



ESTRATEGIA MARINA
DEMARCACIÓN MARINA SUDATLÁNTICA
PARTE IV. DESCRIPTORES DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL
DESCRIPTOR 6: FONDOS MARINOS
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:

- Luis Silva
- Yolanda Vila
- Alberto Serrano
- Antonio Punzón
- Olvido Tello

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Miguel Cojan
- Enaitz Aguirre
- José Manuel González-Irusta

CARTOGRAFÍA DIGITAL INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

Olvido Tello

Asistencia Técnica TRAGSATEC S.A.:

- Carolina Sánchez
- Carmen Díaz
- Colaboración: Nuria Hermida Jiménez y Elena Pastor Garcia, en el marco del proyecto IDEO (Infraestructura de Datos Espaciales) del IEO, han participado en la elaboración, corrección y actualización de capas GIS que fueron utilizadas en la elaboración de la cartografía para los diferentes descriptores.

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA

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 6: FONDOS MARINOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR.....	2
1.1. Interpretación del descriptor	2
1.1.1. Criterios e indicadores aplicables.....	3
1.1.2. Ámbito y limitaciones.....	7
1.1.3. Escala espacial y temporal	8
1.1.4. Nexos y solapamientos con otros descriptores	8
1.1.5. Principales presiones e impactos	8
1.1.6. Fuentes de información	18
1.1.7. Legislación y convenios internacionales relacionados con el descriptor.....	19
2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL	19
2.1. Conceptos clave	19
2.2. Elementos de evaluación	20
2.2.1. Identificación y selección de hábitats	20
2.2.2. Distribución de los hábitats.....	21
2.2.3. Presiones	21
2.3. Determinación de niveles de referencia o de base	22
2.4. Evaluación del estado actual. Principales actividades, presiones e impactos	23
2.4.1. Criterio 6.1. Daños físicos en relación con las características del sustrato	23
2.4.2. Criterio 6.2. Estado de la comunidad bentónica.....	31
2.5. Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento	33
2.5.1. Lagunas de información y conocimiento	33
2.5.2. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento.....	35
3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL	39
Referencias.....	40



DESCRIPTOR 6

1. INTRODUCCIÓN AL DESCRIPTOR

Interpretación del descriptor. Criterios e indicadores aplicables. Ámbito y limitaciones. Escala espacial y temporal. Nexos y solapamiento con otros descriptores de estado ambiental. Principales presiones e impactos

1.1. Interpretación del descriptor

La Directiva Marco sobre la Estrategia Marina y la Ley de protección del medio marino establecen para este descriptor la siguiente definición:

“La integridad de los fondos marinos se encuentra en un nivel que garantiza que la estructura y las funciones de los ecosistemas están resguardadas y que los ecosistemas bentónicos, en particular, no sufren efectos adversos”

La interpretación de los términos que contiene dicho descriptor se desarrolló en el Grupo de Trabajo 6 de la DMEM, organizado por el JRC y el ICES, y se encuentra recogida en su informe conjunto (Rice *et al.*, 2010), desarrollados también en una publicación científica paralela (Rice *et al.*, 2011).

El término “fondos marinos” incluye tanto la estructura física como la composición biótica de las comunidades bentónicas. En este sentido son de especial relevancia aquellos organismos bioconstructores o generadores de hábitats que modifican la estructura de los fondos marinos (Buhl-Mortensen *et al.*, 2010).

La expresión “integridad” hace referencia a la preservación de la conectividad espacial, a que los hábitats no estén artificialmente fragmentados, y al funcionamiento natural de los procesos de los ecosistemas. Áreas de alta integridad respecto a ambas propiedades son consideradas “resilientes”, o dicho de otra forma, áreas donde las actividades humanas llegan sólo a producir alteraciones no permanentes, sin que el daño se transmita a través de los componentes del ecosistema. En ese sentido, “no sufrir efectos adversos” significa que los impactos existen, pero que son sostenibles para los niveles naturales de diversidad y productividad, y los procesos no están degradados.

Ya en el documento del grupo de trabajo (Rice *et al.*, 2010) se reconoce que existe una gran incertidumbre científica sobre muchos aspectos de la ecología bentónica y de las tolerancias de los ecosistemas bentónicos a las perturbaciones, que se añade a la diversidad de



características que presentan tanto los ecosistemas bentónicos como las presiones humanas. Por tanto, la evaluación del BEA requiere de la integración de estudios locales donde se refleje la distribución en mosaico de los ecosistemas bentónicos y de las presiones, siendo las escalas regionales demasiado amplias para el cumplimiento de los objetivos.

Las limitaciones de información disponible sobre características de los fondos, bióticas y abióticas, de la tipología y distribución espacial de las presiones, y de las respuestas de los organismos bentónicos a esas presiones, han obligado a una limitación equivalente en el enfoque de este descriptor. Siguiendo los pasos del documento de trabajo citado (Rice *et al.*, 2010) la medida del BEA para la “integridad de los fondos marinos” sigue los tres siguientes pasos:

- Identificación de las estructuras ecológicas y funciones de especial importancia: en nuestro caso identificación de los fondos marinos ocupados por hábitats considerados biogénicos o de especial vulnerabilidad, a partir de la lista de todos los hábitats obtenida en el descriptor 1.
- Identificación de las presiones humanas cuyos impactos pueden alcanzar niveles que degraden el estado ambiental. Se ha hecho especial hincapié en las actividades pesqueras. Además se ha recopilado toda la información disponible sobre otras presiones.
- Para los diferentes componentes del ecosistema y presiones, se ha realizado una identificación de atributos e indicadores para evaluar el estado. Se han desarrollado indicadores basados en el área de cobertura de los hábitats, como el porcentaje de área afectado por presiones. En los indicadores derivados de la especie y/o especies bioconstrutoras, se han utilizado diversos índices incluyendo índices ecológicos (riqueza y diversidad) y de tolerancia a las actividades humanas.

1.1.1. Criterios e indicadores aplicables

A partir de las conclusiones de los Grupos de Trabajo organizados por JRC e ICES para los diferentes descriptores incluidos en la DMEM, y de las consultas a los organismos competentes y convenciones marinas regionales, la Comisión Europea publicó la Decisión 2010/477/UE de septiembre de 2010. En ella se establecieron los criterios y estándares metodológicos a considerar en relación con el buen estado ambiental (BEA). Según dicho documento, para el Descriptor 6, deberían tenerse en cuenta dos criterios y seis posibles indicadores:

Criterio 6.1. Daños físicos en relación con las características del sustrato

Su objetivo es evaluar la magnitud de los impactos producidos por las actividades humanas en los sustratos del fondo marino que estructuran los hábitats bentónicos. Entre los distintos tipos de sustratos, los biogénicos (que es producido por la acción de un organismo vivo), que



son los más sensibles a las perturbaciones físicas, desempeñan una serie de funciones que sirven de apoyo a los hábitats y comunidades bentónicas.

Indicador 6.1.1. Tipo, abundancia, biomasa y extensión del sustrato biogénico relevante.

- Indicador principal: porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico
 - Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia de cuadrículas ocupadas por sustrato biogénico (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos)

- Indicador principal: área ocupada por cada tipo de hábitat biogénico/vulnerable
 - Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia por cuadrícula de cada hábitat biogénico/vulnerable (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos)

- Indicador principal: biomasa por unidad de superficie de la especie estructurante /bioconstructora por hábitat

Este criterio se ha abordado en coordinación con el descriptor 1 (criterios 1.4 y 1.5), como área de distribución de aquellos hábitats listados como vulnerables en directivas, convenios y comisiones. Por tanto se ha identificado “sustrato biogénico relevante” con “hábitats biogénicos” e incluyendo una dimensión de conservación, aquellos incluidos en directivas (en la Demarcación Sudatlántica: OSPAR y Directiva de Hábitats).

Como resultado del Descriptor 1- Nivel de hábitats, se ha generado una lista de hábitats presentes en la demarcación (ver Anexo V- Fichas de hábitats, del Documento D1), incluidos los biogénicos. La información disponible de cada hábitat es muy variable (ver apartado 1.2), por lo que sólo en algunos hábitats se dispone de información sobre tipo, abundancia, biomasa y extensión.

Indicador 6.1.2. Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos.

- Indicador principal: porcentaje de área ocupada por cada tipo de hábitat biogénico/vulnerable afectado por impactos significativos de una presión determinada.
 - Indicador secundario: porcentaje de cuadrículas del hábitat biogénico/vulnerable (en caso de que no se disponga de cartografiados continuos) afectadas por impactos significativos de una presión determinada.

De aquellos hábitats de los que se dispone de área de distribución, se evalúa la superficie de solapamiento con el área de afección de presiones e impactos humanos. Se ha definido una gradación en los niveles de presión, y se han identificado aquellos niveles que se considera



afectan de manera significativa. La principal presión son las actividades pesqueras, y es de la que se tiene más información espacial a través de las “cajas azules” o VMS (*Vessel Monitoring by Satellite*).

Criterio 6.2. Estado de la comunidad bentónica

Las características de la comunidad bentónica, la composición por especies, la composición por tallas o los rasgos funcionales, ofrecen una indicación importante del potencial de buen funcionamiento que tiene el ecosistema. La información necesaria sobre la estructura y la dinámica de una comunidad se obtendrá, según proceda, midiendo: su diversidad de especies; su productividad (abundancia o biomasa); el predominio en ella de taxones y taxocenosis tolerantes o sensibles; y su composición por tallas, reflejada en la proporción de individuos pequeños y grandes.

Indicador 6.2.1. Presencia de especies particularmente sensibles y/o tolerantes

La sensibilidad o tolerancia de las especies es diferente para cada impacto. En los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios la principal presión es la pesca de arrastre. Existe abundante información sobre los efectos del arrastre en los ecosistemas bentónicos (al nivel de comunidad, poblaciones y/o individuos) realizadas en su mayoría en otras zonas (i.a. Collie *et al.*, 1997; Kaiser *et al.*, 1998; Bergman & van Santbrink, 2000; Allen & Clarke, 2007; Serrano *et al.*, 2011, y González-Irusta *et al.*, en prensa). En la Demarcación Sudatlántica los trabajos son escasos, si bien, se dispone de información sobre arrecifes artificiales tanto a nivel de efecto disuasorio a la pesca de arrastre como a nivel de cambios en el ecosistema (Daza *et al.*, 2008). Desafortunadamente, la mayor parte de índices biológicos propuestos para los ecosistemas marinos han sido principalmente desarrollados para cuantificar el efecto de diversos gradientes de polución sobre las zonas infralitorales e intermareales en estuarios y áreas costeras (de Juan & Demestre, 2012), y no son universalmente aplicables, puesto que los organismos no son igualmente sensibles a distintas perturbaciones y pueden responder de manera diferenciada (Dauvin, 2007). Recientemente, de Juan y Demestre (2012) han propuesto un índice específico para la cuantificación de los impactos de las artes de arrastre en los ecosistemas bentónicos. No obstante, este índice no ha podido ser aplicado en esta evaluación inicial, debido al escaso tiempo transcurrido desde su publicación. Sin duda, en futuras evaluaciones, este y otros índices que puedan desarrollarse para cuantificar la alteración en las comunidades bentónicas de los fondos sometidos a la pesca de arrastre serán de gran interés y deberán ser utilizados para medir el impacto de esta importante alteración antropogénica.

- Indicador: Biomasa de la especie estructurante

Por lo antes expuesto, como indicador principal empleado en el análisis de este criterio se ha utilizado la biomasa de la especie estructurante. Esta información es abundante (tanto en el espacio y en el tiempo) en el caso de los hábitats de fondos blandos circalitorales y batiales



(estudiados dentro de las campañas de arrastre del IEO, ARSA en esta demarcación), pero no lo es tanto en los fondos duros de cualquier profundidad o en fondos blandos infralitorales.

Indicador 6.2.2. Índices multimétricos que evalúen el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica

- Indicador: índice de riqueza (nº de especies) por hábitat
- Indicador: índice de diversidad de Shannon

Estos indicadores se han calculado para aquellos hábitats de los que se dispone de más información, principalmente los circalitorales y batiales sedimentarios, aunque también en algunos casos para comunidades infralitorales. Además, al igual que ocurría con el sub-criterio 6.2.1., el uso de indicadores multimétricos que permitan evaluar el estado de la comunidad bentónica es de gran interés. En esta evaluación inicial no ha sido posible utilizar estos índices por las razones expuestas anteriormente, pero su uso ha sido propuesto para un mejor desarrollo de este criterio en futuras evaluaciones (ver punto 2.5.2).

La reciente aplicación de la Directiva Marco del Agua ha permitido el desarrollo de numerosos estudios sobre el estado de las comunidades bentónicas del intermareal y de los fondos infralitorales españoles. Sin embargo, los planes hidrológicos de Andalucía no han incluido hasta la fecha evaluaciones de las masas de agua que incluyan elementos de calidad sobre macroalgas-angiospermas y macroinvertebrados bentónicos en las aguas costeras a través de los diversos índices propuestos por la DMA para el Atlántico (M-AMBI, CFR). Por ello, en la presente memoria de Evaluación inicial no se han incluido resultados de esta directiva, como así se ha hecho en otras demarcaciones. Los índices más apropiados para incluir en el futuro en la DMEM serían:

- Indicador: CFR (“Calidad de los fondos rocosos”) para macroalgas del intermareal
- Indicador: M-AMBI (“Multimetric AZTI marine biotic index”) para macroinvertebrados bentónicos de fondos blandos infralitorales.

Indicador 6.2.3. Proporción de biomasa o número de individuos en el macrobentos por encima de una determinada longitud/talla

No aplicable por falta de información. En los programas de seguimiento nacionales no se incluyen medidas de tallas de invertebrados bentónicos, excepto en algunos grupos faunísticos de interés comercial. Por ello, sólo se tiene información sobre algunos ecotipos (crustáceos, moluscos) en algunos hábitats.



Indicador 6.2.4. Parámetros que describan las características (forma, pendiente y ordenada en el origen) del espectro de talla de la comunidad bentónica.

No aplicable por falta de información. No existen tomas de datos continuas de tallas de todos los componentes del dominio bentónico.

1.1.2. **Ámbito y limitaciones**

El Descriptor 6 se aplica a todos los fondos marinos, dentro del ámbito geográfico de la Directiva 2008/56/CE. Las limitaciones en la aplicación provienen de la información disponible, que será la que determine los indicadores que sean más adecuados utilizar.

El ámbito geográfico de esta evaluación en la Demarcación Sudatlántica corresponde a la costa sudatlántica española, desde la frontera con Portugal ($7^{\circ} 20' W$) hasta el meridiano que pasa por el cabo de Espartel ($5^{\circ} 55' W$). El límite sur lo constituye el paralelo $35^{\circ} 54' N$ y hacia el norte, la costa sudatlántica (Figura 1). El ámbito batimétrico se considera desde el dominio mediolitoral superior hasta el batial. Se dispone de escasa información de los fondos en profundidades superiores a los 1000 m, por tanto sólo se analizará la información disponible hasta el talud superior.

La información más continua de la que se dispone es sobre el circalitoral y batial sedimentario, siendo más escasa y dispersa en el tiempo y en el espacio la de fondos rocosos (a cualquier profundidad). La información sobre fondos mediolitorales e infralitorales de cualquier sustrato aún no siendo escasa, es muy dispersa, y por tanto heterogénea en cuanto a su escala y precisión.

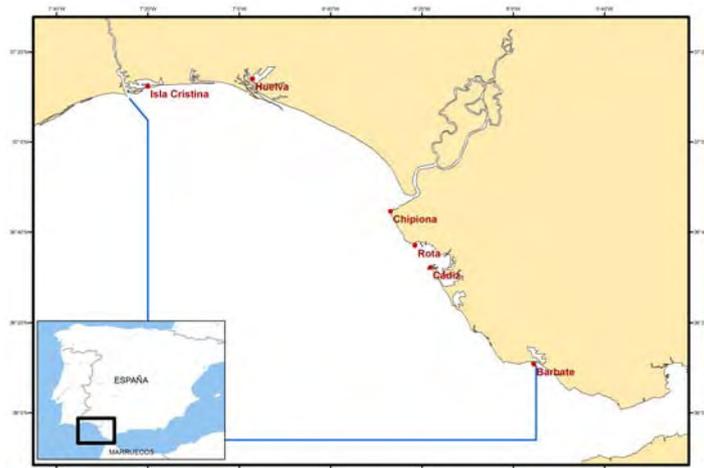


Figura 1. Ámbito geográfico de la Demarcación Sudatlántica



1.1.3. Escala espacial y temporal

La escala espacial utilizada ha sido diferente en función de la información disponible. En los hábitats del circalitoral y batial sedimentario se ha utilizado una malla de 5 x 5 millas, mientras que para el resto de hábitats la escala es variable y cambia en función del tipo de información espacial existente.

En hábitats circalitorales y batiales la escala temporal es desde 1992 hasta el año 2010. Se han utilizado los últimos 5 años para determinar el estado actual y toda la serie para determinar niveles de referencia.

En Rice *et al.* (2010) se destaca que la escala de evaluación del estado ambiental es problemática debido a la distribución en mosaico, o parcheada, de los hábitats, de las actividades humanas, de los impactos que producen las segundas en los primeros (normalmente con gran variabilidad local), y de los sistemas de seguimiento de los fondos marinos.

1.1.4. Nexos y solapamientos con otros descriptores

Existe un alto grado de solapamiento entre el descriptor 6 y los criterios de diversidad de hábitat del D1 (1.4, 1.5 y 1.6).

Los criterios de estado (p.e. 6.2- Estado de la comunidad bentónica) están relacionados con todos los descriptores de presión.

El criterio 6.1.2 (Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos) está relacionado con los criterios 1.5.1, 1.6 y 6.2.

Existe un nexo entre los descriptores que hacen referencia a hábitats (D1 y D6) y el D7 (7.2.1- Extensión espacial de los hábitats afectados por alteraciones permanentes, y 7.2.2- Cambios en los hábitats y, en especial, en las funciones que en ellos se desarrollan).

La integridad de los fondos marinos puede verse alterada por la presencia de basuras y residuos de origen antrópico, por lo que también habría un solapamiento entre este descriptor y el descriptor 10.

1.1.5. Principales presiones e impactos

En los fondos sedimentarios de más de 30 m de profundidad de la demarcación Sudatlántica la principal presión sobre los hábitats biogénicos son las actividades pesqueras,



especialmente la pesca de arrastre de fondo. A menor profundidad, otras presiones cobran más relevancia, con impactos identificables a escala regional o local.

Presión pesquera

La pesca puede afectar a los hábitats bentónicos eliminando o dañando a los organismos sésiles en la zona de contacto con el arte, o afectando tanto al epibentos como al bentos infaunal si se produce remoción del sedimento. Los impactos más serios son los producidos por los artes de arrastre y las dragas, siendo menos relevante la importancia de los artes fijos de enmalle o palangre, y prácticamente inexistente la de los de superficie (salvo que sea necesario mantenerlos fijos al fondo). El otro efecto que pueden tener los impactos sobre los hábitats bentónicos, es la posible alteración del sedimento y la resuspensión de partículas contaminantes o ricas en nutrientes. Existen numerosas descripciones sobre los efectos en los ecosistemas en las actividades pesqueras, p.e. los volúmenes de revisión Lindeboom & de Groot (1998) y Kaiser & de Groot (2000), y trabajos en la Demarcación Noratlántica como los de Serrano *et al.* (2011) y González-Irusta *et al.* (en prensa) pero son escasas en la Demarcación Sudatlántica.

En los fondos sedimentarios de más de 30 m de la Demarcación Sudatlántica, la principal presión sobre los hábitats biogénicos son las actividades pesqueras, especialmente la pesca de arrastre de fondo. El límite de 6 millas se corresponde aproximadamente con los 30 m de profundidad, salvo en la desembocadura del río Guadalquivir en la que esta profundidad es menor, pudiendo llegar a los 20 m. Dicha flota contó con 149 barcos censados en esta modalidad, y un esfuerzo anual de 21352 días de pesca en 2010. Como media anual (periodo 2006-2010), esta flota estuvo compuesta por 182 embarcaciones que ejercieron un esfuerzo medio de 23133 días de pesca y un desembarco medio de 6744 t. Las características medias son de 17.9 m de eslora, 32 TRB de arqueo y 222 KW de potencia usando el tradicional arte de arrastre denominado “baca”.

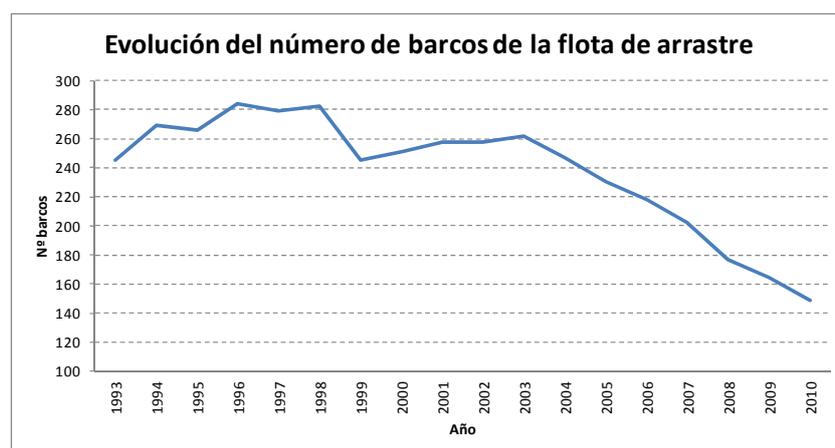


Figura 2. Evolución temporal del número de barcos de arrastre de fondo con licencia para faenar en la Demarcación Sudatlántica.



En la Figura 2 se muestra la evolución del número de barcos de la flota de arrastre para la serie histórica (1993-2010). El descenso a finales de los 90 tiene su origen en la reestructuración de la flota de arrastre de fondo que se llevó a cabo a través del Plan de Modernización del Sector Pesquero Andaluz, que vio la luz en el año 1997. A partir del 2004, el progresivo descenso está relacionado con los periódicos planes de pesca establecidos por la Administración, cuyo objetivo es reducir el esfuerzo pesquero. En la Figura 3 se muestra la evolución de la serie histórica del esfuerzo pesquero de la flota de arrastre pudiéndose observar el acusado descenso del mismo desde la entrada en vigor de dichos planes de pesca. La distribución geográfica del esfuerzo se extiende por todo el caladero a partir de las 6 millas con una mayor concentración de la zona central del caladero entre los 30 y 400 m (Figura 4).

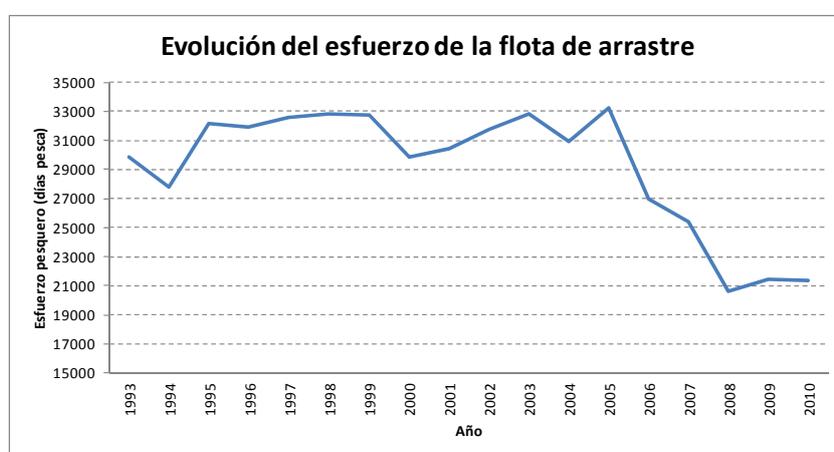


Figura 3. Evolución anual del esfuerzo de la flota de arrastre de fondo en la Demarcación Sudatlántica.

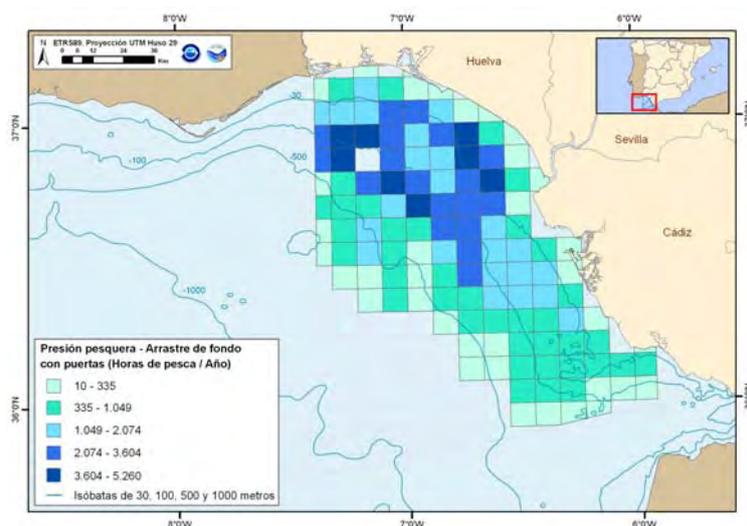


Figura 4. Distribución geográfica del esfuerzo de arrastre de fondo en la Demarcación Sudatlántica.



La evolución de las capturas presenta un valor máximo de 12600 t en 2003 y un mínimo en 2006 con algo menos de 6000 t (Figura 5). En los últimos años se observa una tendencia creciente a pesar de la estabilización del esfuerzo pesquero en 2009 y 2010.

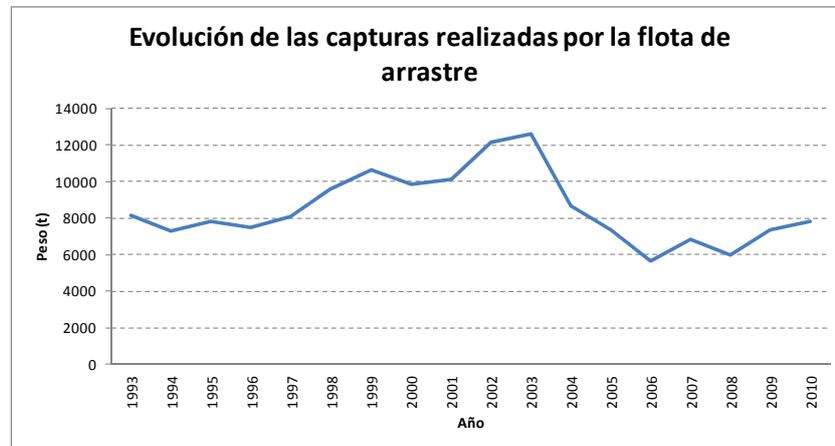


Figura 5. Evolución anual de las capturas desembarcadas por la flota de arrastre de fondo en la Demarcación Sudatlántica

Otra actividad de pesca importante en la zona de estudio pero con impacto escaso en los hábitats bentónicos son las llevadas a cabo por las flotas de cerco. La media anual (2006-2010) estuvo compuesta por 98 barcos que ejercieron un esfuerzo medio de 8305 días de pesca y declararon un desembarco medio de 10754 t, principalmente de boquerón y sardina. Esta flota está dividida en dos tipos de barcos de acuerdo a sus características técnicas: barcos de alto tonelaje (26% de la flota) que tienen 19.4 m de eslora, 48.9 TRB y 358 kW de potencia, así como barcos de bajo tonelaje (74% de la flota) de 14.1 m de eslora, 14.8 TRB y 132 kW de potencia. La distribución geográfica del esfuerzo se ubica en toda la plataforma media e interna hasta los 100 m (Figura 6). Además, existe una reducida flota de cebo vivo cuya actividad se concentra durante el periodo estival en la zona frente a la costa onubense (Figura 7).

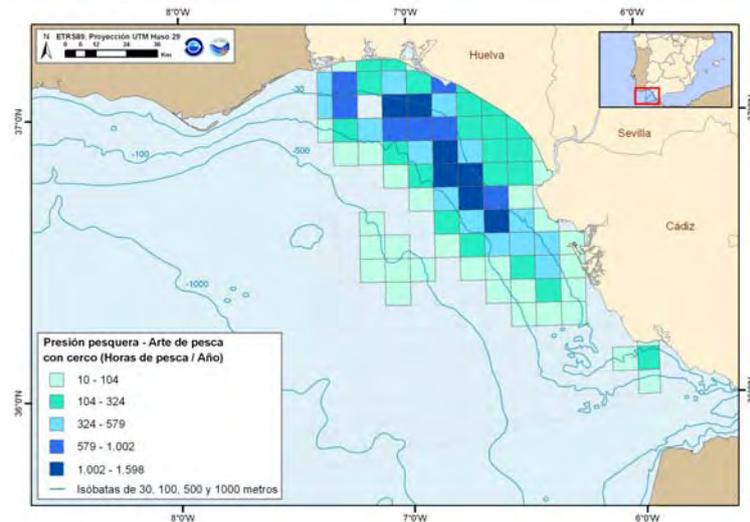


Figura 6. Distribución geográfica del esfuerzo con arte de cerco en la Demarcación Sudatlántica

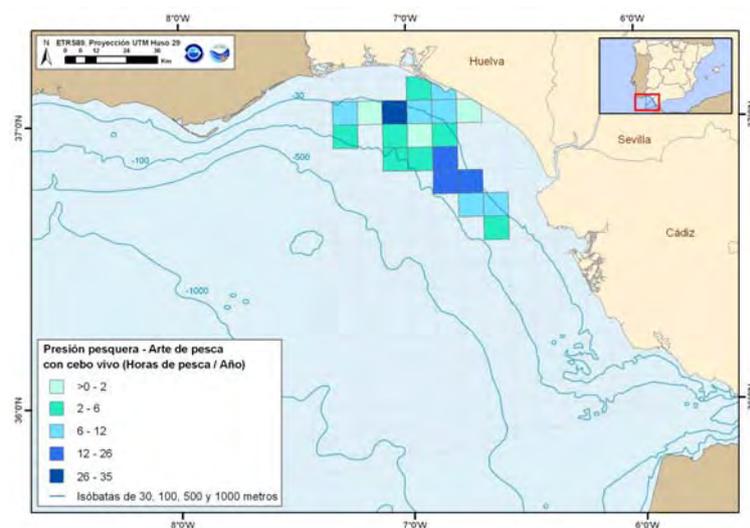


Figura 7. Distribución geográfica del esfuerzo de la flota de cebo vivo en la Demarcación Sudatlántica

En la zona comprendida entre la costa y las 6 millas se desarrolla una importante pesquería artesanal de la cual no se dispone de una información completa sobre el esfuerzo ejercido por la misma al tratarse de una flota compuesta por embarcaciones, la mayoría de ellas, de menos de 15 m que no están obligadas a llevar sistemas de VMS. Las artes empleadas fundamentalmente por esta pesquería son las artes de enmalle que concentran su actividad en la desembocadura del río Guadalquivir y frente a Huelva (Figura 8 y Figura 9), así como las trampas para pulpo, principalmente alcatruces y nasas, en fondos sedimentarios y de cascajo, más abundantes en la zona occidental del caladero (Figura 10). En el caso de los fondos arenoso-fangosos del litoral de Huelva se utilizan rastros y dragas hidráulicas para la



captura de bivalvos, principalmente la chirla (*Chamelea gallina*), cuya actividad se desarrolla en los fondos someros entre los 5 y 15 m de profundidad, estando prohibida su actividad a una distancia menor de 500 m de costa (Figura 11 y Figura 12). Esta flota está compuesta por 98 dragas hidráulicas, de eslora media de 9.6 m, y unos 20 rastros remolcados de menor porte. Las capturas de esta flota superan las 3000 t de chirla de media anual y su impacto sobre el fondo marino no ha sido evaluado en esta demarcación aunque existen trabajos llevados a cabo en otras zonas (Hauton *et al.*, 2003; Gilkinson *et al.*, 2003; Morello *et al.*, 2005; Daza *et al.*, 2008). En la franja intermareal de esta zona arenosa del litoral se desarrolla otra pesquería de bivalvos dirigida a la coquina (*Donax trunculus*), la cual se captura con rastros “de a pie”.

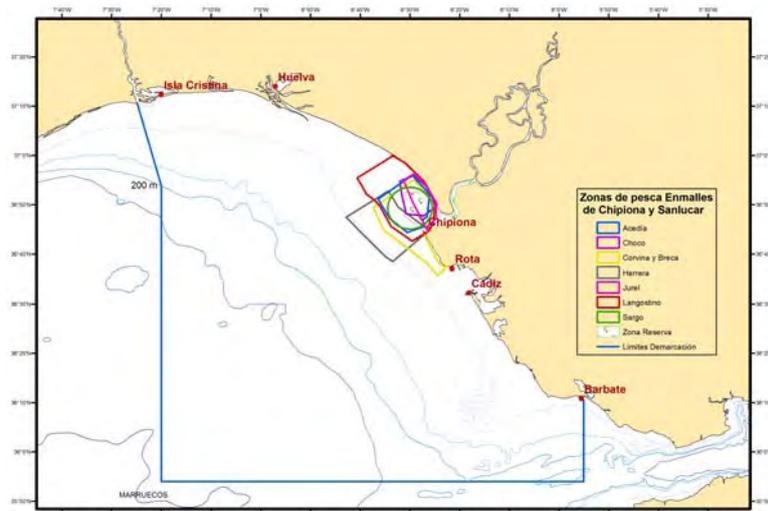


Figura 8. Caladeros de pesca de la flota artesanal de de enmalle de Chipiona y Sanlúcar en la Demarcación Sudatlántica

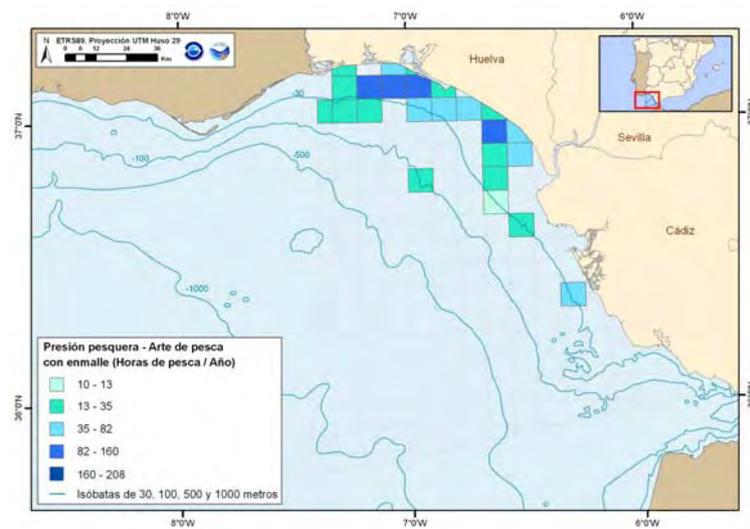


Figura 9. Distribución geográfica del esfuerzo pesquero de la flota artesanal de enmalle mayor de 15 m de la Demarcación Sudatlántica

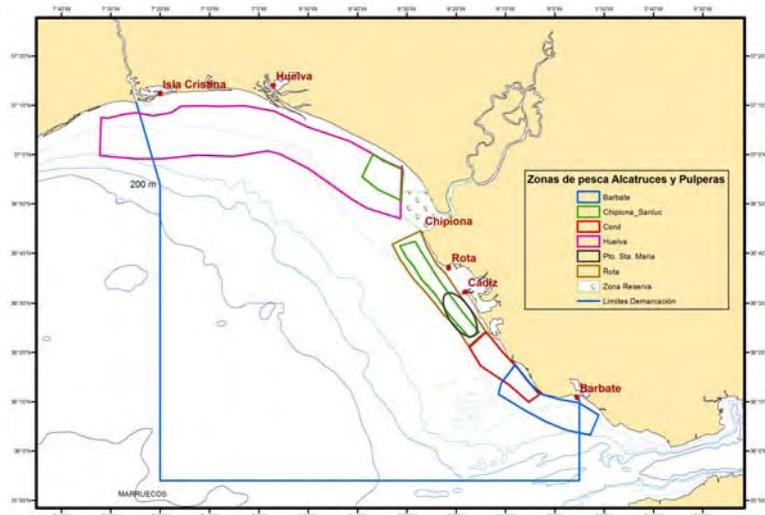


Figura 10. Caladeros de pesca de la flota artesanal de alcatruces y pulperas en la Demarcación Sudatlántica

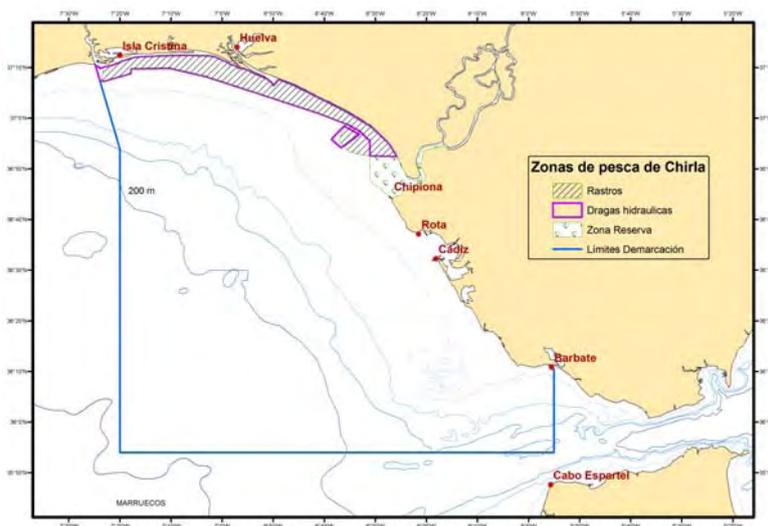


Figura 11. Caladeros de pesca de la flota artesanal de rastro remolcado y dragas hidráulicas en la Demarcación Sudatlántica

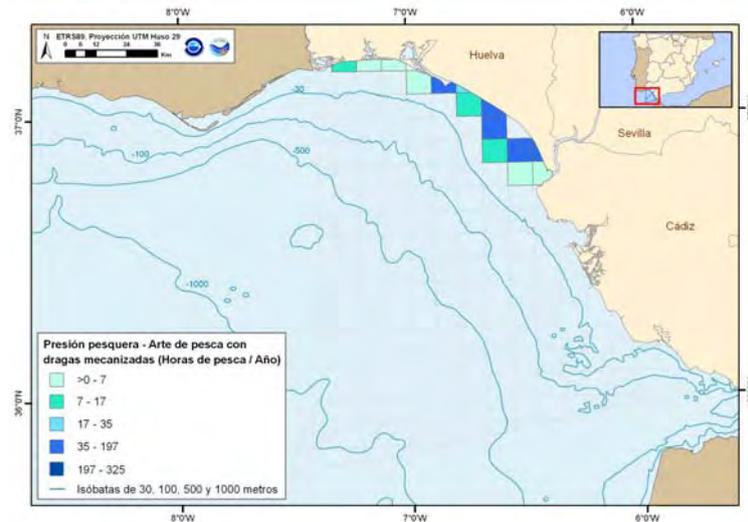


Figura 12. Distribución geográfica del esfuerzo pesquero de la flota artesanal de rastro remolcado y dragas hidráulicas en la Demarcación Sudatlántica

En cuanto a los fondos rocosos, en la Demarcación Sudatlántica son explotados por artes de anzuelo como el palangre (Figura 13), con utilización de pulperas para pulpos, denominadas localmente “chivos”, en las zonas de limpios del área más oriental del caladero. Por debajo de esa profundidad, otras presiones cobran más relevancia, con impactos identificables a escala regional o local.

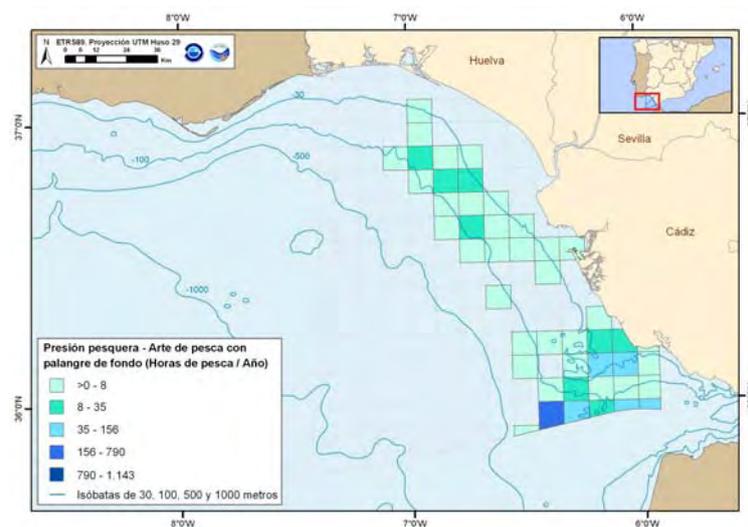


Figura 13. Distribución geográfica del esfuerzo pesquero de la flota artesanal de palangre de fondo en la Demarcación Sudatlántica

Los enmalles y palangres tienen posibilidad de ser "calados" en una mayor diversidad de sustratos que en el caso de los arrastres, pudiendo ser fijados en zonas más duras y de ecotono entre fondo sedimentario y rocoso, incluso sobre sustrato rocoso en función de los

elementos y construcción del aparejo. El impacto viene principalmente por los efectos que puedan tener los artes de pesca perdidos, sobre todo los enmalles (pesca fantasma).

A excepción de las dragas, la flota artesanal alterna diferentes artes y aparejos de pesca en función de la estacionalidad y abundancia de las especies objetivos. Actualmente, no se dispone de la información para hacer una evaluación adecuada del esfuerzo de esta flota, y por lo tanto de su impacto.

Otras presiones

Existe una gran variedad de actuaciones o impactos en la zona costera y en la plataforma que pueden interactuar con los hábitats bentónicos, 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. En el documento de Presiones e Impactos realizado por el CEDEX se puede encontrar una descripción detallada de cada una de las presiones evaluadas.

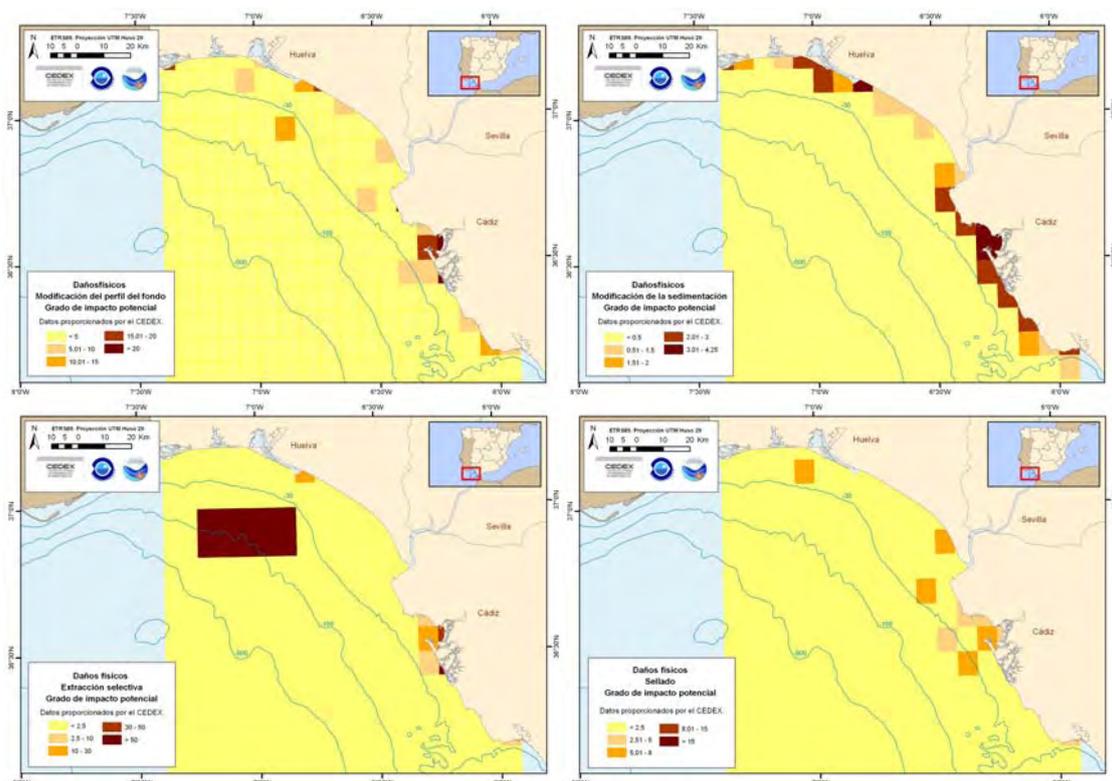


Figura 14. Principales presiones físicas en la Demarcación Sudatlántica



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, etc.

Por la amenaza que supone para la biodiversidad marina, hay además que destacar los desechos marinos, objeto del descriptor 10 (además de la basura marina se han de considerar los barcos naufragados o las municiones abandonadas o vertidas al mar, por ejemplo).

1.1.6. Fuentes de información

Para la obtención de la información relacionada con la presencia, extensión y estado de conservación de los hábitats presentes en la Demarcación Sudatlántica se han utilizado varias fuentes de información. Por un lado, para los hábitats litorales e infralitorales y los hábitats circalitorales y profundos de sustrato duro, se ha empleado principalmente información presente en la bibliografía o datos facilitados por la Comunidad Autónoma. Esta información procede en su mayor parte de los diversos estudios que las administraciones realizan en el ámbito de sus competencias medioambientales (aplicación de la DMA en aguas costeras, estudios sobre el estado de los recursos marisqueros, cartografiados bionómicos, etc.). También se ha recopilado información generada por distintos equipos de investigación de las Universidades de Cádiz y Sevilla, así como de grupos ecologistas (OCEANA).

Respecto a los hábitats circalitorales y profundos de fondos blandos se han empleado principalmente datos recogidos en las campañas anuales de investigación de arrastre de fondo en la región Sudatlántica (serie de campañas ARSA), que el IEO viene realizando desde 1993. Esta información se completó con información bibliográfica sobre estos hábitats, pero en general, la fuente principal de información empleada fue la que se extrajo de estos estudios anuales.

Para las metodologías de campaña y a la metodología usada en la recopilación de la información sobre hábitats ver Anexo II del Descriptor 1.



1.1.7. Legislación y convenios internacionales relacionados con el descriptor

Los fondos marinos se encuentran protegidos por diversas normativas, tanto de índole internacional, como europeo o nacional. Una relación no exhaustiva de este marco relacionado se puede ver a continuación:

- Directiva de Hábitats. La Directiva en su Anexo I establece un listado de hábitats de interés comunitario, entre los cuales se encuentran varios hábitats bentónicos marinos.
- Directiva Marco del Agua. Esta Directiva, al requerir la evaluación de elementos como las macroalgas, angiospermas y macroinvertebrados bentónicos, utiliza los hábitats bentónicos como indicadores de la calidad de las aguas costeras.
- Convenio OSPAR para la protección del Atlántico Noreste. En el marco de la estrategia de ecosistemas y diversidad biológica, se ha adoptado una Lista de especies y hábitats amenazados y/o en declive, donde se incluyen una serie invertebrados, aves, peces, reptiles, mamíferos y hábitats para los cuales hay que adoptar especiales medidas de gestión y conservación
- Convenio de Diversidad Biológica (Río de Janeiro, 1992), con el mandato de Jakarta y otras directrices relacionados específicamente con la biodiversidad marina.
- Código de conducta responsable para pesquerías de la FAO, dirigido a asegurar una explotación responsable de los recursos vivos marinos en armonía con el medio ambiente marino.

2. EVALUACIÓN DEL ESTADO AMBIENTAL ACTUAL

2.1. *Conceptos clave*

La Decisión de la Comisión 2010/477/UE establece unas recomendaciones generales en cuanto a los conceptos clave a analizar para poder dar respuesta a los dos criterios establecidos para examinar el BEA en relación con el Descriptor 6. Sin embargo, este documento no establece pautas claras de selección de los indicadores más adecuados.

En este sentido, la introducción al descriptor establece el objetivo (*ver supra*), haciendo referencia a términos como diversidad natural, productividad, procesos ecológicos dinámicos y resistencia del ecosistema. Y por otro lado, recalca que es preciso que las tareas de evaluación y seguimiento se efectúen tras un análisis inicial de las presiones humanas y de los impactos y amenazas a la biodiversidad, recomendando finalmente el paso de una escala pequeña a otra más amplia.



El Criterio 6.1 (*Daños físicos en relación con las características del sustrato*) habla de los impactos de las distintas presiones sobre los hábitats bentónicos, y con especial referencia, por su sensibilidad y papel estructural, a los biogénicos.

Hábitats biogénicos son aquellos creados por un organismo vivo. Son muy diversos en tamaño y estructura, y pueden incluir arrecifes, bancos o comunidades de coral, arrecifes de poliquetos, plantas marinas, campos de laminariales, *mäerl*, comunidades de mejillones u ostreidos, etc. La estructura tridimensional generada por estos hábitats modifica las condiciones de la zona, incrementando la complejidad ambiental, y con una gran influencia en la fauna bentónica asociada. También elevan la complejidad biológica, al modificar las relaciones predador-presa en diferentes formas, por ejemplo sirviendo como refugio de especies presa (Grabowsky 2004). Suelen ser hábitats ricos y diversos (Grassle 2001, Mortensen *et al.* 2008), en comparación con hábitats estructuralmente menos complejos, siendo hábitats esenciales como refugio.

2.2. Elementos de evaluación

2.2.1. Identificación y selección de hábitats

La metodología general de identificación de hábitats está descrita en el documento del descriptor 1 (punto 2.3.2). Cómo se describe allí se parte de un listado de hábitats basado en la clasificación EUNIS, pero adaptado a las características regionales de la demarcación (en coordinación con el grupo de expertos de hábitats que están elaborando la lista patrón de hábitats para el Inventario Español de Hábitats Marinos). Para el descriptor 6 sólo se han tenido en cuenta los hábitats biogénicos, concretamente los que figuran en los listados OSPAR, Directiva de Hábitats y Red Natura 2000 (Tabla 1).

HÁBITAT	CONVENIOS
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Agregaciones de esponjas sobre fondos batiales	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Fondos de <i>maërl</i>	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Pradera de fanerógamas	OSPAR
Jardines de coral	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Fondos rocosos infralitorales	RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Fondos rocosos circalitorales	RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Fondos rocosos profundos	RED NATURA 2000 (Arrecifes. Háb. 1170)
Volcanes submarinos metanogénicos	RED NATURA 2000 (Estructuras submarinas producidas por el escape de gases. Háb. 1180)

Tabla 1. Hábitats biogénicos de la Demarcación Sudatlántica que se han tenido en cuenta en el descriptor 6



2.2.2. Distribución de los hábitats

El cartografiado de hábitats es una tarea pendiente dentro de la ecología en nuestro país. Existen numerosos estudios, pero es necesario un esfuerzo de unificación de criterios y metodologías.

En general, la metodología empleada para el cálculo de la extensión de los hábitats biogénicos (al igual que en el resto de hábitats) ha dependido del tipo de información espacial disponible. Los hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y profundos (dentro del rango batimétrico muestreado en la campaña ARSA) se han analizado en función del porcentaje de cuadrículas estadísticas (de 5x5 millas) con presencia del hábitat. Para calcular el valor de evaluación inicial se calculó el valor medio de este porcentaje para los últimos 5 años de serie histórica, mientras que en el caso del valor de referencia se empleó el valor máximo de la serie histórica. En el resto de hábitats, la metodología empleada dependió de si existía en la bibliografía información cartográfica sobre la extensión de los mismos y en caso de que así fuese, si esta proporcionaba polígonos con la extensión del hábitat o solo puntos de presencia en zonas en las que se detectó la presencia del mismo. Además, también se ha obtenido información relativa al porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat con objeto de dar una idea de la importancia relativa y extensión del hábitat en el conjunto de la demarcación. Para ello, previamente se calculaba la extensión en km² de los tres estratos definidos en este documento; infralitoral (desde la línea de costa hasta la línea batimétrica de los 30 m), circalitoral (entre las líneas batimétricas de 30 y 200 m) y el estrato batial (desde la línea de los 200 m hasta el límite de las aguas territoriales españolas). Para el resto de hábitats no existe información suficiente como para poder calcular su extensión, por lo que lo máximo que se ha podido conseguir es proporcionar la extensión del tipo de sustrato y estrato batimétrico en el que se desarrollan (ej. Fondos rocosos infralitorales).

2.2.3. Presiones

Esta información es imprescindible para el criterio 6.1.2 (Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos) y su indicador basado en el porcentaje de área ocupada por cada tipo de hábitat (o porcentaje de cuadrículas con presencia, en caso de que no se disponga de cartografiados continuos) afectadas por impactos significativos de cada presión.

Con metodología SIG se evalúa la superficie de solapamiento con el área de afección de presiones e impactos humanos. Se ha definido una gradación en los niveles de presión y se han identificado aquellos niveles altos que se considera afectan de manera significativa.



La principal presión son las actividades pesqueras, y es de la que se tiene más información espacial a través de las “cajas azules” o VMS (*Vessel Monitoring by Satellite*). Según la ORDEN ARM/3238/2008, de 5 de noviembre y el REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) Nº 404/2011 DE LA COMISIÓN de 8 de abril de 2011, solamente la flota mayor a 15 metros está obligada a llevar instalada el sistema de localización de buques por satélite (VMS). Es decir, no se dispone de la información, ni se podrá analizar, el esfuerzo ejercido por la flota menor de 15 m, formada en esta Demarcación por aproximadamente 1000 embarcaciones que faenan en zonas costeras. Únicamente, la flota de dragas hidráulica compuesta por un centenar de embarcaciones consta de sistemas de localización a bordo “cajas verdes” establecidas por la Junta de Andalucía desde 2006. Para el análisis de los esfuerzos de estas flotas será necesario realizar un diseño de muestreo específico, actualmente no implementado.

Para la asignación correcta de la información de VMS a una actividad concreta, uso de un arte concreto o asignación de especie objetivo, es necesario cruzar la información de VMS, una vez filtrada y corregida, con la contenida en los libros de pesca. Según la legislación comunitaria (CEE, 1983) la flota de más de 10 metros de eslora está obligada a rellenar los cuadernos de pesca. En ellos queda registrada la siguiente información por día de pesca: el aparejo de pesca, la captura realizada de todas aquellas especies que hayan supuesto más de 50 kg por día de pesca y el rectángulo estadístico donde se ha realizado la captura. Una parte de la información no ha podido ser cruzada porque la información de los libros de pesca estaba incompleta o incorrecta.

2.3. Determinación de niveles de referencia o de base

Se ha seguido la estrategia de elegir como nivel de referencia o de base el Valor de Referencia Favorable, o FVR (*favourable reference value*: JNCC, 2006; Piha & Zampoukas, 2011). En la mayoría de los casos se ha utilizado el valor más alto de la serie histórica. Si el hábitat estaba sujeto a otra directiva con definición de niveles de referencia (p.e. DMA, DH) se han mantenido esos valores.

Para el criterio 6.1.2. no existen series históricas georreferenciadas (tipo VMS) de esfuerzo pesquero, por lo que el estado actual se usará como nivel de referencia en futuras evaluaciones.



2.4. Evaluación del estado actual. Principales actividades, presiones e impactos

Cómo ya se ha descrito en otros apartados, la evaluación del estado actual ha podido desarrollarse sólo en algunos de los hábitats en los que se tiene información más completa. A continuación pasamos a describir la definición del estado actual para cada uno de los criterios e indicadores aplicables en este descriptor:

2.4.1. Criterio 6.1. Daños físicos en relación con las características del sustrato

Indicador 6.1.1. Tipo, abundancia, biomasa y extensión del sustrato biogénico relevante.

El área del sustrato biogénico/vulnerable ha sido estudiada mediante el empleo de tres tipos de indicadores; Porcentaje de ocurrencia por cuadrícula, área en km² y porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat. El primer indicador se empleo en el caso de los hábitats circalitorales y batiales de fondos blandos (sumando los porcentajes de los hábitats biogénicos presentes), mientras que los otros dos indicadores se aplicaron para todos los demás hábitats en los que existía información cartográfica (también como la suma de los valores obtenidos para cada hábitat biogénico).

- Indicador: Porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico

En la demarcación Sudatlántica no se disponen de cartografiados continuos para poder estimar este indicador en ninguno de los tres estrato. En el estrato infralitoral es la comunidad autónoma la que principalmente ha realizado estudios dirigidos al cartografiado de algunos recursos pero no de hábitats. Únicamente se dispone del cartografiado de la cobertura de las praderas de fanerógamas (*Zostera marina*, *Z. noltii*). Por esta razón, solo se dispone de presencia de especies comerciales como erizos, anémonas y bivalvos entre otros. Otras especies sin interés comercial han tenido igualmente un seguimiento discontinuo con el mismo objetivo de ser cartografiado como es el caso de algas (*Caulerpa prolifera*), cnidarios (*Paramunicea clavata*, *Eunicea* sp., *Astroides calycularis*, *Leptogorgia lusitanica*), moluscos (*Charonia lampax*, *Patella ferruginea*) entre otras. En los fondos circalitorales y batiales tampoco existe cartografiado continuo de ningún hábitat biogénico por lo que es imposible aportar el porcentaje de área ocupada por sustrato biogénico. No obstante, en estos fondos se tiene constancia de la presencia de jardines de corales (*Dendrophyllia cornigera*, *D. ramea*, *Caryophyllia* spp., *Callogorgia verticillata*, *Acanthogorgia hirsuta*, *Placogorgia* sp.) y fondos de *maërl* asociados a *Phymatolithon calcareum* y *Lithothamnion*



corallioides. En el estrato profundo se tiene constancia de corales de aguas frías como *Madrepora oculata*.

- Indicador secundario: frecuencia de ocurrencia de cuadrículas ocupadas por sustrato biogénico

En la Tabla 2 se muestra el valor máximo (nivel de referencia) en la frecuencia de ocurrencia de los dos hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y batiales de la demarcación sudatlántica, así como el valor medio para los últimos 5 años en ambos hábitats (valor de evaluación inicial). Como se observa, el porcentaje de ocurrencia de los hábitats biogénicos es relativamente bajo y así por ejemplo, el valor medio para los últimos años es de 21.15% de las cuadrículas muestreadas.

	VALOR DE EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA
Porcentaje de presencia de hábitats biogénicos en fondos blandos circalitorales y batiales	21.15 %	37.64%

Tabla 2. Valor máximo (nivel de referencia) y valor medio (valor de evaluación inicial) en la frecuencia de ocurrencia del hábitat biogénico presente en los fondos blandos circalitorales y batiales.

- Indicador: frecuencia de ocurrencia por cuadrícula de cada hábitat biogénico, vulnerable y/o protegido

El indicador frecuencia de ocurrencia se ha empleado para los hábitats analizados por la campaña ARSA. De algunos hábitats importantes no es posible conocer su extensión como puede ser el caso de los arrecifes de *Lophelia pertusa* y/o *Madrepora oculata*. Sin embargo, otras campañas (Campañas INDEMARES) que se están llevando a cabo recientemente en otras zonas de la demarcación sudatlántica ponen de evidencia la presencia de estas especies. Con esta información solo se han localizado puntos de presencia de estos hábitats, lo que permitiría analizar (aunque de una manera no cuantitativa) las distintas presiones que afectan a estos hábitats, así como modelar la extensión de su hábitat potencial en trabajos futuros.

En general, los hábitats con sustrato biogénico relevante presente en los fondos arrastrables de la demarcación Sudatlántica presentan una extensión limitada (Tabla 3), siendo mucho menos abundantes que otros hábitats dominados por especies menos sensibles, detectados en estos mismos tipos de fondos, y que presentan niveles de referencia mucho más altos (p.e. 27 % en fondos dominados por *Astropecten irregularis*). Probablemente, la mayor sensibilidad de estos hábitats a las alteraciones antrópicas, y especialmente a las artes de arrastre, sea en gran parte responsable de su escasa extensión. Esto es especialmente notable en el caso de las agregaciones de esponjas que tan solo aparecen en un reducido % de las cuadrículas muestreadas cuya cuantificación no ha podido ser realizada. Es de



destacar el hábitat correspondiente a los fondos asociados a los volcanes metanogénicos (estructuras submarinas producidas por escapes de gases) en los que los fondos arrastrables pueden llegar a ser más dificultosos a dicha actividad, por lo que especies como *Cidaris cidaris* incrementan el área ocupada, en relación a otros hábitats más accesibles al arte de arrastre. Los fondos de maërl presentan un reducido porcentaje de ocurrencia en el estrato circalitoral dado que su distribución es más representativa en el estrato infralitoral, no existiendo información en dicho estrato.

ÁREA OCUPADA (PORCENTAJE DE OCURRENCIA POR CUADRÍCULA)					
HÁBITAT	VALOR DE EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN	ZONA DE MÁXIMA OCURRENCIA ÚLTIMOS 5 AÑOS	MARCO DE PROTECCIÓN
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	3.92%	12.86%	Tendencia decreciente desde 2004 y estabilización en los últimos años	Área suroriental del Golfo de Cádiz	OSPAR
Volcanes submarinos metanogénicos	14.74%	22.22%	Tendencia creciente hasta 2003 y decreciente con fluctuaciones en los últimos años	Zona central profunda	Red Natura 2000 (Estructuras submarinas producidas por el escape de gases- Háb. 1180)
Fondos de <i>maërl</i>	2.49%	2.56%	Estable	Área suroriental del Golfo de Cádiz	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes- Háb. 1170)
Agregaciones de esponjas sobre fondos batiales	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	No es posible dar este dato	OSPAR, RED NATURA 2000 (Arrecifes- Háb. 1170)

Tabla 3. Área ocupada por hábitats con sustrato biogénico/vulnerable

- Indicador: área ocupada por cada tipo de hábitat biogénico, vulnerable y/o protegido

En cuanto al resto de hábitats, prácticamente todos (salvo las praderas de fanerógamas) se forman sobre sustrato rocoso y por lo tanto están protegidos por la Directiva Hábitats al estar incluidos en el Anexo I de dicha Directiva bajo la denominación de “Arrecifes” (Cod. 1170), si bien algunos también han sido incluidos en la lista de hábitats amenazados y/o en peligro de OSPAR. Los fondos rocosos circalitorales y batiales no son evidentemente hábitats biogénicos, pero sí que suponen el sustrato sobre el que se asientan diferentes comunidades biológicas formadoras de sustrato biogénico, todas las cuales se hayan amparados por la Directiva Hábitats. Aunque lo ideal sería conocer la extensión de cada una de las



comunidades biológicas presentes en estos fondos, esto no es posible a día de hoy por lo que se ha calculado la superficie total de fondos rocosos infralitorales, circalitorales y batiales, así como el porcentaje del estrato batimétrico que ocupan, con objeto de proporcionar un dato sobre la extensión total de hábitat potencial para estas comunidades (Tabla 4). Hay que tener en cuenta, no obstante, que además del tipo de sustrato existen multitud de otras variables que afectan a la distribución de las comunidades biológicas (competencia con otras especies, profundidad, hidrodinamismo, etc.) por lo que finalmente, la extensión de las distintas comunidades presentes en estos fondos será siempre mucho más limitada.

INDICADOR: AREA OCUPADA (Km ²)	
HÁBITAT	NIVEL DE REFERENCIA
Jardines de coral	Área no cuantificada, solo se dispone de datos de presencia de algunas especies
Fondos de <i>maërl</i>	3.43 km ² (Solo detectado en una cuadrícula en estrato circalitoral)
Praderas infralitorales de fanerógamas	34.5 km ² (Estimas cartográficas de cobertura en 2009, CCAA)
Fondos rocosos infralitorales	514.5 km ²
Fondos rocosos circalitorales	441.2 km ²
Fondos rocosos profundos	833.3 km ²

Tabla 4. Área ocupada por tipo de hábitat biogénico/vulnerable

- Indicador: porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat

Además del área ocupada por el sustrato biogénico relevante (medido en km²), también se ha empleado como indicador el porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat (Tabla 5). Este porcentaje se ha estimado para el conjunto del piso batimétrico (en el caso de los fondos rocosos). Este indicador presenta la ventaja de dar información sobre la importancia relativa del hábitat respecto a la unidad de estudio (representada por el estrato).

Los fondos rocosos infralitorales ocupan aproximadamente el 20% del estrato infralitoral, siendo más abundantes en el litoral gaditano que en el onubense situado más al norte y el oeste. En los estratos circalitoral y profundo los fondos rocosos son aproximadamente la mitad que en el estrato infralitoral, con valores de 9.3% y 11.1% respectivamente. En dichos estratos la mayor extensión rocosa se localiza hacia la zona sur-sureste de la demarcación. De los hábitats biogénicos infralitorales solo se dispone de una aproximación cuantitativa de la cobertura de las praderas de fanerógamas estimadas en 1.28% del estrato. En el circalitoral, los fondos de *maërl* ocupan como mínimo una extensión del 0.07% del estrato frente a las costas de Conil a profundidades entre los 30-40 m. Este tipo de fondo también está presente en el estrato infralitoral si bien solo se dispone de observaciones *in situ* sobre su presencia en esta zona sur del litoral gaditano.



INDICADOR: AREA OCUPADA (% DEL TIPO DE FONDO OCUPADO POR EL HÁBITAT)	
HÁBITAT	NIVEL DE REFERENCIA
Jardines de coral	Área no cuantificada, solo se dispone de datos de presencia de algunas especies
Fondos de maërl	0.07% (porcentaje mínimo de ocupación)
Praderas infralitorales de fanerógamas	1.28%
Fondos rocosos infralitorales	19.2%
Fondos rocosos circalitorales	9.3%
Fondos rocosos profundos	11.1% (del total de fondos profundos de los que se dispone información)

Tabla 5. Porcentaje del estrato batimétrico ocupado por el hábitat

- Indicador: biomasa por unidad de superficie de la especie estructurante/bioconstructora por hábitat

La biomasa de las especies estructurantes en los hábitats que forman fue calculada usando los datos de la campaña ARSA (en el caso de los hábitats circalitorales y batiales de fondos blandos). En el resto de hábitats solo se pudo obtener alguna información puntual de presencia ya que no se dispone de información continua en el tiempo con lo cual no se presentan estimas de biomasa. La Tabla 6 muestra los valores de evaluación inicial, los valores del nivel de referencia y el patrón de evolución para algunas especies dominantes en los hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y profundos de la demarcación Sudatlántica. Estos valores difieren de los obtenidos en el indicador biomasa de la especie estructurante (utilizado también en el descriptor 1 y presente en las fichas) ya que ha sido calculado obteniendo el valor medio anual solo para los lances con presencia de facies, en vez de para todos los lances. Si bien los valores de la comunidad de pennatuláceos son relativamente bajos, si lo comparamos con hábitats definidos por especies menos sensibles como por ejemplo la estrella *A. irregularis* (1.6 kg/km²), los valores no difieren excesivamente.

BIOMASA DE LA ESPECIE ESTRUCTURANTE POR UNIDAD DE SUPERFICIE (Kg/km ²)			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
<i>Pennatula rubra</i> en Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	1.10	4.01	Estable con fluctuaciones
<i>Suberites domuncula</i> en fondos de maërl	3.92	6.81	Creciente



<i>Cidaris cidaris</i> en Volcanes submarinos metanogénicos	57.05	124.42	Valores más altos al final de la serie con tendencia decreciente
---	-------	--------	--

Tabla 6. Biomasa por unidad de superficie de la especie estructurante (acompañante en los dos últimos casos) por hábitat.

Indicador 6.1.2. Extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas en los distintos tipos de sustratos

La extensión de los fondos marinos afectados de forma significativa por las actividades humanas, descritas en el Documento análisis de presiones e impactos, se ha calculado para 8 de los 9 hábitats protegidos presentes en la demarcación Sudatlántica (Tabla 7 y Tabla 8). Las presiones se han calculado para una malla de 5x5 millas. Por esta razón es necesario extremar la precaución a la hora de calcular la superposición de las presiones sobre los hábitats, ya que el hecho de que una presión presente un porcentaje de afección sobre un hábitat no significa necesariamente que este impactando sobre el mismo (dependerá del área de afección de la presión, la zona exacta donde ésta se produce, la sensibilidad del hábitat a dicha presión, etc.). Por lo tanto, el porcentaje de potencial afección debe interpretarse como una medida de riesgo potencial más que como una medida de impacto real. Además, de estas consideraciones, las limitaciones en las fuentes de información sobre cartografiados de los hábitats, sedimentología de los fondos y relativos a los VMS hacen que los valores deban tomarse con precaución.

En relación a las presiones provocadas por la actividad pesquera, la pesca con dragas hidráulicas no afecta a ninguno de los habitats biogénicos identificados dado que realizan su actividad en los fondos blandos del infralitoral entre la franja comprendida entre 5 y 15 m. Por el contrario, la pesca con arte de arrastre de fondo es la actividad pesquera que provoca un potencial impacto sobre un mayor número de habitats biogénicos de los 8 identificados. El hábitat afectado en un porcentaje más elevado por esta flota corresponde a estructuras submarinas producidas por el escape de gases (en un 100% de su extensión), en los que recursos de gran importancia pesquera como la cigala *Nephrops norvegicus*, gamba *Parapenaeus longirostris* o la merluza *Merluccius merluccius* se encuentra asociados al mismo. Asimismo, la única cuadrícula de la se dispone de información sobre la presencia de fondos de maërl se encuentra completamente afectada por esta flota. El porcentaje de impacto de las artes de arrastre es más bajo sobre las comunidades de pennatuláceos de fondos blandos circalitorales y batiales (16.6%), así como sobre los jardines de coral (12%). En relación a los fondos circalitorales, la pesca de arrastre presenta un porcentaje de interacción con valores del 25%. En el caso de los fondos rocosos infralitorales el porcentaje de interacción con este arte de pesca es menor, correspondiendo probablemente al límite con el piso circalitoral. Sin embargo, este riesgo es muy reducido ya que los artes de arrastre no pueden, por limitaciones técnicas arrastrar en zonas de roca. No obstante, el uso de arte de arrastre con protección de la relinga inferior puede permitir a ciertos barcos trabajar



sobre fondos duros. Por tanto, conviene hacer un seguimiento científico y velar por el cumplimiento de la legalidad vigente para prevenir conductas ilegales que puedan dañar los fondos rocosos circalitorales.

A pesar de que los impactos de la pesca con artes de cerco sobre los hábitats bentónicos son escasos e inciertos, se observa un porcentaje de interacción entre la flota de cerco y de cebo vivo sobre los fondos rocosos infralitorales, rocoso circalitorales y los jardines de coral, con un valor más alto en éste último hábitat de casi el 18%. Los jardines de coral también se ven potencialmente afectados por las artes de enmalle (13%), línea de mano y palangre de fondo (3.54%). Sin embargo, el mayor impacto de las artes enmalle se observa sobre los fondos rocosos del infralitoral (28%) frente a las costas onubenses mientras que en el caso de los artes de línea de mano y palangre de fondo afectan potencialmente en mayor medida a los fondos rocosos del circalitoral de la zona sur-sureste de la demarcación frente Conil (9.6% y 12%, respectivamente). De estas artes, las que presentan un mayor riesgo de impacto negativo es el arte de enmalle dado el peligro que representa la pesca fantasma.

Finalmente, hay que señalar que no se ha evaluado el impacto de la flota artesanal con embarcaciones inferiores a los 15 m de eslora, los cuales no están obligados a llevar sistemas de VMS. Esta flota incluye modalidades de pesca como las nasas o alcatruces dirigidas a la pesca de pulpo en la zona infralitoral que tendrían un potencial impacto en los hábitats rocosos.

INDICADOR: EXTENSIÓN DE LOS FONDOS MARINOS AFECTADOS DE FORMA SIGNIFICATIVA POR LA PRESIÓN PESQUERA							
(% ÁREA TOTAL)							
HÁBITAT	ARRASTRE FONDO	CERCO	ENMALLE	LÍNEA DE MANO	PALANGRE DE FONDO	DRAGAS	CEBO VIVO
Fondos rocosos infralitorales	12.75%	13.24%	28.45%	6.96%	6.96%	0%	1.40%
Fondos rocosos circalitorales	25.20%	10.32%	7.82%	9.64%	12.01%	0%	1.17%
Fondos rocosos profundos	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
(% DE PUNTOS DE PRESENCIA)							
HÁBITAT	ARRASTRE FONDO	CERCO	ENMALLE	LÍNEA DE MANO	PALANGRE DE FONDO	DRAGAS	CEBO VIVO
Jardines de coral	12.39%	17.70%	13.27%	3.54%	3.54%	0%	7.08%
Praderas infralitorales de fanerógamas	0%	0.57%	1.15%	0.57%	0%	0%	0%
(% DE CUADRÍCULA)							
HÁBITAT	ARRASTRE FONDO	CERCO	ENMALLE	LÍNEA DE MANO	PALANGRE DE FONDO	DRAGAS	CEBO VIVO
Comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	16.67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fondos de maërl	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Volcanes submarinos metanogénicos	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Tabla 7. Extensión de fondos afectados de forma significativa por otras presiones expresados en % de área total, % de puntos de presencia, % de cuadrículas para cada hábitat biogénico/vulnerable según el tipo de información disponible



En relación a las presiones no relacionadas con la actividad pesquera que pueden afectar potencialmente a los hábitats biogénicos/vulnerables identificados en la demarcación Sudatlántica, el sellado afecta únicamente a los jardines de coral y a las praderas de fanerógamas en un porcentaje inferior al 2%, respectivamente. Dichos hábitats son los que potencialmente se encuentra afectados por otras presiones como la modificación del perfil del fondo y la extracción selectiva. El mayor porcentaje de potencial afectación, en relación a la modificación de sedimentación, se observa en los fondos de praderas de fanerógamas (74%), así como a los fondos rocosos infralitorales y fondos de *maërl* con valores ligeramente superiores al 33%. El extraordinario valor ambiental de este último hábitat y su sensibilidad a los procesos de sedimentación hace aconsejable extremar la precaución y, en la medida de lo posible, reducir la sedimentación en zonas cercanas a estos hábitats.

Aunque en algunos casos el riesgo de interacción es bajo debido a que se usan puntos de presencia y a la amplia superficie de la cuadrícula usada, el elevado valor ambiental de estos hábitats y el principio de precaución requieren el desarrollo de medidas de control y zonas de protección alrededor de los puntos de presencia (tipo *buffer*) que asegure el impacto 0 sobre estos hábitats prioritarios.

Finalmente, los fondos rocosos circalitorales y profundos, los hábitats correspondiente a las comunidades de pennatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales, así como los asociados a los volcanes metanogénicos no se encuentran afectados por ninguna de estas presiones.

INDICADOR: EXTENSIÓN DE LOS FONDOS MARINOS AFECTADOS DE FORMA SIGNIFICATIVA POR OTRAS PRESIONES				
(% ÁREA TOTAL)				
HÁBITAT	SELLADO	MODIFICACIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN	MODIFICACIÓN DEL PERFIL DE FONDO	EXTRACCIÓN SELECTIVA
Fondos rocosos infralitorales	0%	33.79%	4.31%	0.51%
Fondos rocosos circalitorales	0%	0%	0%	0%
Fondos rocosos profundos	0%	0%	0%	0%
(% DE PUNTOS DE PRESENCIA)				
HÁBITAT	SELLADO	MODIFICACIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN	MODIFICACIÓN DEL PERFIL DE FONDO	EXTRACCIÓN SELECTIVA
Jardines de coral	1.77%	0%	11.50%	3.54%
Praderas infralitorales de fanerógamas	1.72%	74.71%	36.78%	29.89%
(% DE CUADRÍCULA)				
HÁBITAT	SELLADO	MODIFICACIÓN DE LA SEDIMENTACIÓN	MODIFICACIÓN DEL PERFIL DE FONDO	EXTRACCIÓN SELECTIVA
Comunidades de penatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	0%	0%	0%	0%
Fondos de <i>maërl</i>	0%	33.33%	0%	0%
Volcanes submarinos metanogénicos	0%	0%	0%	0%

Tabla 8. Extensión de fondos afectados de forma significativa por otras presiones expresados en % de área total, % de puntos de presencia, % de cuadrículas para cada hábitat biogénico/vulnerable según el tipo de información disponible.



2.4.2. Criterio 6.2. Estado de la comunidad bentónica

Indicador 6.2.1. Presencia de especies particularmente sensibles y/o tolerantes

- Indicador: Biomasa de la especie estructurante

Además de estudiar la extensión del sustrato biogénico relevante, también se ha analizado la biomasa de la especie estructurante para el conjunto de la demarcación, así como su evolución histórica cuando fue posible (Tabla 9). A diferencia del valor calculado en el criterio 6.1. *Daños físicos en relación con las características del sustrato*, el criterio empleado ahora calcula la biomasa para el conjunto de la demarcación y no solo para el hábitat. En el caso de las especies estructurantes, la biomasa se da en g/Km² y se ha calculado como el valor medio de abundancia para el conjunto de lances que se realizan en la campaña ARSA, mientras que en el caso de las especies estructurantes de los hábitats infralitorales no se tienen estimas de biomasa.

En general, la abundancia media de las especies formadoras de hábitats presentes en los fondos arrastrables de la demarcación sudatlántica, son de las más bajas de todas las observadas en este tipo de fondos. No obstante, las diferencias no son tan significativas como las observadas en la extensión y por ejemplo el nivel de evaluación de la estrella de mar *A. irregularis* es de 32 g/Km², que aunque sea más alto que el observado en las agregaciones de *Pennatula rubra*, sigue siendo bajo en relación al de otras especies.

BIOMASA DE LA ESPECIE ESTRUCTURANTE (Kg/m ²)			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Comunidades de penatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	8.89 g/Km ²	29.62 g/Km ²	Estable con fluctuaciones
Fondos de maërl	9.03 g/Km ²	12.48 g/km ²	Creciente
Volcanes submarinos metanogénicos	452.9 g/Km ²	1634.43 g/Km ²	Valores más altos al final de la serie con tendencia decreciente

Tabla 9. Biomasa de la especie estructurante en hábitats infralitorales



Indicador 6.2.2. Índices multimétricos que evalúen el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica, como, por ejemplo, la diversidad y riqueza de especies o la proporción de especies oportunistas y de especies sensibles

- Indicadores de Riqueza y Diversidad

Con objeto de evaluar el estado y funcionalidad de la comunidad bentónica se han utilizado dos indicadores que tratan de evaluar el estado de los hábitats en función del estado del conjunto de especies presentes en ese hábitat: Diversidad y Riqueza. Los valores de Diversidad y Riqueza y su evolución en el tiempo solo han podido ser establecidos en tres de los 8 hábitats biogénicos identificados (Tabla 10). En el resto de los hábitats no se dispone de este dato o bien no es posible dar este dato con la información disponible.

DIVERSIDAD			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Comunidades de penatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	2.43	2.90	Fluctuante durante toda la serie
Fondos de maërl	2.50	2.80	Creciente
Volcanes submarinos metanogénicos	2,23	2,44	Estable
RIQUEZA			
HÁBITAT	VALOR EVALUACIÓN INICIAL	NIVEL DE REFERENCIA	PATRÓN DE EVOLUCIÓN
Comunidades de penatuláceos sobre fondos blandos circalitorales y batiales	50.25 especies/lance	65.0 especies/lance	Fluctuante con tendencia creciente en los últimos años
Fondos de maërl	61.37 especies/lance	80.0 especies/lance	Creciente
Volcanes submarinos metanogénicos	48.59 especies/lance	52.80 especies/ lance	Estable con ligera tendencia creciente al final de la serie

Tabla 10. Índices de diversidad y riqueza

Los hábitats biogénicos presentes en los fondos blandos circalitorales y batiales de la demarcación Sudatlántica son los únicos que presentan una serie histórica de datos de Diversidad y Riqueza que permitan analizar la evolución de estos indicadores. En estos hábitats, la Diversidad mostró valores de evaluación comprendidos entre 2,5 y 2,23 con un valor de referencia de 2,90 y 2.44, respectivamente. Se trata de valores de Diversidad elevados lo que confirma la importancia de los hábitats formadores de sustrato biogénico como punto calientes de biodiversidad. La Riqueza también fue muy elevada, especialmente en las comunidades de pennatuláceos donde se han llegado a citar hasta 65 especies/lance con un máximo de 80 especies/lance en los fondos de maërl. En los tres habitats la riqueza mostró una tendencia creciente en los últimos años de la serie histórica. Como ocurre en la



demarcación noratlántica, en esta demarcación el incremento de la riqueza, y no así de la diversidad (a excepción de los fondos de *maërl* donde es creciente), podría sugerir que este incremento es consecuencia de la aparición de especies poco numerosas, como consecuencia de una mejor revisión y clasificación de las especies capturadas.

2.5. Lagunas de información y conocimiento. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento

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, Directiva 2000/60/CE) en la zona mediolitoral e infralitoral y las campañas de arrastre de fondo que desarrolla el IEO en los fondos circalitorales y batiales (30-800 m de profundidad) sedimentarios de toda la península.

2.5.1. Lagunas de información y conocimiento

Pueden identificarse como carencias:

- **Mediolitoral e infralitoral rocoso y sedimentario:** El estrato mediolitoral y el infralitoral comparten algunas importantes lagunas de conocimiento e información que en la medida de lo posible deberían de solucionarse en futuras evaluaciones.

La DMA ha supuesto en los últimos años un importante avance en el conocimiento de los hábitats y las comunidades biológicas que pueblan los fondos mediolitorales e infralitorales en la demarcación sudatlántica y en general en el conjunto de las costas europeas. No obstante, aunque los objetivos perseguidos por ambas directivas son relativamente similares (alcanzar un buen estado ambiental) se enfrentan a la problemática con visiones distintas; *deconstructing, structural approach* Vs *'holistic, functional approach* (Borja *et al*, 2010), lo que no ha permitido en muchos casos emplear esta información en la DMEM. Una de las principales diferencias prácticas es que mientras en la DMA, la unidad de estudio son las masas de agua, en la estrategia marina lo son los hábitats (al menos en parte del Descriptor 1 y en el Descriptor 6). De esta forma, gran parte de la información procedente de la DMA no ha podido incluirse en la evaluación inicial por pertenecer a muestreos en los que el hábitat sobre el que se realizaban no estaba identificado. Además, como es lógico, la estrategia de muestreo en los trabajos de la DMA no se diseñó para cubrir los



distintos hábitats presentes en la zona de estudio, sino para analizar las distintas masas de agua, lo que hace que en muchos casos existan hábitats que no han sido muestreados (al menos de una manera suficientemente amplia).

Por otro lado, existe un claro déficit de cartografiados de las comunidades biológicas, tanto en el intermareal como en el infralitoral, déficit que no ha sido paliado por la DMA ya que dicha directiva no contempla la necesidad de cartografiar los hábitats presentes en las distintas masas de agua. En la zona intermareal de la demarcación sudatlántica, con la excepción de las aguas de transición (estuarios y marismas, no incluidas en la DMEM) prácticamente no existen cartografiados bionómicos de las distintas comunidades biológicas intermareales. La anchura de la franja intermareal es desconocida en gran parte de las demarcaciones. Los pocos datos disponibles, son relativamente recientes y pertenecen a estudios realizados con un objetivo comercial o de gestión de un recurso marisquero (bivalvos, erizos y anémonas) y no como parte del cartografiado de una comunidad biológica concreta. En el estrato infralitoral la problemática es muy similar. En general, no existe o no se ha podido conseguir un cartografiado bionómico de los hábitats infralitorales, con la excepción de algunos hábitats asociados a comunidades de bivalvos, y con la misma finalidad comercial o de gestión. A pesar de ello, la información es discontinua y con un enfoque hacia el cartografiado de recursos, no de hábitats. Además, en la mayor parte de las comunidades tampoco se desarrollan programas continuos de seguimiento (salvo alguna excepción), sólo estudios dispersos y muy puntuales en el tiempo.

Circalitoral y batial sedimentario: las campañas del IEO no utilizan muestreadores apropiados para la identificación y cartografiado de hábitats. La información obtenida no es la óptima, sólo una aproximación. El problema no es tanto la capturabilidad como la gran superficie muestreada que supera en muchos casos las manchas ocupadas por los hábitats. Además, su rango batimétrico no supera los 800 m por lo que las comunidades biológicas presentes en la demarcación por debajo de esta profundidad permanecen prácticamente inexploradas (salvo estudio puntuales como los que se realizan en el proyecto INDEMARES).

- **Circalitoral y batial rocoso:** Prácticamente no hay información. No se ha podido encontrar un solo estudio que cartografié comunidades del circalitoral rocoso a una escala de interés para la DMEM. Además, no existen programas continuos de seguimiento, sólo estudios dispersos y muy escasos.
- **Batial profundo y abisal:** los estudios por debajo del talud superior son muy escasos y prácticamente inexistentes en las llanuras abisales (dentro de las 200 millas de ZEE hay una gran superficie abisal)



Además:

- No hay estudios sobre distribución de tallas de todos los taxones bentónicos
- Pocos estudios sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas bentónicos
- Escasez de estudios sobre especies sensibles y oportunistas, es decir sobre la respuesta, positiva o negativa de las especies a las diferentes presiones e impactos
- Es necesario desarrollar índices similares a los desarrollados para las perturbaciones antrópicas habituales en los fondos infralitorales y mediolitorales pero adaptados a las peculiaridades de las presiones e impactos más representativos en los fondos circalitorales y batiales (índices de impacto de la pesca, especialmente del arrastre).
- Carencia de estudios sobre modelado de hábitats. Es necesario realizar un gran esfuerzo para tratar de pasar de la información puntual que existe en la actualidad a una información continua que permita, aunque sea en información obtenida a través de un modelo desarrollar los indicadores que no han sido desarrollados en esta evaluación inicial.
- La información sobre otras presiones suministrada por el CEDEX presenta un grado de precisión demasiado bajo que debe tratar de mejorarse en futuras evaluaciones

2.5.2. Necesidades de investigación y desarrollo de programas de seguimiento

La necesidad más perentoria es el desarrollo de proyectos y estudios sobre los hábitats bentónicos, su identificación, cartografiado, sobre su 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 asesoría del IEO (Ley del Patrimonio Natural- Inventario de hábitats y especies), basado en el sistema EUNIS (Davies and Moss, 1997; Connor *et al.*, 2004, y 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, i.a. Galpasoro *et al.*, 2009; Monk *et al.*, 2010; Bryan & Metaxas, 2007; Phillips *et al.*,



2006) 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 información 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 cuanto a la vulnerabilidad de los hábitats el compartimento más importante es el epibentónico. Sin embargo, debe desarrollarse el estudio de otros compartimentos, (endobentónico, suprabentónico, bentopelágico) por su importancia en la estructura de los ecosistemas y por la necesidad de conocer la vulnerabilidad de los mismos, y la presencia de especies oportunistas o sensibles.

En esta línea, es necesario potenciar estudios sobre las respuestas de las especies a las presiones, para clarificar la identificación de especies oportunistas o sensibles y desarrollar índices al respecto (en la línea de lo hecho en la DMA)

Necesidades de seguimiento de las flotas artesanales de menos de 15 metros, que pueden ser muy numerosas y producir impactos en zonas litorales o rocosas proclives a la presencia de hábitats vulnerables. Algunas flotas artesanales, tales como la flota de dragas hidráulicas dirigida a la chirla *Chamelea gallina* y la flota voracera dirigida a *Pagellus bogaraveo* (ésta última en la zona del Estrecho de Gibraltar) llevan colocadas a bordo las llamadas “cajas verdes” que puso en funcionamiento la Junta de Andalucía dada la importancia y dificultad en el control de estas pesquerías. Actualmente, estos sistemas de seguimiento y control están en vía de implementarse en el resto de la flota artesanal de menos de 15 m.

Desarrollo adicional de los criterios e indicadores

Es necesario desarrollar indicadores que permitan cuantificar el estado ecológico de una comunidad bentónica en relación a las distintas presiones específicas de los hábitats circalitorales y batiales. En este sentido destaca sobre el resto de presiones la producida por las artes de arrastre (Collie *et al*, 1997; Kaiser *et al*, 1998; Bergman & van Santbrink, 2000; Allen & Clarke, 2007; Serrano *et al.*, 2011, y González-Irusta *et al*, en prensa). En este sentido se proponen algunos índices, con diferentes grados de complejidad para su utilización en futuras evaluaciones (de más sencillo a más complejo):

1. Respecto a la sensibilidad a las actividades pesqueras de fondo en los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios, se proponen dos índices, basados en la proporción de especies sensibles y oportunistas al arrastre (catalogación obtenidas de la bibliografía, ver citas en párrafo anterior):



$$\begin{aligned} & \text{N}^{\circ} \text{ spp sensibles al arrastre} * 100 / \text{n}^{\circ} \text{ total spp} \\ & \text{N}^{\circ} \text{ spp oportunistas al arrastre} * 100 / \text{n}^{\circ} \text{ total spp} \end{aligned}$$

2. Además se propone otros dos indicadores basados en criterios de funcionalidad-vulnerabilidad, siguiendo las pautas establecidas en el grupo de trabajo (Rice *et al.*, 2010).
- Porcentaje por hábitat de los siguientes grupos funcionales. Un posible listado podría incluir los siguientes grupos funcionales:

Grupo funcional	Sensibilidad / tolerancia
Crustáceos carroñeros	Oportunistas
Gasterópodos de gran tamaño	Sensibles
Erizos regulares	Sensibles
Estrellas	Oportunistas / sensibles
Equinodermos depositívoros	Oportunistas
Corales de gran porte	Sensibles
Esponjas de gran porte	Sensibles
Poliquetos carnívoros	Oportunistas
Otros grupos	

- Porcentaje en biomasa de fauna sésil de gran porte (principalmente cnidarios y esponjas).
3. Por último, es necesario desarrollar índices multimétricos más complejos, siguiendo la línea de lo realizado por De Juan y Demestre (2012) que permitan equiparar los índices de sensibilidad al arrastre a otros índices desarrollado para medir las presiones antropogénicas.

Rice *et al.* (2011) indica que el tipo de sustrato es el primer atributo que define la integridad del fondo marino. Así, que el fondo del mar esté compuesto por material fino o grueso, más consolidado o menos, de origen biogénico o terrígeno, influye en la estructura y funciones del ecosistema. Además, considera que la batimetría es una característica importante en todos estos tipos de sustratos, por ende, la fisiografía y la morfología del fondo marino son indicadores del estado ambiental del medio marino, ya que ambos pueden influir en las propiedades del sustrato y en las comunidades bentónicas (Tittensor *et al.*, 2009).

Por lo tanto, el conocimiento de los procesos y eventos que afectan a los atributos que definen la integridad del fondo marino desde el punto de vista geoambiental (batimetría, morfología, y sedimentología del fondo marino) y cómo aquellos condicionan su evolución



es fundamental para poder implementar herramientas que permitan modelizar su comportamiento, y así, poder hacer aproximaciones futuras que nos ayuden a tomar decisiones en la gestión del medio marino (Tabla 11).

Estos procesos y eventos que ocurren en el margen continental pueden ser de origen continental o marino, y de índole natural o antropogénico (por ejemplo, aportes fluviales, viento, oleaje, corrientes, dragados, construcciones litorales y off-shore, etc). En definitiva, es necesario observar el medio marino desde una perspectiva conceptual fuente-sumidero (*source to sink*, S2S, en terminología anglosajona).

Los aportes de sedimentos al margen continental provienen de los sistemas fluviales, cuyo estudio resulta de gran interés para la mejor comprensión de la influencia del cambio climático sobre los fondos marinos (Fernández-Salas *et al.*, 2003; Fernández-Salas *et al.*, 2008). Ya que su desarrollo está muy influido por el régimen hidrológico de la cuenca fluvial, por su fisiografía y por el dinamismo de la cuenca marina que recoge la carga sólida transportada por aquellos sistemas.

Criterio	DISCIPLINA	ATRIBUTOS	METODOLOGIA
Daños físicos del sustrato	Geografía	Situación	GIS
		Datos geográficos	GIS
	Fisiografía	Relieves predominantes	Batimetría/GIS
	Geomorfología	Rasgos morfogenéticos	Sísmica MAR SBL
	Sedimentología	Indices y parámetros, texturas, etc.	Master sizer Sedigraph Lupa binocular Imagen satélite Trampas sed.
	Geoquímica	Componentes	Servicio externo
	Riesgos	Presiones antrópicas Presiones geológicas Presiones climáticas	Batimetría Sísmica Muestreo Sedimen. Geotécnia

Tabla 11. Metodologías y disciplinas para el desarrollo futuro de geoindicadores del D6

Diversos estudios científicos desarrollados por equipos del IEO (p.e. el Grupo de Geociencias Marinas del laboratorio de Málaga) han puesto de manifiesto la necesidad de disponer de un mejor conocimiento de los procesos de transporte sedimentario de pequeña escala temporal -y su variabilidad a dicha escala- así como cuantificar, con el mayor detalle posible, el volumen total de la carga sólida transportada que pasa a formar parte del depósito submarino. Estos datos son muy necesarios para mejorar los modelos matemáticos y las simulaciones numéricas que permitan hacer una prospectiva evolutiva de la integridad del fondo marino.



3. DEFINICIÓN DEL BUEN ESTADO AMBIENTAL

En la mayor parte de los hábitats no se dispone en la actualidad de información adecuada sobre su extensión y/o estado. 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 (pérdida 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, de acuerdo con el enfoque ecosistémico. Por tanto, el BEA no es asimilable al nivel de referencia, sino que debe tener en consideración otros factores. Esto se puede concretar en las siguientes condiciones:

- El área de distribución de los hábitats biogénicos y/o hábitats protegidos mantienen tendencias positivas o estables de manera que se asegura su conservación (indicador 6.1.1)
- Los efectos adversos derivados de las actividades humanas no alcanzan una extensión espacial y/o intensidad que comprometa el mantenimiento de los hábitats bentónicos
- El estado de las comunidades bentónicas, evaluado en términos de biomasa de la especie estructurante, riqueza / diversidad, u otros indicadores relacionados, se mantiene dentro de valores que garanticen su perdurabilidad y funcionamiento, y el mantenimiento de las especies características y especies clave asociadas (criterio 6.2)



Referencias

- Allen, J.L. & Clarke, K.R. (2007). Effects of demersal trawling on ecosystem functioning in the NorthSea: a modelling study. *Marine Ecology Progress Series*, 336: 63-75.
- Bergman, M.J.N. & van Santbrink, J.W. (2000). Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North sea in 1994. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1321-1331.
- Borja, A., Elliott, M., Carstensen, J., Heiskanen, A.S. & van de Bund, W. 2010. Marine management - Towards an integrated implementation of the European Marine Strategy Framework and the Water Framework Directives. *Marine Pollution Bulletin*, 60: 2175-2186.
- Bryan, T.L. & Metaxas, A. (2007). Predicting suitable habitat for deep-water gorgonian corals on the Atlantic and Pacific Continental Margins of North America. *Marine Ecology Progress Series*, 330: 113-126.
- Buhl-Mortensen, L., Vanreusel, A., Gooday, A.J., Levin, L.A., Priede, I.G., Buhl-Mortensen, P., Gheerardyn, H., King, N.J. & Raes, M. (2010). Biological structures as a source of habitat heterogeneity and biodiversity on the deep ocean margins. *Marine Ecology*, 31: 21-50.
- Collie, J.S., Escanero, G.A. & Valentine, P.C. (1997). Effects of bottom fishing on the benthic megafauna of Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series*, 155: 159-172.
- 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, Peterborough.
- Dauvin, J.C., 2007. Paradox of esturine quality: Benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 271-281.
- Davies C. E. & Moss D. (1997). EUNIS Habitat Classification. Final Report, European Topic Centre on Nature Conservation, Task 7.5.1.
- Daza, J.L., Vela, R. y García, J.J. (2008). Los arrecifes artificiales en Andalucía. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, 197 pp.
- De Juan, S. & Demestre M. (2012). A Trawl Disturbance Indicator to quantify large scale fishing impact on benthic ecosystems. *Ecological Indicators*, 18: 183-190.
- Fernández-Salas, L.M., Lobo, F.J., Hernández-Molina, F.J., Somoza, L., Rodero, J., Díaz del Río, V. & Maldonado, A. (2003). High-resolution architecture of late Holocene highstand prodeltaic deposits from southern Spain: the imprint of high-frequency climatic and relative sea-level changes. *Continental Shelf Research*, 23: 1037-1054.
- Fernández-Salas, L.M., Lobo, F.J., Hernández-Molina, F.J., Díaz del Río, V. y Somoza, L. (2008). Modelo estratigráfico secuencial de muy alta resolución de los depósitos del alto



- nivel del mar del Holoceno Superior en el sur de la Península Ibérica. *GeoTemas*, 10: 523-526.
- Galparsoro, I., Borja, A., Bald, J., Liria, P. & Chust, G. (2009). Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. *Ecological Modelling*, 220: 556-567.
- Grabowski J.H. 2004. Habitat complexity disrupts predator-prey interactions but not the trophic cascade on oyster reefs. *Ecology*, 85: 995-1004.
- Grassle J.F. 2001. Marine ecosystems. In: Levin SA (Ed) 2001, Encyclopedia of Biodiversity, Vol. 4. Academic Press: 466 pp.
- González-Irusta, J.M., Punzón, A. & Serrano, A. (en prensa) Environmental and fisheries effects on *Gracilechinus acutus* (Echinodermata: Echinoidea) distribution. Is it a suitable bioindicator of trawling disturbance? *ICES Journal of Marine Science* (en prensa).
- Gilkinson, K.D., Fader, G.B.J., Gordon Jr., D.C., Charron, R., McKeown, D., Roddick, D., Kenchington, E.L.R., MacIsaac, K., Bourbonnais, C., Vass, P. & Liu, Q. (2003). Immediate and longer-term impacts of hydraulic clam dredging on an offshore sandy seabed: effects on. Physical habitat and processes of recovery. *Continental Shelf Research*, 23, 1315–1336.
- Hauton, C., Hall-Spencer, J.M. & Moore, P.G. (2003). An experimental study of the ecological impacts of hydraulic bivalve dredging on maerl. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 381–392.
- Joint Nature Conservation Committee, 2006. Framework for UK nature conservation. JNCC Committee Papers, March 2006: 93 pp.
- Kaiser, M.J. & de Groot, S.J., eds. (2000). The effects of fishing on non-target species and habitats: biological, conservation and socio-economic issues. Blackwell Publishing.
- Kaiser, M.J., Edwards, D.B., Armstrong, P.J., Radford, K., Lough, N.E.L., Flatt, R.P. y Jones, H.D. (1998). Changes in megafaunal benthic communities in different habitats after trawling disturbance. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 353-361.
- Lindeboom, H. & de Groot, S. (1998). The effects of different types of fisheries on the North Sea and Irish Sea benthic ecosystems. NIOZ-Rapport 1998-1. RIVO-DLO REPORT C003/98, 404 pp.
- Monk, J., Ierodiaconou, D., Versace, V.L., Bellgrove, A., Harvey, E., Rattray, A., Laurenson, L. & Quinn, G.P. (2010). Habitat suitability for marine fishes using presence-only modelling and multibeam sonar. *Marine Ecology Progress Series*, 420: 157-174.
- Morello, E.B., Frogliola, C., Atkinson, R.J.A. y Moore, P.G (2005). Impacts of hydraulic dredging on a macrobenthic community of the Adriatic Sea, Italy. *Canadian Journal of Fish. Aquatic Sciencia*, 62: 2076–2087.



- Mortensen, P.B., Buhl-Mortensen, L., Gebruk, A.V., Krylovab, E.M. (2008) Occurrence of deep-water corals on the Mid-Atlantic Ridge based on MAR-ECO data. *Deep-Sea Research II*, 55: 142–152.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P. & Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231–259.
- 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.
- Rice, J., Arvanitidis, C., Borja, A., Frid, C., Hiddink, J., Krause, J., Lorange, P., Ragnarsson, S.Á., Sköld, M. & Trabucco, B. (2010). Marine Strategy Framework Directive – Task Group 6 Report Seafloor integrity. EUR 24334 EN – Joint Research Centre, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 73 pp.
- Rice, J., Arvanitidis, C., Borja, A., Frid, C., Hiddink, J., Krause, J., Lorange, P., Ragnarsson, S.Á., Sköld, M., Trabucco, B., Enserink, L., & Norkko, A. (2011). Indicators for Sea-floor Integrity under the European Marine Strategy Framework Directive. *Ecological Indicators*, 12 (1): 174-184.
- Serrano, A., Rodríguez-Cabello, C., Sánchez, F., Velasco, F., Olaso, I. & Punzón, A. (2011). Effects of anti-trawling artificial reefs on ecological indicators of inner shelf fish and invertebrate communities in the Cantabrian Sea (Southern Bay of Biscay). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 91 (3): 623–633.
- Tittensor, D.P., Baco, A.R., Brewin, P.E., Clark, M.R., Consalvey, M., Hall-Spencer, J., Ashley, A.R., Schlacher, T., Stocks, K.I. & Rogers, A.D. (2009). Predicting global habitat suitability for stony corals on seamounts. *Journal of Biogeography*, 36, 1111–1128.