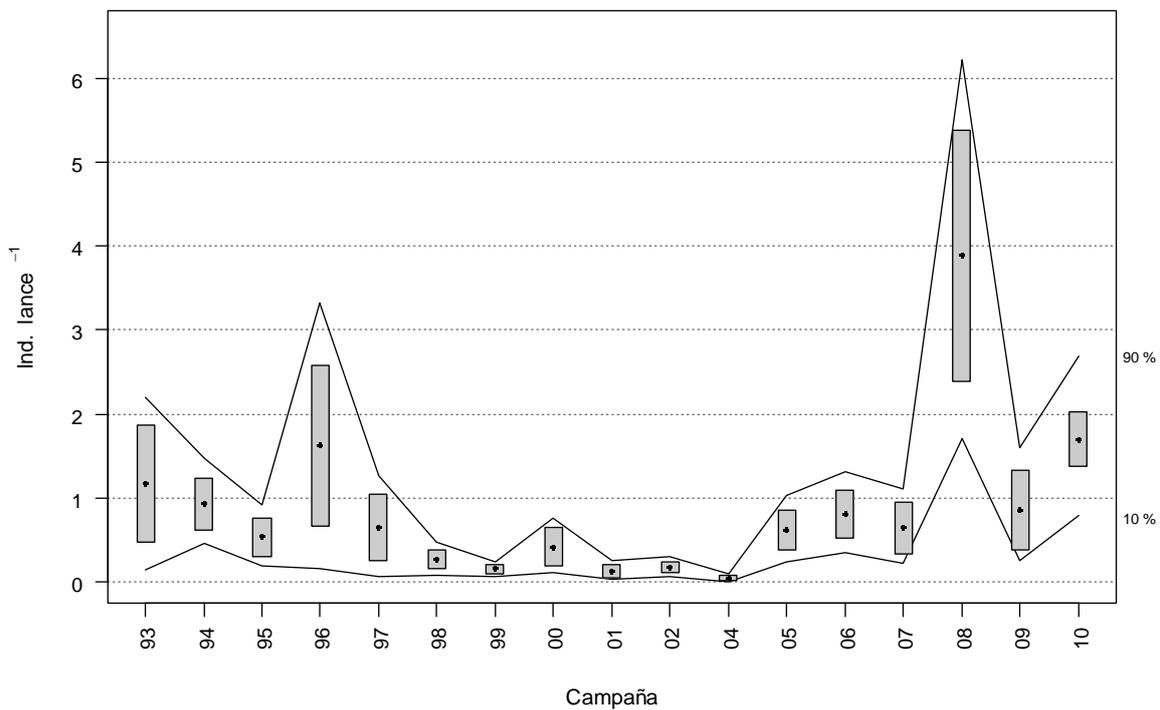


Figura VI.4.11. Histograma de distribución de abundancia de *Gobius niger* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Lepidotrigla cavillone*

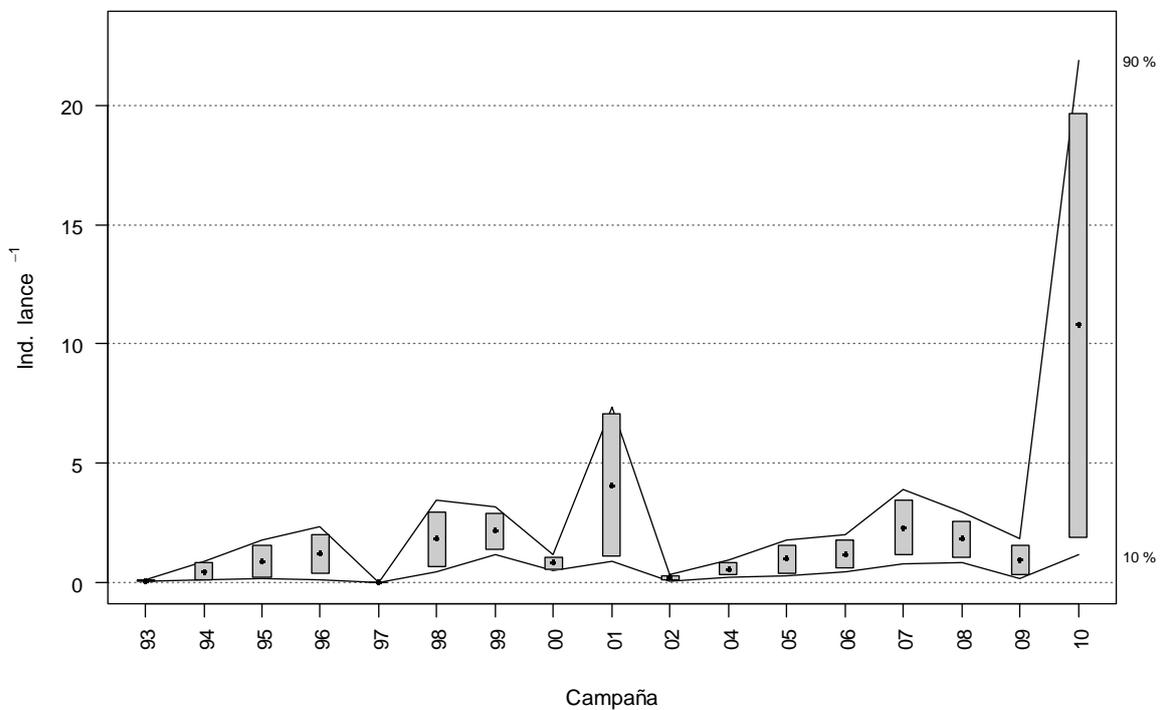


Figura VI.4.12. Histograma de distribución de abundancia de *Lepidotrigla cavillone* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Lepidotrigla dieuzeidei*

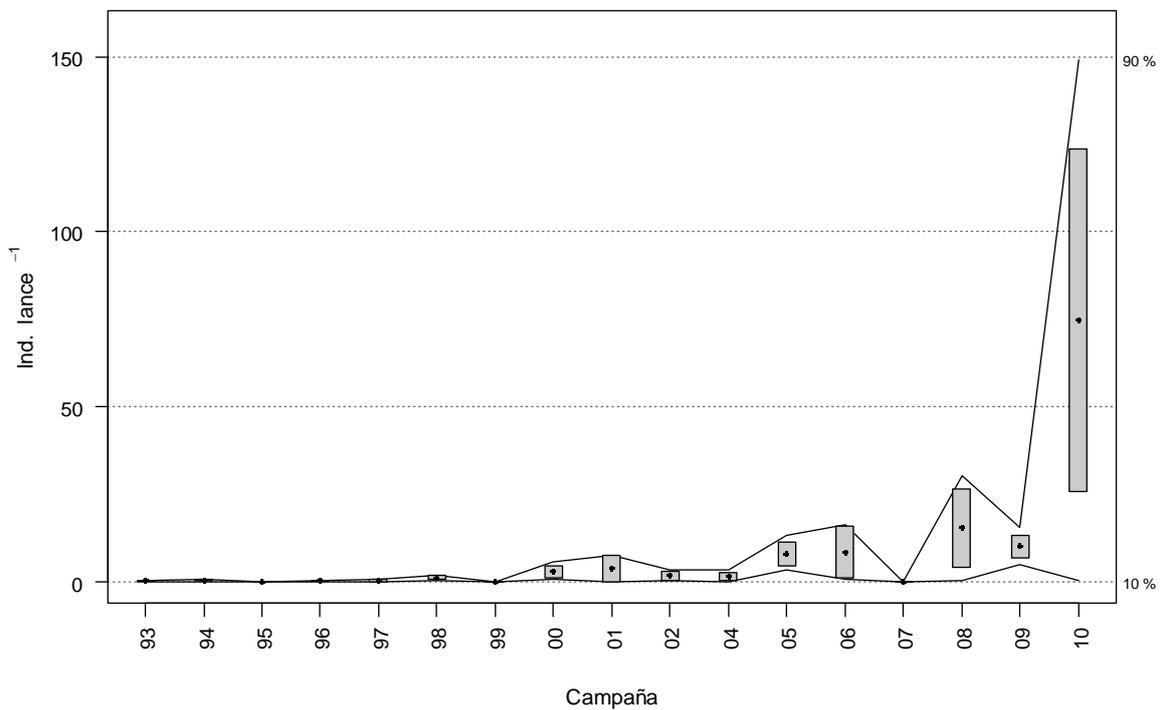


Figura VI.4.13. Histograma de distribución de abundancia de *Lepidotrigla dieuzeidei* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Lesueurigobius friesii*

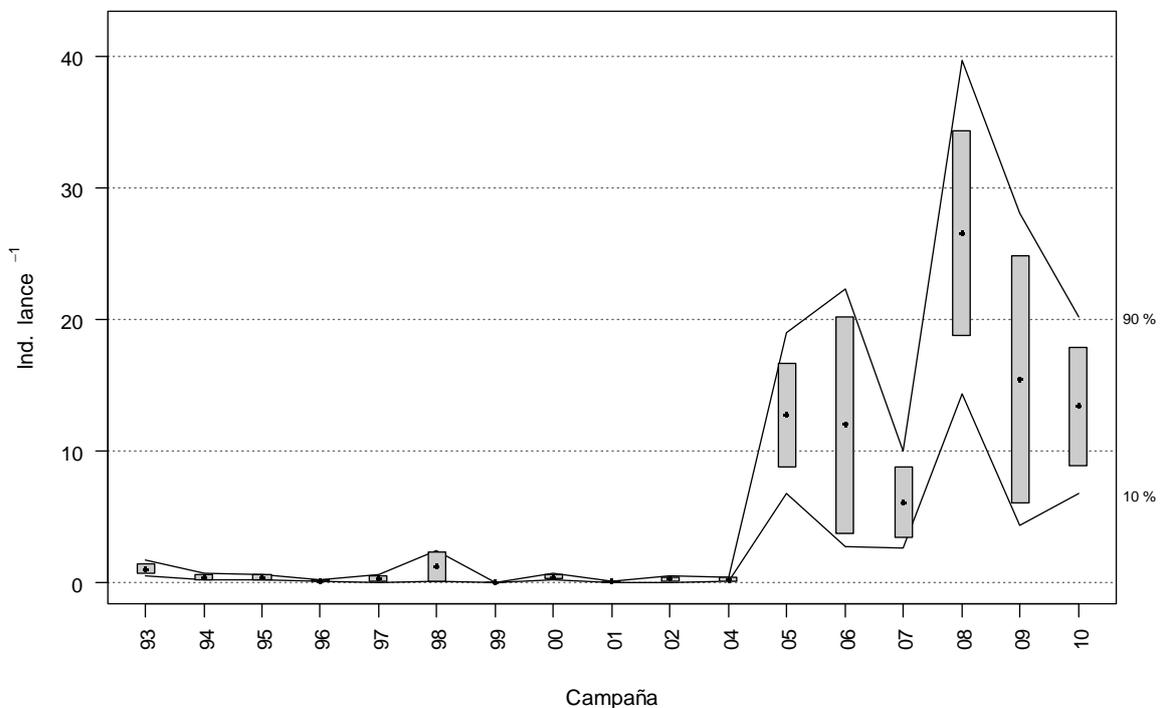


Figura VI.4.14. Histograma de distribución de abundancia de *Lesueurigobius friesii* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

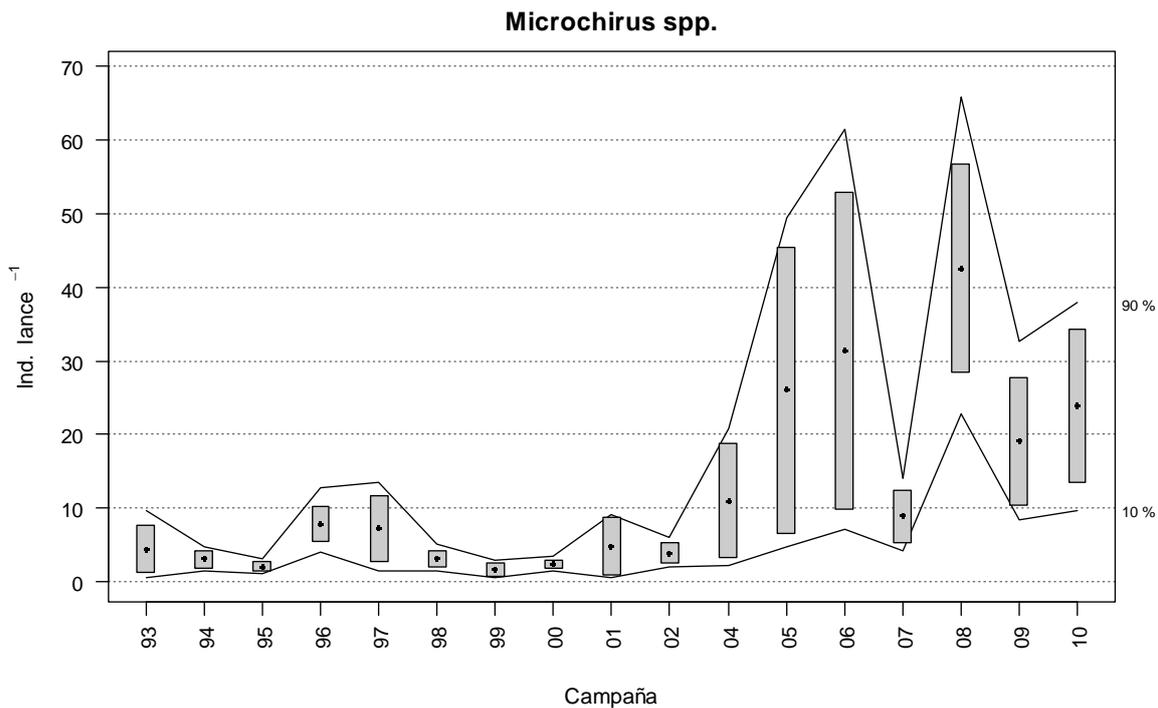


Figura VI.4.15. Histograma de distribución de abundancia de *Microchirus spp.* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

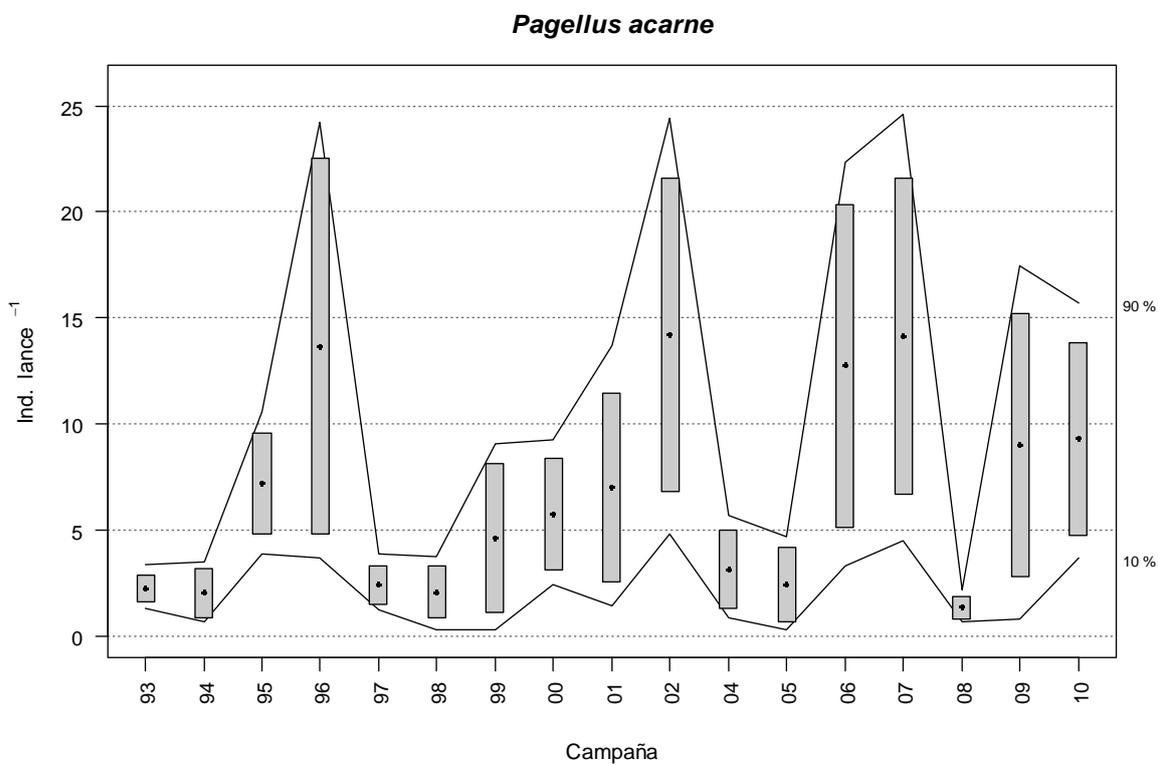


Figura VI.4.16. Histograma de distribución de abundancia de *Pagellus acarne* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Pagellus erythrinus*

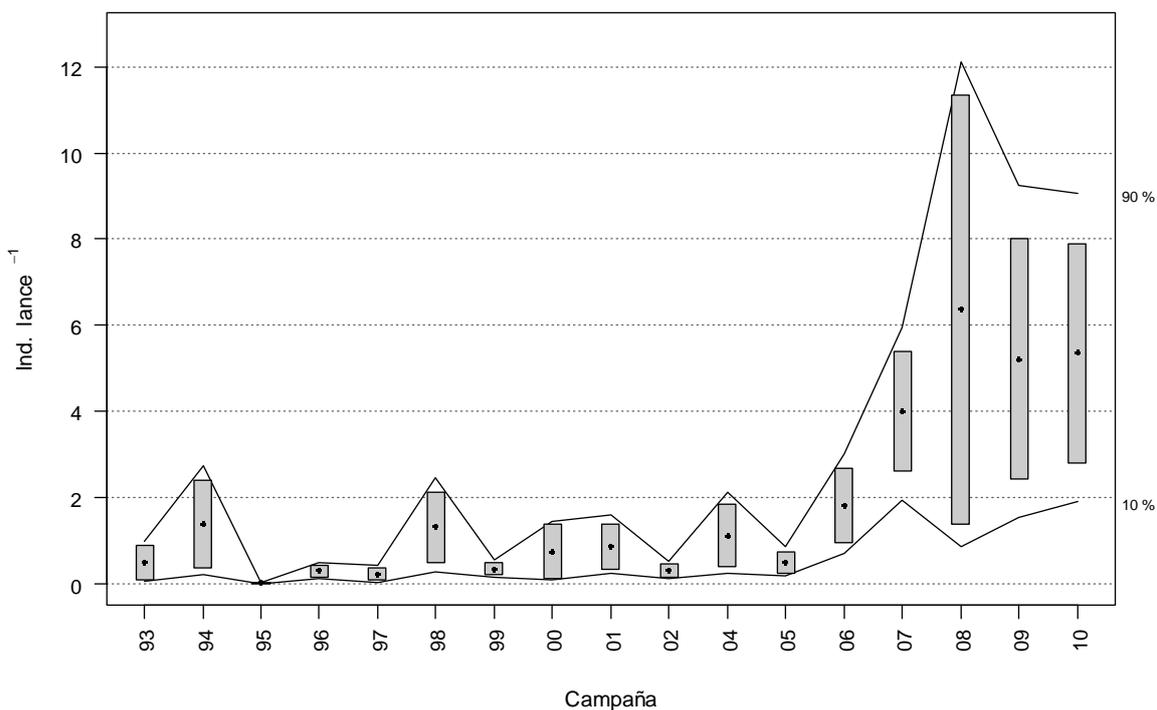


Figura VI.4.17. Histograma de distribución de abundancia de *Pagellus erythrinus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Serranus hepatus*

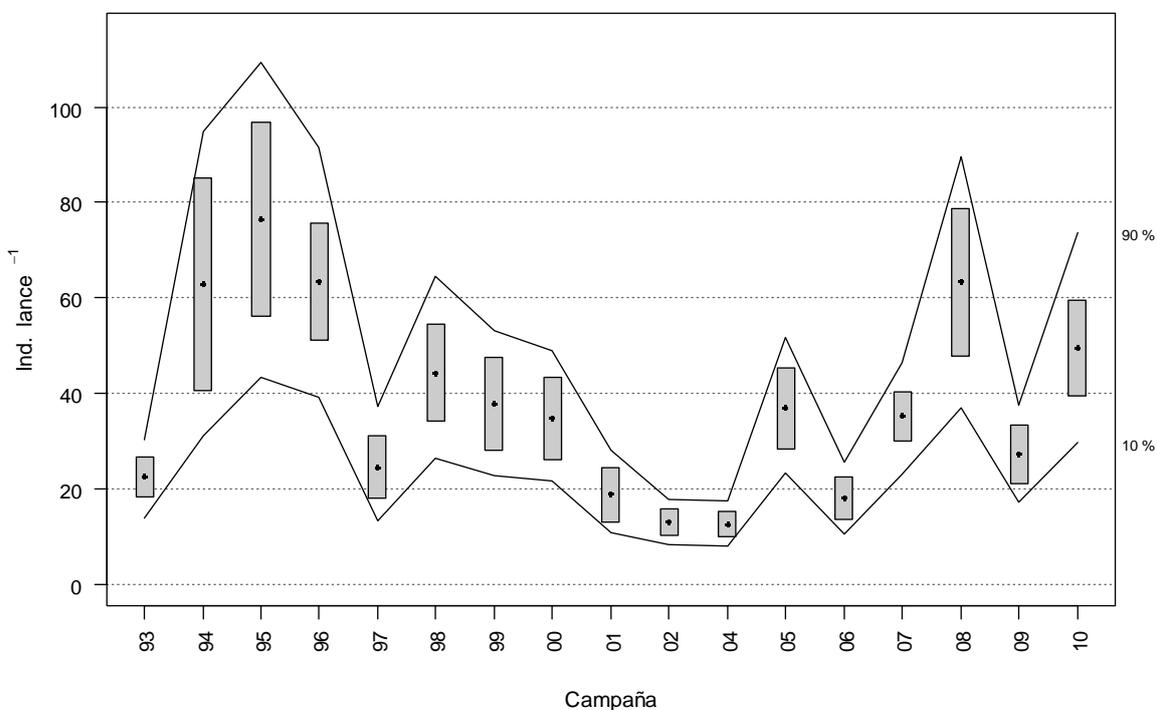


Figura VI.4.18. Histograma de distribución de abundancia de *Serranus hepatus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



### *Spicara flexuosa*

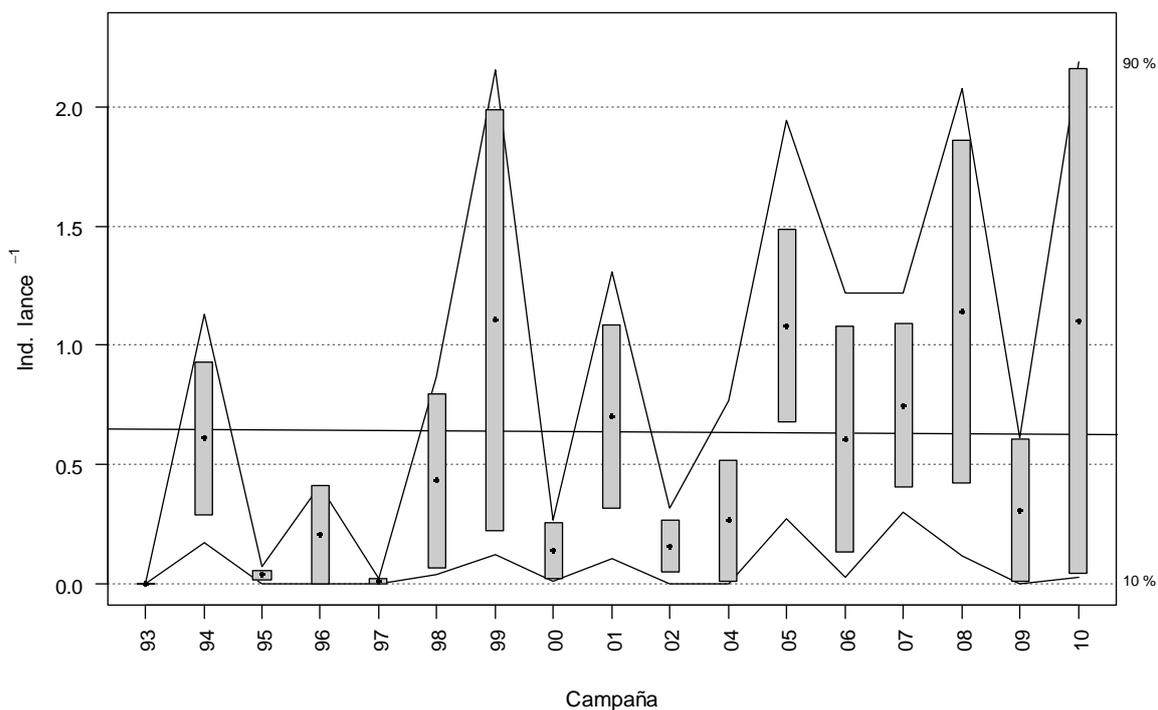


Figura VI.4.19. Histograma de distribución de abundancia de *Spicara flexuosa* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).

### *Spondyliosoma cantharus*

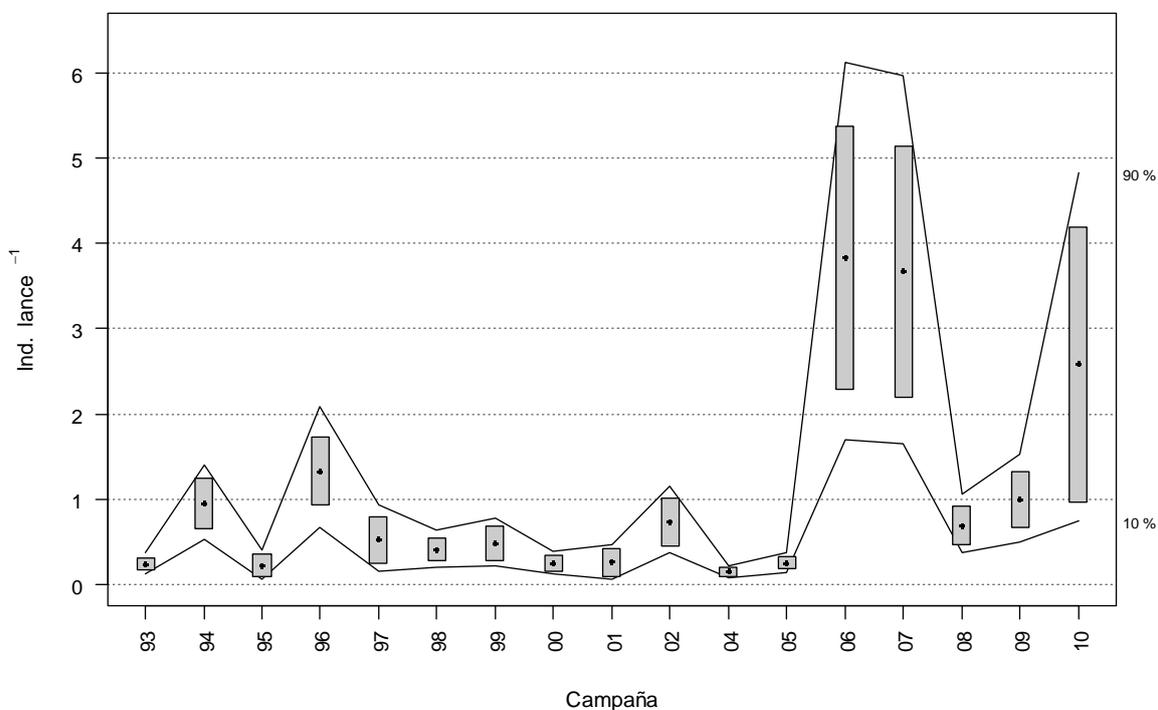
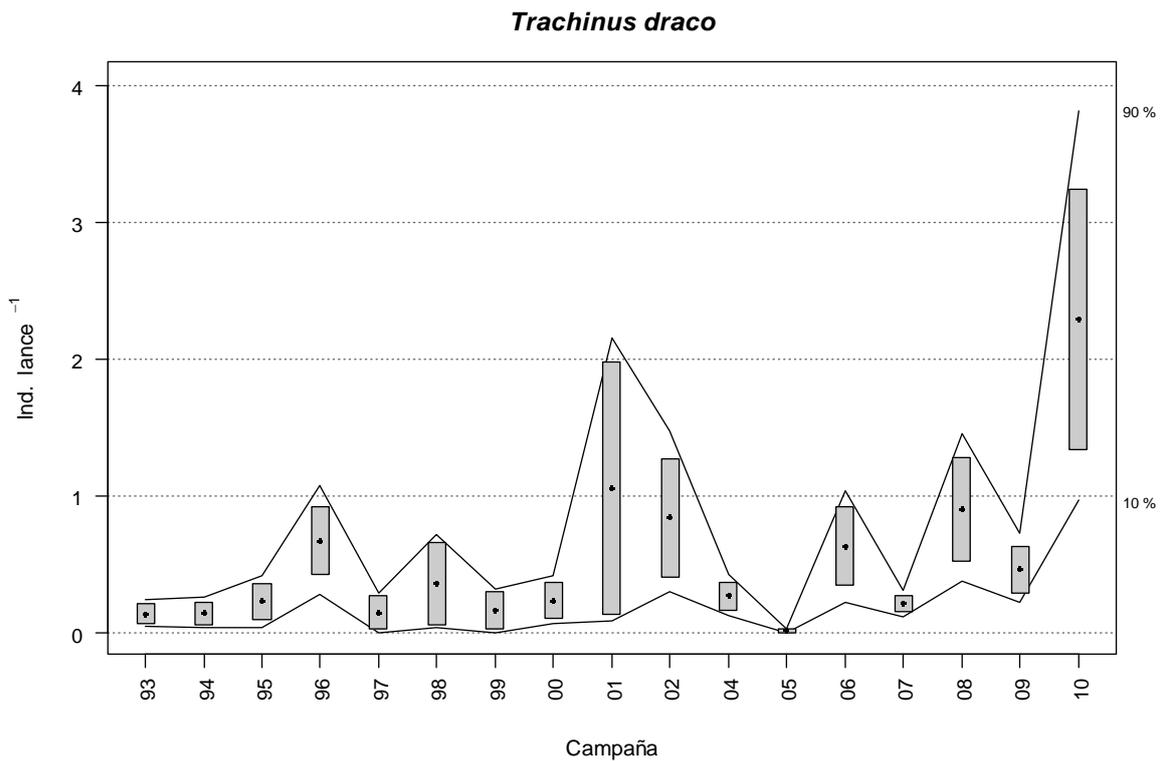


Figura VI.4.20. Histograma de distribución de abundancia de *Spondyliosoma cantharus* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).



**Figura VI.4.21. Histograma de distribución de abundancia de *Trachinus draco* para los años desde el 1993 al 2010 (excepto 2003).**



## Anexo VII. Fichas de hábitats

---



## CUEVAS Y SALIENTES (PAREDES VERTICALES Y EXTRAPLOMOS) EN ROCA INFRALITORAL

### DESCRIPCIÓN

Es un hábitat que se encuentra de forma general entre los 5 y 50 m de profundidad, y puede llegar a aparecer en zonas más someras si la turbidez del agua impide que la luz penetre. Generalmente, la comunidad se asienta sobre bloques rocosos, aislados o en grupos, y pueden llegar a encontrarse en fondos detríticos. La escasez de luz favorece la presencia de animales, aunque en los niveles superiores también aparecen algas esciáfilas. No obstante, la turbidez, la topografía del fondo y el hidrodinamismo condicionan la fauna asociada, lo que lo convierte en una comunidad compleja de clasificar.

En ambientes con fuertes corrientes suelen dominar los invertebrados sésiles filtradores, destacando alcionarios (*Alcyonium* spp.), las gorgonias, las esponjas, los briozoos y las ascidias.

Su distribución es amplia, hallándose en el atlántico y mediterráneo, y la principal diferencia entre regiones se halla en las especies que la conforman. En el caso de la Comunidad Autónoma de Andalucía está presente en todas las provincias, siendo citada en Almería, isla de Alborán, Granada, Málaga, Cádiz y Huelva. En la Demarcación Sudatlántica (provincias de Huelva y Cádiz), existe una gran diversidad de fondos, con ambientes de hidrodinamismo diferente.

### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Infralitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Sustrato rocosos y detríticos
	<b>Rango de profundidad</b>	5-50 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	Por debajo de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>	Región atlántica mauritano-senegalesa y mediterránea.	

### CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Se desconoce la extensión de este hábitat.

### CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

#### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Los organismos presentes en este tipo de hábitat pueden dividirse en aquellas que prefieren cierto nivel de hidrodinamismo y aquellas que habitan fondos más protegidos. En el primer caso, predominan especies de invertebrados sésiles filtradores como gorgonias (*Paramuricea clavata*, *Eunicella verrucosa*, *Eunicella Gazella*, *E. labiata*, *Leptogorgia lusitanica*) y Ellisidaceos (*Ellisella paraplexauroides*). Y en



zonas puntuales, escleractinias (*Phyllangia mouchezii*), esponjas, briozoos, ascidias y algún poliqueto (*Sabellaria spp.*).

En ambientes protegidos, suelen sedimentarse limos, y si las condiciones lo permiten suelen presentarse algas incrustantes e invertebrados raspadores que se alimentan de ellas como braquiópodos, ascidias solitarias, algunas esponjas (*Axinella polypoides*, *Aplysina spp.*), hidrozoos, ofiuras y antipatarios.

En cuanto a las especies móviles más características y relevantes se encuentran la langosta (*Palinurus elephas*), el bogavante (*Homarus gammarus*), la cigarra de mar (*Scyllarides latus*), el santiaguino (*Scyllarus arctus*) y el centollo (*Maja squinado*). Otros crustáceos frecuentes son el cirrípedo *Balanus perforatus* y los decápodos *Pagurus anachoretus*, *Dardanus calidus*, *Pisa nodipes*, *Eurynome spinosa* y *Alpheus spp.*, entre otros. y el erizo (*Centrostephanus longispinus*).

Los peces son numerosos en esta comunidad, aunque muchos de ellos no son exclusivos de este hábitat. Son característicos los peces del género *Trypterigion*, destacando desde un punto de vista económico la morena (*Muraena helena*), el congrio (*Conger conger*), el mero (*Epinephelus marginatus*), la dorada (*Sparus aurata*), los sargos (*Diplodus spp.*) y el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*).

---

# COMUNIDADES EN ROCA INFRALITORAL DE BAJA ENERGÍA ASOCIADAS A *Astroides calycularis* (Pallas, 1766)

## DESCRIPCIÓN

Se trata de un hábitat frágil que puede llegar a cubrir grandes superficies en lugares donde las condiciones son favorables, principalmente en paredes umbrías, extraplomos y entradas de grietas y cuevas. Entre las especies más representativas de este hábitat rocoso de modo calmo se encuentran las algas esciáfilas y la escleractinia *Astroides calycularis* (Pallas, 1766), especie clasificada como vulnerable dentro del Catálogo Nacional y Andaluz de Especies Amenazadas. Es una especie en peligro, por lo que se encuentra incluida también en el Anexo II del Convenio de Barcelona y en el Anexo II del Convenio de Berna.

En cuanto a la distribución de *A. calycularis*, sólo se encuentra en el Mediterráneo suroccidental, incluyendo las costas italianas de Nápoles y Sicilia, el norte de África desde la isla Zembra en Túnez hasta el cabo Espartel, al oeste de Tánger en las costas atlánticas de Marruecos. También es abundante en Ceuta (Templado *et al.*, 2004) y en Melilla e islas Chafarinas. En las costas españolas vive principalmente en Andalucía, distribuyéndose desde el Cabo el Gata (Almería) hasta la ciudad de Cádiz, siendo este punto, el límite occidental de la especie. El hábitat se distribuye desde unos 30-35 m de profundidad hasta la superficie.



Foto 1. Colonia de *Astroides calycularis*

Esta escleractinia, de esqueleto calcáreo y pólipos cilíndricos (Foto 1), puede llegar a cubrir grandes superficies en lugares donde las condiciones son favorables, principalmente en paredes umbrías, extraplomos y entradas de grietas y cuevas. Se distribuye, como se comentó anteriormente, desde la superficie hasta unos 30 m de profundidad, y puede permanecer durante algún tiempo por encima de la línea del agua con el paso de las olas por la pared rocosa. Las distintas formas de crecimiento de este coral corresponden a diferentes condiciones ambientales, de forma que las colonias masivas se encuentran en zonas de hidrodinamismo elevado, mientras que las de aspecto arborescente y crecimiento más laxo aparecen en áreas más calmadas.

Las principales amenazas de este tipo de hábitat donde *A. calycularis* es una de las especies más relevante, se podrían enumerar con un denominador común: el efecto antropogénico. Algunas de las causas más frecuentes son la contaminación de las aguas (vertidos, manchas de hidrocarburos, etc.), y el efecto de los buceadores poco respetuosos (aleteo incontrolado, golpeo con el equipo de buceo), que provocan desprendimientos.

En la Demarcación Sudatlántica se encuentra principalmente en la provincia de Cádiz, frente a las localidades de Rota y Barbate, en la zona situada frente a cabo de Trafalgar (Figura 1)

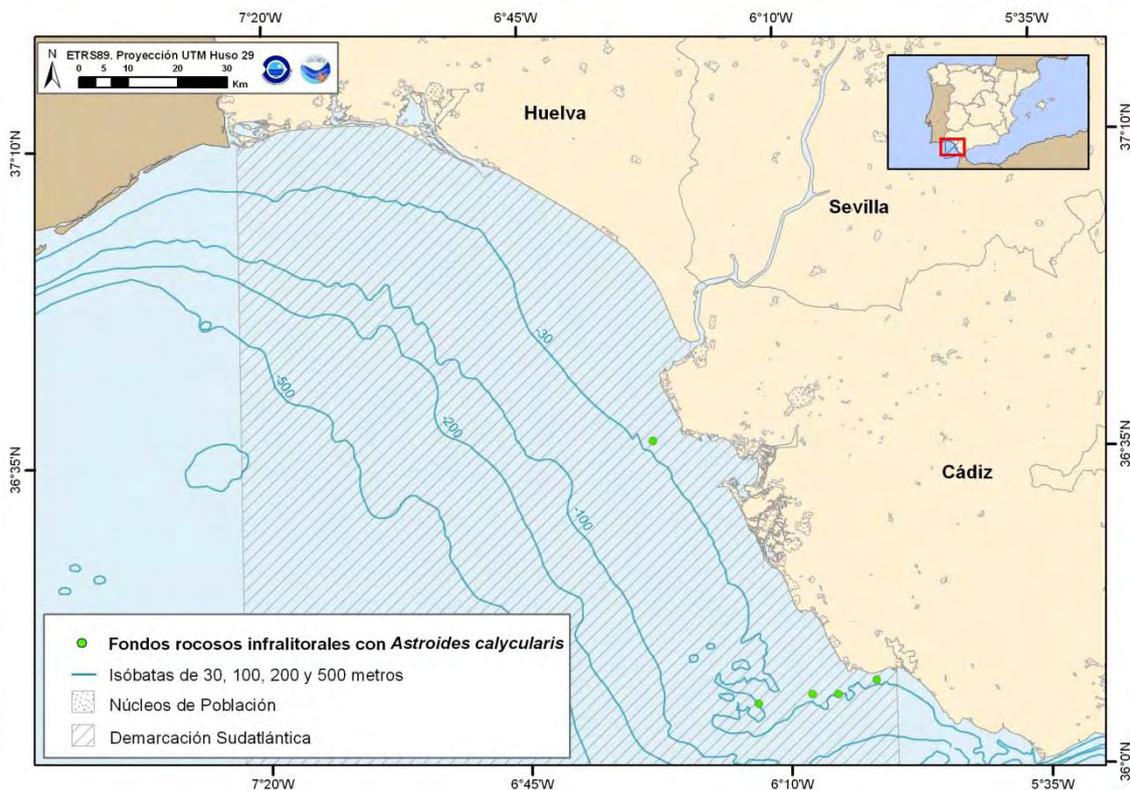


Figura 1. Presencia de *Astroides calycularis* en la Demarcación Sudatlántica, en la provincia de Cádiz.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Infralitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	1-35 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas con oleaje moderado
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Mediterráneo suroccidental y costas andaluzas desde Almería hasta la ciudad de Cádiz

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

A través del “Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación del Medio Marino Andaluz” de la Consejería de Medio Ambiente (Moreno *et al.*, 2007), se ha realizado una estimación aproximada de la presencia de la especie en km lineales obteniendo unos 37 Km en la provincia de Cádiz (Figura 2). En determinados puntos del litoral andaluz de paredes rocosas en zonas sombrías, *A. calycularis* puede ser una especie predominante, llegando a cubrir más de un 80% de las mismas.

En el total de la Comunidad andaluza es donde se encuentran la mayor parte de los contingentes ibéricos de la especie, destacando el Cabo de Gata en Almería, la isla de Alborán, en el Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar. En Granada es abundante en zonas como Cerro Gordo, la Punta de la Mona y los acantilados del Melonar entre Calahonda y Castell de Ferro. En Málaga se encuentra principalmente en la zona de Maro y en Cádiz en el Parque Natural del Estrecho, aunque también vive en el Parque Natural de la Breña y Marismas del Barbate y llega hasta La Caleta, en Cádiz capital (Figura 2).



Figura 2. Mapa de distribución de *Astroides calycularis* a lo largo de la costa andauza.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Esta facies está caracterizada por la presencia de *A. calycularis* y la gorgonia *Leptogorgia lusitánica*, además de otras especies que citaremos a continuación. El coralígeno típico es una biocenosis del circalitoral, sin embargo esta facies se encuentra principalmente en el infralitoral, en enclaves poco iluminados.

*A. calycularis* puede asociarse entre otras con las siguientes especies: *Lithophyllum byssoides*, que suele estar acompañada de diversas algas esciáfilas (*Cladophora pellucida*, *Pterocladia capillacea*, *Valonia spp.*, *Codium bursa*, *Palmophyllum crassum*, *Corallina elongata*, *Plocamium cartilagineum* y *Peyssonnelia spp.*). Son comunes la esponja *Halichondria panicea*, los hidrozooos *Coryne muscoides* y *Sertularella ellisi*, los antozoos *Actinia equina* y *Anemonia sulcata*, el briozoo *Turbicellepora magnicostata* y la ascidia *Pseudodistoma cyrnusense*.

Las esponjas son muy comunes y abundantes en esta comunidad. Entre otras muchas, aparecen *Axinella polypoides*, *Aplysina cavernícola*, *Petrosia ficiformis*, *Oscarella lobularis*, *Ircinia dendroides*. Entre los cnidarios, son característicos, además de las gorgonias mencionadas, los hidroideos *Eudendrium racemosum*, *Nemertesia antennina* y *Aglaophenia acacia*; los zoantarios, como *Parazoanthus axinellae*, que recubren amplias zonas de las paredes y extraplomos, y *Epizoanthus arenaceus*.

Los anélidos poliquetos generalmente ocupan los intersticios de las formaciones coralígenas o se encuentran fijos al sustrato, como los serpúlidos solitarios (*Serpula vermicularis*) o coloniales (*Filograna implexa*).

Entre los moluscos, cabe citar a los gasterópodos comedores de cnidarios como *Coralliophila brevis*, *Neosimnia spelta*, *Pseudosimnia carnea*, *Manionia blainvillea*, o los comedores de esponjas, como los opistobranquios de los géneros *Hypselodoris spp.*, *Dendrodoris spp.*, *Peltodoris spp.*, o *Chromodoris spp.* Los bivalvos son menos comunes y las especies más características son las perforadoras (*Coralliophaga lithophagella* y *Gastrochaena dubia*,) o las que viven sobre las gorgonias, como *Pteria hirundo*. El pulpo *Octopus vulgaris* es uno de los cefalópodos más abundantes en esta comunidad.

La fauna de crustáceos es bastante parecida en las comunidades de precoralígeno y coralígeno. Buena parte son de pequeño tamaño (anfípodos, isópodos, copépodos). Entre los de mayor talla e interés comercial destacan la langosta (*Palinurus elephas*), el centollo (*Maja squinado*), el bogavante (*Homarus gammarus*) y la cigarra de mar (*Scyllarides latus*).



Los equinodermos son relativamente frecuentes, como las estrellas *Ophidiaster ophidianus*, y *Marthasterias gracialis*, las ofiuras *Ophiothrix fragilis*, *Ophioderma longicaudum*, *Ophiocomina nigra*, que pueden agruparse en el interior de cuevas y fisuras; erizos (*Echinus melo*, *Sphaerechinus granularis*, *Centrostephanus longispinus* y holoturias (*Holoturia forlskali*, *H. tubulosa* y *H. sanctori*). En el coralígeno profundo es característico *Echinus acutus*.

Muchos peces son también comunes en la comunidad precoralígena, como el mero (*Epinephelus marginatus*), el congrio (*Conger conger*), el sargo (*Diplodus sargus*), la dorada (*Sparus aurata*), la brótola de roca (*Phycis phycis*) y las escórporas (*Scorpaena spp.*).

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

El control de las poblaciones andaluzas a través del “Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación del Medio Marino Andaluz” de la Consejería de Medio Ambiente, ha permitido el censo de la especie en toda la Comunidad entre 2004 y 2006, así como localizar nuevas poblaciones y tener datos actualizados de su distribución en Andalucía. *A. calycularis* aparece en todas las provincias andaluzas menos en Huelva. Se ha obtenido una estima aproximada de la presencia de la especie en km lineales en cada provincia, estando más ampliamente distribuida en Cádiz con unos 37 km, seguida de Granada con 20 km. Las medidas de cobertura dan valores máximos similares en Granada, Málaga y Cádiz, con cifras entre 80 y 85%, siendo algo inferiores los máximos de Almería (70%). En general, se observa que en la mayor parte de las zonas la cobertura es mayor en cotas más profundas. Los datos de densidad, con cifras de más de 28.000 pólipos/m<sup>2</sup>, son similares también en Granada y Cádiz, y algo menores en las otras provincias.

Aunque la población andaluza es la más importante de la península Ibérica y existen tramos de costa donde *A. calycularis* es dominante en el infralitoral poco iluminado, sus poblaciones se están diezmando por las obras litorales, la contaminación, y principalmente, por la destrucción del hábitat.

---



## ROCA INFRALITORAL DE ALTA Y MODERADA ENERGIA ASOCIADA A *Paracentrotus lividus* (Lamarck 1816), *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) y *Anemonia sulcata* (Forsskal, 1775)

### DESCRIPCIÓN

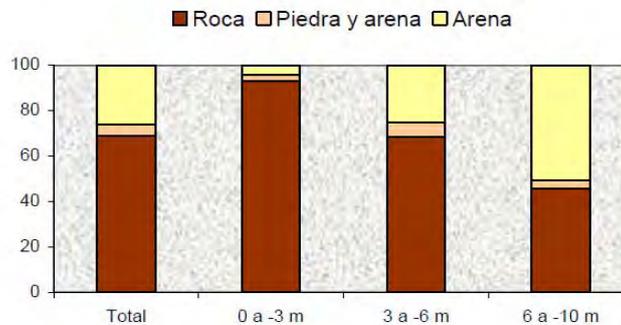
Hábitat marino del infralitoral y mesolitoral inferior, compuesto principalmente por fondos rocosos que pueden llegar a quedar al descubierto en la bajamar, y en menor medida por fondos de sedimentos con grosores medios. Englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natura 2000 *Arrecifes*, tal y como se describe en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE, son fondos que albergan importantes comunidades biológicas, y las cuales están adaptadas a soportar corrientes y la acción del oleaje. Se trata de un hábitat muy rico y diverso, en la que las principales especies de este hábitat son, además de un diverso número de algas fotófilas y algunas esciáfilas, los erizos (*Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*) y la anémona (*Anemonia sulcata*) que se encuentran sobre sustratos rocosos, en cavidades, rocas calizas, lajas, etc. Dentro de este hábitat estas especies aparecerían asociadas a tres comunidades distintas (Templado *et al.*, 2009):

- Comunidad algas fotófilas infralitorales en ambiente batido, formando parte de la facies de *Lithophyllum incrustans* y erizos (*Arbacia lixula* y *Paracentrotus lividus*): esta facies, desprovista de algas erectas ser el resultado de la acción de ramoneo de estos erizos herbívoros y del fuerte hidrodinamismo. Aparece hasta los 5 ó 6 m de profundidad en zonas expuestas al oleaje y se distribuye por todas las regiones naturales. Esta facies alberga especies de interés, como los gasterópodos *Patella caerulea*, los verméticos *Dendropoma petraeum*, *Vermetus triquetrus* y *Serpulorbis arenarius*, el bivalvo *Chama gryphina* y el cirrípedo *Balanus perforatus*.
- Comunidad de algas fotófilas infralitorales en ambiente calmo. Esta comunidad se instala sobre sustrato rocoso en el piso infralitoral superior (entre 0 y 15 m de profundidad), en lugares bien iluminados, con escaso hidrodinamismo y sedimentación moderada.
- Comunidad de algas esciáfilas infralitorales en ambiente calmo (precoralígena) Se instala en fondos rocosos protegidos de la iluminación directa, bien por la geomorfología (en paredes verticales, extraplomos, aberturas de las cuevas, rocas orientadas al norte) o debido a la profundidad. Sin embargo, es necesario un mínimo de luz para el desarrollo de las especies algales que forman parte de esta comunidad. Generalmente se encuentra entre 15 y 40 m de profundidad, pero puede encontrarse en zonas más superficiales cuando la escasa iluminación lo permite.

Por tanto el rango de profundidad a la que se encuentra estas especies oscila entre los 0 metros de la superficie y llega hasta aproximadamente los 40 metros. Habiéndose encontrado *P. lividus* a mayor profundidad en las campañas ARSA. La diversidad en la zona de estudio varía principalmente en función de la profundidad a la que se encuentran y del hidrodinamismo presente en la zona.



Si bien, es el sustrato rocoso donde las especies objeto de estudio se desarrollan y colonizan en mayor medida, se han observado presencia de estas especies en sustratos arenosos y abundancia significativa en sustratos de piedra y arena. En estudios realizados recientemente (Del Castillo y Terrón-Sigler, 2008) para erizos y anémona, se ha demostrado que el sustrato predominante donde se hallan es rocoso, seguido de arena y arena piedra (ver Gráfico 1).



**Gráfico 1.** Tanto por ciento relativo de cada tipo de sustrato encontrado en el total de puntos muestreados y a cada profundidad.

Otro tipo de hábitat a tener en cuenta son las poblaciones de fanerógamas marinas, que también aportan sustrato a las especies mencionadas, a veces con cierta abundancia, como es el caso de *Anemonia sulcata*. En cuanto a la proporción de erizos en las fanerógamas, esta es menor, localizándose éstos en la base de las fanerógamas para alimentarse de los epífitos que las colonizan.

Como se comenta anteriormente, el tipo de sustrato es un factor de influencia considerable en el asentamiento y desarrollo de las especies objeto de estudio, siendo el sustrato rocoso el más adecuado. Por ello, la abundancia estribará en el tipo de fondo existente así como otros factores: disponibilidad de alimento (Guidetti *et al.*, 2004), competencia inter o intraespecífica (Pais *et al.*, 2007), procesos hidrodinámicos y factores físico-químicos, contaminación antrópica. Asimismo otros factores relacionados con el tipo de fondo influirán en la distribución vertical entre las dos especies de erizos, *Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*, como la exposición al oleaje, inclinación del fondo, aparición de grietas en sustrato.

Las dos especies de erizos son claves en los ecosistemas marinos por su elevada tasa de herbivoría, manteniendo de esta forma a las algas infralitorales en su límite natural de crecimiento. *Paracentrotus lividus*, se encuentra más ampliamente distribuido que *A. lixula* en las aguas costeras de Andalucía (Del Castillo *et al.*, 1999). Además, *P. lividus* domina frente a *Arbacia lixula*, como consecuencia de competencia interespecífica y condiciones físicas. Así, Tuya *et al.* (2007), mostraron que *P. lividus* resiste mejor la acción de las olas que *A. lixula*, debido a que el primero tiene la capacidad de erosionar cierto tipo de sustratos para resguardarse de tal acción, y por ello domina a profundidades de entre 0 y -3 m sobre

*A. lixula*. En cuanto a la anémona (*Anemonia sulcata*), gusta de hábitats distribuidos entre la zona costera intermareal (colonizando pozas intermareales) hasta la franja infralitoral rocosa, llegando a alcanzar los 25 metros de profundidad (Del Castillo *et al.*, 1999). Se extiende por todo el Mediterráneo, en el Atlántico oriental, desde el norte de Europa hasta el Estrecho de Gibraltar. Presentan una estrategia alimenticia filtradora, micrófaga omnívora y oportunista, y también caza activa. En sus tentáculos se refugian especies de crustáceos y de peces.



## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

La información existente procede, principalmente, de estudios realizados por la Junta de Andalucía, dirigidos a conservar la sostenibilidad de la pesquería de las especies explotadas de forma comercial (*Paracentrotus lividus* y *Anemonia sulcata*) en las provincias andaluzas, así como de las campañas de arrastre que realiza el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en la demarcación sudatlántica, denominadas ARSA.

El rango batimétrico del hábitat se extiende desde la zona mesolitoral inferior hasta una profundidad de 60 metros. En general, el erizo *P. lividus* y la anémona *A. sulcata* se sitúan en los primeros 10 -15 metros de profundidad, siendo mucho más escasos por debajo de este rango batimétrico. En el caso del erizo *A. lixula*, el rango batimétrico es más amplio, pudiendo llegar a profundidades de más de 50 metros.

De estudios realizados por la Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, se extrae información de abundancia del erizo (*P. lividus*) y la anémona (*A. sulcata*) en las costas de la demarcación sudatlántica (ver Figura 3).

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Mesolitoral inferior - Infralitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	En superficie, 0 - 50 m.
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>	En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral. Desde las islas británicas al mediterráneo.	

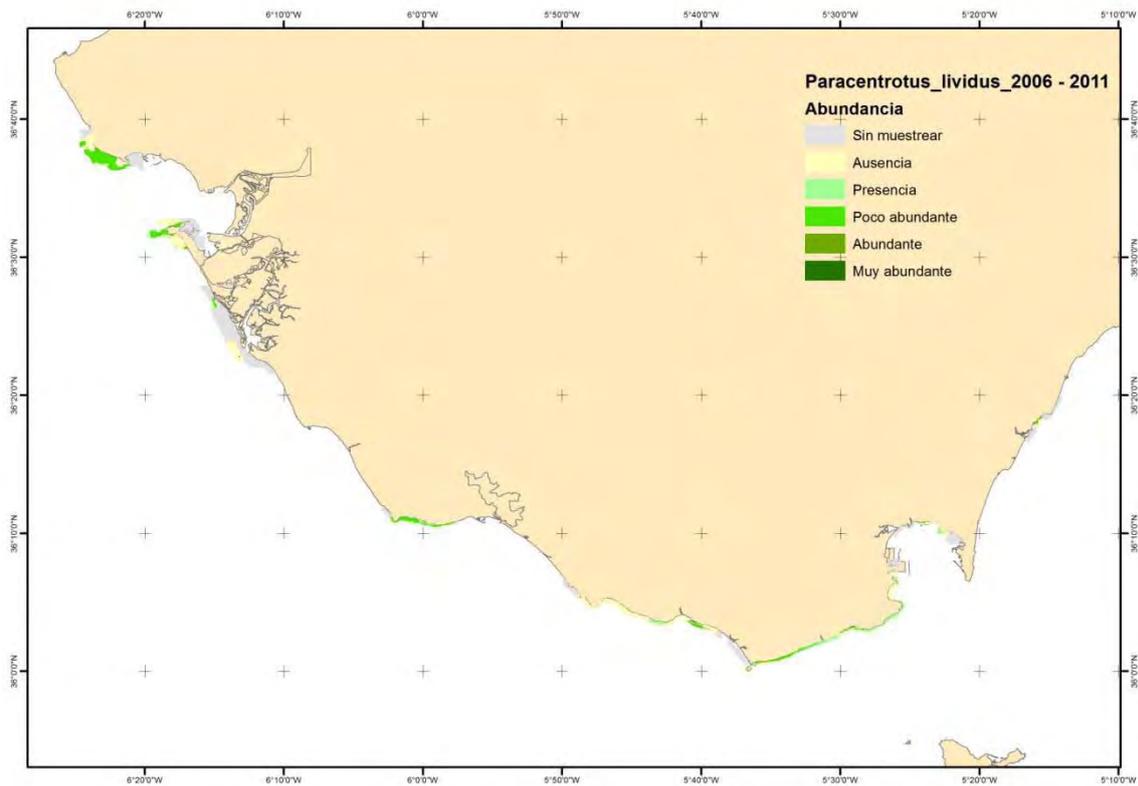


Figura 3. Mapa de abundancia de *Paracentrotus lividus* en la Demarcación Sudatlántica.

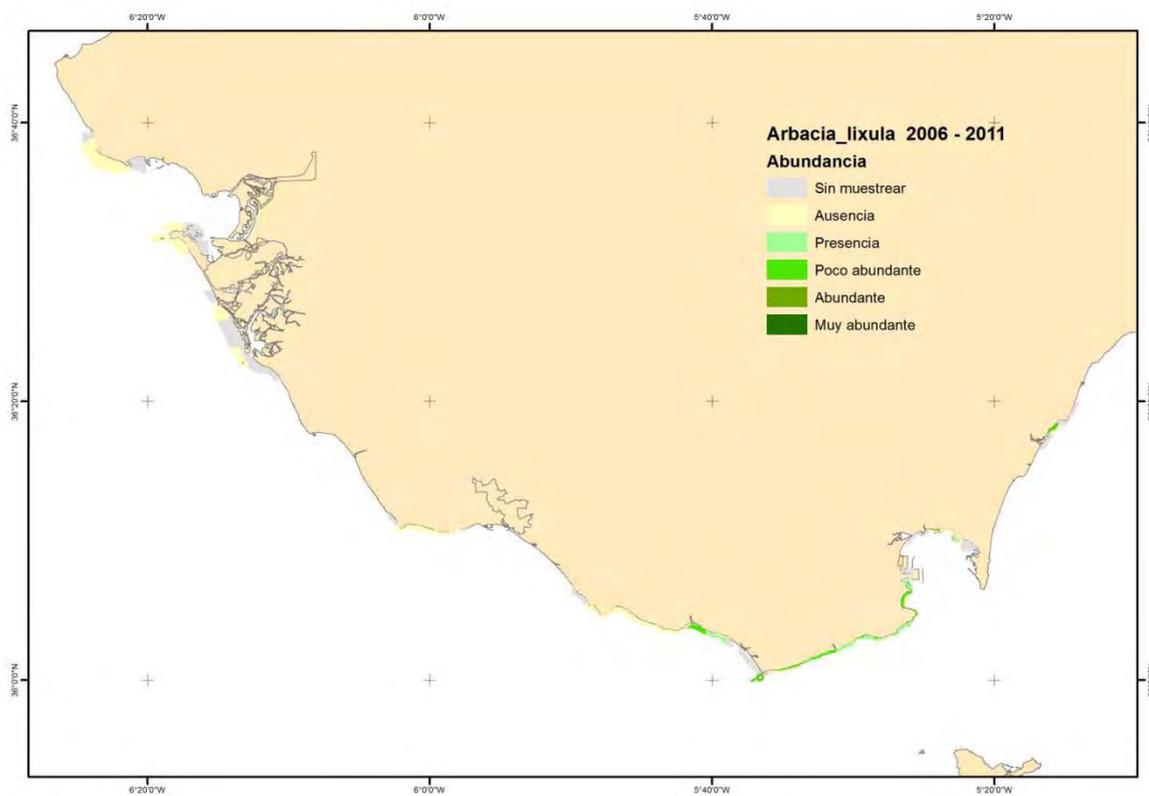


Figura 4. Mapa de abundancia de *Arbacia lixula* en la Demarcación Sudatlántica.

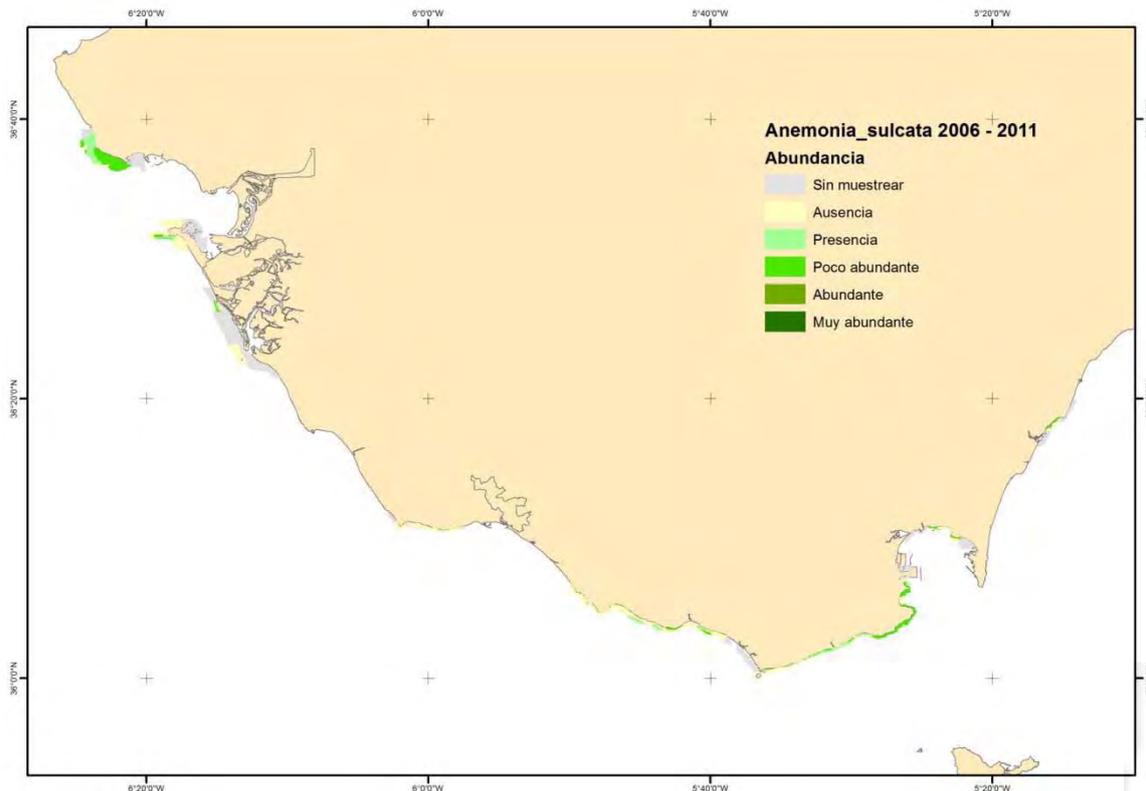


Figura 5. Mapa de abundancia de *Anemonia sulcata* en la Demarcación Sudatlántica.

En cuanto a las campañas ARSA realizadas por el IEO, de ellas se obtiene información de la distribución en profundidad del erizo *P. lividus* en fondos infralitorales y circalitorales blandos. En la mayor parte de los lances realizados, el rango batimétrico es inferior a los 100 metros, con una profundidad media de 39 metros.

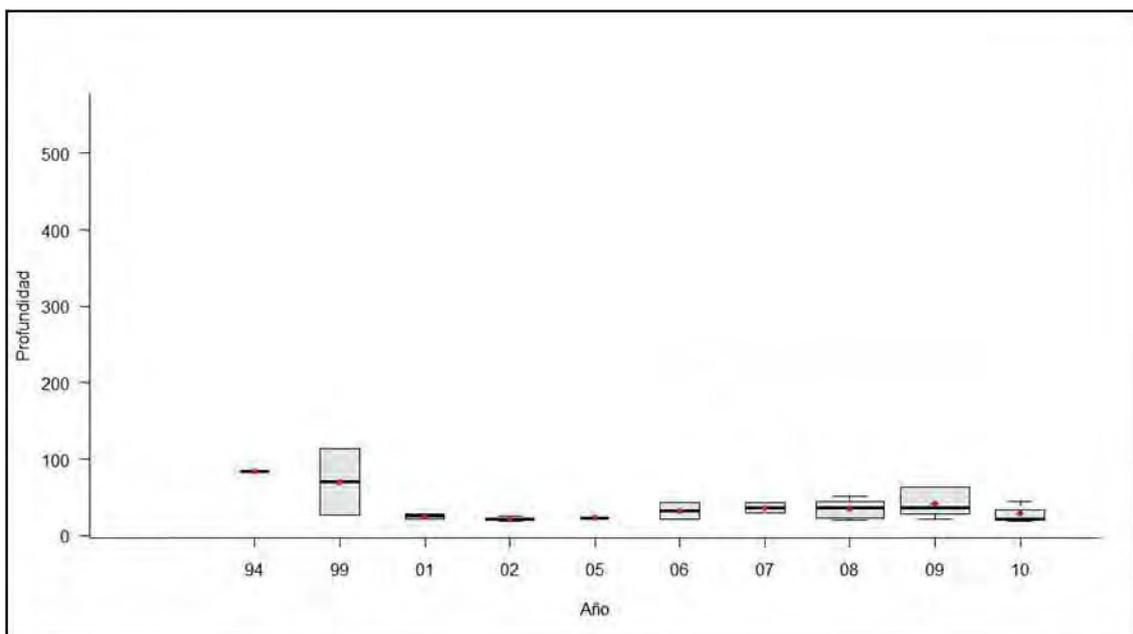


Figura 6. Distribución en profundidad para el periodo estudiado del hábitat: facies de *Paracentrotus lividus* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa sudatlántica.



INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Paracentrotus lividus</i>	19 – 63	19 - 113

Cabe destacar, que el erizo común (*P. lividus*) y el erizo negro (*A. lixula*) cohabitan en las costas andaluzas aunque con diferencias en su estrategia de vida, de forma que adoptan una segregación espacial (Tuya et al., 2007). No obstante, comparten algunos recursos y por ello la extracción de *P. lividus* ha podido favorecer un aumento en la disponibilidad de recursos para *A. lixula* y con ello un aumento en la abundancia de su población.

En los estudios realizados por la Consejería de agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, se concluye que la abundancia relativa de *P. lividus* disminuye a medida que aumenta la profundidad. Lo que puede ser explicado de forma sencilla ya que a mayor profundidad la proporción de sustrato arenoso en la provincia de Cádiz es mayor y este sustrato no es el más idóneo para esta especie.

En definitiva, se observa que *P. lividus* presenta abundancias relativas más elevadas a profundidades comprendidas entre 0 y -6 metros, debido, entre otros factores, a que a mayores profundidades domina el sustrato arenoso. Además, en esta misma profundidad domina frente a *A. lixula*, como consecuencia de competencia interespecífica y condiciones físicas. Se ha demostrado que *P. lividus* resiste mejor la acción de las olas que *A. lixula* Tuya et al. (2007), debido a que el primero tiene la capacidad de erosionar cierto tipo de sustratos para resguardarse de tal acción, y por ello domina a profundidades de entre 0 y -3 m sobre *A. lixula* (Del Castillo y Terrón-Sigler, 2008). Este comportamiento concluye que el establecimiento de *P. lividus* a pequeñas profundidades, está relacionado más al grado de exposición al oleaje de la zona y a las corrientes, que a factores como el tipo de sustrato.

Cabe destacar en la demarcación sudatlántica la presencia de *Arbacia lixula* en el litoral. Desde el estudio integral de las poblaciones de erizos en la costa andaluza (Del Castillo et al., 1999) hasta la actualidad (Del Castillo y Rey y Terrón-Sigler, 2008), esta especie ha ido ganando distribución espacial. En los primeros estudios, se observó en la parte Mediterránea (Almería, Granada y Málaga) y Atlántica, alcanzando únicamente hasta la Isla de las Palomas o Isla de Tarifa.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

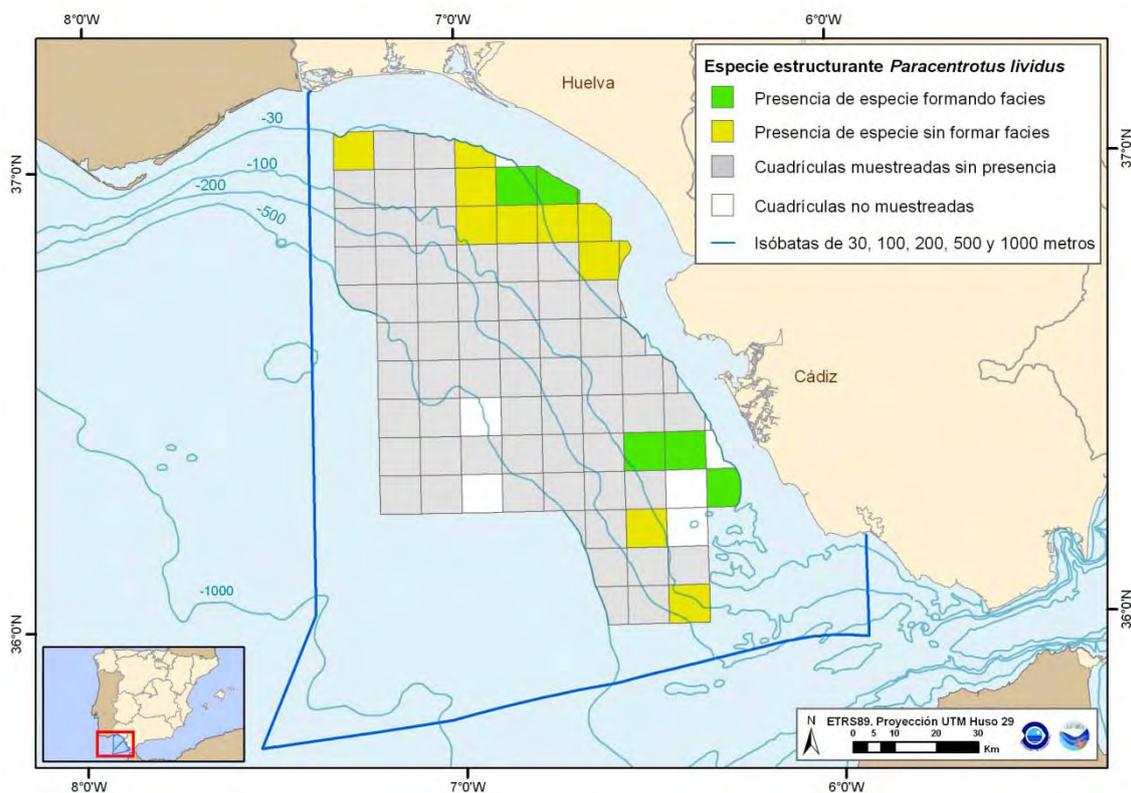


Figura 7. Mapa de distribución espacial de *Paracentrotus lividus*.

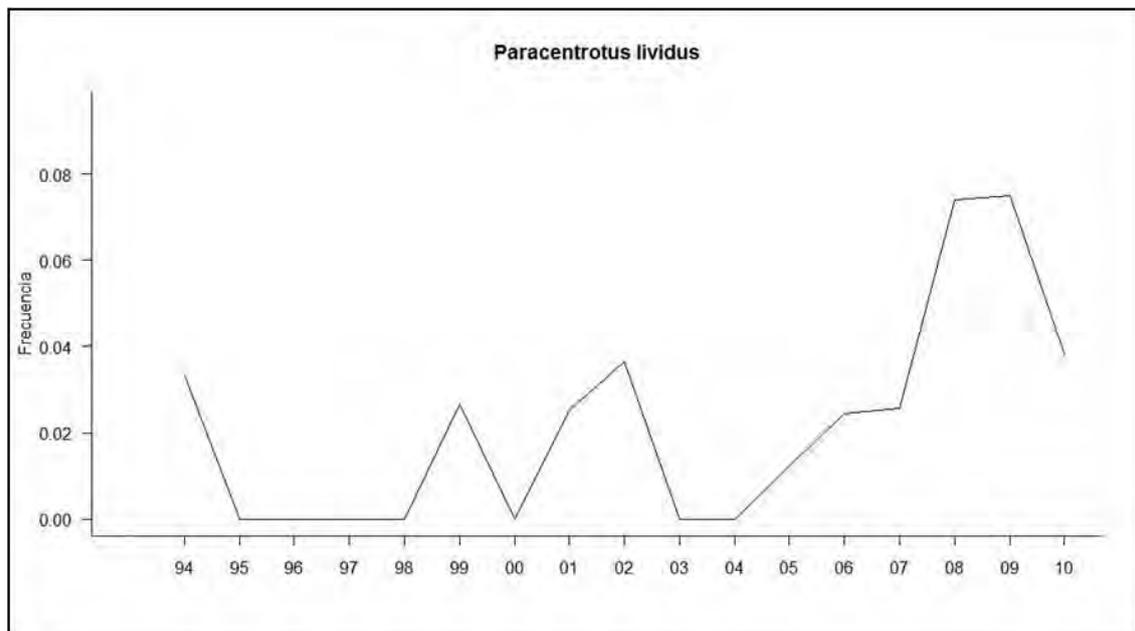


Figura 8. Evolución temporal de la frecuencia de cuadrículas con el hábitat; fondos blandos circalitorales y profundos dominados por *Paracentrotus lividus*.



INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de cuadrículas con presencia de hábitat <i>Paracentrotus lividus</i>	4,75 %	7,5 %

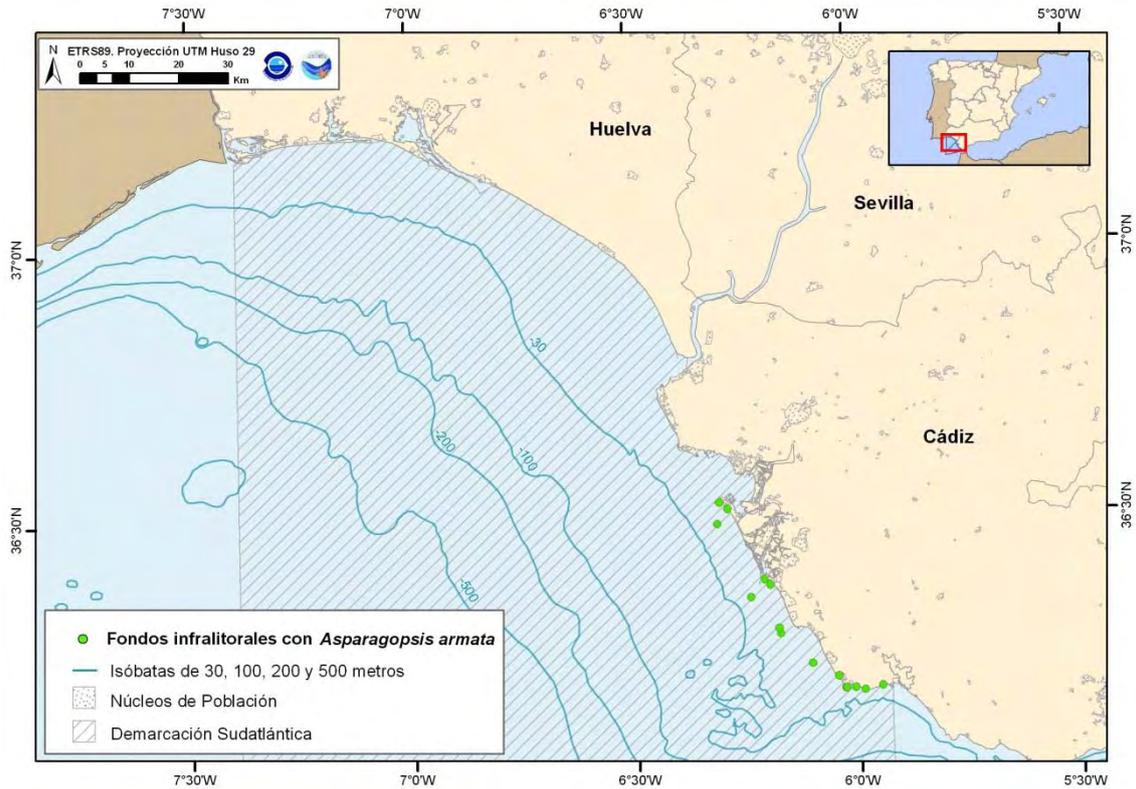
## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

En este tipo de hábitat de zonas poco profundas y de fuerte hidrodinamismo, es habitual facies dominadas por especies como erizos (*Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*) y de cnidarios como *Anemonia sulcata* y *Actinia equina*. Otras especies comunes son las algas, en las que además de las algas coralíneas o incrustantes del género *Lithophyllum*, se presentan especies como (*Corallina elongata*, *Gelidium spp.*, *Asparagopsis armata*, *Dictyota dichotoma*, *Jania Rubens*, *Cystoseira humilis* y *Lithophyllum incrustans*, *Bifurcaria bifurcata*).

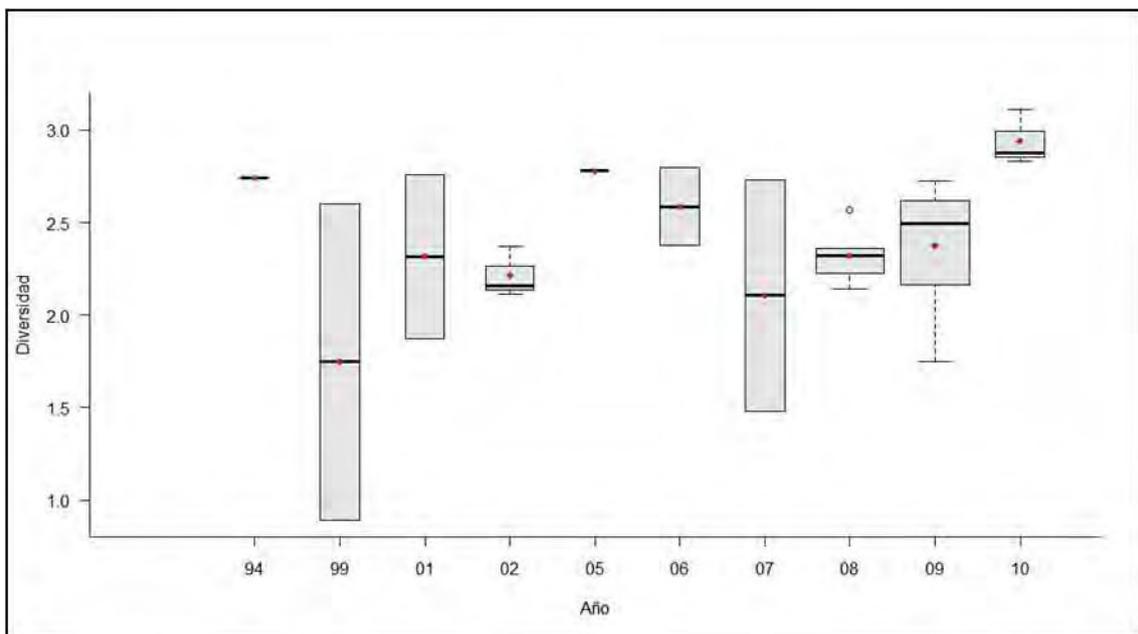
Como comentamos, la fauna asociada a esta facies es variada, siendo frecuentes las lapas y los bígaros, los crustáceos (*Palaemon serratus*, *P. elegans*, *Necora puber* y *Carcinus maenas*) y, bajo las piedras, las ofiuras (*Ophiothrix fragilis* y *Amphipholis squamata*), las estrellas de mar *Asterias rubens*, *Marthasterias glacialis* (depredador del erizo *P. lividus*) y *Asterina gibbosa*, esponjas y briozoos incrustantes, y ascidias, así como el holoturioideo *Holothuria tubulosa*. Otro grupo importante son los moluscos, entre los que destacan los pulpos (*Octopus vulgaris*), las sepias (*Sepia officinalis*), la oreja de mar (*Haliotis tuberculata*), *Gibbula sp.*, la liebre de mar (*Aplysia fasciata*), nudibranchios (*Hypselodoris sp.*), y otro depredador natural de erizos como la caracola *Charonia lampas* (especie incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas). Los peces están representados por diversas especies de góbidos y blénidos, además de abundantes lábridos y los espáridos.

Como se ha comentado anteriormente, una de las especies presentes en este tipo de hábitat es la macroalga marina invasora *Asparagopsis armata*. La distribución en Andalucía abarca las provincias de Almería, Granada, Málaga y Cádiz. En Almería se sitúa sobre fondos del poniente almeriense y en la bahía de Almería, profundidades de hasta 7m. En Granada, el alga está extendida casi de forma continua a lo largo de todos los sustratos rocosos del litoral. En cuanto a la provincia de Málaga, *A. armata* abarca todo el litoral, llegando hasta 5-7 metros de profundidad. Por último, la presencia en la provincia de Cádiz, se extiende por casi todo el litoral hasta la propia capital (el límite occidental de distribución para Andalucía) hasta 25 metros de profundidad, aunque preferentemente hasta los 9 m, donde forma cinturones continuos en la base de los acantilados y plataformas rocosas.

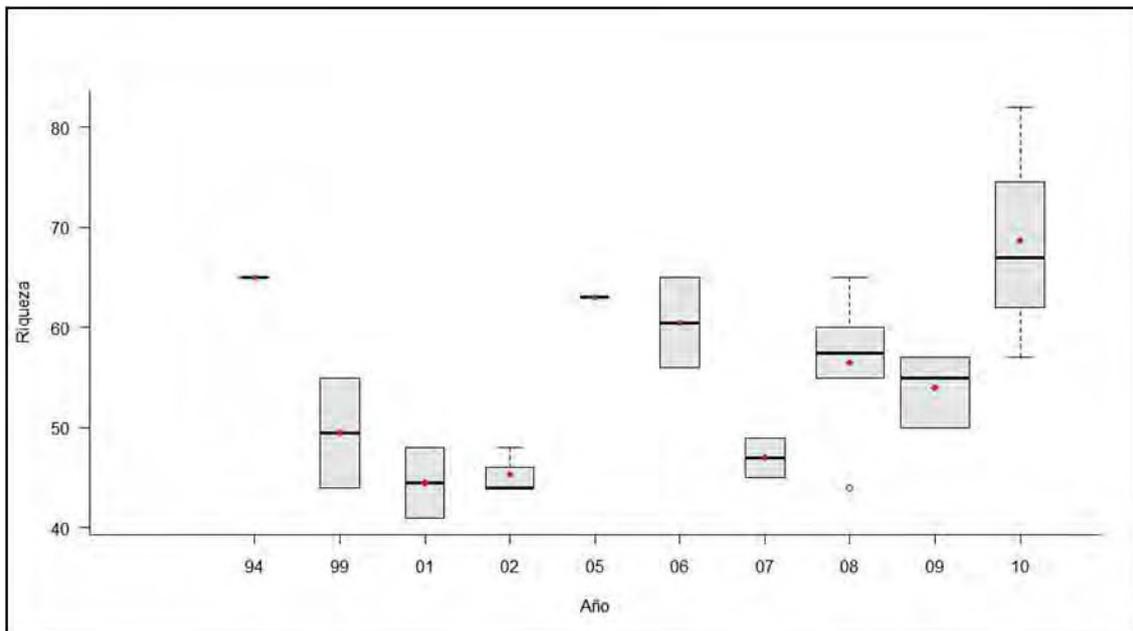


**Figura 9.** Mapas de distribución de la macroalga invasora *Asparagopsis armata*.

Se trata de un hábitat de un enorme valor ambiental, dada la riqueza existente en cuanto a comunidades biológicas. La distribución de las mismas depende de diversos factores como la batimetría y la naturaleza del sustrato.



**Figura 10.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Diversidad en el hábitat de *Paracentrotus lividus* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa sudatlántica.

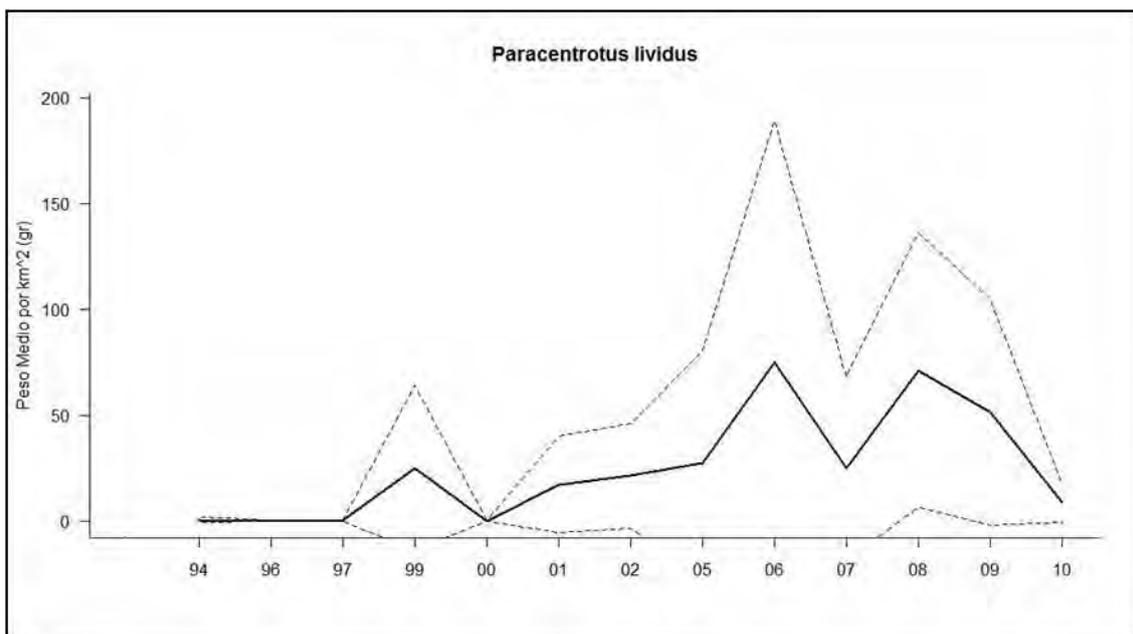


**Figura 11.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Riqueza en el hábitat de *Paracentrotus lividus* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa sudatlántica.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Diversidad <i>Paracentrotus lividus</i>	2,46	2,93
Riqueza <i>Paracentrotus lividus</i>	57,33 especies/lance	68,66 especies/lance

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

Observando la evolución temporal de la biomasa de *P. lividus* a lo largo de la serie histórica de campañas, se observa un incremento paulatino a partir del año 2000, alcanzando su pico máximo el año 2006 para descender bruscamente a partir de 2009.



**Figura 12.** Evaluación temporal de los pesos medios y de los pesos máximos y mínimos (línea de puntos) de *Paracentrotus lividus*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Biomasa de la especie estructurante <i>Paracentrotus lividus</i>	46,11 g/km <sup>2</sup>	75,01 g/km <sup>2</sup>



## FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES

### DESCRIPCIÓN

Los fondos rocosos infralitorales de la Demarcación sudatlántica, Golfo de Cádiz, se extienden principalmente a lo largo de todo el litoral gaditano, en la zona más oriental de la demarcación, mientras que en la zona más occidental, correspondiente a la costa onubense, predominan los fondos blandos de arena-fango, con tan solo algunos afloramientos rocosos donde se asienta una importante y diversa comunidad biológica. La extensión que ocupa es de unos 514 km<sup>2</sup>, aproximadamente, que se corresponde con casi el 20% del total de estos fondos, la mayor parte en la costa de Cádiz, como se ha comentado. Al igual que los fondos rocosos circalitorales y profundos, se encuentran englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natural 2000 *arrecifes*, tal y como se describe en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE. En los sustratos rocosos, suele ser frecuente la presencia de corrientes y una moderada turbidez. En cuanto al rango de profundidad a la que se encuentra, el sustrato no presenta grandes variaciones, siendo las comunidades biológicas que pueblan estos fondos las que presentan diferentes rangos batimétricos. Estos fondos engloban ricas comunidades biológicas infralitorales dominadas principalmente por macroalgas, si bien también pueden observarse otras comunidades, como los fondos dominados por algas incrustantes (A3.14), dentro de las cuales podrían incluirse los páramos de erizos y anémonas, fondos dominados por comunidades animales de esponjas, briosos, cnidarios, ascidiáceos,.. (A3.24) o comunidades infralitorales de cuevas o extraplomos (A3.71 y A3.74) dentro de las cuales puede haber hábitats presentes en el anexo V de OSPAR (aprobado en la decisión 2000/340/CE) dentro de la lista de hábitats amenazados y/o en declive como los jardines de coral o las agregaciones de esponjas. *Por ello, se trata de unos fondos de enorme valor ambiental de los que se dispone de información mas bien escasa, bastante dispersa y muy fragmenta.*

Entre la multitud de taxones típicos de estos fondos, destacan distintas especies de gorgonias, formando preferentemente en las zonas del infralitoral, jardines mixtos de gorgonias de especies como las del género *Eunicella*, *Leptogorgia* y la especie *Paramuricea clavata*. Hay que destacar que el litoral de Andalucía, alberga una gran diversidad de gorgonias, siendo una de las más elevadas de Europa. Destacan también los hábitat de *Dendrophilia ramea*, a veces formando jardines mixtos de coral junto con las gorgonias y diversas especies de briozoos, ascidiáceos, hidrozoos, y esponjas, entre otros. Otra especie notable de estos fondos es el erizo de mar, *Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845), que posee importantes poblaciones en Andalucía, aunque muy fragmentadas.

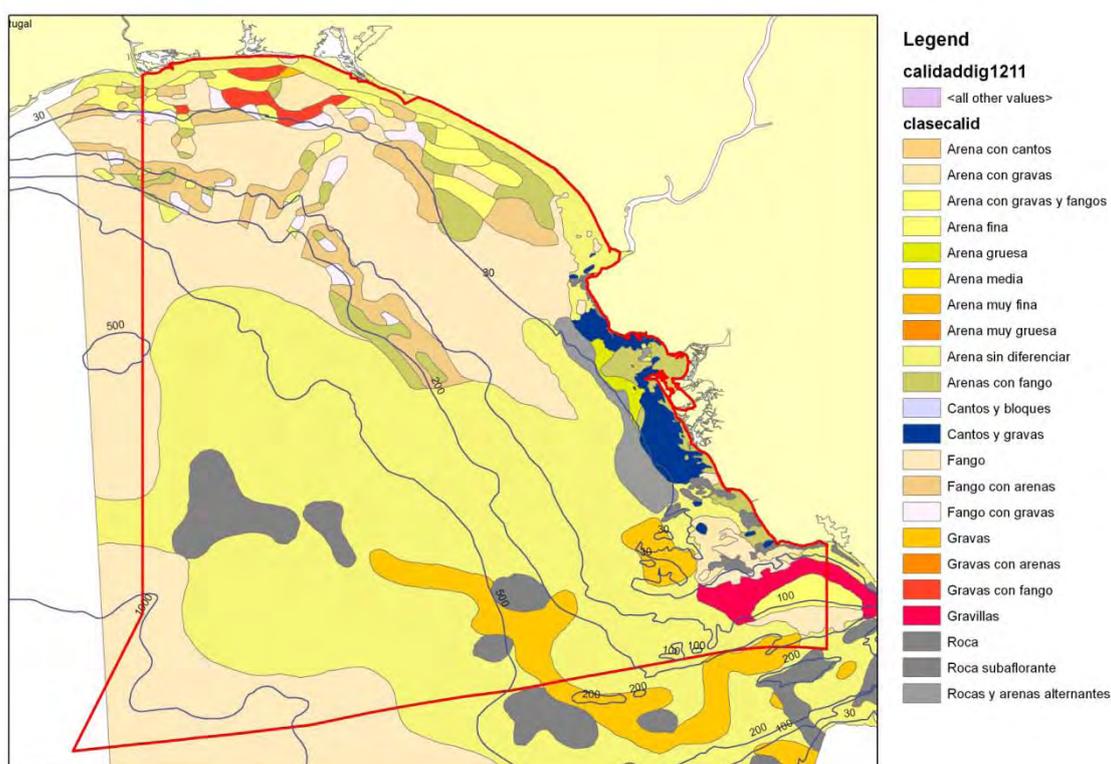
### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

Los fondos rocosos infralitorales de la Demarcación Sudatlántica se extienden a lo largo de un amplio estrato batimétrico. En la costa de Huelva solo aparecen afloramientos rocosos donde la diversidad biológica es elevada, con presencia de gorgonias y otros cnidarios. En la costa de Cádiz es mucho más notable el tipo de sustrato rocoso con algunos cambios en las comunidades biológicas cuanto más hacia el sur y hacia el este de la demarcación, debido a las características oceanográficas tan particulares que comienzan a aparecer en esta zona debido a la cercanía del Estrecho de Gibraltar. Sin embargo, no existen estudios continuos de las comunidades en el espacio y en el tiempo, sino estudios fragmentados sin continuidad en el tiempo.

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Infralitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	0- 30 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas poco influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

La información existente sobre la extensión del fondo infralitoral rocoso, como se cometa anteriormente, es mínima. Las principales manchas de sustrato rocoso se extienden del litoral de Cádiz hacia el sur, estando casi ausente en el litoral de Huelva. Del mapa de distribución espacial de los tipos de sedimentos que forman el Golfo de Cádiz, se puede extraer que el porcentaje de fondos infralitorales rocosos es considerablemente menor al formado por fondos infralitorales blandos, y bastante menor que el correspondiente en el estrato circalitoral.



**Figura 13.** Mapa de la distribución espacial de los diferentes tipos de sedimentos del Golfo de Cádiz.

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Extensión del hábitat (en Km <sup>2</sup> )	514,76 Km <sup>2</sup>	514,76 Km <sup>2</sup>
Porcentaje del estrato Infralitoral ocupado por el hábitat	19,4%	19,4%



## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Los fondos rocosos infralitorales de la Demarcación Sudatlántica se caracterizan por presentar una gran variedad de comunidades biológicas, compuestas principalmente por fauna sésil como esponjas, hidrozooos y anémonas. Los organismos presentes en este tipo de hábitat pueden encontrarse en ambientes con cierto nivel de hidrodinamismo o en fondos más protegidos con presencia de algas frondosas en la zona mas al sur de la demarcación (*Cystoseira spp.* entre otras) y comunidades de algas incrustantes. Los principales hábitats de roca infralitoral que se han observado y que están presentes en la demarcación sutatlántica son los siguientes:

- Arrecifes de *Crassostrea angulata*: Estos arrecifes están presentes desde la zona litoral hasta la franja superior del infralitoral en toda la zona noroeste de la provincia de Cádiz. Estos arrecifes han sido utilizados por el hombre para aprovechamientos pesqueros desde la antigüedad, así como para extraer piedras sedimentarias de *C. angulata* para su utilización en la construcción de edificios singulares de la provincia.
- Roca infralitoral dominada por *Paracentrotus lividus* y *Anemona sulcata*: Ambas especies, junto a otras muchas conforman un hábitat muy singular, con elevada diversidad, y con una regulación específica para ambas especies dado el aprovechamiento marisquero al que están sometidas.
- Jardines mixtos de gorgonias: Se describen ampliamente en su ficha correspondiente, siendo las principales especies de este singular hábitat *Paramuricea clavata*, *Eunicella verrucosa*, *Eunicella Gazella*, *Eunicella labiata* y *Leptogorgia lusitanica*.
- Fondos rocosos dominados por *Dendrophilia ramea*: Al igual que el habitat anterior, éste se describe ampliamente en su ficha correspondiente. Esta especie forma, generalmente, habitat mixtos con varias de las especies de gorgonias citadas, compartiendo el sustrato con otras muchas especies de briozoos, por ejemplo *Pentapora fascialis*, hidrozooos, ascidias, esponjas (*Aplysina aerophoba*, *Hemimycale columella*), el equiuroido *Bonellia viridis* y muchas otras especies, además de la rica comunidad íctica que alberga este tipo de hábitat, donde los espáridos ganan en protagonismo.
- Fondos rocosos con presencia de *Astroides calycularis*: Este tipo de hábitat se encuentra en la zona más al sureste de la demarcación, y generalmente se encuentra asociado a las comunidades típicas de cuevas y extraplomos, con una fauna única dominada por especies esciáfilas, donde abundan las esponjas incrustantes, ascinias, poliquetos, y especies de gorgonias como *Leptogorgia lusitanica* y *Paramiricea clavata*, entre otros muchos organismos (Fotos 1y 2)



Fotos 1 y 2. Fondos rocosos del estrato infralitoral colonizados por *Astroides calycularis* en el límite sureste de la Demarcación (Autor: Boris Martínez).



## FONDOS INFRALITORALES DE FANGO ASOCIADOS A *Caulerpa prolifera* (Forsskal)

### DESCRIPCIÓN

*Caulerpa prolifera* es una especie de las llamadas algas verdes (clorofita) del orden de las Caulerpales. Este Orden comprende más de 100 especies en todo el mundo, distribuidas por mares tropicales y subtropicales. Aunque existen seis especies en el mediterráneo (además de la presencia de la macroalga marina invasora *Caulerpa racemosa*), *C. prolifera* es la única especie presente en la Demarcación Sudatlántica. En concreto se encuentra en algunos puntos de Cádiz y Huelva.

Puede desarrollarse sobre diversos tipos de sustratos, si bien lo normal es que forme densas praderas sobre fondos blandos desde 1 hasta 20 m de profundidad, preferentemente fangosos de áreas con escasa renovación de agua y baja hidrodinámica, como las bahías semicerradas, las lagunas costeras y zonas portuarias. En ocasiones, puede aparecer asociada a otras especies de algas y fanerógamas marinas.

### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Infraitoral-Sublitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos fangosos, ocasionalmente arenosos con escasa renovación y bajos niveles hidrodinámicos.
	<b>Rango de profundidad</b>	1-20 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	Poco expuesto a la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En el Golfo de Cádiz, saco interno de la bahía de Cádiz, Sancti Petri, Rota, Torregorda y desembocadura del Río San Pedro

### CRITERIO 1.5.: EXTENSIÓN DEL HABITAT

El conocimiento de la distribución de *C. prolifera* en Andalucía es aun incompleto. Se ha citado en puntos de Tarifa, Cádiz y Rota. Trabajos más recientes sitúan praderas bien desarrolladas en distintas zonas de la bahía de Cádiz (puerto pesquero de Cádiz y Punta de Santa Catalina) y sobre todo en la desembocadura del río Guadalete, la playa de Valdelagrana, la desembocadura del río San Pedro y en la zona submareal del saco interno de la bahía de Cádiz. En esta última localización, la especie presenta una ocupación de aproximadamente el 50% del saco interno, y está asociada a *Cymodocea nodosa* en pequeñas pozas del sustrato fangoso. En otras áreas del litoral gaditano, está presente también frente a Sancti Petri (Chiclana) y Torregorda (San Fernando).

### CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

#### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

El medio físico donde se desarrollan estas praderas (áreas muy resguardadas, de escasa renovación de agua y con importantes aportes de materia orgánica) y la producción de toxinas son factores que a priori harían suponer que se trata de un hábitat pobre. Sin embargo, esto no es así, y al igual que las



fanerógamas marinas, son hábitat y refugio de numerosas especies adaptadas a estas condiciones. Entre las especies cuantitativamente más importantes se encuentran por ejemplo, los gasterópodos como *Jujubinus striatus*, *Pusillina radiata*, *Pusillina marginata*, *Rissoa membranacea*, *Bittium reticulatum* o *Tricolia tenuis*, los moluscos bivalvos como *Corbula gibba*, *Pandora inequalvis*, *Parvicardium exiguum*, *Abra alba*, *Loripes lacteus*, *Gastrana fragilis*, *Tapes decussatus* y *Anomia ephippium*. Destacar la abundancia del bivalvo *Macoma melo* (de distribución principalmente africana), en la pradera de Valdelagrana. Otro grupo animal presente lo constituyen los crustáceos, como los decápodos *Hippolyte sp.*, *Palaemon adspersus*, *Philocheras monacanthus*, *Diógenes pugilator*, *Macropodia parva*, y *Processa edulis*. Es frecuente la presencia de anfípodos como *Ampelisca diadema*, *Corophium annulatum*, tanaidáceo *Apeudes talpa*, los poliquetos como *Pileolaria militaris*, *Neanthes caudata*, *Capitella capitata* y *Notomastus latericeus*.

En relación a las toxinas *C. prolifera* produce una serie de metabolitos secundarios (caulerpenina) con propiedades tóxicas o disuasorias para microorganismos, larvas de erizos, invertebrados y peces herbívoros, impidiendo el asentamiento de epifitos o la depredación por parte de los herbívoros. Sólo unos pocos animales (moluscos gasterópodos opistobranquios, orden sacoglossos) han desarrollado mecanismos de detoxificación, que por una parte los hacen dependientes de la presencia del alga (constituye un alimento exclusivo) y, por otra, eliminan toda competencia con otros herbívoros. Estas especies son: *Lobiger serradifalci*, *Oxynoe olivacea* y *Ascobulla fragilis*.

También pueden encontrarse especies de mayor tamaño como los moluscos *Sepia officinalis* y *Octopus vulgaris*, el opistobranquio *Aplysia fascista*, el centollo *Maja squinado*, equinodermos como *Holothuria tubulosa* y el erizo *Sphaerechinus granularis*, ascidias como *Phallusia mammillata*, *Microcosmus squamiger* o *Styela alicata*. Además pueden encontrarse peces como góbios y blénios, *Hippocampus hippocampus*, *Anguilla anguilla*, *Sparus aurata*, *Sarpa salpa* o *Dicentrarchus labrax* entre otras.

---



# COMUNIDAD DE ARENAS Y ARENAS FANGOSAS LITORALES-INFRA LITORALES DOMINADAS POR POLIQUETOS Y BIVALVOS

## DESCRIPCIÓN

Se trata de un hábitat repartido a lo largo de toda la costa peninsular, frecuente en todos los mares, si bien su batimetría, así como su composición faunística pueden variar en cada zona.

De forma general son hábitats formados por arenas y arenas fangosas litorales-infralitorales, de zonas someras, con hidrodinamismos variables de ambiente calmado o batido. En ellas pueden encontrarse diferentes facies en función de la granulometría del sedimento. Se trata de un hábitat que engloba desde playas con arenas de grano fino o medio, sometidas a cierto grado de hidrodinamismo, a lugares con escaso hidrodinamismo, caracterizados por sedimentos finos, fangosos, ricos en materia orgánica. El hidrodinamismo no solo determina el tamaño del sedimento, sino también la composición, diversidad y abundancia de animales.

Las condiciones reseñadas les confieren una serie de características que definen un entorno costero específico. El hidrodinamismo no solo determina el tamaño del sedimento, sino también la composición, diversidad y abundancia de animales. En este hábitat se favorece el asentamiento de comunidades bentónicas, adquiriendo importancia las de moluscos, preferentemente bivalvos. El conjunto de condiciones biológicas, químicas y físicas definidas en el medio, ejercen una gran influencia en el comportamiento, crecimiento, ciclo reproductor y segregación espacial de las comunidades de organismos allí establecidas.

En la Demarcación Sudatlántica, este tipo de hábitat cobra gran importancia fundamentalmente en la costa onubense tanto en su zona litoral como infralitoral, donde existe una importante pesquería litoral, con rastros y dragas hidráulicas dirigidas a la captura de bivalvos. Esta pesquería cobra mayor importancia si cabe, dado el volumen anual de capturas y el alto valor comercial que algunas de estas especies pueden llegar a alcanzar.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

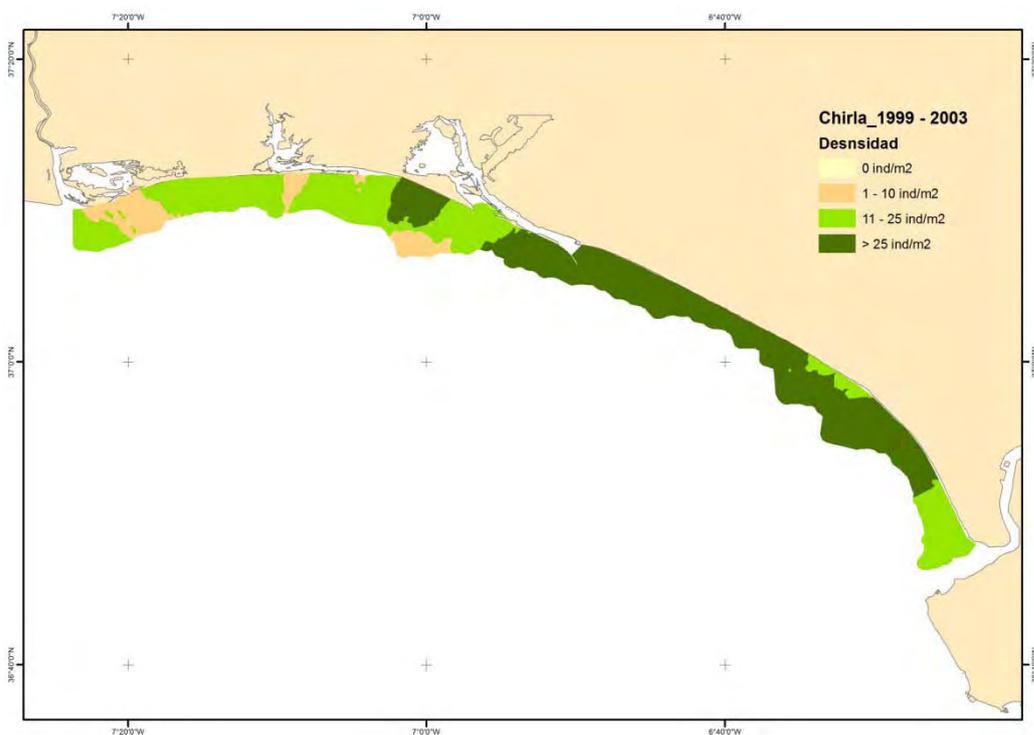
<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Meso-Infralitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos arenosos y arenoso-fangosos
	<b>Rango de profundidad</b>	0-25 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Distribuida a lo largo de la franja costera atlántica y mediterránea.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Este característico hábitat se extiende por los fondos meso e infralitorales de origen arenoso y arenofangoso, principalmente, con rangos batimétricos que varían según la zona y la especie en cuestión, a lo

largo de la práctica totalidad del litoral onubense donde es casi inexistente el sustrato rocoso en el rango batimétrico 0-20 m. Además, los ríos que vierten sus aguas en esta zona de la demarcación, condicionan y modifican la extensión y las características del mismo, dado el irregular régimen de lluvias de la fachada sudatlántica peninsular.

Entre las especies presentes en este hábitat, se encuentran los moluscos bivalvos *Solen marginatus*, *Chamelea gallina* y *Donax trunculus*, entre otras.. Se trata de especies de un gran interés comercial, cuya explotación está siendo controlada y regulada a través de estudios y normativas que la Junta de Andalucía está realizando en las principales zonas de producción, dado que la mayor parte de este hábitat se encuentra por dentro del límite de las aguas interiores, donde la comunidad autónoma tiene sus competencias en materia pesquera. De los estudios realizados, principalmente en el litoral onubense, se obtienen una serie de mapas que muestran la situación (densidad y abundancia) de las especies mencionadas (Figura 14, Figura 15 y Figura 16). Estos mapas suelen variar de una año a otro debido a que las fluctuaciones de las condiciones ambientales y oceanográficas condicionan en gran medida el éxito del reclutamiento de las especies características del hábitat, el cual es esencial para el mantenimiento de la población en especies de vida corta como las mencionadas.



**Figura 14.** Mapa de la densidad de la Chirla (*Chamelea gallina*) en la principal zonas de explotación de la costa de Huelva.

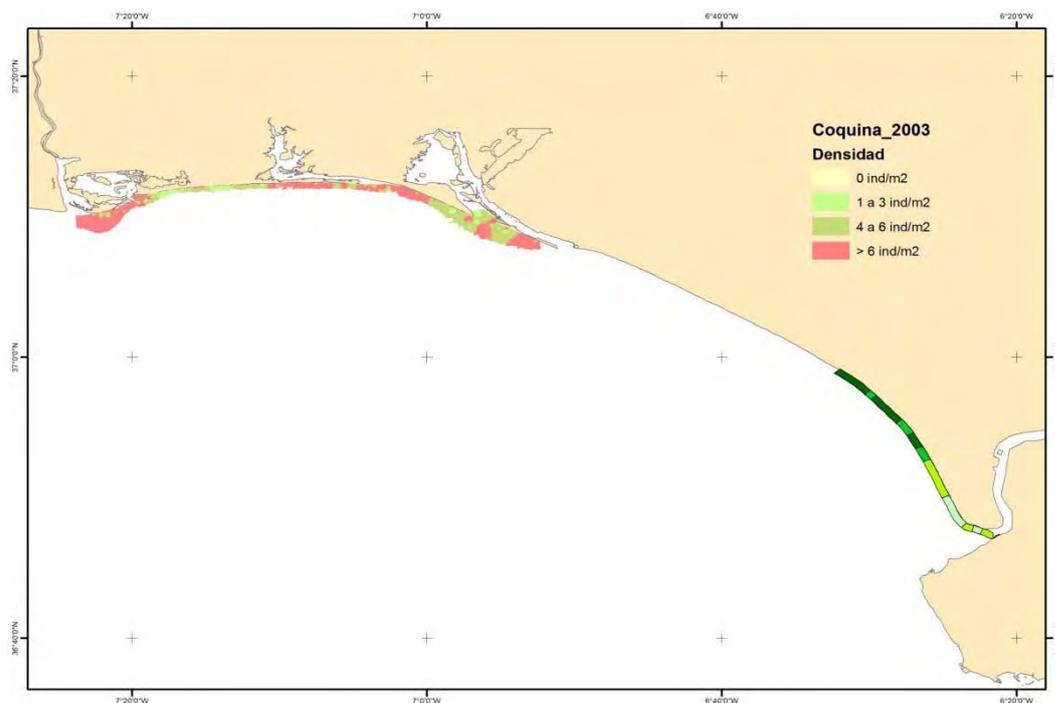


Figura 15. Mapa de la densidad de la Coquina (*Donax trunculus*) en la principal zonas de explotación de la costa de Huelva.

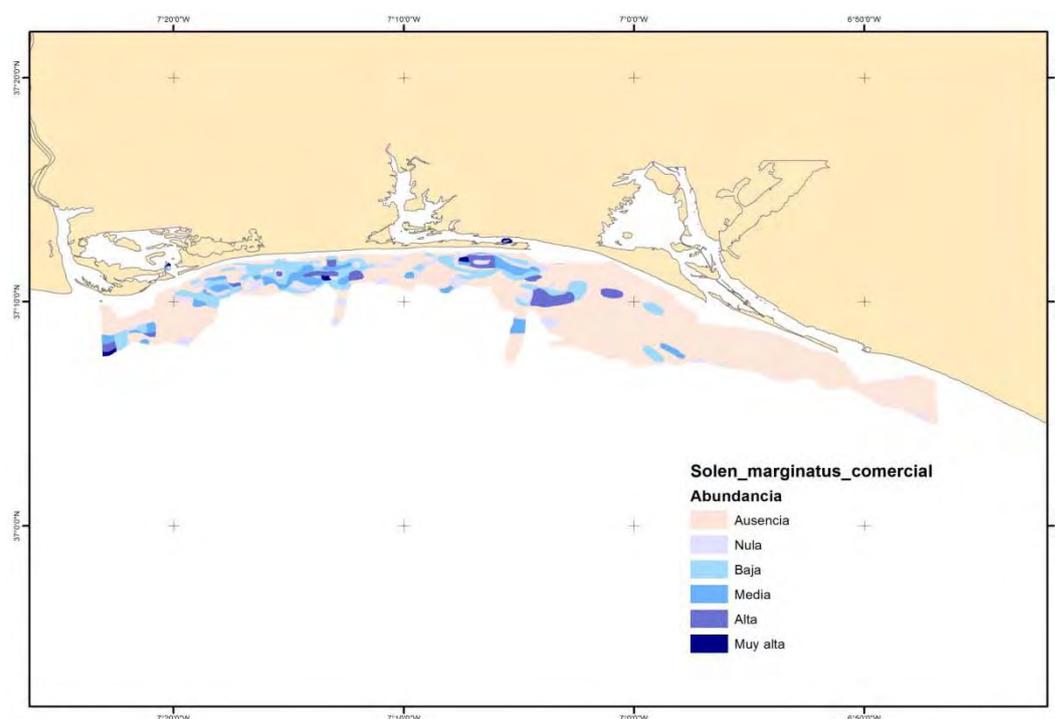


Figura 16. Mapa de la densidad del Longueiron (*Solen marginatus*) en la principal zonas de explotación de la costa de Huelva.



## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

La especial situación del Golfo de Cádiz como boca de entrada al Mediterráneo, permite la confluencia de masas de agua de diferentes características promoviendo un mayor desarrollo de la biodiversidad marina. Esta diversidad se ve incrementada por la presencia de importantes estuarios en esta zona del litoral onubense, como son los de los ríos Guadiana, Piedras, Tinto-Odiel y sobre todo, el del Guadalquivir, limítrofe con la provincia de Cádiz, cuyos aportes fluviales incrementan la turbidez de las aguas y la concentración de nutrientes. Ya en la provincia de Cádiz, encontramos ríos como el Guadalete y el Barbate, además del saco de la Bahía de Cádiz, donde este tipo de hábitats blandos arenoso-fangosos son de especial interés por su diversidad ecológica.

En el caso de sedimentos litorales de arenas, se trata de un ambiente más batido y oxigenado sin apenas materia orgánica, que presenta facies caracterizada por el poliqueto *Scolecopsis squamata*, junto con otros poliquetos (*Ophelia bicornis* y *Scoloplos armiger*), isópodos (*Eurydice pulchra*), anfípodos (*Haustorius arenarius* y *Bathyporeia spp.*) y bivalvos como *Donax trunculus*, acompañado por otras especies del género *Macra*. Estas dos últimas especies se encuentran presentes en la zona mesolitoral, además de en zonas de permanente inmersión de la franja infralitoral superior.

En las arenas fangosas mesolitorales, las especies más características son *Cerastoderma edule* (berberecho), *Solen marginatus* (mesolitoral inferior-infralitoral), *Donax trunculus*, *Ruditapes decussatus*, y *Scrobicularia plana*, entre otras. Esta última suele ocupar las zonas más fangosas de la desembocadura de los ríos, acompañadas de otras especies como los poliquetos *Hediste diversicolor*, *Nephtys hombergi*, *Arenicola marina*, *Capitella capitata*, *Eteone longa*, *Nephtys hombergii*, *Pygospio elegans* y *Marphisa sanguinea* y especies de la familia Spionidae, y numerosos oligoquetos del género *Tubificoides*. Los crustáceos y gasterópodos no son muy abundantes, si bien son característicos los cangrejos del género *Liocarcinus* en las zonas mesolitorales más arenosas, y la especie *Carcinus maenas* en las más fangosas. El anfípodo excavador de fango *Corophium volutator* y el gasterópodo *Hydrobia ulvae*, que vive en poblaciones muy densas en la superficie de piedras, limo, arena o algas, también suelen aparecer en este tipo de hábitats.

En la franja infralitoral, además de las especies explotadas como la chirla (*Chamelea gallina*), la coquina (*Donax trunculus*) y el muergo (*Solen marginatus*), éstas dos últimas también presentes en el mesolitoral, destacan los bivalvos de la Familia Veneridae (*Dosinia exoleta*, *Dosinia lupinus*, *Callista chione*, *Venerupis rhomboides*, *Clausinella fasciata*, *Pitar rudis*, entre otras), Familia Donacidae (*Donax vitatus*, *Donax variegatus*), Familia Cardiidae (*Acanthocardia tuberculata*, *Acanthocardia echinata*, *Laevicardium oblongum*), Familia Mactridae (*Spisula solida*, *Spisula subtruncata*, *Macra corallina*, *Macra sultorum*), Familia Pectinidae (*Pecten maximus*, *Chlamys flexuosa*), Familia Solenidae (*Solen siliqua*), Familia Tellinidae (*Angulus tenuis*), Familia Psammobiidae (*Gari depressa*), Familia naticidae (*Natica catena*), Familia Nuculidae (*Nucula nucleus*), Familia Pandoridae (*Pandora inaequalvis*), entre otras muchas especies (Foto 1). Otros grupos representativos son los moluscos gasterópodos *Cymbium olla*, *Bolinus brandaris*, *Turritella communis*, Equinodermos (*Ophiura texturata*, *Echinocardium spp.*), apareciendo en ocasiones la holoturia *Labidoplax digitata*. Gran variedad de anélidos poliquetos, como *Notomastus latericeus*, *Mediomastus fragilis*, *Scoloplos armiger*, *Arenicola marina* y *Harmothoe sp.* Los moluscos cefalópodos también están representados en estos hábitats por *Sepia officinalis* y *Octopus vulgaris*, principalmente. Por su parte, los crustáceos se encuentran también bien representados principalmente por la presencia de cangrejos ermitaños como *Diogenes pugilator*, muy abundantes en la



zona, y otras especies de decápodos como *Atelecyclus spp*, *Goneplax romboides*, *Liocarcinus spp*, *Illia nucleus*, entre otras, destacando las especies comerciales como el langostino *Melicerthus kerathurus* y la galera *Squilla mantis*. En relación al ecotipo de los peces, estos igualmente están bien representados, destacando los peces planos como la acedía (*Dicologlosa cuneata*) y el lenguado (*Solea spp.*), los espáridos (*Diplodus spp.*), el roncaor (*Pomadasys incisus*), la araña (*Trachinus draco*), especies de elasmobranquios como las tembladeras (*Torpedo torpedo* y *Torpedo marmorata*) y las rayas (*Raja clavata* y *Raja undulada*), entre otras muchas especies. El tipo de fondo, entre otros factores, condiciona la presencia de unas u otras especies de peces, al igual que ocurre con otros grupos faunísticos.



Foto 1. Comunidad de invertebrados presente en los fondos arenoso-fangosos del infralitoral superior de la costa onubense, con presencia mayoritaria de *Chamelea gallina*. Muestra procedente de una draga hidráulica dedicada a la captura de este bivalvo en el Golfo de Cádiz.



# SEDIMENTOS LITORALES E INFRALITORALES DOMINADOS POR FANEROGÁMAS MARINAS

## DESCRIPCIÓN

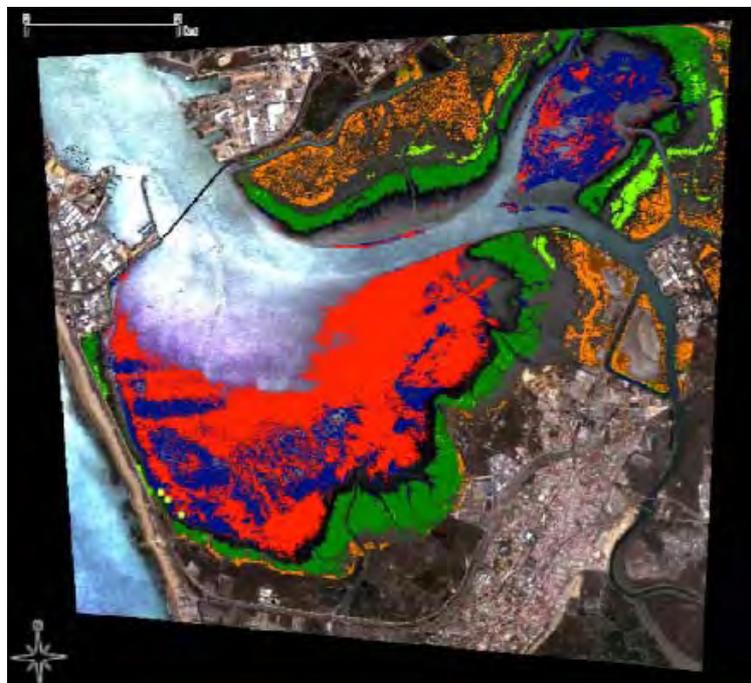
Las fanerógamas o angiospermas marinas son plantas vasculares que completan su ciclo de vida en el medio marino y son de gran importancia para las comunidades marinas, ya que forman y/o modifican su propio hábitat, además de proporcionar una gran cantidad de biomasa y oxígeno. Se trata de especies magnoliofitas, es decir, tienen flor y fruto, además de un complejo sistema de rizomas que protegen la costa de la erosión, pudiendo actuar sus hojas como trampa de sedimentos al reducir los niveles hidrodinámicos dentro del dosel vegetal. Además, constituyen el hábitat de numerosas especies, tanto vegetales como animales. Este tipo de vegetación submarina está presente en todas las latitudes, menos las polares, formando las llamadas “praderas submarinas”. Viven principalmente sobre sustratos arenosos y fangosos. Pueden encontrarse hasta los 40 metros de profundidad, o más siempre que la disponibilidad de luz permita un balance positivo de fotosíntesis neta. Se considera que la luz es la variable más determinante para su límite vertical de distribución, por lo que su presencia suele ser bastante superficial. En el Atlántico raramente se encuentran a profundidades mayores a 10 metros, localizándose frecuentemente a menos de 5 metros de profundidad.

En las costas europeas pueden encontrarse cinco especies de fanerógamas marinas: *Posidonia oceánica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Zostera noltii* y *Halophila decipiens* (especie invasora en el mar mediterráneo). De ellas solo tres están presentes en la demarcación Sudatlántica: *Z. marina*, *Z. noltii* y *C. nodosa*. Estas especies habitan en ambientes tipificados en la Directiva Hábitat como el 1110 (bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda), 1140 (llanuras mareales), o 1160 (grandes calas y bahías poco profundas), y están protegidas, entre otras causas por la importancia de los servicios ecosistémicos que prestan, como el almacenamiento de carbono o el control de la erosión marina. Así, estas praderas ejercen un papel fundamental, tanto en la biología costera como en la dinámica litoral. De hecho, estudios recientes desarrollados en praderas de *Z. noltii* y *C. nodosa* han puesto de manifiesto el papel que juegan estas especies como ingenieros del ecosistema al alterar las condiciones hidrodinámicas a nivel local, favoreciendo una mayor densidad de invertebrados bentónicos y una mayor tasa de filtración en moluscos bivalvos.

En los años 20, *Z.* sufrió una mortandad masiva en todo el Atlántico llegando a afectar en algunas zonas de Europa y Norteamérica al 90% de las praderas. Este fenómeno se denominó “*wasting disease*” y, aunque las razones aún hoy en día se discuten, la principal teoría responsabiliza al hongo parásito *Labyrinthula zosterae*. Lamentablemente, a día de hoy la especie todavía no se ha recuperado y a esto se suman otros factores antrópicos y naturales que están disminuyendo aún más las praderas existentes. Algunas actividades humanas provocan graves daños físicos sobre las fanerógamas marinas por su efecto erosivo, que arranca matas y hojas. Entre estas destacan los daños que generan sobre las praderas, en menor medida, el fondeo de las embarcaciones y las prácticas pesqueras.

Dentro de los trabajos de caracterización de ecosistemas marinos llevados a cabo por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía destaca el del seguimiento realizado a las praderas de fanerógamas marinas. Andalucía dispone desde 2001 de una cartografía de todo el litoral de las praderas de fanerógamas. Sin embargo, dado que estas praderas son sistemas vivos, sujetos a cambios

en su presencia, cobertura o densidad, la revisión y actualización de estas cartografías se hace necesaria e imprescindible para la adecuada gestión de las mismas. Se conocen zonas en nuestra Demarcación en las que se ha producido en los últimos años una evidente regresión de las mismas (p. ej., ría del Piedras, en Huelva), por lo que dicha cartografía no refleja exactamente la superficie total cubierta por estas fanerógamas. Desde el año 2005 se empezaron a realizar cartografías de más detalle en determinadas localidades de gran interés para la gestión donde se desarrollan estas praderas. Actualmente, al menos en los sistemas mareales de la Bahía de Cádiz, la Universidad de Cádiz está cartografiando también estas praderas mediante técnicas de teledetección, a partir del tratamiento de imagerie satelital, el cálculo de la reflectancia *in situ* de las poblaciones de macrófitos marinos del saco interno de la Bahía y la corrección de la atenuación de la luz en el agua (Figura 17). De otra parte, las praderas de fanerógamas marinas son excelentes bioindicadores del estado de conservación y calidad ambiental del medio marino (aguas y sedimentos) en donde se desarrollan. La regresión de estas biocenosis aporta información sobre posibles impactos a nivel más local, como la contaminación, vertidos, incidencia de obras litorales o portuarias, etc.



**Figura 17.** Mapa predictivo de la distribución de los principales macrófitos en la Bahía de Cádiz. En color azul: *Cymodocea nodosa*; verde oscuro: *Zostera noltii*; Rojo: *Caulerpa prolifera* (Chlorophyta); verde claro: ulváceas (Chlorophyta); naranja: quenopodiáceas de marisma. Los puntos amarillos representan las escasas manchas de *Zostera marina*.

Las praderas de *Cymodocea nodosa*, al igual que las de *Zostera* spp., tienen un gran interés, ya que al instalarse sobre fondos blandos, los estabilizan y permiten el asentamiento de multitud de especies. Por todo ello, puede considerarse una especie indicadora de buena calidad ambiental, ya que es sensible a la contaminación, ya sea orgánica o industrial.



## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Litoral e infralitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Arenoso-fangosos
	<b>Rango de profundidad</b>	0-6 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	Medio/poco expuesto, normalmente protegido de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>	<i>Cymodocea nodosa</i> : aguas templadas y cálidas del Mediterráneo, sur de Europa, Macaronesia y costas africanas hasta Senegal. <i>Zostera noltii</i> : se distribuye desde las costas del sur de Noruega hasta las costas de Mauritania, encontrándose en el mar Mediterráneo, el mar Negro y las islas Canarias. <i>Zostera marina</i> : alcanza el Círculo Polar Ártico. Muy extendida en el Atlántico Norte, desde el Ártico a Gibraltar (oriente) hasta Carolina del Norte (occidente).	

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

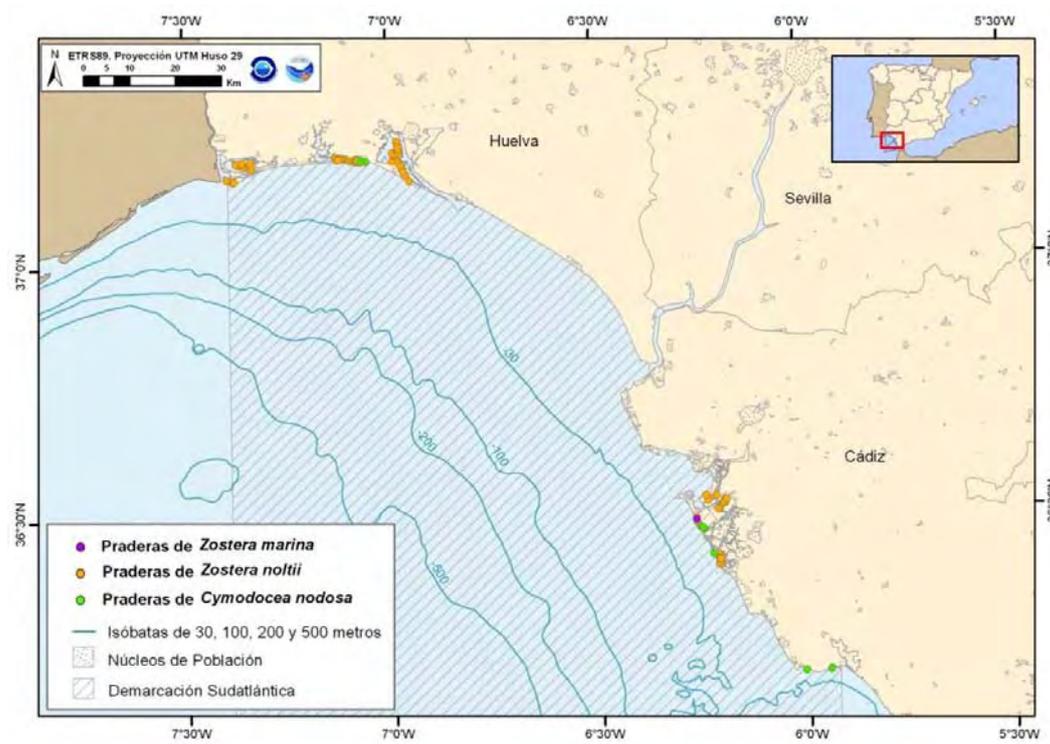
Las fanerógamas marinas suelen encontrarse en sistemas costeros muy someros y protegidos del oleaje oceánico (bahías, estuarios en su parte más marina, caños de marismas, etc.). Por ejemplo, y siempre hablando de la Demarcación Sudatlántica (Figura 18), *Z. noltii* está presente en el saco interno de la bahía de Cádiz, en el río San Pedro (en los últimos muestreos no se ha encontrado), y también en la parte final del Caño de Sanctipetri y en caños cercanos. En el caso de *C. nodosa* también se ha detectado una distribución discontinua a lo largo de la costa, casi siempre asociada a la presencia de un sistema rocoso (como el roqueo del Chato).

La *C. nodosa* es una planta típicamente colonizadora o pionera, con una amplia tolerancia ambiental. Crece en el piso infralitoral, desde las aguas superficiales hasta unos 30 m de profundidad, principalmente sobre sustratos arenosos o arenosos-fangosos. En el litoral de Huelva está ausente, salvo en la margen izquierda de la ría del Piedras (primera cita en la provincia), quedando aún por confirmar su presencia en las Marismas de Isla Cristina y en la ría de Huelva. Mientras, en el litoral de Cádiz comienzan a aparecer en aguas muy someras del saco interior de la Bahía de Cádiz, formando praderas desde el intermareal inferior hasta el submareal con variaciones de biomasa estacionales, encontrándose formando praderas mixtas junto al alga verde *Caulerpa prolifera*. Se han estimado densidades foliares de hasta 2500 haces m<sup>2</sup>, estando cartografiada una superficie de 0.37 hectáreas de alta densidad y cobertura. Frente al litoral de las ciudades de Cádiz y de San Fernando aparecen diversas praderas de escasa entidad en torno a los 3-4 m de profundidad. Más hacia el Estrecho de Gibraltar, en los Caños de Meca, junto al cabo de Trafalgar, existe una pradera poco densa, pero que ocupa una amplia superficie a unos 3 m de profundidad. Por último, en la Ensenada de Barbate también se encuentran pequeñas praderas entre los 2 y 6 m de profundidad.

La *Z. noltii* se encuentra ampliamente distribuida en las zonas intermareales de las costas atlánticas europeas. En el Golfo de Cádiz se distribuye en a lo largo de las llanuras intermareales poco expuestas, de sustrato limoso o arena fina enriquecida en materia orgánica, en los estuarios de los grandes ríos. También ha sido citada en los fondos limosos de la franja intermareal de los estuarios de los ríos Odiel, Piedras y Guadiana (Huelva), y en la Bahía de Cádiz, Chipiona y Sanlúcar de Barrameda (Cádiz), aunque

su distribución pueda ser incluso más amplia. En la provincia de Huelva, el cartografiado intermareal realizado en 2008 por la Consejería de Medio Ambiente, estimó un total de 2,4 hectáreas de cobertura de esta especie. En Cádiz, la cobertura ascendió a 11,9 hectáreas, si bien está incluida la cobertura del río Palmones (fuera de nuestra Demarcación) y, por lo tanto, es bastante menor la correspondiente a la franja atlántica de Cádiz. Sin embargo, concretamente en la Bahía de Cádiz, *Z. noltii* es muy abundante en el intermareal medio e inferior, con una dinámica claramente estacional de la biomasa, estimándose densidades foliares próximas a 10 000 haces m<sup>2</sup> en verano. En ambas provincias esta especie presenta claros síntomas de regresión, consecuencia de las actividades de marisqueo practicadas sin regulación (arranque directo de las matas del sustrato), los procesos que suponen una disminución de la luz (aumento de la turbidez) y la modificación del régimen hídrico de los estuarios, los aportes de lodos y limos y los procesos de eutrofización que provocan la proliferación de algas que impiden el crecimiento normal de la fanerógama.

La *Z. marina* habita en lugares de hidrodinamismo reducido o moderado, sobre sustratos fangosos o de arenas finas, y es considerada una especie eurihalina. En la costa de Huelva no hay citas de esta especie, y en Cádiz, las citas que hay son dudosas, dado que en muchos casos se la confunde con *C. nodosa*. Sin embargo, recientemente ha sido constatada la presencia de pequeños rodales de *Z. marina* poco densos en el intermareal del saco interno de la Bahía de Cádiz, entre las praderas de *Z. noltii* y *C. nodosa*, por lo que sería la única cita de esta especie en el Golfo de Cádiz.



**Figura 18.** Mapa de distribución de las praderas de Fanerógamas marinas a lo largo del litoral de la Demarcación Sudatlántica.



## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Las praderas de fanerógamas constituyen el hábitat de numerosas especies, tanto vegetales como animales. Las comunidades asociadas están formadas por especies que realizan sus puestas de forma habitual o desarrollan sus fases juveniles en este tipo de hábitat. Así, las praderas de fanerógamas son de gran importancia ecológica pues, además de producir alimento a las especies herbívoras, sirven de abrigo o “*nursery*” para muchas especies animales.

---



# ARRECIFES LITORALES-INFRALITORALES DE ORIGEN BIOGÉNICO ASOCIADOS A *Crassostrea angulata* (Lamarck, 1819)

## DESCRIPCIÓN

Se trata de un tipo de hábitat de formaciones rocosas, sometida a una constante inmersión y emersión por las mareas, tapizadas principalmente por el molusco bivalvo *Crassostrea angulata* (Lamarck, 1819), denominado localmente ostión, cuya acumulación y fijación al sustrato da lugar a la formación de arrecifes de origen biogénico en fondos mesolitorales.

Esta especie se distribuye principalmente por el Mediterráneo y por el Atlántico oriental templado. En la demarcación suratlántica, predominan las formaciones rocosas de *C. angulata* a lo largo de la franja litoral somera, que se intercalan con zonas de fangos y arenas en zonas próximas a los ríos como el Guadalquivir, desde Sanlúcar de Barrameda hasta Chipiona incluyendo toda la franja litoral entre esta localidad y la de Rota. También esta presente en el estuario del Guadalete, y en el saco de la Bahía de Cádiz, además de la desembocadura del río Barbate, localizada más al sur, con mucho menos aporte de agua dulce y de sólidos en suspensión que los anteriores.

Estas formaciones arrecifales han sido utilizadas y transformadas por el hombre en la zona noroeste de la provincia de Cádiz para la construcción de los llamados corrales de pesca, ya utilizados en la época romana. Este espacio ha sido catalogado y protegido como “Monumento Natural” por la Junta de Andalucía por sus valores antropológicos y de biodiversidad, donde las playas se convierten en espacios esenciales para la pesca y la pervivencia de especies de aves, crustáceos, moluscos, algas y peces (Foto 1). Además, los depósitos biogénicos tanto de la zona marina como los localizados en tierra, han sido utilizados igualmente por el hombre para la construcción de edificios con una piedra característica de origen sedimentario constituida principalmente por restos de ostiones y de otros bivalvos fosilizados, denominada localmente “piedra ostionera”.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

Esta especie necesita un sustrato duro para poder fijarse, con lo cual su hábitat de distribución solo se localiza en la provincia de Cádiz en toda la franja intermareal del piso litoral y en los primeros metros de la franja infralitoral formando arrecifes con otras especies.

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Mesolitoral-infralitoral superior
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	En superficie, 0 - 8 m.
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En diferentes localizaciones a lo largo del intermareal y estuarios de las regiones templadas.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Este hábitat se extiende, principalmente, por toda la costa noroeste de la provincia de Cádiz, desde la desembocadura del Guadalquivir en Sanlúcar de Barrameda hasta las localidades de San Fernando y Chiclana, siendo mucho más extenso el hábitat en la franja comprendida entre Sanlúcar y Rota, donde los corrales se adentran algunos cientos de metros en la franja intermareal dado el apacramiento de esta franja litoral (Figura 19).

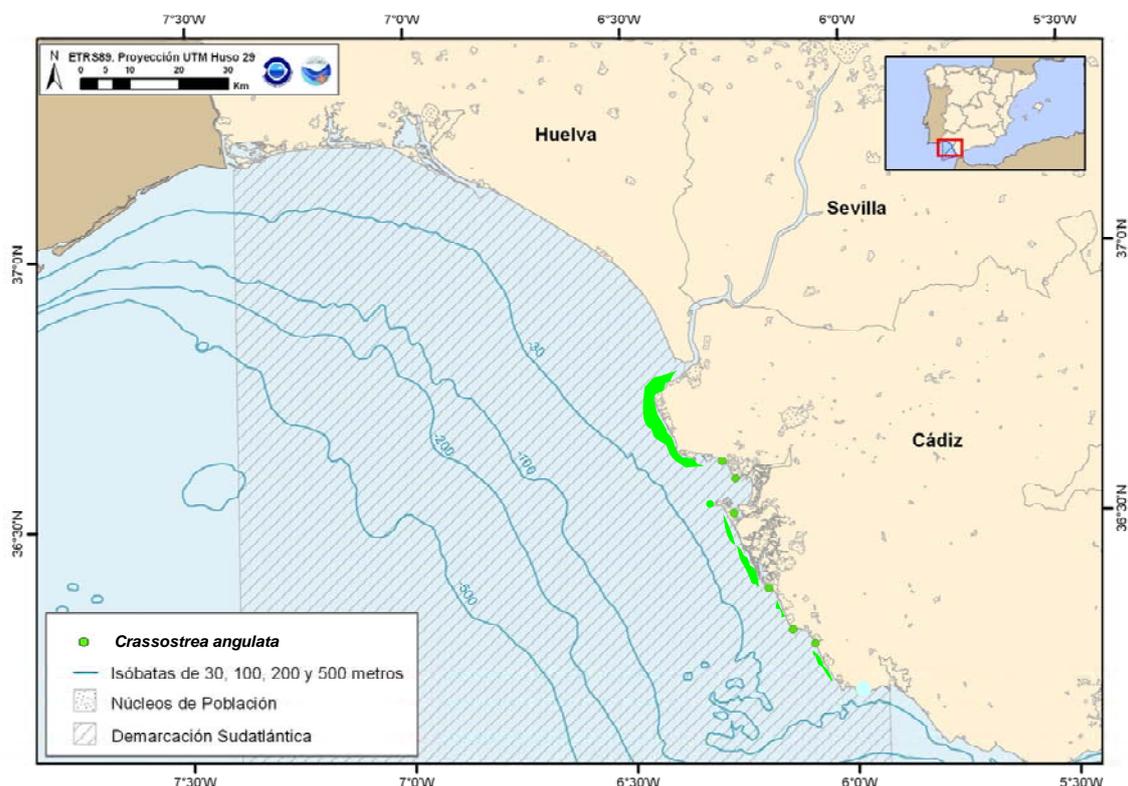


Figura 19. Mapa de distribución de *Crassostrea angulata* a lo largo de la costa andaluza.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

La diversidad en esta comunidad depende de diversos factores ambientales y estructurales, entre las que destacan los rangos mareales y la capacidad de exposición al oleaje. Entre los organismos que se establecen en este hábitat en el que predomina *Crassostrea angulata*, la cual se establece formando arrecifes o comunidades numerosas, se puede encontrar una especie vulnerable como es el datil de mar *Lithophaga lithophaga*, especie constitutiva de la llamada comunidad endolítica, siendo uno de los primeros colonizadores de las rocas calcáreas. En este caso, solo aparece esporádicamente en las zonas intermareales localizada más al sur en la provincia de Cádiz. Otras especies que conforman el arrecife son la bellota de mar (*Chthamalus stellatus*), la lapa (*Patella vulgata*), gasterópodos como *Littorina litorea*, *Astrea rugosa*, *Cerithium vulgatum*, *Acanthocardia spp.*; otros bivalvos como *Ruditapes decussatus* y *R. philippinarum* en las zonas con sedimentos fangosos-arenosos, crustáceos decápodos *Palaemon serratus*, *Eriphia verrucosa*, *Pachygrapsus marmoratus* y *Carcinus maenas*, este último en

zonas más fangosas con influencia estuárica, entre otros; varias especies de sabeláridos, nematodos y poliquetos, además de cnidarios y equinodermos entre los que destacan la ortiguilla *Anemonia sulcata*, *Actinia equina*, *Paracentrotus lividus* y *Holothuria tubulosa*. Entre las comunidades de algas destacan sp del género *Codium bursa*, *Padina pavonica*, otras algas pardas fucales y rojas gelidiales (*Gelidium pusillum*, *G. spathulatum*, *Codium tomentosum*) y algunas algas rojas calcáreas (*Lithophyllum lichenoides*, *Lithophyllum expansum*, *Lithophyllum incrustans*) en las zonas más al sur de la provincia de Cádiz, con menos influencia estuárica. También es posible encontrar algunos rodales de fanerógamas marinas en los depósitos sedimentarios que se encuentran dentro de estos corrales.

La comunidad íctica es también muy abundante destacando las lisas (*Mugil cephalus*, *Liza spp.*), *Halobatrachus didactylus*, la baila (*Dicentrarchus punctatus*), varias especies de góbidos, blenidos y espáridos, entre otros. Es de destacar el importante papel que juegan estos arrecifes biogénicos modificados por el hombre como refugio de juveniles de muchas especies de peces.

La localización de este característico hábitat, cercano a la desembocadura del Guadalquivir y al Parque Nacional de Doñana, lo convierte en un ecosistema de alta diversidad que es aprovechado por un elevado número de especies de aves, principalmente limícolas, para su alimentación (Foto 2). Destacan los vuelvepedras *Arenaria interpres*, el correlimos tridáctilo *Calidris alba*, el chorlito gris *Pluvialis squatarola*, el charrán patinegro *Sterna sandvicensis*, entre muchas otras aves.



Foto 1. Arrecifes de *Crassostrea angulata* en la localidad de Rota transformados por el hombre, denominados localmente “corrales”.



Foto 2. Arrecifes de *Crassostrea angulata* en la localidad de Chipiona, con los muros ostioneros de contención. Presencia de limícolas sobre el sustrato rocoso.



## SEDIMENTOS LITORALES DE ARENAS FANGOSAS ASOCIADOS A *Uca tangeri* (Eydoux, 1835)

### DESCRIPCIÓN

El piso mesolitoral de sustrato blando se caracteriza por estar influenciado por la acción del oleaje y las mareas, aunque las fronteras de la zona mesolitoral no están tan definidas ya que, además, el tamaño del grano del sedimento determina la capacidad de retener agua. Las playas y estuarios son el hábitat de unas pocas especies adaptadas a vivir en estas difíciles condiciones. Los crustáceos decápodos del género *Uca* (Brachyura, Ocypodidae) conocidos generalmente como “cangrejos violinistas” presentan una amplia distribución geográfica. Las diversas especies existentes de *Uca* spp. se encuentran principalmente en las costas de regiones tropicales y subtropicales de todo el planeta. Entre ellas, sólo *Uca tangeri* (Eydoux, 1835) existe en el litoral europeo. Su rango de distribución se extiende desde el SO de la Península Ibérica y continúa a lo largo de la costa oeste de África, hasta aproximadamente los 16º S de latitud. Las poblaciones europeas se encuentran en las costas del Algarve portugués, y en gran parte del litoral atlántico andaluz, en todas las zonas areno-fangosas desde la frontera con Portugal hasta Algeciras, donde son localmente conocidos como “barriletes” o “bocas”, en referencia a la gran pinza de los machos (Fotos 1 y 2). En Andalucía, se ha citado en dos provincias andaluzas, Huelva y Cádiz, en localidades como Ayamonte, Isla Cristina, Lepe, Cartaya, Aljaraque, Huelva, Sanlúcar de Barrameda, Puerto de Santa María, San Fernando, Chiclana, Marismas del río Barbate y en el Paraje Natural de las Marismas del río Palmones en Algeciras. En Cádiz es muy abundante en todo el Parque Natural de la bahía de Cádiz, incluyendo el Paraje Natural de la isla del Trocadero (Figura 20).

El cangrejo *U. tangeri* aparece en la zona intermareal y supramareal inferior. Para este tipo de cangrejos braquiuros se han descrito diferentes tipos de actividades bioturbadoras, tanto en fangos como en arenas. Durante la marea baja es característico encontrar a lo largo de toda el área de distribución de la especie extensas zonas de:

- entradas simples de madrigueras rodeadas por gran cantidad de pellets subcirculares, relacionados con su actividad sedimentívora en superficie;
- bolas de fango de mayor tamaño y no tan abundantes relacionadas con las tareas de construcción subterránea de la madriguera;
- marcas cortas en superficie producto de arañazos durante la obtención del sedimento para su ingestión;
- y otras marcas debido a la propia locomoción del cangrejo.

Esta especie presenta un ritmo diario adaptado a las mareas, y un curioso comportamiento social con señales visuales y sonidos. La especie se alimenta de algas microscópicas y bacterias (diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias) y materia orgánica en descomposición, que obtiene raspando la superficie del sedimento con su pinza pequeña. No se tienen datos de la cantidad de materia orgánica que cada individuo es capaz de retirar del medio, pero es evidente que estos crustáceos juegan un papel de enorme importancia en el control de la eutrofización del hábitat. La construcción de galerías que utiliza como refugio supone una remoción del sedimento que ayuda a la oxigenación de éste.



Fotos 1 y 2. *Uca tangeri* macho en sus madrigueras.

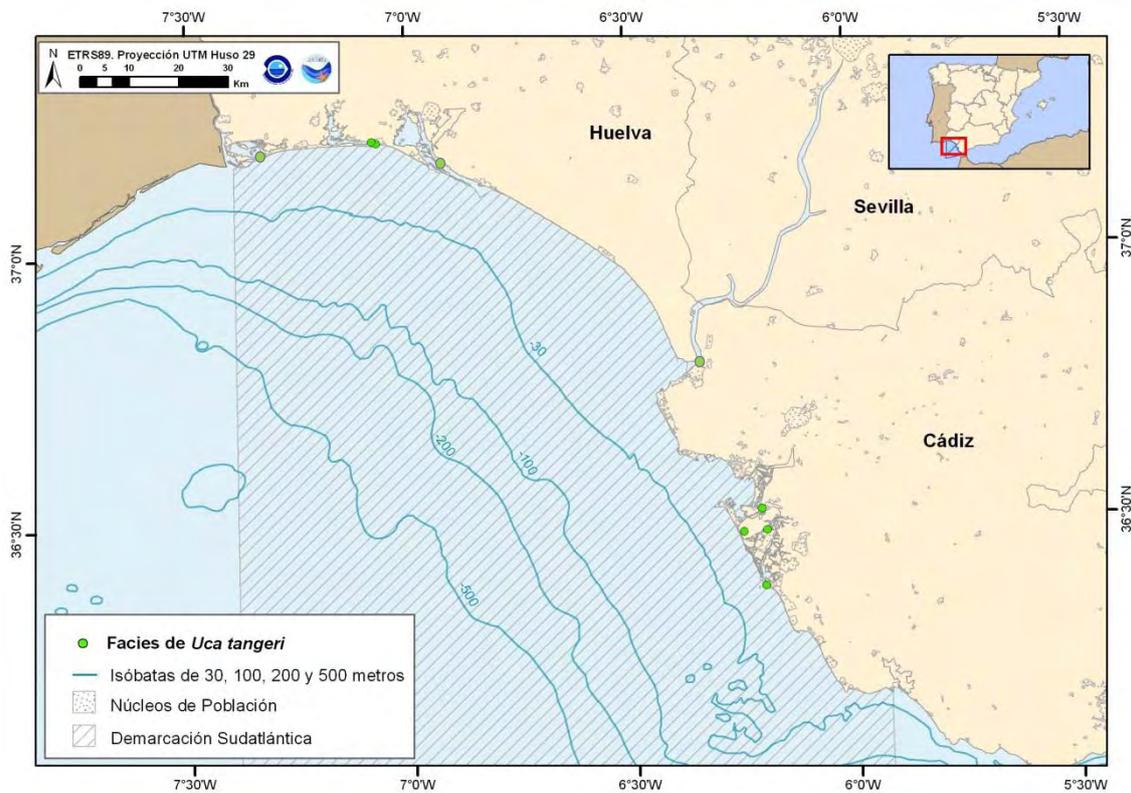


Figura 20. Mapa de distribución de *Uca tangeri* en la Demarcación Sudatlántica.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b> <b>Tipo de sustrato</b> <b>Rango de profundidad</b> <b>Exposición al oleaje</b>	Intermareal y supramareal inferior Sustratos arenoso-fangoso 0-3 m Zonas abrigadas o poco expuestas a la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Litoral atlántico andaluz, Río Piedras, bahía de Cádiz, Río San Pedro y Caño Chanarro



## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

El tamaño de la población de *U. tangeri* en la Demarcación Sudatlántica es desconocida, no teniendo la certeza de que se trate en realidad de una metapoblación conectada mediante las fases larvarias. Es localmente abundante, pero las poblaciones se encuentran fragmentadas y amenazadas por el esfuerzo del marisqueo, la modificación de su hábitat y la contaminación. La destrucción de marismas y la contaminación de tramos bajos de ríos y estuarios han incidido negativamente en las poblaciones. En el estuario del Guadalquivir se ha comprobado que *U. tangeri* acumuló talio (un metal pesado muy tóxico) tras el vertido minero de Aznalcóllar.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

*U. tangeri* crea madrigueras que llegan a los 70 cm de longitud y convive en el sedimento con bivalvos como *Scrobicularia plana* o *Cerastoderma edule*. Es frecuente ver a *U. tangeri* caminando sobre *Spartina marítima* o *Salicornia perennis* en los caños y marismas, donde coincide con otro crustáceo decápodo, *Carcinus maenas*. Otra especie adaptada a vivir en este hábitat es el bivalvo *Donacilla cornea*.

---



# CHARCAS LITORALES

## DESCRIPCIÓN

Se trata de un hábitat típico de las costas rocosas, conformado por charcas en las que el oleaje erosiona los clastos y los excava creando las formaciones tan características de las pozas. Éstas, presentan dimensiones variables, una superficie plana y están ligeramente inclinadas hacia el mar. Las charcas litorales están englobadas en el código EUNIS (A1.4) como estructuras singulares en roca litoral. Dentro de esta división, nos encontramos con las dos subdivisiones: charcas litorales (código EUNIS A1.41) y charcas supralitorales (EUNIS A1.42). El aporte de agua, así como las fluctuaciones en las condiciones físico-químicas son diferentes en ambas subdivisiones, dando lugar diferentes hábitats.

Las formas que se originan dependen en gran medida de la influencia y energía del oleaje, lo que da lugar a pozas y estructuras ligeramente diferentes. En la demarcación sur atlántica, las pocetas pueden presentar formas subcirculares, elípticas o en huso, con bordes donde se observan numerosas repisas rocosas de carbonato cálcico, que son bioconstruidas por organismos incrustantes, normalmente algas verdes y rojas, con alternancia de cantos y/o arena en el fondo.

En el caso de las charcas supralitorales, las duras condiciones físico-químicas de temperatura y salinidad del entorno, lo convierten en un hábitat inhóspito para la mayoría de las especies marinas. No obstante, existen organismos adaptados a estas fuertes variaciones de salinidad, temperatura y pH. Además, la concentración de nutrientes suele ser muy elevada por el aporte continuo de materia orgánica. Las grandes concentraciones de fitoplancton presentes son responsables de una gran producción de oxígeno durante el día, que más tarde se consume durante la noche.

En las charcas eutróficas puede establecerse una estratificación tanto de parámetros físico-químicos (temperatura, concentración de oxígeno y salinidad) como de organismos, e incluso llegar a condiciones anóxicas en el fondo, con un gran desarrollo bacteriano. A pesar de la dureza de las condiciones, estos hábitats presentan una gran diversidad biológica, debida a la oferta de microhábitats que permiten la especialización. Además, el intermareal rocoso es un hábitat altamente productivo, rico en algas e invertebrados, aunque muy variable en el espacio y en el tiempo. La poca profundidad de las aguas costeras magnifica estas variaciones, que se ven influenciadas por los procesos naturales que tienen lugar en la costa, así como por la polución y las actividades que en ellas desarrolla el hombre.

Por otro lado, cuando lo permite la inclinación, el relieve de la costa o la actividad de los organismos constructores (como la asociación del molusco *Dendropoma petraeum* y el alga roja *Neogoniolithon brassicaflorida*), se pueden formar charcas o cubetas mesolitorales, que tienen un suministro de agua de mar más regular, y menores fluctuaciones en sus condiciones físico-químicas que las charcas supralitorales. Las charcas mesolitorales albergan una mayor diversidad y abundancia de organismos que las supralitorales, máxime, si son de gran tamaño o tienen una renovación constante de agua.

En las costas atlánticas la renovación del agua de las charcas suele ser más frecuente debido a la mayor fuerza del oleaje. Las charcas mesolitorales, como se comenta en el párrafo anterior, albergan una mayor diversidad y abundancia de organismos que las supralitorales, debido a que las condiciones ambientales son menos desfavorables. Los factores que más influyen en la composición de la comunidad son la altura a la que se encuentran respecto al nivel medio del mar, la exposición al oleaje,

la presencia o ausencia de sedimento arenoso y el tamaño de la cubeta (extensión y profundidad). Si tienen una renovación constante del agua, pueden albergar diversas especies de la comunidad infralitoral de algas fotófilas de ambiente calmo. Cuando las condiciones se vuelven extremas, debido a la evaporación, la concentración de nutrientes o la variación de la temperatura, estas charcas son colonizadas por especies euritermas y eurihalinas.

En la Figura 21 se presenta el mapa de distribución de charcas litorales en la Demarcación Sudatlántica. La presencia de este tipo de hábitats se detecta en la mitad más oriental de la demarcación, desde la desembocadura del Río Guadalquivir hacia el Estrecho de Gibraltar, sobre todo en la zona del Castillo de Santi Petri y en las lajas de Tarifa.



**Figura 21.** Mapa de distribución de charcas litorales en la Demarcación Sudatlántica.

### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Supra y Mesolitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	En superficie, 2 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral

### CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Aunque existe cierta información a cerca de la distribución geográfica de este tipo de hábitat en la Demarcación Sudatlántica (Figura 21), se desconoce la extensión del mismo.



## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

La diversidad y especies presentes en las charcas van a depender principalmente de la ubicación de las mismas, por lo que se hace una división entre las charcas supra y mesolitorales.

En el caso de las **charcas supralitorales**, existes diferencias entre las más alejadas de la influencia del mar y las más cercanas. En el primero de los casos, los organismos que se establecen en estas charcas suelen ser poco numerosos, microscópicos y, generalmente, de vida planctónica. Los productores primarios son principalmente vegetales unicelulares (euglenales, dinoflagelados, criptomonadales y algunas diatomeas y cianofíceas). Es muy característica la cianofícea *Lyngbya confervoides*. En algunas charcas también pueden aparecer algas oportunistas de los géneros *Cladophora* spp. y *Enteromorpha* spp. Entre los escasos animales adaptados a la vida en estas charcas los más característicos son el copépodo *Tigriopus fulvus*, y los insectos *Ochthebius quadricollis* y *Aedes mariaae*. Además, aparecen de forma ocasional algunos protozoos, rotíferos, dípteros quironómidos y nematodos.

En las charcas supralitorales más cercanas al mar, la diversidad varía en función del tamaño de la charca. En las charcas pequeñas, generalmente sometidas a condiciones más extremas y con poca renovación de agua, se encuentran especies oportunistas como las clorofíceas de los géneros *Chaetomorpha* (*C. aerea*), *Enteromorpha* (*E. compressa*) y *Cladophora* (*C. vagabunda*) o la cianofícea *Calothrix* spp. En charcas intermedias predominan las algas rojas, *Gelidium pusillum*, *Ceramium ciliatum*, las incrustantes *Phymatolithon lenormandii*, o las feofíceas *Scytosiphon lomentaria* y *Petalonia fascia*. En las charcas más grandes y permanentes aparecen otras algas propias del infralitoral, como la calcárea incrustante *Lithophyllum incrustans* diversas especies erectas del género *Cystoseira*, *Stypocaulon scoparium*, *Padina pavonica*, *Colpomenia sinuosa*, *Chaetomorpha aérea* y *Ulva* sp. . Entre los animales, podemos encontrar especies como los actiniarios *Anemonia sulfata* y *Actinia* spp., los crustáceos decápodos *Clibanarius erythropus* y *Eriphia verrucosa*, el equinodermo *Paracentrotus lividus* y peces de las familias *Gobiidae* y *Blenniidae*.

Buena parte de la flora y fauna del piso infralitoral superior puede aparecer en las cubetas mediolitorales cuando éstas son lo suficientemente grandes y con constante renovación del agua.

En cuanto a las **charcas mesolitorales** situadas en el intermareal rocoso, las especies que lo habitan, debido a sus adaptaciones a la vida intermareal y a sus condicionamientos ecológicos, son un grupo de estudio particularmente interesante, máxime en un momento en que estos hábitats están sometidos a fuertes presiones, no sólo por la acción antrópica, sino de una manera muy marcada por las variaciones que se están produciendo en el clima, cambios a los que son muy sensibles los hábitats y, evidentemente, las especies residentes que los habitan. Entre las especies que se pueden hallar en este tipo de hábitat, las más representativas son las algas, tanto sueltas como colonizando la superficie de las rocas. Las especies más frecuentes son las cianofíceas (*Lyngbya confervoides*), las clorofíceas (*Cladophora* sp., *Codium* sp., *Enteromorpha* sp.), las feofíceas (*Dictyota dichotoma*, *Padina pavonia*, *Halopterix scoparia*, *Colpomenia peregrina*) y las rodofíceas (*Corallina elongata*, *Jania rubens*, *Ploclamium cartilagineum*, *Pseudolithophyllum incrustans*). Entre los moluscos, se encuentran *Nassarius reticulatus*, *Gibbula umbilicalis*, *Osilinus lineatus*, *Cerithium vulgatum*; los ermitaños (*Clibanarius erythropus*), la bellota de mar (*Chthamalus* spp.); los erizos (*Paracentrotus lividus*, y *Arbacia lixula*); las anémonas (*Actinia equina*, *Anemonia sulcata*), la holoturia (*Holoturia tubulosa*) y los Ophyuroideos.



En cuanto a la representación de peces, la mayoría de las especies residentes verdaderas pertenecen a un escaso número de familias. De forma más detallada, las especies principales son: Gobiidae (*Gobius paganellus*, *G. cobitis*, *G. bucchichi*), Blenniidae (*Lipophrys polis*, *L. caneuae*, *Paralipophrys trigloides*, *Parablennius incognitus*, *P. sanguinolentus*, *Salaria pavo*, *Coryphoblennius galerita*), Clinidae (*Clinitrachus argentatus*), Tripterygiidae (*Tripterygion tripteronotus*, *T. melanurus*), Gobiesocidae (*Lepadogaster lepadogaster*, *L. purpurea*, *L. candolii*) y Labridae (*Symphodus roissali*).

Otro grupo importante son las especies de ícticas denominadas residentes parciales, que como su nombre indica, se trata de especies que suelen frecuentar este tipo de hábitat de forma ocasional, algunas de ellas preferiblemente en estado juvenil. Entre las más destacadas se encuentran: *Sparus aurata*, *Sarpa salpa*, *Lithognathus mormyrus*, *Boops boops*, *Diplodus cervinus*, *D. vulgaris*, *D. sargus*, *D. annularis*, *D. bellottii*, *Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Atherina* sp., *Serranus* sp. o *Scorpaena porcus*.

Por último, hallamos un grupo de especies visitantes, con una presencia más ocasional, entre las que destacan: *Muraena helena*, *Halobatrachus didactylus*, *Solea vulgaris*, *S. senegalensis*, *Plectorhinchus mediterraneus*, *Argyrosomus regius*, *Sciaena umbra*, *Atherina presbyter*, *Liza aurata*, *L. ramada*, *L. saliens*, *Squatina squatina*, y *Torpedo marmorata*.

---

## ARRECIFES LITORALES DE ALTA ENERGÍA ASOCIADOS A *Dendropoma petraeum* (Monterosato, 1884)

### DESCRIPCIÓN

Se trata de un hábitat consistente en arrecifes formados por vermétidos, que están presentes en las zonas más cálidas y sureñas del Mediterráneo como Israel, norte de África, Sicilia y Nápoles. En las costas españolas están presentes desde Castellón e Islas Baleares hasta las costas atlánticas de Cádiz, pero estos arrecifes (propios de zonas tropicales) sólo alcanzan un desarrollo notable en las costas de Alicante, Murcia y Almería. Estas formaciones organógenas crecen sobre el sustrato rocoso mediolitoral (aunque algunos autores consideran que marcan el comienzo del infralitoral, EUNIS A3.1), en zonas expuestas, de aguas limpias y con escasos aportes terrígenos (Foto 1).

La especie clave de esta formación, *D. petraeum*, vive en fondos rocosos iluminados y ambientes con un movimiento del agua entre fuerte y moderado. Es intermareal y submareal, pudiendo vivir bajo el límite inferior de la marea hasta 3-4 m de profundidad, y pudiendo quedar emergido durante la bajamar. Vive en grandes colonias, formando densos agregados que constituyen, junto con algas rodofíceas incrustantes *Neogoniolithon brassica-florida*, *Lithophyllum incrustans* o *L. byssoides*, costras y cornisas de hasta 30 cm de grosor, a modo de conglomerados calcáreos de diferentes formas, y que recuerdan a una roca o de aspecto pétreo, los cuales en algunos casos son considerados microarrecifes.

*D. petraeum* es una especie de alto valor ecológico, sensible a la contaminación y a la sedimentación. Se encuentra amenazada por el deterioro de la costa, el pisoteo de bañistas y personas que frecuentan las rocas litorales y sobre todo por las mareas negras y la contaminación de la capa superficial del mar. Además, como su crecimiento es extremadamente lento, su destrucción se puede considerar como irreversible a escala humana. Es una especie importante ya que las bioconstrucciones que conforman protegen las rocas de la erosión. Las formaciones de esta especie son, por sí mismas, un hábitat que posibilita la convivencia de otras especies de invertebrados asociadas (Foto 2). Está protegida como vulnerable por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, y también por el Convenio de Barcelona (Anexo II) y el Convenio de Berna (Anexo II). El hecho de que sea una excelente indicadora de aguas limpias y de que, además, esté protegida, la convierten en una especie clave ante cualquier iniciativa de vigilancia ambiental de los fondos litorales donde viva.



Foto 1. Arrecife litoral de alta energía.



Foto 2. Concentraciones de *Dendropoma petraeum*.

La presencia de arrecifes litorales de alta energía asociados a *D. petraeum* se hace evidente en varios puntos repartidos por la mitad más oriental de la Demarcación Sudatlántica, desde Cádiz hasta la localidad de Caños de Meca, en el cabo de Trafalgar (Figura 22). Entre estas zonas, estos hábitats se encuentran en la zona de Sancti Petri y Cabo Roche. Según (Figura 23) también podemos encontrar estas formaciones frente de la localidad de Chipiona, en la provincia de Cádiz, en la zona denominada “los corrales”.

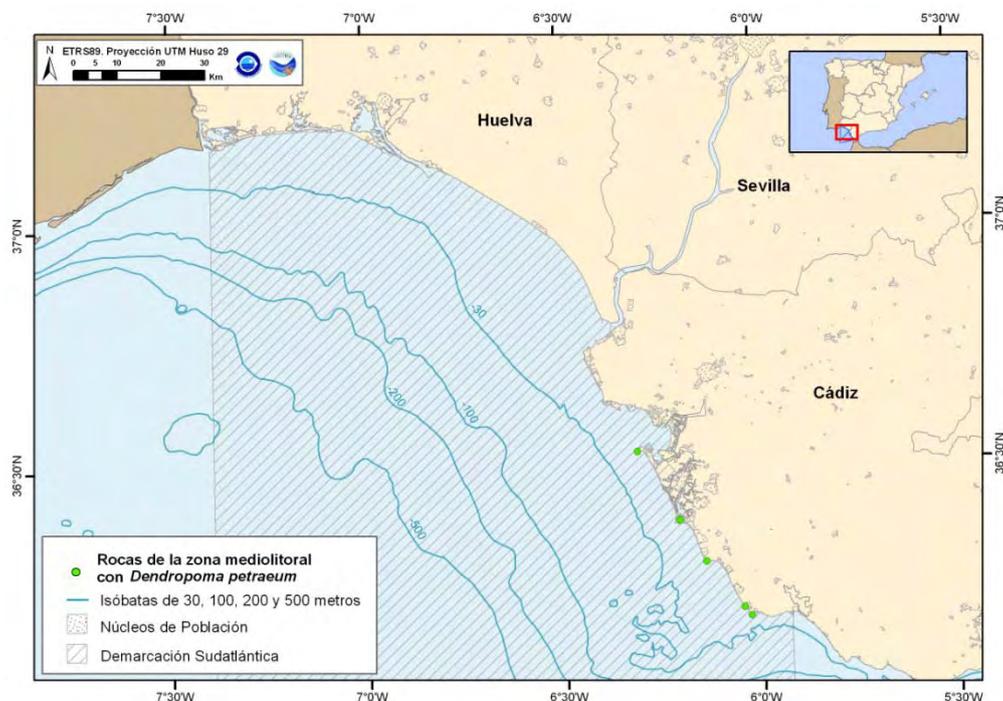


Figura 22. Mapa de distribución de *Dendropoma petraeum* a lo largo de la Demarcación Sudatlántica.

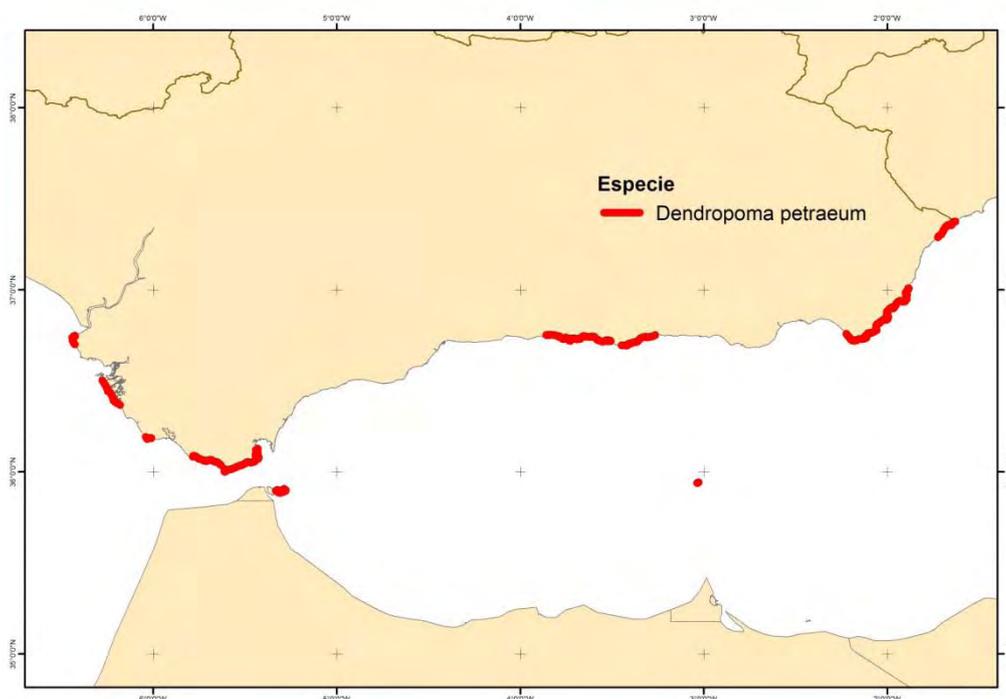


Figura 23. Mapa de distribución de *Dendropoma petraeum* a lo largo de la costa andaluza.



## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Litoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	0-5 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Mediterráneo suroccidental y costas andaluzas desde Almería hasta Cádiz

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

A través del “Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación del Medio Marino Andaluz” de la Consejería de Medio Ambiente (Moreno *et al.*, 2007), se ha realizado una estima aproximada de la presencia de la especie *D. petraeum*. Los valores de densidad de individuos en Andalucía varían entre las distintas provincias. Así, la densidad media en Cádiz (53.000 ind./m<sup>2</sup>), es considerablemente menor que en Almería (112.000 ind./m<sup>2</sup>), tomando como referencia formaciones tipo costra. En cierta medida, resulta lógico, puesto que el diámetro medio de individuos en la zona de Cádiz (2,5 mm) es mayor que en las zonas de Almería o Granada (1,5 mm). En cuanto al reclutamiento, se han obtenido densidades de juveniles de entre 14.000 y 24.000 ind./m<sup>2</sup> en Granada y Cádiz, respectivamente.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Los arrecifes de *D. petraeum* se configuran normalmente con algas rodofíceas y poliquetos, así como diversas especies de moluscos. Diversos estudios han comprobado la alta presencia de diversas especies, entre ellas, más de 100 especies de algas (como *Chaetomorpha spp.*, *Ceramium rubrum*, *Polysiphonia spp.*, *Laurencia papillosa* y la oportunista *Corallina elongata*), medio centenar de poliquetos y unas 70 especies de moluscos. Entre los animales destacan *Mytilaster minimum*, *Cardia caliculata*, *Pissina glabrata*, el poliplacóforo *Lepidochitona spp.*, y los gasterópodos *Patella ulyssiponensis*, *Onchidella celtica*, *Eatonina cossurae* o *Barleeia unifasciata*.

Otras especies acompañantes suelen protegerse de las condiciones adversas en grietas y huecos donde hay más humedad, o entre las algas. Destacan los antozoos del género *Actinia* y el estolonífero *Cornularia cornucopiae*, numerosos nemátodos y poliquetos, sipuncúlidos, *Fissurella nubecula* (por todas nuestras costas), *Gibbula umbilicalis*, *G. cinerea*, *G. pennanti* y *Onchidiella celtica* (en las costas atlánticas peninsulares) y los bivalvos *Lasaea rubra*, *Cardita caliculata*, *Hiatella arctica*, *Musculus costulatus*, *Modiolus barbatus*, *Mytilaster minimus* y *Mytilus galloprovincialis*. Entre los crustáceos decápodos, los más característicos son *Palaemon elegans*, *Clibanarius erythropus*, *Pachygrapsus marmoratus* y *Eriphia verrucosa*, y son muy abundantes los anfípodos e isópodos. Entre los peces, uno de los más frecuentes es el blénido *Coryphoblennius galerita*. No obstante el número de especies de la flora y fauna que pueden estar presentes en las distintas facies de esta comunidad es muy elevado y cambia dependiendo de las regiones naturales de que se trate.



## ARRECIFES LITORALES DE ENERGÍA MODERADA ASOCIADOS A *Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767)

### DESCRIPCIÓN

Aunque los arrecifes más conocidos son los generados por corales, otros animales también pueden dar lugar a construcciones similares de gran importancia para el ecosistema marino. Es el caso de los gusanos poliquetos que viven en tubos, y que llegan a aglutinar a miles de ejemplares dando lugar a arrecifes que pueden quedar expuestos en la superficie durante la marea baja. Las especies más frecuentes en estos arrecifes son los gusanos tubícolas del género *Sabellaria*. Estos arrecifes son más frecuentes en las aguas atlánticas europeas, en especial en zonas del mar del Norte, mar Céltico, mar de Irlanda, etc., aunque también han sido encontrados en aguas mediterráneas.

La especie clave de esta formación, *Sabellaria alveolata*, vive en fondos rocosos iluminados y ambientes con un movimiento del agua entre fuerte y moderado. Es intermareal y submareal (aunque algunos autores consideran que puede hallarse en la parte superior del circalitoral, EUNIS A4.22), pudiendo vivir bajo el límite inferior de la marea hasta 10 m de profundidad, y pudiendo quedar emergido durante la bajamar. Frecuentan zonas donde exista un aporte de materia mineral en suspensión para la construcción de sus tubos. Son animales coloniales que agregan granos de arena a los tubos donde viven, creando un importante sustrato a modo de arrecife donde se asientan otras especies colonizadoras. Entre los intersticios de sus tubos viven otros poliquetos y una abundante fauna de invertebrados. En este hábitat, asociado al poliqueto *Sabellaria alveolata*, es común la presencia de otras especies de moluscos bivalvos, como los mejillones o las ostras, que se concentran en algunos fondos marinos en grandes colonias. Su alta densidad da lugar a una rica comunidad de fauna y flora.

Se trata de una especie predominantemente atlántica, que se distribuye desde las islas Británicas a Marruecos, y el Mediterráneo. En la Demarcación Sudatlántica se encuentra principalmente en el litoral de Huelva, en la punta de la Barra, y en la Bota. (Figura 24). No está documentada la presencia de estos hábitats en toda la costa de la provincia de Cádiz.

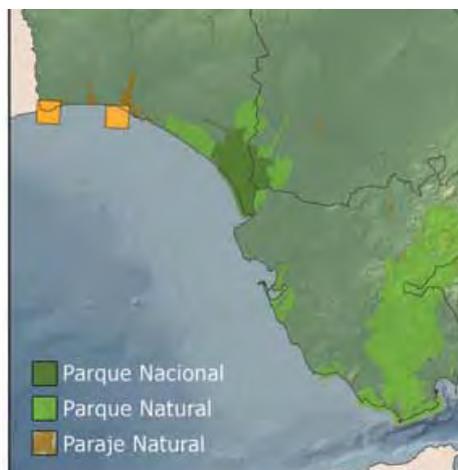




Figura 24. Mapa de distribución de *Sabellaria alveolata* a lo largo de la Demarcación Sudatlántica.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Litoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	0-10 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Especie atlántica, se distribuye desde las islas Británicas a Marruecos, y el Mediterráneo

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Aunque existe información a cerca de la distribución geográfica de este tipo de hábitat en la Demarcación Sudatlántica (Figura 24), se desconoce la extensión del mismo.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Estos arrecifes dan cobijo a numerosas algas, briozoos, hidrozoos, crustáceos, peces, etc., y pueden llegar a tener un gran valor económico para multitud de comunidades costeras.

Además de los poliquetos *Sabellaria spp.* y los moluscos como *Mytilus spp.* y *Crassostrea spp.*, están los crustáceos móviles que viven libres en el medio ambiente, como las gambas, los cangrejos, etc., y los sésiles, los cuales se fijan al sustrato rocoso, constituyendo un hábitat de importancia para otras especies. Los más característicos de estos crustáceos son los cirrípedos, al que pertenecen especies como los percebes (*Pollicipes pollicipes*) o las barnaclas (*Chtamalus sp.*). Además, se conjunta con la presencia de numerosas algas (*Fucus spp.*, *Ulva spp.*, *Corallina elongata*), actinias (*Actinia equina*, *Anemonia sulcata*), ofiuras y peces de los géneros *Diplodus spp.*, *Coryphoblennius spp.* y *Pomatoschistus spp.*

Todos estos arrecifes son habituales de la zona intermareal (zona situada entre los límites superior e inferior de las mareas vivas), aunque algunos de ellos pueden llegar a alcanzar mayores profundidades. Así, por ejemplo, algunos arrecifes de moluscos pueden estar a más de 20-30 m por debajo del nivel del mar.



## FONDOS ROCOSOS INFRALITORALES Y CIRCALITORALES ASOCIADOS A JARDINES DE GORGONIAS

### DESCRIPCIÓN

Si bien la mayor parte de los fondos marinos circalitorales de la Demarcación Sudatlántica está compuesta por sedimentos de mayor o menor grosor, igualmente existen diversos fondos rocosos, en su mayoría lajas o afloramientos rocosos de escasa altitud y dispersos, que albergan importantes comunidades biológicas. Al igual que los fondos rocosos infralitorales y profundos, se encuentran englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natural 2000 *arrecifes*, tal y como se describe en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE. En los sustratos rocosos, suele ser frecuente la presencia de corrientes y una moderada turbidez. En cuanto al rango de profundidad a la que se encuentra, el sustrato no presenta grandes variaciones, siendo las comunidades biológicas que pueblan estos fondos las que presentan diferentes rangos batimétricos.

Este hábitat, comúnmente denominado “coralígeno”, se asienta generalmente sobre sustrato rocoso, caracterizado por una luz muy atenuada y por unas condiciones hidrodinámicas más constantes que en los pisos superiores, aunque las corrientes en algunos lugares pueden ser fuertes. La comunidad coralígena se encuentra en profundidades comprendidas entre los 10-15 metros (atlántico) y 30-40 metros (mediterráneo) como límite superior, y puede llegar hasta profundidades de 60 – 110 metros en el límite inferior. En todo caso, y dada la naturaleza de estos organismos, la profundidad depende en gran medida de la claridad de las aguas, desarrollándose en irradiancias comprendidas entre el 5 y el 0,05% de la superficial.

Según el tipo de fondo sobre el que se asienta, pueden distinguirse dos tipos de coralígeno: de roca litoral, situado generalmente en paredes verticales o sub horizontales, con escasa sedimentación, y de plataforma, que generalmente se forma sobre sustratos blandos.

Constituye una estructura organógena, cuyo desarrollo depende del crecimiento de su principal componente, las algas calcáreas coralináceas. Estas algas se caracterizan por su escasa tolerancia a la iluminación (son esciáfilas), pero necesitan una energía solar mínima para realizar la fotosíntesis. La mayoría de los organismos que componen esta comunidad son muy sensibles a la sedimentación, dado que los animales dominantes en términos de número de especies y biomasa son filtradores (suspensívoros) y un exceso de sedimentación obstruye sus sistemas de filtración.

Las concreciones coralígenas pueden medir hasta varios metros de espesor y cubrir grandes superficies de fondo. Su forma y consistencia depende de las especies de algas que las conforman. El crecimiento heterogéneo de las distintas algas genera pequeños canales, huecos e irregularidades que dan lugar a la concreción su forma característica, creando una serie de microhábitats que permiten la instalación de diversos organismos y aumentan la diversidad de la comunidad. Otros constructores secundarios que consolidan las concreciones son diversos invertebrados esciáfilos con esqueleto calcáreo (foraminíferos, esponjas, escleractinarios, poliquetos serpúlidos, briozoos, moluscos), pero no sobrepasan el 20% de la composición total. Paralelamente al proceso de construcción, tiene lugar una progresiva destrucción ocasionada por la erosión debida al hidrodinamismo (el proceso principal en el coralígeno sobre roca), por el enterramiento debido a la sedimentación (más común en el coralígeno de plataforma, formado



sobre sustratos blandos) y por causas bióticas (organismos perforadores, raspadores e incrustantes, como esponjas, bivalvos, erizos, poliquetos o sipuncúlidos).

En el coralígeno típico pueden distinguirse cuatro estratos: uno más elevado, formado por grandes gorgonias y esponjas de aspecto arborescente, que en zonas de alto hidrodinamismo pueden alcanzar portes considerables, debido a que la corriente les proporciona alimento en suspensión; un estrato intermedio, formado por esponjas, hidrozoos, poliquetos tubícolas, briozoos y ascidias, cuyo desarrollo también depende del alimento en suspensión disponible; el estrato inferior está formado por algas calcáreas, esponjas, madreporarios y briozoos. El último estrato estaría formado por la endofauna que vive entre los huecos de las formaciones coralígenas o las perforaciones.

Entre la multitud de taxones típicos de estos fondos, destacan distintas especies de gorgonias. Hay que destacar que el litoral de Andalucía alberga una gran diversidad de gorgonias, siendo una de las más elevadas de Europa. Destacan especies como *Paramuricea clavata*, *Eunicella verrucosa*, *Eunicella Gazella*, *Eunicella labiata* y *Leptogorgia lusitanica*. Otra especie notable de estos fondos es el erizo de mar, *Centrostephanus longispinus* (Philippi, 1845), que posee importantes poblaciones en Andalucía, aunque muy fragmentadas.

#### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

Los fondos rocosos infralitorales de la Demarcación Sudatlántica se extienden, principalmente, a lo largo de toda la costa gaditana con un amplio estrato batimétrico, mientras que en la costa onubense aparecen pequeñas manchas rocosas a modo de lajas que albergan una elevada diversidad biológica donde predominan las gorgonias. En relación a los fondos circalitorales del Golfo de Cádiz, a pesar de que son principalmente sedimentarios, la presencia de sustrato rocoso es relativamente patente hacia el sur de la demarcación. La información y bibliografía existente referente al rango batimétrico de las comunidades biológicas que habitan estos fondos se reduce a estudios puntuales, siendo la información espacio-temporal de los mismos escasa o nula, imposibilitando el estudio de dichos cambios en el tiempo. La presencia de los jardines de gorgonias son más frecuentes en el infralitoral, aunque especies como *Paramuricea clavata* se distribuye hasta los 100 m de profundidad, y hasta los 80 m *Eunicella verrucosa* y *Leptogorgia lusitanica*. *Eunicella Gazella* y *E. labiata* quedan casi restringidas al estrato infralitoral, con incursiones en determinadas zonas hasta los 40 m.

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Infralitoral-Circalitoral superior
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	5 - 100 m.
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas poco influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral.

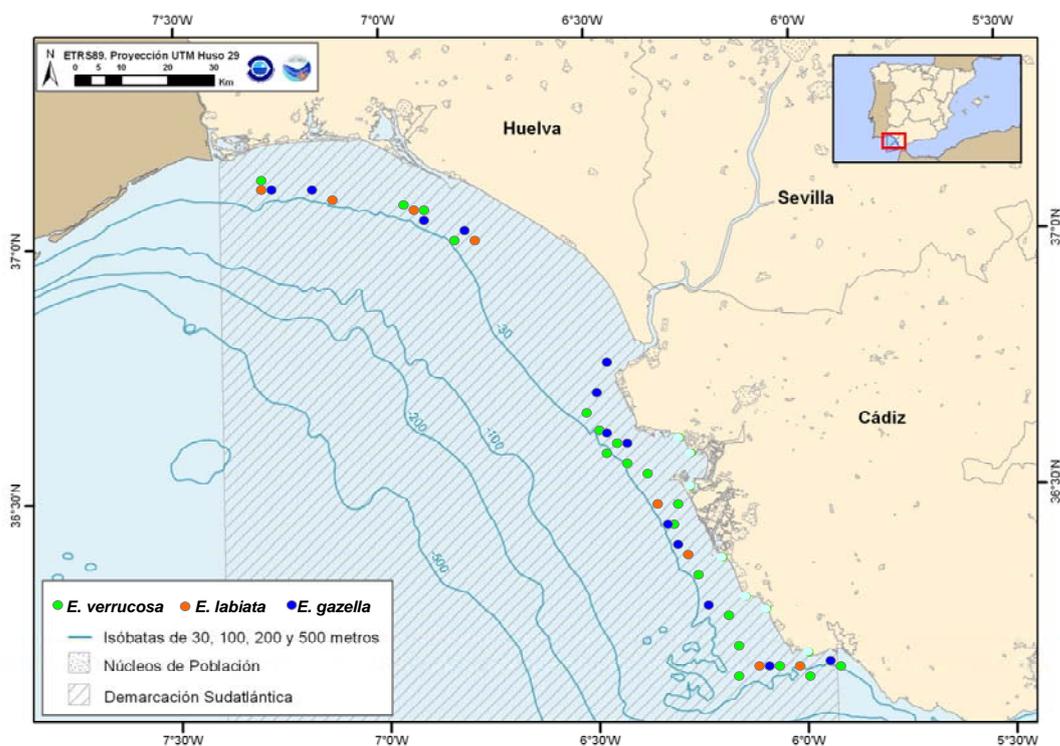
#### CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Actualmente no se conoce con exactitud la extensión de sustrato ocupado para ninguna de las distintas comunidades biológicas que engloban el hábitat de los jardines de gorgonias. Tan solo se tienen extensiones aproximadas en base a la estimación del posible sustrato que lo pueda acoger, y datos puntuales sobre la existencia de estas comunidades en diferentes puntos de la costa del Golfo de Cádiz (Figura 25 y Figura 26). El hecho de que este hábitat se restrinja a fondos duros limita la información disponible sobre los mismos, ya que existe ninguna campaña de investigación que haya estudiado de

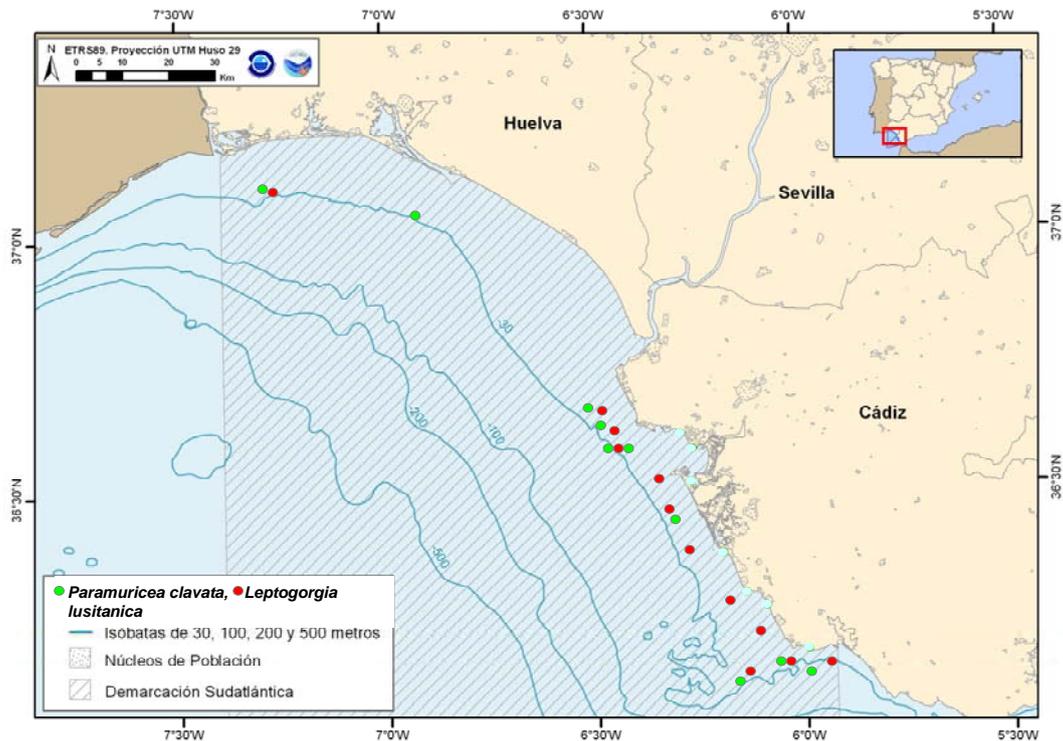


manera continuada (en el espacio y en el tiempo) los ecosistemas bentónicos y demersales de este tipo de sustrato. Además, el buceo para la realización de censos esta limitado por la profundidad.

Entre las especies características de estos enclaves se encuentran las gorgonias del género *Eunicella*, como *E. gazella*, *E. labiata* y *E. verrucosa* (Figura 25) y las especies *Paramuricea clavata* y *Leptogorgia lusitanica* (Figura 26).



**Figura 25.** Mapa de distribución de *Eunicella* spp. (*E.gazella*, *E. labiata* y *E. verrucosa*) en la Demarcación sudatlántica, Golfo de Cádiz, representado por puntos de presencia.



**Figura 26.** Mapa de distribución de *Paramuricea clavata* y *Leptogorgia lusitanica* en la Demarcación sudatlántica, Golfo de Cádiz, representado por puntos de presencia.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Las concreciones coralígenas están formadas principalmente por las algas rojas coralíneas *Lithophyllum spp.*, *Mesophyllum alternans* y *Neogoniolithon mamillosum* y las escumariáceas *Peyssonnelia spp.* Entre otras muchas algas acompañantes, pueden citarse, *Valonia macrophysa*, *Bonnemaisonia asparagoides*, *Zanardinia prototypus*, *Phyllariopsis brevipes* o *Palmophyllum crassum*. Otro componente importante de las concreciones lo constituye el foraminífero *Miniacina miniacea*.

Entre la fauna, los briozoos son los principales componentes del coralígeno. Entre ellos destaca el falso coral (*Myriapora truncata*), pero hay otras muchas especies que se consideran importantes como constructores de la formación organógena: *Adeonella calveti*, *Porella cervicornis*, *Sertella septentrionalis*, *Celleporina caminata*, *Turbicellepora coronopus*, *Scrupocellaria scrupea*, *Schizomavella mamillata*, *Hornera lichenoides* o *Pentapora fascialis*, que suele compartir sustratos con las gorgonias en las zonas rocosas del infralitoral.

Las esponjas son muy comunes y abundantes en esta comunidad. Entre otras muchas, aparecen *Axinella polypoides*, *A. damicornis*, *Aplysina cavernicola*, *Spongia agaricina*, *Clathrina clathrus*, *Crambe crambe*, *Hymeniacion sanguinea*, *Spirastrella cunctatrix*, *Chondrosia reniformis*, *Petrosia ficiformis*, *Oscarella lobularis*, *Spongia agarisima*, *Spongionella pulchella* e *Ircinia dendroides*. Entre los cnidarios, son característicos, además de las gorgonias mencionadas, la especie *Ellisella paraplexauroides*, los hidroideos *Eudendrium racemosum*, *Nemertesia antennina* y *Aglaophenia acacia*; los zoantarios, como *Parazoanthus axinellae*, que recubren amplias zonas de las paredes y extraplomos, y *Epizoanthus arenaceus*; los alcionarios antes mencionados y los madreporarios *Dendrophyllia ramea*, *Caryophyllia inornata*, *Leptosammia pruvoti*, *C. smithi*, *Hoplangia durotrix* y *Polycyathus muelleriae*. En la facies de



*Alcyonium digitatum* de las costas atlánticas aparecen esponjas masivas como *Pachymatisma johnstonia*, *Cliona celata* y, en ocasiones, el hidrozoo *Tubularia indivisa*.

Los anélidos poliquetos generalmente ocupan los intersticios de las formaciones coralígenas o se encuentran fijos al sustrato, como los serpúlidos solitarios (*Serpula vermicularis*) o coloniales (*Filograna implexa*), aunque hay otras muchas especies que se mueven entre los bloques, pertenecientes, entre otras, a las familias Chrysopetalidae, Syllidae, Eunicidae y Nereidae, principalmente entre los moluscos cabe citar a los gasterópodos comedores de cnidarios, como *Coralliophila brevis*, *Neosimnia spelta*, *Pseudosimnia carnea*, *Tritonia nilssonneri* o *Manionnia blainvillea*, o los comedores de esponjas, como los opistobranquios de los géneros *Hypselodoris spp.*, *Dendrodoris spp.*, *Peltodoris spp.*, o *Chromodoris spp.* Los bivalvos son menos comunes y las especies más características son las perforadoras (*Coralliophaga lithophagella*, *Gastrochaena dubia*, *Hiatella arctica*) o las que viven sobre las gorgonias, como *Pteria hirundo*.

La fauna de crustáceos es bastante parecida en las comunidades de precoralígeno y coralígeno. Buena parte son de pequeño tamaño (anfípodos, isópodos, copépodos). Entre los de mayor talla e interés comercial destacan la langosta (*Palinurus elephas*), el centollo (*Maja squinado*), el bogavante (*Homarus gammarus*) y la cigarra de mar (*Scyllarides latus*).

Las colonias pueden albergar a numerosos epibiontes como los equinodermos, que pueden agruparse en el interior de cuevas y fisuras; y que son relativamente frecuentes, como las estrellas *Ophidiaster ophidianus*, *Marthasterias gracialis*, *Hacelia attenuata* o *Chaetaster longipes*, esta última en el levante y sur de España), los erizos (*Echinus melo*, *Sphaerechinus granularis*, *Centrostephanus longispinus* y holoturias (*Holoturia forskali*, *H. tubulosa* y *H. sanctori*). Otro grupo presente son los ofiuroideos como, *Ophiothrix fragilis*, *Ophioderma longicaudum*, *Amphipholis squamata* y *Ophiocomina nigra*, y de forma destacada la ofiura *Astrospartus mediterraneus* (Risso, 1826) que suele aparecer junta a la gorgonia *P. clavata*. En las campañas que el Instituto Español de Oceanografía realiza en la Demarcación Sudatlántica (ARSA), *Astrospartus mediterraneus* es una de las especies de las que se posee información histórica (ver Anexo I).

Las ascidias están bien representadas en esta comunidad. Entre ellas, destacan la ascidia roja *Halocynthia papillosa*, *Microcosmus sabatieri*, *Pyura dura*, *P. microcosmus*, *Diazona violacea* y *Polycitor spp.* Muchos peces son también comunes en la comunidad precoralígena, como el mero (*Epinephelus marginatus*), que es característico de esta comunidad por la sobrepesca a menor profundidad. Tienen un especial interés comercial el congrio (*Conger conger*), el sargo (*Diplodus sargus*), las mojarras (*Diplodus spp.*), la dorada (*Sparus aurata*), la brótola de roca (*Phycis phycis*), las escórporas (*Scorpaena spp.*), el borriquete (*Plectorhinchus mediterraneus*), el burro (*Parapristoma octolineatum*), dentones (*Dentex spp.*), pargos (*Pagrus spp.*), entre otras muchas especies, mencionando además aquellas que suelen encontrarse entre las oquedades y cuevas como *Anthias anthias* y *Chromis chromis*, en las zonas rocosas mas al sur de la demarcación, donde encontramos igualmente colonias del coral anaranjado *Astroides calycularis* junto a diversas especies de gorgonias (Foto 1 y 2).



Foto 1. Jardines mixtos de gorgonias en oquedades, con presencia de *Astroides calycularis*, localizados al sureste de la Demarcación, en aguas someras del estrato infralitoral (Autor: Luis Silva).



Foto 2. Jardines mixtos de gorgonias sobre pecio hundido, localizados en el límite sureste de la demarcación (Autor: Carlos Jiménez)



# JARDINES DE CORAL

## DESCRIPCIÓN

El hábitat incluido por OSPAR en su lista de hábitats amenazados o en declive bajo el nombre de *Coral Gardens* (Jardines de coral) es definido por este organismo como agregaciones relativamente densas de individuos o colonias de una o más especies de coral, que pueden observarse en una gran variedad de tipos de fondo, desde fangos hasta fondos rocosos (OSPAR, 2010). Al igual que los fondos rocosos infralitorales y profundos, se encuentran englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natural 2000 *arrecifes*, tal y como se describe en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE.

Este hábitat presenta una distribución que abarca desde Gran Sol hasta Senegal y las Islas de Cabo Verde, incluyendo Golfo de Vizcaya, Galicia, Portugal, Madeira, Marruecos e islas Azores (Zibrowius, 1980). Está presente en Canarias, donde se ha hallado en todas las islas orientales y Tenerife (Brito y Ocaña, 2004). En el Mediterráneo predomina en la cuenca occidental, existiendo constancia del hábitat en el mar de Alborán (Zibrowius, 1980). En la demarcación sudatlántica se encuentra presente desde el litoral inferior a menos de 10 m de profundidad, hasta los fondos batiales, sin tenerse una cita exacta de las especies presentes en los distintos jardines de corales.

Los jardines de coral de fondos blandos se encuentran normalmente dominados por individuos solitarios de escleractinias, pennatulaceos o cierto tipo de corales bambú, mientras que este hábitat en fondos duros suele estar dominado por las gorgonias (Orden Alcyonacea), los stylasteridos o hidrocorales (que aunque no pertenecen a la clase Anthozoa han sido incluidos dentro de este hábitat) y/o antipatarios. Se trata por lo tanto de una definición muy amplia y poco específica tanto en lo referente a las especies que lo forman, como al tipo de sustrato o profundidad en el que aparece. De hecho, son varios los puntos de este hábitat que aún están en discusión por parte de los distintos expertos y por ejemplo, la inclusión de las comunidades de corales duros (como los bosques de *Dendrophyllia spp.* o los fondos dominados por *Madrepora oculata*) dentro de los jardines de coral es objeto de debate. Los jardines de coral presentan comunidades acompañantes muy ricas y diversas, incluyendo varias especies de corales de grupos taxonómicos distintos, como los corales de cuero y las gorgonias (Alcyonacea), los pennatulaceos (Pennatulacea), los corales negros (Anthipatharia), los corales duros (Scleractinia) y en algunas zonas hidrocorales. La densidad de los corales presentes en este hábitat dependen de varios factores bióticos y abióticos como; el tipo de especie estructurante, la profundidad, la corriente o el tipo de sustrato. En general, las especies de corales de menor porte presentan mayores abundancias que las más grandes, si bien en la actualidad no se dispone de los conocimientos suficientes para establecer un valor umbral de abundancia que permita diferenciar zonas con presencia de corales de zonas con jardines de coral (OSPAR, 2010). La organización ecologista OCEANA ha presentado recientemente un informe con varias propuestas para una tratar de definir de manera más precisa este hábitat (OCEANA, 2011) en la demarcación noratlántica mientras que en la sudatlántica se trata de forma parcial y en áreas cercanas a la desembocadura del Guadalquivir, Doñana y la Bahía de Cádiz, donde se presenta una propuesta de área de conservación, dentro de la cual, aparecen zonas de jardines de coral (OCEANA, 2011). En el informe de Oceana 2011 se eliminan las facies de pennatulaceos de los jardines de coral por entender que este hábitat ya se encuentra recogido en otro hábitat OSPAR ("*sea pens and burrowing megafauna*"). Además, también se eliminan de este tipo de hábitat las agregaciones de corales solitarios (como por ejemplo *Flabellum chunii*) por entender que no forman una comunidad en tres dimensiones propia de este tipo de hábitat. Para el resto de corales, todos observados sobre fondos duros, OCEANA



propone una serie de comunidades que pueden ser incluidas dentro del hábitat “CORAL GARDENS”. La inclusión de las comunidades de corales duros en esta ficha ha sido objeto de discusión. Finalmente se ha decidido incluir para seguir el criterio expresado por OSPAR en su última definición de este hábitat, si bien puede ser objeto de modificaciones en futuras revisiones.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

El hábitat *Jardines de coral* se encuentra presente prácticamente a cualquier profundidad, desde el infralitoral inferior donde pueden observarse algunos jardines mixtos de gorgonias a menos de 10 m de profundidad, hasta la llanura abisal donde se han observado jardines de gorgonias *Bamboo* (*Acanella arbuscula* ha sido citada a más de 4000 m de profundidad). Respecto a su distribución geográfica, ésta depende de la especie estructurante, por lo que no puede definirse una para el hábitat en su conjunto. La zona donde con más frecuencia aparecen este tipo de ecosistemas son los fondos infralitorales rocosos del litoral gaditano, incluyendo las pequeñas extensiones rocosas del litoral del Huelva, donde abundan los bosques de gorgonias del género *Eunicella* junto a otras especies formando bosques mixtos. Entre el infralitoral y el circalitoral superior aparecen amplios arrecifes de *Dendrophyllia ramea* y de *D. cornegera*, esta última a mayores profundidades. También son especialmente frecuentes en la zona del Circalitoral superior los jardines de gorgonias, los fondos dominados por *Alcyonium palmatum* o algunos de los bosques de coral negro observados en las inmediaciones de los volcanes submarinos. Pequeñas extensiones de coral rojo *Corallium rubrum* son detectadas en las oquedades de las lajas rocosas frente a Conil, entre los 40 y 60 m de profundidad, por la aparición de pequeños trozos en los enmalles que se calan por la zona, dirigidos principalmente a espáridos.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Actualmente no hay información exacta de la extensión del hábitat que engloba los jardines de coral en la demarcación suratlántica. La información existente se resume en un conjunto de datos puntuales de diferentes comunidades de corales a lo largo del litoral andaluz. Además, en la mayoría de los casos, este tipo de hábitat se limita a fondos duros, de sustrato rocoso, lo que limita la información disponible, dado que no existe en la actualidad ninguna campaña de investigación que haya estudiado de manera continuada (en el espacio o en el tiempo) los ecosistemas duros bentónicos y demersales, algo que sí ocurre en los fondos blandos. Por lo tanto, la información es limitada, y no permiten ofrecer información cuantitativa sobre la extensión del hábitat, la densidad de la especie estructurante o la riqueza y la diversidad asociada al hábitat. En este sentido, las nuevas técnicas de modelado de idoneidad de hábitats, especialmente aquellas basadas en datos de solo presencia suponen un valioso recurso para pasar de una información discreta (como la que existe actualmente) a una continua, que permita identificar las zonas con mayores posibilidades de albergar este tipo de ecosistemas de cara a su estudio y protección.

A continuación, en las Figura 27 y Figura 28, se representan los puntos con presencia de las diferentes especies que forman comunidades pertenecientes a uno u otro grupo de los llamados “jardines de coral”, cuyas características de los hábitats se describen en el criterio 1.6.

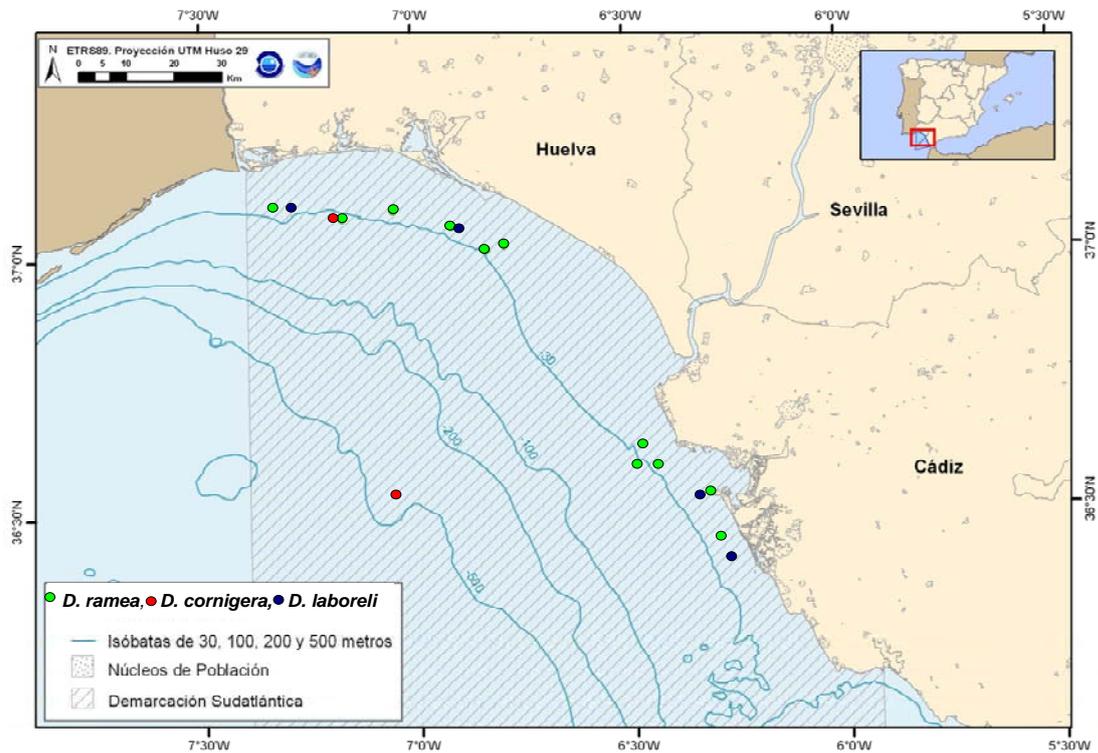


Figura 27. Mapa de presencia de *Dendrophyllia cornigera*, *D. ramea* y *D. laboreli* en la Demarcación sudatlántica, Golfo de Cádiz.

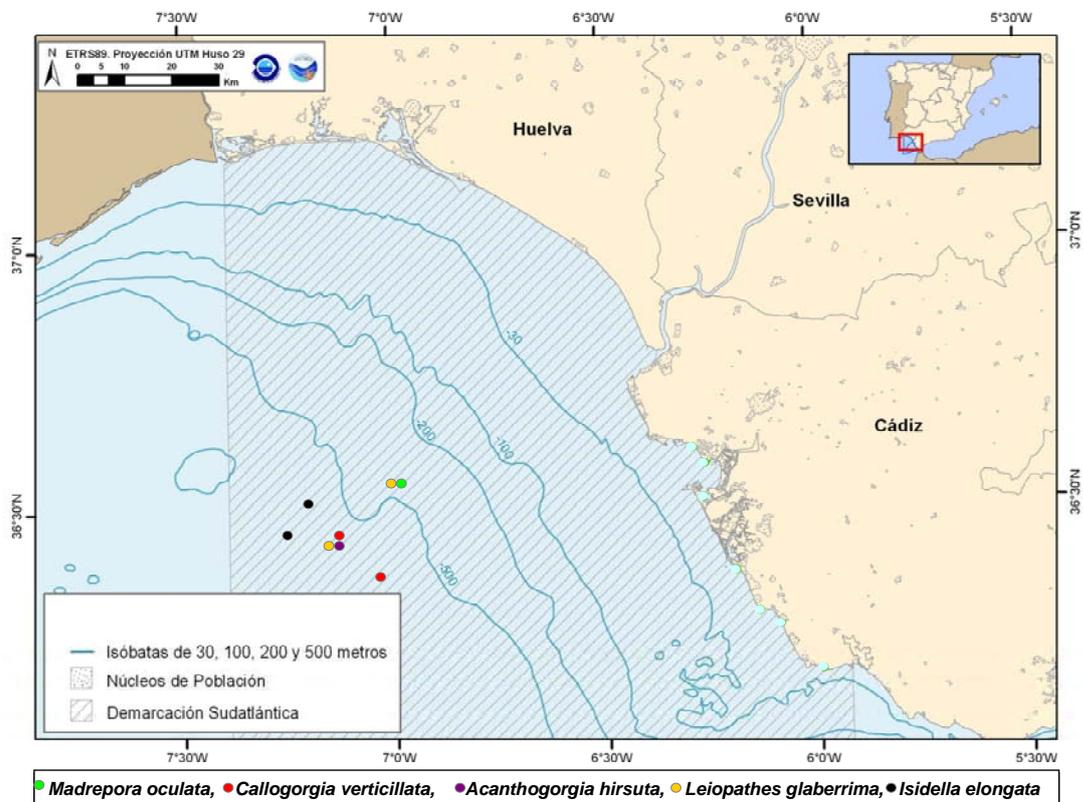


Figura 28. Mapa de presencia de *M. oculata*, *C. verticillata*, *A. hirsuta*, *L. glaberrima* e *I. elongata* en la Demarcación sudatlántica, Golfo de Cádiz.



## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

El hábitat que nos ocupa, alberga una gran variedad de comunidades biológicas, las cuales se distribuyen de forma general en fondos rocosos desde zonas relativamente someras, según las zonas, del estrato infralitoral, hasta los fondos batiales a lo largo de toda la costa andaluza sudatlántica. Estos jardines de coral, además, pueden estar acompañados por agregados de gorgonias en fondos infralitorales batidos o por fondos dominados por *Madrepora oculata* en fondos batiales. Esta gran diversidad de comunidades biológicas que pueden considerarse jardines de coral, se refleja también en la enorme diversidad de Hábitats EUNIS que podrían considerarse jardines de coral (A4.131; A3.74; A4.214; A4.215; A4.721, A4.112, A.374, etc.).

Dentro de estas comunidades existen diferentes grupos, los cuales varían en función del grupo taxonómico al que pertenecen las especies estructurantes.

- **Bosques de *Dendrophyllia* spp.** Uno de las más relevantes son los bosques de corales de *Dendrophyllia ramea* (Linnaeus, 1758) de hábitats más someros, y *Dendrophyllia cornigera* (Lamarck, 1816), de hábitats algo más profundos. *D. ramea* suele aparecer entre 40 y 100 metros de profundidad formando colonias que crecen sobre un sustrato duro donde se fijan inicialmente. En la demarcación sudatlántica se han detectado abundantes colonias a profundidades entre 20-25 m, en zonas rocosas con influencia de sólidos en suspensión procedente de grandes ríos, concretamente frente a la franja costera entre Chipiona y Rota en la provincia de Cádiz, y en las dispersas afloraciones rocosas del litoral de Huelva (Foto 1). A mayor profundidad, las estructuras arborescentes se van haciendo cada vez más grandes (esta zona es denominada por los pescadores deportivos como “los ramos”). Recientemente ha sido citada una nueva especie *Dendrophyllia laboreli* (López-González *et al.*, 2010), tanto en la costa de Huelva como en la de Cádiz, a profundidades someras de 10-20 m, cuya zona de distribución se localiza preferentemente en la costa africana hasta el Golfo de Guinea, incluyendo las Islas Canarias. Estos jardines de coral se rodean de fondos detríticos al crecer, la parte inferior de la colonia muere y puede ser colindada por una gran diversidad de organismos. La fauna asociada es muy abundante y diversa, compartiendo el hábitat con especies de gorgonias como *Eunicella verrucosa*, *Leptogorgia lusitanica*, briozoos como *Pentapora fascialis* (Foto 1), hidrozoos como *Nemertesia antennina*, y numerosas especies de esponjas (*Aplysina aerophoba*, *Hemimycale columella*,...), ascidias y anélidos, sin dejar de mencionar la riqueza íctica que alberga y que da cobijo al alevinaje de muchas especies de interés comercial. Son de destacar el gran número de esparidos presentes en estos jardines de *D. ramea*, destacando la urta *Pagrus auriga*, el pargo *Pagrus pagrus*, los dentones *Dentex dentex*, *Dentex canariensis*, todas las especies del género *Diplodus* presentes en la Demarcación, el borriquete *Plectorhinchus mediterraneus*, el burro *Parapristipoma octolineatum*, entre otros. En cuanto a *Dendrophyllia cornigera*, aparece a mayor profundidad que la facies anterior, hasta el límite inferior del circalitoral, aunque en ocasiones se prolonga hasta la zona batial. Hacia los 300 metros de profundidad esta especie es sustituida por la facies de corales blancos que es una facies empobrecida de la facies de *D. cornigera*. Esta especie ha sido encontrada en las cercanías de los vulcanes de fango donde el sustrato duro es apto para el asentamiento de estos cnidarios (Volcán “Gazul”), (González-García, 2011; Rueda *et al.*, 2012). Aunque el elemento más conspicuo de la comunidad, y el que le da nombre, son estos corales, está formada por un buen número de especies sésiles filtradoras, entre las que destacan esponjas, hidroideos y briozoos. Entre las especies más comunes de estos hábitats se encuentran los corales solitarios *Paracyathus pulchellus* o



*Caryophyllia cyathus*, los corales antipatarios *Parantipathes larix* y *Leiopathes glaberrima*, el cirrípedo *Megatrema anglicum*, las esponjas *Phakelia ventilabrum*, *Raspalia viminalis*, *Reniera mucosa*, *Stelletta grubei* o *Mycale syrinx*, los hidroideos *Zygophylax biarmata*, *Halecium delicatulum* o *Aglaophenia tubulifera*, entre otros muchos, y el braquiópodo *Terebratulina retusa*. Entre los crustáceos decápodos destacan *Palinurus mauritanicus* y *Paromola cuvieri*. Son también muy comunes en este tipo de fondos diversas especies de peces, sobre todo las chernas (*Polyprion americanus*), gallinetas (*Helicolenus dactylopterus*), quimeras (*Chimaera monstrosa*), ojoverdes (*Chlorophthalmus agassizi*), ratones (*Coelorhynchus coelorhynchus*), sables (*Lepidopus caudatus*) o las fanecas plateadas (*Gadiculus argenteus*).



Foto 1. *Dendrophylia ramea* en fondos rocosos a 25 m frente a la localidad gaditana de Rota, compartiendo hábitat con el briozoo *Pentapora fascialis* (Autor: Boris Martínez)

- **Comunidad dominada por el coral blanco *Madrepora oculata*** sobre fondos rocosos batiales. De distribución cosmopolita, el coral blanco *Madrepora oculata*, **Linnaeus, 1758** se puede encontrar en los grandes océanos del mundo, junto a otro coral blanco como *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758), con la que suele compartir hábitat. Ambos corales se asientan en medios altamente productivos, generalmente asociados a lugares con corrientes de fondo y poca sedimentación. Los bancos de corales blancos se encuentran a gran profundidad, entre 150 m y hasta más de 2000 m, por lo que son característicos del borde de plataforma continental y de los fondos batiales. Esta biocenosis es de gran valor ecológico, ya que constituye un refugio para numerosas especies, algunas de ellas de interés comercial para el hombre, por lo que existe una iniciativa internacional para proteger estos arrecifes profundos de la actividad pesquera indiscriminada con artes de arrastre (López-González y Medel, 2004). En la Demarcación sudatlántica esta especie, que ha mostrado una gran regresión desde la última glaciación (Wienberg *et al.*, 2009), ha sido detectada en la zona del volcán de fango “Gazul” a una profundidad de unos 450 m (Ver ficha hábitat *Estructuras submarinas producidas por escapes de gases*), en las campañas INDEMARES-CHICA en el marco del proyecto INDEMARES que se lleva a cabo en el Golfo de Cádiz para el estudio de los ecosistemas que conforman los volcanes de fango. Este volcán, en concreto, pertenece al grupo de volcanes en estado latente,



según la clasificación expuesta en Leon *et al.*, (2007), con un cambio de comunidades asociadas a las emisiones de gases por comunidades de organismos sésiles y filtradores que aumentan la complejidad del hábitat (Vanreusel *et al.*, 2009). La comunidad de corales blancos es muy rica en fauna acompañante. Las especies más características de esta comunidad, además de los corales y los poliquetos asociados ya citados, son el bivalvo *Spondylus gussoni* (Costa, 1829), el braquiópodo *Gryphus vitreus* (Born, 1778) y el erizo *Cidaris cidaris* (Linnaeus, 1758). La descripción de las comunidades acompañantes se amplía en la ficha de hábitat específico para los arrecifes de *Madrepora* y *Lophelia*

- **Bosques de Anthipataria.** Las comunidades de los llamados corales negros son relativamente abundantes en zonas profundas del Golfo de Cádiz en la zona denominada “el laberinto” donde existen una serie de volcanes de fangos (Anastasya, Tarsis, Pipoca Chica 1 y 2) a más de 600 m de profundidad y en otros a menos profundidad como el Gazul, a unos 450 m, el cual, por su estado latente, permite el asentamiento de comunidades típicas de los jardines de coral, como gorgonias y corales de aguas fría (Ver ficha hábitat *Estructuras submarinas producidas por escapes de gases*),. La especie más abundante, recolectada e identificada principalmente en el volcán Gazul (Proyecto INDEMARES-CHICA), es el coral negro *Leiopathes glaberrima*, que coloniza las zona junto a corales de aguas fría como *M. oculata*, acompañados de una fauna muy diversa de esponjas (*Asconema setubalense*, *Haliclona mucosa*,...), equinodermos (*Cidaris cidaris*, *Leptometra celtica*), actinias (*Actinauge richardi*), entre otros. Otras especies de antipatarios encontradas en las zonas de los volcanes de fango son especies del género *Antipathes* y *Stichopathes*, si bien aún están en revisión.
- **Jardines de gorgonias.** Se trata de una de las comunidades más diversas descritas dentro del hábitat jardines de coral. Entre las especies más representativas de nuestras aguas, preferentemente en las zonas rocosas del infralitoral y del circalitoral superior, se encuentran *Eunicella labiata*, *E. gazella*, *E. verrucosa* y *Leptogorgia lusitánica*, que comparten habitat con *Paramuricea clavata*. Estas especies forman facies características que se describen en el hábitat de bosques de gorgonias. En la zona rocosa batial aparece un segundo hábitat de los denominados “*gorgonian garden*”, habiéndose observado entre los 500 y los 800 m de profundidad en la zona de los volcanes de fango estudiados dentro del Proyecto INDEMARES. *Callogorgia verticillata* y *Acanthogorgia hirsuta* son las especies más abundante sobre todo en los volcanes Pipoca y Chica (Ver ficha hábitat *Estructuras submarinas producidas por escapes de gases “volcanes de fango”*), a profundidades de unos 600 m, donde las biomásas obtenidas son relativamente elevadas (González-García, 2011). En concreto, *C. verticillata*, que es la especie más representada en este tipo de hábitat dentro de los jardines de gorgonias profundos, es una especie de octocoral de distribución Atlántico-Mediterránea, que se encuentra presente desde *Hatton Bank* (Durán-Muñoz *et al*, 2009), hasta el archipiélago de Cabo verde, estando también presente en el Mediterráneo y en el Golfo de México (van Ofwegen *et al.*, 2001). La comunidad observada en la zona de los volcanes de fango, denominada por Sánchez *et al* (2008) en la zona del Cachucho (Demercación noratlántica) como comunidad de *Callogorgia-Chimaera* por la abundante presencia de *Chimaera monstrosa*, es una comunidad perteneciente al Hábitat EUNIS A6.11 (*Deep-sea bedrock*). Además de la gorgonia *C. verticillata*, también son abundantes esponjas como *Thenea muricata* y *Asconema setubalense* u otros cnidarios como el coral solitario *Flabellum chunii*. Jardines mixtos de *C. verticillata* y la esponja *Asconema setubalense* han sido también observados por OCEANA en aguas de Portugal (*Gorringe bank*) a profundidades que oscilaban entre los 155 y los 450 m, mientras que un denso y extenso jardín de *C. verticillata* fue observado en aguas canarias, concretamente



enfrente de la localidad tinerfeña de Punta Teno, a profundidades que oscilaron entre los 225 y los 310 m.

- **Bosques de gorgonias bambú:** se trata de una comunidad, que a diferencia de otros corales, suele asentarse sobre sustrato blando, como son los fondos de fangos compactados del Golfo de Cádiz localizados en las inmediaciones de los volcanes de fango en la zona batial. Las comunidades típicas de estos fondos son los campos de pennatuláceos (incluidos en otro hábitat OSPAR) que se alternan con los corales bambú *Isidella elongata* (Foto 2), esponjas de fondos blandos como *Thenea muricata* o *Pheronema carpenteri*. Otras especies serían los decápodos que forman galerías en estos sustratos como la cigala (*Nephrops norvegicus*) o *Goneplax rhomboides*, moluscos como *Abra longicallus* o *Galeodea rugosa*, poliquetos del género *Spiochaetopterus* y estrellas de mar como *Brissingella coronata* o *Peltaster placenta*. La naturaleza de los fondos sobre los que se asientan los campos de corales bambú, los hacen especialmente vulnerables a la pesca de arrastre, tratándose de un hábitat amenazado, que ha sido incluido en diversos convenios internacionales para su protección (Convenio de Barcelona, Convenio OSPAR).



Foto 2 .Ejemplar de gorgonia bambú *Isidella elongata* capturado en los fondos blandos próximos al volcán de fango Tharsis, en la zona batial del Golfo de Cádiz, durante la campaña INDEMARES-CHICA0211.



## FONDOS CIRCALITORALES ARENOSO-FANGOSOS CON FACIES DE *Venus nux* (Gmelin, 1791)

### DESCRIPCIÓN

De forma general, los fondos blandos del piso circalitoral pueden tener un origen doble. Pueden ser de origen terrígeno (fondos sedimentarios), formados esencialmente por los sedimentos transportados por los ríos, o bien de origen organogénico (fondos detríticos). Éstos suelen preceder a los de origen fangoso conforme nos desplazamos desde profundidades menores a mayores, en relación a la velocidad de sedimentación. En el caso de la Demarcación Sudatlántica, la distribución de los dos tipos de fondo es irregular, y depende del tipo de costa además de, fundamentalmente, la presencia de ríos que aportan los sedimentos. Así, el Golfo de Cádiz destaca por una extensa plataforma continental, que es una de las más amplias de la Península Ibérica. Tomando como referencia la isobata de 100 metros, la plataforma continental abarca unos 30-35 km de media. Ésta es bastante llana, con una batimetría que va de los 31 a los 200 metros, y en donde el principal aporte fluvial proviene del río Guadalquivir, así como de otros ríos de menor envergadura. Otra de las características de los fondos de esta demarcación es la riqueza existente en cuanto a comunidades biológicas, las cuales varían en función de la profundidad y del origen del piso (sedimentario o detrítico).

Obviamente las especies presentes en este tipo de fondos son muy variadas y diversas, albergando una comunidad muy rica. Entre las diferentes especies que podemos encontrar en los fondos circalitorales arenoso-fangosos está el molusco bivalvo *Venus nux*. La distribución de esta especie contempla desde el sur de Portugal hasta Senegal, Madeira en el Océano Atlántico y también está presente en el Mar Mediterráneo. La zona de mayor abundancia se localiza en el sur y este de las costas españolas. La presencia de estos bivalvos es generalmente superior en los fondos en los que el tamaño de grano se acerca a la textura limo-arcillosa (fondos fangosos) frente a sedimentos con textura arenosa, estando prácticamente ausente en los fondos en los que el porcentaje de conchas es elevado. Como suele ocurrir con las especies menos conocidas comercialmente, recibe una amplia variedad de nombres. En la costa de Huelva le dicen “mechillón”, por su parecido con el mechillón del Guadiana (*Corbicula fluminea*), usándose también los términos “mechillón rasposo” y “almeja rugosa”, en alusión al tacto áspero de la concha debido a sus estrías dentadas y cortantes. En Isla Cristina y Mazagón se conoce como “corruco” o “curruco” por sus marcadas estrías concéntricas que recordarían a las de *Acanthocardia tuberculata*, aunque esta especie las tiene radiales. Mientras, en las costas de Cádiz se denomina almeja basta o cáscara basta por lo áspero de la concha. Sin embargo, el listado de denominaciones comerciales de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España sólo recoge el término “almeja de fondón”, como nombre comercial de la especie, en alusión a que es una especie que vive a profundidad considerable. Destacar que a pesar de tratarse una especie conocida por el sector pesquero, en la actualidad la pesca no es dirigida por lo que la realizan de manera accidental los barcos de arrastre de fondo, dado que las embarcaciones marisqueras no faenan en las profundidades en la que ésta se distribuye.

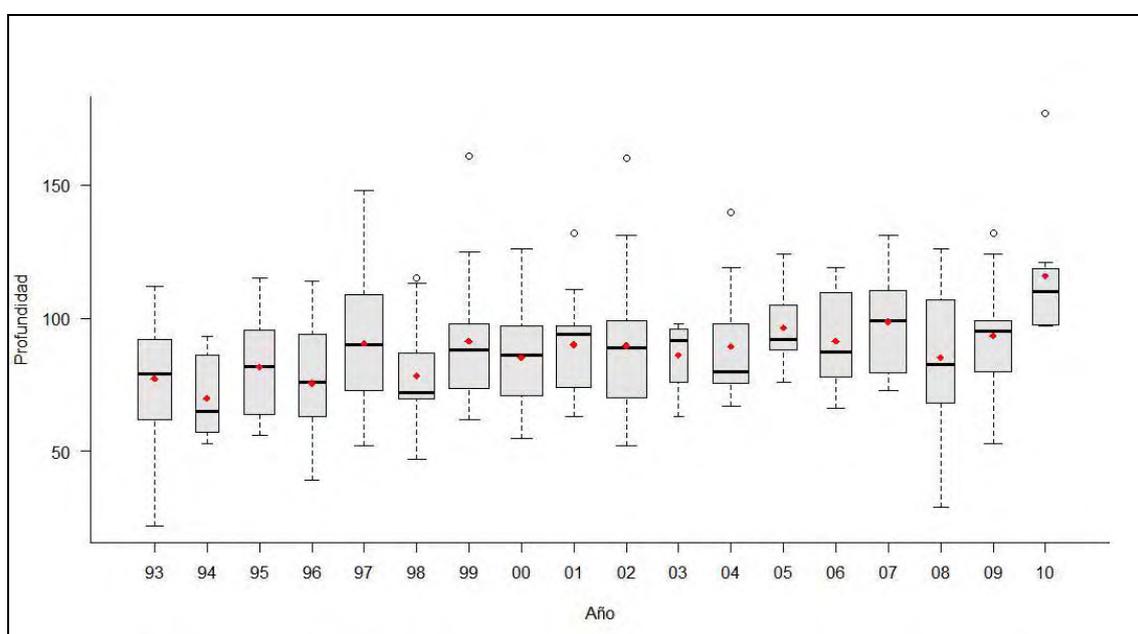
Esta especie de bivalvo es relativamente frecuente en las campañas de arrastre demersal (serie ARSA) que el Instituto Español de Oceanografía realiza en la Demarcación Sudatlántica. Por este motivo estamos en disposición de extraer información procedente de la serie histórica, que comienza en el año 1993.



## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta Demarcación</b>	<b>Zona</b>	Infralitoral y Circalitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos arenoso-fangosos
	<b>Rango de profundidad</b>	22 - 177 m.
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas no influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral.

Atendiendo a la distribución batimétrica de los fondos dominados *V. nux*, éstos oscilan entre los 22 y 177 m, oscilando la mediana de la distribución en profundidad entre 65 y 110 m, con un 75% de los lances en los que se observaron facies por debajo de la cota de los 120 metros. Las facies de *V. nux*, muestran una ligera tendencia a aumentar la profundidad con el tiempo, permaneciendo en valores medios para los primeros y últimos 5 años de 80 y 100 m., respectivamente (Figura 29).



**Figura 29.** Distribución en profundidad de las facies de *Venux nux* en fondos blandos infra y circalitorales en la demarcación Sudatlántica.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Venux nux</i>	29 – 177	22 - 177

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

El caso del bivalvo marino, *V. nux*, forma facies en el 30 % del total de cuadrículas muestreadas en las campañas ARSA. Se encuentra formando facies, fundamentalmente en fondos circalitorales fangosos (83,33 % de las cuadrículas con presencia de este hábitat) y los fondos circalitorales de arenas finas y arenas fangosas (presencia en el 8,33 % de las cuadrículas en ambos casos), son formando facies en ningún otro tipo de fondo. En cuanto a las frecuencias relativas del hábitat en cada tipo de fondo, estas

fueron máximas para los fondos circalitorales areno fangosos y fangosos (66,7 y 50 % respectivamente) y para los fondos circalitorales de arenas finas (11,1 %).

La distribución geográfica de la especie es amplia, extendiéndose por gran parte de la Demarcación Sudatlántica, especialmente entre las isobatas de los 30 y 200 m desde la desembocadura del Guadiana hasta la ciudad de Cádiz (Figura 30).

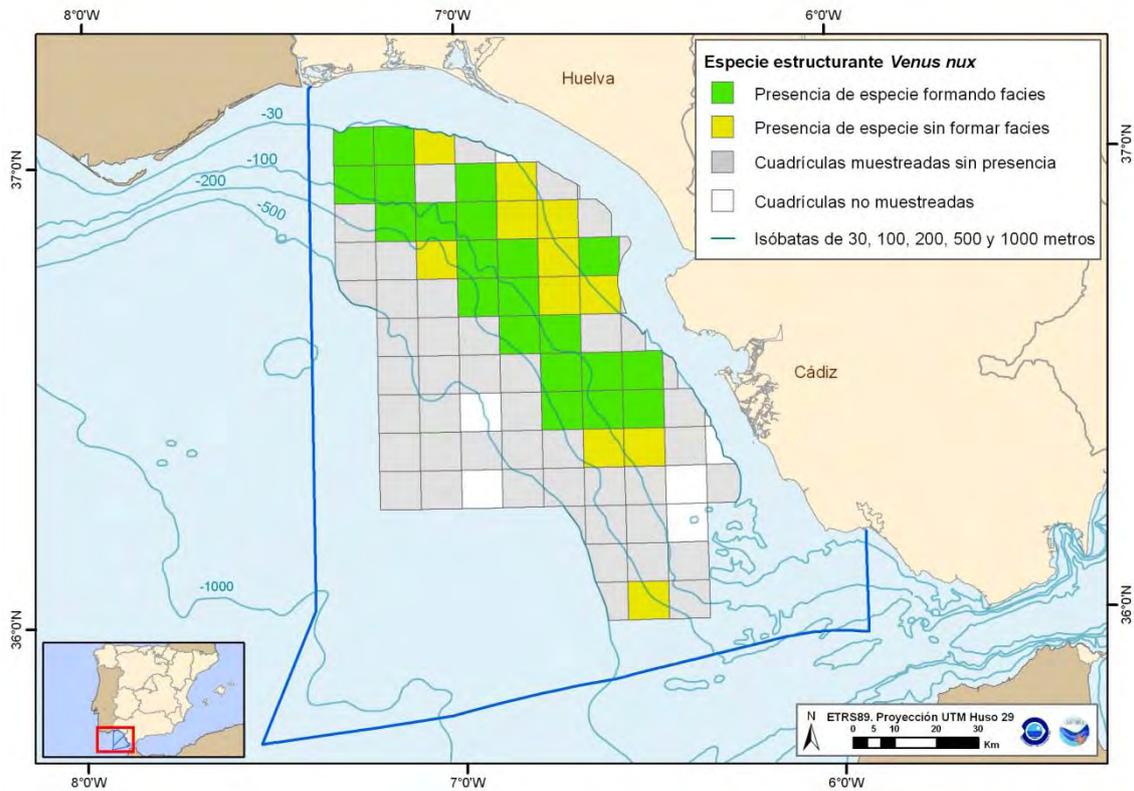
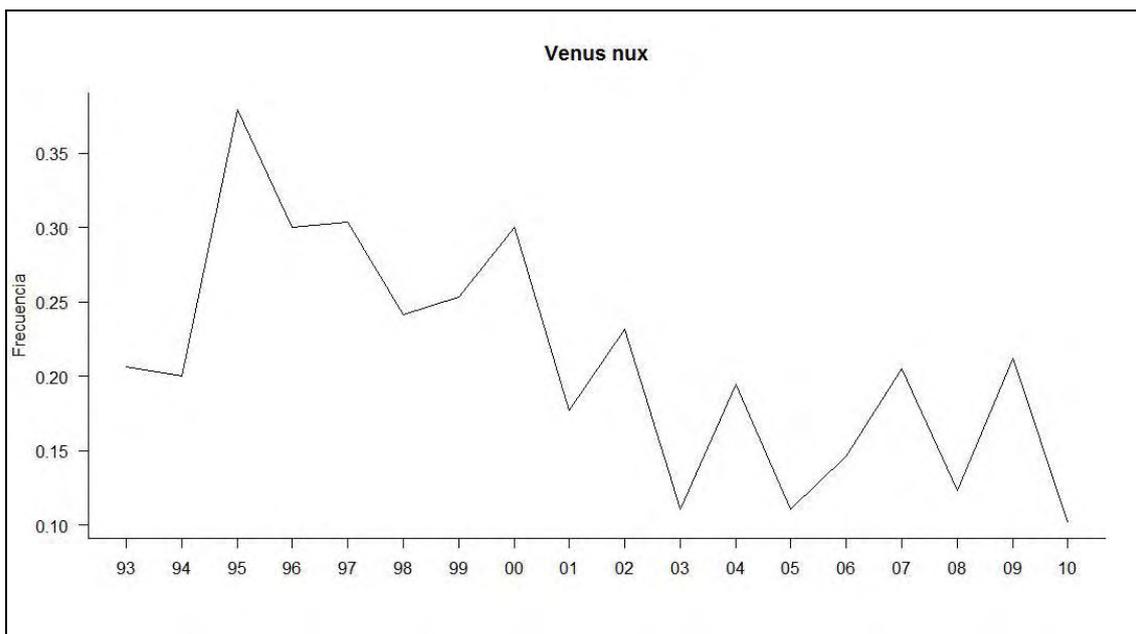


Figura 30. Mapa de distribución espacial de *Venus nux*.

El promedio de la frecuencia de presencia de cuadrículas con presencia de *V. nux* está alrededor del 30%. Sin embargo la tendencia de dicha frecuencia no es estable, presentando diferentes ciclos de valores con picos y valles a lo largo de los años de estudio. El último año de la serie coincide con el menor valor observado.



**Figura 31.** Frecuencia de presencia en cuadrículas del hábitat de fondos blandos infra y circalitorales con facies de *Venus nux*.

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de cuadrículas con presencia de hábitat <i>Venus nux</i>	15,8 %	37,93 %

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Los fondos de arenas fangosas y fangos finos siguen manteniendo un importante valor ambiental, reflejada por la diversidad de las comunidades biológicas que los habitan. Teniendo en cuenta la naturaleza del fondo, puede hacerse una división entre fondos arenas fangosas y fangos finos circalitorales. Además del bivalvo (*V. nux*) que hemos determinado como característico y formador de facies, en estos fondos areno fangosos circalitorales aparecen diferentes especies como las ascidias (*Ascidia conchilega*), estrellas de mar (*Astropecten aranciacus* y *Astropecten irregularis*), erizos de mar (*Echinus acutus* y *Cidaris cidaris*), cangrejos ermitaños (*Dardanus arrosor*), gasterópodos (*Cymbium olla*), pennatulaceos (*Pennatula rubra*) y anélidos (*Sternaspis scutata*).

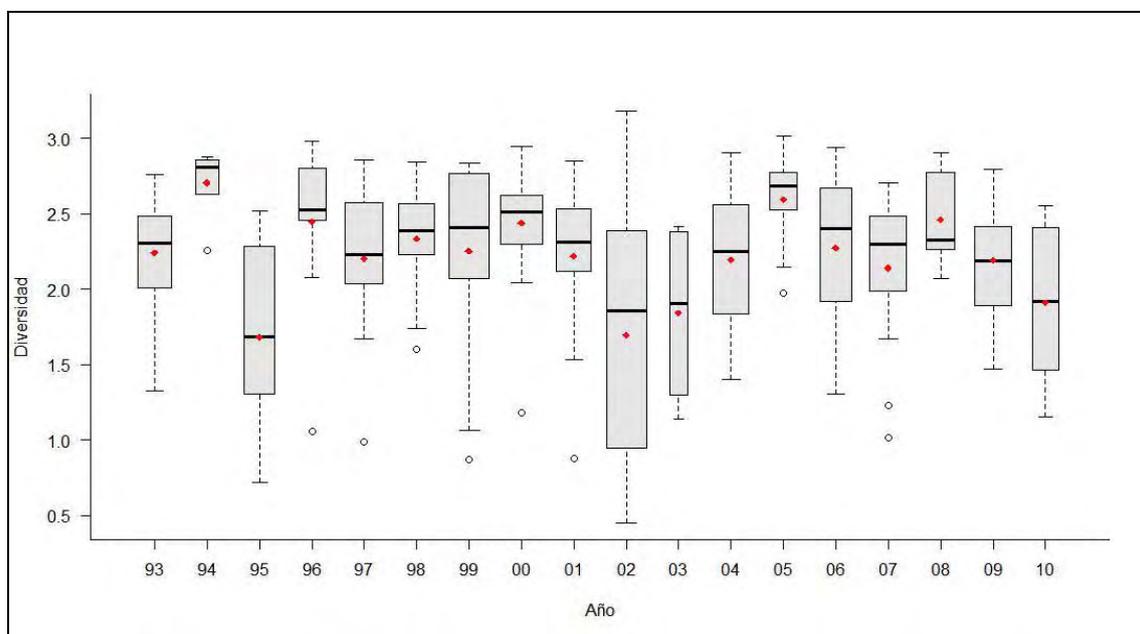
Por otro lado, en los fondos arenosos-fangosos de la plataforma externa (entre 101 y 200 m de profundidad), las especies ícticas más destacadas son merluza (*Merluccius merluccius*) como una de las especies comerciales de especial interés pesquero, la bacaladilla *Micromessistius poutassou*, *Argentina sphyraena*, *Gadiculus argenteus*, *Cepola macrophthalma*, especies de la familia Triglidae como *Peristedion cataphractum*, *Lepidotrigla dieuzeidei* y *Lepidotrigla cavillone*, y el serránido *Serranus hepatus*, entre otras. Los peces planos están representados por *Arnoglossus laterna*, *Microchirus boscanion* y *Symphurus nigrescens*, aunque esta última es más abundante a mayores profundidades. Son de destacar las especies *Capros aper* y *Macroramphosus scolopax*, igualmente abundantes y características de estos fondos fangosos, con oscilaciones interanuales importantes en sus abundancias.

En relación a las especies pelágicas son de destacar las especies de los géneros *Scomber* (*S. colias* y *S. scombrus*) y *Trachurus* (*T. trachurus* y *T. picturatus*), así como el boquerón *Engraulis encrasicolus*, el cual sigue mostrando una significativa presencia en esta plataforma externa.

En 1959 Massutí denominó este estrato como el de los "fondos de gamba" (*Parapenaeus longirostris*), debido a la gran abundancia de este peneido comercial, aunque el límite superior de su distribución supera los 300 m. de profundidad. Aparte de esta especie, destaca por su abundancia *Plesionika heterocarpus*, además de otras especies del mismo género bastante menos abundantes. Otros crustáceos típicos del estrato son los cangrejos *Dardanus arrosor*, *Homola barbata* y varios representantes de la familia Majidae tales como *Inachus communissimus*, *Inachus dorsetensis* y *Macropodia longipes*. También el crustáceo *Pasiphaea sivado* se encuentra presente en esta franja de plataforma, con abundancias destacables, junto con otras muchas especies de cefalópodos que incrementan su abundancia al comienzo del talud *Eledone cirrhosa* y *E. moshata*, *Loligo vulgaris*, *Sepia elegans*, y los ommastrephidos *Illex coindetii* y *Todaropsis eblanae*, sin dejar de nombrar a las especies de sepiólidos (*Sepiola spp.*, *Sepietta spp.*, *Rondeletiola minor*) cuya presencia en muchos casos es destacable. Además *Loligo forbesii* está apareciendo con mayor frecuencia en los últimos años. Moluscos gasterópodos como las *Charonia lampax* caracterizan también en estos fondos.

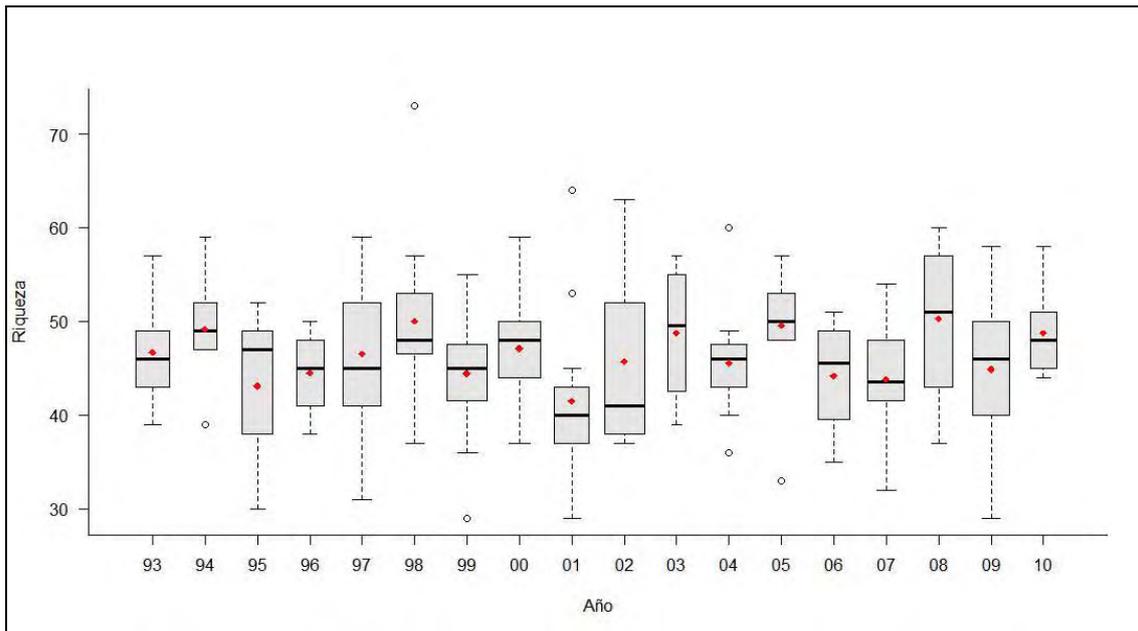
Entre otros invertebrados bentónicos encontramos los equinodermos *Bryopsis lyrifera*, *Stichopus regalis*, *Ophyura ophyura* o el crinoideo *Leptometra phalangium*, así como los pennatuláceos *Pennatula rubra* y *Pteroeides spinosus*.

En cuanto a la evolución de la Diversidad (Figura 32) de los fondos caracterizados por *V. nux*, el valor máximo de la serie histórica se alcanzó en el año 1994 cuando los fondos en los que esta especie forma facies mostraron una diversidad de 2,70. Por el contrario, el valor mínimo se observó en el año 1995 cuando los valores de diversidad alcanzaron valores mínimos de 1,68. El valor medio de los últimos 5 años fue de 2,19.



**Figura 32.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Diversidad en el hábitat de fondos blandos infra y circalitorales con facies de *Venux nux*.

La tendencia de la Riqueza (Figura 33) en fondos dominados por *V. nux* es algo más estable que la Diversidad. El valor promedio de los últimos 5 años es de 46,38.



**Figura 33.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Riqueza en el hábitat de fondos blandos infra y circalitorales con facies de *Venux nux*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Diversidad <i>Venux nux</i>	2,19	2,70
Riqueza <i>Venux nux</i>	46,38 especies/lance	50,3 especies/lance

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

En cuanto a la abundancia de *V. nux*,  
(

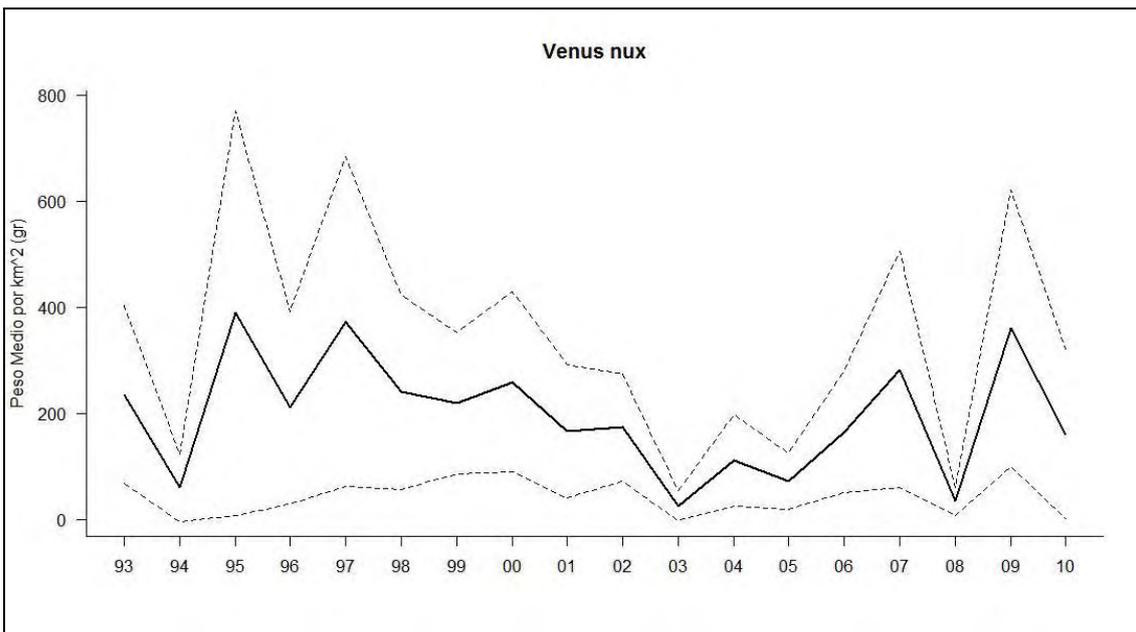


Figura 34) ésta presenta valores de abundancia muy altos, con máximos de hasta 390 g/km<sup>2</sup> (alcanzado en el año 1995). No obstante, la abundancia ha descendido ligeramente en los últimos años, con un valor medio en los últimos 5 años de 200,63 g/km<sup>2</sup>.

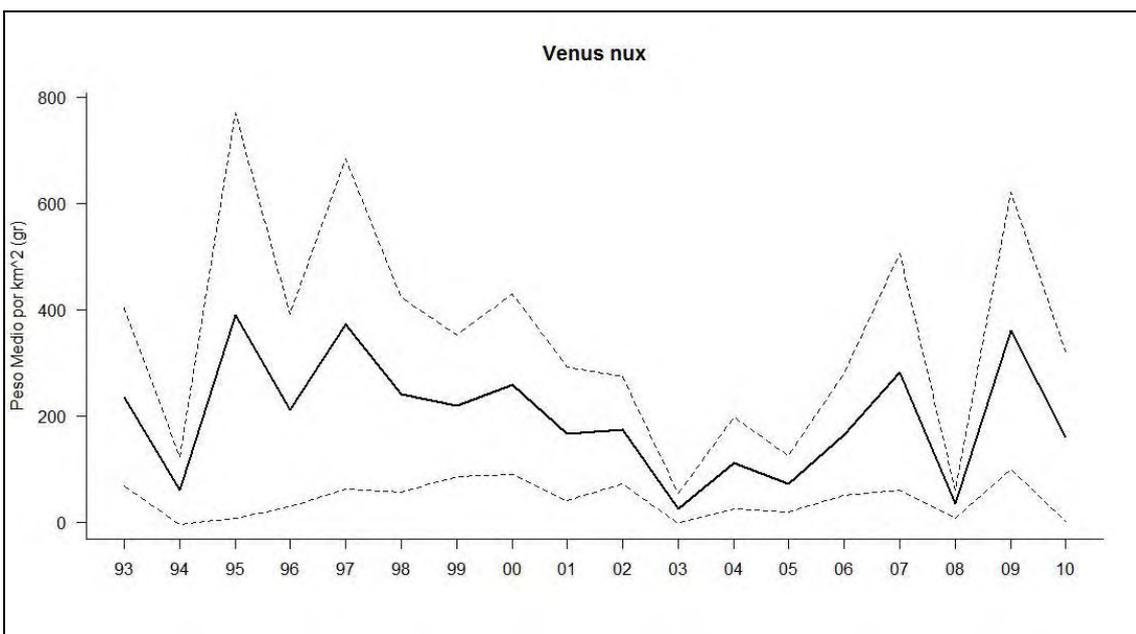


Figura 34. Evaluación temporal de los pesos medios y de los pesos máximos y mínimos (línea de puntos) del bivalvo *Venus nux*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Biomasa de la especie estructurante <i>Venus nux</i>	200,63 g/km <sup>2</sup>	389,42 g/km <sup>2</sup>



## FONDOS BLANDOS CIRCALITORALES Y PROFUNDOS ASOCIADOS A COMUNIDADES DE PENNATULACEOS

### Descripción

Una de las características de la Demarcación Sudatlántica es su gran extensión y el aplaceramiento de su plataforma (de las más amplias de la Península Ibérica), sobre todo en su porción central, con pocos relieves en su topografía submarina. La abundancia en la diversidad fisiográfica de la región, se debe entre otras, a la existencia de importantes estuarios y zonas de marismas, asociadas a las desembocaduras de grandes ríos (Guadiana, Odiel, Guadalquivir, Guadalete, y Barbate).

Entre los pobladores habituales de la zona más profunda de la plataforma se encuentran los pennatulaceos. Suelen fijarse sobre sustratos de arena y fango, llegando a formar densas poblaciones, aunque lo más habitual es que crezcan de forma aislada a lo largo de grandes extensiones. En esta Demarcación las comunidades de pennatulaceos aparecen en fondos blandos circalitorales (hábitat EUNIS A5.361), fondos profundos y en fondos profundos asociados a estructuras producidas por escape de gases (hábitat EUNIS A6.81), como los hallados en la zona conocida como El Laberinto, donde se encuentran los volcanes de fango Anastasya y Pipoca. En cualquier caso, este tipo de comunidad ha sido poco estudiada hasta hace relativamente poco en el Golfo de Cádiz, y la información disponible es aún escasa.

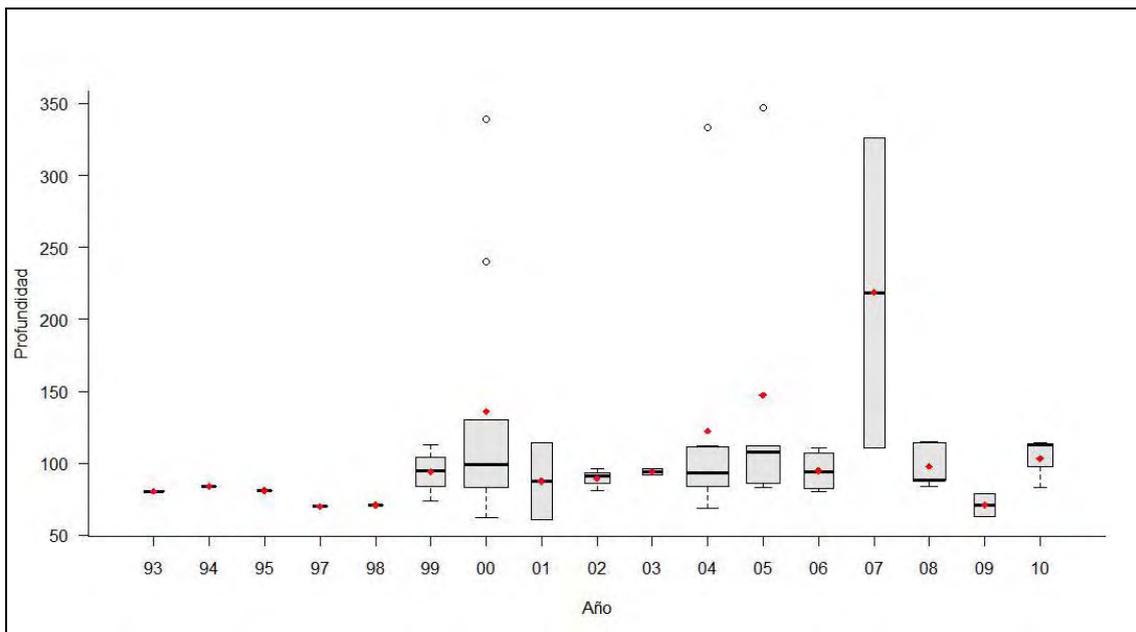
El número de especies pertenecientes al Orden Pennatulacea es amplia, no obstante, merecen especial mención por su presencia en la Demarcación Sudatlántica los pennatulaceos *Funiculina quadrangularis* (Pallas, 1776) y *Pennatula rubra* (Ellis, 1761). De las dos, *P. rubra* es la que muestra mayor abundancia, presentando una distribución reducida al Atlántico Este y parte de Mediterráneo, siendo una especie dominante en los fondos del sur de la península Ibérica. En cuanto a *F. quadrangularis*, su presencia en la Demarcación Sudatlántica es menor. No obstante, es una especie de amplia distribución, presente prácticamente en la mayoría de los océanos. Otras especies de pennatuláceos presentes en la demarcación son *Pteroeides spinosus*, *Kophobelemnnon stelliferum* y *Radicipes fragilis*.

### Criterio 1.4: Distribución del hábitat

#### Rango de distribución del hábitat

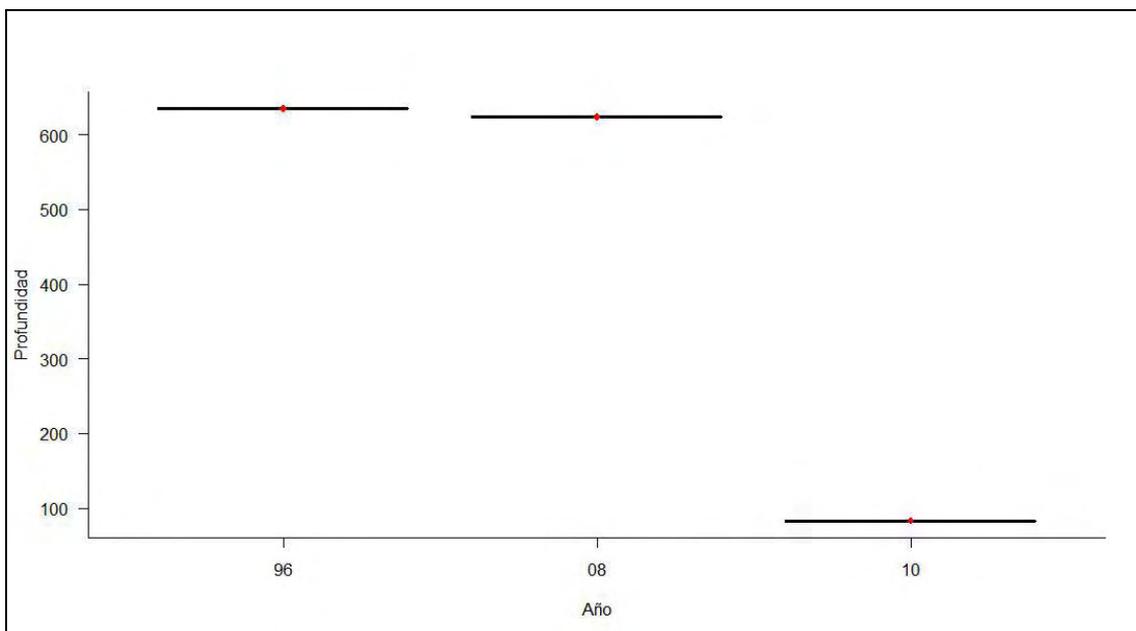
El rango batimétrico de los pennatulaceos en la Demarcación Sudatlántica varía en función de la especie objeto de estudio. En el caso de *Pennatula rubra*, especie más abundante, la distribución batimétrica se extiende a lo largo de la plataforma continental, a profundidades de entre 60 y 300 metros, mientras que en el caso de *Funiculina quadrangularis* el rango batimétrico está entre 400 – 600 metros.

<b>Rango de distribución en esta Demarcación</b>	<b>Zona</b>	Circalitoral y fondos profundos
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos arenas finas y arenas fangosas
	<b>Rango de profundidad</b>	50 - 700 m. (principalmente entre 100 y 300 m.)
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas no influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Varía en función de la especie



**Figura 35.** Distribución en profundidad para el periodo estudiado del hábitat: facies de *Pennatula rubra* en fondos blandos circalitorales y profundos a lo largo de la costa Sudatlántica.

Las facies de *P. rubra* muestran una tendencia estable en el tiempo, a excepción del año 2007, donde se alcanza un valor batimétrico superior al resto de años (Figura 35).



**Figura 36.** Distribución en profundidad para el periodo estudiado del hábitat: facies de *Funiculina quadrangularis* en fondos blandos circalitorales y profundos a lo largo de la costa Sudatlántica.

En cuanto a *F. quadrangularis*, sólo existen datos de tres años, con valores de profundidad medios considerablemente superiores a los registrados para *P. rubra* (Figura 36).

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Pennatula rubra</i>	63 - 326	61 - 347

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Funiculina quadrangularis</i>	447	635

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Las comunidades de *Pennatula rubra* han sido observados principalmente en los fondos circalitorales de arenas finas, seguidos de fondos cicalitorales fangosos y fondos profundos mixtos. En cuanto a las frecuencias relativas del hábitat en cada tipo de fondo, estas han sido máximas para los fondos mixtos (100%), seguidos por los fondos circalitorales de arenas finas (22%) y fangosos (2,5%).

La distribución geográfica de la especie es más amplia en el margen oriental de la Demarcación Sudatlántica (Figura 37).

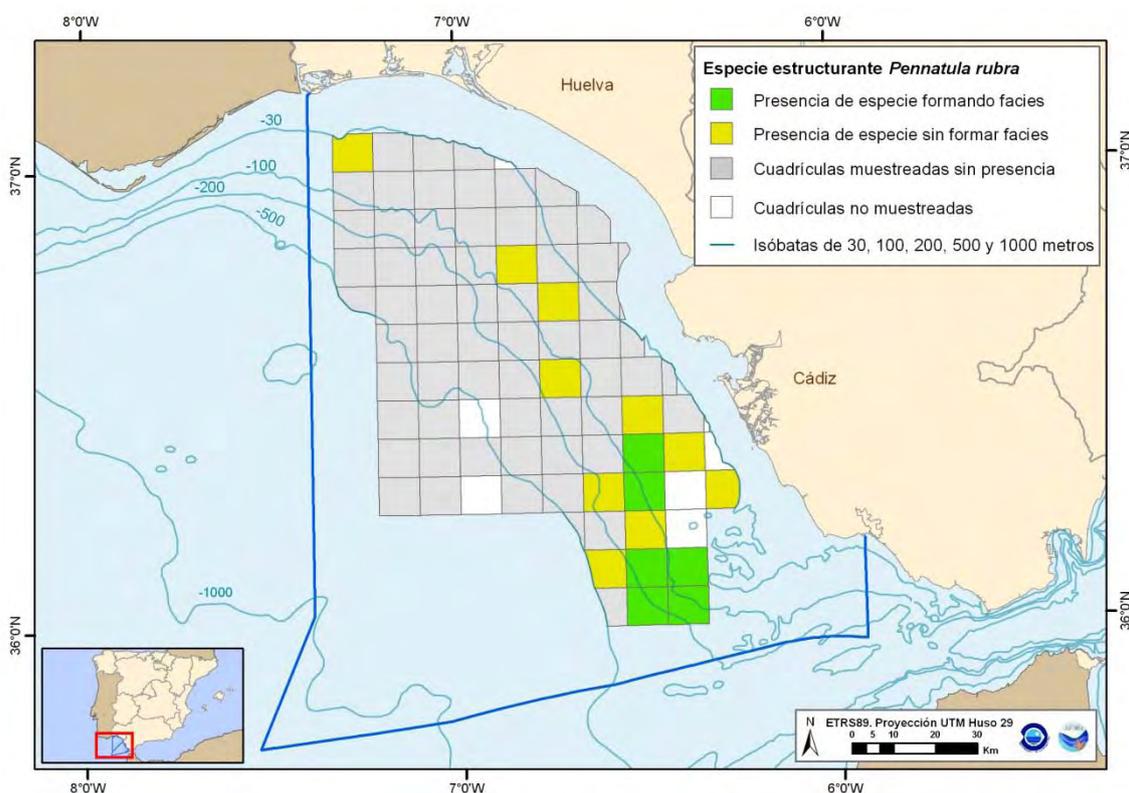
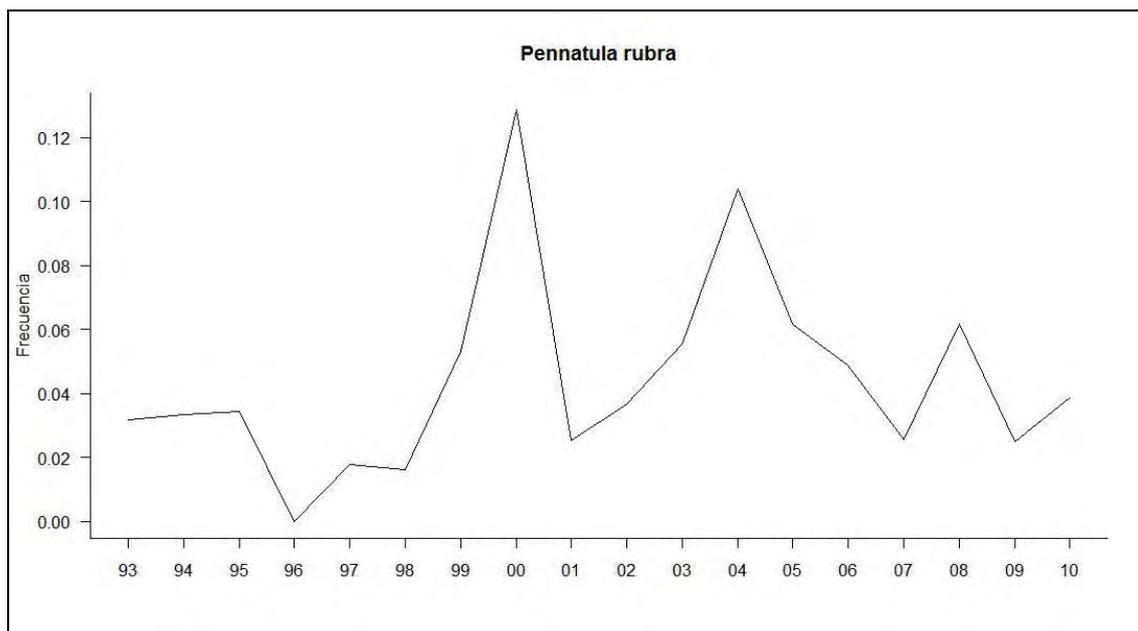


Figura 37. Mapa de distribución espacial de *Pennatula rubra*.

La frecuencia de ocurrencia de las facies de pennatulaceos muestra una ligera tendencia a la reducción, con diferentes altibajos a lo largo del periodo de estudio (Figura 38).



**Figura 38.** Evolución temporal de la frecuencia de cuadrículas con el hábitat; fondos blandos circalitorales y profundos dominados por *Pennatula rubra*.

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de cuadrículas con presencia de <i>Pennatula rubra</i>	3,92 %	12,86 %

En cuanto al pennatulaceo *F. quadrangularis*, se asienta sobre fondos circalitorales y profundos de arena fina, con valores de frecuencias relativas de 5,6 y 9,1 % respectivamente. La distribución geográfica de la especie en la Demarcación Sudatlántica es reducida, presentándose fundamentalmente frente a las ciudades de Cádiz y San Fernando (Figura 39).

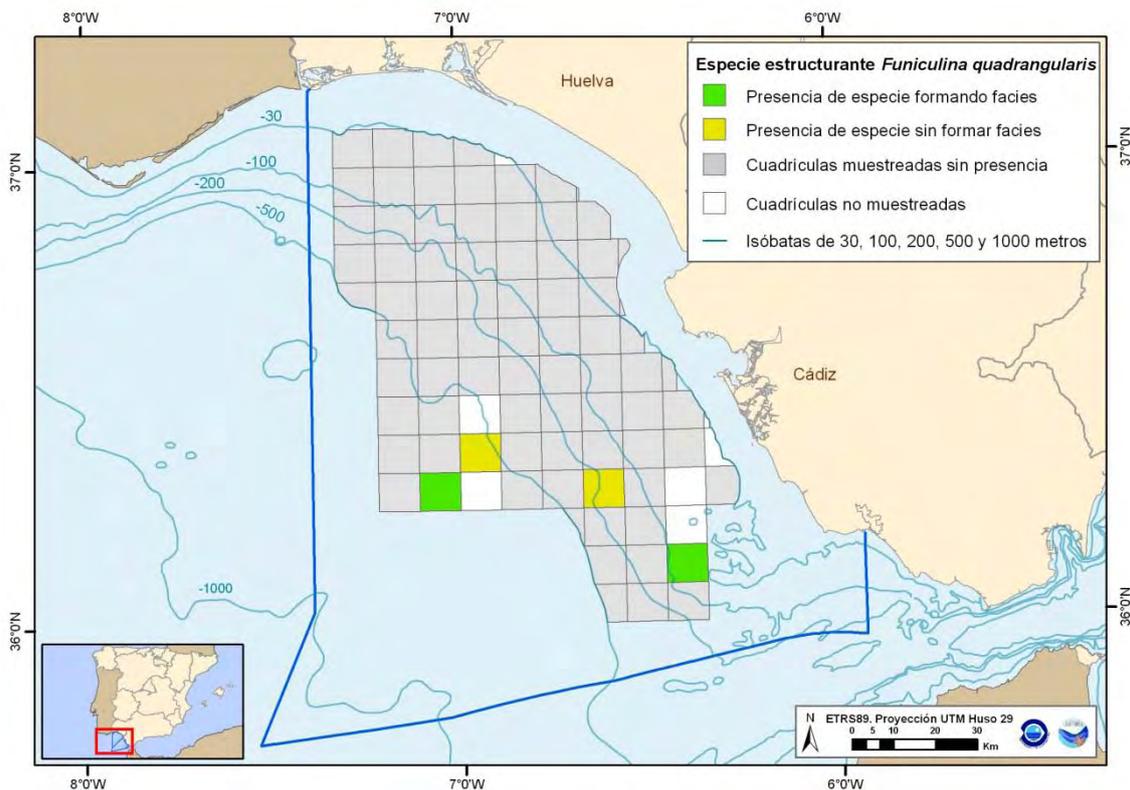


Figura 39. Mapa de distribución espacial de *Funiculina quadrangularis*.

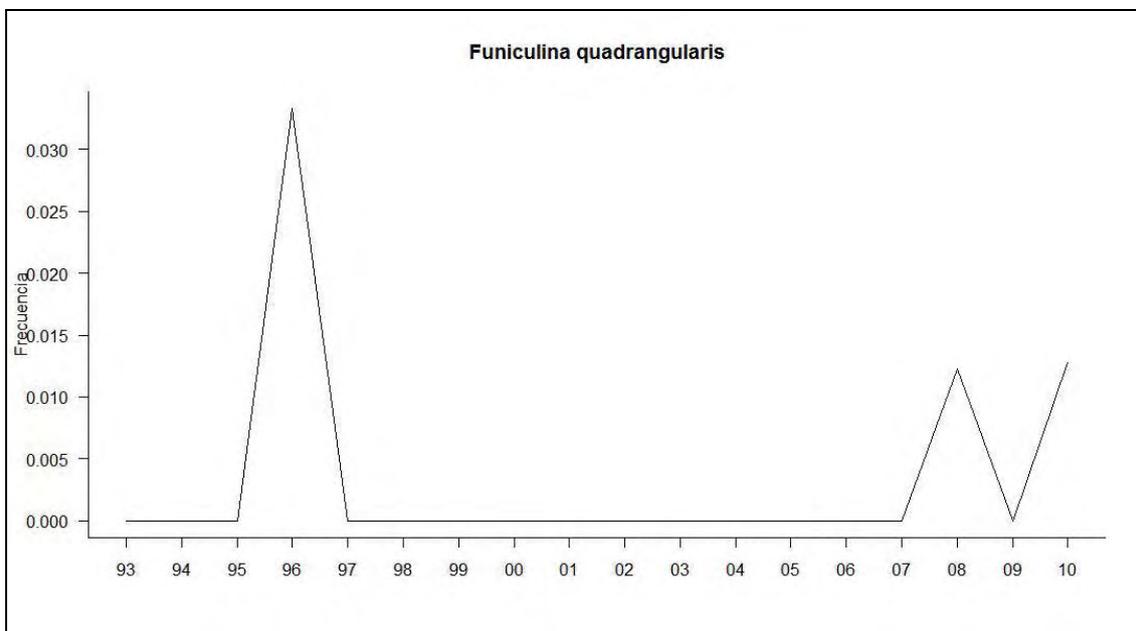


Figura 40. Evolución temporal de la frecuencia de cuadrículas con el hábitat; fondos blandos circalitorales y profundos dominados por *Funiculina quadrangularis*.

La frecuencia de cuadrículas con presencia de *F. quadrangularis* es en general baja, con valores que no superan el 3,5 % (Figura 40).



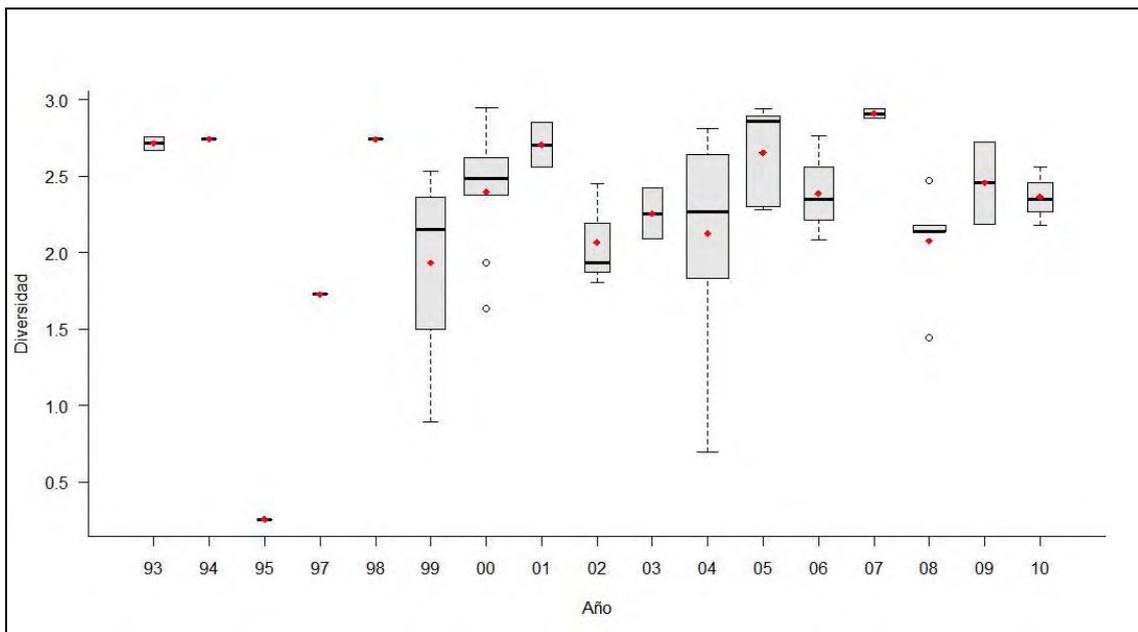
INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de cuadrículas con presencia de hábitat <i>Funiculina quadrangularis</i>	1,94 %	3,33 %

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

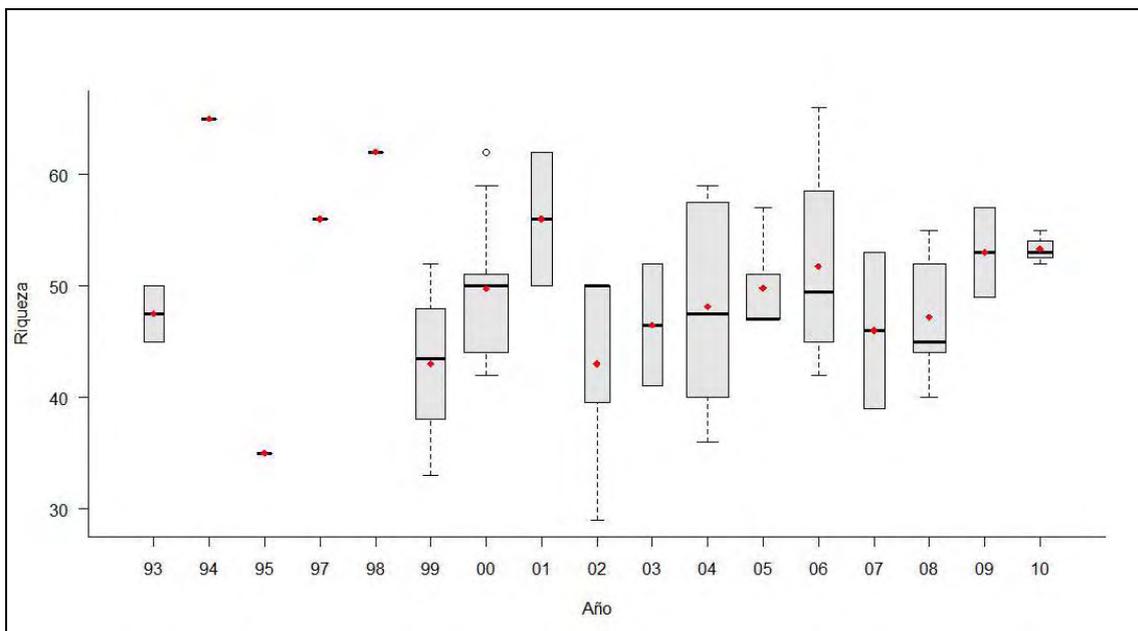
Se trata de un hábitat de un enorme valor ambiental, dada la riqueza existente en cuanto a comunidades biológicas. La distribución de las mismas depende de diversos factores como la batimetría y la naturaleza del sustrato. En la Demarcación Sudatlántica, las comunidades de pennatuláceos de los fondos blandos circalitorales y profundos tienen asociadas diferentes especies, algunas de las cuales tienen un importante interés comercial como la bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), el jurel (*Trachurus trachurus*), la merluza (*Merluccius merluccius*), la caballa (*Scomber scombrus*), los rapés (*Lophius piscatorius* y *Lophius budegassa*) o el aligote (*Pagellus acarne*). Por otro lado, en estas comunidades se pueden encontrar algunos tiburones de profundidad, como *Deania calceus*, la zapata (*Galeus melastomus*), la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*), o varias especies de rayas (*Raja clavata*, *Raja montagui*, *Leucoraja naevus*). Son comunes, también, el crinoideo *Leptometra phalangium*, y los cefalópodos como la pota (*Todaropsis eblanae*), el calamar (*Loligo forbesi*), el pulpo (*Octopus vulgaris*) o las puntillas (*Alloteuthis spp*). Además, también se encuentran en este hábitat equinodermos como el erizo de mar (*Echinus acutus*), la ofiura (*Ophiothrix fragilis*) y los crustáceos como las muidas (*M. sarsi* y *M. intermedia*), el cangrejo (*Liocarcinus depurator*), y la cigala (*Nephrops norvegicus*), especie abundante en este tipo de hábitat.

En cuanto a la evolución de la Diversidad de los fondos dominados por *Pennatula rubra*, el valor máximo de la serie histórica se alcanzó en el año 2007 mostrando una diversidad de 2,9. Por el contrario, el valor mínimo se observó claramente en el año 1995, cuando los valores de diversidad alcanzaron valores mínimos cercanos a 0,1. El valor medio de los últimos 5 años fue de 2,43 (Figura 41).



**Figura 41.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Diversidad en el hábitat de *Pennatula rubra* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa Sudatlántica.

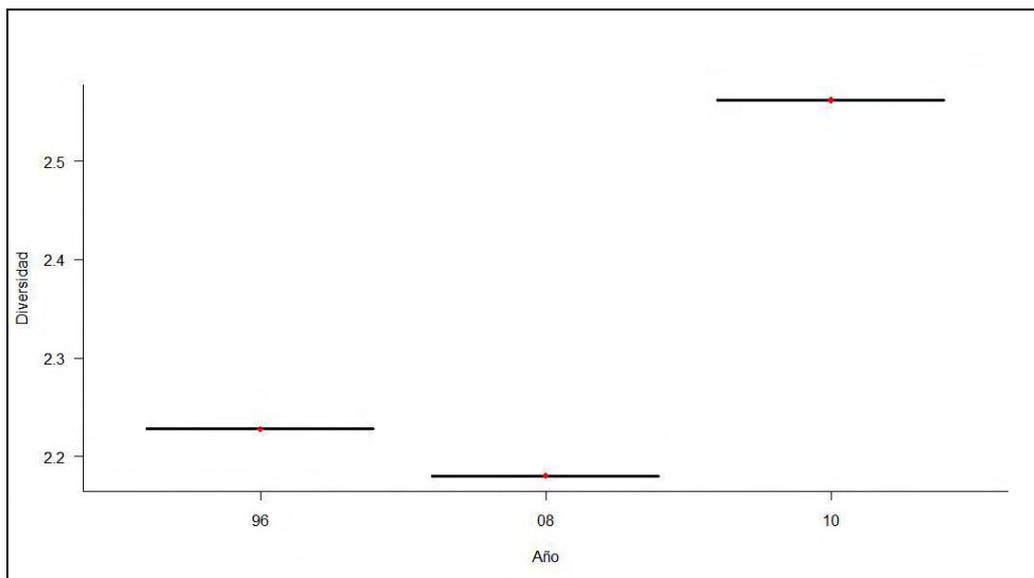
La tendencia de la diversidad en fondos dominados por *P. rubra* es ciertamente inestable. En cuanto a la evaluación de la Riqueza asociada a este pennatulaceo, es similar a la de la diversidad, presentando valores inestables a lo largo del periodo de estudio (Figura 42).



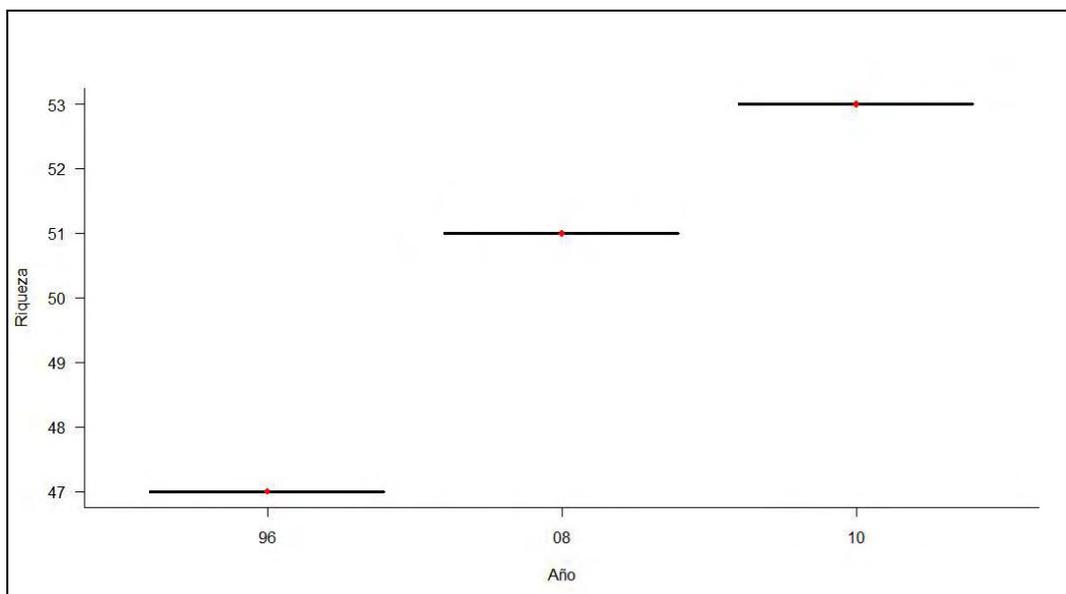
**Figura 42.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Riqueza en el hábitat de *Pennatula rubra* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa Sudatlántica.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Diversidad <i>Pennatula rubra</i>	2,43	2,90
Riqueza <i>Pennatula rubra</i>	50,25 especies/lance	65 especies/lance

En cuanto a la tendencia de la Riqueza y Diversidad en *Funiculina quadrangularis* es inestable. Además, la escasa información disponible dificulta el estudio de la tendencia de dichos parámetros.



**Figura 43.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Diversidad en el hábitat de *Funiculina quadrangularis* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa Sudatlántica.



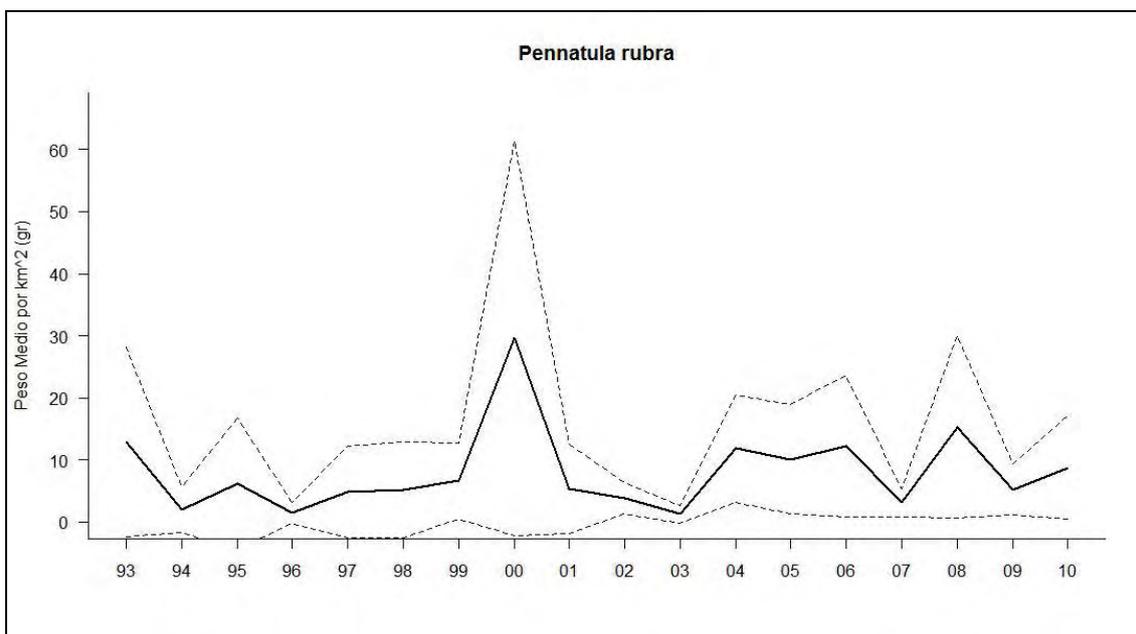
**Figura 44.** Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Riqueza en el hábitat de *Funiculina quadrangularis* en fondos blandos infra y circalitorales a lo largo de la costa Sudatlántica.



INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Diversidad <i>Funiculina quadrangularis</i>	2,32	2,56
Riqueza <i>Funiculina quadrangularis</i>	50,33 especies/lance	53 especies/lance

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

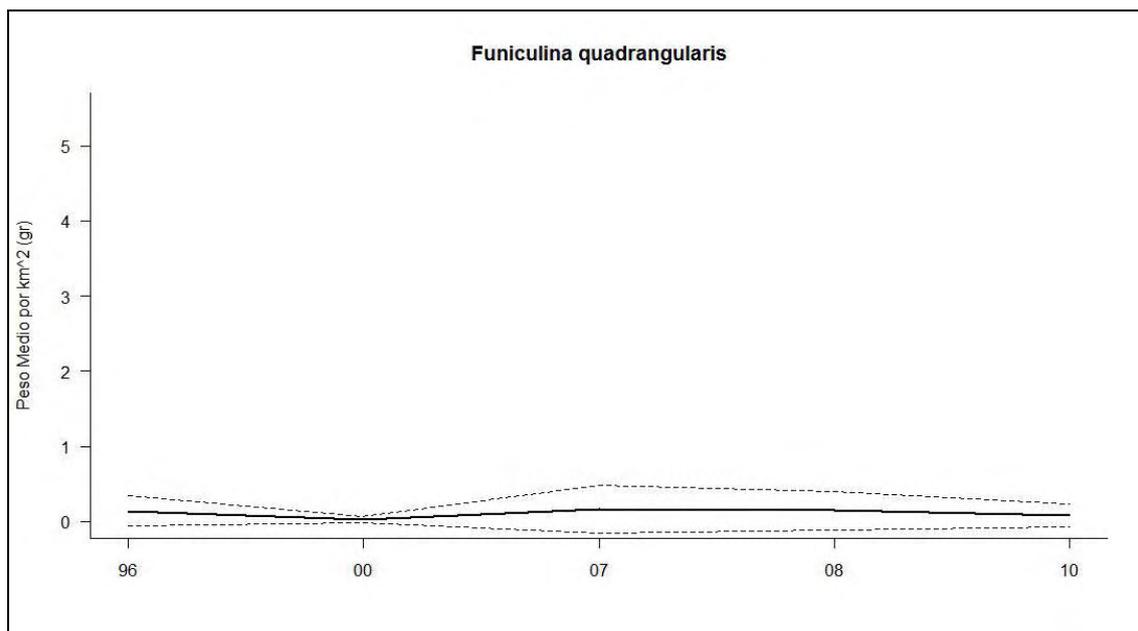
Observando la abundancia de *P. rubra* a lo largo del tiempo, se observan valles y picos, que exceptuando el incremento en el año 2000, no son excesivamente bruscos (Figura 45).



**Figura 45.** Evaluación temporal de los pesos medios y de los pesos máximos y mínimos (línea de puntos) de *Pennatula rubra*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Biomasa de la especie estructurante <i>Pennatula rubra</i>	8,89 g/km <sup>2</sup>	29,62 g/km <sup>2</sup>

La abundancia de *F. quadrangularis*, al igual que para los indicadores anteriores, presenta escasez de información, imposibilitando su correcto estudio (Figura 46).



**Figura 46.** Evaluación temporal de los pesos medios y de los pesos máximos y mínimos (línea de puntos) de *Funiculina quadrangularis*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Biomasa de la especie estructurante <i>Funiculina quadrangularis</i>	1,25 g/km <sup>2</sup>	1,25 g/km <sup>2</sup>



## FONDOS DE MAËRL ASOCIADOS A *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*

### DESCRIPCIÓN

Esta frágil comunidad se desarrolla sobre arenas gruesas y gravas infralitorales o circalitorales con corrientes moderadas que eliminan el sedimento fino. Los fondos de “maërl” están constituidos por cúmulos de algas calcáreas esciáfilas libres, principalmente especies de Coralináceas (generalmente *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*), y también Peyssonneliáceas, que forman una capa viviente superficial sobre el sustrato blando, denominado “cascajo o “grava rosa” en Andalucía. Los rodolitos (o algas individuales) son de crecimiento muy lento y pueden tardar varias décadas en formarse. Este tipo de fondos está presente en todos los mares y latitudes del planeta, variando las especies que los componen en función del área geográfica. Su distribución batimétrica depende directamente de la transparencia del agua; en la costa atlántica se encuentran hasta 40 m de profundidad, aunque son más comunes a profundidades de 20 m. Estas algas calcáreas libres añaden complejidad a los homogéneos fondos sedimentarios sobre los que se acumulan, constituyendo un hábitat muy peculiar, con características intermedias entre los sustratos blandos y los duros, y contribuyen a crear un microcosmos con una alta diversidad de especies. Además, los fondos de “maërl” constituyen una zona importante de cría para muchas especies de interés económico (peces, cefalópodos y bivalvos), y de formación de carbonatos.

Al igual que otras concreciones de algas rojas, el maërl necesita siglos, o incluso, milenios en formarse. Esto se debe al lento crecimiento de las algas, que puede ser de sólo 0.10-0.96 mm al año, con rodolitos que pueden tener más de 100 años. Por esta razón son muy vulnerables a las alteraciones antrópicas. El uso de redes de arrastre o dragas en las pesquerías puede provocar daños irreparables. En algunas comunidades de maërl destruidas por la pesca no se han comprobado signos de recuperación años después. La UE ha incluido a *Lithothamnion corallioides* y *Phymatolithon calcareum* en el Anexo V de la Directiva Hábitats, pero esta clasificación es insuficiente para la protección del maërl. Otra grave amenaza para estos ecosistemas es el cambio climático, ya que los cambios en las temperaturas del mar pueden afectar al ritmo de calcificación de estas algas. También pueden ser afectadas por especies exóticas (que impiden la llegada de luz) y la contaminación.

### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

A pesar de la importancia de este tipo de hábitat, los fondos de maërl han sido poco estudiados, y no han sido objeto de atención hasta hace poco. Se pensaba que estos fondos eran poco frecuentes, pero se ha comprobado que se encuentran a lo largo de todo nuestro litoral, formando extensiones de tamaño variable (de pocos m<sup>2</sup> a varios km<sup>2</sup>) en zonas localizadas.

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Circalitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos sedimentarios, detríticos, arenas gruesas y gravas
	<b>Rango de profundidad</b>	15-40 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	Por debajo de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Desde el Ártico hasta el Mediterráneo y el Mar

	Negro Recientemente se han descubierto fondos de maërl en las Azores, Canarias, Brasil e incluso en zonas del Pacifico estadounidense en Alaska.
--	--

### CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

De la información recopilada en las campañas de arrastre ARSA, se identifica una zona de Mäerl. No obstante, este tipo de fondos son más abundantes en zonas más someras. Se deberían realizar más estudios al respecto e identificar nuevas ubicaciones del hábitat (Ver Figura 47, correspondiente a la CUADRÍCULA 51 “ARSA”).

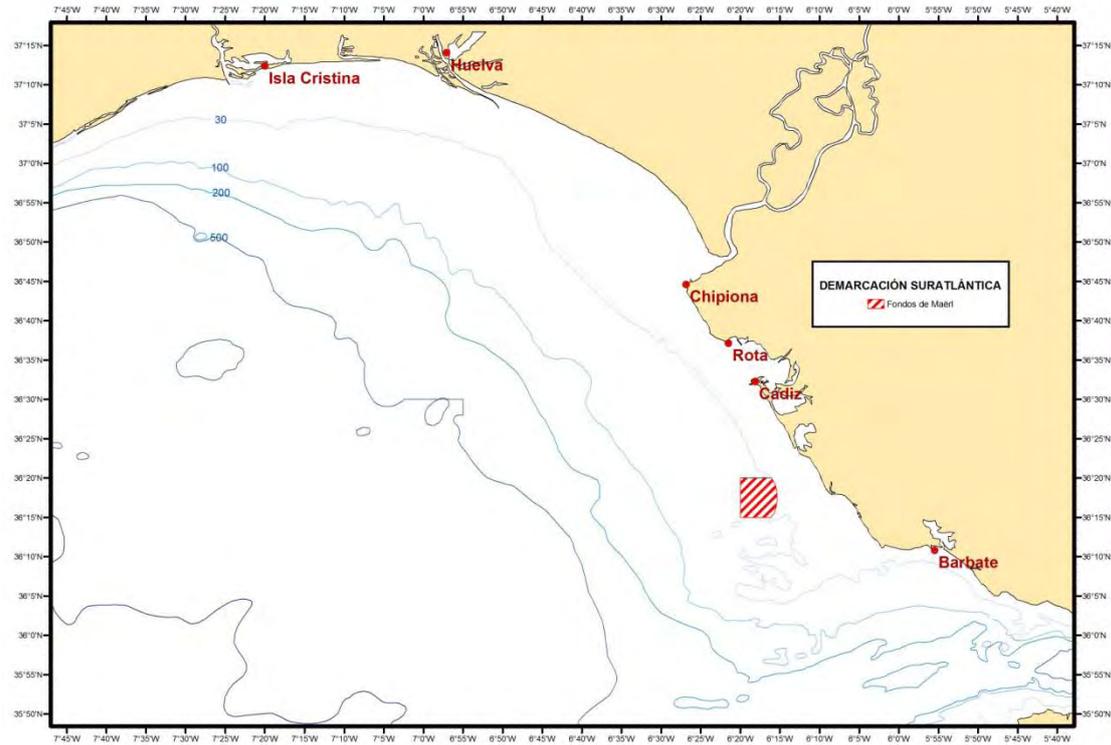


Figura 47. Mapa de distribución espacial de Mäerl en fondos duros infra y circalitorales en la costa Sudatlántica.

### CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

#### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Entre las algas que constituyen el “maërl”, las más abundantes son generalmente *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*. Pueden aparecer otras rodofíceas, como *Halarachnion ligulatum*, *Chylocladia verticillata*, *Hypoglossum hypoglossoides* y *Nitophyllum punctatum*, que no están restringidas al “maërl”, pero pueden ser comunes en estas formaciones, *Peyssonelia rosa-marina* (en zonas más enfangadas). Entre las clorófitas, aparecen *Valonia utricularis*, *Flabellia petiolata*, *Codium bursa* y *Ulva spp.*, y de las neófitas destacan *Dictyota dichotoma*, *Halopteris filicina*, *Saccorhiza polyschides*. Entre la fauna, pueden encontrarse, entre otros, los gasterópodos *Gibbula magus* y *Bolma rugosa*, numerosos anfípodos, decápodos (*Liocarcinus depurator*, *Pagurus bernhardus*), equinodermos (*Antedon bifida*, *Marthasterias glacialis*, *Echinaster sepositus*, *Astropecten irregularis*, *Astropecte aranciacus*, *Ophiolithrix fragilis*, *Ophiocomina nigra*, *Ophiura albida* y *Echinus esculentus*, *Spatangus purpureus*, *Centrostephanus longispinus*, *Holothuria tubulosa*), moluscos (*Callochiton sp.*, *Doriopsisilla*



*areolata*, *Turritella sp.*, *Pecten sp.*, *Venus verrucosa*, *Octopus vulgaris*) y diversas especies de peces de interés comercial. Especies como las holoturias, los ermitaños, los erizos y las estrellas de mar, son bioturbadores, lo que incrementa el efecto “mosaico” de la comunidad. En algunos aspectos, la estructura de los fondos de mäerl se parece a los fondos de grava conchífera o de restos de coral. En estos tres tipos de fondo, una matriz calcárea porosa permite una buena circulación del agua entre los intersticios, lo que favorece una endofauna y una microfauna y meiofauna características y diversas como las comentadas. La superficie heterogénea del “mäerl” también sirve de sustrato a muchas especies sésiles, generalmente suspensívoros, como esponjas, hidroideos (*Nemertesia* spp.), bivalvos (*Mimachlamys varia*, *Anomia ephippium*) y ascidias, y especies necto-bentónicas como los peces *Mullus surmuletus*, *Blennius ocellaris*, *Scorpaena* spp, *Hippocampus hippocampus*, *Serranus hepatus*, *Trigloporus lastoviza*, *Trigla Lucerna* y *Pagellus erythrinus*.

---



## FONDOS ROCOSOS CIRCALITORALES

### DESCRIPCIÓN

Si bien la mayor parte de los fondos marinos circalitorales de la Demarcación Sudatlántica está compuesta por sedimentos de mayor o menor grosor, igualmente existen diversos fondos rocosos, en su mayoría lajas o afloramientos rocosos de escasa altitud y dispersos, que albergan importantes comunidades biológicas. La extensión que ocupa es de unos 441 km<sup>2</sup>, aproximadamente, que se corresponde con tan solo algo más del 9% del total de la superficie de estos fondos, valor inferior al que ocupa la parte rocosa en el estrato infralitoral. Al igual que los fondos rocosos infralitorales y profundos, se encuentran englobados dentro del hábitat 1170 de Red Natural 2000 *arrecifes*, tal y como se describe en el anexo I de la Directiva 92/43/CEE. Además, estos fondos albergan importantes comunidades biológicas desde el punto de vista de su conservación, incluyendo varias presentes en el anexo V de OSPAR (aprobado en la decisión 2000/340/CE) dentro de la lista de hábitats amenazados y/o en declive como los jardines de coral, agregaciones de esponjas, o fondos de *maërl*. Por ello, se trata de unos fondos de enorme valor ambiental de los que sin embargo se tiene muy poca información, siendo esta escasa y fragmentada. En cuanto al rango de profundidad a la que se encuentra, el sustrato no presenta grandes variaciones, siendo las comunidades biológicas que pueblan estos fondos las que presentan diferentes rangos batimétricos.

La absorción de la luz a medida que se aumenta la profundidad es selectiva, lo cual impide que se desarrollen las algas fotófilas que son sustituidas por las algas esciáfilas (generalmente del grupo de las rodofitas) en este tipo de hábitat. Este piso está constituido por una elevada diversidad de animales como esponjas, cnidarios, briozoos, crustáceos, ascidiáceos, etc. En estos fondos existe un equilibrio entre los organismos bioconstructores, generadores de estructuras calcáreas, y la acción erosiva de especies que perforan o erosionan estas estructuras. No obstante, se trata de uno de los hábitats marinos más espectaculares entre los que se pueden encontrar en Andalucía. Los animales, muchos de ellos invertebrados coloniales, dominan sobre las algas rojas en la lucha por el sustrato.

Entre la multitud de taxones típicos de estos fondos, destacan distintas especies de gorgonias en la franja superior del estrato circalitoral, así como *D. ramea*, mientras que *D. cornigera* esta presente en zonas más profundas del circalitoral y en el estrato batial. Es de mencionar la presencia del coral rojo *Corallium rubrum* en zonas del sureste de la demarcación, en cuevas y extraplomos a profundidades de 40-60 m, frente a la localidad de Conil y el faro de Trafalgar.

### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

Los fondos rocosos circalitorales de la Demarcación Sudatlántica se extienden a lo largo de todo este estrato batimétrico, desde aproximadamente los 30 m de profundidad hasta el borde del talud, si bien son mucho más frecuentes en las zonas más cercanas al estrato infralitoral que en la zona más profunda. A pesar de que los fondos circalitorales del Golfo de Cádiz son principalmente sedimentarios, la presencia de sustrato rocoso es notoria, a excepción del litoral onubense (Figura 48). La información y bibliografía existente referente al rango batimétrico de las comunidades biológicas que habitan estos fondos, así como la información espacio temporal de los mismos es escasa, o nula, imposibilitando el estudio de dichos cambios en el tiempo.

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Circalitoral
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos rocosos
	<b>Rango de profundidad</b>	30 – 200 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas poco influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En diferentes localizaciones a lo largo de la franja costera de todo el litoral.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

La información existente sobre la extensión del fondo circalitoral rocoso, como se cometa anteriormente, es mínima. Las principales manchas de sustrato rocoso se extienden del litoral de Cádiz hacia el sur, preferentemente en la franja superior del estrato, estando casi ausente en el litoral de Huelva. Del mapa de distribución espacial de los tipos de sedimentos que forman el Golfo de Cádiz, se puede extraer que el porcentaje de fondos circalitorales rocosos es considerablemente menor al formado por fondos circalitorales blandos.

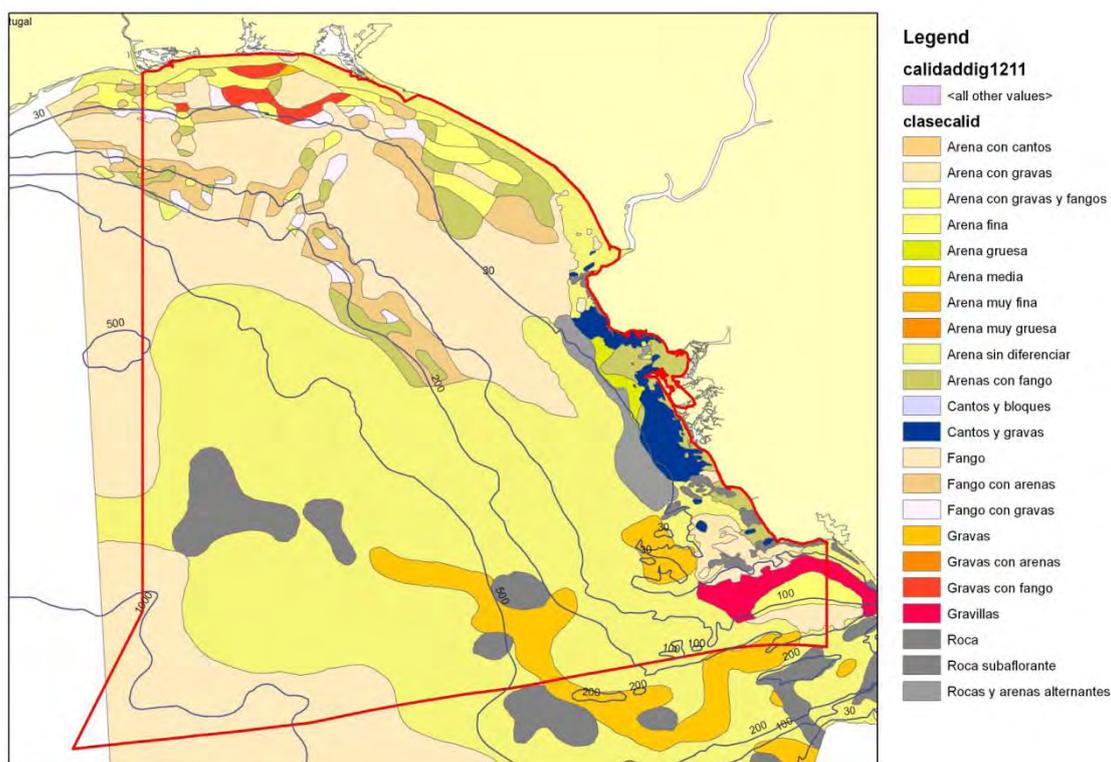


Figura 48. Mapa de la distribución espacial de los diferentes tipos de sedimentos del Golfo de Cádiz.

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Extensión del hábitat (en Km <sup>2</sup> )	441.2 Km <sup>2</sup>	441.2 Km <sup>2</sup>
Porcentaje del estrato	9,3%	9,3%



Circalitoral ocupado por el hábitat		
-------------------------------------	--	--

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Los fondos rocosos circalitorales de la Demarcación Sudatlántica pueden presentar una gran variedad de comunidades biológicas, compuestas principalmente por fauna sésil como esponjas, hidrozoos y anémonas. Los organismos presentes en este tipo de hábitat pueden encontrarse en ambientes con cierto nivel de hidrodinamismo o en fondos más protegidos. En el primer caso, predominan especies de invertebrados sésiles filtradores como los corales (*Corallium rubrum*), gorgonias (*Paramuricea clavata*, *Eunicella verrucosa*, *Eunicella Gazella*, *E. labiata*, *Leptogorgia lusitanica*), Ellisidaceos (*Ellisella paraplexauroides*) en zonas puntuales, escleractinias (*Phyllangia mouchezii*), esponjas (*Axinella polypoides*, *Aplysina spp.*, *Spongia agaricina*), briozoos (*Pentapora fascialis*), ascidias y poliquetos (*sabellaria spp.*) hidrozoos, ofiuras y antipatarios.

En cuanto a las especies móviles más características y relevantes se encuentran las langostas (*Palinurus elephas*), el bogavante (*Homarus gammarus*), la cigarra de mar (*Scyllarides latus*), el santiaguíño (*Scyllarus arctus*), el centollo (*Maja squinado*), y el equiuroideo *Bonellia viridis*. Otros crustáceos frecuentes son el cirrípedo *Balanus perforatus* y los decápodos *Pagurus anachoretus*, *Dardanus calidus*, *Pisa nodipes*, *Eurynome spinosa* y *Alpheus spp.*, el erizo (*Centrostephanus longispinus*), y moluscos como el pulpo (*Octopus vulgaris*).

Los peces son numerosos en esta comunidad, aunque muchos de ellos no son exclusivos de este hábitat y también aparecen otros. Son característicos los peces del género *Trypterigion*, destacando desde un punto de vista económico la morena (*Muraena helena*), el congrio (*Conger conger*), la brótola de roca (*Phycis physis*), la cabrilla (*Serranus cabrilla*), el mero (*Epinephelus marginatus*), la dorada (*Sparus aurata*), la corvina (*Argyrosomus regius*), los sargos (*Diplodus spp.*), dentones (*Dentex spp.*), Pargos (*Pagrus spp.*) y el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*).

Entre los hábitat más característicos están los bosques de gorgonias, y los jardines de coral, principalmente los que tienen como protagonista al género *Dendrophyllia*, que comparten el hábitat con la franja inferior del estrato infralitoral. Dentro de los fondos rocosos, merece especial atención el hábitat clasificado, según código EUNIS A4.71, como “cuevas y extraplomos en fondos rocosos circalitorales”. Este tipo de hábitat se encuentra principalmente en zonas muy poco iluminadas, como paredes, extraplomos y entradas de cuevas, y suele ser frecuente la presencia de corrientes y una moderada turbidez. Están fuera de la acción del oleaje (en comparación con el mismo hábitat situado en la zona infralitoral), lo que hace que las especies que presentan sean algo diferentes a las cuevas y extraplomos situados en la zona infralitoral (EUNIS A3.71). No obstante, tanto estos hábitats infralitorales como circalitorales poseen unas condiciones muy similares al piso circalitoral. Esencialmente, las condiciones se basan en una disminución gradual de la luz en la entrada y, ausencia total de luminosidad en el interior de la cueva y baja temperatura. En cuanto al rango de profundidad a la que se encuentra, el sustrato no presenta grandes variaciones, siendo las comunidades biológicas que pueblan estos fondos las que presentan diferentes rangos batimétricos. Las principales especies representantes son algunos invertebrados, mientras que las algas se caracterizan por albergar especies altamente endémicas y especializadas. Excepto en la entrada de las cuevas, hay una ausencia de productores primarios, lo que hace que las comunidades asociadas sean parecidas a los sistemas ausentes de luz. Las principales especies presentan hábitos nocturnos y usan las cuevas como refugio durante el día, pero otras son exclusivamente cavernícolas. Una especie que conforma un micro hábitat



característico, propuesto por OCEANA, es el coral rojo *Corallium rubrum* cuya presencia se pone de manifiesto por aparecer enganchados trozos de la especie en las redes de enmalle de fondo que se calan en esta zona de la demarcación. Además de esta especie, las paredes suelen estar revestidas por invertebrados epibentónicos sésiles, como esponjas, cnidarios y tunicados. Otras especies que habitan en este medio son las ofiuras (*Ophiotrix spp.*), holoturias (*Holothuria tubulosa*), equiuroideos como *Bonellia viridis*, crustáceos decápodos como la langostas (*Palinurus elephas*), santiaguíños (*Scyllarus arctus*) o el cangrejo peludo (*Dromia personata*), otra serie de pequeños crustáceos como, misidáceos (*Hemimysis spp.*). en cuanto a los peces más habituales en este hábitat, destacar la presencia de gobios gobios (*Thorogobius ephippiatus*), gallinetas (*Helicolenus dactyloterus*), brótolas (*Phycis phycis*), congrios (*Conger conger*), corvallos (*Sciaena umbra*), morenas (*Muraena Helena*), meros (*Epinephelus marginatus*), *Scorpaena scrofa*, *Anthias anthias*, *Chromis chromis* y *Sciaena umbra*, entre otras muchas otras especies.

---



## AGREGACIONES DE ESPONJAS DE AGUAS PROFUNDAS SOBRE FONDO BLANDO

### DESCRIPCIÓN

Se trata de un hábitat de amplia distribución cubiertos parcialmente por sedimentos fangosos y sometidos a un moderado hidrodinamismo. Presente en aguas boreales, llegan a extenderse hasta nuestras latitudes. No obstante son hábitats donde la temperatura oscila entre los 4° y 10° C, por lo que en el mediterráneo su presencia es más restringida. El hábitat definido por agregaciones de esponjas batiales (hábitat EUNIS A6.62) se caracterizan por una elevada biomasa que presentan algunas especies de esponjas, elementos dominantes y más conspicuos, entre las que destacan entre otras *Thenia muricata* (Bowerbank, 1858) que ocupa fondos batiales más someros, a menudo asociada con pennatuláceos y *Pheronema carpenteri* (Thomson, 1869) que forma agregaciones de gran densidad en fondos de fango a mayor profundidad (800-1050 metros)(Sanchez *et al.*, 2008). Las agregaciones de esponjas profundas son uno de los hábitats incluidos por OSPAR en su lista de hábitats amenazados y/o en declive. Las agregaciones de esponjas presentan requerimientos de sustrato, corrientes y sedimentación moderada, y su importancia radica entre otras, en su capacidad para proporcionar y formar hábitats junto a otras especies de invertebrados. Estas comunidades se asocian a fondos fangosos ó arenoso-fangosos batiales, pero también pueden aparecer en enclaves rocosos parcialmente enterrados por los sedimentos fangosos.

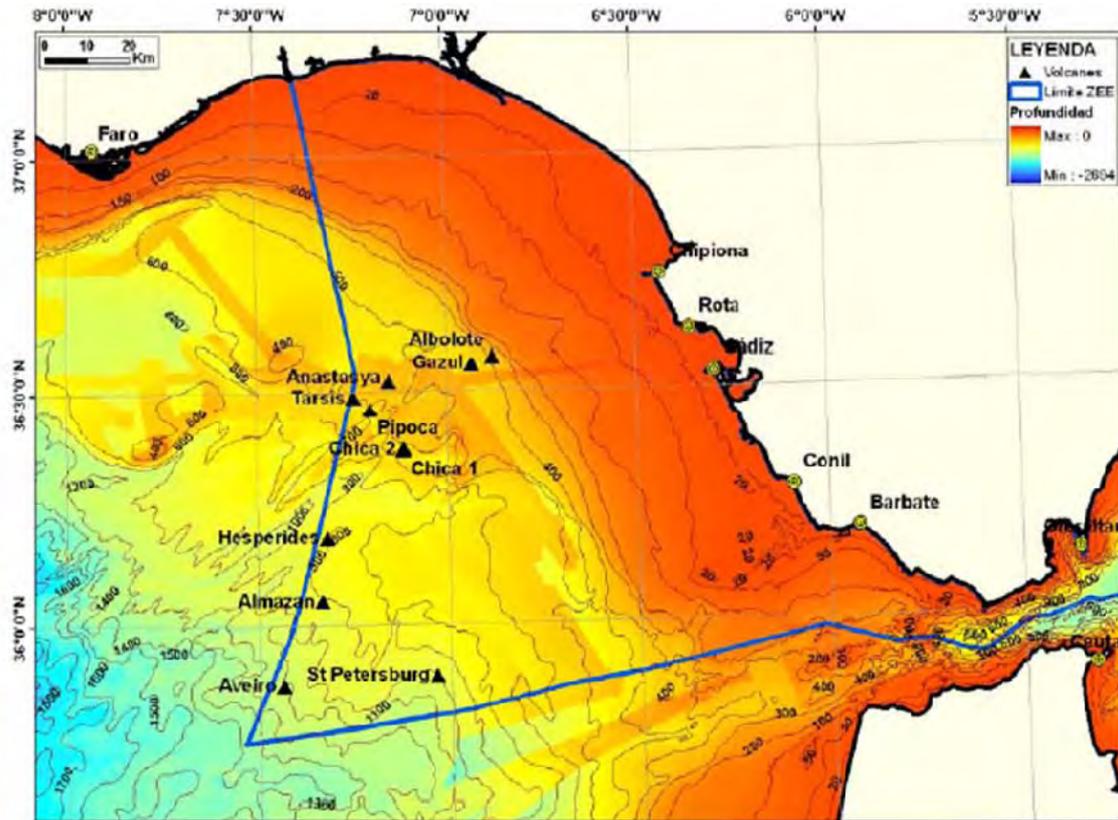
### CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Fondos profundos
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fangos y arenas fangosas
	<b>Rango de profundidad</b>	350-1200 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	Por debajo de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Golfo de Cádiz, incluye aguas de jurisdicción portuguesa, marroquíes y españolas.

### CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

Actualmente, la extensión y localización exacta de este hábitat en la demarcación suratlántica es poco conocida, siendo necesarios estudios que permitan descubrir la importancia y extensión de estas agregaciones. La información disponible sobre la presencia de agregaciones de estas esponjas en el Golfo de Cádiz procede del estudio de los volcanes de fango realizado en el marco del proyecto INDEMARES – CHIMENEAS DE CÁDIZ. En función de esta información podemos dividir el area de distribución en dos zonas en función de la especie. Por un lado *Thenia muricata* ocupa la zona más somera (530-750 m) habiéndose encontrado agregaciones de la misma en los volcanes de fango Anastasya, Pipoca, Tarsis, Chica (ver la Figura 49) y sus zonas adyacentes (Gonzalez-García, 2011). Por otra parte en la demarcación Sudatlántica sólo ha sido detectada una agregación de gran densidad de *Pheronema carpenteri* en la zona adyacente de los volcanes de fango Almazán y San Petersburgo (ver Figura 49) entre 900 y 1000 metros de profundidad. También han sido encontradas grandes

agregaciones de esta esponja (de hasta 6 individuos por metro cuadrado) en el talud de la zona marroquí (Barthel *et al.*, 1996) a una profundidad de entre 740-850 metros.



**Figura 49.** Localizaciones de los volcanes de fango en aguas españolas en el Golfo de Cádiz, donde aparecen agregaciones de las esponjas *Thenea muricata* y *Pheronema carpenteri*.

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Las comunidades faunísticas asociadas a este enclave en general han sido poco estudiadas hasta la fecha, dada la naturaleza inhóspita de la zona de estudio. La única información de disponemos proviene de la campaña INDEMARES-CHICA 0211 dirigida la estudio de los volcanes de fango del Golfo de Cádiz (Fernández-Salas *et al.*, 2011).

Las especies más características de esta comunidad en nuestras latitudes son la esponja cristal (hexactinélida) *Pheronema carpenteri* y la demosponja del orden Astrophorida *Thenea muricata*. *P. carpenteri* posee largas espículas de anclaje que le permiten anclarse al sustrato fangoso formando grandes agregaciones con alta densidad de individuos que aprovechan el aporte de materia orgánica en suspensión de las corrientes marinas (Bett & Rice, 1992), en nuestro caso la corriente de agua mediterránea profunda que viene del Estrecho de Gibraltar. Las agregaciones de esta esponja forman bandas con estratificación batimétrica en función de la edad de modo que los individuos muertos y más viejos quedan en la zona más profunda y los individuos jóvenes van colonizando las zonas más someras del talud (Barthel *et al.*, 1996). Otra especie estructural importante de esta zona es la esponja Astrophorida *Thenea muricata*, la cual posee un importante papel en la biodeposición de partículas



orgánicas de pequeño tamaño que sirven de alimento a invertebrados depositívoros (Witte *et al.*, 1997). Entre la fauna que acompaña estas esponjas es frecuente la presencia de especies de crustáceos como *Plesionika martia*; moluscos bivalvos como *Limopsis aurita* y *Bathyarca philippiana*; corales de profundidad como *Isidella elongata*, *Radicipes fragilis* y *Flabellum chunii*, y pennatuláceos como *Pennatula aculeta* y *Kophobelemnon stelliferum*.



# FONDOS PROFUNDOS DE TALUD CONTINENTAL DOMINADOS POR *Cidaris cidaris* (Linnaeus, 1758)

## DESCRIPCIÓN

El talud continental, que puede llegar a profundidades de hasta 3000 metros, presenta una topografía irregular y está afectado por la acción de un hidrodinamismo generalmente moderado. Su origen es tectónico y sedimentario. Aproximadamente un 50-60% de estos fondos están cubiertos por fango sedimentario, un 25% por arena y en torno a un 15% por roca desnuda.

Estos tipos de fondos dan lugar a diferentes tipos de hábitats marinos profundos, cuyas comunidades asociadas son en general mal conocidas debido a su mayor inaccesibilidad y los costes que supone su estudio. No obstante, el característico erizo *Cidaris cidaris* (Linnaeus, 1758), cuyas púas doblan en longitud al diámetro de su caparazón, puede considerarse una buena especie estructurante de los fondos profundos de sustrato blando.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Fondos Profundos
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fondos fangosos y arenoso-fangosos
	<b>Rango de profundidad</b>	200 - 1500 m.
	<b>Exposición al oleaje</b>	En zonas no influenciadas por la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Localizada tras la plataforma continental.

*Cidaris cidaris* aparece aproximadamente en el 75% de los lances de la serie histórica de campañas ARSA realizados a más de 400 metros de profundidad.

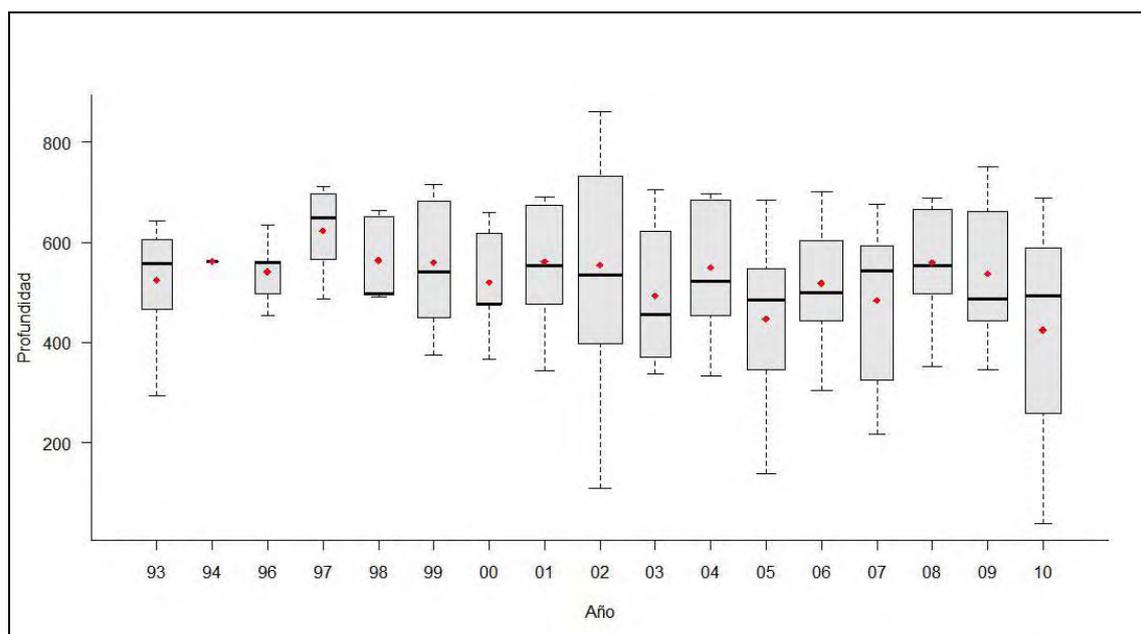




Figura 50. Distribución en profundidad de las facies de *Cidaris cidaris*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Cidaris cidaris</i>	424 – 559	99 - 623

### CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

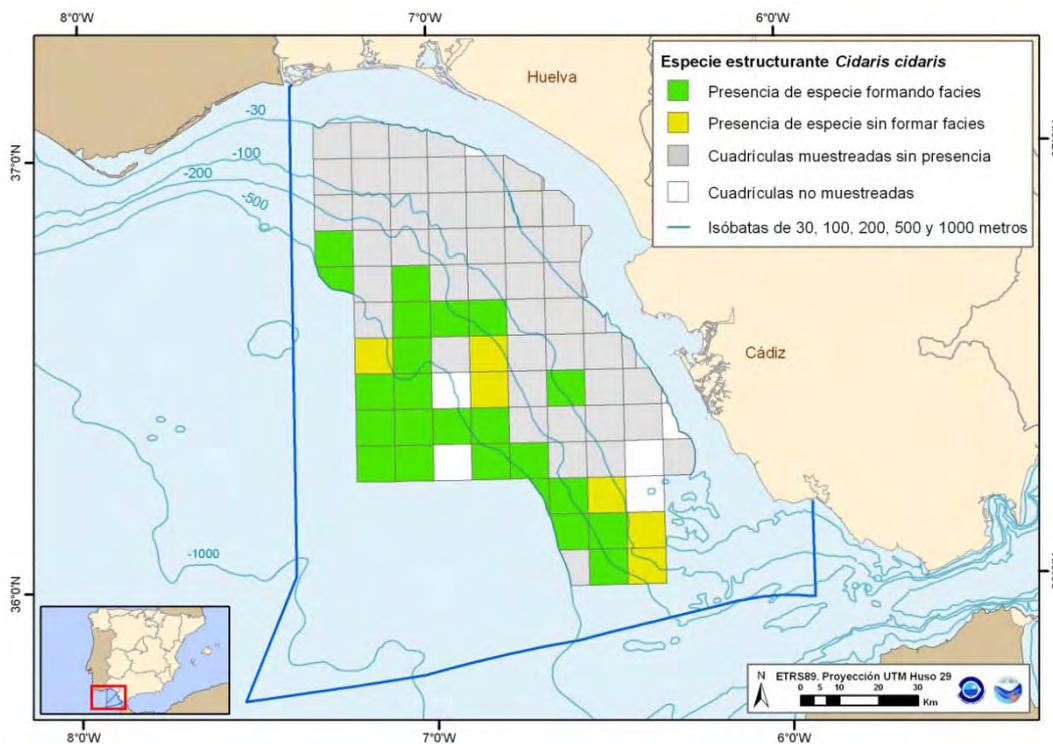
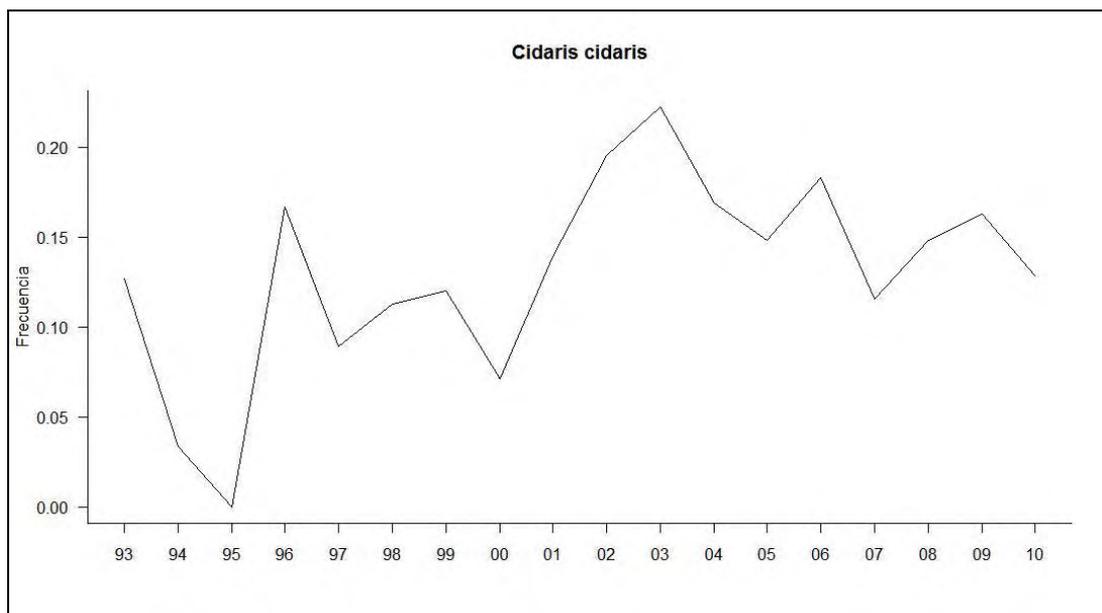


Figura 51. Mapa de distribución espacial de *Cidaris cidaris*.



**Figura 52.** Evolución temporal de la frecuencia de cuadrículas con el hábitat; fondos blandos circalitorales y profundos dominados por *Cidaris cidaris*.

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de cuadrículas con presencia de hábitat <i>Cidaris cidaris</i>	14,74 %	22,22 %

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

La principal información de las especies que habitan estos fondos de la demarcación sur atlántica, provienen de la serie histórica de campañas de arrastre ARSA realizadas periódicamente por el Instituto Español de Oceanografía en el golfo de Cádiz.

La ictiofauna de la porción superior del talud (200-500 m de profundidad) está dominada por las siguientes familias Scyliorhinidae (*Galeus atlanticus*, *Galeus melastomus*, *Scyliorhinus canicula*), Gadidae (*Gadiculus argenteus*, *Micromesistius poutassou*, *Phycis blennoides*, *Merluccius merluccius*, *Gaidropsaurus biscayensis*) y Macrouridae (*Coelorhynchus coelorhynchus*, *Malacocephalus laevis*). Otros taxones típicos del estrato son: *Synchiropus phaeton*, *Argentina sphyraena*, *Epigonus denticulatus*, *Facciolella oxyrincha*, *Maurolicus muelleri*, *Lepidopus caudatus*, *Lophius spp.* y *Arnoglossus rueppelli*, el cual es el único representante de este género que aparece en profundidad en el Golfo de Cádiz. Los fondos de talud son también característicos por la presencia de los géneros *Raja* y *Leucoraja*, destacando *Raja clavata* y *Leucoraja naevus* en la zona superior del talud. Los condriictios *Chimaera monstrosa* y *Etmopterus spinax*, así como *Chlorophthalmus agassizii* habitan también estos fondos, aunque alcanzan los mayores niveles de abundancia en los fondos batiales más profundos.

Entre los crustáceos destaca la familia Pandalidae con tres especies pertenecientes al género *Plesionika* (*P. heterocarpus*, *P. antigai* y en menor proporción *P. edwardsii*) y la especie *Chlorotoccus crassicornis*.



*Solenocera membranacea*, *Pasiphaea sivado*, *Processa canaliculata*, *Munida intermedia*, y el cangrejo *Macropipus tuberculatus* son característicos de estos fondos. Los fondos superiores a los 300 m de profundidad son especialmente importantes desde el punto de vista pesquero, ya que constituyen los fondos de cigala *Nephrops norvegicus*. Estos fondos corresponden con un sector del talud continental ocupado por depósitos contorníticos que corresponden a arenas muy finas con fangos.

Los cefalópodos están representados por diversos géneros de la familia Sepiolidae (*Rossia*, *Neorossia*, *Sepiola*, *Sepietta*, *Rondeletiola*), Ommastrephidae (*Illex*, *Todaropsis*), la especie *Eledone cirrhosa*, así como algunas especies del género *Octopus* que aparecen a mayor profundidad (*O. defilipi* y *O. salutii*). Entre los equinodermos cabe destacar los erizos *Echinus acutus* y *Echinus melo*. *Veretillum cynomorium* y *Actinia* sp. son otros invertebrados que aparecen en estos fondos frecuentemente.

Los fondos más profundos (500-800) se caracterizan por la dominancia del componente condrictio de fondos batiales (*C. monstrosa*, *Heptanchias perlo*, *Dalatias licha*, *Deania calcea*, *Centrophorus granulosus*, *E. spinax*, *G. melastomus*, *Dipturus batis* y *Dipturus oxyrinchus*). Además, *Nezumia aequalis*, *Hoplosthetus mediterraneus*, *Helicolenus dactylopterus*, *Argylopelecus hemygimnus*, *Beryx decadactylus*, *Benthodesmus elongatus*, *Bathysolea profundicola* y *Polymetme corythaeola* son especies de peces que se observan con frecuencia.

La cigala (*N. norvegicus*), los aristaideos *Aristeomorpha foliacea* y *Aristeus antennatus*, *Plesionika martia* y *Bathynectes maravigna* son los crustáceos más representativos del estrato. Aunque aparecen algunos cefalópodos en este estrato, tales como *Sepietta oweniana* o *Todaropsis eblanae*, no son muy abundantes a estas profundidades, *Todarodes saggitatus* aparece esporádicamente. Los gasterópodos *Ranella olearium* y varias especies del género *Charonia* suelen aparecer en estos fondos. Es característico de fondos de talud el erizo *Cidaris cidaris*, especialmente en este estrato de profundidad.

Las variaciones de la diversidad y la riqueza asociadas a este hábitat con presencia de *Cidaris cidaris* se muestran en las Figura 53 y Figura 54. Tanto la diversidad como la riqueza observada parecen mantenerse relativamente estables a lo largo de la serie histórica.

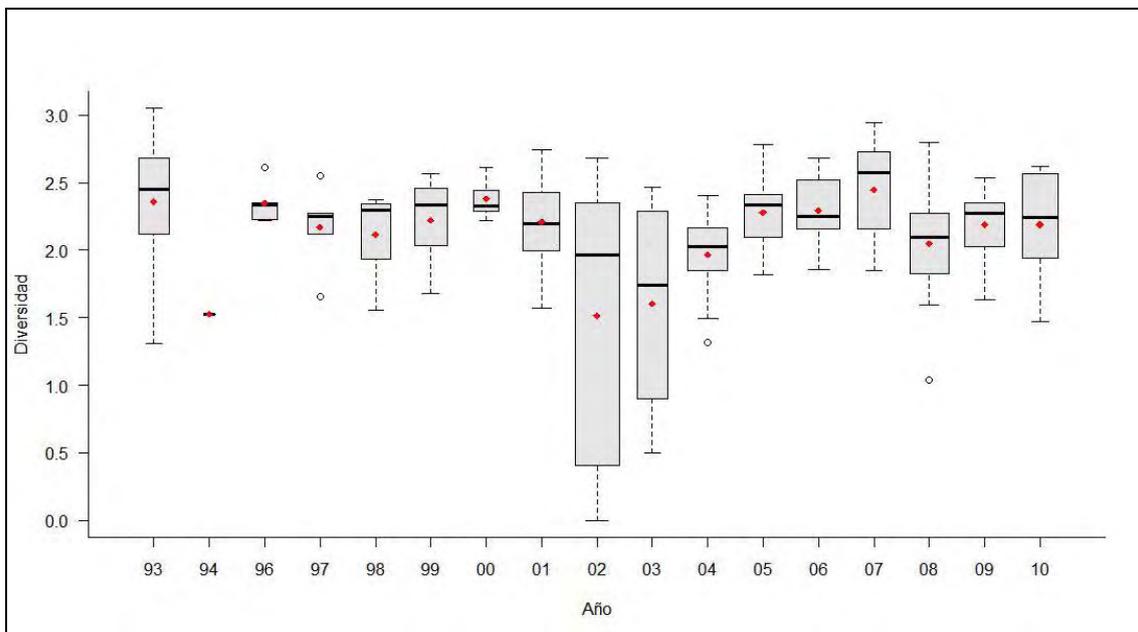


Figura 53. Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Diversidad en el hábitat de *Cidaris cidaris*.

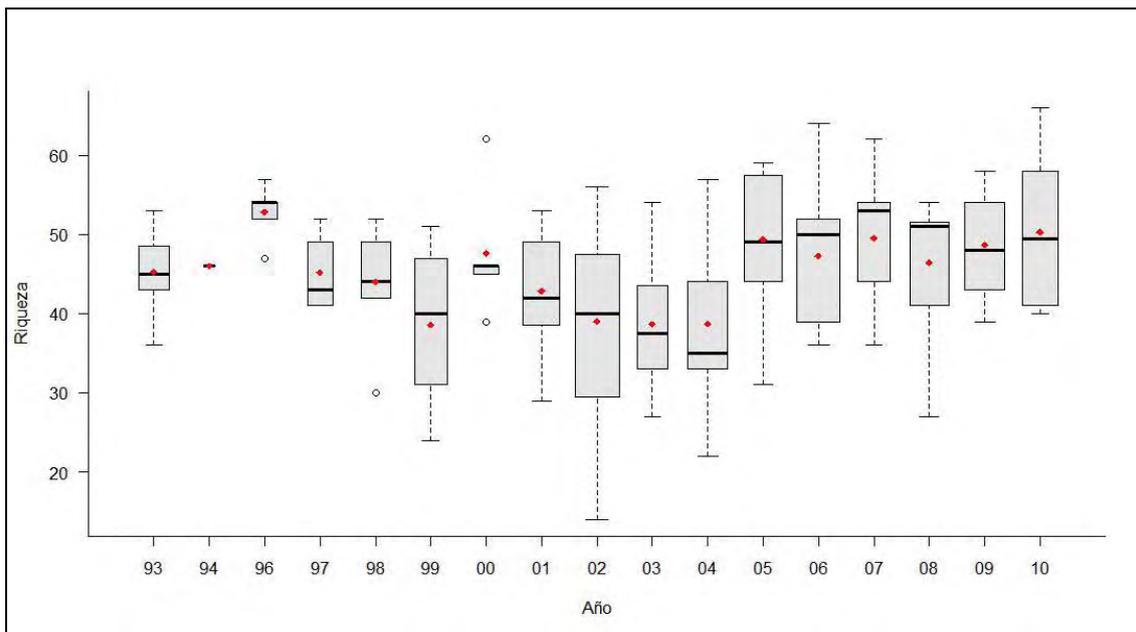
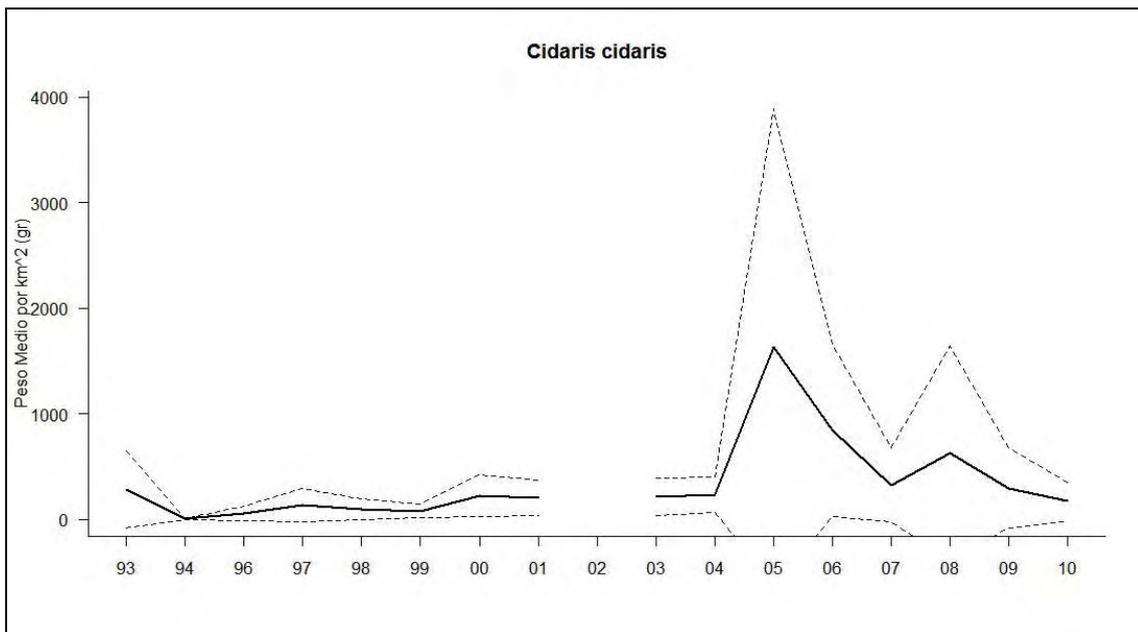


Figura 54. Diagrama de cajas mostrando la evolución temporal de la Riqueza en el hábitat de *Cidaris cidaris*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Diversidad <i>Cidaris cidaris</i>	2,23	2,44
Riqueza <i>Cidaris cidaris</i>	48,59 especies/lance	52,8 especies/lance

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

La abundancia a lo largo del periodo de estudio de *Cidaris cidaris* se presenta en la Figura 55. En la gráfica se observa una tendencia estable durante los primeros 10 años, a excepción del 2005, donde alcanza valores máximos de 1634, 43 g/Km<sup>2</sup>, valor muy superior a la media histórica.



**Figura 55.** Evaluación temporal de los pesos medios y de los pesos máximos y mínimos (línea de puntos) de *Cidaris cidaris*.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Biomasa de la especie estructurante <i>Cidaris cidaris</i>	452,92 g/km <sup>2</sup>	1634,43 g/km <sup>2</sup>

# AGREGACIONES DE ESPONJAS DE AGUAS PROFUNDAS SOBRE SUSTRATO DURO

## DESCRIPCIÓN

Los principales sustratos consolidados estables que podemos encontrar en los fondos batiales de la Demarcación incluyen zonas aisladas de afloramientos rocosos, ya sean de naturaleza erosiva o neotectónica (Figura 56), y otras geomorfologías relacionadas con emanaciones frías de fluidos sobresaturados en metano, en hidratos de gas y carbonatos autigénicos - generados por la cementación del carbonato resultante de la oxidación anaeróbica microbiana de los flujos metaníferos (Martín-Puertas *et al.*, 2007; Somoza *et al.*, 2007) - que se escapan a través de los denominados volcanes de fango (León *et al.*, 2001; Díaz del Río *et al.*, 2003; Somoza *et al.*, 2003) (Figura 57 y Figura 58, véase también ficha del hábitat *Estructuras submarinas producidas por escapes de gases*). En el caso concreto de los campos de volcanes de fango del Golfo de Cádiz, los diversos tipos de sustratos duros se encuentran asociados a dos tipos de geoambientes: (i) fondos duros estables compuestos por nódulos polimetálicos (González *et al.*, 2007; Díaz del Río *et al.*, 2009), grandes costras, enlosados, brechas y chimeneas carbonatadas (Somoza *et al.*, 2003; Díaz del Río *et al.*, 2003, 2009; León *et al.*, 2007; Figura 59), que generalmente no están cubiertos ni por fango ni por arena y que se localizan normalmente en los volcanes erosionados, cerca de la cumbre o en el lateral del volcán y, (ii) fondos mixtos, compuestos por chimeneas y costras dispersas que se producen en una matriz de sedimentos fangosos a fangos arenosos. Estos fondos mixtos suelen localizarse dentro de los volcanes de fango, dispersos entre los sustratos duros estables o en la base del volcán, donde las chimeneas y las costras se depositan (Gil *et al.*, 2011). Estas estructuras incrementan la complejidad de los fondos blandos batiales donde se forman, fomentando el asentamiento de una fauna mixta de fondos blandos y duros (Rueda *et al.*, 2012).

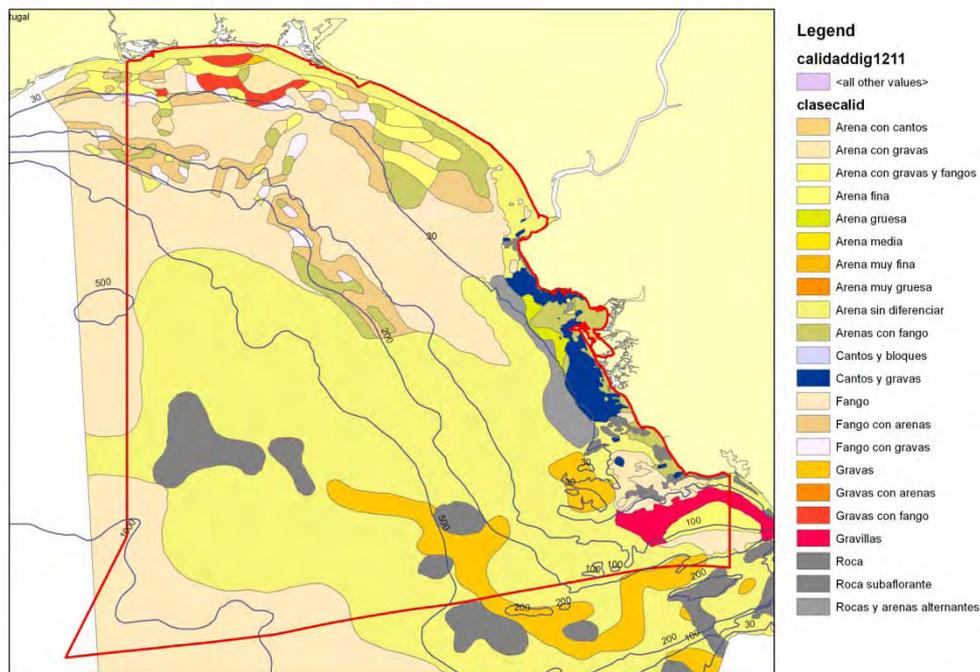
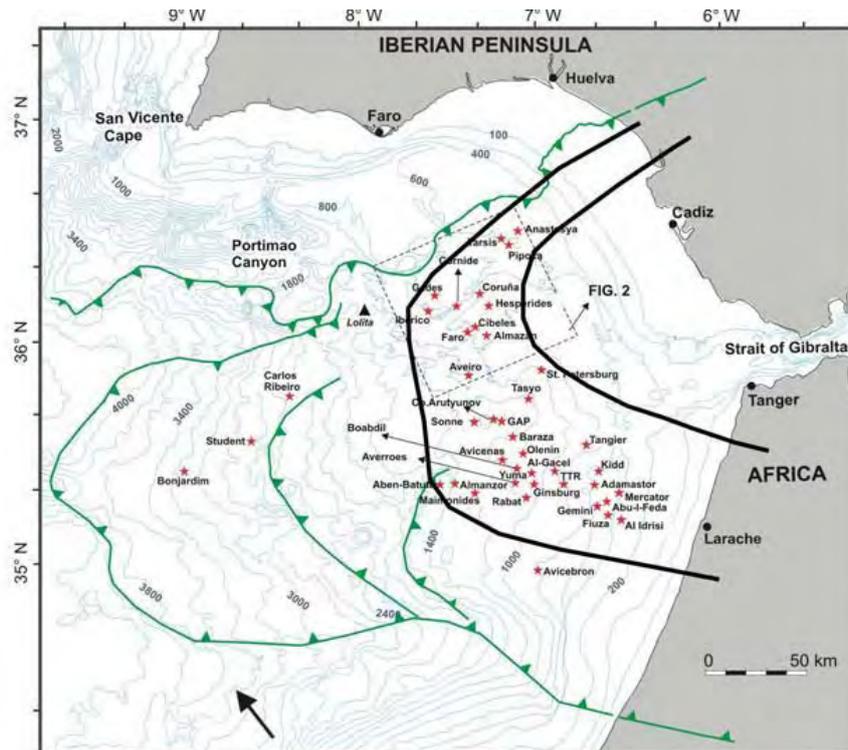
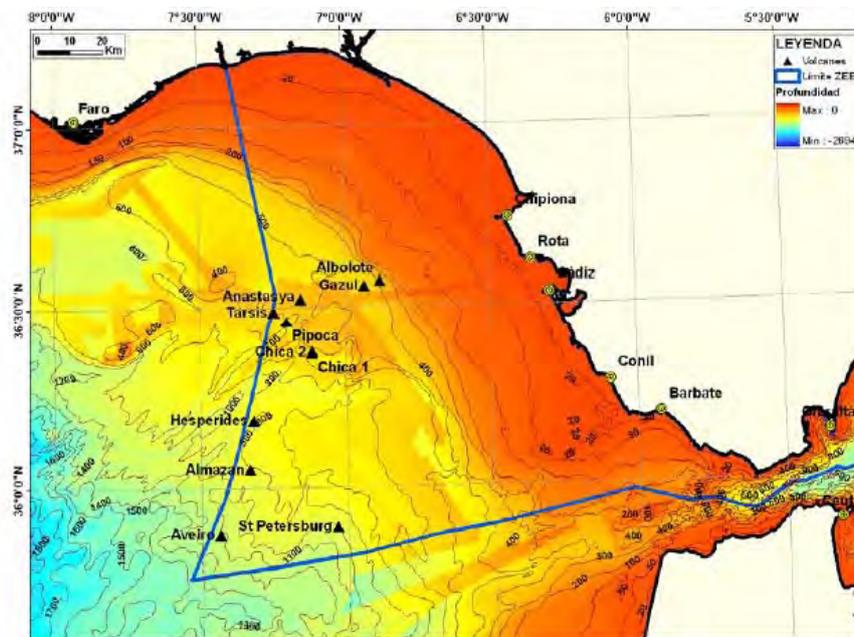


Figura 56. Distribución espacial de los diferentes tipos de sedimentos del Golfo de Cádiz.



**Figura 57.** Esquema estructural del Golfo de Cádiz, en el que se muestran los tres frentes gravitacionales principales (líneas curvas dentadas hacia la derecha) que se van desplazando lentamente hacia la cuenca profunda. Paralelamente se puede trazar un doble arco (en línea negra gruesa) que engloba todos los volcanes de fango y fenómenos de expulsión de fluidos hidrocarburos que se han identificado. Este “cinturón” volcánico discurre de orilla a orilla a ambos lados del Golfo de Cádiz. La mayor concentración de volcanes sucede en la orilla marroquí (Díaz del Río, 2005).



**Figura 58.** Distribución espacial de algunas de las estructuras ligadas a la emisión de gases (volcanes de fango) del Golfo de Cádiz (incluye los volcanes de fango más someros *Albolote* y *Gazul*, no indicados en la Figura 57).



**Figura 59.** (Arriba, izquierda) Chimeneas carbonatadas extraídas en el entorno al volcán de fango *Gazul*; (Arriba, derecha) Fragmento del enlosado que circunda al volcán de fango *Gazul* y que sirve de sustrato duro para las especies bentónicas que crecen sobre él (Díaz del Río *et al.*, 2009). (Debajo) Fotografía de un campo denso de chimeneas carbonatadas formadas en los volcanes como consecuencia de la expulsión de fluidos hidrocarburos, principalmente metano (Díaz del Río *et al.*, 2006).

Establecidas sobre estos sustratos duros estables (tipos de sustratos raros en comparación con los fondos blandos y mixtos existentes en estos fondos de la Demarcación) pueden reconocerse una variedad de ensamblajes de especies sésiles coloniales y filtradoras, que configuran hábitats singulares sensibles a los impactos de la actividad humana. Así, sobre estos fondos, corales, gorgonias y esponjas aumentan aún más la complejidad biocenótica del entorno, albergando un mayor número de especies que los fondos blandos adyacentes. En la Demarcación, estos fondos blandos adyacentes son explotados (e impactados) por pesquerías de diferentes especies demersales y bentónicas (principalmente pesquerías de arrastre tanto dirigidas a la cigala *Nephrops norvegicus*, como pesquerías mixtas cigala-gamba blanca *Parapenaeus longirostris*-merluza *Merluccius merluccius*; Massutí, 1959; Fernández y Fariña, 1984; Baro *et al.*, 2001, 2004; Jiménez *et al.*, 2004; Ramos *et al.*, 1996; Ramos, 2005). Sin embargo, hasta la fecha no se dispone de información detallada sobre el impacto de estas pesquerías (u otras actividades) en las comunidades de fondos duros estables existentes en los campos de volcanes de fango, aunque bien es cierto que los campos más profundos quedan al menos fuera de los caladeros habituales de pesca (Rueda *et al.*, 2012).

El filum Porifera (esponjas) comprende a tres clases: Calcarea (esponjas calcáreas), Hexactinellida (esponjas cristal) y Demospongiae (esponjas silíceas). Las esponjas se encuentran en todos los tipos de fondos, de todas las regiones geográficas y batimétricas, y bajo condiciones ecológicas muy diversas. Varias especies son incrustantes y nunca crecen más de 1 mm de grosor mientras que otras son de aspecto grumoso o tienen forma de barril o copa y pueden alcanzar hasta los 2 m de altura. La mayoría



de las especies están en el rango de tamaños de entre los 2 y 40 cm (ICES, 2005). Sólo los miembros de las clases Demospongiae y Hexactinellida alcanzan un tamaño corporal y una abundancia que posibilita la formación de “campos” o agregados de esponjas (Klitgaard & Tendal, 2001, 2004). Las especies estructuralmente dominantes de los campos de esponjas son grandes y provistas de esqueletos muy voluminosos y pesados. Todas las formas grandes tienen un esqueleto de agujas silíceas (espículas) o de fibras córneas (espongina) o una combinación de ambas.

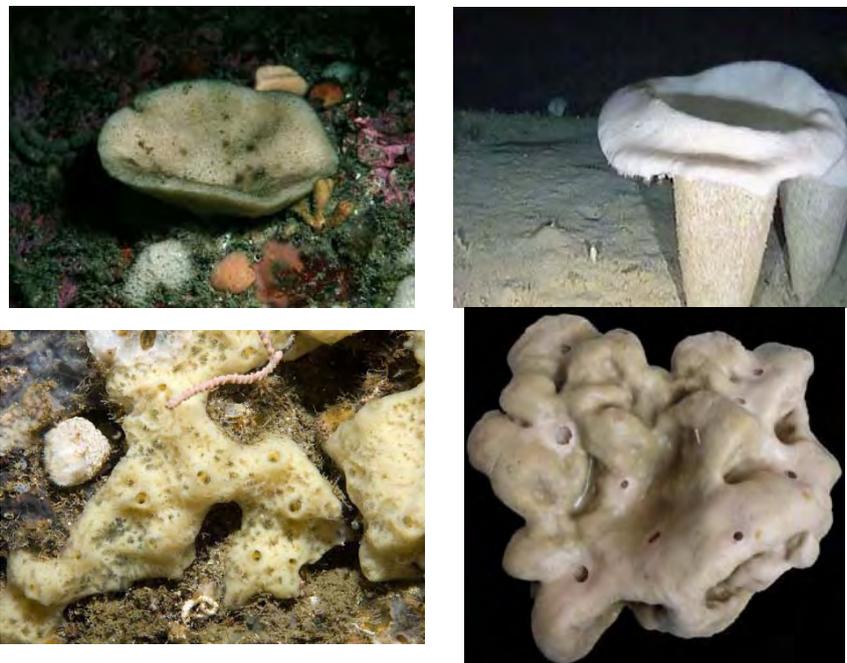
Estas agregaciones de esponjas de aguas profundas son uno de los hábitats incluidos por OSPAR en su lista de hábitats amenazados y/o en declive y es descrito por este organismo como *Agregaciones de esponjas (principalmente de las clases: Hexactinellida y Demospongiae) observadas a profundidades de entre 250 y 1300 m (Bett & Rice, 1992), con temperaturas comprendidas entre 4 y 10 °C y una velocidad moderada de corriente (0.5 nudos)* (OSPAR, 2008, 2010). Por la definición anterior pueden inferirse los particulares requerimientos y preferencias de estas agregaciones de esponjas por rangos batimétrico y térmico concretos, y la necesidad de corrientes y sedimentación moderadas. Este hábitat, presente en aguas boreales, llega a extenderse hasta nuestras latitudes, aunque su presencia en el Mediterráneo está más restringida debido al bajo rango térmico preferido por este hábitat (Templado *et al.*, 2009). Asimismo, aunque algunas especies pueden reponerse rápidamente de un determinado daño, todas las observaciones apuntan a un crecimiento somático lento, que en el Atlántico nororiental ocurre sólo probablemente durante la época productiva del año (ICES, 2005). Hasta la fecha no hay estimas de la edad de las esponjas, pero tanto la estructura en tamaño como investigaciones comparables realizadas en la Antártida apuntan a edades que pueden oscilar desde décadas hasta incluso siglos (Dayton, 1979; Gatti, 2003). Por tanto, a un área dominada por esponjas le llevará mucho tiempo recuperarse tras una destrucción parcial, pudiendo llevar a una extirpación permanente de la especie una perturbación repetida de un área específica (ICES, 2005).

Realmente las comunidades de este hábitat de agregados de esponjas se asocian generalmente a fondos fangosos batiales, pero también suelen aparecer en los enclaves de sustratos consolidados antes mencionados, cubiertos sólo parcialmente por sedimentos fangosos y sometidos a un moderado hidrodinamismo, y acompañados por diversos organismos coloniales. De hecho, las esponjas tienen similares preferencias de hábitat que los corales de aguas frías, por lo que frecuentemente se encuentran en las mismas localizaciones.

Las densidades de ocurrencia de estos agregados de esponjas son difíciles de cuantificar, aunque se han reportado densidades de 4-5 esponjas/ m<sup>2</sup> en el caso de esponjas de la clase Hexactinellida, y de 0.5-1 esponjas/m<sup>2</sup> en el caso de formas de crecimiento masivo de esponjas de la clase Demospongia (ICES, 2005; OSPAR, 2008). En cualquier caso, la importancia de este hábitat radica, entre otras particularidades, en su capacidad para proporcionar cierta estructura 3D al fondo, junto a otras especies como gorgonias, gusanos poliquetos tubícolas (serpúlidos, en cantidades espectaculares en algunas localizaciones de la Demarcación; Díaz del Río, 2005), equinodermos (ofiuroideos, que curiosamente usan las esponjas como atalayas elevadas), etc., incrementando así la complejidad del hábitat y atrayendo (y albergando) un gran número de otras pequeñas especies de muchos filas. Sin embargo, también tienen la capacidad de alterar las características de los sedimentos fangosos del entorno en el que se asientan, al tapizar con sus espículas dichos fondos (se han registrado en algunos sitios hasta 3.5 kg/m<sup>2</sup> de espículas silíceas; Gubbay, 2002), una situación que tampoco es ajena en los fondos batiales de la Demarcación (Díaz del Río, 2005). Diversos estudios han demostrado que estos densos alfombrados de espículas pueden inhibir la colonización de animales infaunales, dando lugar a una dominancia de elementos epifaunales (Gubbay, 2002).

Ya que solo muy pocas especies utilizan las esponjas como fuente de alimento, las interacciones se centran básicamente en la provisión de un sustrato duro y de refugios frente a la predación o el esfuerzo físico, y el acceso a un mayor suministro de alimentos directa o indirectamente del agua circundante. Incluso si las esponjas no ofrecen alimento para los peces, la numerosa y abundante fauna habitante en estos campos de esponjas convierte a estos en buenas áreas de alimentación para determinados estadios vitales de la ictiofauna (ICES, 2005). La fauna asociada a estos agregados de esponjas se estima que es al menos el doble de rica en especies que la existente en los fondos blandos o de grava que les rodea (Bett & Rice, 1992). Todas las especies asociadas son habitantes de esponjas facultativos, lo que significa que también pueden ser encontrados en otros hábitats (Klitgaard, 1995, 1997).

Las *agregaciones de esponjas batiales* (hábitat EUNIS A6.62, *Deep-sea sponge aggregations*) se caracterizan, como se ha comentado anteriormente, por la elevada biomasa que presentan algunas especies de esponjas, elementos dominantes, de relativo gran porte y más conspicuos, entre las que destacan, en el caso de los sustratos duros, *Geodia megastrella* Carter, 1876, *Pachastrella* sp., *Phakellia ventilabrum* (Linnaeus, 1767), *Asconema setubalense* Kent, 1876, *Haliclona (Soestella) mucosa* (Griessinger, 1971) y *Petrosia (Petrosia) crassa* (Carter, 1876) (Figura 60).



**Figura 60.** Algunas de las principales especies formadoras de los agregados de esponjas de fondos batiales: (arriba izquierda) *Phakellia ventilabrum* (©Bernard Picton); (arriba derecha) *Asconema setubalense* (©Oceana); (abajo izquierda) *Haliclona mucosa* (©Bernard Picton); (abajo derecha) *Petrosia crassa* (©IEO).

*G. megastrella* es una especie de distribución reducida: sólo se conocen citas para el Atlántico noreste, en las costas del Golfo de Vizcaya, Portugal, Cádiz y los archipiélagos de las Azores, Madeira e islas Canarias (van Soest, 2012<sub>a</sub>). Una distribución similar ha sido registrada para la esponja de cristal *A. setubalense*, con registros en los fondos batiales del noroeste de la Península Ibérica, Cantábrico (Banco de El Cachucho), fachada ibero-atlántica portuguesa, Golfo de Cádiz y en las Islas Canarias y las Azores (Sánchez *et al.*, 2009; van Soest, 2011). En cuanto a la esponja *P. ventilabrum* presenta una distribución geográfica cosmopolita, estando presente en ambas orillas del océano Atlántico, así como en el océano Índico, y ha sido citada en las costas de Australia, África oriental y occidental, América del Sur, el Caribe, América del norte y Europa (van Soest, 2012<sub>b</sub>). Las agregaciones de *P. ventilabrum* son también un



hábitat común en los fondos rocosos circalitorales profundos (Hábitat EUNIS A4.121). Las citas publicadas de *H. mucosa* (Griessinger, 1971) se restringen a las Islas Canarias y a localizaciones no identificadas del Mar mediterráneo (van Soest *et al.*, 2012<sub>c</sub>), mientras que para *P. crassa* se distribuyen por diversas localizaciones del Atlántico nororiental (Islas Faeroes, Noruega, Canal de las Shetland, Islas Azores, Canarias y Madeira) (van Soest *et al.*, 2012<sub>d</sub>). Sin embargo, recientes estudios realizados en la Demarcación (González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012) amplían el rango de distribución de estas dos últimas especies también a los fondos duros estables existentes en los diferentes campos de volcanes de fango explorados.

En la Demarcación Sudatlántica las agregaciones de esponjas batiales también suelen estar acompañados por abundantes especies epifaunales, siendo frecuentes los cnidarios (corales de aguas frías, gorgonias, corales negros, hidrozoos), los poliquetos tubícolas, ciertas especies de moluscos bivalvos y gasterópodos, equinodermos ofiuroides, y crustáceos decápodos. Los agregados tienen unas densidades muy variadas, desde pequeños grupos de tamaños medios a grandes, hasta concentraciones muy abundantes pero de menores tamaños (Díaz del Río, 2005, Figura 61). En la Demarcación, las principales concentraciones se han encontrado, hasta el momento, en volcanes en estado latente con alta disponibilidad de sustrato duro (*Gazul, Chica, Pipoca, Complejo Hespérides*; Figura 57 y Figura 58), lo que hace pensar que estas especies se podrían beneficiar indirectamente de los hábitats dominados por los escapes de fluidos cargados en gas (Díaz del Río, 2005; Díaz del Río *et al.*, 2006, 2009; León *et al.*, 2007; Rueda *et al.*, 2012).

Tanto este hábitat como el de *comunidades de corales de aguas profundas* (hábitat EUNIS A6.61/A6.611, *Communities of Deep-sea corals/Deep-sea [Lophelia pertusa] reefs*), aún siendo identificados como hábitats individualizados en los fondos duros batiales de la Demarcación, bien pueden considerarse como componentes de una lista más amplia de hábitats subordinados al hábitat *estructuras submarinas producidas por escapes de gases*. Así, esta lista incluiría, además de los anteriores, a los *jardines de coral* (repartidos por diversos hábitats EUNIS de aguas profundas) a las *comunidades de montículos carbonatados* (hábitat EUNIS A6.75, *Carbonate mounds*), comunidades de *pennatuláceos y megafauna excavadora* (hábitat EUNIS A5.3611, *Seapens, including [Funiculina quadrangularis], and burrowing megafauna in undisturbed circalittoral fine mud*) y *escapes hidrotermales* (hábitat EUNIS A6.94, *Vents in the deep sea*), hábitat que incluye a comunidades metanogénicas compuestas por organismos quimiosimbiontes de hábitats anóxicos (Díaz del Río, 2005; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012).

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

### 1.4.1. Rango geográfico y batimétrico de las agregaciones de esponjas de aguas profundas en fondos duros

Los estudios científicos sobre el bentos invertebrado de los fondos duros batiales del Golfo de Cádiz son escasos y relativamente recientes (López-González, 2010; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012). Estas limitaciones se hacen extensivas tanto al hábitat que nos ocupa, como al resto de hábitats existentes en el piso batial listados anteriormente. En el caso de las campañas del IEO de evaluación de recursos demersales del Golfo de Cádiz con arte de arrastre (serie ARSA), el arte muestreador no es el adecuado para el muestreo de los fondos duros batiales, evitándose incluso estos tipos de fondos a fin de evitar enganches y roturas del arte. En consecuencia, se sabe muy poco sobre la distribución de las especies y su abundancia en estos fondos. Sin embargo, campañas oceanográficas nacionales e internacionales relativamente recientes (1999-2002, series TTR, TASYO y

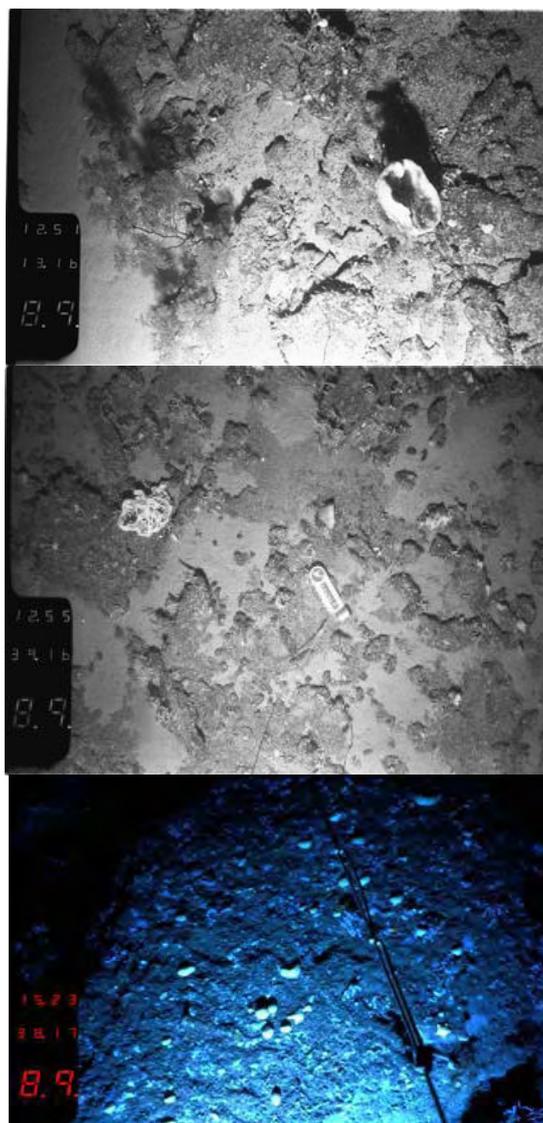


ANASTASYA) o muy recientes (2010, 2011, serie INDEMARES-CHICA, serie OCEANA RANGER), han revelado la existencia de las agregaciones de esponjas y de corales y gorgonias mediante diversos muestreadores (diversos tipos de dragas, arrastre de vara), incluyendo imágenes tomadas con cámaras fotográficas y videocámaras de alta resolución adaptadas a grandes profundidades (Díaz del Río, 2005; López-González, 2010; Fernández-Salas, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; OCEANA, 2011; Rueda *et al.*, 2012). Sin embargo, no se dispone aún de un cartografiado bionómico de estos fondos batiales (incluidos los duros), por lo que se desconoce el rango de distribución geográfico y batimétrico de los agregados de poríferos en las aguas profundas de la Demarcación. No obstante lo anterior, dada la estrecha relación de estos agregados con los fondos duros estables, sí podría inferirse la distribución batimétrica de tales agregados (y de otras comunidades biológicas) sobre fondos duros a partir de la distribución de este tipo de sustrato en el piso batial de la Demarcación (Figura 56), y especialmente a partir de la de los propios volcanes de fango (Figura 57 y Figura 58). En este sentido, en la Tabla 1 se indican las principales variables descriptoras de aquellos volcanes de fango en los que se ha descrito la existencia de agregados de esponjas sobre fondos duros y/o mixtos. Estos volcanes se distribuyen por los 2 principales campos de escapes de fluidos que se localizan en la Demarcación – campos de *El Laberinto* (volcanes *Anastasya*, *Tarsis*, *Pipoca*, *Chica 2*, *Chica 1* y domo gasificado *Cigala*) y *TASYO* (complejo *Hespérides*, *Almazán*, *Aveiro*, *San Petersburgo*) – además de un par estructuras descubiertas más recientemente, el volcán de fango *Gazul* y el diapiro *Albolote*, localizados en los fondos del talud superior (Díaz del Río *et al.*, 2006). Este conjunto de campos/volcanes/diapiros se distribuye en un rango batimétrico que oscila entre los 350 y 1100 m. Para las estructuras batiales más someras y el campo de *El Laberinto* hay evidencias directas de la existencia de estos agregados de esponjas en todos los volcanes antes citados menos en el diapiro *Albolote* y el volcán *Anastasya* (López-González, 2010; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2012; Rueda *et al.*, 2012). No se dispone de una información tan precisa para el campo *TASYO*, aunque Rueda *et al.* (2012) destacan como una de las características de los fondos duros estables y mixtos del complejo *Hespérides* la presencia de agregados de esponjas. Sin embargo, aún no se dispone de información alguna sobre la presencia de estos agregados en los volcanes más meridionales y profundos. En cualquier caso, teniendo en cuenta la información anterior, podemos hacer una primera acotación del rango batimétrico de distribución de estos agregados entre los 366 y 730 m como mínimo, aproximadamente, si bien el límite más profundo podría ser ampliado una vez que los volcanes más profundos sean convenientemente muestreados desde el punto de vista de su fauna.

**Tabla 1.** Localización geográfica y características geomorfológicas de los volcanes de fango situados en la Demarcación Sudatlántica cuya fauna ha sido analizada en detalle (Díaz del Río *et al.*, 2006; González-García, 2011). Consúltense Figuras 57 y 58.

Campo	Talud somero	<i>El Laberinto (Sistema de la Dorsal Diapírica del Guadalquivir)</i>				<i>TASYO</i>
Volcán de Fango	<i>Gazul</i>	<i>Anastasya</i>	<i>Pipoca</i>	<i>Tarsis</i>	<i>Chica 1-2</i>	<i>C. Hespérides</i>
Distancia a costa (millas náuticas)	25.7	36.4	40.1	41.2	38.2	-
Diámetro (m)	1029	1500	1600	770	220	>3000
Área (km <sup>2</sup> )	1.07	7.5	12	3.07	2	7
Profundidad de la cima (m)	366	461	506	555	658	680-730
Altura aprox. sobre el fondo (m)	90	80	110	35	50	150
Localización geográfica	36°33'33.12"N 6°55'58.45"W	36°31'22.57"N 7°09'06.64"W	36°27'36.82"N 7°12'08.51"W	36°29'18.31"N 7°14'41.94"W	36°22'16" N- 36°22'35" N 7°6'58" W- 7°6'51" W	36°11'11.84"N 7°19'12.61"W

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Fondos del piso batial
	<b>Tipo de sustrato</b>	Sustratos duros estables y mixtos de diversa naturaleza
	<b>Rango de profundidad</b>	366-730 m (quizás hasta 1100 m)
	<b>Exposición al oleaje</b>	Por debajo de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		Regiones OSPAR I, II, III, IV y V. Zonas biogeográficas: subregión ártica (en aguas profundas), provincia abisal noratlántica (aguas profundas), costa noruega, plataforma del S Islandia-Faroe y Mar de Barents. En el Golfo de Cádiz incluye aguas de jurisdicción portuguesa, marroquí y española.



**Figura 61.** Agregados de esponjas en fondos próximos a la “línea de cumbres” de la Fila de Hormigas y en el Canal de Cádiz adyacente (canal contornítico situado en el Sector de Canales Contorníticos y Umbrales Diapíricos). Este sector se localiza en el sector central del talud medio entre Cádiz y Faro, donde predominan los tipos morfológicos erosivos; según Llave *et al.*, 2001; García, 2002; Hernández-Molina *et al.*, 2003; Fernández-Puga, 2004; Díaz del Río *et al.*, 2009). Arriba: esponjas y corales arborescentes sobre fondos duros. Centro: agregados de esponjas y corales sobre fondos mixtos, fangosos y rocosos, relacionados con las costras formadas sobre los diapiros margosos inyectados de gas. Debajo: agregados de esponjas sobre fondos carbonatados (Díaz del Río, 2005).



**Tabla 2.** Presencia de agregados de esponjas de aguas profundas sobre sustrato duro en los campos de volcanes de fango de la Demarcación Sudatlántica (V: volcán, A: zona adyacente; D: Demospongia, H: Hexactinellida). Sólo se han incluido aquellas citas que permiten su adscripción a binomios específicos o a taxones superiores identificables. Los agregados de *T. muricata*, aún siendo típicos de los fondos batiales blandos, han sido incluidos al describirse su presencia en zonas de fondos duros estables y/o mixtos (Fernández-Zambrano, 2010; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012). Consúltese Tabla 1.

Volcán	Gazul		Anastasya		Pipoca		Tarsis		Chica 1-2		Complejo Hespérides	
	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A	V	A
Astrophorida (D)	■										¿?	¿?
<i>T. muricata</i> (D)			■			■		■	■		¿?	¿?
<i>P. ventilabrum</i> (D)					■						¿?	¿?
<i>H. mucosa</i> (D)	■	■			■					■	¿?	¿?
<i>P. crassa</i> (D)	■										¿?	¿?
<i>A. setubalense</i> (H)	■				■					■	¿?	¿?

La Tabla 2 describe de modo sumario la distribución de los agregados de las principales especies de esponjas identificadas en los fondos batiales duros (y mixtos) de la Demarcación, correspondientes a muestreos recientes realizados en los propios volcanes de fango y zonas adyacentes (Fernández-Zambrano, 2010; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012). Los agregados de *H. mucosa* y *A. setubalense* son los que parecen presentar una mayor distribución geográfica y batimétrica en la Demarcación, si bien, como se ha comentado anteriormente la caracterización bionómica de estos fondos está aún en sus inicios.

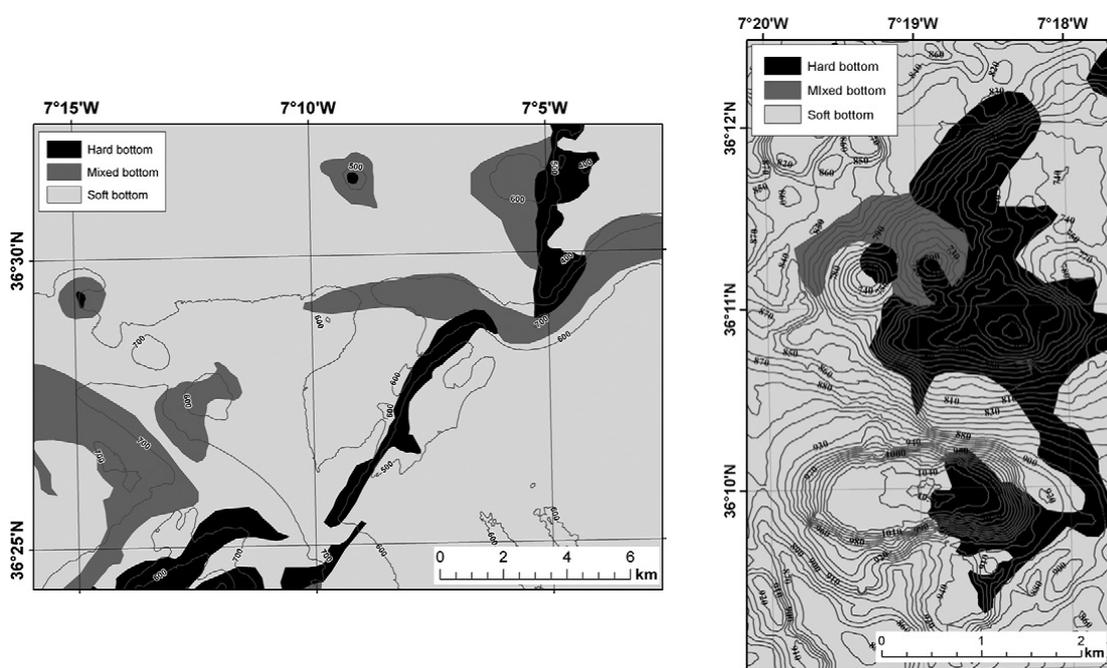
INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Phakellia ventilabrum</i>	506 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)	506 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)
Rango batimétrico <i>Haliclona mucosa</i>	366-658 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)	366-658 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)
Rango batimétrico <i>Petrosia crassa</i>	366 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)	366 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)
Rango batimétrico <i>Asconema setubalense</i>	366-658 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)	366-658 m (¿Ampliable a 680-730 m o incluso 1100 m?)
Rango batimétrico Agregaciones de esponjas de aguas profundas sobre sustrato duro	366-730 m (¿Hasta los 1100 m?)	366-730 m (¿Hasta los 1100 m?)

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

### 1.5.1. Extensión de las agregaciones de esponjas de aguas profundas en fondos duros

Tal como se ha comentado para el caso del rango de distribución geográfica y batimétrica, la extensión del presente hábitat en la Demarcación tampoco se conoce exactamente y ha de inferirse igualmente a partir de la información disponible sobre la extensión de los fondos duros estables. Una primera estima a partir de la información cartografiada de la Figura 56 arroja una extensión de los fondos duros del piso

batial de unos 833.3 km<sup>2</sup>, que representan el 11.1 % del total de los fondos batiales de la Demarcación (7492.3 km<sup>2</sup>, asumiendo como límite batimétrico más somero la isobata de los 200 m) y el 5.6 % del total de la extensión de la Demarcación (14905.7 km<sup>2</sup>). Estas estimas quizás sean excesivamente altas para ser consideradas como las real o incluso potencialmente ocupadas por el hábitat bajo consideración. Ateniéndose a la estrecha relación de dependencia de este hábitat por los fondos duros estables/fondos mixtos de los volcanes de fango, la extensión real e incluso la potencial del hábitat se reduce enormemente. Así, aventurándonos a hacer el ejercicio de sumar las extensiones de cada uno de los volcanes de fango en los que se ha detectado la presencia de este hábitat (valores de la Tabla 1, exceptuando al volcán *Anastasya*), la estima resultante ascendería a sólo 25.1 km<sup>2</sup> (0.2% del total de los fondos de la Demarcación, 0.3% de los fondos del piso batial), valor que incluso se reduciría aún más si realmente se consideran como fondos óptimos sólo aquellos localizados en las cumbres de los volcanes en estado latente y sus alrededores, donde se localizan los fondos duros estables. Rueda *et al.* (2012) aportan interesantes cartografías de los tipos de fondos de los campos de *El Laberinto* y del *Complejo Hespérides* (dentro del campo *TASYO*) (Figura 62), en los que, a pesar de no aportarse la extensión de cada uno de estos tipos de fondos, se demuestra gráficamente la conspicua distribución y extensión de los fondos duros y, por tanto, la alta singularidad de este tipo de hábitat en la Demarcación.



**Figura 62.** Mapas mostrando los diferentes tipos de sustrato (duro, mixto, blando) existentes en: (arriba) alrededor de *El Laberinto*; (abajo) alrededor del *Complejo Hespérides* (Rueda *et al.*, 2012).

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Extensión del hábitat (en km <sup>2</sup> )	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?
Porcentaje de los fondos del piso batial ocupados por el hábitat	¿0.3 %?	¿0.3 %?
Porcentaje de los fondos de la Demarcación ocupados por el hábitat	¿0.2 %?	¿0.2 %?



## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

Los resultados de diversos estudios (Díaz del Río *et al.*, 2009; Fernández-Zambrano, 2010; López-González, 2010; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2011, 2012) permiten diferenciar tres tipos de comunidades biológicas en los fondos batiales de los campos de volcanes de fango según el tipo de sustrato sea duro, mixto o blando, siendo los dos primeros casos los que interesan al hábitat que nos ocupa:

#### a) Fondos duros estables (grandes costras, chimeneas y enlosados):

La fauna de estos fondos es la más diversa del piso batial. La fauna dominante incluye varias especies de esponjas, como *A. setubalense*, *P. crassa*, *H. mucosa*, *P. ventilabrum*, y de cnidarios, incluyendo corales scleractinios coloniales (colonias vivas de *Dendrophyllia cornigera*, *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata*) y solitarios (*Caryophyllia* spp.), así como octocorales (las gorgonias *Viminella flagellum*, *Callogorgia verticillata*, *Acanthogorgia hirsuta*, *Placogorgia* spp., *Swiftia pallida*) y antipatarios (*Leiopathes glaberrima*). Templado *et al.* (2009) enriquecen la fauna cnidaria de este hábitat con las siguientes especies de hidrozoos: *Lytocarpia myriophyllum*, *Turritopsis nutricula*, *Campanulina panicula*, *Acryptolaria conferta* y *Cladocarpus sigma*, si bien su presencia en los campos de volcanes de fango de la Demarcación, y más concretamente en sus fondos duros, no está confirmada por estudios locales. En cuanto a los poliquetos, los serpúlidos (4 spp. de los géneros *Serpula* y *Vermiliopsis*) son un grupo abundante, especialmente debajo de las chimeneas y costras, junto con el eunícido *Eunice norvegica*, así como los braquiópodos *Novocrania anomala*, *Megerlia* sp. y *Terebratulina retusa*. Los bivalvos representan el principal grupo de moluscos que habitan en las chimeneas y enlosados e incluyen a *Spondylus gussonii*, *Asperarca nodulosa* (muy común en las grietas), *Limopsis angusta*, o la especie recientemente descrita de ostra gigante de aguas profundas *Neopycnodonte zibrowii*, un molusco de vida larga de hasta varios siglos (Wisshak *et al.*, 2009). Entre los moluscos también se han observado diversas especies de gasterópodos, como *Simnia spelta* (ovúlido ligado a las gorgonias) y *Emarginula* spp. (ligados a las esponjas), además de *Epitonium celesti*, *Pagodula* spp. y *Argobucinum olearium*. Otras especies comunes, pero menos abundantes que la fauna antes citada, son los equinodermos crinoideos *Leptometra celtica* y *Antedon bifida*, los equinoideos *Cidaris cidaris* (el equinodermo más abundante) y *Gracilechinus acutus*, el ofiúrido *Ophiothrix fragilis*, los asteroideos *Peltaster placenta* y *Luidia sarsi*, el crustáceo eufasiáceo *Meganyctiphanes norvegica* (se han observado muy altas concentraciones sobre estos fondos), y los decápodos *Bathynectes maravigna*, *Monodaeus couchi*, *Parthenope macrocheles*, *Calappa granulata* y *Plesionika* spp. Entre la ictiofauna suelen ser relativamente frecuentes *Helicolenus dactylopterus*, *Beryx decadactylus*, *Gaidropsarus biscayensis* y un diverso grupo de condriictios, típicos de los fondos batiales de la Demarcación, entre los que destacan el holocéfalo *Chimaera monstrosa*, los elasmobranquios carcariniformes *Galeus melastomus*, *G. atlanticus* y *Scyliorhinus canicula*, los squaliformes *Etmopterus spinax*, *Deania calcea* y *Centrophorus granulosus*, y los rajiformes *Raja clavata*, *Neoraja iberica*, *Leucoraja circularis*, *L. naevus*, *Dipturus batis*, *D. oxyrinchus*, muchos de ellos más típicos de los fondos mixtos o blandos del piso batial, pero que de modo ocasional pueden frecuentar este hábitat.

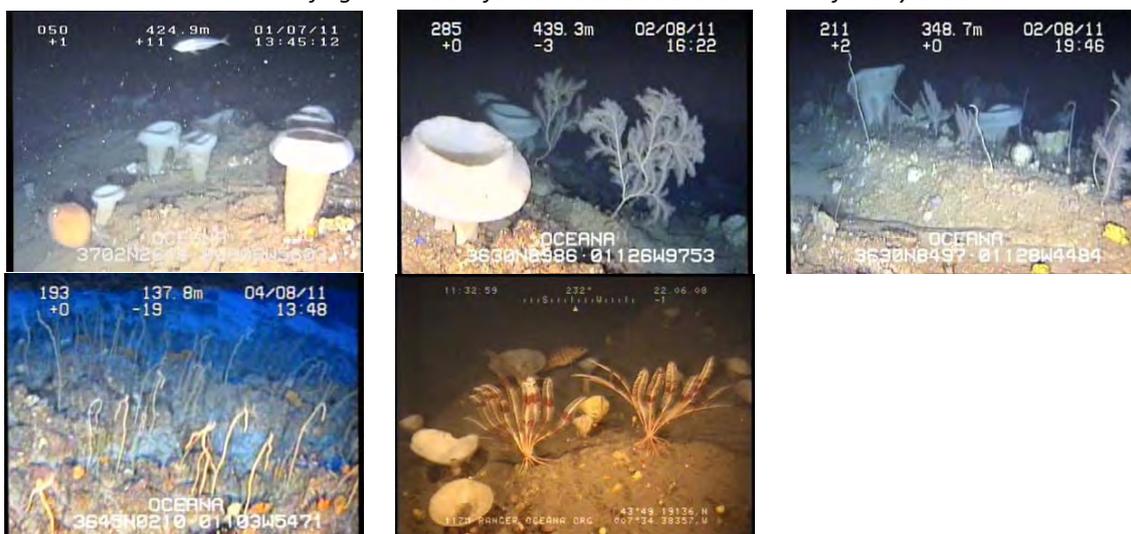
#### b) Fondos mixtos (chimeneas y costras dispersas que se producen en una matriz de sedimentos fangosos a fangos arenosos):

En este geoambiente se establece una fauna mixta de fondos blandos y duros. La fauna de estos fondos está asociada con los diferentes sustratos, pero la presencia de sedimento blando que podría cubrir las chimeneas y las costras puede representar una desventaja para el establecimiento y la persistencia de

organismos coloniales en las estructuras duras. Sin embargo, algunas especies coloniales de gran tamaño son comunes en este tipo de hábitat, tales como agregaciones mixtas de esponjas (*A. setubalense*, *H mucosa*, *P. crassa*) junto con corales negros (*Leiopathes glaberrima*), octocorales de fondos blandos (*Isidella elongata*) o duros (las gorgonias *C. verticillata*, *A. hirsuta* y *Bebryce mollis*), hidrozoos (*Polyplumaria* sp.), además de varias especies de pennatuláceos (*Kophobelemnion stelliferum*, *Funiculina quadrangularis*, *Pennatula aculeata*, *Protoptilum* sp.), anémonas (*Actinauge richardi*) y poliquetos serpúlidos (*Filograna* sp.). Los equinodermos crinoideos *L. celtica*, equinoideos *C. cidaris* y *G. acutus*, asteroideos *P. placenta*, *Hacelia superba*, *Chaetaster longipes*, *Astropecten irregularis*, y ofiuroideos *O. fragilis*, también están presentes aquí junto con los decápodos *B. maravigna*, las especies de bivalvos *Limopsis angusta*, *L. aurita*, *Pseudamussium septemradiatum*, y el braquiópodo *Gryphus vitreus*. En este hábitat, la composición faunística puede ser variable dependiendo de la textura sedimentaria de los fondos que rodean las estructuras duras.

OCEANA (2011) ha registrado importantes agregaciones de esponjas (principalmente de *A. setubalense*) en aguas profundas del Golfo de Cádiz, aunque fuera de la Demarcación (Cabo San Vicente, Banco del Guadalquivir), y en el monte submarino *Gettysburg*, dentro del *Banco Gorringe*. En estas localizaciones, las agregaciones de esponjas fueron observadas sobre sustratos duros (principalmente) y mixtos. Varios tipos de estas agregaciones (puras o mixtas, *i.e.*, formando agregaciones/jardines con varias especies de gorgonias) han sido propuestas por esta organización para su inclusión en la lista de OSPAR dentro de los hábitats *Deep-sea sponges aggregations* y *Coral gardens*. De éstas, las que a partir del conocimiento existente asumimos que podrían ocurrir en la Demarcación son las siguientes (Figura 63):

- Agregación de *A. setubalense* sobre fondos rocosos batiales.
- Agregación mixta de *A. setubalense*, *Callogorgia verticillata* y otras Demoesponjas (dominancia del componente Porifera).
- Agregación de *P. ventilabrum* sobre fondo rocoso circalitoral.
- Jardín mixto de *C. verticillata*, *A. setubalense* y otras Demoesponjas sobre fondo rocoso batial (dominancia del componente Cnidaria).
- Jardín de *Viminella flagellum* sobre fondos rocosos del circalitoral inferior y batial.

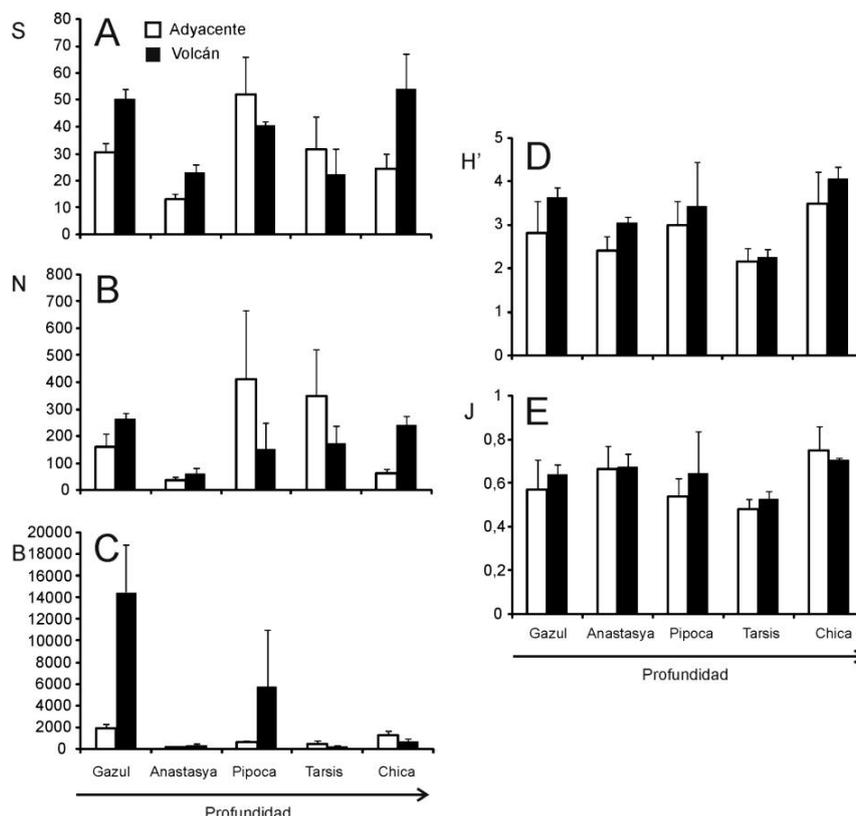


**Figura 63.** Diferentes tipos de agregaciones de esponjas en fondos batiales duros: (arriba izquierda) agregación pura de *A. setubalense*; (arriba centro y derecha) jardines mixtos de gorgonias *C. verticillata*, *A. setubalense* y otras Demospongia; (abajo izquierda) jardines mixtos de gorgonias látigo *V. flagellum* y otros Demospongia; (abajo centro) agregación de *P. ventilabrum* con otros Demospongia. Todas las imágenes proceden de los fondos batiales duros del Banco Gorringe menos la última, que corresponde a fondos duros galáico-cántabros del circalitoral inferior (©Oceana).



No existen estudios específicos sobre estimas de índices ecológicos relativos al hábitat en cuestión. En su defecto, hemos de referirnos necesariamente a los pocos estudios existentes dirigidos a la caracterización biocenótica de los campos de volcanes de fango y estructuras submarinas asociadas en el piso batial de la Demarcación. En este sentido, si bien existe un estudio previo de las comunidades bentónico-demersales del volcán de fango *Gazul*, basado en los resultados de la campaña *INDEMARES-CHICA 0610* (Fernández-Zambrano, 2010), consideramos más exhaustivo el trabajo de González-García (2011), quien, basándose tanto en esta campaña como en la *INDEMARES-CHICA 0211*, reporta un análisis comparado de diversos índices ecológicos obtenidos para cada uno de los volcanes de fango (y sus zonas adyacentes) del campo *El Laberinto*, incluido el volcán de fango más somero *Gazul*. Los datos que se presentan a continuación corresponden a las muestras obtenidas con arrastre de vara (*Beam Trawl*), arte considerado en este estudio como mejor muestreador que el arte de arrastre convencional (arte BaKa 40/60) utilizado como arte alternativo. Así, los valores medios de riqueza específica ( $S$ ; Figura 64 A) son altos en *Gazul*, *Chica* y *Pipoca* (hasta 54 spp. lance<sup>-1</sup>), y bajos en *Anastasya* (<25 spp. lance<sup>-1</sup>). Los valores de riqueza específica de los volcanes de fango *Chica*, *Gazul* y *Anastasya* son mayores que los encontrados en las zonas adyacentes, pero se observó un patrón opuesto para el caso de *Pipoca* y *Tarsis*. Los valores de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ; Figura 64 D) fueron altos en las zonas de los volcanes de *Chica*, *Gazul* y *Pipoca* (~ 3,5 bits) y bajos en *Tarsis*, tanto en su zona adyacente como en el volcán (<2,5 bits). En todos los volcanes, excepto en *Tarsis*, se dan valores más altos del índice de diversidad que en sus zonas adyacentes. La equirepartición ( $J$ ) (Figura 64 E) mostró un patrón muy similar a la diversidad, con valores altos en *Chica*, *Anastasya* y *Pipoca* (0,6-0,7) y bajos en *Tarsis* (0,5). En todos los volcanes, se dan valores similares en la zona del volcán y zona adyacente, especialmente en *Anastasya* y *Tarsis*.

Los altos valores de biodiversidad en *Gazul* se deben precisamente a la presencia de comunidades de fondos rocosos con agregaciones de esponjas y corales, y en *Tarsis*, *Pipoca* y *Chica*, debido a la presencia de comunidades de fondos mixtos con pennatuláceos, de coral bambú y de agregaciones de esponjas y gorgonias. La relativamente baja diversidad registrada en el volcán *Anastasya* contrasta con la singularidad de sus comunidades asociadas, que contienen especies quimiosintéticas (poliquetos frenulados del género *Siboglinum*, crustáceos decápodos del género *Calliax* y los bivalvos *Solemya elarraichensis* y *Lucinoma asapheus*), típicas de ambientes extremófilos, representando el único ejemplo en su categoría dentro del territorio español.



**Figura 64.** A) Riqueza específica ( $S$ , spp. · lance<sup>-1</sup>); B) abundancia ( $N$ , individuos · 1000 m<sup>-2</sup>); C) biomasa ( $B$ , gramos · 1000 m<sup>-2</sup>); D) índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ , bits) y E) equirrepartición ( $J$ ) de comunidades bentónico-demersales en diferentes volcanes de fango y sus zonas adyacentes a distintas profundidades en el Golfo de Cádiz. Muestras obtenidas con arte de arrastre de vara *Beam Trawl* (González-García, 2011).

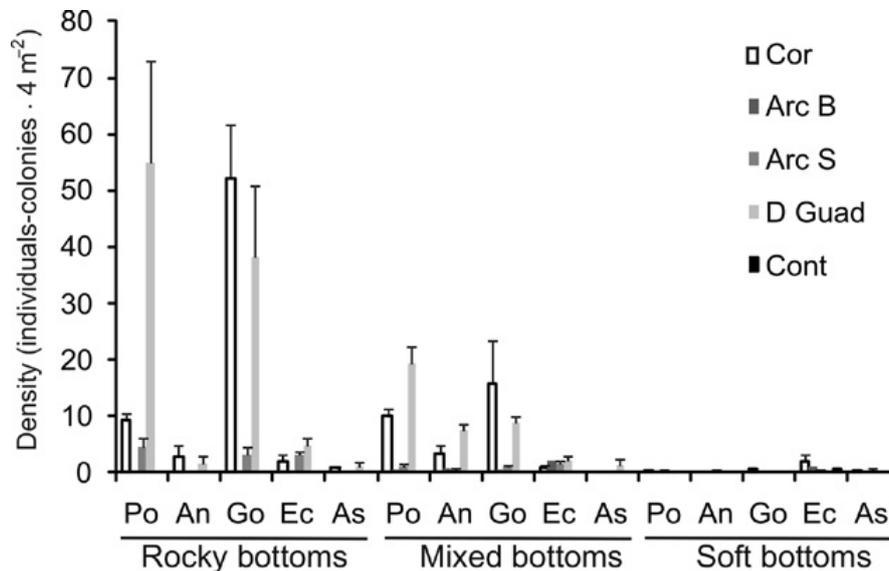
**Tabla 3.** Diversidad biológica y riqueza específica asociada a las comunidades bentónico-demersales sobre fondos duros y mixtos de volcanes de fango y zonas adyacentes.

TIPO DE COMUNIDAD	REFERENCIA	ZONA GEOGRÁFICA	DIVERSIDAD	RIQUEZA
Comunidades bentónico-demersales sobre fondos duros y mixtos de volcanes de fango y zonas adyacentes	González-García (2011) (datos de <i>Beam Trawl</i> )	Valores considerados como representativos corresponden a los volcanes de fango <i>Gazul</i> , <i>Pipoca</i> y <i>Chica</i>	~ 3,5 bits (valor medio)	54 especies · lance <sup>-1</sup> (valor medio)

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

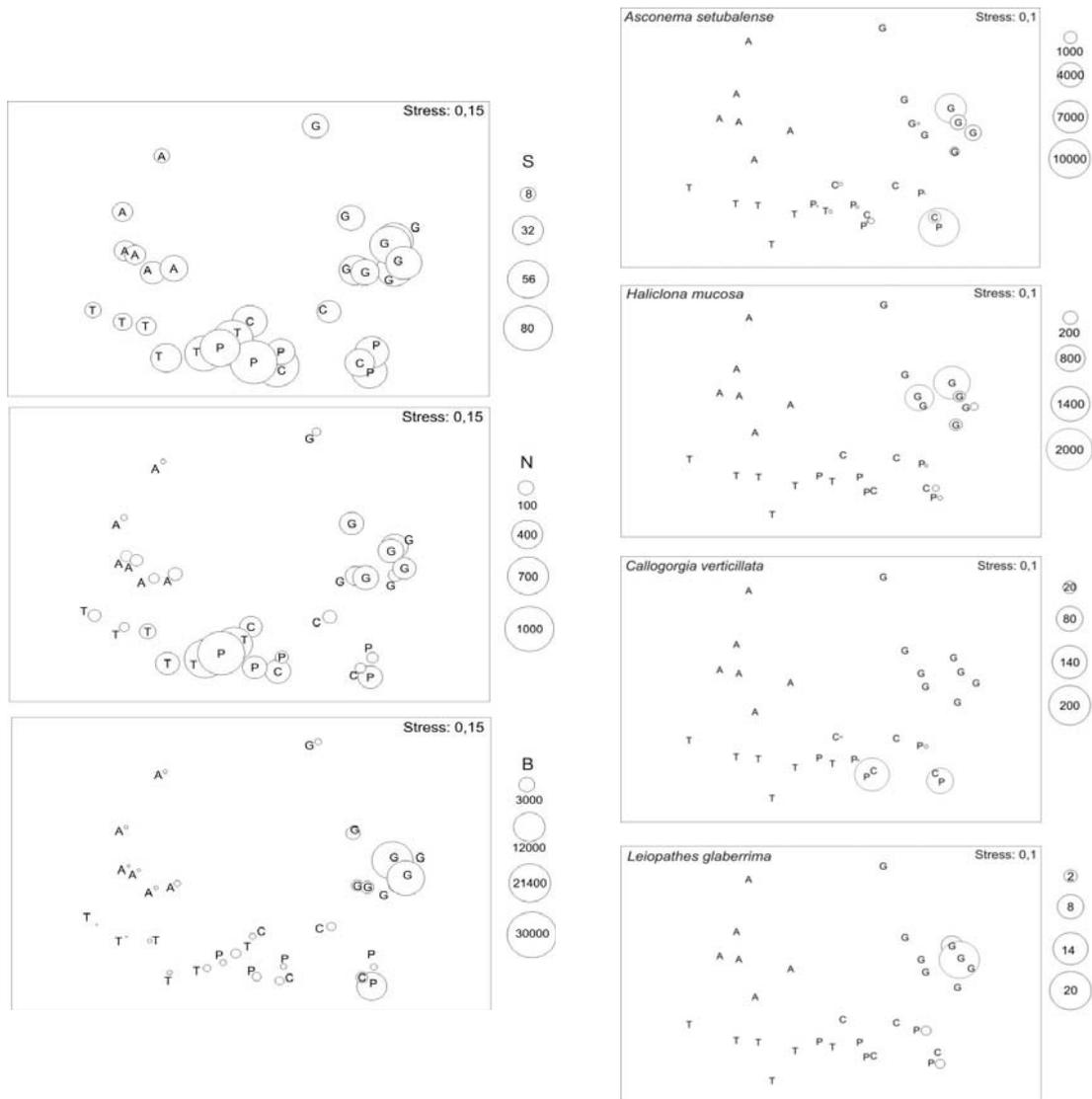
A partir de resultados de varias campañas realizadas entre 1999 y 2001, Rueda *et al.* (2012) reportan estimas de densidades de individuos y/o colonias de organismos para los diferentes tipos de fondos de los campos de escapes de fluidos de la Demarcación (campos de *El Laberinto* y *Complejo Hespérides*). En fondos duros los Porifera y las gorgonias mostraron densidades mucho más altas (10–50 colonias · 4 m<sup>-2</sup>) en fondos duros estables que en fondos mixtos (10–12 colonias · 4 m<sup>-2</sup>) o en fondos blandos (<5) (Figura 65). En estos fondos duros, los organismos móviles como los equinodermos muestran densidades menores que la fauna antes citada, con valores de hasta 4.6 individuos · 4 m<sup>-2</sup> para los grandes equinoideos y aproximadamente 1 individuo · 4 m<sup>-2</sup> para los asteroideos (Figura 65). El equinoideo *C. cidaris* es uno de los equinodermos más abundantes, con los valores más altos predominantemente en fondos rocosos (2–4 individuos · 4 m<sup>-2</sup>) que en los fondos blandos (<2 individuos · 4 m<sup>-2</sup>). En los fondos

mixtos los corales negros (principalmente *L. glaberrima*) muestran densidades más bajas (hasta 7 colonias · 4 m<sup>-2</sup>) que los poríferos y gorgonias, con valores máximos generalmente sobre las chimeneas y costras de los fondos mixtos.



**Figura 65.** Densidades de fauna sésil y móvil en diferentes tipos de geoambientes de diferentes volcanes de fango estimadas mediante fotografía submarina. An, Antipatharia; Arc S, cumbre del volcán Arcos; Arc, base del Arcos; As, Asteroidea; Cor, *Cornide*; Cont, fondos contorníticos; D Guad, Dorsal Diapírica del Guadalquivir; Ec, Echinoidea; Go, gorgonias; Po, Porifera. Media + error standard. Para los propósitos de la presente ficha las zonas de interés que se enmarcan en la Demarcación son la D Guad y Cont (Rueda *et al.*, 2012).

Estimas más recientes de campañas realizadas en 2010 y 2011 (González-García, 2011), pero difícilmente comparables con las anteriores, demuestran también la existencia de diferencias geográficas y batimétricas en la abundancia y biomasa total media de las comunidades asociadas a los volcanes de fango (Figura 64 B y Figura 64 C), registrándose unas mayores abundancias y biomásas tanto en la zona somera (volcán *Gazul*, <500 m) como en las profundas (volcanes *Tarsis*, *Pipoca*, *Chica*, >600 m), lo que podría estar relacionado, entre otras razones, con una mayor productividad y/o menor presión pesquera en estas zonas. Los valores más altos de abundancia total media (entre 350 y 420 indiv. 1000 m<sup>-2</sup>) se registraron en las zonas adyacentes a los volcanes *Pipoca* y *Tarsis*, mientras que las más bajas lo fueron en las zonas adyacentes de *Anastasya* y *Chica* (< 65 indiv. m<sup>-2</sup>). La biomasa media es alta en las zonas de los volcanes de *Gazul* y *Pipoca* (> 5000 g 1000 m<sup>-2</sup>) y muy baja en *Anastasya* y *Tarsis*, tanto en los volcanes como sus zonas adyacentes (< 500 g 1000 m<sup>-2</sup>). Los altos niveles de biomasa registrados en *Gazul* y *Pipoca* se deben precisamente a las contribuciones en términos de riqueza específica, abundancia y biomasa de especies típicas de los agregados mixtos de esponjas y gorgonias ligadas a fondos duros (*p. ej.*, las esponjas *A. setubalense* y *H. mucosa*, el antipatario *Leiopathes glaberrima* o el octocoral *C. verticillata*) (Figura 66).



**Figura 66.** (Izquierda) Resultados del análisis MDS de la riqueza específica (S), abundancia (N) y biomasa (B) total en muestras de *beam trawl* obtenidas en diversos volcanes de fango de la Demarcación. (Derecha) Idéntico análisis para la biomasa de las especies características de fondos duros. Mismas unidades que en Figura 64, (A: *Anastasya*; C: *Chica*; G: *Gazul*; T: *Tarsis*; P: *Pipoca*) (González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012).

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Biomasa de la especie estructurante <i>Asconema setubalense</i>	No disponible (consúltese Figura 66)	No disponible (consúltese Figura 66)
Biomasa de la especie estructurante <i>Haliclona mucosa</i>	No disponible (consúltese Figura 66)	No disponible (consúltese Figura 66)



# COMUNIDADES DE CORALES ESCLERACTINIOS DE AGUAS PROFUNDAS ("ARRECIFES" DE *Lophelia pertusa* Y/O *Madrepora oculata*)

## DESCRIPCIÓN

El hábitat incluido por OSPAR en su lista de hábitats amenazados o en declive bajo el nombre de *Lophelia pertusa reefs* (*Arrecifes de Lophelia pertusa*) ha sido definido por Davies *et al.* (2008) como las estructuras biogénicas formadas por el coral *L. pertusa* (Linnaeus, 1758) que alteran la sedimentación y proporcionan un hábitat de estructura compleja, el cual se halla expuesto a procesos de crecimiento y a erosión biológica. En esta ficha se hace referencia al término arrecife en este sentido amplio y no se han diferenciado entre diferentes niveles de desarrollo o complejidad del arrecife. Este hábitat incluiría, como mínimo, a los hábitats EUNIS A5 631 (*Arrecifes circalitorales de Lophelia pertusa*), A6.75 (*Montículos carbonatados*) y A6.61 (*Comunidades de corales de aguas profundas*) (Connor *et al.*, 2004; OSPAR, 2008). Las únicas comunidades descritas por OSPAR para el piso batial son las de los montículos carbonatados (EUNIS A6.75) y la de *L. pertusa* (hábitat EUNIS A6.611, *Arrecifes de aguas profundas de Lophelia pertusa*) (OSPAR, 2008). Sin embargo, otras especies de corales escleractinios (*i.e.*, "corales duros") coloniales que aparecen en este tipo de ecosistemas, además de *L. pertusa*, y que contribuyen a desarrollar el arrecife son *Madrepora oculata* (Linnaeus, 1758), junto con *Solenosmilia variabilis* (Duncan, 1873) (OSPAR, 2008). En este sentido, OCEANA ha propuesto a OSPAR recientemente (OCEANA, 2011) redefinir el hábitat *Lophelia pertusa-reefs* como *deep-sea coral reefs* para, de esta forma, incluir éstas y otras especies de corales de aguas frías. Así, para el caso que nos ocupa, OCEANA identifica y propone dos tipos de hábitats adicionales de corales escleractinios de aguas frías: los *bosques de Dendrophyllia cornigera sobre fondos rocosos circalitorales y batiales* y la *comunidad dominada por el escleractinio Madrepora oculata sobre fondo rocoso batial*.

*L. pertusa* es un coral escleractinio de aguas frías, formador de arrecifes, que tiene una distribución geográfica cosmopolita que va desde los 55°S a los 70°N, donde las temperaturas del agua permanecen normalmente entre los 4-8°C. Estos arrecifes están generalmente sujetos a corrientes de velocidad moderada (0.5 nudos) (Zibrowious, 1980; Cairns, 1994). Los arrecifes de *L. pertusa* se encuentran en sustratos duros (que pueden ser incluso tanatocenosis de *Lophelia* de una antigua colonia), incluidos las cumbres de montículos carbonatados, o sobre depósitos glaciales. Por esta razón, los arrecifes de *L. pertusa* pueden también estar asociados a zonas con surcos de icebergs. Las áreas de arrecifes de coral muerto indican que el lugar soportó un hábitat de arrecife en el pasado y según OSPAR deberían ser reportadas también como este tipo de hábitat (OSPAR, 2008).

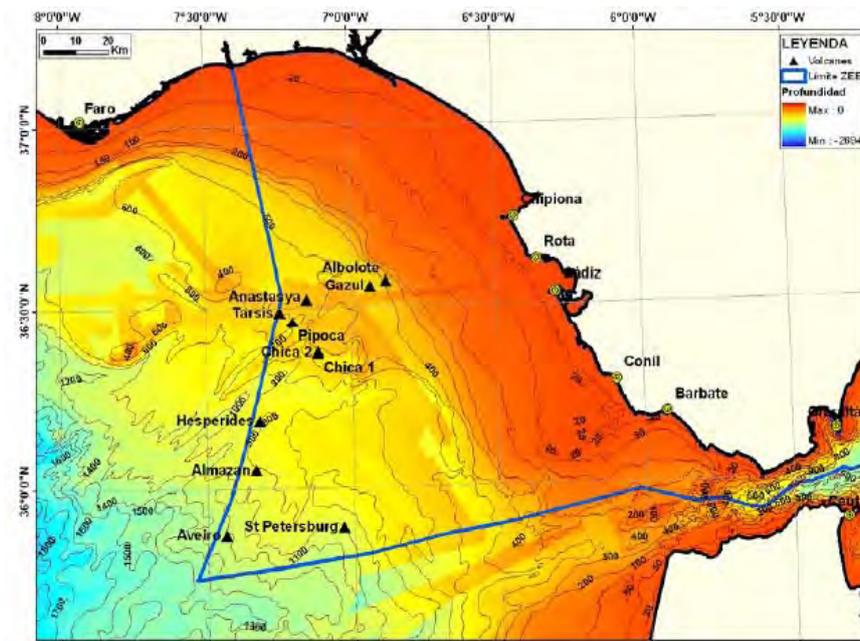
La mayoría de las citas de arrecifes de *L. pertusa* ocurren en el Atlántico NE. La extensión de estos arrecifes es variable, con ejemplos en aguas de Noruega de varios km de largo y más de 20 m de alto. Estos arrecifes ocurren a un rango batimétrico de 200 - >2000 m en el talud continental, y en aguas someras de los fiordos noruegos y costas occidentales suecas (Zibrowius, 1980; Hall-Spencer & Stehfest, 2009; Murray *et al.*, 2009). En aguas noruegas, los arrecifes de *L. pertusa* se encuentran en la plataforma y en el borde del talud sobre elevaciones locales del suelo marino y sobre los bordes de los escarpes submarinos. *L. pertusa* es una de las seis especies de coral de aguas profundas que forma extensos arrecifes de aguas frías (Hall-Spencer & Stehfest, 2009). Las larvas de *L. pertusa* requieren sustrato duro



para asentarse, mientras que la formación del arrecife requiere de lugares donde la temperatura del agua no varíe demasiado, haya corrientes fuertes y exista una cierta pendiente que favorezca el aporte de materia orgánica y permita de este modo el crecimiento del arrecife (Frederiksen *et al.*, 1992; Duineveld *et al.*, 2004; Thiem *et al.*, 2006). Además, otras condiciones necesarias para el buen desarrollo del arrecife son: aguas con salinidades comprendidas entre 35 y 38 psu, con concentraciones de oxígeno  $> 3\text{ml l}^{-1}$  y saturadas en aragonito (Freiwald *et al.*, 2004; Taviani *et al.*, 2005; Dodds *et al.*, 2007; Davies *et al.*, 2008). La delicada estructura y lenta tasa de crecimiento de esta especie ( $6\text{ mm} \cdot \text{año}^{-1}$ , colonias normales de 1.5 m de alto pueden tener 250 años aproximadamente) la convierte en particularmente vulnerable al daño físico (ICES, 1999).

Como se ha comentado anteriormente, *M. oculata* suele formar arrecifes de coral de aguas frías junto con *L. pertusa* o *S. variabilis*. Sin embargo, *M. oculata* (y *L. pertusa*) no es capaz de formar arrecifes en algunas áreas, aún siendo la especie dominante en algunas comunidades. En tales casos, las colonias de este escleractinio se encuentran más dispersas, ocupando principalmente paredes verticales, bordes de los cañones submarinos y proyecciones rocosas. Debido al hecho de que la densidad de *M. oculata* en estos casos es más baja, no puede considerarse a estas formaciones como arrecifes en sentido estricto, debiendo ser consideradas, en su defecto, como un *jardín de coral* (véase ficha de hábitat *jardines de coral*). También puede ser considerado como *jardín de coral* al hábitat poblado por muchas especies de esponjas y otros cnidarios asentados sobre una tanatocenosis de *M. oculata* (lo que se conoce como escombros de coral) (OCEANA, 2011; véase también ficha de hábitat *agregaciones de esponjas de aguas profundas sobre sustrato duro*).

Los bosques de *D. cornigera* ocurren en un amplio rango batimétrico, ocupando los pisos circalitoral y batial (véase ficha de hábitat *jardines de coral*). Estos bosques pueden tener una densidad variable, estando localizadas las partes más densas en el piso circalitoral, mientras que las colonias aparecen mucho más dispersas en los extremos de su rango de distribución batimétrica. Debido a este amplio rango batimétrico, la composición específica de la comunidad puede variar con la profundidad, donde, a veces, el coral puede formar campos mixtos con otras especies dominantes, tales como varias esponjas (*Phakellia ventilabrum* y/o *Artemisina transiens*), ophiuroideos (*Ophiothrix fragilis*), y/o crinoideos (*Leptometra celtica*). Al igual que lo descrito para *M. oculata*, las tanatocenosis de *D. cornigera* pueden ser un elemento estructurante importante en algunos hábitats (OCEANA, 2011).

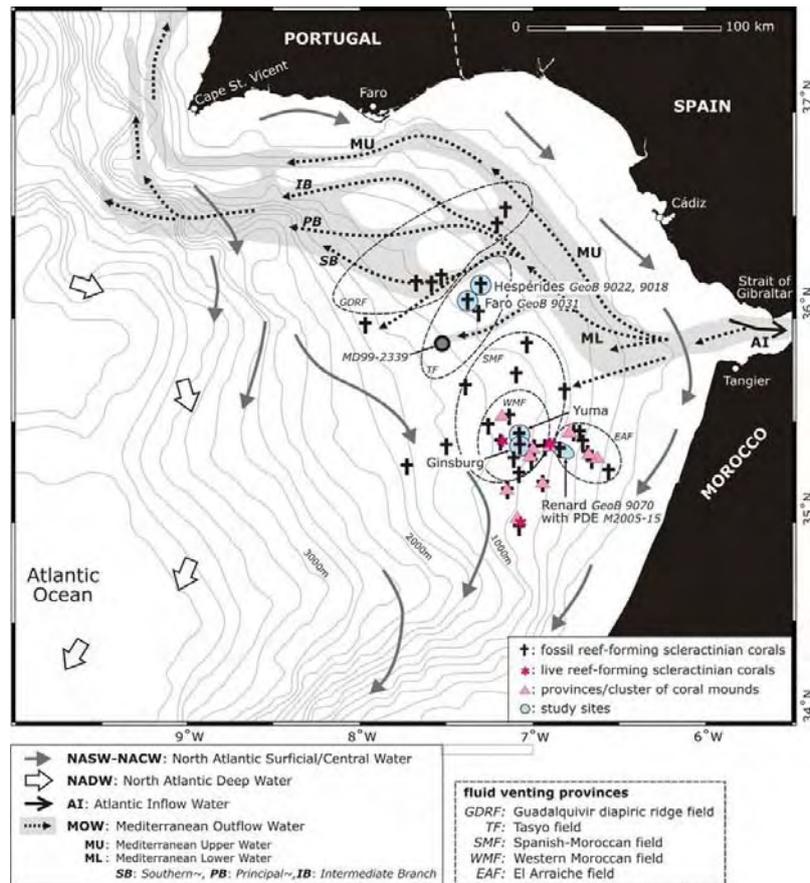


**Figura 67.** Distribución espacial de algunas de las estructuras ligadas a la emisión de gases (volcanes de fango) del Golfo de Cádiz.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

### 1.4.1. Rango geográfico y batimétrico de las comunidades de corales de aguas frías

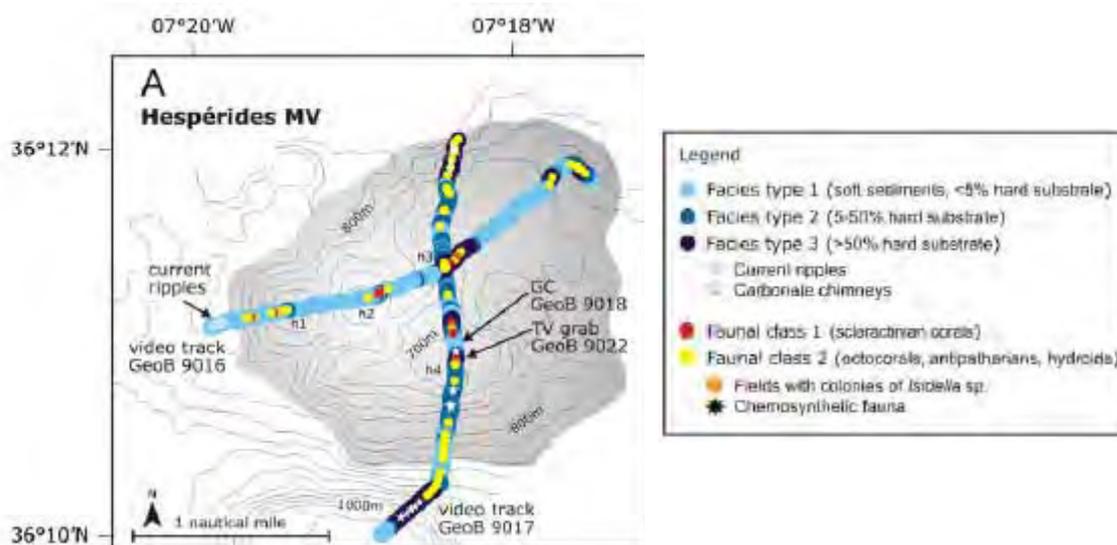
La primera recopilación de información sobre la distribución espacial de los corales escleractinios de aguas frías en el Golfo de Cádiz ha sido realizada recientemente por Wienberg *et al.* (2009). Esta revisión indica que estos corales se distribuyen ampliamente a lo largo de los márgenes español y marroquí del Golfo de Cádiz, principalmente entre los 500 y 1000 m, pero también en fondos de 280 m en el margen marroquí, así como hasta los 1300-1800 m a lo largo de los márgenes español y marroquí. En las batimetrías anteriores estos corales suelen estar asociados principalmente con los volcanes de fango, dorsales diapíricas, escarpes abruptos de fallas, y montículos de coral (Figura 67 y Figura 68).



**Figura 68.** Mapa batimétrico del Golfo de Cádiz (intervalo de contorno de 200 m) mostrando la amplia ocurrencia de corales escleractinios de aguas frías formadores de arrecifes fósiles (cruces negras) y los escasos hallazgos de corales vivos (estrellas rosas). No se incluyen los recientes hallazgos de colonias vivas de corales en el volcán de fango *Gazul*). Se indican también las localizaciones con coral y los testigos de sedimentos investigados durante este estudio (círculos celestes) y la posición del testigo MD99-2339 (círculo negro) (Voelker *et al.*, 2006). Se muestran el patrón general actual de circulación del Flujo de Salida del Agua Mediterránea (MOW, según Hernández-Molina *et al.*, 2006) y las diferentes provincias de escapes de fluidos (Wienberg *et al.*, 2009).

*Dendrophyllia alternata*, *D. cornigera*, *Eguchipsammia cornucopia*, *M. oculata* y *L. pertusa* son las especies formadoras de arrecife más abundantes en el Golfo de Cádiz. Son menos abundantes las especies de corales solitarios de aguas frías *Desmophyllum dianthus*, *Caryophyllia calveri*, *Caryophyllia sarsiae* y *Conotrochus typus*. Sin embargo, actualmente todas ellas están casi únicamente presentes en el Golfo de Cádiz como parches aislados de coral fósil (de 1-2 m de diámetro, con colonias individuales con tamaños de 20–50 cm) o formando escombros de coral (*C. typus* existe ya sólo como forma fósil).

En la Demarcación Wienberg *et al.* (2009) han observado ambos tipos de formaciones en la vecindad de los conos de los volcanes de fango del *Complejo Hespérides* (Figura 69). En esta zona, según los autores, no se encontraron evidencias de impactos antropogénicos. Este no es un caso aislado, puesto que se sabe que más de 20 volcanes de fango del Golfo de Cádiz están cubiertos por corales escleractinios fósiles (Pinheiro *et al.*, 2003; Somoza *et al.*, 2003) demostrando la estrecha asociación entre volcanes de fango y este tipo de corales. Un tercio de todos los volcanes de fango cubiertos por corales se encuentran a lo largo del margen español en profundidades entre 530 y 1100 m, mientras que el resto se distribuye por un rango batimétrico más amplio (420–1300 m) a lo largo del margen marroquí (Tabla 4).



**Figura 69.** Mapa batimétrico del *Complejo Hespérides* (los conos principales están marcados con h1, h2, h3 y h4; intervalos entre isobatas de 20 m). Superpuesto al mapa se representan los transectos de filmación en video que fueron analizados para la distribución de las facies sedimentológicas-geológicas y la presencia de corales de aguas frías que incluyen a los escleractinios (fósiles) y al grupo de octocorales, antipatarios e hidrozoos. Se indican las muestras de sedimentos colectadas (GC: sacatestigo de gravedad, TV grab: muestreador guiado por TV) (Wienberg *et al.*, 2009).

Díaz del Río *et al.* (2009) evidencian que la biodiversidad en los fondos batiales de la Demarcación en general, pero especialmente en los campos de volcanes de fango, ha sufrido drásticas variaciones, existiendo una importante cantidad de especies que se han extinguido, principalmente corales. Así, gran parte de la macrofauna que se recoge en las muestras de estos fondos en campañas recientes (p. ej., series *TTR*, *TASYO*, *ANASTASYA*, *INDEMARES-CHICA*, *OCEANA RANGER*) corresponde a tanatocenosis que se podrían relacionar con la extinción, o la restricción y/o disminución del fenómeno de expulsión. Niemann *et al.* (2006), postulan la idea de que las chimeneas carbonatadas son indicadoras de que el fenómeno de expulsión se ha interrumpido o bien ha finalizado. En esta circunstancia, las comunidades biológicas que dependan de la expulsión de fluidos, bien para consumir alguno de los productos que se expulsan o bien para asentarse en los fondos que generan las bacterias consumidoras, podrían extinguirse ante la ausencia de un flujo permanente de fluidos. De hecho, los primeros estudios sobre los corales de aguas frías planteaban la hipótesis de la existencia de una relación entre la ocurrencia de los corales y los escapes de hidrocarburos ligeros (Hovland & Thomsen, 1997), ya que estos abastecen a la producción primaria local. Así, el ampliamente extendido diapirismo y vulcanismo de fango en el Golfo de Cádiz debería tener el potencial para impulsar el desarrollo de los ecosistemas coralinos en esta área. Sin embargo, estudios recientes (Masson *et al.*, 2003; Becker *et al.*, 2009) demuestran que, más que una dependencia trófica directa con los escapes de fluidos, lo que realmente resulta ventajoso para la colonización de los corales es la provisión de sustrato duro idóneo y la posición elevada de estos volcanes, permitiendo a los corales disponer de un suministro sostenido de alimento (Roberts *et al.*, 2006).



**Tabla 4.** Recopilación de hallazgos de corales escleractinios de aguas frías formadores de arrecifes en el Golfo de Cádiz (1999–2008) (Wienberg *et al.*, 2009).

No.	Margin	Structure	Name of structure	Coordinates	Water depth (m)	Information about coral species	Tool	Research vessel—cruise	Reference/source
1	SM	MV	Hespérides	36°11'N, 7°18'W	702	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i> , dendrophylliid	GC, G V	Sonne-SO175	This publication
2	SM	MV	Faro	36°06'N, 7°23'W	897	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i>	GC V	Sonne-SO175	This publication
3	MM	MV	Ginsburg	36°22'N, 7°05'W	1023	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i>	V	Sonne-SO175	This publication
4	MM	MV	Yuma	35°25'N, 7°06'W	1058	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i>	V	Sonne-SO175	This publication
5	MM	M	On Renard R	35°22'N, 6°52'W	594	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i>	GC	Sonne-SO175	This publication
6	MM	M	on PDE	35°18'N, 6°48'W	570	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i> , dendrophylliid	BC	Pelagia-64PE237	This publication
7	SM	MV	Pipoca summit	36°28'N, 7°12'W	528	<i>Madrepora</i> , dendrophylliid	BC, G	Pelagia-64PE284	Hebbeln <i>et al.</i> (2008)
8	SM	MV	Pipoca	36°30'N, 7°10'W	536		GC	Comide de Saavedra-Anastasya	Somoza <i>et al.</i> (2003) *
9	SM	MV	Almazán	36°06'N, 7°19'W	870		GC	Comide de Saavedra-Anastasya	Somoza <i>et al.</i> (2003) *
10	SM	MV	Coruna	36°12'N, 7°32'W	830		DR	Comide de Saavedra-Anastasya	Somoza <i>et al.</i> (2003) *
11	SM	MV	St. Petersburg	35°39'N, 7°02'W	879		GC	Prof. Logachev-TTR-9	Kenyon <i>et al.</i> (2000) <sup>o</sup>
12	SM	MV	Iberico	36°07'N, 7°41'W	885		DR	Hespérides-Tasyo	Díaz-del-Río <i>et al.</i> (2003)*
13	SM	MV	Comide	36°07'N, 7°37'W	935		DR V	Hespérides-Tasyo	Díaz-del-Río <i>et al.</i> (2003)*
14	SM	MV	Tasyo	35°46'N, 7°07'W	1100	<i>Lophelia</i> , <i>Madrepora</i>	GC	Prof. Logachev-TTR-10	Pinheiro <i>et al.</i> (2003)*
15	SM	ES	SE of Anastasya MV	36°28'N, 7°07'W	474	<i>Madrepora</i>	G	Pelagia-64PE284	Hebbeln <i>et al.</i> (2008)
16	SM	R	Hormigas	36°11'N, 7°35'W	~850	<i>Lophelia</i>	DR V	Hespérides-Tasyo	León <i>et al.</i> (2007)* Díaz-del-Río <i>et al.</i> (2003)*
17	SM	CH	Cádiz Channel	36°06'N, 7°54'W	1275–1418		DR	Prof. Logachev-TTR-15	Akhmetzhanov <i>et al.</i> (2007) <sup>o</sup>

Abbreviations: MM: Moroccan Margin; SM: Spanish/Portuguese Margin

MV: mud volcano; M: coral mound; R: ridge; ES: escarpment; CH: channel

GC: gravity corer; BC: box corer; DR: dredge; G: grab sampler; V: video observation by means of camera sledge or ROV.

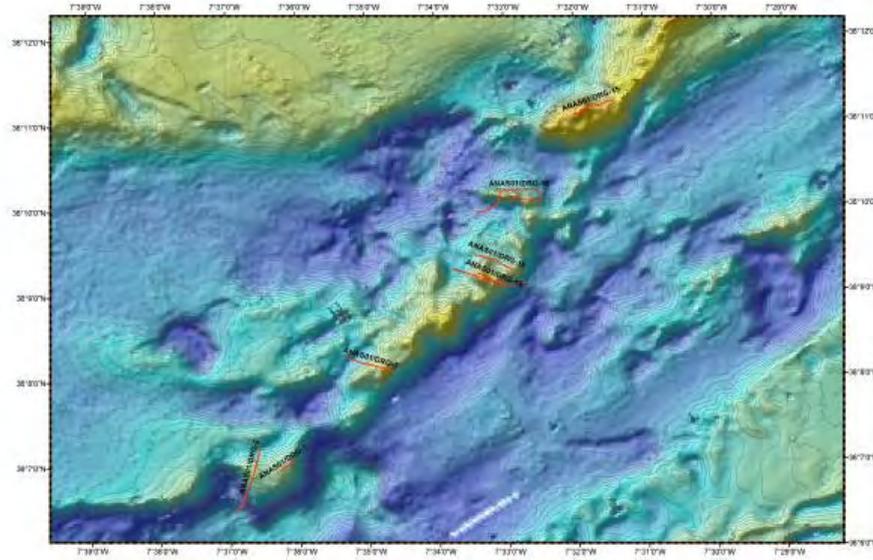
\* Peer-reviewed publication.

<sup>o</sup> Cruise reports of the TTR cruises are published online: <http://www.ioc.unesco.org/ttr/cruises.html>.

Se han observado costras carbonatadas cubriendo extensas superficies sobre varios volcanes de fango del Golfo de Cádiz (Díaz del Río *et al.*, 2003; León *et al.*, 2007; Somoza *et al.*, 2003). Estas superficies proporcionan un sustrato duro para los corales escleractinios de aguas frías. La formación de las costras carbonatadas está relacionada con tasas bajas y difusas de escapes de fluidos que siguen a las fases de erupción de fango o incluso a periodos de inactividad volcánica (León *et al.*, 2007). La reactivación periódica de los procesos de vulcanismo de fango conduce a un enterramiento de las costras carbonatadas y, por tanto, de los corales. Además, un cambio en la química del ambiente asociado al enterramiento puede también llevar a una disolución parcial de los carbonatos (Kopf *et al.*, 2004; Foubert *et al.*, 2008). Por tanto, la actividad volcánica de fango parece tener una influencia bastante negativa, ya que impide un desarrollo sostenido de los ecosistemas de corales de aguas frías en el Golfo de Cádiz.

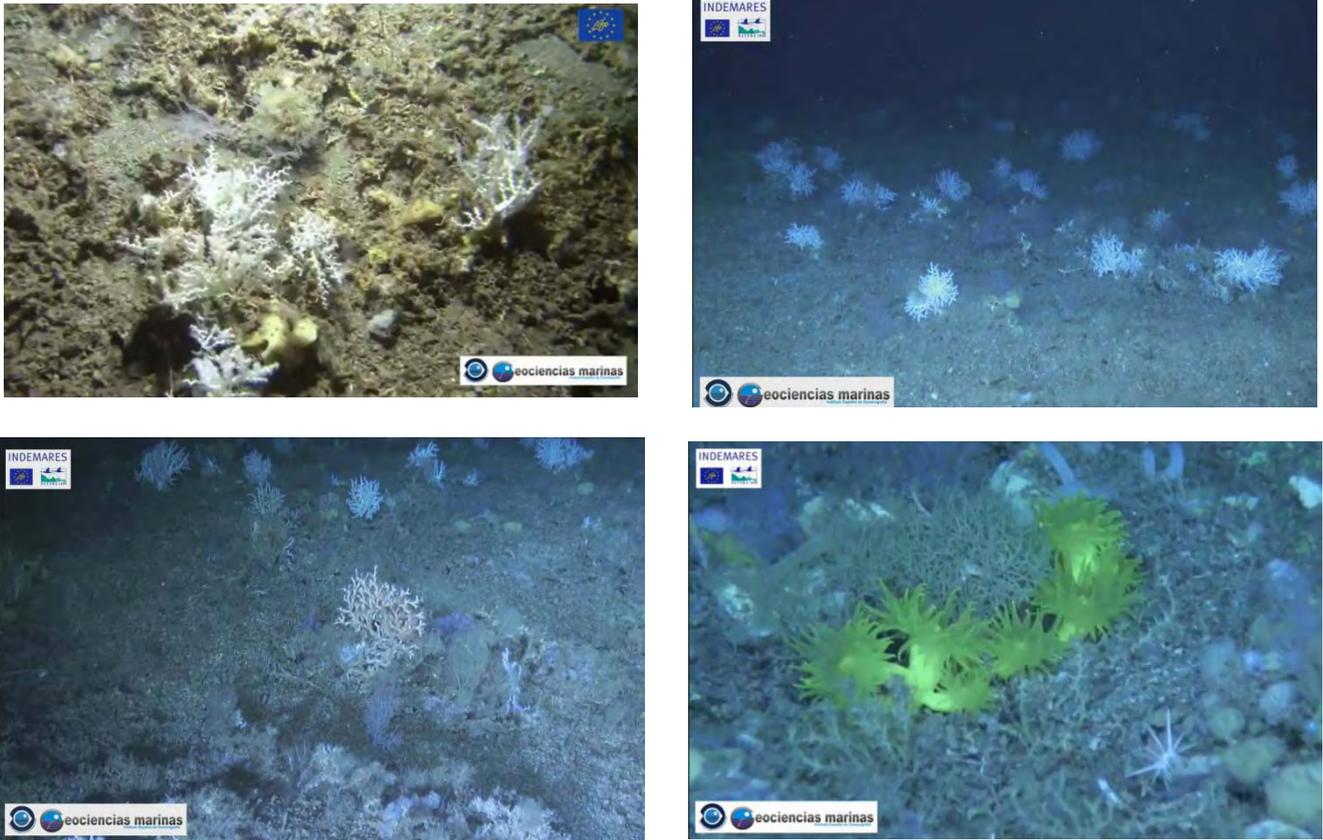
Hasta hace relativamente poco tiempo se habían detectado muy pocos corales de aguas frías vivos en el Golfo de Cádiz, restringiéndose estas observaciones a sólo pequeñas colonias aisladas (10–20 cm de diámetro) de *L. pertusa* y *M. oculata*, asentadas sobre esqueletos de corales fósiles u otros sustratos duros, y relegadas al margen marroquí (35°N–35.5°N; Figura 68; Hebbeln *et al.*, 2008; Weaver *et al.*, 2007). Sin embargo, muy recientemente también han sido observados campos de este mismo tipo de colonias vivas de ambas especies en el margen ibérico. Así, una de las concentraciones más abundantes se ha observado en el entorno de la *Fila de Hormigas*, y más particularmente en su *Línea de Cumbres* (Figura 70). *Fila de Hormigas* forma parte del campo de escapes de fluidos *DIASOM*, uno de los tres campos de este tipo que se encuentran en el margen ibérico (junto al de *El Laberinto* y *TASYO*), que se localiza entre los 800 y 1200 m, en aguas jurisdiccionales portuguesas y, por tanto, por fuera de la

Demarcación (Díaz del Río *et al.*, 2003). *DIASOM* se encuentra en el *Sector de Canales Contorníticos y Umbrales Diapíricos* de la extensa plataforma pelágica que caracteriza al talud medio del margen ibérico del Golfo de Cádiz y es uno de los más fuertemente influenciados por la vena de agua mediterránea (Díaz del Río *et al.*, 2006). La *Línea de Cumbres* es la zona más aplacerada que queda al NW de la *Fila de Hormigas*, con extensas mesetas que enlazan con los depósitos contorníticos, fondos frecuentados por la flota de arrastre en su pesquería de cigala (*Nephrops norvegicus*). Los campos de *L. pertusa* en esta zona se establecen principalmente en los flancos sureste de las crestas frente a la salida del Mediterráneo.



**Figura 70.** *Fila de Hormigas*, compuesta por una serie de volcanes de fango (*Cornide*, *Arcos*, *Coruña*) dispuestos sobre una dorsal diapírica. Sobre ellos abundan los corales y las chimeneas carbonatadas. El *Canal de Cádiz* es el amplio surco de dirección NE/SW, que se ciñe a los relieves (amarillentos) de *Fila de Hormigas*, y por el que circula, a gran velocidad y con una fuerte capacidad erosiva, el agua de salida mediterránea (*MOW*) (Díaz del Río *et al.*, 2003; Díaz del Río, 2005).

En la Demarcación sólo se han descrito hasta la fecha colonias vivas de *M. oculata* y *L. pertusa* en el volcán de fango *Gazul* (Díaz del Río *et al.*, 2009; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012; Figura 67 y Figura 71). Estas colonias están acompañadas tanto por otros escleractinios coloniales (*D. cornigera*), como solitarios (*Ballanophyllia cellulosa*, *Caryophyllia cyathus*, *C. inornata*, *Flabellum chunii*, *Stenocyathus vermiforme*).



**Figura 71.** Imágenes tomadas durante la campaña INDEMARES-CHICA 0412 mostrando diversos ejemplos de colonias vivas de corales de aguas frías en los fondos batiales de la Demarcación (probablemente en los alrededores de la cumbre del volcán de fango Gazul, entre 360 y 400 m de profundidad aproximadamente). (Arriba izquierda) colonias vivas de *M. oculata* y *L. pertusa* sobre restos de coral. (Arriba derecha) campo de diversas especies de corales de aguas frías dominado por *M. oculata*. (Abajo izquierda) colonias de *L. pertusa* alternando con corales negros del género *Antipathella* y diferentes especies de gorgonias e hidrozoos (*Polyplumaria* spp.). (Abajo derecha) colonia de *D. cornigera*. (© IEO. GEMARIEO).

No obstante lo anterior, la escasa presencia de corales escleractinios vivos en la Demarcación (y en todo el Golfo de Cádiz) se debe probablemente al efecto combinado de una reducción en el suministro de alimento causado por una baja productividad (oligotrofia), aguas relativamente cálidas (efecto del *Flujo de Salida del Agua Mediterránea, MOW*) y unas débiles corrientes de marea que transporten los nutrientes hacia los corales. En contraste, durante los pasados 48 mil años los corales escleractinios fueron abundantes en el Golfo de Cádiz, aunque su ocurrencia no demuestra relación alguna con los principales cambios climáticos u oceanográficos. Sin embargo, existe una relación conspicua cuando se consideran las especies separadamente. Los dendrofilidos están asociados con periodos de condiciones relativamente estables y cálidas. La ocurrencia de *L. pertusa* parece restringirse principalmente a la última glaciación, cuando aumentó la fuerza de la corriente del fondo en el Golfo de Cádiz y existían condiciones estables a largo plazo en términos de temperatura. *Madrepora oculata* muestra una mayor tolerancia a cambios ambientales abruptos (Wienberg *et al.*, 2009, 2010; Frank *et al.*, 2011; Montero-Serrano *et al.*, 2011).

El rango batimétrico descrito en la bibliografía para los arrecifes de *L. pertusa* y *M. oculata* va desde los 200 a 1200 m de profundidad, pudiendo alcanzar cotas más someras en zonas más septentrionales (Hall-Spencer & Stehfest, 2009). En nuestras latitudes aparecen siempre por debajo de los 250 m (Templado *et al.*, 2009). Las comunidades asociadas *D. cornigera* suelen distribuirse principalmente en la parte inferior de la plataforma y zona superior del talud. Si bien puede extenderse también a menores y



mayores profundidades, su máximo desarrollo se concentra entre los 200 y 400 m (Templado *et al.*, 2009). Ya mas concretamente en la Demarcación, aquellos volcanes de fango cubiertos por corales se han registrado en profundidades entre 474 y 1100 m (Wienberg *et al.*, 2009), aunque este rango se refiere a concreciones biogénicas fósiles (véanse Figura 68 y Tabla 4 para conocer su extensión geográfica). Como se ha comentado anteriormente, la ocurrencia en la Demarcación de campos de colonias vivas de este conjunto de especies se restringe, por el momento (a falta de los resultados de nuevas campañas oceanográficas), sólo a las inmediaciones de la cumbre del volcán Gazul (Díaz del Río *et al.*, 2009; González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012; Figura 67). Teniendo en cuenta que la cumbre de este volcán se encuentra a unos 366 m de profundidad, podemos asumir que ésta profundidad podría representar el límite más somero del hábitat. Se desconoce, sin embargo, el límite batimétrico más profundo de ocurrencia de colonias vivas de estas especies de corales de aguas frías en la Demarcación.

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Fondos del piso batial
	<b>Tipo de sustrato</b>	Sustratos duros
	<b>Rango de profundidad</b>	366 m - ¿? (colonias vivas) (366) 474-1100 m (arrecifes fósiles)
	<b>Exposición al oleaje</b>	Por debajo de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>		En todos los océanos, entre los 55°S a los 70°N, a excepción de las regiones polares. Presente en todas las regiones OSPAR. Zonas biogeográficas (OSPAR): costas noruegas, sur de Islandia-plataforma de las Faroe, Boreal, Lusitánica, Macaronesia.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico <i>Lophelia pertusa</i>	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 528-1100 m	Colonias vivas: 366 m - ¿? Concreciones fósiles: (366) 528-1100 m
Rango batimétrico <i>Madrepora oculata</i>	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 474-1100 m	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 474-1100 m
Rango batimétrico <i>Dendrophyllia</i> spp.	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 528-729 m	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 528-729 m
Rango batimétrico <i>Comunidades de corales de aguas frías</i>	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 474-1100 m	Colonias vivas: 366 m -¿? Concreciones fósiles: (366) 474-1100 m



## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

### 1.5.1. Extensión de las comunidades de corales de aguas frías

Actualmente se desconoce la extensión exacta de este hábitat en la Demarcación, siendo necesario un cartografiado bionómico que permita valorar la verdadera importancia y extensión de los diferentes tipos de concreciones biogénicas (tanto vivas como fósiles) formadas por estos corales.

En una primera aproximación, podríamos considerar como válidas para este hábitat las mismas asunciones que se establecieron para inferir la extensión del hábitat *agregaciones de esponjas de aguas profundas en fondos duros* en la Demarcación. En aquella situación la estima resultante ascendió a sólo 25.1 km<sup>2</sup> (0.2% del total de los fondos de la Demarcación, 0.3% de los fondos del piso batial), correspondientes a la suma de áreas de los volcanes de fango con presencia de fondos duros estables. De nuevo, este valor podría reducirse aún más si realmente se consideran como fondos óptimos sólo aquellos localizados en las cumbres de los volcanes en estado latente y sus alrededores, donde se localizan estos fondos duros estables.

INDICADORES	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Extensión del hábitat (en km <sup>2</sup> )	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?	¿<25.1 km <sup>2</sup> ?
Porcentaje de los fondos del piso batial ocupados por el hábitat	¿0.3 %?	¿0.3 %?
Porcentaje de los fondos de la Demarcación ocupados por el hábitat	¿0.2 %?	¿0.2 %?

## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

La diversidad biológica de la comunidad de estos arrecifes es aproximadamente 3 veces superior a la de los sedimentos blandos que los rodea, sugiriendo que estos arrecifes de coral de aguas frías pueden ser puntos calientes (*hotspots*) de biodiversidad. El coral proporciona una estructura tridimensional y una variedad de microhábitats que proporcionan refugio y una superficie de fijación para otras especies (OSPAR, 2008). En los fondos circalitorales y batiales de latitudes más septentrionales que las de la Demarcación las especies características que habitan dentro y entre los corales incluyen a otros corales duros, además de *L. pertusa*, como *M. oculata* y *S. variabilis*, a diversas especies de demoesponjas incrustantes (familias Clionidae, Spirastrellidae y Adocidae), anémonas, briozoos, gorgonias (*e.g.*, *Paragorgia arborea*, *Paramuricea placomus*, *Primnoa resedaeformis*), poliquetos, balanos y bivalvos (Wilson, 1979; Mortensen *et al.*, 1995). Entre las especies móviles destacan la munida *Munida sarsi*, las gallinetas nórdicas (*Sebastes viviparus* y *S. marinus*), la maruca (*Molva molva*) y el brosmio (*Brosme brosme*) (Husebo *et al.*, 2002).

En los fondos batiales de nuestras latitudes pueden encontrarse arrecifes de “corales blancos” de aguas frías (principalmente *L. pertusa* y *M. oculata*), más extendidos en las costas atlánticas (los de mayor envergadura se encuentran en el Banco de Galicia) y en vías de extinción en el Mediterráneo (Templado *et al.*, 2009). Estas biocenosis son de gran valor ecológico, ya que constituyen un refugio para numerosas especies, algunas de ellas de interés comercial para el hombre, por lo que existe una



iniciativa internacional para proteger estos arrecifes profundos de la actividad pesquera indiscriminada con artes de arrastre (López-González y Medel, 2004).

**Tabla 5.** Listado faunístico de la comunidad asociada a los *bosques de Dendrophyllia cornigera sobre fondos rocosos batiales* (Templado *et al.*, 2009; OCEANA, 2011).

<b>CNIDARIA</b>
<i>Acanthogorgia hirsuta, Aglaophenia tubulifera, Amphianthus dohrnii, Anthipathes dichotoma, Bebryce mollis, Caryophyllia cyathus, Diphasia margarita, Eunicella verrucosa, Halecium delicatulum, Leiopathes glaberrima, Paracyathus pulchellus, Parantipathes larix, P. hironnelle, Zygophylax biarmata.</i>
<b>PORIFERA</b>
<i>Antho dichotoma, Geodia sp., Mycale syrinx, Phakellia robusta, P. ventilabrum, Raspalia viminalis, Reniera mucosa, Stelletta grubei, Tethya citrina.</i>
<b>MOLLUSCA</b>
<i>Eledone cirrhosa.</i>
<b>CRUSTACEA</b>
<i>Megatrema anglicum, Munida sarsi, Palinurus mauritanicus, Paromola cuvieri.</i>
<b>ECHINODERMATA</b>
<i>Holothuria forskali, Echinus melo.</i>
<b>BRACHIOPODA</b>
<i>Novocrania anomala, Terebratulina retusa.</i>
<b>CHORDATA: PISCES</b>
<i>Chimaera monstrosa, Chlorophthalmus agassizi, Coelorhynchus coelorhynchus, Gadidulus argenteus, Helicolenus dactylopterus, Lepidopus caudatus, Polyprion americanus.</i>

Las Tabla 5 y Tabla 6 recopilan los diferentes elementos faunísticos que caracterizan a los principales tipos de comunidades de corales de aguas profundas en nuestras latitudes según recientes estudios (Templado *et al.*, 2009; OCEANA, 2011). Del total de especies listadas, sólo puede ser confirmada la presencia en la Demarcación de un reducido número de éstas (Tabla 6, resaltadas en negrita), que corresponden a las muestreadas recientemente en el volcán *Gazul* (González-García, 2011).

Al igual que ocurre para el hábitat de *agregaciones de esponjas de aguas profundas en fondos duros*, no existen estudios específicos sobre estimas de índices ecológicos relativos al hábitat en cuestión (*i.e.*, índices de riqueza y diversidad específica). Por tanto, para el hábitat de *comunidades de corales de aguas profundas* haremos uso de las mismas inferencias y estimas de estos índices utilizadas para el primer hábitat (véase su ficha correspondiente), basadas en el estudio de González-García (2011) sobre comunidades biológicas de los principales volcanes de fango de la Demarcación (Tabla 7).

**Tabla 6.** Listado faunístico de la *comunidad dominada por Madrepora oculata y/o Lophelia pertusa sobre fondos rocosos batiales* (Templado *et al.*, 2009; OCEANA, 2011). En negrita especies asociadas a los campos de colonias



vivas de *M. oculata*/L. *pertusa* observadas en las proximidades de la cumbre del volcán de fango Gazul (González-García, 2011).

<b>CNIDARIA</b>
<i>Acanthogorgia hirsuta</i> , <i>Actinauge richardi</i> , <i>Actinoscyphia saginata</i> , <i>Anthipathes dichotoma</i> , <i>Ballanophyllia cellulosa</i> , <i>Callogorgia verticillata</i> , <i>Caryophyllia calvery</i> , <i>C. cyathus</i> , <i>C. inornata</i> , <i>Dendrophyllia cornigera</i> , <i>Desmophyllum dianthus</i> (= <i>D. cristagalli</i> ), <i>Diphasia margarita</i> , <i>Flabellum chunii</i> , <i>Parantipathes hironelle</i> , <i>Parazoanthus anguicomus</i> , <i>P. axinellae</i> , <i>Placogorgia spp.</i> , <i>Plumalaria setacea</i> , <i>Polyplumaria flabellata</i> , <i>Sertularella gayi</i> , <i>Stenocyathus vermiforme</i> , <i>Swiftia pallida</i> , <i>Viminella flagellum</i> .
<b>PORIFERA</b>
Varias especies de Demoesponjas incrustantes, <i>Asconema setubalense</i> , <i>Desmacella inornata</i> , <i>Geodia nodastrella</i> , <i>Haliclona mucosa</i> , <i>Petrosia crassa</i> , <i>Phakellia ventilabrum</i> , <i>Poecillastra compressa</i> , <i>Plocamiopsis signata</i> , <i>Polymastia sp.</i> , <i>Sceptrella insignis</i> , <i>Suberites carnosus</i> , <i>Thrombus abyssi</i> .
<b>BRYOZOA</b>
<i>Amphiblestrum flemingii</i> , <i>Smittina crystallina</i> , <i>Schizomavella neptuni</i> .
<b>MOLLUSCA</b>
<i>Acesta excavata</i> , <i>Eledone cirrhosa</i> , <i>Spondylus gussonii</i> .
<b>CRUSTACEA</b>
<i>Geryon trispinosus</i> (= <i>G. longipes</i> ), <i>Homarus gammarus</i> , <i>Meganictiphanes norvegicus</i> , <i>Munida sp.</i> , <i>Paramola cuvieri</i> , <i>Plesionika edwardsii</i> .
<b>ECHINODERMATA</b>
<i>Antedon sp.</i> , <i>Cidaris cidaris</i> , <i>Gracilechinus acutus</i> , <i>Leptometra celtica</i> , <i>Marthasterias glacialis</i> , <i>Ophiothrix fragilis</i> , <i>O. gracilis</i> .
<b>ANNELIDA</b>
<i>Myxicola infundibulum</i> , Sabellidae.
<b>ECHIURA</b>
<i>Bonellia viridis</i> .
<b>BRACHIOPODA</b>
<i>Eucalathis tuberata</i> , <i>Stenosarina davidsoni</i> , <i>Gallina septigera</i> , <i>Gryphus vitreus</i> , <i>Macandrewia cranium</i> , <i>Mergelia truncata</i> , <i>Novocrania anomala</i> .
<b>CHORDATA: PISCES</b>
<i>Capros aper</i> , <i>Gadella maraldi</i> , <i>Gadiculus argenteus</i> , <i>Galeus melastomus</i> , <i>Helicolenus dactylopterus</i> , <i>Lophius piscatorious</i> , <i>Phycis blennoides</i> y diversos peces, comunes también en otras comunidades de los fondos duros batiales (véase Tabla 5).

**Tabla 7.** Diversidad biológica y riqueza específica asociada a las comunidades bentónico-demersales sobre fondos duros y mixtos de volcanes de fango y zonas adyacentes.



TIPO DE COMUNIDAD	REFERENCIA	ZONA GEOGRÁFICA	DIVERSIDAD	RIQUEZA
Comunidades bentónico-demersales sobre fondos duros y mixtos de volcanes de fango y zonas adyacentes	González-García (2011) (datos de <i>Beam Trawl</i> )	Valores considerados como representativos corresponden a los volcanes de fango <i>Gazul</i> , <i>Pipoca</i> y <i>Chica</i>	~ 3,5 bits (valor medio)	54 especies · lance <sup>-1</sup> (valor medio)

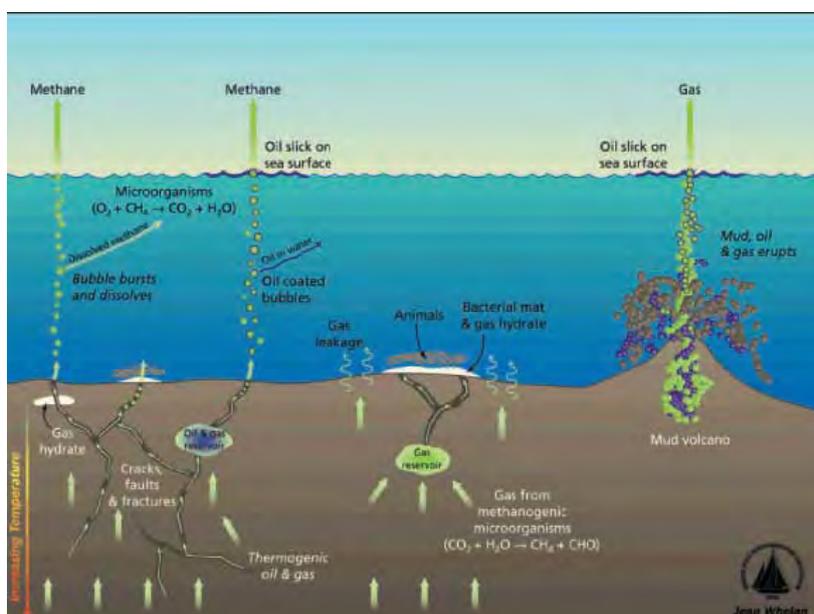
### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

No se disponen de índices de abundancia y biomasa relativa de estas especies (colonias vivas) extrapolables al total de la Demarcación. La única información de interés al respecto es la referente a la relativa dominancia presentada por las colonias vivas de *M. oculata* (forma parte de las 15 especies dominantes en términos de abundancia) en la comunidad bentónico-demersal analizada en la cumbre del volcán de fango *Gazul* (González-García, 2011).

# ESTRUCTURAS SUBMARINAS PRODUCIDAS POR ESCAPES DE GASES

## DESCRIPCIÓN

Las *estructuras submarinas producidas por escapes de gases* configuran, según la Directiva 92/43/CEE del Consejo, uno de los tipos de hábitats naturales de interés comunitario (hábitat 1180) cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación (Figura 72). La emisión de gas metano desde los sedimentos hacia la superficie del fondo oceánico y de las estructuras resultantes es un descubrimiento relativamente reciente en el margen ibérico español. Este fenómeno se ha descrito en las Islas Baleares, en el Mar de Alborán, Golfo de Cádiz y en las rías de Galicia. Tanto por su magnitud, extensión, como por las comunidades de todo tipo que se están describiendo en estos momentos en esta zona, el Golfo de Cádiz es una de las áreas de mayor interés y donde se han descrito tanto columnas o pilares (chimeneas) carbonatados como huellas de escape (*pockmarks*) y volcanes de fango. Aunque se han citado igualmente *pockmarks* tanto en el área balear (Acosta *et al.*, 2001) como en las Rías Bajas gallegas (García-García *et al.*, 2004), solamente en el Golfo de Cádiz se han descrito extensas zonas con pavimentos y pilares o columnas carbonatadas derivados de la oxidación anaeróbica de metano (Mata *et al.*, 2009), que se ajustan al tipo de hábitat 1180. Para el Golfo de Cádiz en general y para la Demarcación en particular se ha preferido utilizar para la descripción del hábitat la información que el equipo de Geociencias Marinas del IEO ha ido generando en los últimos años en diversos proyectos de investigación.



**Figura 72.** Ilustración de los procesos biogeoquímicos que suceden en las zonas de emisiones de gas metano en el subsuelo marino (<http://www.whoi.edu>).

Así, la descripción original de este hábitat se basó en los términos de referencia establecidos por el *ICES Working Group on Deep-water Ecology* (ICES, 2005) y también en las descripciones propuestas por OSPAR (2004) para la protección de los hábitats marinos. Estos términos de referencia fueron considerados con el propósito de evaluar la importancia ecológica de las características del fondo del Golfo de Cádiz para asignar los hábitats sensibles (Díaz del Río, 2005; Díaz del Río *et al.*, 2006), debido a



la importante actividad pesquera desarrollada en la zona (Massutí, 1959; Fernández y Fariña, 1984; Ramos *et al.*, 1996; Baro *et al.*, 2001, 2004; Jiménez *et al.*, 2004; Ramos, 2005).

Estudios geológicos (Somoza *et al.*, 2002) han señalado la existencia a lo largo del margen continental del Golfo de Cádiz de una particular geomorfología del fondo marino relacionada con expulsiones de gas y de fluidos enriquecidos en hidrocarburos, procedentes de la desgasificación de los sedimentos enterrados en profundidad. Estos escapes desempeñan un papel importante para la construcción de grandes montículos y chimeneas de carbonato durante los períodos de baja velocidad relativa en la presión del fluido de los escapes de metano (León *et al.*, 2001). Como consecuencia de este proceso, pueden reconocerse en el fondo marino del Golfo de Cádiz una gran variedad de ecosistemas formando hábitats sensibles, que pueden verse afectados negativamente por la actividad humana.

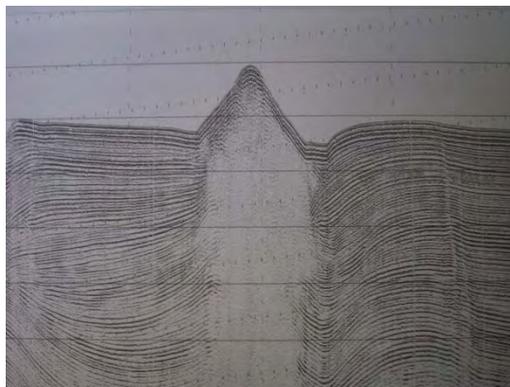
Volcanes de fango (*mud volcanoes*), escapes hidrotermales de baja temperatura (*cold seeps*), que se presentan, además, en forma de huellas de escape (*pockmarks*) o depresiones anóxicas hipersalinas (*brine pools*), deslizamientos gravitacionales y diapiros salinos son morfologías comunes en el Golfo de Cádiz y son interpretadas como indicadoras de sedimentos sobresaturados de gas (Díaz del Río, 2005; Fernández-Puga *et al.*, 2007; Figura 73 y Figura 74). Su origen se atribuye a la expulsión de fluidos sobresaturados en metano, en hidratos de gas y carbonatos autigénicos (Somoza *et al.* 2003). Estas áreas se caracterizan por un relativo alto contenido de gas (hasta 292 ml/l) en comparación con otras áreas de vulcanismo de fango extensivo. Estas morfologías se localizan a diferentes profundidades, entre los 300 y los 1200 m, la anchura oscila desde 800 hasta 2500 m de diámetro y presentan una altura entre 150 y 300 metros. Normalmente desarrollan un anillo exterior o terraza circular. Muchos de los escapes de fluidos en el fondo del mar del Golfo de Cádiz pueden relacionarse con la desestabilización de sedimentos ricos en hidratos de gas debido al calentamiento producido por el flujo de agua mediterránea (*MOW*).

El flujo de calor que se ha medido en los sedimentos de los volcanes de fango varía entre 50.84 y 106-55 mW/m<sup>2</sup>, lo que significa un importante gradiente geotérmico que puede activar condiciones ambientales particulares para el desarrollo de los ecosistemas quimiosintéticos (Fernández-Puga, 2004) constituidos principalmente por arqueobacterias, bacterias e invertebrados, tales como moluscos bivalvos (p. ej., *Lucinoma* sp., *Acharax* sp.), pogonóforos y poliquetos frenulados (Fam. Siboglinidae).

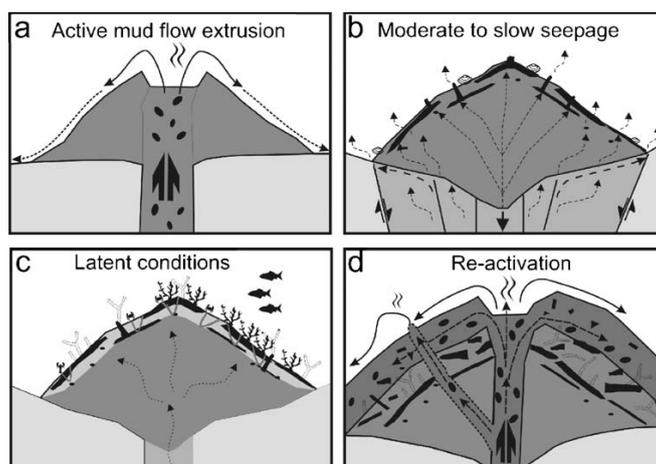
La formación de los volcanes de fango se inicia con una rápida inyección de fango, cargado de gas, a través de las fracturas que produce una súbita turbidez en la capa nefeloide, que posteriormente precipita sobre el punto de expulsión. De esta manera se va construyendo el cono que se puede reconocer en el perfil sísmico (Figura 75). Murton y Biggs (2003) han desarrollado un modelo con el que explican la diferente constitución interna de los volcanes en función de la velocidad de expulsión del fango mezclado con gas a lo largo de la chimenea acústica. El cálculo que han hecho se refiere a un conducto interno de 9 metros de diámetro y unos 4.500 metros de profundidad. Con esas premisas, que parecen adecuarse bien a los volcanes conocidos, las velocidades de ascenso rondan los 1.6 m/s para los flujos que acumulan las brechas fangosas características, mientras que las velocidades próximas a los 0.2 m/s permitirían la acumulación de los fangos plásticos pobres en brechas.



substratos duros, en los que se puedan fijar los pólipos de coral y otros organismos coloniales filtradores (poríferos, gorgonias, etc.), existiendo evidentemente condiciones de corriente adecuadas para la supervivencia de éstos (Figura 76). Esta situación podría ser compatible con la expulsión lenta de fluidos hidrocarburos que no generasen condiciones anóxicas en el sustrato (Díaz del Río, 2005; León *et al.*, 2007). La relativa abundancia de volcanes de fango en el Golfo de Cádiz y en la Demarcación, como principal tipo de relieve submarino con rasgos carbonatados, hace pensar que esta área se corresponde aún con un sistema de escapes de gases todavía en su fase juvenil (Díaz del Río, 2005).



**Figura 75.** Perfil sísmico de *Sparker* del volcán de fango *Anastasya*. Las líneas paralelas en el registro representan capas de depósitos sedimentario (*contornitas*). Se observa la típica morfología en forma de cono siendo fácil reconocer la “chimenea acústica” en la zona central con una zona transparente vertical (Fernández-Salas *et al.*, 2003).



**Figura 76.** Propuesta de modelo evolutivo para el desarrollo de los volcanes de fango y montículos carbonatados del Golfo de Cádiz: (a) extrusión activa del flujo de brechas fangosas y construcción del edificio volcánico con forma cónica; (b) actividad reducida de emisiones, con colapso del edificio y formación de abundantes carbonatos autigénicos derivados de hidrocarburos (HDAC) por organismos quimiosintéticos; (c) condiciones latentes: formación de sustratos duros y colonización por organismos no quimiosintéticos tales como corales de aguas frías (e.g., *Lophelia pertusa*, *Madrepora oculata*), y desarrollo de una red de madrigueras; (d) nuevo episodio de extrusión activa de flujos de fango, con fragmentos incrustados de HDAC y corales de aguas frías (León *et al.*, 2007).

Las estructuras relacionadas con escapes de fluidos en el Golfo de Cádiz pueden identificarse en tres geo-ambientes: *drift* contornítico, depósitos de mega deslizamientos y dorsales diapíricas. Estas estructuras submarinas tienen una amplia representación en el Golfo de Cádiz y la superficie que ocupan (*campos*) afecta a las aguas jurisdiccionales españolas, portuguesas y marroquíes. En el margen



ibérico se han identificado tres campos principales de estructuras submarinas asociadas a escapes de fluidos (*El Laberinto*, *DIASOM*, y *TASYO*). Al sur de la bisectriz que separa las aguas jurisdiccionales ibéricas (europeas) y marroquíes se encuentra el cuarto campo de escapes de fluidos (*Campo Marroquí*), que completa la geometría en arco (cóncavo hacia el Estrecho de Gibraltar; Figura 73), en el que se concentran todos los fenómenos que dan lugar a los ecosistemas que pueden tener un valor natural especial (Díaz del Río *et al.*, 2006). En este contexto transfronterizo de los fenómenos naturales, señalaremos como exclusivamente españoles aquellos que se localizan en el campo *El Laberinto* (incluyendo los volcanes de fango más someros de *Gazul* y *Albolote*), muy conocido por ser un importante caladero de pesca, particularmente de cigala, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758) y, dentro del campo *TASYO*, las correspondientes a las del *Complejo Hespérides* y a los volcanes de fango *Almazán*, *Aveiro* y *San Petersburgo* (Figura 73 y Figura 74). De entre estos, se pueden diferenciar dos zonas de volcanes de fango de especial interés para los geohábitats, que se corresponden a los volcanes de fango del campo *El Laberinto* (incluido *Gazul*) y del *Complejo Hespérides* (Rueda *et al.*, 2012):

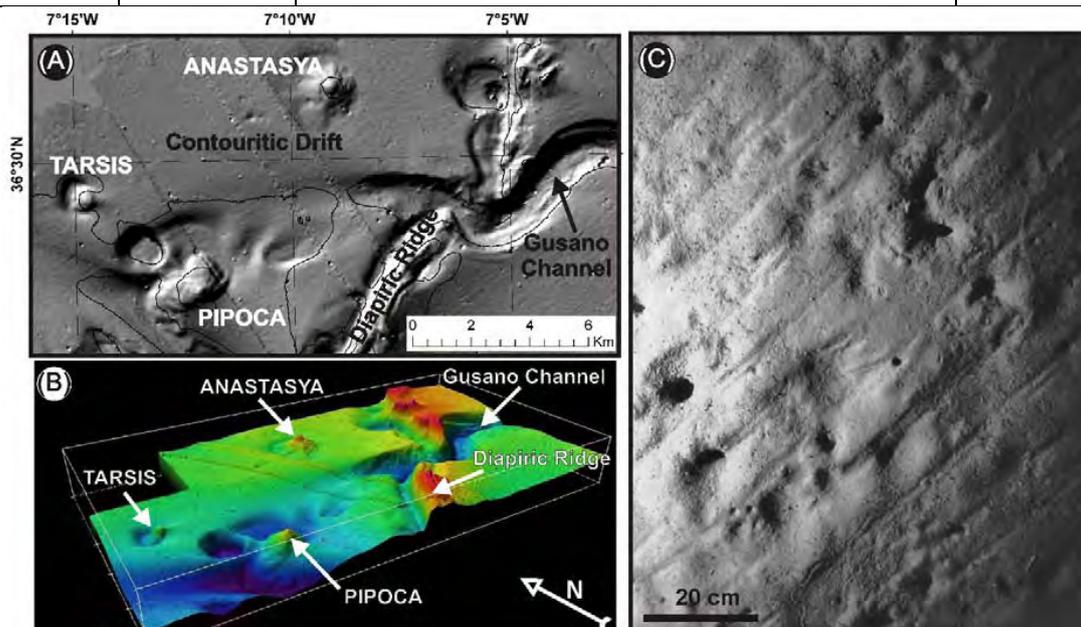
***El Laberinto***: situado en el talud superior (entre 450 – 760 m), está compuesto por un grupo de volcanes circulares aflorando sobre un drift contornítico extensivo, que abarca 201 km<sup>2</sup> (Tabla 8; Figura 74 y Figura 77). Todos ellos están rodeados por un anillo o depresión subcircular formado debido a las corrientes de fondo y a procesos de desgasificación de diapiros. Tres volcanes de fango (*Anastasya*, *Tarsis*, *Pipoca* – que comprenden el *Triángulo de Ver Mudás*-) son los más notables, siendo también importantes las crestas diapíricas cercanas y un par de canales contorníticos. Al sureste nos encontramos dos volcanes de fango más que también han sido considerados como constituyentes de este campo (*Chica 1* y *Chica 2*; Figura 74). Para completar la descripción más actualizada de este campo y por su interés faunístico, en el extremo nororiental de *El Laberinto* se localiza también el volcán de fango *Gazul* (Figura 74 y Figura 78), con un relieve cónico, característico de este tipo de unidades, así como relieves con formas globulares que circundan el cono principal, junto a una depresión de colapso. Estos relieves consisten en restos de arrecifes de diversos corales de aguas frías (*Lophelia pertusa* y *Dendropyllia* spp., principalmente) que están actualmente extinguidos, encontrándose únicamente algunos pólipos dispersos de tamaño reducido. Acompañan a los arrecifes grandes enlosados calcareníticos y chimeneas carbonatadas (Díaz del Río *et al.*, 2009).

***Complejo Hespérides***: Es representativo de los depósitos de mega-deslizamientos y consiste en un grupo de cinco volcanes de fango, cubre aprox. 7 km<sup>2</sup> (de 680 a 730 m de profundidad), (Somoza *et al.*, 2003). El complejo se ve afectado por un filamento del flujo de la *MOW* que se desplaza pendiente abajo a lo largo de un canal, calentando los depósitos, lo que provocó la desestabilización de los hidratos y la generación de varios *pockmarks*. Tres morfotipos cónicos se pueden mencionar: (a) dos conos circulares y regulares, (b) dos conos ligeramente planos con superficies suaves y líneas de contorno irregulares, (c) cono simple alargado con laderas muy irregulares y asimétricas. Dispersos en el complejo hay chimeneas de carbonato y costras que proporcionan sustratos duros para la fauna bentónica. De hecho, abundan los acúmulos de concreciones carbonatadas, con asentamientos de gorgonias, esponjas y corales de aguas frías. Un gran *pockmark* de 2,1 km<sup>2</sup>, con una profundidad máxima de 150 m, se sitúa junto al complejo y contiene sedimentos fangosos sin evidencias de que estén enriquecidos de gas ni de estructuras duras (Figura 79). Este complejo se encuentra fuera del ámbito de los caladeros de pesca.

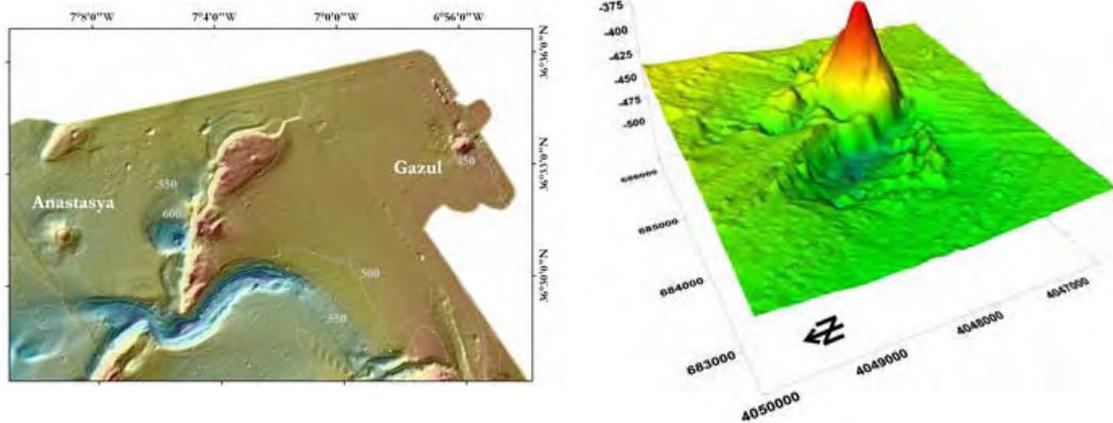
**Tabla 8.** Localización geográfica y características geomorfológicas de los volcanes de fango situados en la Demarcación Sudatlántica cuya fauna ha sido analizada en detalle (Díaz del Río *et al.*, 2006; González-García, 2011). Consúltense Figura 73 y Figura 74.

Campo	Talud somero	<i>El Laberinto (Sistema de la Dorsal Diapírica del Guadalquivir)</i>	<i>TASYO</i>
-------	--------------	---	--------------

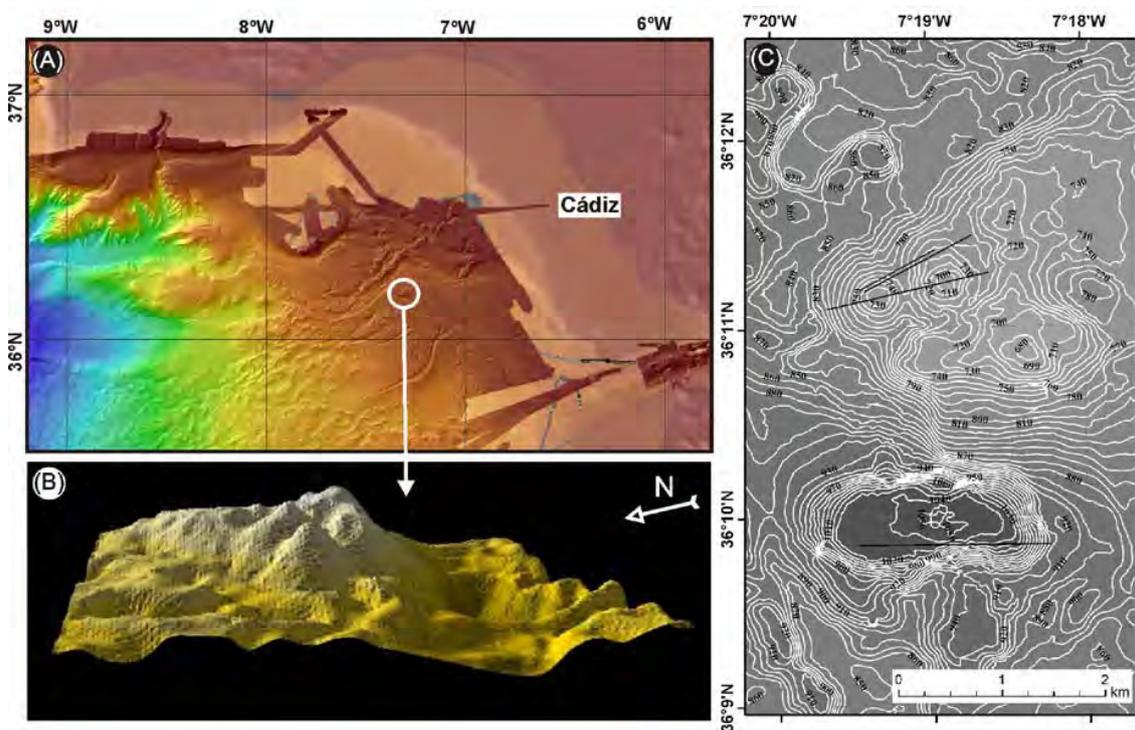
Volcán de Fango	<i>Gazul</i>	<i>Anastasya</i>	<i>Pipoca</i>	<i>Tarsis</i>	<i>Chica 1-2</i>	<i>C. Hespérides</i>
Distancia a costa (millas náuticas)	25.7	36.4	40.1	41.2	38.2	-
Diámetro (m)	1029	1500	1600	770	220	>3000
Área (km <sup>2</sup> )	1.07	7.5	12	3.07	2	7
Profundidad de la cima (m)	366	461	506	555	658	680-730
Altura aprox. sobre el fondo (m)	90	80	110	35	50	150
Localización geográfica	36°33'33.12" N 6°55'58.45" W	36°31'22.57" N 7°09'06.64" W	36°27'36.82" N 7°12'08.51" W	36°29'18.31" N 7°14'41.94" W	36°22'16" N- 36°22'35" N 7°6'58" W- 7°6'51" W	36°11'11.84" N 7°19'12.61" W



**Figura 77.** Principales rasgos geo-morfológicos alrededor de *El Laberinto*: (A) mapa batimétrico mostrando los tres volcanes de fango principales; (B) vista 3D de la figura anterior; (C) fondos blandos adyacentes con marcas de artes de arrastre y madrigueras de crustáceos decápodos excavadores (Rueda *et al.*, 2012).



**Figura 78.** (Izquierda) Localización del volcán de fango *Gazul* en relación con los que componen el campo de *El Laberinto* (*Anastasya*, *Pipoca* y *Tarsis*). Se comprueba que *Gazul* es el más somero de los descubiertos hasta la fecha. (Derecha) Imagen 3D realizada a partir de datos obtenidos con la sonda multihaz, en la que se puede apreciar la morfología del volcán de fango *Gazul* (Díaz del Río *et al.*, 2009).



**Figura 79.** Principales rasgos geo-morfológicos alrededor del *Complejo Hespérides*: (A) localización de la batimetría regional; (B) vista 3D del volcán; (C) batimetría del área mostrando varios conos y el *pockmark* (hacia el sur) (Rueda *et al.*, 2012).

Las características geomorfológicas relacionadas con el flujo de fluidos y la disponibilidad de fondos duros (chimeneas, enlosados) se ven influidas por los patrones de erosión que afectan a cada volcán. Por lo tanto, las áreas de los diferentes tipos de fondos y hábitats en diferentes volcanes pueden ser muy variables. Las chimeneas y enlosados desenterrados pueden verse en aquellos volcanes donde fuertes corrientes profundas han erosionado el cono volcánico. Los fondos blandos de arenas gruesas a fango ocurren generalmente junto a los volcanes o a las depresiones o *pockmarks*. Sobre esta base,



cuatro son los tipos principales de sustratos que se producen dentro de las áreas de expulsión de fluidos, configurando los biotopos de los diferentes hábitats que se establecen allí (Rueda *et al.*, 2012):

**(A)** Fondos duros estables compuestos por grandes costras y enlosados, así como, por chimeneas de carbonato que generalmente no están cubiertos ni por fango ni por arena. Estos tipos de fondos normalmente se encuentran en los volcanes erosionados (*Gazul, Hespérides*), cerca de la cumbre o en el lateral del volcán. Este es un sustrato tan estable que es ideal para los organismos coloniales.

**(B)** Fondos mixtos compuestos por chimeneas y costras dispersas que se producen en una matriz de sedimentos fangosos a fangos arenosos. Esto generalmente ocurre dentro de volcanes de fango, dispersos entre los sustratos duros estables o en la base del volcán, donde las chimeneas y las costras se depositan. Una fauna mixta de fondos blandos y duros se produce en este tipo de hábitat. La fauna de estos fondos está asociada con los diferentes sustratos, pero la presencia de sedimento blando que podría cubrir las chimeneas y las costras puede representar una desventaja para el establecimiento y la persistencia de organismos coloniales en las estructuras duras.

**(C)** Matriz de fondos blandos que están compuestos principalmente por arenas y fangos contorníticos, que se producen entre los volcanes y en los depósitos de las depresiones o *pockmarks*. Estos son los tipos de fondo con mayor extensión en el área, mostrando las diferentes facies sedimentarias (arenas gruesas, arenas finas y fangos). La pesca de especies comerciales en las proximidades de algunos volcanes de fango (*El Laberinto*) se da en este tipo de fondos.

**(D)** Fondos blandos con gas, que representarían el tipo de hábitat necesario para el desarrollo de las comunidades quimiosintéticas (metanogénicas). Este tipo de hábitat es muy escaso en aguas españolas y los volcanes de fango del Golfo de Cádiz probablemente representarían el único ejemplo en su categoría dentro del ámbito nacional. Este tipo de fondo y comunidad asociada ha sido observado en el volcán de fango *Anastasya*.

## CRITERIO 1.4: DISTRIBUCIÓN DEL HÁBITAT

### 1.4.1. Rango geográfico y batimétrico de las estructuras submarinas producidas por escapes de gases

Los principales volcanes de fango de la Demarcación se encuentran a diferentes profundidades, con volcanes de fango someros (300-400 m) (diapiro *Albolote* y volcán *Gazul*), otros situados a profundidades medias (500-600) (volcanes del área de *El Laberinto* y *Chica*) y, finalmente, los más alejados de la costa y situados a mayores profundidades (800-1100 m) (*Complejo Hespérides, Almazán, Aveiro* y *St. Petersburg*) (Díaz del Río *et al.*, 2003). Estas estructuras se distribuyen geográficamente entre los 6° 50' W y 7° 26' W de longitud y los 35° 52' N y 36° 35' N de latitud (Figura 74; Tabla 8).

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango batimétrico	340 – 1100 m	340 – 1100 m



<i>Estructuras submarinas producidas por escapes de gases</i>		
---	--	--

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Rango latitudinal <i>Estructuras submarinas producidas por escapes de gases</i>	35° 52' – 36° 35' Norte	35° 52' – 36° 35' Norte
Rango longitudinal <i>Estructuras submarinas producidas por escapes de gases</i>	6° 50' – 7° 26' Oeste	6° 50' – 7° 26' Oeste

<b>Rango de distribución en esta demarcación</b>	<b>Zona</b>	Fondos del piso batial
	<b>Tipo de sustrato</b>	Fangos, arenas fangosas y sustratos duros
	<b>Rango de profundidad</b>	340-1100 m
	<b>Exposición al oleaje</b>	Por debajo de la acción del oleaje
<b>Rango de distribución geográfica</b>	Desde Dinamarca, el Kattegat y Skagerrak, siguiendo la línea en dirección NW-SE paralela a la falla Fennoscandia, Mar del Norte y márgenes europeos (principalmente en la plataforma). En aguas españolas en rías gallegas, Islas Baleares, Mar de Alborán y Golfo de Cádiz (aquí se incluyen aguas de jurisdicción portuguesa, marroquíes y españolas).	

En el hábitat en cuestión se establece un diverso número de especies estructurantes, dada la diversidad de geo-ambientes (*i.e.*, biotopos) registrados, pudiendo diferenciarse entre especies tanto típicas de sustratos duros/mixtos como blandos. De hecho, como se comentará en el apartado 1.6 (véase Tabla 9), al presente hábitat debe otorgársele un nivel de jerarquía superior respecto al resto de hábitats del piso batial de la Demarcación, que se subordinan al primero, ya que les da soporte físico. Por tanto, la inferencia del rango batimétrico del hábitat *estructuras submarinas producidas por escapes de gases* a partir del de sus especies estructurantes no será otra más que la derivada de superponer los rangos batimétricos de cada una de ellas, información sobre este aspecto ya reportada en las fichas de esos hábitats subordinados. De ese conjunto de especies (a saber, las esponjas *Asconema setubalense*, *Haliclona (Soestella) mucosa*, *Pheronema carpenteri*, *Thenea muricata*, los cnidarios escleractinios *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* y *Dendrophyllia cornigera*, los pennatuláceos *Pennatula rubra* y *Funiculina quadrangularis*, los alcyonáceos *Callogorgia verticillata*, *Acanthogorgia hirsuta* e *Isidella elongata*, el anthipathario *Leiopathes glaberrima* y el erizo *Cidaris cidaris*), sólo restaría considerar, al menos dentro de las especies características de los fondos blandos, al coral escleractinio solitario *Flabellum chunii*. Bien es cierto que las agregaciones de este coral no aportan una estructura tridimensional al hábitat como para ser considerada como especie formadora de *jardines de coral* y, por



tanto, alcanzar la categoría de estructurante, pero por su singularidad y vulnerabilidad merece también ser tenida en cuenta.

## CRITERIO 1.5: EXTENSIÓN DEL HÁBITAT

### 1.5.1. Extensión de las estructuras submarinas producidas por escapes de gases

No dudamos que puedan existir estimas actualizadas de la extensión de este hábitat específicas para la Demarcación, pero éstas no han podido ser derivadas de la bibliografía consultada. La única referencia en este sentido es la proporcionada por OCEANA (Aguilar *et al.*, 2010), quienes reportan, basándose en una revisión bibliográfica similar a la realizada en el presente estudio, una extensión para este hábitat que puede oscilar entre las 200.000 y 300.000 hectáreas, si bien creemos que esta extensión podría ser aún algo mayor, ya que las cifras anteriores parecen referirse sólo a los volcanes de fango y chimeneas localizados por debajo de los 500-600 m, no teniéndose en cuenta a las estructuras submarinas registradas en el campo más somero que incluye al diapiro *Albolote* y al volcán *Gazul*, sitios entre los 300 y 360 m.

INDICADOR	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Extensión del hábitat (en km <sup>2</sup> ) <i>Estructuras submarinas producidas por escapes de gases</i>	> 2000 – 3000 km <sup>2</sup>	> 2000 – 3000 km <sup>2</sup>

En cuanto a la extensión del hábitat, tal como pueda ser inferida a partir de sus especies estructurantes, son válidas las mismas consideraciones realizadas anteriormente para los rangos geográfico y batimétrico.

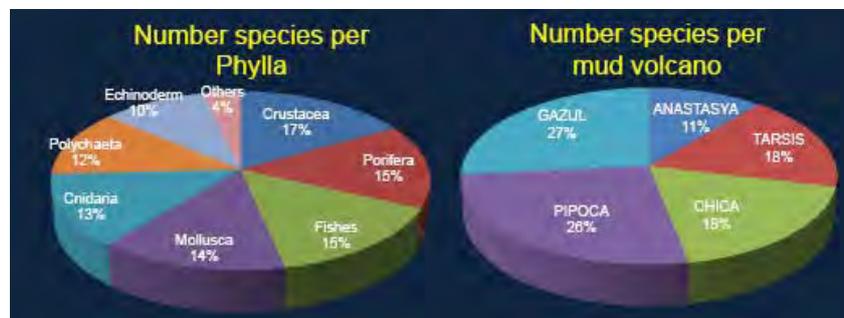
## CRITERIO 1.6.: CARACTERÍSTICAS DEL HABITAT

### 1.6.1. Especies y comunidades características asociadas:

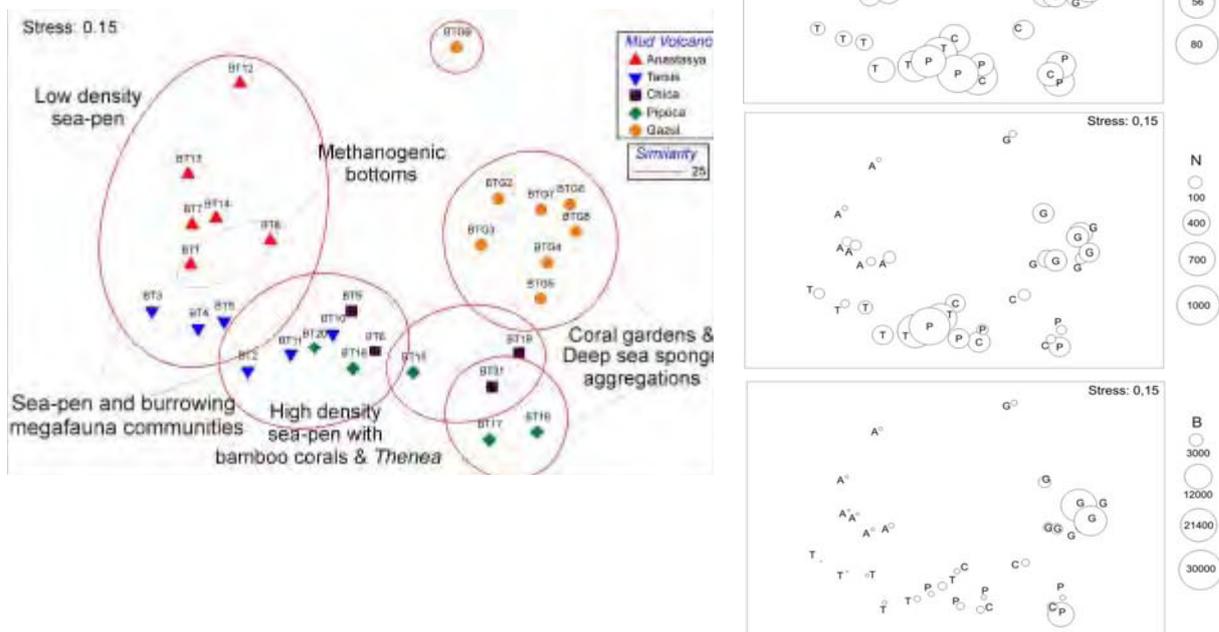
La biodiversidad en los fondos batiales en general, pero especialmente en los campos de volcanes de fango de la Demarcación, ha sufrido drásticas variaciones, existiendo una importante cantidad de especies que se han extinguido, principalmente corales. Gran parte de la macrofauna que se recoge en las muestras de estos fondos en campañas recientes corresponde a tanatocenosis que se podrían relacionar con la extinción, o la restricción y/o disminución del fenómeno de expulsión (Díaz *et al.*, 2009). Niemann *et al.* (2006), postulan la idea de que las chimeneas carbonatadas son indicadoras de que el fenómeno de expulsión se ha interrumpido o bien ha finalizado. En esta circunstancia, las comunidades biológicas que dependan de la expulsión de fluidos, bien para consumir alguno de los productos que se expulsan o bien para asentarse en los fondos que generan las bacterias consumidoras, podrían extinguirse ante la ausencia de un flujo permanente de fluidos.



Las diferentes estructuras submarinas y tipos de sustratos resultantes de las emisiones de fluidos generan en la Demarcación una gran diversidad de tipos de fondos y hábitats, desde sedimentos anóxicos con gases, hasta montículos carbonatados con agregaciones de organismos sésiles, que incrementan la complejidad bentónica. Los estudios más recientes (González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011, 2012; Rueda *et al.*, 2012) han llegado a registrar en los principales campos de volcanes de fango de la Demarcación más de 500 especies, siendo los grupos mejor representados los crustáceos decápodos (68 especies), poríferos (62 spp.), peces (60 spp.), moluscos (58 spp.) y cnidarios (54 spp.). Como se describirá más adelante, los mayores valores de riqueza y diversidad específica y biomasa fueron registrados en los volcanes *Gazul*, *Pipoca* y *Chica*, probablemente debido a su estado latente y mayor complejidad sedimentológica, con enlosados y chimeneas autigénicas, que inducen a una diferenciación espacial en sus comunidades asociadas respecto a la de los fondos adyacentes (Figura 80). Por el contrario, el volcán *Anastasya* presenta una baja riqueza específica, diversidad y biomasa, probablemente influenciando por una mayor emisión de gases y las condiciones extremófilas del sedimento.



**Figura 80.** Importancia relativa del número de especies por grupo taxonómico y volcán de fango dentro del campo *El Laberinto* (campañas INDEMARES/CHICA 06/10 y 02/11, junio 2010 y febrero 2011) (González-García *et al.*, 2011).



**Figura 81.** (Izquierda) agrupaciones (*clusters*) resultantes de un análisis MDS de un conjunto de muestras tomadas con arte de arrastre de vara en los conos y zonas adyacentes de los principales volcanes de fango de la Demarcación durante las campañas INDEMARES/CHICA 06/10 y 02/11 (junio 2010 y febrero 2011). (Derecha) MDS con datos de riqueza específica (S) y de abundancia (N) (G: *Gazul*; A: *Anastasya*; T: *Tarsis*; P: *Pipoca* y C: *Chica*) (González-García, 2011; González-García *et al.*, 2011).

En los estudios antes citados se han identificado las siguientes comunidades (Tabla 9, Figura 81):

**Agregaciones de esponjas de aguas profundas.** Diferenciándose entre:

- Facies de agregaciones de esponjas sobre sustratos duros y mixtos (*Asconema setubalense*, *Haliclona mucosa*, *Petrosia* cf. *Crassa*, *Phakellia* sp.). Típica de los volcanes *Gazul* y *Chica*. Comunidad con ficha propia, por lo que no se describe aquí.
- Facies de *Thenea muricata* sobre fondos de fangos arenosos. Típica de los volcanes *Anastasya* y *Pipoca* y fondos adyacentes a los volcanes *Tarsis* y *Chica*. Comunidad con ficha propia, por lo que no se describe aquí.
- **Jardines de coral.** Diferenciándose entre:
  - Facies de jardines mixtos de corales escleractinios de aguas frías (colonias vivas de *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* y *Dendrophyllia cornigera*), junto con corales negros antipatarios (*Leiopathes glaberrima*) y gorgonias alcyonáceas (*Swiftia pallida*). Característica de fondos duros y mixtos, típica del volcán *Gazul*. Comunidad con ficha propia, por lo que no se describe aquí.



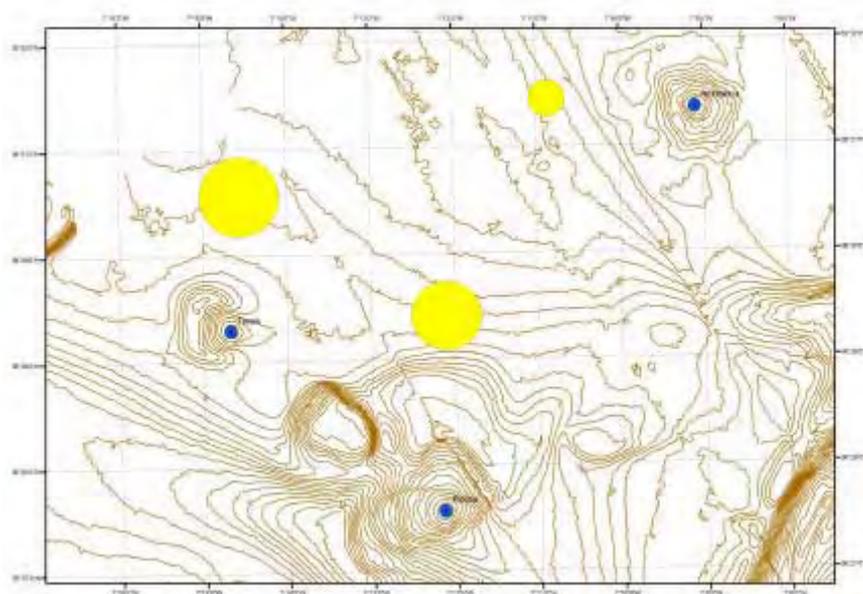
- Facies de jardines de gorgonias (*Callogorgia verticillata*, *Acanthogorgia* spp., *Placogorgia* spp.). Identificada en los volcanes *Pipoca* y *Chica*. Comunidad con ficha propia, por lo que no se describe aquí.
- **Comunidad de pennatuláceos y megafauna excavadora.** Comunidad con ficha propia, aunque se aporta aquí información complementaria de interés. Estas comunidades están asentadas sobre fondos blandos (fangosos) y mixtos, con pennatuláceos (*Kophobelemnon stelliferum*, *Funiculina quadrangularis*, *Pennatula* cf *aculeata*, *Protoptilum* sp.) y otros octocorales de fondos blandos (el coral bambú *Isidella elongata*, el coral solitario *Flabellum chunii*) o duros (*Acanthogorgia hirsuta*, *Bebryce mollis*, *C. verticillata*), así como agregaciones de esponjas de fondos blandos (*T. muricata*), gasterópodos (*Ampulla priamus*, *Euspira fusca* y *Ranella olearia*), bivalvos (*Bathyarca philippiana*, *Parvicardium minimum*, *Atrina pectinata*), crustáceos decápodos excavadores (*Nephrops norvegicus*, *Goneplax rhomboides* – Figura 6C - y *Munida intermedia*, este último no es excavador de galerías, sino que se entierra en el fondo) y los peces *Bathysolea profundicola*, *Helicolenus dactylopterus*, *Leucoraja* spp. y *Callionymus reticulatus*, entre otros. Los estudios anteriormente citados diferencian entre:
  - Facies de alta densidad. En los volcanes *Tarsis* y *Pipoca*.
  - Facies de baja densidad. En el volcán *Anastasya* (probablemente debido a las condiciones extremófilas del sedimento - gas, potencial redox menor a -370 mV - y a una mayor actividad pesquera).

En las proximidades de las áreas someras de expulsiones de fluido (campo *El Laberinto*) existe un caladero de pesca de arrastre comercial de cigala *N. norvegicus* y gamba blanca *Parapenaeus longirostris*, así como de los peces *Merluccius merluccius*, *Lophius budegassa* y *Micromesistius poutassou*. Estas pesquerías representan la principal amenaza para el mantenimiento de las asociaciones bentónicas antes mencionadas. Cabe reseñarse, sin embargo, que este hábitat se ha registrado hasta cerca de los 700 m, aunque su existencia queda puesta de manifiesto en fondos incluso más profundos por medio de los *campos de chimeneas*. Las chimeneas se interpretan como nichos, carbonatados y consolidados, realizados por crustáceos decápodos excavadores, que funcionan como vía de escape del gas hidrato o bien del gas libre disperso en el sedimento y que aprovecha dichas bioturbaciones para canalizar el flujo y alcanzar la superficie (Figura 77C y Figura 82). La carbonatación de los conductos se realiza bajo la acción de las *archaeas* y bacterias consumidoras de metano, bajo cuya acción se produce la precipitación de carbonato cálcico que va, poco a poco, revistiendo el nicho excavado por el decápodo.



**Figura 82.** (Izquierda) Chimenea del golfo de Cádiz. (Centro) Acumulación de chimeneas carbonatadas, interpretadas como nichos de crustáceos decápodos carbonatados por la acción de las *archaeas* y bacterias consumidoras de metano, que liberan carbonatos y favorecen la precipitación de calcita, aragonito y ankerita. (Derecha) Detalle de una chimenea mostrando la cavidad tubular axial (Díaz del Río, 2005).

Precisamente, se ha podido comprobar cómo los máximos rendimientos en los arrastres experimentales de cigala *N. norvegicus* se sitúan casualmente en una de las zonas donde hay una mayor cantidad de gas hidrato de origen biogénico próximo a la superficie del fondo marino (Figura 83). Esta acumulación de metano ha provocado que en algunas zonas de debilidad se produzcan escapes canalizados formando los conocidos montículos carbonatados, caracterizados por tener una brecha carbonatada y estar constituidos en su mayor parte por fangos fuertemente cargados de gas. La zona de rendimientos máximos están localizados en el área enmarcada por tres importantes volcanes de fango: *Tarsis*, *Pipoca* y *Anastasya*.



**Figura 83.** Sector del talud continental, ocupado por depósitos contorníticos, del Golfo de Cádiz en el que se realiza una importante actividad pesquera centrada en la cigala. Se ha señalado con unos círculos amarillos las zonas de máximo rendimiento de las pesquerías experimentales llevadas a cabo en las campañas ARSA del IEO. Los montículos de fango carbonatados y cargados de gas metano, se han señalado con un punto azul al que acompaña el topónimo del relieve (*Tarsis*, *Pipoca* y *Anastasya*). Obsérvese la curiosa coincidencia de las zonas de máximo rendimiento en un lugar dominado por los fenómenos de expulsión de fluidos hidrocarburos (Díaz del Río, 2005).

Por tanto, estos campos de chimeneas deben considerarse como un particular hábitat de crustáceos decápodos que ha sido colonizado por las *archeas* y bacterias para aprovechar el mayor flujo de gas que asciende a la superficie a través de estos conductos. La función de estos microorganismos se reduciría a la oxidación anaeróbica del metano y a la reducción de sulfatos. Los productos de este proceso serían iones bicarbonato y sulfuro de hidrógeno. La precipitación de carbonatos se produciría por un aumento localizado de la alcalinidad que generaría carbonato cálcico. El sulfuro se incorporaría al sedimento mientras que una parte de él reaccionaría con el hierro disponible en el medio para formar sulfuro de hierro que es relativamente frecuente como componente de las chimeneas. Estas formaciones tubulares están constituidas por carbonatos autigénicos de grano fino que constituye la matriz micrítica que engloba otros componentes esqueléticos (foraminíferos, ostrácodos...) y terrígenos



(cuarzo, filossilicatos, óxidos de hierro y titanio...) formando una estructura porosa que permite otras mineralizaciones.

- **Comunidad metanogénica de fondos blandos.** Este tipo de hábitat es muy escaso en aguas españolas y los volcanes de fango del Golfo de Cádiz probablemente representarían el único ejemplo en su categoría dentro del ámbito nacional. Se trata de un hábitat anóxico, de fondos blandos, con emisiones de gases, hábitat idóneo para el desarrollo de comunidades quimiosintéticas caracterizadas por una fauna singular compuesta por especies endofaunales como son los poliquetos frenulados (*Siboglinum* sp., *Bobmarleya gadensis*), moluscos bivalvos (*Acharax* sp., *Lucinoma asapheus*, *Solemya elarraichensis*, *Thyasira* spp) y decápodos calianásidos (*Calliax* sp.), entre otros. Estas comunidades son bastante peculiares debido a la asociación existente entre la propia expulsión y la biología de estas especies, que contienen bacterias simbiotas involucradas en la captación de energía a partir de los gases emanados. La comunidad epifaunal está dominada por comunidades de pennatuláceos propios de zonas fangosas como *K. stelliferum* o de sustratos mixtos de arena y fango como *F. quadrangularis* o *P. cf. aculeata*, pero estas especies se dan a una menor densidad que otros volcanes y fondos adyacentes (Tarsis). Este tipo de comunidad ha sido identificada únicamente en la cima del volcán *Anastasya*.
- **Poblaciones de condriictios de fondos batiales.** No identificadas como una comunidad en sentido estricto, sino como un ensamblaje de especies de la fauna demersal móvil asociada a los diferentes hábitats previamente definidos. Suelen ser típicos o más frecuentes (o más accesibles a los artes muestreadores) en los fondos mixtos o blandos del piso batial, si bien no se descarta su ocurrencia habitual en hábitats de fondos duros. Estas especies se caracterizan por bajas tasas de crecimiento y natalidad, y una edad reproductiva tardía, por lo que son particularmente vulnerables a la sobreexplotación pesquera (varias de estas especies figuran en el listado de OSPAR de especies y hábitats amenazados y/o en declive). Entre este diverso grupo de especies destacan: el holocéfalo *Chimaera monstrosa*, los elasmobranquios carcariniformes *Galeus melastomus*, *G. atlanticus* y *Scylliorhinus canicula*, los squaliformes *Etmopterus spinax*, *Dalatias licha*, *Deania calcea*, *Squalus* spp. y *Centrophorus granulatus*, y los rajiformes *Raja clavata*, *Neoraja iberica*, *Leucoraja circularis*, *L. naevus*, *Dipturus batis*, *D oxyrinchus*.

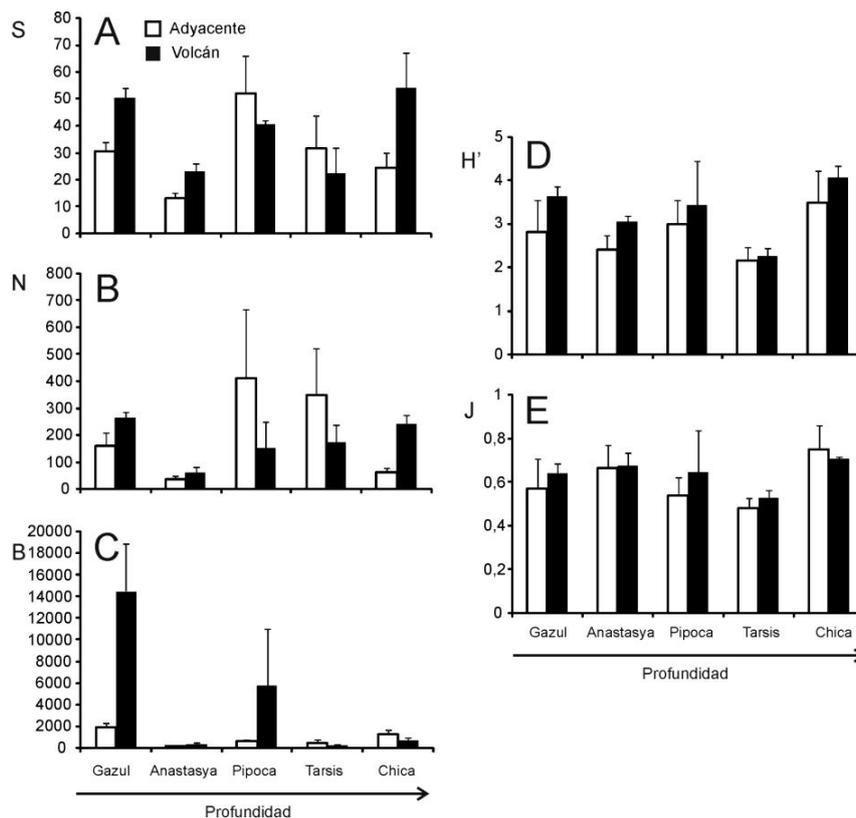
En cuanto a la disponibilidad de estimas de índices ecológicos relativos al hábitat en cuestión, si bien existe un estudio previo de las comunidades bentónico-demersales del volcán de fango *Gazul*, basado en los resultados de la campaña *INDEMARES-CHICA 0610* (Fernández-Zambrano, 2010), consideramos más exhaustivo el trabajo de González-García (2011), quien, basándose tanto en esta campaña como en la *INDEMARES-CHICA 0211*, reporta un análisis comparado de diversos índices ecológicos obtenidos para cada uno de los volcanes de fango (y sus zonas adyacentes) del campo *El Laberinto*, incluido el volcán de fango más somero *Gazul*. Los datos que se presentan a continuación corresponden a las muestras obtenidas con arrastre de vara (*Beam Trawl*), arte considerado en este estudio como mejor muestreador que el arte de arrastre convencional (arte BaKa 40/60) utilizado como arte alternativo. Así, como se comentó anteriormente, los valores medios de riqueza específica (*S*; Figura 84A, Tabla 10) son altos en *Gazul*, *Chica* y *Pipoca* (hasta 54 spp. lance<sup>-1</sup>), y bajos en *Anastasya* (<25 spp. lance<sup>-1</sup>). Los valores de riqueza específica de los volcanes de fango *Chica*, *Gazul* y *Anastasya* son mayores que los encontrados en las zonas adyacentes, pero se observó un patrón opuesto para el caso de *Pipoca* y *Tarsis*. Los valores de diversidad de Shannon-Wiener (*H'*; Figura 84D, Tabla 10) fueron altos en las zonas de los volcanes de *Chica*, *Gazul* y *Pipoca* (~ 3,5 bits) y bajos en *Tarsis*, tanto en su zona adyacente como en el volcán (<2,5 bits). En todos los volcanes, excepto en *Tarsis*, se dan valores más altos del índice de diversidad que en



sus zonas adyacentes. La equirepartición (J) (Figura 84E) mostró un patrón muy similar a la diversidad, con valores altos en *Chica*, *Anastasya* y *Pipoca* (0,6-0,7) y bajos en *Tarsis* (0,5). En todos los volcanes, se dan valores similares en la zona del volcán y zona adyacente, especialmente en *Anastasya* y *Tarsis*.

**Tabla 9.** Comunidades biológicas asociadas al hábitat *Estructuras submarinas producidas por escapes de gases* presentes en la Demarcación Sudatlántica.

HÁBITAT	CÓDIGO EUNIS	FICHA PROPIA
Jardines de coral	En piso batial: A6.1, A6.2, A6.3, A6.4, A6.5, A6.61, A6.62, A6.7, A6.8, A6.9	Sí
Fondos blandos circalitorales y profundos asociados a comunidades de pennatuláceos	A5.361 (sólo fondos circalitorales), A6.3, A6.4, A6.5	Sí
Agregaciones de esponjas de aguas profundas sobre fondos blandos	A6.62	Sí
Fondos profundos del talud continental dominados por <i>Cidaris cidaris</i>	Comunidad no incluida en EUNIS (A6.1, A6.2, A6.3, A6.4, A6.5, A6.6, A6.7, A6.8, A6.9)	Sí
Comunidad metanogénica de fondos blandos	A6.911, A6.912	No
Poblaciones de condriictios de fondos batiales	Comunidad no incluida en EUNIS	No
Agregaciones de esponjas de aguas profundas sobre fondos duros	A6.62	Sí
Comunidades de corales escleractinios de aguas profundas	A6.61	Sí



**Figura 84.** A) Riqueza específica ( $S$ , spp. · lance<sup>-1</sup>); B) abundancia ( $N$ , individuos · 1000 m<sup>-2</sup>); C) biomasa ( $B$ , gramos · 1000 m<sup>-2</sup>); D) índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ , bits) y E) equirrepartición ( $J$ ) de comunidades bentónico-demersales en diferentes volcanes de fango y sus zonas adyacentes a distintas profundidades en el Golfo de Cádiz. Muestras obtenidas con arte de arrastre de vara *Beam Trawl* (González-García, 2011).

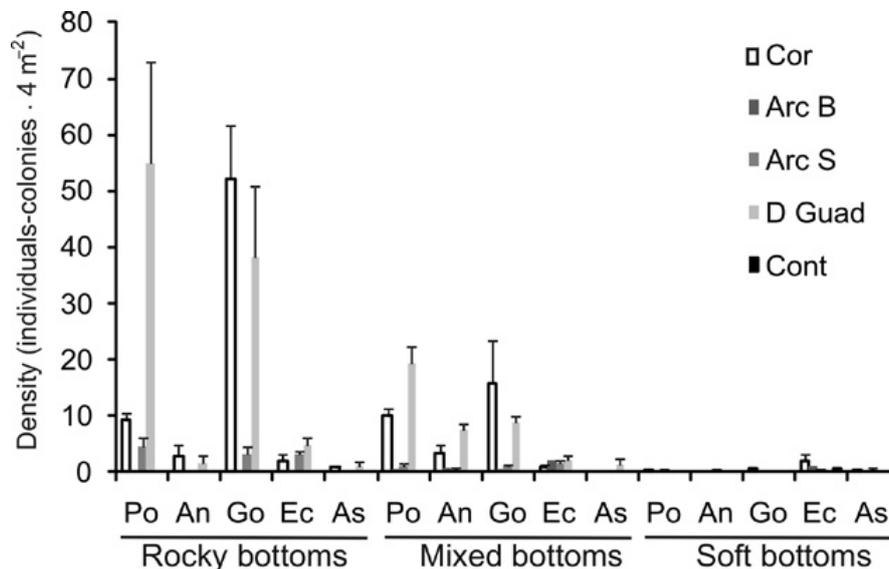
**Tabla 10.** Diversidad biológica y riqueza específica asociada a las comunidades bentónico-demersales sobre fondos duros y mixtos de volcanes de fango y zonas adyacentes.

TIPO DE COMUNIDAD	REFERENCIA	ZONA GEOGRÁFICA	DIVERSIDAD	RIQUEZA
Comunidades bentónico-demersales sobre fondos duros y mixtos de volcanes de fango y zonas adyacentes	González-García (2011) (datos de <i>Beam Trawl</i> )	Valores considerados como representativos corresponden a los volcanes de fango <i>Gazul</i> , <i>Pipoca</i> y <i>Chica</i>	~ 3,5 bits (valor medio)	54 especies · lance <sup>-1</sup> (valor medio)

### 1.6.2. Abundancia relativa y/o biomasa

A partir de resultados de varias campañas realizadas entre 1999 y 2001, Rueda *et al.* (2012) reportan estimas de densidades de individuos y/o colonias de organismos para los diferentes tipos de fondos de los campos de escapes de fluidos de la Demarcación (campos de *El Laberinto* y *Complejo Hespérides*). En fondos duros los Porifera y las gorgonias mostraron densidades mucho más altas (10–50 colonias · 4 m<sup>-2</sup>) que en fondos mixtos (10–12 colonias · 4 m<sup>-2</sup>) o en fondos blandos (<5) (Figura 85). En estos fondos duros, los organismos móviles como los equinodermos muestran densidades menores que la fauna antes citada, con valores de hasta 4.6 individuos · 4 m<sup>-2</sup> para los grandes equinoideos y aproximadamente 1 individuo · 4 m<sup>-2</sup> para los asteroideos (Figura 85). El equinoideo *C. cidaris* es uno de los equinodermos más abundantes, con los valores más altos predominantemente en fondos rocosos (2–4 individuos · 4 m<sup>-2</sup>) que en los fondos blandos (<2 individuos · 4 m<sup>-2</sup>). En los fondos mixtos los corales

negros (principalmente *L. glaberrima*) muestran densidades más bajas (hasta 7 colonias · 4 m<sup>-2</sup>) que los poríferos y gorgonias, con valores máximos generalmente sobre las chimeneas y costras de los fondos mixtos.



**Figura 85.** Densidades de fauna sésil y móvil en diferentes tipos de geoambientes de diferentes volcanes de fango estimadas mediante fotografía submarina. An, Antipatharia; Arc S, cumbre del volcán Arcos; Arc, base del Arcos; As, Asteroidea; Cor, Cornide; Cont, fondos contorníticos; D Guad, Dorsal Diapírica del Guadalquivir; Ec, Echinoidea; Go, gorgonias; Po, Porifera. Media + error standard. Para los propósitos de la presente ficha las zonas de interés que se enmarcan en la Demarcación son la D Guad y Cont (Rueda *et al.*, 2012).

Estimas más recientes de campañas realizadas en 2010 y 2011 (González-García, 2011), pero difícilmente comparables con las anteriores, demuestran también la existencia de diferencias geográficas y batimétricas en la abundancia y biomasa total media de las comunidades asociadas a los volcanes de fango (Figura 84B y Figura 84C), registrándose unas mayores abundancias y biomásas tanto en la zona somera (volcán *Gazul*, <500 m) como en las profundas (volcanes *Tarsis*, *Pipoca*, *Chica*, >600 m), lo que podría estar relacionado, entre otras razones, con una mayor productividad y/o menor presión pesquera en estas zonas. Los valores más altos de abundancia total media (entre 350 y 420 indiv. 1000 m<sup>-2</sup>) se registraron en las zonas adyacentes a los volcanes *Pipoca* y *Tarsis*, mientras que las más bajas lo fueron en las zonas adyacentes de *Anastasya* y *Chica* (< 65 indiv. m<sup>-2</sup>). La biomasa media es alta en las zonas de los volcanes de *Gazul* y *Pipoca* (> 5000 g 1000 m<sup>-2</sup>) y muy baja en *Anastasya* y *Tarsis*, tanto en los volcanes como sus zonas adyacentes (< 500 g 1000 m<sup>-2</sup>). Los altos niveles de biomasa registrados en *Gazul* y *Pipoca* se deben precisamente a las contribuciones en términos de riqueza específica, abundancia y biomasa de especies típicas de los agregados mixtos de esponjas y gorgonias ligadas a fondos duros (*p. ej.*, las esponjas *A. setubalense* y *H. mucosa*, el antipatario *Leiopathes glaberrima* o el octocoral *C. verticillata*).



## Referencias

- Acosta, J., Muñoz, A., Herranz, P., Palomo, C., Ballesteros, M., Vaquero M. & Uchupi, E. (2001). *Pockmarks* in the Ibiza Channel and Western end of the Balearic Promontory (Western Mediterranean) revealed by multibeam mapping. *Geo-Mar. Lett.* 21: 123-130.
- Aguilar, R., Pardo, E., Cornax, M.J., García, S. & Ubero, J. (2010). *Doñana y el Golfo de Cádiz: Propuesta para la ampliación del área marina protegida*. Oceana. 77 pp.
- Akhmetzhanov, A.M., Ivanov, M.K., Kenyon, N.H. & Mazzini, A. (2007). Deep- water cold seeps, sedimentary environments and ecosystems of the Black and Tyrrhenian Seas and Gulf of Cadiz. Preliminary results of investigations during the TTR-15 cruise of RV Professor Logachev, June–August 2005. *IOC Technical Series No. 72*, UNESCO, 99 pp.
- Baro, J., Díaz del Río, V. & García, M. (2001). Geoenvironmental and oceanographical roles playing in the habitat of some crustacean species in the Gulf of Cadiz: a tentative proposal of a conceptual regional model. *Océanos III Milenio*. Libro de resúmenes.
- Baro, J., Serna-Quintero, J.M., Sobrino, I., Jiménez, M.P. & Fernández-Salas, L.M. (2004). An approach to the spatial distribution of fishing effort in the Gulf of Cadiz. *Thalassas*, 2004, 20(2): 17-21.
- Barthel, D., Tendal, O.S. & Thiel, H. (1996). A wandering population of the hexactinellid sponge *Pheronema carpenteri* on the continental slope off Morocco, Northwest Africa. *Marine Ecology*, 17(4): 603-616.
- Becker, E.L., Cordes, E.E., Macko, S.A. & Fisher, C.R. (2009). Importance of seep primary production to *Lophelia pertusa* and associated fauna in the Gulf of Mexico. *Deep-Sea Res. I*, 56: 786–800.
- Bett, B.J., & Rice, A.L. (1992). The influence of hexactinellid sponge (*Pheronema carpenteri*) spicules on the patchy distribution of macrobenthos in the Porcupine Seabight (bathyal NE Atlantic). *Ophelia*, 36(3): 217-226.
- Brito, A. y O. Ocaña (2004). *Corales de las islas Canarias*. Francisco Lemus, Editor. 477 pp.
- Cairns, S.D., 1994. Scleractinia of the Temperate North Pacific. *Smithsonian Contributions to Zoology* 557, pp. 150.
- Connor, D.W., Allen, J.A., Golding, N, Howell, K.L., Lieberknecht, L.M., Northen, K.O. & Reker, J.B. (2004). The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05 JNCC, Peterborough. ISBN 1 861 07561 8 (internet version) [www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification](http://www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification).
- Davies, A.J., Wisshak, M., Orr, J.C. & Roberts, J.M. (2008). Predicting suitable habitat for the coldwater coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia). *Deep Sea Research I*, 55: 1048-1062.
- Dayton, P.K. (1979): Observations on growth, dispersal, and population dynamics of some sponges in McMurdo Sound, Antarctica. In: C. Lévi and N. Boury-Esnault (Eds.), *Biologie des Spongiaires*, Centre Nationale de recherche scientifique, Paris, 272–282.
- Del Castillo y Rey, F. y Terrón-Sigler, A. (2008) . Estudios de las poblaciones de erizo y anémona de Mar en las Provincias de Cádiz, Málaga y Granada. Informe Técnico. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Del Castillo y Rey, F., Daza Cordero, J. L. y Márquez Pascual, I. (1999). Estudio Integral de la pesquería del erizo de mar (*Paracentrotus lividus*) y la anémona marina (*Anemonia sulcata*) en la provincia de Cádiz. Informe Técnico. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Díaz del Río, V. (2005). El Golfo de Cádiz: identificación de hábitats vulnerables, siguiendo los criterios de la ONU, OSPAR e ICES/WGDEC. Informe interno IEO. 17 pp.
- Díaz del Río, V., Somoza, L., Martínez-Frias, J., Mata, M.P., Delgado, A., Hernandez-Molina, F.J., Lunar, R., Martín-Rubí, J.A., Maestro, A., Fernández-Puga, M.C., León, R., Llave, E., Medialdea, T. &



- Vázquez J.T. (2003). Vast fields of hydrocarbon-derived carbonate chimneys related to the accretionary wedge/olistostrome of the Gulf of Cádiz. *Marine Geology*, 195: 177-200.
- Díaz del Río, V., Fernández-Salas, L.M., Gil, J., Ramos, F. & Jiménez, M.P. (2006). Los valores naturales del Golfo de Cádiz relacionados con los escapes de gas y los montículos carbonatados. Criterios ecológicos y consideraciones prácticas sobre su protección. Informe interno. Instituto Español de Oceanografía. 69 pp.
- Díaz del Río, V., Palomino, D., Vázquez, J.T., Rueda, J., Fernández-Salas, L.M. & López-González, N. (2009). Nuevas evidencias de enlosados y chimeneas carbonatadas en el campo de volcanes de fango de El Laberinto (Golfo de Cádiz, SO de la Península Ibérica). En: F. Rodríguez, J. Gallastegui, G. Flor Blanco, J. Martín Llana, (Eds.), *Nuevas Contribuciones al Margen Ibérico Atlántico*, Universidad de Oviedo, Oviedo, 297–300.
- Dodds, L.A., Roberts, J.M., Taylor, A.C. & Marubini, F. (2007). Metabolic tolerance of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) to temperature and dissolved oxygen change. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 349: 205-214.
- Duineveld, G.C.A., Lavaleye, M.S.S. & Berghuis, E.M. (2004). Particle flux and food supply to a seamount cold-water coral community (Galicia Bank, NW Spain). *Marine Ecology Progress Series*, 277: 13-23.
- Durán Muñoz, P., Sayago-Gil, M., Cristobo, J., Parra, A., Serrano, A., Díaz del Río, T., Patrocinio, T., Sacau, M., Murillo, F.J., Palomino, D. & Fernández-Salas, L.M., 2009. Seabed mapping for selecting cold-water coral protection areas on Hatton Bank, Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 13.
- Fernández, A. & Fariña, A.C. (1984). Contribución al conocimiento del sustrato y especies acompañantes de la cigala (*Nephrops norvegicus*) en el Golfo de Cádiz. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.*, 1(2): 126-133.
- Fernández-Puga, M.C. (2004). *Diapirismo y Estructuras de expulsión de gases hidrocarburos en el talud continental del Golfo de Cádiz*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Cádiz, 336 pp.
- Fernández-Puga, M.C., Vázquez, J.T., Somoza, L., Díaz del Río, V., Medialdea, T., Mata, M.P. & León, R., (2007). Gas-related morphologies and diapirism in the Gulf of Cádiz. *Geo-Mar. Lett.* 27:213–221.
- Fernández-Salas, L.M., Rueda, J.L., Gil, J., Bruque, G. y Díaz del Río, V. (2011). Informe de campaña INDEMARES-CHICA 0211. Proyecto LIFE-INDEMARES Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español. Instituto Español de Oceanografía (Informe interno). 39 pp.
- Fernández-Salas, L.M., Somoza, L., Díaz del Río, V., Vázquez, J.T., Terrinha, P., Medialdea, T., Maestro, A., León, R., Fernández-Puga, M.C., Llave, E., García, M. & Alveirinho Dias, J.M. (2003). Rasgos morfoestructurales de los conos de fango de las dorsales diapíricas del Golfo de Cádiz. Special Volume on the 4th Symposium on the Atlantic Iberian Continental Margin, (Eds. Vilas, F, Rubio, B., Diez, J.B., Frances, G., Bernabeu, M.A., Fernández, E., Rey, D., Rosón, G.), *Thalassas*, 19 (2b), 233-234.
- Fernández-Zambrano, A. (2010). *Comunidades bentónico-demersales de diferentes zonas de un volcán de fango del Golfo de Cádiz (Suroeste de España)*. Tesis de Máster. Máster en Ciencias del Mar: Oceanografía y Gestión del Medio Marino. Universitat de Barcelona y Universitat Politècnica de Catalunya.
- Foubert, A. & Henriët, J.P. (2009). Nature and Significance of the recent Carbonate Mound record, the Mound Challenger code. Springer Verlag.
- Frank, N., Freiwald, A., López Correa, M., Wienberg, C., Eisele, M., Hebbeln, D., Van Rooij, D., Henriët, J.P., Colin, C., van Weering, T., de Haas, H., Buhl-Mortensen, P. Roberts, J.M., De Mol, B, Douville, E., Blamart, D. & Hatte, C. (2011). Northeastern Atlantic cold-water coral reefs and climate. *Geology*, 39: 743-746.



- Fredericksen, R., Jensen, A. & Westerberg, H. (1992). The distribution of the scleractinian coral *Lophelia pertusa* around the Faroe Islands and the relation to internal tidal mixing. *Sarsia*, 77: 157–171.
- Freiwald, A., Fosså, J.H., Grehan, A., Koslow, J.A. & Roberts, J.M. (2004). *Cold-water coral reefs: out of sight no longer out of mind*. UNEP-WCC, Cambridge.
- García, M. (2002). *Caracterización morfológica del sistema de canales y valles submarinos del talud medio del Golfo de Cádiz (SO de la Península Ibérica): implicaciones oceanográficas*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Cádiz, Cádiz.
- García-García, A., García-Gil, S. & Vilas, F. (2004). Echo characters and recent sedimentary processes as indicated by high-resolution sub-bottom profiling in Ria de Vigo (NW Spain) *Geo-Mar Lett*, 24: 32-45.
- Gatti, S. (2003). The role of sponges in the high-Antarctic carbon and silicon cycling - a modelling approach. *Reports on Polar and Marine Research* 434. Alfred-Wegener-Institut für Polar-und Meeresforschung, Bremerhaven, 128pp.
- Gil, J., Fernández-Salas, L.M., Rueda, J.L., Díaz del Río, V., Vázquez, J.T., López-González, N. & Ramos, F., (2011). Tipos de hábitats marinos, con especial atención a aquellos reconocidos por la legislación comunitaria o convenios internacionales. En: Ramos, F (Coord.). *Descripción de la Demarcación Marina Sudatlántica. Estrategia Científica para la Conservación de los Mares Españoles. Evaluación Inicial*, Informe Interno IEO, 33-48.
- Gofas, S., Rueda, J.L., Salas, M.C., Díaz del Río, V. (2010). A new record of the giant deepsea oyster *Neopycnodonte zibrowii* in the Gulf of Cadiz (SW Iberian Peninsula). *Mar. Biodivers. Rec.*, 3: e72.
- González, F.J., Somoza, L., Lunar, R., Martínez-Frías, J., Martín Rubí, J.A., Torres, T., Ortiz, J.E. & Díaz del Río, V. (2007). Fe-Mn nodules associated with hydrocarbon seeps: a new discovery in the Gulf of Cadiz (eastern central Atlantic). *Episodes*, Vol. 30 (3): 187-196.
- González-García, E. (2011). *Recursos pesqueros y comunidades bentónico-demersales asociadas a los volcanes de fango del Golfo de Cádiz*. Tesis de Máster. Máster en Acuicultura y Pesca: Recursos Marinos y Sostenibilidad. Universidad de Cádiz, Cádiz.
- González-García, E., Gil, J., Rueda, J.L., Farias, C., Fernández, A., López-González, N., Fernández-Salas, L.M., Díaz del Río, V., Burgos, C. & the INDEMARES/CHICA 02/11 team (2011). Habitats and associated benthic-demersal communities of mud volcanoes and adjacent zones in the Gulf of Cádiz (southern Iberian Peninsula). Póster. Book of Abstracts of ICES Annual Science Conference [Gdańsk (Poland) 19-23 September 2011]. Theme Session G: Habitat modelling and mapping for better assessment and monitoring of our seas. ICES CM 2011/G:25, 68.
- González-García, E., Rueda, J.L., Gil, J., Farias, C., Mateo, A., García-Raso, J.E., López-González, N., Bruque, G., Fernández-Salas, L.M. & Díaz del Río, V. (2012). Contrastando comunidades bentónico-demersales de volcanes de fango del Golfo de Cádiz. Póster. Libro de resúmenes del International Symposium in Marine Sciences (ISMS12) (Cádiz, 24-26 enero 2012), 149.
- Gubbay, S. (2002). *Offshore Directory: Review of a selection of habitats, communities and species of the North-East Atlantic*. WWF-UK: North-East Atlantic Programme.
- Guidetti, P., Terlizzi, A. & Boero F. (2004). Effects of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, fishery along the Apulian rocky coast (SE Italy, Mediterranean sea). *Fisheries Research*, 66(2-3): 287-297.
- Hall-Spencer, J.M. & Stehfest, K.M. (2009). *Assessment of Lophelia pertusa reefs in the OSPAR area*. OSPAR Commission.
- Hebbeln, D., Wienberg, C. & Cruise Participants (2008). Report and preliminary results of RV Pelagia cruise 64PE284, Cold-water corals in the Gulf of Cádiz and on Coral Patch Seamount, Portimao-Portimao, 18.02.–09.03.2008. *Reports of the Department of Geosciences (GeoB) of the University of Bremen*, No. 265, University of Bremen, Germany.



- Hernández-Molina, F.J., Llave, E., Somoza, L., Fernández-Puga, MC., Maestro, A., León, R., Medialdea, T., Barnolas, A., García, M., Díaz del Río, V., Fernández-Salas, L.M., Vázquez, J.T., Lobo, F.J., Alveirinho Dias, J.M., Rodero, J., Gardner, J. (2003). Looking for clues to palaeoceanographic imprints: a diagnosis of the Gulf of Cadiz contourite depositional system. *Geology*, 31: 19-22.
- Hernández-Molina, F.J., Llave, E., Stow, D.A.V., García, M., Somoza, L., Vázquez, J.T., Lobo, F.J., Maestro, A., Díaz del Río, V., León, R., Medialdea, T. & Gardner, J. (2006). The contourite depositional system of the Gulf of Cádiz: a sedimentary model related to the bottom current activity of the Mediterranean outflow water and its interaction with the continental margin. *Deep-Sea Res. II*, 53: 1420–1463.
- Hovland, M. & Thomsen, E. (1997). Cold-water corals—are they hydrocarbon seep related? *Mar. Geol.*, 137: 159–164.
- Husebø, Å., Nøttestad, L., Fosså, J.H., Furevik, D.M. & Jørgensen, S.B. (2002). Distribution and abundance of fish in deep-sea coral habitats. *Hydrobiologia*, 471: 91–99.
- ICES (1999). Ecological functioning and integrity of marine ecosystems *L. pertusa* reefs. IMPACT 99/4/Info.3-E. Submitted by Norway. ICES Working Group on Impacts on the Marine Environment. Brest, 15-19 November 1999, ICES Headquarters, Copenhagen.
- ICES (2005). Report of the Working Group on Deep-water Ecology (WGDEC), 8-11 March 2005, ICES Headquarters, Copenhagen.
- ICES (2007). Soft corals in the North Atlantic. *In: Report of the Working Group on Deep-Water Ecology (WGDEC)*, 26-28 February 2007, ICES Headquarters, Copenhagen.
- Ivanov, M.K., Kenyon, N., Nielsen, T., Wheeler, A., Monteiro, J., Gardner, J., Comas, M., Akhmanov, G., Akhmetzhanov, A. & Scientific Party of the TTR-9 cruise (2000). Goals and principal results of the TTR-9 cruise. *Final Proc. Int. Conf. Geological Processes on European Continental Margins*, Granada, Spain. UNESCO IOC Workshop Report 168, 3-4.
- Jiménez, M.P., Sobrino, I. & Ramos, F. (2004). Objective methods for defining mixed-species trawl fisheries in Spanish waters of the Gulf of Cadiz. *Fisheries Research*, 67: 195-206.
- Kenyon, N.H., Ivanov, M.K., Akhmetzhanov, A.M., Akhmanov, G. & Cruise Participants (2000). Multidisciplinary study of geological processes on the North East Atlantic and Western Mediterranean margins. Preliminary results of geological and geophysical investigations during the TTR-9 cruise of RV Professor Logachev, June–July 1999, *IOC Technical Series* No. 56, UNESCO.
- Klitgaard, A.B. (1995). The fauna associated with outer shelf and upper slope sponges (Porifera, Demospongia) at the Faroe Islands, northeastern Atlantic. *Sarsia*, 80: 1–22.
- Klitgaard, A.B. (1997). The distribution and habitats of the North Atlantic of two gnathiid species (Crustacea, Isopoda) and their reproductive biology in the Denmark Strait and north of Iceland. *Meddelelser om Grønland, Bioscience*, 47.
- Klitgaard, A.B. & Tendal, O.S. (2001). 'Ostur' - 'Cheese bottoms' - sponge dominated areas in Faroese shelf and slope areas. *In: Marine biological investigations and assemblages of benthic invertebrates from the Faroe Islands*, pp. 13–21. Ed. by G. Bruntse and O.S. Tendal. Kaldbak Marine Biological Laboratory, Faroe Islands.
- Klitgaard, A.B. & Tendal, O.S., (2004). Distribution and species composition of mass occurrences of large-sized sponges in the northeast Atlantic. *Proceedings of 30th European Marine Biology Symposium*, Southampton 18-22 September 1995.
- Kopf, A., Hebbeln, D. & Cruise Participants (2004). Report and preliminary results of Sonne cruise SO175, Gibraltar Arc Processes (GAP), Miami- Bremerhaven, 12.11.–30.12.2003. *Reports of the Department of Geosciences (GeoB) of the University of Bremen*, No. 228, University of Bremen, Germany.



- León, R., Somoza, L., Ivanov, M.K., Díaz del Río, V., Lobato, A., Hernández-Molina, F.J., Fernández-Puga, M.C., Maestro, A., Medialdea, A., Alveirinho Dias, J.M. & Vázquez, J.T. (2001). Sea bed morphology and gas venting in the Gulf of Cadiz mud volcano area: imagery of multibeam data and ultra high resolution data. *Intergubernamental Oceanographic Comisión, Workshop Report*, 175: 43-45.
- León, R., Somoza, L., Medialdea, T., González, F.J., Díaz del Río, V., Fernández-Puga, M.C., Maestro, A. & Mata, M.P. (2007). Sea-floor features related to hydrocarbon seeps in deepwater carbonate-mud mounds of the Gulf of Cádiz: from mud flows to carbonate precipitates. *Geo-Mar. Lett.*, 27 (2-4): 237–247.
- Llave, E., Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Díaz del Río, V., Stow, D.A.V., Maestro, A. & Alveirinho Dias, J.M. (2001). Seismic stacking pattern of the Faro-Albufeira contourite system (Gulf of Cadiz): A Quaternary record of palaeoceanographic and tectonic influences. *Marine Geophysical Researches*, 22: 475-496.
- López-González, N. (2010). Informe de la Campaña INDEMARES/CHICA 0610. Proyecto LIFE-INDEMARES. Inventario y Designación de la Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español. Informe Interno IEO. Documento GEMAR 2010\_01.
- López-González, P.J. & Medel, M. (2004). Cnidarios. Fauna Andaluza. En: Tinault, J.A. & Pascual, F. (eds.) *Proyecto Andalucía. Naturaleza. Zoología I*. Publicaciones Comunitarias, 187-222.
- López-González, P.J., Megina, C., Martínez, I., Gómez, G., Arroyo, M.C., Fernández-Casado, M. & Tamsouri, N. (2011). The northern distributional limits of *Dendrophyllia laboreli* (Cnidaria: Scleractinia: Dendrophylliidae). *Marine Biodiversity Records*, 3, e79.
- Martín-Puertas, C., Mata, M.P., Fernández-Puga, M.C., Díaz del Río, V., Vázquez, J.T. & Somoza, L. (2007). A comparative mineralogical study of gas-related sediments of the Gulf of Cadiz. *Geo-Mar. Lett.*, 27 (2–4): 223–235.
- Masson, D.G., Bett, B.J., Billett, D.S.M., Jacobs, C.L., Wheeler, A.J. & Wynn, R.B. (2003). The origin of deep-water, coral-topped mounds in the northern Rockall Trough, Northeast Atlantic. *Mar. Geol.*, 194: 159–180.
- Massutí, M. (1959). La gamba (*Parapenaeus longirostris* Lucas). Primeras observaciones en los caladeros del Golfo de Cádiz y África Occidental. *Inv. Pesq.*, 15: 51-80.
- Mata, M.P., Fernández, M.C. & Pérez-Outeiral, F.J. (2009). 1180 Estructuras submarinas producidas por el escape de gases. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Montero-Serrano, J-C, Frank, N., Colin, C., Wienberg, C. & Eisele, M. (2011). The climate influence on the mid-depth east Atlantic gyres viewed by cold-water corals. *Geophysical Research Letters* 38, L19604.
- Moreno, D., de la Linde, A., Remón, J.M., De la Rosa, J., Arroyo, M.C., Fernández-Casado, M., Gómez, G., Barrajón, A., Gordillo, I., Nevado, J.C. y Barba, R. (2007) Programa de Gestión Sostenible de Recursos para la Conservación del Medio Marino Andaluz: Datos preliminares de los censos de especies de invertebrados amenazados. Pp. 27-48. En: Paracuellos, M. (coord. de la ed.) *Ambientes Mediterráneos. Funcionamiento, biodiversidad y conservación de los ecosistemas mediterráneos*. Colección Medio Ambiente, 2. Instituto de Estudios Almerienses/Diputación de Almería, Almería.
- Mortensen, P.B., Hovland, M., Brattegard, T. & Farestveit, R. (1995). Deep water bioherms of the scleractinian coral *Lophelia pertusa* (L.) at 64°N on the Norwegian shelf: structure and associated megafauna. *Sarsia*, 80: 145–158.
- Murray, J.R., Wheeler, A., Freiwald, A. & Cairns, S. (2009). *Cold-Water Corals: The Biology and Geology of Deep-Sea Coral Habitats*. Cambridge University Press.



- Murton, B.J. & Biggs, J. (2003). Numerical modeling of mud volcanoes and their flows using constraints from the Gulf of Cadiz. *Marine Geology*, 195 (1/4): 223-236.
- Niemann, H., Duarte, J., Hensen, C., Omeregic, E., Magalhães, V.H., Elvert, M., Pinheiro, L.M., Kopf, A. & Boetius, A. (2006). Microbial methane turnover at mud volcanoes of the Gulf of Cadiz. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 70 (21): 5336–5355.
- OCEANA (2011). OSPAR Workshop on the improvement of the definitions of habitats on the OSPAR list. Background document for discussion: “Coral gardens”, “Deep-sea sponge aggregations” and “Sea-pens and burrowing megafauna communities”. 20-21 October 2011, Bergen, Norway.
- OSPAR (2010). *Background Document for Coral gardens*. Biodiversity series.
- OSPAR Commission (2004). Descriptions of habitats on the initial list of OSPAR threatened and/or declining species and habitats. OSPAR Convention for the protection of the marine environment of the north-east Atlantic.
- OSPAR Commission (2008). Case Reports for the OSPAR List of threatened and/or declining species and habitats. *Biodiversity Series*, 358/2008..
- OSPAR Commission (2010). Background Document for Deep-sea sponge aggregations. *Biodiversity series*, 485/2010.
- País A., Chessa L.A., Serra S., Ruiu A., Meloni G. & Donno Y. (2007). The impact of commercial and recreational harvesting for *Paracentrotus lividus* on shallow rocky reef sea urchin communities in north-western Sardinia, Italy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(3-4): 589-597.
- Pinheiro, L.M., Ivanov, M.K., Sautkin, A., Akhmanov, G., Magalhaes, V.H., Volkonskaya, A., Monteiro, J.H., Somoza, L., Gardner, J., Hamouni, N. & Cunha, M.R. (2003). Mud volcanism in the Gulf of Cádiz: results from the TTR-10 cruise. *Mar. Geol.*, 195: 131–151.
- Ramos, F. (2005). Informe sobre “Informe estadístico-gráfico de la flota arrastrera española: diciembre 2003-diciembre 2004 (Caladero Nacional del Golfo de Cádiz)” con relación al impacto de la actividad pesquera de la flota arrastrera del Golfo de Cádiz en “ecosistemas vulnerables”. Informe interno IEO.
- Ramos, F., Sobrino, I. & Jiménez, M.P. (1996). Cartografía temática de caladeros de la flota de arrastre en el Golfo de Cádiz. *Informaciones Técnicas*, 45/96. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 44 pp.
- Roberts, J.M., Wheeler, A.J. & Freiwald, A. (2006). Reefs of the deep: the biology and geology of cold-water coral ecosystems. *Science*, 312: 543–547.
- Rueda, J.L., Gil, J., González-García, E., Farias, C., López-González, N. & Díaz del Río, V. (2011). First record of *Hacelia superba* (Echinodermata: Asteroidea) on the European continental margin. *Marine Biodiversity Records*, 4: e96. Published online.
- Rueda, J. L., Díaz-del-Río, V., Sayago-Gil, M., López-González, N., Fernández-Salas, L. M. & Vázquez, J. T. (2012). Fluid venting through the seabed in the Gulf of Cádiz (SE Atlantic Ocean, Western Iberian peninsula): geomorphic features, habitats, and associated fauna. In: T. H. Peter & K. B. Elaine (Eds), *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat*. Elsevier, London, 831-841.
- Sánchez, F., Serrano, A., Parra, S., Ballesteros, M. & Cartes, J.E. (2008). Habitat characteristics as determinant of the structure and spatial distribution of epibenthic and demersal communities of Le Danois Bank (Cantabrian Sea, N. Spain). *Journal of Marine Systems*, 72: 64-86.
- Sánchez, F., Serrano, A. & Gómez-Ballesteros, M. (2009). Photogrammetric quantitative study of habitat and benthic communities of deep Cantabrian Sea hard grounds. *Continental Shelf Research*, 29 (8): 1174–1188.
- Somoza, L., Díaz del Río, V., Hernández-Molina, F.J., León, R., Lobato, A., Alveirinho, J.M. & Rodero, J., (2000). New discovery of a mud-volcano field related to gas venting in the Gulf of Cádiz:



- Imagery of multibeam data and ultrahigh resolution data. *Final Proc. 3rd Int. Symp. Iberian Atlantic Continental Margin*. Faro, Portugal, 397-398.
- Somoza, L., Gardner, J.M., Díaz del Río, V., Vázquez, T., Pinheiro, L. & Hernández-Molina, F.J. (2002). TASYO/ANASTASYA Shipboard Scientific Parties. Numerous Methane Gas Related Seafloor Structures Identified in the Gulf of Cádiz. *EOS Transactions*, 83 (47): 541-547.
- Somoza, L., Díaz-del-Río, V., León, R., Ivanov, M., Fernández-Puga, M.C., Gardener, J.M., Hernández-Molina, F.J., Pinheiro, L.M., Rodero, J., Lobato, A., Maestro, A., Vázquez, J.T., Medialdea, T. & Fernández-Salas, L.M. (2003). Seabed morphology and hydrocarbon seepage in the Gulf of Cadiz mud volcano area: acoustic imagery, multibeam and ultra-high resolution seismic data. *Marine Geology*, 195 (1/4): 153-176.
- Taviani, M., Remia, A., Corselli, C., Freiwald, A., Malinverno, E., Mastrototaro, F., Savini, A. & Tursi, A., (2005). First geo-marine survey of living cold-water *Lophelia* reefs in the Ionian Sea (Mediterranean basin). *Facies*, 50: 409-417.
- Templado, J., Capa, M., Guallart, J. & Luque, A. (2009). 1770 Arrecifes. En: W.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Thiem, Ø., Ravagnan, E., Fosså, J.H. & Berntsen, J. (2006). Food supply mechanisms for coldwater corals along the continental shelf edge. *Journal of Marine Systems*, 60: 207-219.
- Tuya F., Cisneros-Aguirre J., Ortega-Borges L., Haroun R.J. (2007). Bathymetric segregation of sea urchins on reefs of the Canarian archipelago: Role of flow-induced forces. *Estuar. Coast Shelf Sci.*, 73(3-4): 481-488.
- Van Ofwegen, L., Grasshoff, M. & van der Land, J. (2001). Octocorallia (excl. Pennatulacea), *in*: Costello, M.J. et al. (Ed.) (2001). *European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. Collection Patrimoines Naturels, 50, 104-105.
- Van Soest, R. (2011). *Asconema setubalense* Kent, 1870. *In*: Van Soest, R.W.M, Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K, de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., Janussen, D., Tabachnick, K.R., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J. (2011) *World Porifera database*. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=134410> on 2012-02-14.
- Van Soest, R. (2012a). *Geodia megastrella* Carter, 1876. *In*: Van Soest, R.W.M, Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K, de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., Janussen, D., Tabachnick, K.R., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J. (2012) *World Porifera database*. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=134034> on 2012-02-14.
- Van Soest, R. (2012b). *Phakellia ventilabrum* (Linnaeus, 1767). *In*: Van Soest, R.W.M, Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K, de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., Janussen, D., Tabachnick, K.R., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J. (2012) *World Porifera database*. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=132511> on 2012-02-14.
- Van Soest, R. (2012c). *Haliclona (Soestella) mucosa* (Griessinger, 1971). *In*: Van Soest, R.W.M, Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K, de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., Janussen, D., Tabachnick, K.R., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J. (2012) *World Porifera database*. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=166647> on 2012-05-01.
- Van Soest, R. (2012d). *Petrosia (Petrosia) crassa* (Carter, 1876). *In*: Van Soest, R.W.M, Boury-Esnault, N., Hooper, J.N.A., Rützler, K, de Voogd, N.J., Alvarez de Glasby, B., Hajdu, E., Pisera, A.B., Manconi, R., Schoenberg, C., Janussen, D., Tabachnick, K.R., Klautau, M., Picton, B., Kelly, M., Vacelet, J.



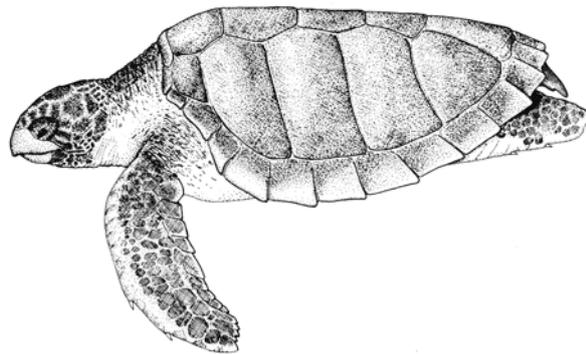
- (2012) World Porifera database. Accessed through: World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=166828> on 2012-05-01.
- Vanreusel, A., Andersen, A.C., Boetius, A., Connelly, D., Cunha, M.R., Decker, C., Heeschen, K., Hilario, A., Kormas, K.Ar., Maigniem, L., Olu, K., Pachiadaki, M., Ritt, B., Rodrigues, C.F., Sarrazin, J., Tyler, P., Van Gaever, S. & Vanneste, H. (2009). Biodiversity of Cold seep ecosystems along the European margins. *Oceanography*, 22 (1): 118-135.
- Voelker, A.H.L., Lebreiro, S.M., Schönfeld, J., Cacho, I., Erlenkeuser, H. & Abrantes, F. (2006). Mediterranean outflow strengthening during northern hemisphere coolings: a salt source for the glacial Atlantic. *Earth & Planetary Science Letters*, 245: 39–55.
- Weaver, P.P.E., Masson, D.G. & Cruise Participants (2007). R.R.S. James Cook cruise 10, Hotspot ecosystems in the NE Atlantic, UK contribution to the HERMES Project, 13.05.–07.07.2007. National Oceanography Centre, Southampton, Cruise Report No. 22.
- Wienberg, C., Frank, N., Mertens, K.N., Stuetz, J.B., Marchant, M., Fietzke, J., Mienis, F. & Hebbeln, D., (2010). Glacial cold-water corals growth in the Gulf of Cádiz: Implications of increased palaeo-productivity. *Earth & Planetary Science Letters*, 298: 405-416.
- Wienberg, C., Hebbeln, D., Fink, H.G., Mienis, F., Dorschel, B., Vertino, A., López Correo, M. & Freiwald, A., (2009). Scleractinian cold-water corals in the Gulf of Cádiz – First clues about their spatial and temporal distribution. *Deep-Sea Research I*, 56: 1873-1893.
- Wilson, J. B. (1979). 'Patch' development of the deep-water coral *Lophelia pertusa* (L.) on Rockall bank. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 59: 165–177.
- Wisshak, M., López Correo, M., Gofas, S., Salas, C., Taviani, M., Jakobsen, J. & Freiwald, A. (2009). Shell architecture, element composition, and stable isotope signature of the giant deep-sea oyster *Neopycnodonte zibrowii* sp. n. from the NE Atlantic. *Deep Sea Res. I*, 56 (3): 374–407.
- Witte, U., Brattegard, T., Graf, G. & Springer, B. (1997). Particle capture and deposition by deep-sea sponges from the Norwegian-Greenland Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 154: 241-252.
- Zibrowius, H. (1980). Les scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nordoriental. *Mem. Inst. Oceanogr. Monaco*, 11.

## ANEXO VIII. PARTE I. TORTUGAS MARINAS

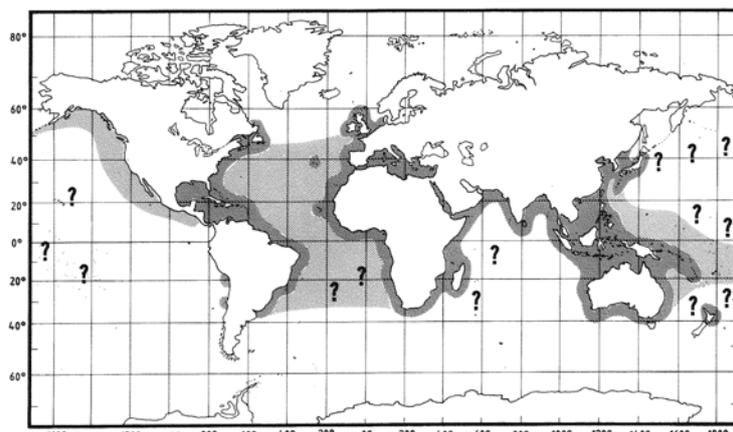
### ***Caretta caretta*** (Linnaeus, 1758)

**Características:** La vista dorsal del caparazón tiene forma de corazón en los adultos. Su anchura es entre el 76 y el 86% de su longitud. Cabeza grande, y de forma triangular, que mide aproximadamente el 23-28% de la longitud del caparazón, con dos pares de escamas prefrontales y una interprefrontal. Boca en forma de pico muy fuerte. Los escudos del caparazón son más delgados pero si muy fuertes y rugosos, incluye cinco pares de placas dorsales, cinco centrales y doce o trece pares marginales.

La parte inferior del caparazón presenta tres pares de placas inframarginales no porosas. Los juveniles tienen 3 crestas que se van perdiendo a medida que crecen. El color es pardo-rojizo en la cara dorsal y blanquecino en la cara ventral



**Distribución geográfica:** Es una especie ampliamente distribuida en aguas tropicales y subtropicales (16-20°C). Los primeros años de vida los ejemplares tienen una vida oceánica, una vez que alcanzan la etapa adulta tienen preferencia por *hábitat* costeros. Estos cambios de hábitat van asociados a cambios en la alimentación ya que presenta tres fases ecológicas muy marcadas, durante la fase oceánica se alimenta de presas pelágicas, una fase bentónica (profundidad máxima 110m) y una fase nerítica intermedia (Tomas *et al.*, 2001).



Mapa de distribución de *Caretta caretta* (Márquez, 1990)

Se han encontrado en aguas del Cantábrico y de Galicia y aunque en esas aguas se considera común su presencia, su abundancia es muy reducida. En estas localizaciones, los ejemplares varados, procedentes de sus playas de puesta en el Atlántico Occidental (López Jurado, 1992), corresponden a juveniles debido al efecto de las bajas



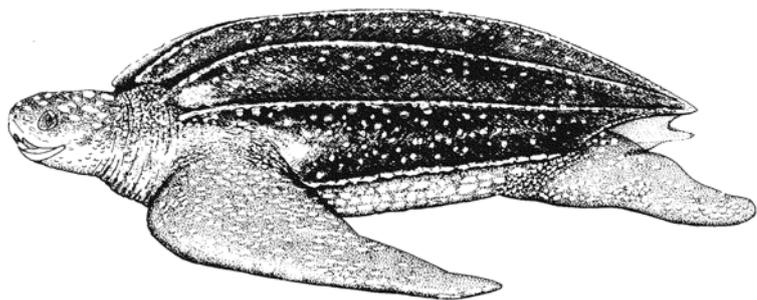
temperaturas (Pleguezuelos *et al.*, 2002). Llegan a las zonas de alimentación en el Mediterráneo occidental atravesando el Estrecho de Gibraltar; donde a ambos lados del mismo se produce una concentración de ejemplares. También llegan a estas zonas de alimentación ejemplares de las poblaciones del Mediterráneo Oriental (Camiñas, 1997;). La migración de retorno se produce a finales del verano (Camiñas, 1995).

Principales Impactos: Las poblaciones de tortugas marinas sufren diferentes amenazas. Entre las amenazas de origen antropogénico más comunes están el choque con embarcaciones, las capturas accidentales especialmente por palangre de superficie, los efectos de la contaminación sobre la salud de las tortugas y la ocupación de sus playas de puesta. En aguas españolas la pesca que mayor incidencia tiene sobre las poblaciones de tortugas es el palangre de superficie.

Estatus de conservación: Catalogada como especie en peligro por la UICN del tipo A1, abn, es decir, presenta un alto riesgo de extinción. Se ha producido una reducción de más del 50% de la abundancia de sus poblaciones en los últimos 10 años o durante 3 generaciones basado en observación directa, estimaciones indirectas o reducción de las áreas ocupadas. En la demarcación Macaronésica las capturas de tortuga boba con palangre de superficie se producen en los límites de la misma ya que el área de distribución de estas tortugas es más amplia que el límite de la demarcación. En torno a las islas Canarias aparecen ejemplares de dos poblaciones, aquellas con sus playas de puesta en el Atlántico occidental y las que proceden de las playas de puesta en el Atlántico Oriental (Cabo verde). En la demarcación Suratlántica se produce la concentración de ejemplares procedentes del Atlántico occidental y de Cabo verde que cruzan el estrecho de Gibraltar hacia las zonas de alimentación en el Mediterráneo Occidental.

### ***Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)**

Características. Su característica principal es que tiene el dorso cubierto de una piel muy resistente con aspecto de cuero. En el dorso tiene siete quillas longitudinales y el plastrón tiene cinco. Es una tortuga de gran tamaño, puede alcanzar los 916 kilos de peso y el caparazón puede llegar a los 2 metros de longitud curva. Las aletas delanteras son proporcionalmente más largas que en otras especies. Es de color negro en la parte dorsal y en la parte ventral presenta coloraciones blancas, rosadas y negras. No presenta escamas en la cabeza y el pico está muy queratinizado

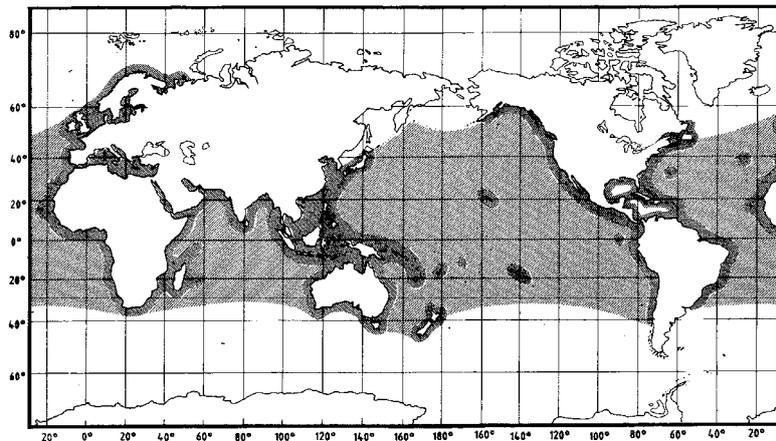


Biología: Los juveniles tienen una distribución costera en aguas tropicales por encima de los 26º C. Los adultos habitan en el océano abierto. Se alimenta principalmente de



invertebrados planctónicos y medusas lo que hace que se encuentre en alta mar asociada a las grandes corrientes oceánicas en el Atlántico (Brongersma, 1972) y en el Mediterráneo Occidental (Crespo *et al.*, 1988). La estación reproductora es en otoño e invierno. Las hembras ponen cada 2-3 años de 5 a 6 veces en cada estación. Incluida en la lista de especies amenazadas del anexo II de la Convención de Barcelona de 1995.

**Distribución geográfica:** Es la tortuga marina con la distribución geográfica más amplia, llegando incluso al norte de la Península Escandinava. Su principal hábitat son las aguas oceánicas y el mar abierto de todos los océanos entre los 200 y los 1000 metros de profundidad y aguas de hasta 10 °C.



Mapa de distribución de *Dermochelys coriacea* (Márquez, 1990)

Es común en aguas españolas aunque no se reproduce en ellas ni en el Atlántico ni en el Mediterráneo. No obstante, se menciona su reproducción esporádica en el Atlántico español (López-Jurado, 1992). En el Mediterráneo se encuentra en todas las cuencas (Camiñas, 1998). En la costa africana del mar de Alborán son frecuentes sus varamientos (Ocaña & García de los Ríos, 2002).

**Estatus de conservación:** Clasificada por la IUCN como en peligro crítico (CR A1abd), es decir en extremado riesgo de extinción en su medio natural en un futuro inmediato. Se ha constatado por observación directa, indirecta a través de índices de abundancia o por los actuales niveles de explotación, una reducción de más del 80% de los efectivos de sus poblaciones en los últimos diez años. La población mundial de esta especie ha sufrido una importante reducción (78%) desde las estimaciones realizadas por Pritchard en 1982 en torno a 115000 hembras hasta las 20000-30000 hembras estimadas en 1996 por Spotila *et al.* (Sarti Martínez, 2009). Basándose en la información existente de las puestas de esta especie se estima que algunas de las poblaciones más importantes han sufrido un importante descenso como sería el caso de la población con playas de puesta en Malasia, la población del Pacífico Este con playas de puesta en Méjico y Costa Rica. Este fenómeno no es tan acusado en las poblaciones del Atlántico aunque el tamaño de estas poblaciones es menor.

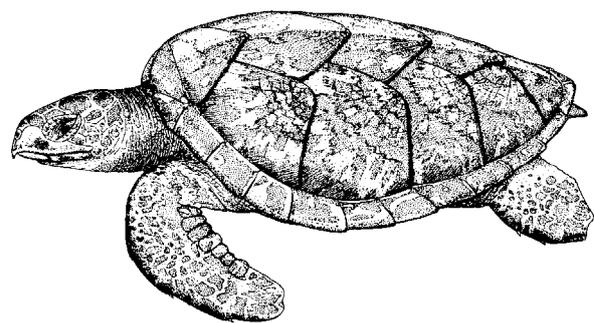


Principales impactos: Entre las principales presiones que sufren las poblaciones de tortuga laúd está la recolecta de huevos en sus playas de puesta, la captura accidental, especialmente por palangre de superficie y redes de deriva durante sus rutas migratorias, los impactos con embarcaciones y la contaminación especialmente por la ingesta de plásticos. En el litoral español la principal amenaza que sufre esta especie es la captura accidental por palangre de superficie seguida por la contaminación especialmente por la ingesta de plásticos.

Medidas de protección y conservación recomendables: Aumentar el esfuerzo de observación de la actividad pesquera especialmente en la flota de palangre. Esta medida mejoraría el conocimiento del impacto de la pesca sobre la reducción de las poblaciones de esta especie. Al mismo tiempo, ya que esta especie atraviesa aguas de diferentes jurisdicciones, crear una red que permita la integración de los datos entre diferentes países ayudará a fortalecer y mejorar la gestión de esta especie. Protección de áreas de alimentación: en la Demarcación Levantino-Balear esta especie se alimenta al sur de las Islas Baleares y es capturada como captura accidental del palangre de superficie. Las Capturas por Unidad de Esfuerzo para esta especie son mucho más bajas que en el caso de la tortuga boba. En la Demarcación de mar de Alborán y Estrecho de Gibraltar no se registraron capturas accidentales por parte de la flota de palangre española y los varamientos resultaron ser mucho menores. En la Demarcación Macaronésica los registros de capturas accidentales por parte de los observadores a bordo de los palangreros dentro del programa desarrollado por el IEO entre 1990 y 2010, dan como resultado que dentro de los límites de la demarcación no se producen capturas accidentales. Tan sólo se recogieron dos registros fuera de los límites de la demarcación al norte del archipiélago canario.

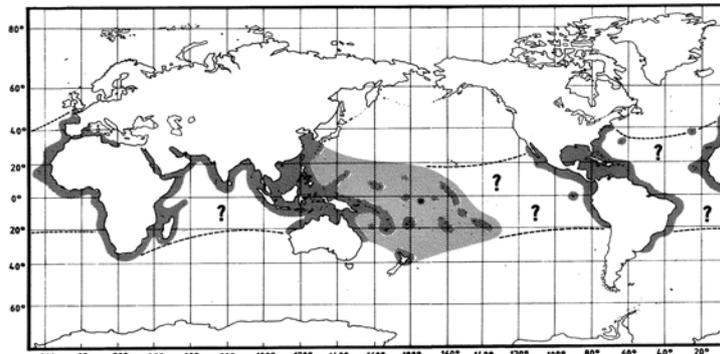
### ***Eretmochelys imbricata*** (Linnaeus, 1766)

Descripción: El caparazón presenta los escudos imbricados en la cara dorsal, esto se aprecia especialmente en los adultos cuyos escudos están fuertemente imbricados. En adultos el ancho del caparazón es un 70-79% del largo de su longitud total. La boca estrecha y alargada y el espesor de los escudos son adaptaciones para hacer frente a las olas y obtener el alimento entre los corales y substratos rocosos. Presenta dos pares de escamas prefrontales y 3 o 4 postorbitales. En el caparazón presenta 5 escudos dorsales, cuatro pares de escudos laterales, once pares de escudos marginales más un marginal postcentral



Distribución geográfica: La tortuga carey es la especie más tropical. Se distribuye por el Atlántico e Índico-Pacífico. Es común encontrarla cerca de formaciones de arrecifes y

aguas poco profundas con fanerógamas y algas. Tan sólo hay siete citas de esta especie en las costas españolas, cinco en Galicia, una en Huelva y otra en Lanzarote. No hay registros de haber sido observada en el mar.



Mapa de distribución de *Eretmochelys imbricata* (Márquez, 1990)

**Hábitat y Biología:** Habita en aguas litorales, realiza migraciones hacia las zonas de alimentación donde se han visto ejemplares de diferentes edades juntos. Los programas de marcado han revelado que parte de las poblaciones realizan grandes movimientos migratorios hacia las zonas de alimentación aunque lo normal son pequeños desplazamientos entre las playas de puesta y las zonas de alimentación. La puesta se produce principalmente en verano aunque empieza al final de la primavera, ponen de dos a tres veces por estación cada dos-tres años.

Es depredada durante toda su vida, desde la depredación de huevos por cangrejos, jinetas y mangostas tanto en el nido como fuera de él. Las aves también son depredadores importantes cuando las crías salen del nido. Una vez en el mar las crías son alimento para aves marinas, atunes, delfines o tiburones. Es común encontrar estas tortugas con epibiontes como algas verdes y nudibranquios. Es una especie carnívora. Hasta los 10 cm de longitud recta del caparazón se alimenta del necton, después cambia a un hábito alimenticio bentónico habitando fondos con comunidades de coral alimentándose de tunicados, algas y esponjas.

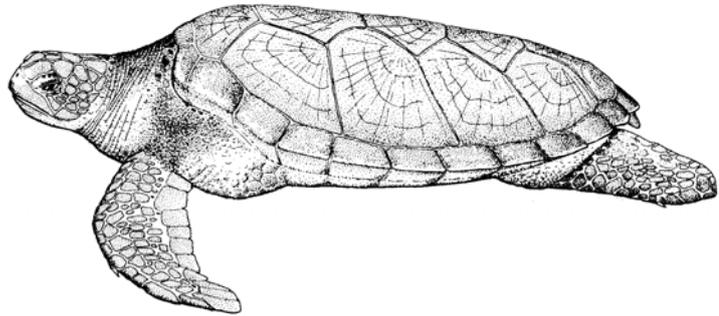
La talla de madurez para las hembras ha resultado ser muy variables, entre los 53 y los 114 cm.

**Principales presiones e impactos:** Esta especie ha sido históricamente explotada por el ser humano para obtener productos de joyería, carne, huevos, etc. Actualmente el comercio de esta especie está prohibido en prácticamente todos los países, especialmente desde que se incluyera en el Convenio Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas (CITES de sus siglas en inglés).

**Estatus y conservación:** Se encuentra protegida por los convenios de Bonn, Berna y Barcelona así como CITES a pesar de que su comercio se sigue realizando en algunos países por los que se distribuye. Clasificada como en Peligro Crítico tipo A2bd por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), ya que el tamaño de sus poblaciones se ha visto reducido por encima del 90% en los últimos 10 años o en las 3 últimas generaciones, estimado a través de la evolución de los índices de abundancia y de los niveles actuales de explotación.

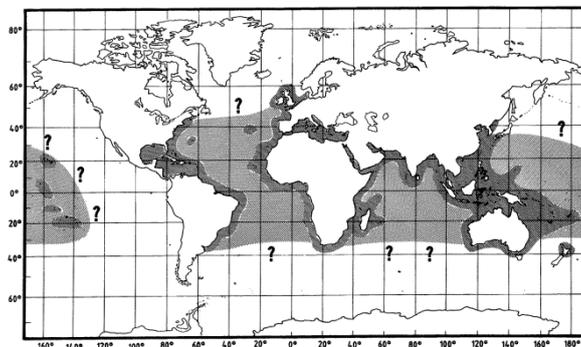
## ***Chelonia mydas*** (Linnaeus, 1758)

Descripción: Cuerpo deprimido y caparazón con forma oval en adultos en su cara dorsal (anchura es el 80% de la longitud total). La cabeza es relativamente pequeña, presenta un par de escamas pre-frontales alargadas. Los escudos del caparazón son



finos, suaves y flexibles. En la cara dorsal presenta cuatro pares de escudos laterales, cinco pares centrales y normalmente doce pares de escudos marginales. En la cara ventral presenta 4 pares de escudos inframarginales, 12 pares centrales. El color varía entre combinaciones de amarillo, marrón, y verde desde pálido a muy oscuro y desde mate hasta muy brillante formando radios o manchas.

Distribución geográfica: Ampliamente distribuida por aguas tropicales cerca de la costa. Entre los 20°N y 20°S. En verano el rango de distribución es entre los 40°N y los 35°S. En invierno pueden reducir el rango hasta los 15°S. Ocasionalmente se han encontrado tortugas que sobrepasan estos límites latitudinales durante el invierno.



**Mapa de distribución de *Chelonia mydas* (Márquez, 1990)**

Aunque se reproduce en el Mediterráneo es poco común en aguas españolas. Tampoco abunda en el Atlántico, con la excepción de las islas Canarias donde se considera común (López-Jurado, 1992), aunque el número de citas no es importante. Hay registradas 31 citas de *Chelonia mydas*, 28 de las cuales corresponden a varamientos (27 en aguas del Atlántico y 1 en Tarragona) y 3 observaciones en el mar, todas en el Mediterráneo; Los 28 varamientos de tortuga verde se distribuyen principalmente en las islas Canarias (11) y a Galicia (11), además 2 ejemplares vararon en Asturias y 3 en Andalucía (Atlántico), y el mencionado de Tarragona. Los ejemplares de Galicia, Asturias y Andalucía deben ser originarios de las poblaciones del Atlántico centro oriental (Tortuguero, en Costa Rica y playas de Venezuela, principalmente)



mientras que los ejemplares de Canarias podrían ser originarios de las mismas poblaciones, pero también podrían ser originarios de las poblaciones africanas próximas (Guinea Ecuatorial y Guinea Bissau).

En el Mediterráneo se encuentra confinada una población en la cuenca Levantina. Su área de distribución coincide con la de las praderas y algas de las que se alimenta, y generalmente no sobrepasa los 40-50 metros de profundidad. En aguas españolas su presencia es muy ocasional; las observaciones se reducen a individuos aislados, divagantes de poblaciones del Atlántico Occidental, África o el Mediterráneo Oriental. Se han encontrado ejemplares de esta especie en Galicia, Asturias y Canarias, en el Atlántico, y en las Islas Chafarinas y Levante en el Mediterráneo (López-Jurado *et al.*, 1997), Baleares y norte del Mar de Alborán. El área de puesta en el Mediterráneo se ha visto reducida a la cuenca Levantina, donde se reproduce en playas de Turquía, Líbano, Israel, Egipto y Chipre. El elevado número de ejemplares que se reproducían en Turquía e Israel ha declinado considerablemente (Kasperek *et al.*, 2001). Las crías y los juveniles ocupan hábitats epipelágicos mientras que los adultos habitan las zonas neríticas donde se alimentan de organismos vegetales bentónicos. Habita sobre fondos duros y blandos en la zona infralitoral caracterizada por la presencia de algas y plantas. De esta especie existen muy pocos datos, se sabe que habita en el Mediterráneo pero solo hay registrado un ejemplo de tortuga varada en 2005 en la costa de Almería además de un ejemplar en 1990 en la costa valenciana. Los estudios de ADN mitocondrial muestran que los ejemplares mediterráneos forman una población distinta de la del Atlántico. Incluida en la lista de especies amenazadas del anexo II de la Convención de Barcelona de 1995.

Hábitat y biología: Es un animal solitario que se alimenta de necton aunque ocasionalmente forma agrupaciones en zonas de alimentación en praderas de fanerógamas y algas. Realizan migraciones desde las colonias de cría hasta las zonas de alimentación; en algunas poblaciones estas migraciones son muy amplias, de hasta varios miles de kilómetros. Las playas de puesta más importantes están situadas allí donde la temperatura del agua está en torno a 25°C. Debido al amplio rango de distribución la estación reproductiva varía entre unas localidades y otras entre la primavera y el otoño. Las hembras retornan a desovar a las mismas playas de puesta, normalmente a aquellas playas de las que son originarias. Las hembras desovan cada dos años, con intervalos de puesta de dos semanas en cada estación y entre 2 y 5 puestas por estación. La edad de madurez de las hembras se ha estimado es 6 años aunque algunos autores la sitúan entre los 8 y los 13. La tortuga verde es depredada durante todo su ciclo vital. Los huevos son alimento para diferentes mamíferos, varanos, cangrejos, etc. Cuando alcanzan el mar las aves marinas son el principal depredador además de otros peces y delfines. Esta depredación continúa hasta que las tortugas alcanzan un tamaño corporal que impide que sean ingeridas. Sobre el cuerpo de las tortugas se asientan epibiontes que pueden causar necrosis y papilomas. Esta especie es herbívora en edad adulta. Aunque se conoce poco acerca de los hábitos alimenticios hasta que alcanza el tamaño juvenil se asume que son carnívoros para favorecer el desarrollo hasta la talla suficiente como para evitar a los depredadores.

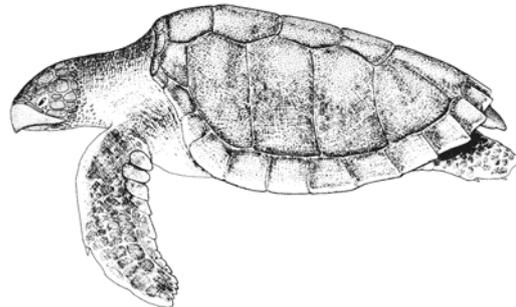


**Principales impactos y amenazas:** La tortuga verde es capturada principalmente para la obtención de carne. El comercio internacional de esta especie está prohibido, pero su captura para consumo local de carne está permitida en muchas islas del Pacífico, sudeste asiático e Indonesia. Actualmente está incluida en el Convenio Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas.

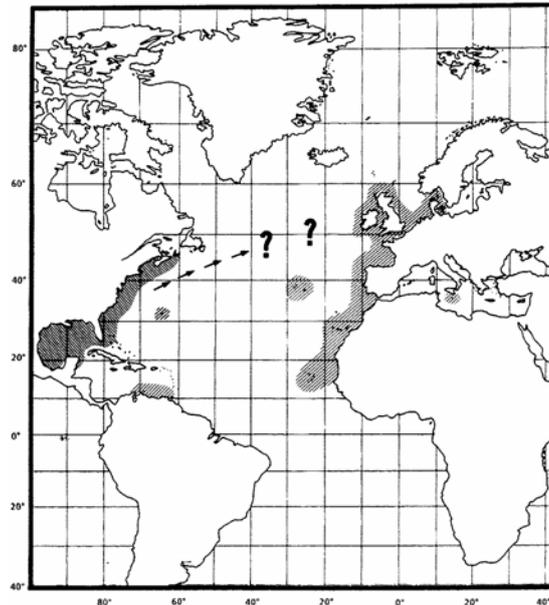
**Estatus y conservación:** Está considerada en peligro por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) tipo A2bd ya que se sospecha una reducción de sus poblaciones de más del 50% en los últimos 10 años (o tres generaciones) y las causas de esta reducción no cesan o se desconocen.

### ***Lepidochelys kempii* (Garman, 1880)**

**Descripción:** Es la más pequeña de todas las tortugas marinas con un peso máximo por debajo de los 50 Kg. El caparazón es prácticamente redondo, con una anchura de caparazón aproximadamente el 95% de su longitud. La cabeza tiene una longitud que es aproximadamente el 20% de la longitud del caparazón. El caparazón de las crías es más alargado. En la cabeza tiene dos pares de escudos prefrontales. En el caparazón presenta cinco pares de escudos centrales, cinco pares laterales y doce pares marginales; es las zonas de unión presenta cuatro escudos con un poro cada uno. Es de color oliváceo-gris en la cara dorsal y blanco-amarillento en la cara ventral. Las crías con completamente negras.



**Distribución:** Esta tortuga presenta una distribución geográfica muy restringida. Vive en aguas templadas entre los 20ºN y 20ºS. Los adultos están prácticamente confinados al Golfo de México, en cambio juveniles e inmaduros pueden alcanzar costas del Atlántico Noroccidental. Las crías y los juveniles habitan en el océano, en cambio los adultos tienen un hábitat más costero. En el Mediterráneo sólo existe una cita de esta especie en Valencia en 2001. Para el Atlántico existen 6 registros. En la demarcación Suratlántica existen dos registros, en la demarcación Noratlántica hay cuatro registros, dos en Galicia (Fernández de la Cigoña, 1988), uno en Asturias (Pérez *et al.*, 2001) y uno en el Golfo de Vizcaya.



Mapa de distribución de *Lepidochelys kempii* (Márquez, 1990)

**Hábitat y Biología:** Habita normalmente en fondos arenosos y fangosos ricos en crustáceos, presas que son las más representadas en los estudios de los contenidos estomacales de adultos y subadultos. Retornan a las playas de puesta entre los meses de Abril y finales de Julio. Las puesta se realizan una o dos veces por estación con una periodicidad anual o bianual. La talla de madurez para las hembras en el golfo de México es de 61.4-65.7cm (longitud recta del caparazón). Es una especie carnívora durante todo su ciclo de vida aunque el comportamiento alimenticio de las crías apenas es conocido. Los adultos se alimentan principalmente de cangrejos, camarones, gasterópodos, erizos, medusas, etc. Es depredada durante todo su ciclo vital, desde la puesta por la depredación que coyotes, cangrejos, etc., ejercen sobre los huevos y sobre las crías. Una vez que están en la arena también son depredadas por aves marinas. Estas junto con otros depredadores pelágicos se alimentan de las tortugas durante la fase pelágica. Los adultos son atacados por grandes tiburones.

**Estatus de conservación:** Según la UICN se trata de una especie en alto riesgo de extinción en un futuro inmediato debido a la reducción de sus poblaciones en un 80% en los últimos diez años o tres generaciones estimado por observación directa y por los índices de abundancia de la especie. Incluida en la lista de especies amenazadas del anexo II de la Convención de Barcelona de 1995

**Presiones e impactos:** Actualmente la explotación comercial de los ejemplares de tortuga lora no está permitida en ninguno de los países por los que se distribuye. Entre los principales impactos de origen antropogénico están las capturas accidentales durante la actividad pesquera. Las nasas, trasmallos y palangre son los tres artes de pesca con los que más interaccionan estas tortugas.



## Referencias

- Brongersma, L.D. (1972). European Atlantic turtles. *Zoologische Verhandelingen Leiden*, 121: 1-318.
- Camiñas, J.A. (1995). The loggerhead *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) pelagic movements through the Gibraltar Strait. *Rapp. Comm int Mer Medic*, 34: 238.
- Camiñas, J.A. (1997). Atlantic and Mediterranean loggerhead populations relationship at the Gibraltar Strait and contiguous region. *Rev. Esp. Herp.*, 11: 91-98.
- Camiñas, J. A. (1998). Is the leatherback (*Dermochelys coriacea* Vandelli, 1761) a permanent species in the Mediterranean Sea ? *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 35: 388-389.
- Crespo, J., Camiñas, J.A. & Rey, J.C. (1988). Considérations sur la presence de Tortues Luth *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1758) dans la Méditerranée occidentale. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 31 (2).
- Fernández de la Cigoña, E. (1994). *Esta Fauna Nosa*. Natureza Galega. Vol. IX. (AGCE),Vigo.
- Kasperek, M., Godley, B. J. & Broderick, A. C. (2001). Nesting of the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Mediterranean: a review of status and conservation needs. *Zoology in the Middle East*, 24: 45-74.
- López-Jurado, L. F. (1992). Synopsis of the Canarian herpetofauna. *Rev. Esp. Herp.*, 6: 107-118.
- López-Jurado, L. F., Mateo, J. A. y Andreu, A. (1997). *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), en Pleguezuelos, J.M. (Ed.): *Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal*. Granada, Asociación Herpetológica Española/Universidad de Granada, 446-448.
- Márquez M., R. (1990). FAO species catalogue. Vol.11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtlespecies known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 11. Rome, FAO.
- Ocaña, O. y García-de-los-Ríos, A. (2002): Las poblaciones de tortugas marinas y cetáceos de la región de Ceuta y áreas próximas. *Estudio faunístico, ecológico, veterinario y de la distribución de las especies de cetáceos y tortugas marinas de la Región de Ceuta*. Ceuta, Consejería de Educación y Cultura de la Ciudad Autónoma de Ceuta.
- Pérea, C., Valdés, P. y Pis-Millán, J.A. (2001): *Tortugas marinas en la costa asturiana (N de España)*. Libro de Resúmenes, XIV Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Murcia, septiembre de 2001), Murcia.
- Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. y Lizana, M. (eds.) (2002). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Madrid. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española (2ª impresión).



- Pritchard, P. C. H. (1982) : Nesting of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status. *Copeia*, 1982 : 741-747.
- Sarti Martinez, A. L. (2009). *Dermochelys coriacea*. In: IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.
- Spotila, J.R., Dunham, A.E., Leslie, A.J., Steyermark, A.C., Plotkin, P.T. & Paladino, F.V. (1996). Worldwide population decline of *Dermochelys coriacea*: are leatherback turtles going to extinctions? *Chelonian Conservation and Biology*, 2(2): 209-222.
- Tomás, J., Aznar, F.J. & Raga, J.A. 2001. Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) from western Mediterranean waters. *Journal of Zoology (London)*, 255: 525-532.



## ANEXO VIII. PARTE II. TIBURONES PELÁGICOS

---

Los grandes depredadores apicales desempeñan un papel fundamental en el control de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en los que habitan. Este control es de tipo top-down, es decir desde los consumidores apicales. Este es el caso de los tiburones (Stevens *et al.*, 2000). Por otro lado se hace muy complicada la evidencia de este tipo de controles, especialmente el control top-down debido a la ruptura de los ecosistemas y a falta de colecciones de datos. Por otro lado la escasez de datos de abundancias y de evaluaciones ha hecho que sea muy complicado llegar a determinar el BEA para los tiburones pelágicos.

Se ha recopilado información en la bibliografía sobre los hábitos alimenticios de estas especies así como los ejemplos encontrados de estudios del efecto de la reducción de las poblaciones de tiburones sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. También se han recopilado datos de ICCAT (Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico), UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), ICES (Consejo Internacional para la Exploración del Mar).

La evaluación de estas especies es fundamental para llegar a evaluar el cambio que se está produciendo en las comunidades marinas. Las actividades antropogénicas están alterando las abundancias de los depredadores de los niveles tróficos superiores (Hutchings & Baum, 2005). Se han agotado entre el 50 y el 70% de las especies de peces (Hilborn *et al.*, 2003; FAO, 2007). La magnitud de estos cambios tiene consecuencias ecológicas indirectas (May *et al.*, 1979; Dayton *et al.*, 1995; Botsford *et al.* 1997). Investigaciones ecológicas que han demostrado que los cambios en la abundancia de los depredadores pueden tener consecuencias de gran alcance en la estructura, funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas (Paine, 1969; Duffy, 2002). Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) las poblaciones de elasmobranchios del Atlántico Noreste y del Mediterráneo presentan los valores más altos de riesgo.

Entre las actividades humanas que más están afectando a la abundancia de grandes depredadores está la presión pesquera que durante los últimos 50 años se ha visto muy incrementada (Myers & Worm, 2003). Los tiburones son especialmente vulnerables a la presión pesquera debido a su lento crecimiento, edad de maduración tardía y bajas tasas de reproducción. El desconocimiento de las abundancias de estas especies antes de que la presión pesquera comenzara hace que sea aún más difícil evaluar la trayectoria de las poblaciones (Ferretti *et al.*, 2008).

Existen diferentes investigaciones acerca del efecto cascada que produce la reducción de los tiburones en los ecosistemas que están regulados mediante un control top-down. Baum y colaboradores realizaron en 2009 una revisión bibliográfica (Tabla 1) con ejemplos que evidencian el control top-down que ejercen grandes depredadores apicales que habitan en plataforma continental, mares y océanos abiertos. Su investigación determina como la reducción de estas especies ha producido un aumento de los depredadores intermedios y de invertebrados. Llegan a la conclusión de que el control top-down no se produce con la misma intensidad en todo el océano



ni en todos los ecosistemas, esto depende de las perturbaciones y de las abundancias de depredadores, así como de la propia estructura trófica de dicho ecosistema. La diversidad de depredadores modera el efecto cascada excepto allí donde la pesca no selectiva ha producido un descenso en el grupo funcional de los depredadores. En otros casos la sobreexplotación tanto de los depredadores como de las presas ha inhibido el efecto. El control top-down tiene importantes consecuencias socioeconómicas, de conservación y manejo de los invertebrados y de los depredadores medios. Es necesaria una investigación integradora para entender y prever el efecto en los ecosistemas de los cambios de la abundancia de depredadores.

**Tabla 1**

**Table 1.** Examples of recent (1998–2008) studies identifying top-down control by oceanic predators, including the predator and prey species, evidence used to identify top-down control, the change ( $\uparrow$  = increase,  $\downarrow$  = decrease) in predator abundance that triggered the top-down effect, and the inferred ecosystem effect (e.g. prey release: MR = mesopredator release or IR = invertebrate prey release; TC = trophic cascade; PD = prey (mesopredator and/or invertebrate) decline)

Ecosystem	Region	Predator-prey	Evidence	Change in predator abundance and driver	Inferred effect of top-down control	Refs
Open ocean	Central N Pacific	Sperm whales, swordfish, blue shark – large squid	Dynamic model (Ecosim), pre-exploitation food web reconstruction based on fisheries stock assessments	$\downarrow$ – Exploitation	MR: Dominance shift in apex predator guild to large squid	1
	Central N Pacific	Bilfish, sharks, yellowfin tuna – mahi-mahi, smaller tunas and other pelagic fishes	Dynamic model (Ecosim); same base EcoPath model as above; simulations of (i) increased fishing, and (ii) no fishing	(i) $\downarrow$ – Exploitation (ii) $\uparrow$ – cessation of exploitation produces eightfold blue marlin increase, two fourfold tuna and shark increase	(i) MR: Increases in mesopredators; (ii) PD: Small pelagic fishes decline; some predators decline after initial increases, due to their role as blue marlin prey	2
	Central Pacific	Tunas, bilfish, sharks – pelagic stingray, pomfret, skipjack tuna, snake mackerel	Comparison of 1950s survey with 1990s fishery catch rates	$\downarrow$ – Exploitation	MR: Increase in mesopredatory pelagic fishes	3
Seamount	Central Pacific: Northwestern Hawaiian Islands	Hawaiian monk seal – subphotic (300–500 m) fish assemblage	Fish surveys using submersibles and ROVs at 11 seamounts between 1998–2003	$\uparrow/\downarrow$ – Spatial variation across island	MR: Fish biomass density correlated with distance to seal colony and colony size, not with oceanic productivity, depth or substrate	4
Open ocean to coast	NW Atlantic: US E coast	Apex and near-apex predatory sharks – smaller elasmobranchs (skates, rays, sharks)	Meta-analysis of research surveys and fisheries catch rates (1970–2005), diet data	$\downarrow$ – Exploitation	MR: Four- to 10-fold increases in slope, shelf, coastal elasmobranchs	5
	NW Atlantic: North Carolina	Apex and near-apex predatory sharks – cownose ray – bay scallop	As above; long-term field sampling; controlled, replicated cownose ray enclosure experiments	$\downarrow$ – Exploitation	TC: Eightfold increase in cownose ray $\rightarrow$ bay scallop crash	5
	N Pacific: Aleutian Islands	Killer whale – sea otter – sea urchin – kelp	Long-term field observations (1970–1996), behavioural data, spatial contrast, consumption rates	$\downarrow$ – Killer whale predation reverses sea otter recovery from hunting	TC: Urchin overgrazing $\rightarrow$ up to ten times less kelp	6,7
Continental shelf	NE Pacific: Gulf of Alaska	Pacific cod – capelin and shrimp	Research survey and landings (1972–2005) pre- and post-1976/77 regime shift	$\uparrow$ – Climate-induced oscillation from bottom-up to top-down control	PD: Shift in community to groundfish dominance; prey poor state	8,9
	Gulf of Alaska	Groundfish – shrimp	Smallmesh trawl survey (1972–1997)	$\uparrow$ – Climate-induced	PD: Shrimp decline 95%	10
	NE Pacific: Central California	Humboldt squid – Pacific hake	Monthly deep-water videos (1989–2005), pre- and post-squid invasion	$\uparrow$ – Range expansion after predators/competitor (tuna bilfish) depletion, & climate change	PD: Prey abundance suppressed when squid present	11
	N Pacific: Chirikov Basin, Bering Sea	Gray whales – amphipod amphipods	Gray whale trends, amphipod biomass (1986–88, 2002–03), oceanographic and oceanographic data	$\uparrow$ Recovery from hunting	PD: almost 50% prey biomass decline, mainly due to loss of largest size classes	12
	N Pacific: Bristol Bay, Bering Sea	Pacific cod & yellowfin sole – red king crab	Research survey (1972–2004), diet data	$\uparrow$ – Strong year classes	PD: reduction in red king crab; Five other crab species not linked to predator; climate forcing important	13

© 2009 The Authors. Journal compilation © 2009 British Ecological Society, *Journal of Animal Ecology*



Table 1. Continued

Ecosystem	Region	Predator-prey	Evidence	Change in predator abundance and driver	Inferred effect of top-down control	Refs
Continental shelf (cont'd)	NW Atlantic: E Scotian Shelf	Cod & other benthic fishes – snow crab, shrimp, small pelagic fish – zooplankton – phytoplankton	Research survey & landings (1965–2002), patchy plankton data, oceanographic data	↓ – Exploitation	TC: dominance shift from piscivores to macroinvertebrates, small pelagic fishes → plankton shift	14,15
	NW Atlantic: W Scotian Shelf & Georges Bank	Cod and other groundfish – silver hake, redfish, yellowtail & winter flounder	Research surveys & landings (1970–2005), diet data	↓ – Exploitation	MR: prey increases (also competitive release)	16,17
	NW Atlantic: Newfoundland	Cod (& other benthic fishes, harp seals) – capelin – zooplankton – phytoplankton	Research survey & landings (1967–1998), oceanographic and patchy plankton data	↓ – Exploitation	MR: increase in capelin biomass; possible TC involving plankton	18
	NW Atlantic	Cod – snow crab	Meta-analysis of research surveys (~1970–2000) from 10 regions	↓ – Exploitation	IR: general increase in crab biomass	19
	NW Atlantic: Gulf of Mexico	Great sharks – smaller elasmobranchs (Atlantic angel shark, spinyfin skate, smooth dogfish)	Research surveys (1972–2002)	↓ – Exploitation	MR: increase in deepwater prey; fishing inhibits response of coastal prey	20
	N Atlantic	Cod and other benthic fishes – small pelagic fishes	Meta-analysis of research surveys (1970–1994) from nine regions; landings, chlorophyll, & temperature data	↓ – Exploitation	MR: in northern regions; bottom-up control in southern regions	21
	N Atlantic	Cod – shrimp	Meta-analysis of research survey, fisheries assessment and standardized catch rate data (1970–2000) from nine regions, temperature data	↓ – Exploitation	IR: general increase in shrimp biomass, weaker at southern range limits	22
	NE Atlantic: Celtic Sea NE Atlantic: North Sea Arctic Ocean: Barents Sea	Largest size classes of fish – smallest size classes of fish Largest size classes of fish – smallest size classes of fish Fishery, cod, herring – capelin	Size structure analysis of research survey data (1987–2003) Size structure analysis of survey data (1977–2000) Mechanistic models of capelin abundance based on acoustic surveys (capelin, herring), VPA model (cod), harvest for 1973–2001; simulations	↓ – Size-selective exploitation of large fishes ↓ – Size-selective exploitation of large fishes ↑/↓ – Fluctuations over time	MR: increased abundance of smallest size classes of fish MR: increased abundance of smallest size classes of fish PD: Harvest, herring competition and larval predation cause capelin to collapse (95%) twice; Cod inhibits recovery by depensation	23 24 25
Continental shelf to coast	Antarctica: W Ross Sea	Adelie penguins, minke & killer whales – Antarctic silverfish, krill – diatoms	Long-term (1996–2005) field observations, 'natural experiments'	↑ – High seasonal abundance of mobile top predators	TC: seasonal decrease in prey → phytoplankton ungrazed	26
	S Atlantic: South Georgia	Leopard seal – fur seal	Long-term census & field observations (9 years), spatial contrast, demographic model	Presence vs. absence of apex predator	MR: fur seal population recovery only where apex predator is absent	27
Continental shelf, offshore or upwelling	N Atlantic and NE Pacific	Small pelagic fish – zooplankton – phytoplankton	Meta-analysis of fish, zooplankton, phytoplankton, nutrients using time series ( $n = 7-45$ years) from 20 areas	↑/↓ – Varied by area	PD: zooplankton decline when fish abundant, little response in phytoplankton	28
	South Africa, Ghana, Japan, Black Sea	Small pelagic fish – zooplankton	Time series ( $n = 24-45$ years) of pelagic fish catch data, zooplankton biomass or abundance	↑	PD: top-down effects in these areas; not in California Current; bottom-up control of planktivores	29

Table 1. Continued

Ecosystem	Region	Predator-prey	Evidence	Change in predator abundance and driver	Inferred effect of top-down control	Refs
Semi-enclosed sea	Baltic Sea	Cod – sprat – copepod	Time series (1974–2005) modelling using multispecies virtual population analyses (MSVPA) for cod, sprat; plankton samples and proxies; hydrographic and climatic data	↓ – Low salinity & exploitation	TC: increase in sprat depletes one copepod species, shifting dominance to another copepod. Temperature and salinity driving forces	30
		Seals (and other marine mammals) – cod – clupeids (herring, sprat)	Dynamic model (Ecosim) for 1900–2000 based on biomass estimates and hindcasts	↓ – 1. Hunting, pollution nearly eliminate marine mammals 2. Cod exploitation and low recruitment due to low salinity and oxygen	MR: cod increase follows seal depletion; four-fold sprat increase follows subsequent cod overfishing. Eutrophication also important	31
		Cod – clupeids (herring, sprat)	Dynamic model (Ecosim) for 1974–2000 based on MSVPAs	↓ – Exploitation	MR: Cod top-down control on sprat, but not herring	32
Enclosed sea	Black Sea	Bonito, mackerel, bluefish – horse mackerel, sprat, anchovy, jelly-fish – zooplankton – phytoplankton	Research survey and landings (late 1950s–2001), hydrographic and climate data; dynamic model (Ecosim)	↓ – Exploitation	TC: Mesopredator release and jellyfish invasion → twofold decline in zooplankton, doubling of phytoplankton biomass; Eutrophication and climate important	33–35

References: 1, Essington 2007b; 2, Kitchell *et al.* 2006; 3, Ward & Myers 2005; 4, Parrish 2008; 5, Myers *et al.* 2007; 6, Springer *et al.* 2003; 7, Estes *et al.* 1998; 8, Litnov & Ciannelli 2007; 9, Mueter & Norcross 2000; 10, Anderson & Platt 1999; 11, Zeidberg & Robison 2007; 12, Coyle *et al.* 2007; 13, Zheng & Kruse 2006; 14, Frank *et al.* 2005; 15, Choi *et al.* 2004; 16, Shackell *et al.* 2007; 17, Fogarty & Murawski 1998; 18, Carscadden *et al.* 2001; 19, Myers *et al.* unpublished; 20, Shepherd & Myers 2005; 21, Frank *et al.* 2006; 22, Worm & Myers 2003; 23, Blanchard *et al.* 2005; 24, Daan *et al.* 2005; 25, Hjermann *et al.* 2004; 26, Ainley *et al.* 2006; 27, Boveng *et al.* 1998; 28, Micheli 1999; 29, Cury *et al.* 2000; 30, Möllmann *et al.* 2008; 31, Österblom *et al.* 2007; 32, Harvey *et al.* 2003; 33, Oguz & Gilbert 2007; 34, Daskalov *et al.* 2007; 35, Daskalov 2002.



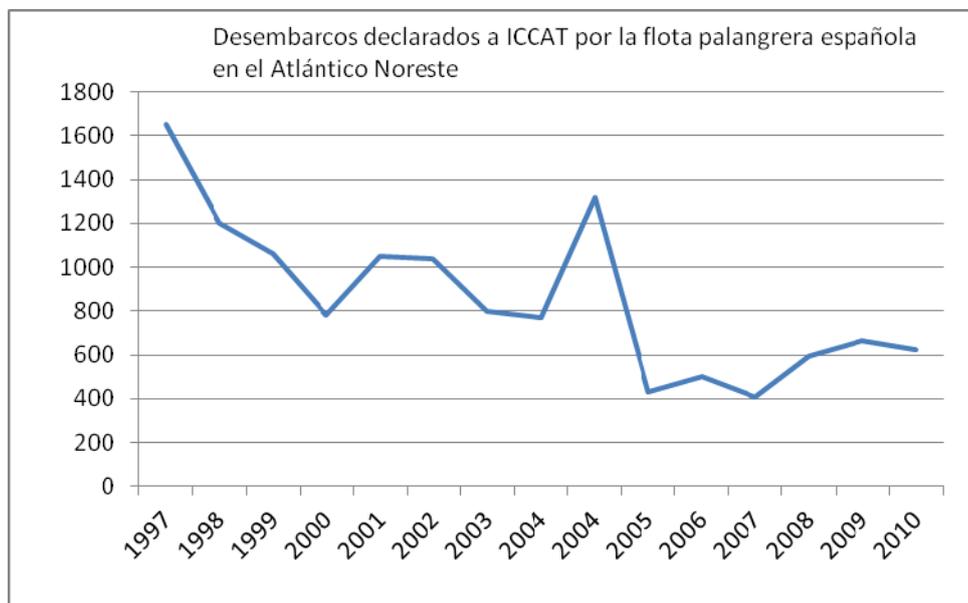
Es importante también tener en cuenta que además de la presión pesquera otras variables como los modelos bioenergéticos y demográficos están afectando a la estructura de los ecosistemas. Es importante tener en cuenta que las relaciones depredador-presa también responden a una estructura de tallas. El efecto sobre el reclutamiento de los depredadores es un factor a estudiar en los cambios en la cadena trófica. Estas especies no pueden ser manejadas de forma aislada.

Como ya se ha mencionado anteriormente una de las principales razones de la reducción de las poblaciones de tiburones es la presión pesquera. El Atlántico Norte y el Mediterráneo presentan una larga historia de explotación pesquera (Lotze *et al.*, 2006). En ambas regiones se ha producido una reducción de las capturas de elasmobranchios lo cual puede estar relacionado con el descenso de sus poblaciones (Ferretti *et al.*, 2008).

No obstante de la base de datos de ICCAT y de las evaluaciones realizadas por el comité de dicho organismo se han obtenido los siguientes datos:

### ***Isurus oxyrinchus***

Desde finales de los años 90 las toneladas desembarcadas por palangreros españoles que operan en el Atlántico de ido reduciendo, no obstante en los últimos años parece haberse estabilizado esta tendencia (Figura VIII. 1).



**Figura VIII. 1.** Desembarcos declarados por ICCAT por la flota palangrera española en el Atlántico Noreste.

En el Atlántico Norte el marrajo ha experimentado una reducción de la abundancia entre el 33 y el 50%. Los datos de captura se deben a la pesca accidental de las flotas palangreras. Las capturas accidentales en el entorno del estrecho de Gibraltar se



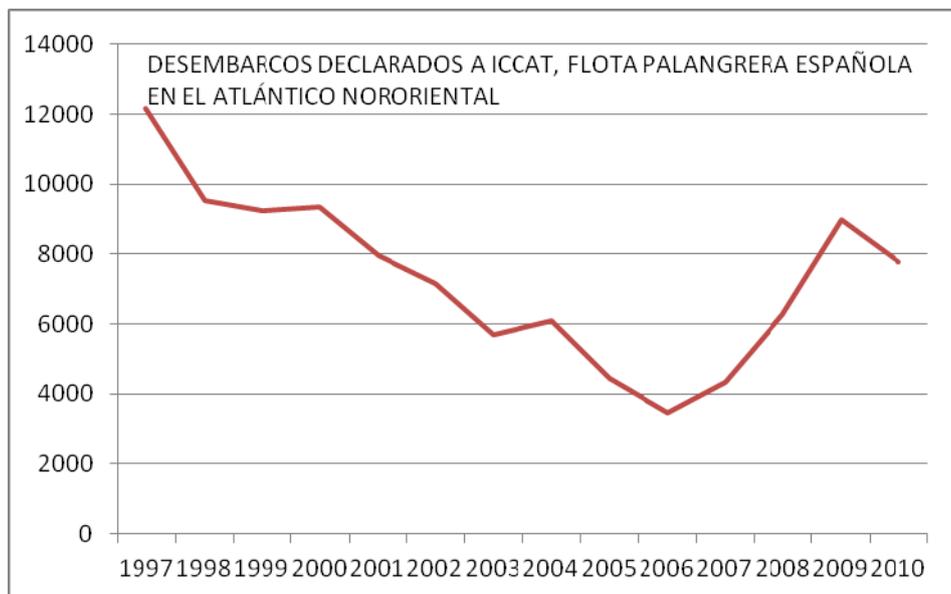
producen por el palangre dirigido al pez espada y son de individuos juveniles lo cual sugiere que esta puede ser una zona de cría.

Las estimas de la reducción del la biomasa del stock se basan en el descenso de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (ICCAT, 2004). Se estima con esto una reducción del 50%. Los modelos demográficos sugieren una reducción del tamaño del stock en torno al 80% de las condiciones iniciales aunque otros enfoques estiman una reducción del 30% respecto a las condiciones de 1950. Para la flota palangrera española dirigida al pez espada que opera en el Atlántico y en el Pacífico, el marrajo supone entre un 9,5 y un 10% de las capturas (Mejuto *et al.*, 2002, 2005, 2006, 2007).

Para la evaluación del stock se han realizado estimaciones con dos modelos de producción excedente. Los resultados con el modelo BSP estiman que la mortalidad por pesca (F) está por encima de la mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (RMS) lo cual produce un descenso de la biomasa. El modelo de producción estructurado por edad, ASPM y el modelo de producción estructurado por edad sin captura. Las conclusiones son que el stock se ha podido reducir en un 50 % respecto a las condiciones sin explotar que serían los niveles de biomasa del stock en los años 50. Así mismo los valores de F (mortalidad por pesca) están por encima del Rendimiento Máximo Sostenible. También existe la posibilidad de que la biomasa del stock esté por debajo de la que permite el RMS.

### ***Prionace glauca***

Entre 1997 y 2006 se ha producido un descenso progresivo en las capturas de tintorera en palangreros españoles del Atlántico. Entre 2006 y 2009, esta tendencia cambió aumentando las toneladas declaradas para posteriormente volver a descender (Figura VIII. 2).



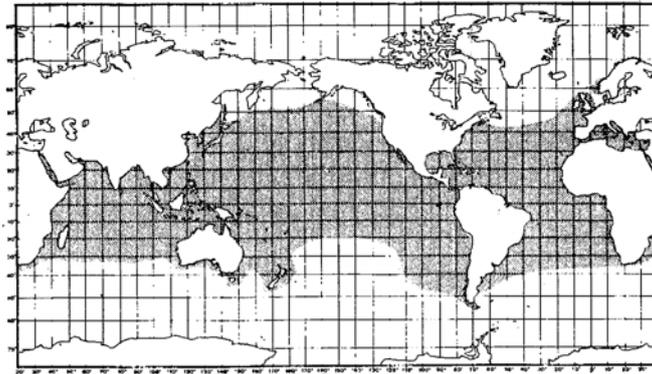
**Figura VIII. 2.** Desembarcos declarados por ICCAT por la flota palangrera española en el Atlántico Nororiental.



## Descripción de los tiburones pelágicos.

### *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810

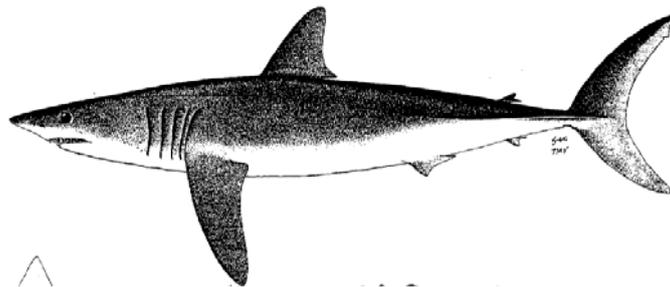
Distribución geográfica. Es una especie oceánica y pelágica que se distribuye entre las latitudes 50°N y 50°S en el Atlántico (incluido el Mediterráneo) y Pacífico. Habita desde la superficie oceánica hasta los 152, de profundidad. Se trata de una especie altamente migratoria, apenas existen datos para la población del Mediterráneo, en cambio la población del Atlántico Norte está más estudiada. Se ha descartado la posibilidad de que la especie realice migraciones trasatlánticas (ICCAT).



### Biología.

Es ovovivíparo y se alimenta de una amplia variedad de presas. Los estudios realizados sobre contenidos estomacales de marrajos determinan que sus presas mayoritarias son los peces teleósteos y cefalópodos (Stillwell & Kohler, 1982; Stevens, 1984).

La talla máxima de la especie es de 394 cm, posiblemente alcance los 4m. La talla de madurez de los machos es de 195 cm pudiendo llegar hasta los 284cm. Las hembras alcanzan la madurez a los 280cm alcanzando hasta los 394cm.



### Estado de las poblaciones.

Las poblaciones del Atlántico Noreste y del Noroeste presentan diferenciaciones genéticas que son más acusadas al comparar el ADN mitocondrial que al comparar el ADN nuclear, lo cual sugiere que entre los machos sí que se pueda existir mezcla entre ambas poblaciones (Heist *et al.* 1996, Schrey & Heist 2002). De todos modos a nivel de gestión de los stocks no se tienen en cuenta estas mezclas y se considera la existencia



de tres stocks, el del Atlántico Norte, Atlántico Sur y Mediterráneo (Anonymous, 2005). Para este último stock el comité de ICCAT aún no ha realizado una evaluación.

### Principales Impactos y Amenazas

Esta especie es explotada principalmente con palangre de superficie por la calidad de su carne. Las pesquerías más significativas de esta especie suceden en el Mediterráneo, oeste de África, Cuba, Golfo de México y Caribe. El aceite también es un producto que se extrae del marrajo.

### Estatus de conservación.

Esta especie está clasificada como vulnerable por la unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza debido a la reducción del tamaño de sus poblaciones por encima del 30% en los últimos 10 años (o tres generaciones) basándose en los índices de abundancia y niveles actuales de explotación. También por la estima de la reducción de las poblaciones por encima del 30% para los próximos 10 años.

La gestión de los stocks de esta especie pasa por aumentar el control de la presión pesquera ejercida sobre esta especie, reduciendo el esfuerzo pesquero. Aumentar la cooperación entre los estados para garantizar la eficacia de las medidas de gestión propiciando las evaluaciones de stock y coordinando programas de conservación.

## ***Prionace glauca* (Linnaeus, 1758)**

### Distribución geográfica.

Es una de las especies de tiburón con el rango de distribución más amplio. Se encuentra en aguas templadas y tropicales entre las latitudes 60°N y 50°S. Es una especie oceánica y pelágica que se distribuye desde la superficie hasta los 600 m de profundidad en aguas entre los 12-20°C (Last & Stevens, 1994). Sigue patrones migratorios relacionados con la reproducción y el alimento. Los ejemplares inmaduros de menor tamaño se encuentran en el Mediterráneo y Atlántico noreste y noroeste. Los ejemplares maduros de mayor tamaño se encuentran principalmente en el Atlántico Sur. A efectos de evaluación se consideran dos poblaciones del Atlántico Norte y del Mediterráneo forman un único stock.

### Biología.

La L50 de esta especie (talla a la que nos encontramos el 50% de las hembras maduras) es de 218cm. Las edad de madurez son 5-7 años para las hembras y 4-6 para los machos. El periodo de reproducción es estacional dándose en primavera y verano (Stevens, 1975; Cailliet *et al.*, 1983; Nakano 1994).

Se alimenta principalmente de peces pelágicos y cefalópodos, aunque también tiene un comportamiento carroñero hacia otros elasmobranquios, mamíferos y aves (Compagno, 1984).



### Estado de las poblaciones.

El modelo de producción excedente BSP estima que en el Atlántico Norte (y Mediterráneo) la abundancia de la población probable se sitúa por encima de la Biomasa que permite en rendimiento Máximo Sostenible, así como la mortalidad por pesca (F) se encuentre también por debajo de FRMS. Se puede concluir por tanto que el stock de tintorera del Atlántico Norte no está sobreexplotado.

### Estatus de conservación.

Clasificada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como casi amenazada. Desde hace unos años son varios los países que han establecido cuotas para la pesca de esta especie como es el caso de Canadá desde 1995 (Hurley, 1998); Australia desde 1991 y desde 1993 en aguas del Atlántico se regula a través del Plan para el manejo de la pesca para tiburones en el océano Atlántico.

### Principales presiones e impactos.

La tintorera no suele ser especie objetivo, sus interacciones con la pesca se deben a las capturas accidentales especialmente con palangre de superficie y redes de deriva. Una de las mayores dificultades para evaluar el estado de las poblaciones de tintorera es que muchas de estas capturas accidentales no son registradas.

En España la tintorera ha sido especie objetivo en temporadas de palangre de superficie dirigidas a juveniles entre 50 y 150 cm en el Atlántico (A. Kingman pers. comm.). Además las pesquerías de palangre de superficie dirigido a pez espada tienen como especie objetivo alternativa esta especie.

Apenas hay evaluaciones de esta especie que muestren un descenso en las poblaciones en el Atlántico o en el Índico en cambio en el Pacífico norte se estima una reducción de las poblaciones de *Prionace glauca* del 20% (Nakano, 1996).

## ***Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788)**

### Distribución geográfica.

Especie oceánica epipelágica de aguas templadas y subtropicales habita desde la superficie hasta los 350-400 m de profundidad. Suele desplazarse a zonas costeras para la reproducción. Se han identificado zonas costeras de reproducción en el mar Adriático, mar de Alborán, noreste Atlántico, al sur de California, Suráfrica y posiblemente en bahías poco profundas donde se han encontrado tiburones de talla pequeña (Moreno *et al.*, 1989; Compagno, 2001; S.E. Smith pers. comm.).

### Biología.



Especie ovovivípara, se alimenta principalmente de cardúmenes de peces como caballas, clupeidos, peces linterna, y también de calamares, pulpos y crustáceos.

#### Estado de las poblaciones.

Se han producido importantes descensos en sus poblaciones allí donde han sido sobreexplotada. Para el periodo 1986-2000 el registro de captura por unidad de esfuerzo en el Atlántico Noroccidental y Centro-Occidental se ha reducido entre un 63 y un 80%.

En el Mediterráneo tanto adultos como juveniles son víctimas del by-catch en palangre, cerco y pesca deportiva (Lipej *et al.*, 2004). Esta especie presenta áreas de cría en el mar de Alborán donde se han visto grupos de hembras grávidas en el estrecho de Gibraltar (Moreno & Morón, 1992). En esta región se produjo un aumento de la presión pesquera por parte de la flota marroquí que pescaba el pez espada con redes de deriva en torno al año 2000 (Tudela *et al.*, 2005).

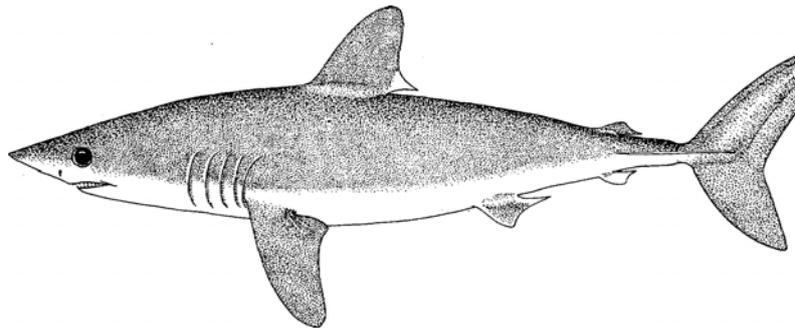
Las capturas y los tamaños corporales de esta especie han disminuido anualmente como resultado de la mortalidad por pesca y esto puede estar afectando a los stocks en el Mar de Alborán. La presión de la pesca pelágica es alta y continua en el Mediterráneo (Tudela, 2004; Megalofonou *et al.* 2000), aunque la legislación española prohíbe los desembarcos de esta especie desde 2010 en puertos de las demarcaciones del Golfo de Cádiz, Mar de Alborán y levantino-balear.

El palangre dirigido a la pesca del atún y pez espada es la principal causa de mortalidad (by-catch) de esta especie en el Atlántico Nororiental. La información para esta especie en esta región es muy incompleta.

#### Estatus de conservación

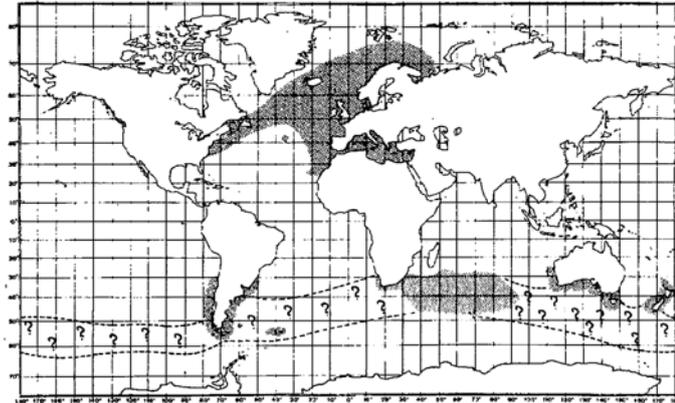
Está catalogada como especie vulnerable por la UICN, de tipo A2bd (reducción del tamaño de la población por encima del 30% en los últimos 10 años con causas que no cesan, o son desconocidas o no son reversibles) en el Atlántico Nororiental y de tipo A3db (reducción del tamaño de la población por encima del 30% estimada para los próximos 10 años) en el Mediterráneo. A nivel de gestión se consideran las poblaciones del Mediterráneo y del Atlántico Nororiental como un único stock (ICES 2007).

### ***Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788)**



### Distribución.

Especie costera y oceánica que se distribuye por el Atlántico occidental, Atlántico este, Mediterráneo, Océano Índico central, Pacífico Suroccidental, en aguas con temperaturas inferiores a los 18°C.



### Biología.

Especie ovovivípara, alcanza la madurez a los 5 años y puede vivir entre 20 y 30 años. Se alimenta de cardúmenes de pequeños pelágicos como caballas, sardinas y arenques. También bacalao, merluza, abadejo, congrio, calamares, etc.

Alcanza una talla máxima de 300 cm, pudiendo llegar a los 370 cm. Los machos adultos alcanzan una talla media de 219-262 cm y las hembras entre 152-219cm

### Estatus de conservación.

Clasificada como en peligro crítico tipo A2bd (reducción del tamaño de la población por encima del 80% en los últimos 10 años y la reducción o sus causas sean desconocidas, irreversibles o no cesan basándose en los índices de abundancia y en los niveles actuales de explotación) según la IUCN.

### Presiones e impactos.

Esta especie es especialmente vulnerable debido al interés comercial tanto de los adultos como de los juveniles. Ha sido sobreexplotada tanto en el Atlántico Noroccidental como en el Nororiental por la pesca de palangre. Las poblaciones de Atlántico norte y del Mediterráneo están segregadas por talla y sexo. Los ejemplares adultos son muy raros en el Mediterráneo lo que sugiere que ésta sea una zona de cría para la especie.



## Referencias

- Anonymous, 2005. Report of the 2004 Inter-sessional Meeting of the ICCAT Subcommittee on By-catches: shark stock assessment. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58(3): 799-890.
- Botsford, L.W., Castilla, J.C. & Peterson, C.H. (1997) The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, 277: 509–515.
- Cailliet G., Martin, L., Harvey, J., Kusher, D. & Welden B. (1983). Preliminary studies on the age and growth of blue, *Prionace glauca*, common thresher, *Alopias vulpinus*, and shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, sharks from California waters. U.S. Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS*, 8: 179-187.
- Compagno L.J.V. 1984. FAO Species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species know to date. FAO Fish. Synop., (125) Vol.4.
- Compagno, L.J.V. 2001. *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date*. Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 1. Rome. 269 pp.
- Dayton, P.K., Thrush, S.F., Agardy, M.T. & Hofman, R.J. (1995) Environmental effects of marine fishing. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, 5: 205–232.
- Duffy, J.E. (2002) Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos*, 99: 201–219.
- FAO (2007) The state of world fisheries and aquaculture 2006. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Ferretti, F., Myers, R.A., Serena, F. & Lotze, H.K. (2008). Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. *Conservation Biology*, 22(4): 952-964.
- Heist, E.J., Musick, J.A., and Graves, J.E. (1996). Genetic population structure of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) inferred from restriction fragment length polymorphism analysis of mitochondrial DNA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 583–588.
- Hurley P.C.F.(1998) A review of the fishery for pelagic sharks in Atlantic Canada. *Fish. Res.* 39: 107-113.
- Hilborn, R., Branch, T.A., Ernst, B., Magnusson, A., Minte-Vera, C.V., Scheuerell, M.D. & Valero, J.L. (2003) State of the World's Fisheries. *Annual Review of Environment and Resources*, 28: 359–399.
- Hutchings, J.A. & Baum, J.K. (2005) Measuring marine fish biodiversity: temporal changes in abundance, life history and demography. *Philosophical*



*Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360: 315–338.

- ICCAT (2004). Report of the 2004 inter-sessional meeting of the ICCAT Subcommittee on by-catches: shark stock assessment. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 57.
- Last, P.R. & Stevens, J.D. (1994). *Sharks and Rays of Australia*. CSIRO, Australia.
- Lipej, L., De Maddalena, A. & Soldo, A. (2004).. *Sharks of the Adriatic Sea*. Knjiznica Annales Majora,, Koper.
- Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H. & Jackson, J.B.B. (2006). Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* 312:1806–1809.
- May, R.M., Beddington, J.R., Clark, C.W., Holt, S.J. & Laws, R.M. (1979) Management of multispecies fisheries. *Science*, 205: 267–277.
- Megalofonou, P., Damalas, D., Yannopoulos, C., de Metrio, G., Deflorio, M., de la Serna, J.M. & Macias, D. (2000). By-catches and discards of sharks in the large pelagic fisheries in the Mediterranean Sea. Final report of the project no 97/50 DG XIV/C1. Community of Mediterranean Universities, Bari, Italy.
- Mejuto, J., Garcia-Cortés, B. & de La Serna, J.M. 2002. Preliminary scientific estimations of by-catches landed by the spanish surface longline fleet in 1999 in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Col. Vol. Sci. Pap., ICCAT* 54(4): 1150-1163.
- Mejuto J., García-Cortés B., de la Serna J. M. and Ramos-Cartelle, A. 2005. Scientific estimations of bycatch landed by the Spanish surface longline fleet targeting swordfish (*Xiphias gladius*) in the Atlantic Ocean: 2000?2004 Period. *Col. Vol. Sci. Pap., ICCAT* 59(3): 1014-1024.
- Mejuto, J., García-Cortés, B., de la Serna, J.M. & Ramos-Cartelle, A. (2006). Scientific estimations of by-catch landed by the Spanish surface longline fleet targeting swordfish (*Xiphias gladius*) in the Atlantic Ocean: 2000–2004 period. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. *Collective Volume of Scientific Papers* 59:1014–1024.
- Mejuto, J., García-Cortés, B., Ramos-Cartelle, A. & Ariz, J. (2007). Preliminary Overall Estimations of Bycatch Landed by the Spanish Surface Longline Fleet Targeting Swordfish (*Xiphias gladius*) in the Pacific Ocean and Interaction with Marine Turtles and Sea Birds: years 1990-2005. Inter-American Tropical Tuna Commission Working Group on Bycatch, 6th Meeting BYC-6-INF A. La Jolla, California, USA.
- Moreno, J.A., Parajúa, J.I. y Morón, J. (1989). Biología reproductiva y fenología de *Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1788) (Squaliformes: Alopiidae) en el Atlántico nororiental y Mediterráneo occidental. *Scientia Marina*, 53(1): 37-46.



- Moreno J.A. & Morón, J. (1992). Reproductive biology of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus* (Lowe 1839). *Journal of Marine & Freshwater Research*, 43: 77-86.
- Myers, R.A. & Worm, B. (2005) Extinction, survival, or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 360: 13–20.
- Nakano, H. (1994). Age, reproduction and migration of blue shark in the North Pacific Ocean. *Bulletin of the National Research Institute of Far Seas Fisheries*, 31: 141–256.
- Nakano, H. (1996). Distributions of pelagic elasmobranchs in the North Pacific Ocean. Resources and Conservation of Elasmobranchs, *Kaiyo Monthly*, 28(7): 407–415.
- Paine, R.T. (1969) A note on trophic complexity and community stability. *American Naturalist*, 103: 91–93.
- Schrey, A.W. & Heist, E.J. (2002). Microsatellite markers for the shortfin mako and cross-species amplification in Lamniformes. *Conserv. Genet.* 3: 459–461.
- Stevens, J.D. (1975). Vertebral rings as a means of age determination in the blue shark (*Prionace glauca* L.). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 55: 657–665.
- Stevens, J.D. (1984). Biological observations on sharks caught by sport fishermen off New South Wales. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 35: 573-590.
- Stevens, J.D., Bonfil, R., Dulvy, N. & Walker, P. (2000). The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 476–494.
- Stillwell, C.E. & Kohler, N.E. (1982). Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39: 407-414.
- Tudela, S. 2004. Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. Studies and reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean, Food and Agriculture Organization, Rome.
- Tudela, S., Kai Kai, A., Maynou, F., El Andalossi, M. & Guglielmi, P. 2005. Driftnet fishing and biodiversity conservation: the case study of the large-scale Moroccan driftnet fleet operating in the Alboran Sea (SW Mediterranean). *Biological Conservation*, 121: 65-78.