ESTRATEGIAS MARINAS, SEGUIMIENTO DE LOS ESPACIOS MARINOS PROTEGIDOS

ANEXOS D6

CONTENIDO:

Anexo 1. BH1-SoS y BH3 Informado por BH1-SoS……..…2

Anexo 2. Hábitats circalitorales y batiales rocosos……..35

Anexo 3. Evaluación infralitoral rocoso y arrecife biogénico……...66

Anexo 4. Biocenosis de Posidonia oceánica……185

Anexo 5. Evolución del esfuerzo pesquero de la flota de arrastre en el Mediterráneo……..209

Anexo 6. Caracterización de la acumulación de presiones humanas y su interacción con los Broad Habitat Type (BHT)……226

Anexo 7. Comparación de los resultados de la identificación y cartografiado de las comunidades epibentónicas obtenidos de las campañas de Estrategias Marinas con los obtenidos de las campañas MEDITS……241

INFORMES D6 EVALUACION HABITATS CIRCALITORALES Y BATIALES SEDIMENTARIOS	

Anexo 1. BH1-SoS y BH3 Informado por BH1-SoS

Demarcación Levantino-Balear

Autores

1 Introducción

En este documento se desarrolla la metodología, los datos utilizados y los resultados obtenidos para evaluar los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios de la demarcación Levantino-Balear (LEBA), cuya evaluación final se encuentra resumida para cada Broad Habitat Type (BHT) en las fichas de evaluación. La metodología es común para todas las demarcaciones y está centrada en evaluar el efecto de la pesca de arrastre sobre dichos hábitats mediante un indicador de estado, el indicador BH1-SoS (Serrano et al., 2022; también llamado BH1 en OSPAR, OSPAR, 2023 y Plaza-Morlote et al., 2023). Para los hábitats en los que no se ha podido aplicar dicho indicador por falta de datos se ha aplicado el indicador de riesgo BH3 (OSPAR, 2017 y Matear et al., 2023) modificado de tal forma que se ha utilizado el indicador BH1-SoS para informar a la matriz de impacto. Ambos indicadores son indicadores comunes para la región IV de OSPAR (que incluyen Portugal, España y Francia) siendo el BH3, además, común para el resto de regiones de OSPAR. Estos indicadores han sido recientemente utilizados en la última evaluación regional de OSPAR de 2023 (ver Matear et al., 2023 y Plaza-Morlote et al., 2023).

El indicador BH1-SoS utiliza la abundancia proporcional de las especies centinela (especies características del hábitat y sensibles a una presión determinada) para cada hábitat evaluado a través de un gradiente de presión, que en este caso es el nivel de impacto de la pesca de arrastre. Para poder determinar las áreas adversamente afectadas se han generado curvas de estado de presión específicas mediante el uso de modelos aditivos generalizados (GAMs, de sus siglas en inglés; Hastie y Tibshirani, 1990) que correlacionaban la proporción de especies centinela con el nivel de impacto de la pesca de arrastre a nivel de BHT siguiendo la metodología explicada en OSPAR (ver Plaza-Morlote et al., 2023). En los BHTs en los que se han obtenido curvas significativas (considerando como significativas aquellas que presentan un p-valor < 0.1), estas curvas se han aplicado para evaluar el impacto de esta presión en estos hábitats, incluida la determinación de áreas altamente perturbadas por la presión después de definir un umbral de calidad para cada BHT. Se ha aplicado el método de punto de degradación para calcular los umbrales de calidad en cada BHT (Plaza-Morlote et al., 2023; ICES,2022). Una vez calculados dichos umbrales, se han generado para cada hábitat BHT tres categorías: áreas sin presión, áreas no adversamente afectadas y áreas adversamente afectadas.

En los casos en los que no se ha podido aplicar el indicador BH1-SoS porque las curvas no han salido significativas (aquellas que han presentado un p-valor > 0.1) o porque no había suficientes datos como para poder ajustar un modelo GAM, se ha aplicado el indicador BH3 de OSPAR informado por el indicador BH1-SoS. De esta forma, en esta evaluación sólo se va a utilizar el indicador BH3 cuando en un hábitat no se pueda utilizar el indicador BH1-SoS y se nutrirá con una matriz de sensibilidad construida con resultados del indicador BH1-SoS.

2 Material y métodos

Se han aplicado dos metodologías complementarias para evaluar el efecto de la pesca de arrastre en los BHT circalitorales y batiales sedimentarios durante el periodo 2016-2022 y también para el período anterior (2010-2015) para poder estudiar su tendencia. En los BHTs en los que había datos suficientes y se ha obtenido una curva estado-presión significativa (p-valor < 0.1) se ha aplicado el indicador BH1-SoS y en el resto de BHTs se aplicado el indicador BH3 informado por BH1-SoS.

2.1 Preparación de datos

Para poder aplicar esta metodología en primer lugar ha trabajado y preparado los diferentes tipos de datos que se necesitan para aplicar estos indicadores.

2.1.1 Distribución de los BHTs

Se ha partido de la capa de hábitats de BHT de Emodnet (Emodnet, 2021; Figura 1) que ha sido rasterizada.

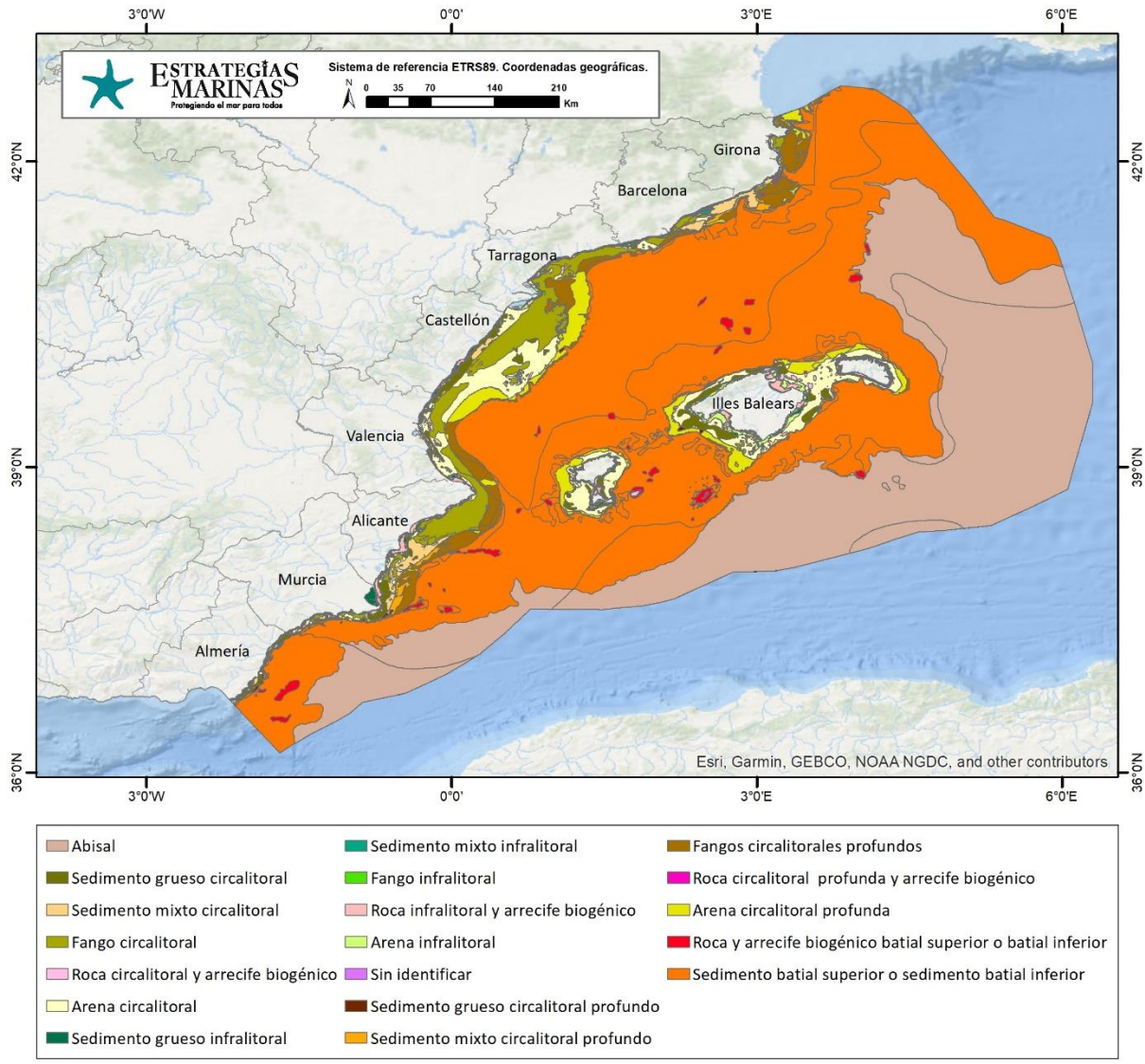


Figura 1. Distribución de los BHTs (source: EUSeamap, 2021) en la demarcación Levantino-Balear.

2.1.2 Distribución de la intensidad de Pesca

Para cuantificar el esfuerzo de la flota de arrastre en la Demarcación LEBA, se ha utilizado el *Swept Area Ratio* (SAR) obtenido a partir de datos de VMS y cuadernos de bitácora durante el período 2010-2022, proporcionados por la Secretaría General de Pesca. La metodología y fuente de datos esta explicada con mayor detalle en el Anexo X (C7A1). Para los años 2019 y 2022 no se ha podido obtener esta información, debido a problemas con los datos de origen. Desde 2020, debido a la implementación del plan plurianual para la pesca demersal en el Mediterráneo occidental (EU-MAP; REGLAMENTO (UE) 2019/1022), ha habido reducciones importantes del esfuerzo de la flota de arrastre en esta demarcación. Por ello, los datos del 2022 han sido estimados aplicando una reducción del 6 % respecto a los datos del 2021. Este porcentaje se corresponde con la reducción de días de pesca que contemplaba el EU-MAP para ese año y se ha aplicado de forma uniforme a toda la Demarcación. Para 2019 no se disponía de esta información, por lo que no se ha podido seguir esta metodología. A partir de los

datos anuales se ha calculado el valor medio de SAR para el periodo evaluado (2016-2002) y el de referencia (2010-2015) (Figura 2).

Para identificar las zonas de referencia (de bajo o nulo impacto de la pesca de arrastre) se ha utilizado un valor de SAR inferior al 0.2. En aquellos hábitats en los que el número de muestras en niveles de referencia no han sido suficientes, este umbral se ha subido a 0.66.

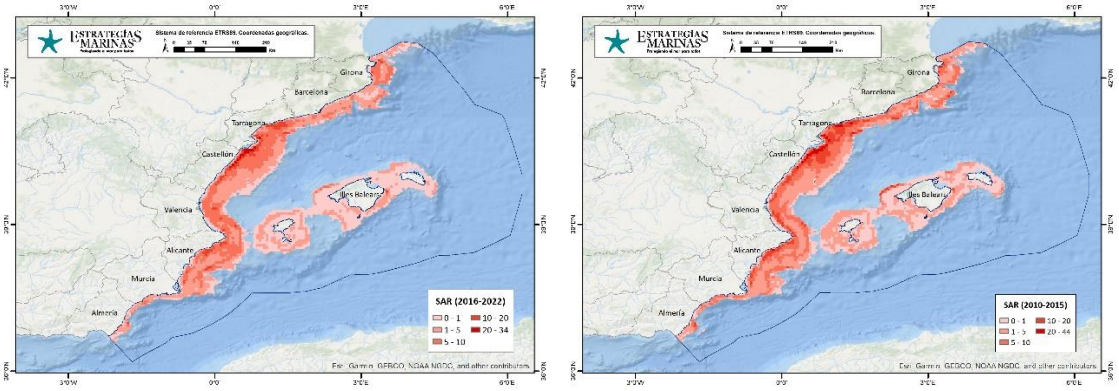


Figura 2. Distribución del valor medio de la intensidad de la pesca de arrastre (SAR) para el periodo 2016-2022 a la izquierda y para el período 2010-2015 a la derecha, en la demarcación Levantino-Balear.

2.1.3 Datos de muestreo biológico de la abundancia (biomasa) de especies bentónicas

Los datos biológicos se han obtenido de las campañas de evaluación de los recursos demersales MEDITS llevadas a cabo en la demarcación Levantino-Balear desde 1994 (Spedicato et al., 2019). La serie de datos utilizada comprende el periodo que va desde 2013 a 2022. Para cada lance, se han identificado, contado y pesado todas las especies de invertebrados bentónicos capturadas en el arte de arrastre. Para el cálculo del BH1-SoS se ha utilizado la biomasa estandarizada (en g/km^2) de las especies epibentónicas recolectadas durante las campañas MEDITS en la demarcación Levantino-Balear. Un total de 42339 registros recogidos en 1452 lances distribuidos en un rango de profundidades de 33 a 757 metros han sido analizados.

Los datos obtenidos de las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122 en las que se muestrearon los fondos sedimentarios circalitorales y batiales de la demarcación Levantino-Balear y que se realizaron en el marco de las Estrategias Marinas (EEMM) se han utilizado para la identificación y caracterización de las comunidades epi-bentónicas de la demarcación Levantino-Balear y para analizar su correspondencia con las comunidades demersales obtenidas del análisis de datos procedentes de las campañas MEDITS (ver Anexo 7). Además, con estos datos también se ha comparado la eficiencia de muestreo del arte de arrastre experimental GOC-73 utilizado en las campañas MEDITS y el patín epi-bentónico Jennings utilizado en las campañas de EEMM para muestrear las comunidades epi-bentónicas y demersales de la demarcación (ver Anexo 7).

A partir de estos datos se ha calculado el índice BESITO (González-Irusta et al., 2018) para la mayor parte de las especies bentónicas capturadas en las campañas MEDITS, generando una base de datos con las características biológicas (*biological traits*) de 270 especies. El índice BESITO clasifica las especies en función a su sensibilidad al arrastre de fondo usando ocho características biológicas de las especies, que son puntuadas con valores del 1 a 4 y combinadas mediante una fórmula para obtener el valor final del índice que varía del 1 al 5 (González-Irusta

et al., 2018). Las especies clasificadas con valor de BESITO igual a 1 muestran una respuesta oportunista a la pesca de arrastre (su abundancia aumenta con la presión). Las especies clasificadas con 2 indican una respuesta tolerante a la pesca de arrastre. Las especies con valores superiores a 2 indican una respuesta sensible a la pesca de arrastre (disminución de la abundancia con la presión) con una sensibilidad creciente de 3 a 5.

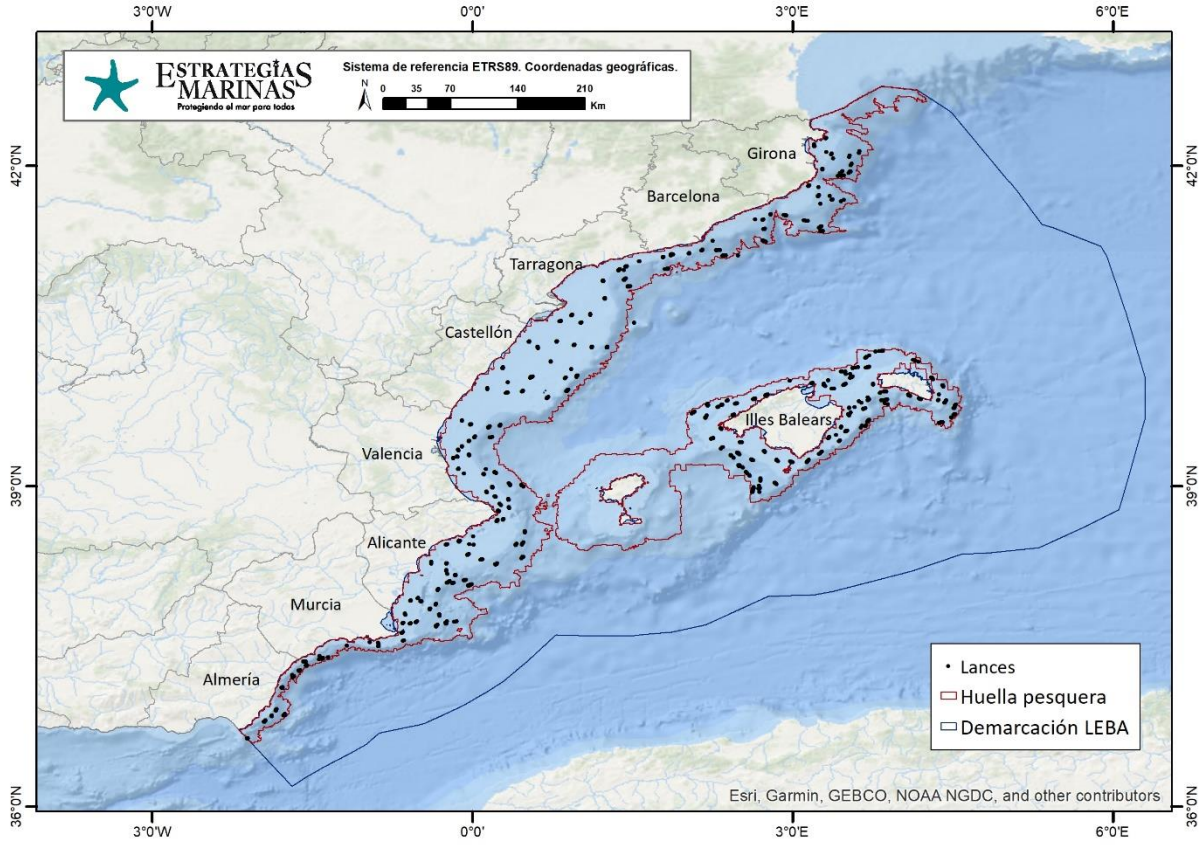


Figura 3. Distribución de los lances con datos biológicos utilizados en el estudio y de la huella de arrastre en la demarcación Levantino-Balear.

2.1.4 Aplicación del indicador BH1-SoS

En primer lugar, se han seleccionado las especies centinela. Estas especies representan las especies más sensibles (con valores del índice BESITO entre 3 y 5) que se encuentran en zonas con baja o nula presión de la pesca de arrastre (o zonas de referencia) de cada BHT. Las especies centinela se seleccionan entre el conjunto de especies típicas en las zonas de referencia, que son las que contribuyen en más de un 90 % a la similitud intra-grupo en el análisis SIMPER (Clarke, 1993).

Una vez definida la lista de especies centinela para cada BHT analizado, se calculó su abundancia relativa (proporción en términos de biomasa) dentro de cada muestra. A continuación, se analizó la correlación entre la proporción de especies centinela y el esfuerzo de la pesca de arrastre (SAR) para cada BHT mediante GAMs binomiales, obteniendo curvas de respuesta presión-estado del hábitat (ver Serrano et al., 2022 y Plaza-Morlote et al., 2023 para mayor información metodológica). Estas curvas de presión-estado (Elliot et al., 2018) se

aplicaron al mapa de la cuadrícula de intensidad de la pesca de arrastre (es decir, el esfuerzo medio de pesca de arrastre a lo largo del período de evaluación) después de enmascararlas en el mapa de la cuadrícula de BHT para generar una predicción geográfica de la proporción de especies centinela en todo el hábitat, o lo que es lo mismo, la predicción del estado bentónico de cada BHT evaluado.

2.2 Selección umbral de calidad

Para calcular los umbrales de calidad en cada BHT se ha aplicado el método de punto de degradación (ver Plaza-Morlote et al., 2023; ICES,2022). Este método utiliza las curvas de presión-estado obtenidas para cada BHT para determinar un umbral específico mediante el cual convertir los valores del estado bentónico (predicción geográfica de la proporción de especies centinela) en áreas adversamente afectadas o no adversamente afectadas.

Para hacer esta conversión se identifica el punto en el que el hábitat ha perdido la mayor parte de su calidad (punto de degradación) y establecer los umbrales de calidad a cierta distancia de este punto en función de la sensibilidad del hábitat (distancias más altas para sensibilidades más altas). En este enfoque, el punto de degradación se define como el punto en el que las curvas de presión-estado experimentan un cambio en la tasa de pérdida de especies centinela (pérdida de velocidad en la tasa de pérdida, es decir, comienzan a aplanar la curva) calculada matemáticamente como la pendiente de 45 grados de la tangente a la curva. Este método ha sido utilizado previamente en diferentes trabajos para determinar el punto de inflexión en las curvas de agregación (Colloca et al., 2009; González-Irusta y Wright, 2017). Una vez calculado este punto, el umbral de calidad se establece como un percentil de la distancia entre el origen de la curva de estado de presión y el punto de degradación. Los umbrales generados deben responder al rango de sensibilidades de los diferentes hábitats, por lo que se utilizará uno más conservador para las respuestas sensibles, mientras que se aplicará uno más permisivo para los hábitats con más tolerancia a la presión. Para ello, se han aplicado tres distancias (0.25 para los hábitats de sensibilidad 4, 0.5 para los hábitats de sensibilidad 3 y 0.75 para los hábitats de sensibilidad 2). El método utilizado para establecer la sensibilidad del hábitat está basado en las curvas de respuesta presión-estado (Elliot et al., 2018) y se explica con más detalle en Serrano et al. (2022) y Plaza-Morlote et al. (2023). En la Figura 4 se observan las curvas teóricas para cada tipo de sensibilidad. El enfoque establece un umbral de calidad, que se utiliza para evaluar qué cuadrículas de la predicción geográfica de la proporción de especies centinela para cada BHT están por encima del umbral de calidad y, por lo tanto, se consideraría que no se ven adversamente afectadas. Este enfoque juega con el poder estadístico de este umbral y el poder ecológico de incluir la sensibilidad de los hábitats en la definición del umbral.

Una vez calculados los umbrales para cada BHT, se calculan la extensión en km^2 y porcentaje de: área sin presión, área no adversamente afectadas y área adversamente afectadas.

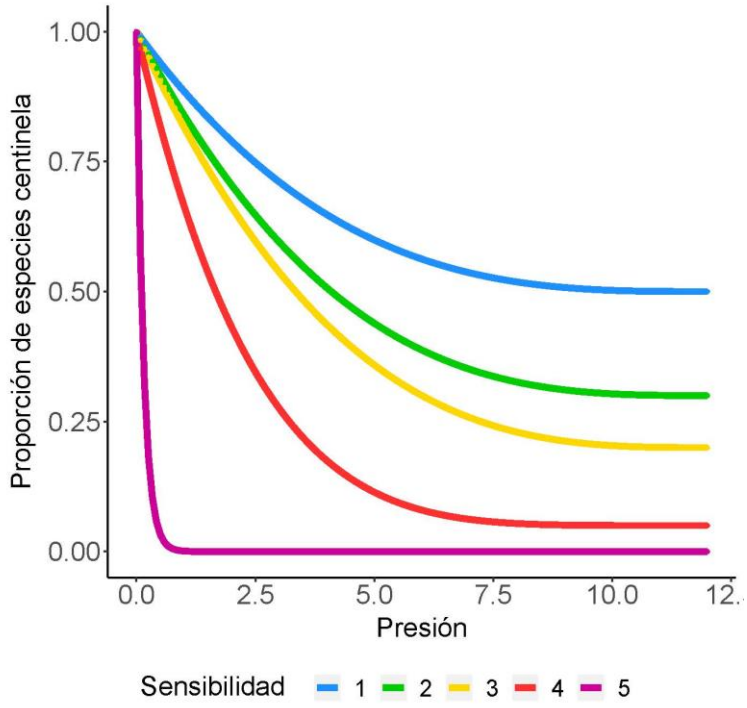


Figura 4. Curvas teóricas de sensibilidad.

2.3 Evaluación del indicador BH1-SoS

Se ha evaluado la capacidad de predicción del indicador BH1-SoS mediante un método de validación cruzada basado en una selección aleatoria de bloques de datos de entrenamiento y prueba, siguiendo las directrices sobre mejores prácticas para la evaluación de modelos de distribución de especies en los ecosistemas marinos (ICES, 2021). En nuestro caso aplicamos GAMs, donde el indicador BH1-SoS es el valor de la variable de respuesta, que se predice en toda el área utilizando el esfuerzo de arrastre para el período de estudio como variable explicativa. Los bloques espaciales se han construido utilizando la función cv_spatial del paquete blockCV de R (Valavi et al., 2019). El tamaño de cada bloque se ha determinado utilizando la función cv_spatial_autocor, incluida en el mismo paquete, blockCV. Esta función utiliza la autocorrelación espacial en las variables explicativas para decidir el tamaño de cada hexágono de muestreo, asegurando la independencia espacial de cada bloque. Se han construido diez bloques en la Demarcación Levantino-Balear con un tamaño de cada hexágono de muestreo de 46 km^2. De los 10, el 60 % se ha seleccionado como datos de entrenamiento (para construir los GAM) y el restante 40 % como datos de prueba (para evaluar las predicciones de GAM). La correlación entre los datos predichos y los reales se ha comprobado mediante el índice de correlación de Spearman. Esta operación se repitió 10 veces para cada BHT evaluado con el indicador BH1-SoS.

2.4 Aplicación del BH3 informado por BH1-SoS

Para los BHTs en los que no se puede aplicar el indicador BH1-SoS por falta de datos y/o porqué las curvas de presión-estado no salen significativas (p-valor > 0.1) se utilizan los resultados de los BHTs en los que sí se ha podido aplicar el BH1-SoS para rellenar la matriz de exposición que utiliza en BH3.

El indicador BH3 (BH·_Ad) utiliza la distribución e intensidad de las presiones, el área de distribución de los hábitats y la sensibilidad de los hábitats a esas presiones.

Para aplicar este indicador nos basamos en los BHT que mostraron resultados significativos de las curvas de presión-estado (p-valor<0.1) en las demarcaciones NorAtlántica, Levantino-Balear, SurAtlántica y Estrecho de Alborán. Una vez determinados los hábitats a evaluar, se les otorgó un valor de sensibilidad basándonos los siguientes criterios:

1. Se asumió que BHT de las diferentes demarcaciones responden al arrastre de forma similar. Basándonos en esto, para aquellos BHT evaluados a través del indicador BH1-Sos en otra demarcación, se le asignó el mismo valor de sensibilidad.
2. Se asumió que los hábitats circalitorales profundos y someros responden de forma similar al arrastre, por lo que se les asigna el mismo valor de sensibilidad.
3. A través del estudio de las especies sensibles al arrastre características de las zonas de bajo o nulo impacto de cada hábitat.

Con los elementos anteriores se calcularon los niveles de perturbación por tipo de hábitat basados en matrices de exposición combinando matrices de intensidad de presión con sensibilidad de los hábitats por tipo de presión. De esta forma, en base a los umbrales obtenidos con las curvas respuesta obtenidas en el resto de BHT de todas las demarcaciones con el indicador BH1-SoS se ha construido la matriz de exposición del BH3. Para ello, se ha hecho una media de los umbrales de presión obtenidos de todos los hábitats por cada sensibilidad (5, 4, 3 y 2), una vez eliminados los valores mínimos y máximos para cada sensibilidad. La tabla 1 muestra la matriz utilizada en la aplicación del BH3 informado por BH1-SoS.

Tabla 1. Matriz BH3 informada por el BH1-SoS, utilizada en la evaluación basada en la integración BH3-Ad.

SAR	**Sensibilidad del hábitat**			
	2	**3**	**4**	**5**
>0-0.6				
>0.6-2.0				
>2.0-3.6				
>3.6				

3 Resultados

La evaluación está centrada en BHT sometidos a presión de esfuerzo de arrastre. En la Demarcación Levantino-Balear encontramos 13 hábitats sedimentarios afectados por presión de arrastre: Sedimento batial superior o sedimento batial inferior (BAT_BATLOW_SED), Arena circalitoral (CIR_SND), Fango circalitoral (CIR_MUD), Arena circalitoral profunda (CIRDP_SND), Fangos circalitorales profundos (CIRDP_MUD), Sedimento grueso circalitoral (CIR_CS), Sedimento mixto circalitoral (CIR_MX), Sedimento grueso circalitoral profundo (CIRDP_CS), Sedimento mixto circalitoral profundo (CIRDP_MX), Sedimento grueso infralitoral (INF_CS), Arena infralitoral (INF_SND), Sedimento mixto infralitoral (INF_MX) y Fango infralitoral (INF_MUD).

Se han evaluado los hábitats Sedimento batial superior o sedimento batial inferior (BAT_BATLOW_SED), Arena circalitoral (CIR_SND), Fango circalitoral (CIR_MUD), Fangos circalitorales profundos (CIRDP_MUD) y Arena circalitoral profunda (CIRDP_SND) con el indicador BH1-SoS, que suponen ~86 % de la huella de arrastre (~ 89 % excluyendo hábitats rocosos; ver Tabla 2). El restante 11 % de hábitats circalitorales y batiales sedimentarios se ha evaluado empleando la integración BH3 y BH1-SoS (BH3_Ad): CIR_CS, CIR_MX, CIRDP_CS, CIRDP_MX, INF_CS, INF_MX, INF_SND e INF_MUD.

Tabla 2. Lista de los BHT de la demarcación Levantino-Balear sometidos a esfuerzo de arrastre. Para cada BHT se muestra la superficie del hábitat (km^2), superficie arrastrada (km^2), % del hábitat arrastrado y % de la huella de arrastre que está representada en este hábitat, para ambos períodos.

Hábitat	**Área (km^2)**	**Área arrastrada (km^2)**		**% del hábitat arrastrado**		**% de la huella arrastre**	
		2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022
BAT_BATLOW_SED	117629.44	24431.63	24019.93	20.77	20.42	41.30	41.01
CIR_SND	8606.89	8170.52	8124.05	94.93	94.39	13.81	13.87
CIR_MUD	7403.51	7347.24	7330.95	99.24	99.02	12.42	12.52
CIRDP_MUD	5639.81	5611.04	5614.99	99.49	99.56	9.48	9.59
CIRDP_SND	5056.80	5014.32	5010.78	99.16	99.09	8.48	8.55
CIR_CS	2793.48	2698.79	2693.20	96.61	96.41	4.56	4.60
CIR_MX	1742.98	1724.85	1720.32	98.96	98.7	2.92	2.94
CIRDP_MX	683.38	682.42	682.42	99.86	99.86	1.15	1.17
CIRDP_CS	160.48	136.28	136.28	84.92	84.92	0.23	0.23

INF_SND	1199.44	760.09	744.25	63.37	62.05	1.28	1.27
INF_CS	652.60	417.66	415.9	64.00	63.73	0.71	0.71
INF_MX	123.87	86.71	83.18	70	67.15	0.15	0.14
INF_MUD	87.22	59.39	52.89	68.09	60.64	0.10	0.09

Se muestran en primer lugar los resultados de los 5 hábitats evaluados con el indicador BH1-SoS y al final el resultado con la evaluación de los restantes hábitats con BH3 informado con BH1-SoS.

3.1 BHTs evaluados con BH1-SoS

La evaluación a través del indicador BH1-SoS se centró en aquellos BHT sometidos a esfuerzo de la pesca de arrastre, que fueron muestreados biológicamente con una frecuencia suficiente y mostraron curvas de presión-estado significativas. Estos hábitats fueron: Sedimento batial superior o sedimento batial inferior (BAT_BATLOW_SED), Arena circalitoral (CIR_SND), Fango circalitoral (CIR_MUD), Fangos circalitorales profundos (CIRDP_MUD) y Arena circalitoral profunda (CIRDP_SND).

3.1.1 Especies centinela

Para el obtener las especies centinela, se definieron las zonas de referencia como aquellas con un valor de SAR menos de 0.2; excepto en aquellos hábitats en los que no había estaciones en zonas con SAR < 0.2 y se aumentó hasta 0.66.

Tabla 1. Lista de los BHT de la demarcación Levantino-Balear evaluados a través del indicar BH1-SoS, para los que se muestra, número de estaciones, nivel de esfuerzo máximo utilizado para definir las zonas de referencia y el listado de especies centinela y su valor de BESITO.

BHT	SAR	Lances	BESITO	Especies centinela
BAT_BATLOW_SED	≤0.2	519	4	*Funiculina quadrangularis,* Porifera indet., *Alcyonium palmatum, Thenea muricata*
			3	*Gryphus vitreus, Holothuria forskali, Parastichopus regalis, Leptometra phalangium, Holothuria* sp., *Holothuria (Holothuria) tubulosa, Tethyaster subinermis*
CIR_SND	≤0.2	223	5	*Chondrosia reniformis*
			4	*Ascidia mentula, Diazona violacea, Haliclona mediterranea, Microcosmus vulgaris,* Porifera indet., *Suberites domuncula, Axinella* spp., *Aplidium nordmanni, Ciona* spp.
CIR_MUD	≤ 0.66	199	4	*Alcyonium palmatum, Ascidia mentula, Funiculina quadrangularis,* Porifera indet., *Ciona* spp., *Diazona violacea, Microcosmus vulgaris, Neopycnodonte cochlear,*

				Phallusia mammillata
			3	*Parastichopus regalis, Pennatula* sp.*, Polycarpa* spp., *Tethyaster subinermis*
CIRDP_MUD	≤ 0.66	158	4	*Alcyonium palmatem, Diazona violacea, Funiculina quadrangularis,* Porifera indet., *Ascidiella* spp.
			3	*Parastichopus regalis, Scalpellum scalpellum, Antedon mediterranea, Gracilechinus acutus, Leptometra phalangium, Ophiothrix fragilis, Pennatula* sp.
CIRDP_SND	≤ 0.2	140	4	*Neopycnodonte cochlear, Funiculina quadrangularis,* Porifera indet., *Haliclona* spp., *Suberites domuncula*
			3	*Gracilechinus acutus, Gryphus vitreus, Leptometra phalangium, Parastichopus regalis, Tethyaster subinermis*

3.1.2 Umbrales y sensibilidad

El hábitat BAT_BATLOW_SED fue el BHT que mostró una mayor sensibilidad (sensibilidad 4). Los hábitats CIR_SND, CIRDP_SND y CIRDP_MUD mostraron una sensibilidad de 3; mientras que el CIR_MUD mostró la curva de presión-estado menos sensible (sensibilidad 2) (Tabla 4).

Tabla 2. Sensibilidad del hábitat, significancia del modelo (p_valor) y valores del umbral de calidad para los BHT de la Demarcación Levantino-Balear.

Hábitat	Sensibilidad	p_valor	Umbral de calidad
BAT_BATLOW_SED	4	0.00	0.81
CIR_SND	3	0.07	0.71
CIR_MUD	2	0.06	0.70
CIRDP_MUD	3	0.00	0.70
CIRDP_SND	3	0.01	0.62

Para los cinco hábitats evaluados, se obtuvo una buena correlación entre la proporción de especies centinela y el esfuerzo pesquero, con una mayor proporción de éstas en las zonas de menor SAR. También se ha observado un menor esfuerzo pesquero y una mayor proporción de especies centinela en las Islas Baleares en comparación con la Península Ibérica (Figura 5).

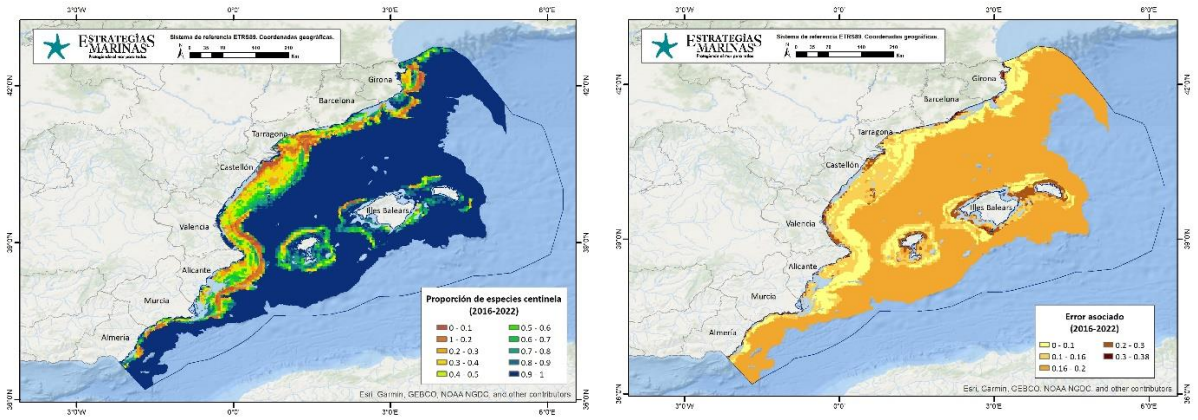


Figura 5. Mapa de predicción de especies centinela (derecha) y error asociado (izquierda) para los cinco hábitats evaluado a través del indicador BH1-SoS.

A partir de las curvas de presión-estado, se calcularon el punto de degradación del hábitat, y teniendo en cuenta la sensibilidad del hábitat determinamos el umbral de calidad. A partir de este umbral, y en base al mapa de predicción de especies centinela (Figura 5), calculamos la extensión del hábitat adversamente afectado (Figura 6, Tabla 5).

La huella pesquera de la demarcación Levantino-Balear abarca un área de 58572 km^2. Si consideramos los cinco BHTs evaluados con BH1-SoS, esto supondría un 85.5 % de área evaluada, que aumenta hasta un 88.5 % si no se consideran los hábitats rocosos.

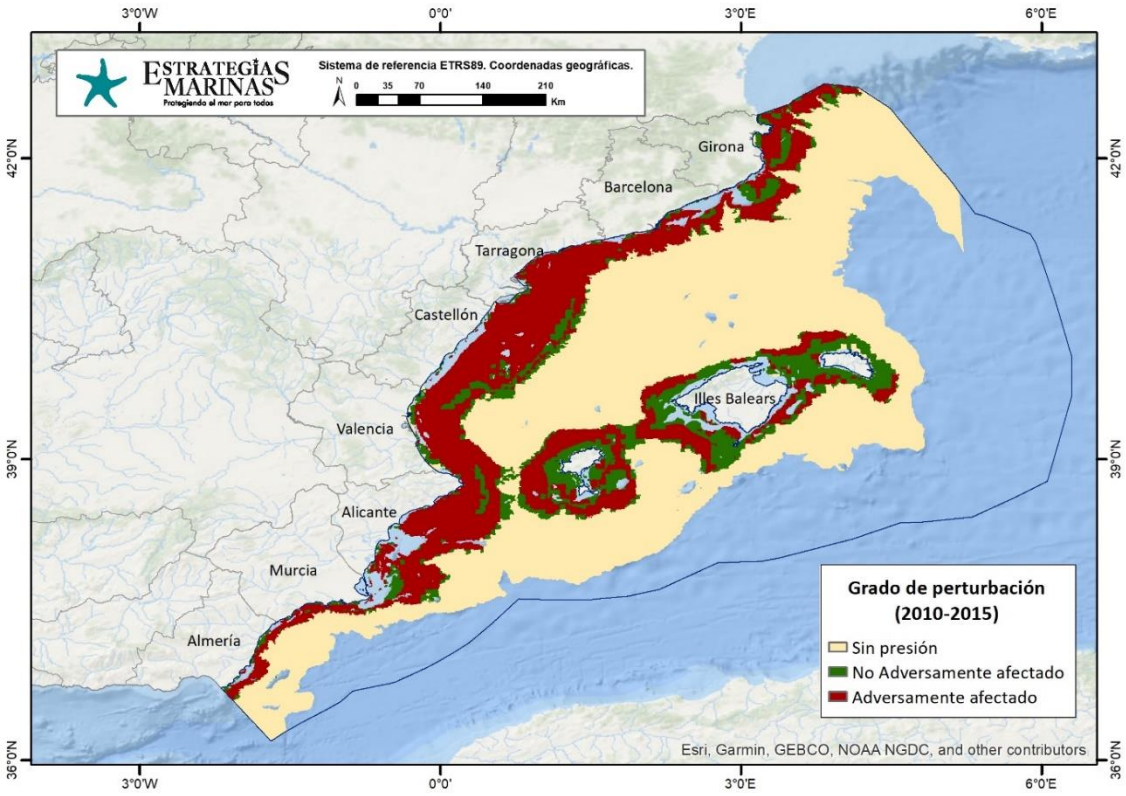


Figura 5. Distribución del grado de perturbación en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022 aplicando el indicador BH1-SoS. Se han evaluado los hábitats BAT_BATLOW_SED, CIR_SND, CIR_MUD, CIRDP_MUD y CIRDP_SND, que suponen ~85.5 % de la huella de arrastre (~ 88.5 % excluyendo hábitats rocosos).

Tabla 5. Área (en Km^2) y porcentaje para cada BHT evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Hábitat	Área (km^2)	Grado perturbación	Área (km^2)	Proporción (%)
BAT_BATLOW_SED	117629.44	Sin presión	93609.50	79.58
		No adversamente afectado	8245.82	7.01
		Adversamente afectado	15774.11	13.41
CIR_SND	8606.89	Sin presión	483.71	5.62
		No adversamente afectado	4297.42	49.93
		Adversamente afectado	3826.62	44.46
CIR_MUD	7403.51	Sin presión	72.55	0.98
		No adversamente afectado	1043.15	14.09
		Adversamente afectado	6287.80	84.93
CIRDP_MUD	5639.81	Sin presión	24.25	0.43
		No adversamente afectado	2058.53	36.5
		Adversamente afectado	3556.46	63.06
CIRDP_SND	5056.80	Sin presión	45.51	0.9
		No adversamente afectado	3740.01	73.96
		Adversamente afectado	1270.77	25.13

3.1.3 Evaluación por BHT evaluado

Sedimento batial superior o sedimento batial inferior (BAT_BATLOW_SED)

En *Sedimento batial superior o sedimento batial inferior* es el BHT que abarca una mayor extensión (117629.44 km^2) dentro de la Demarcación. A pesar de que sólo un 20.42 % del hábitat está sometido a esfuerzo de arrastre, este hábitat es el que más contribuye dentro de la huella pesquera, siendo responsables del 41.01 % (Tabla 2). Además, es el hábitat muestreado de forma más intensa, lo que nos permitió aplicar el indicador BH1-SoS con resultados significativos (p-valor = 0.00, ver tabla 4).

La tabla 3 muestra las especies centinela características de este hábitat.

El BAT_BATLOW_SED mostró la respuesta más sensible en la curva presión-estado, con una sensibilidad de 4, donde podemos observar una caída pronunciada de la proporción de especies centinela para los primeros valores de esfuerzo de arrastre (Figura 7).

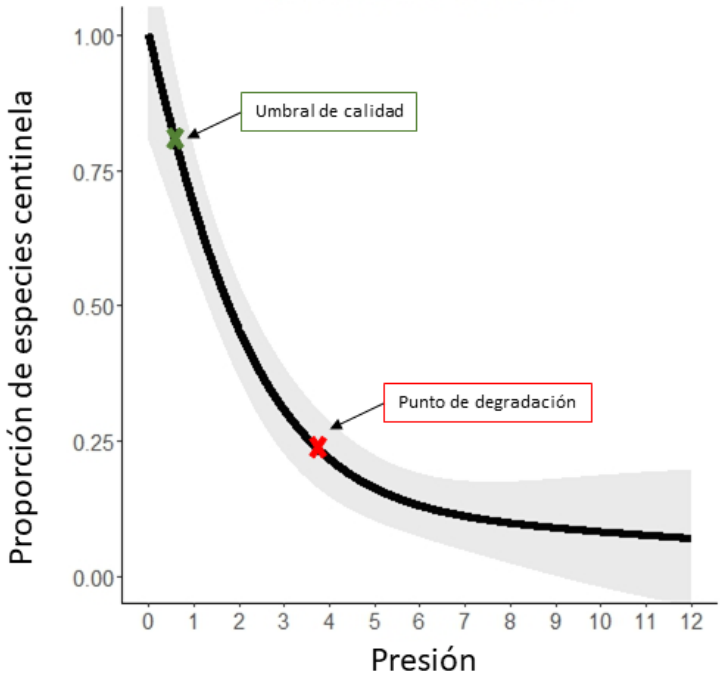


Figura 7. Curva de respuesta estado-presión para el BAT_BATLOW_SED.

El mapa de proporción de especies centinela muestra, en general, mayores valores en las Islas Baleares, mostrando los valores más bajos en la zona de Alicante-Valencia y Cataluña (Figura 8).

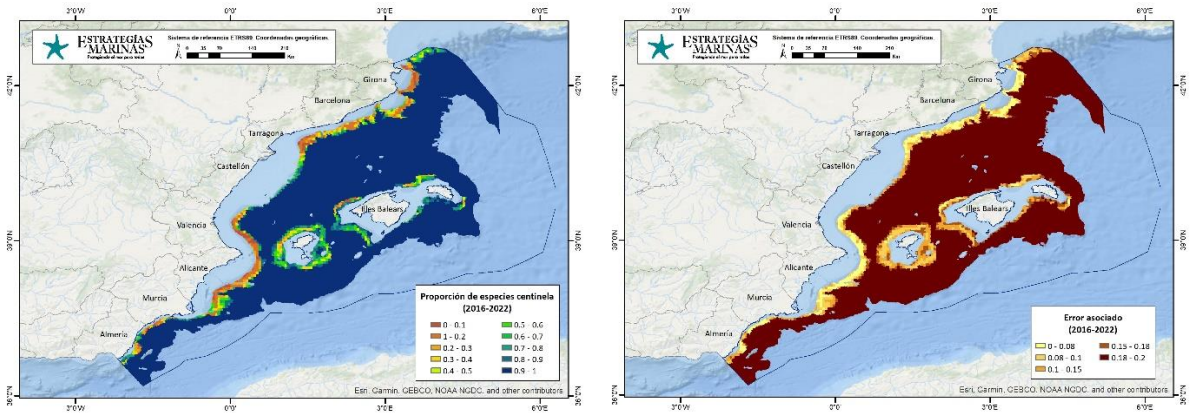


Figura 8. Mapas de predicción de especies centinela (derecha) y error asociado (izquierda) para el *Sedimento batial superior o sedimento batial inferior*, evaluado a través del indicador BH1-SoS.

A partir del punto de degradación del hábitat (Figura 7), y dado que se trata de un hábitat con sensibilidad de 4, calculamos el umbral de calidad, con un valor de proporción de especies centinela de 0.81. Este punto nos marcará el valor a partir del cual, si disminuye, el hábitat se encontrará adversamente afectado. A partir de este umbral, y en base al mapa de predicción de especies centinela (Figura 8), determinamos la extensión del hábitat adversamente afectado (Tabla 6, Figura 9). Un 79.58 % del hábitat se encuentra en zonas sin presión, este alto porcentaje se debe a que el hábitat abarca zonas profundas donde no está permitida la pesca de arrastre.

Mientras que las zonas sometidas a esfuerzo de arrastre suponen el 20.42 % del hábitat, estando adversamente afectadas un 13.41 % del hábitat (Tabla 6).

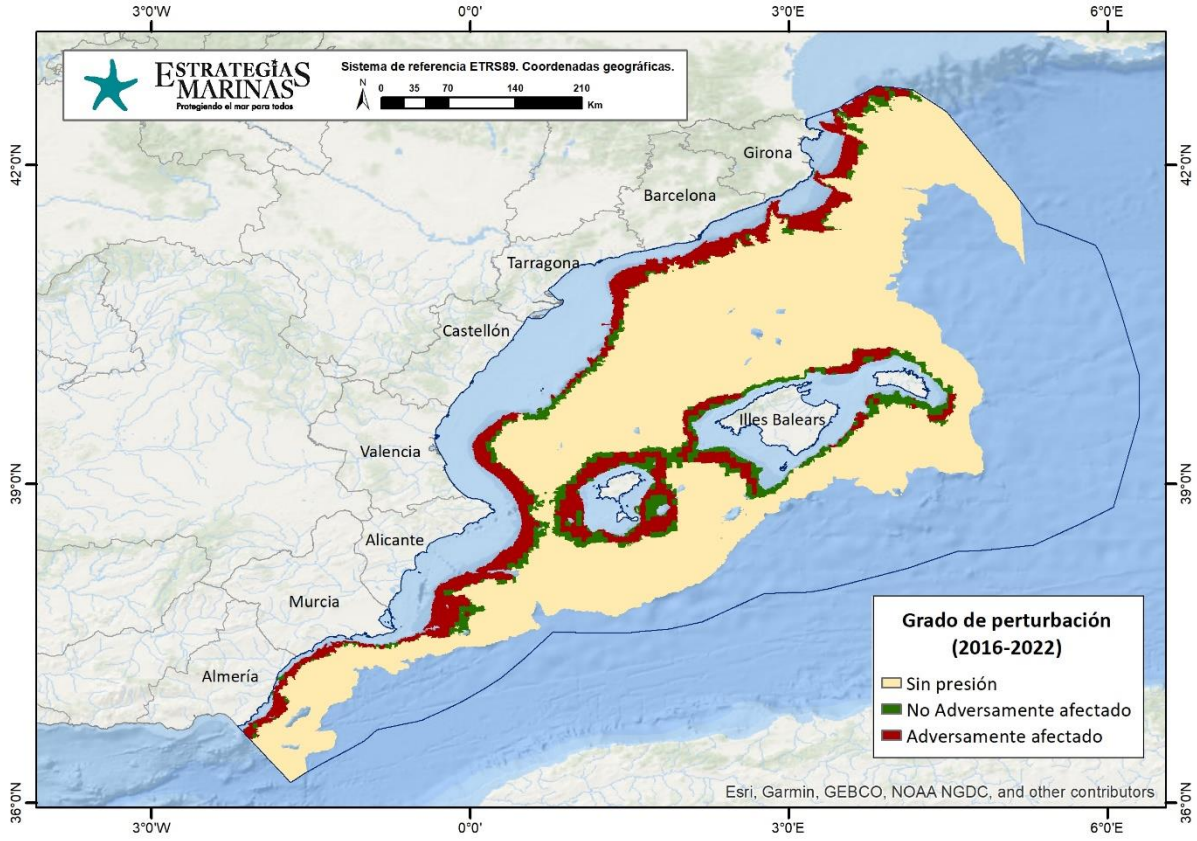


Figura 9. Distribución del grado de perturbación del BAT_BATLOW_SED en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

Tabla 6. Área (en km^2) y porcentaje del hábitat evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Área total (km^2)	Nivel de perturbación	Área (km^2)	Proporción (%)
117629.44	Sin presión	93609.50	79.58
	No adversamente afectado	8245.82	7.01
	Adversamente afectado	15774.11	13.41

Arena circalitoral (CIR_SND)

El hábitat *Arena circalitoral* es el segundo BHT con mayor extensión dentro de la Demarcación, con 8606.89 km^2 de extensión. La mayor parte del hábitat se encuentra sometida a presión de esfuerzo de arrastre (94.39 % del hábitat); y su contribución a la huella pesquera es del 13.87 % (Tabla 2). El nivel de muestreo de este hábitat fue lo suficientemente intenso como para aplicar el indicador BH1-SoS con resultados significativos (p-valor = 0.07, ver tabla 4).

La tabla 3 muestra las especies centinela características de este hábitat. Y mostró una sensibilidad de 3 (Figura 10).

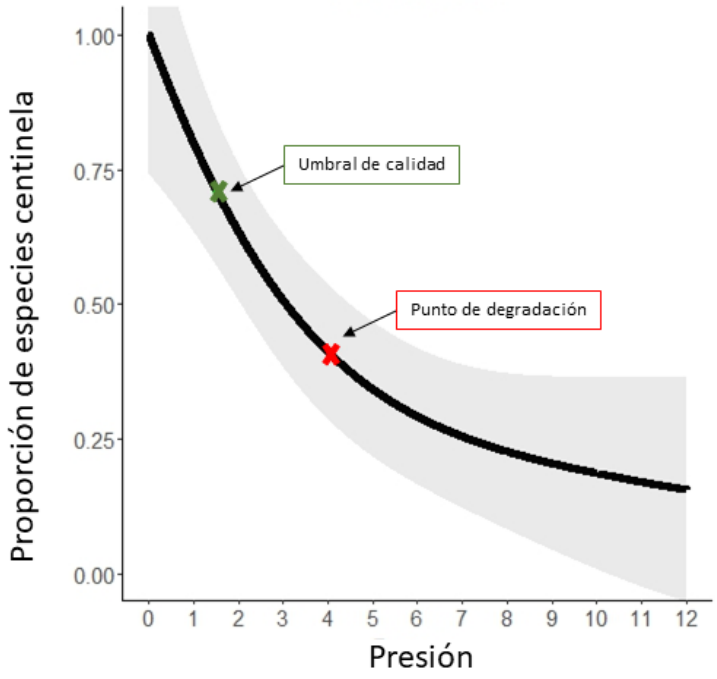


Figura 10. Curva de respuesta estado-presión para el CIR_SND.

El mapa de proporción de especies centinela muestra, en general, mayores valores en las Islas Baleares, y en la zona norte de Alicante y Valencia, por el contrario, los valores más bajos se pueden observar en la zona sur de Tarragona (Figura 11).

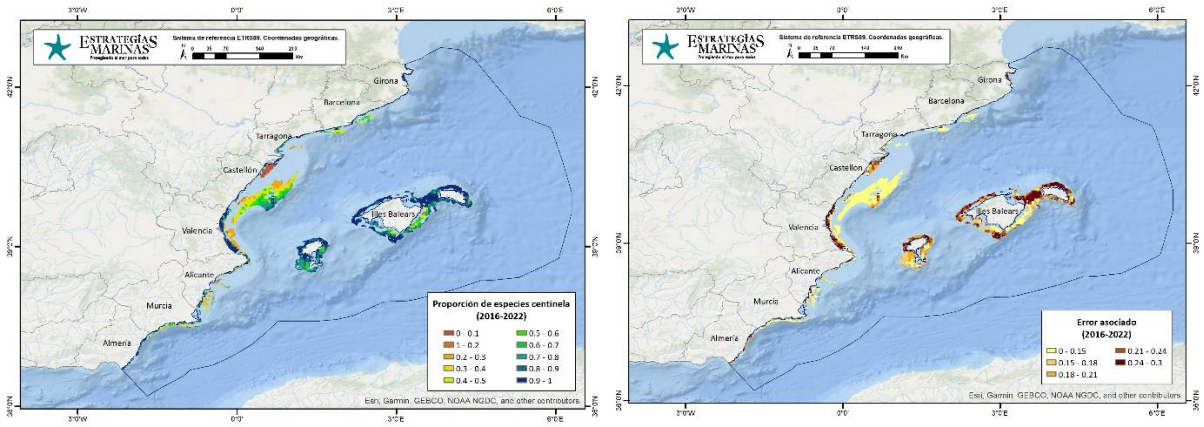


Figura 11. Mapas de predicción de especies centinela (derecha) y error asociado (izquierda) para el hábitat *Arena circalitoral*, evaluado a través del indicador BH1-SoS.

A partir del punto de degradación del hábitat (Figura 10), y dado que se trata de un hábitat con sensibilidad de 3, calculamos el umbral de calidad, con un valor de proporción de especies centinela de 0.71. Este punto nos marcará el valor a partir del cual, si disminuye, el hábitat se encontrará adversamente afectado. A partir de este umbral, y en base al mapa de predicción de especies centinela (Figura 11), determinamos la extensión del hábitat

adversamente afectado (Tabla 7, Figura 12). Sólo un 5.62 % del hábitat se encuentra en zonas sin presión, mientras que el 94.39 % del hábitat está sometido a esfuerzo de arrastre, estando adversamente afectadas un 44.46 % del hábitat (Tabla 7).

Tabla 7. Área (en km^2) y porcentaje del hábitat evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Área total (km^2)	Nivel de perturbación	Área (km^2)	Proporción (%)
8606.89	Sin presión	483.71	5.62
	No adversamente afectado	4297.42	49.93
	Adversamente afectado	3826.62	44.46

En cuanto a distribución geográfica, vemos como como las zonas adversamente afectadas se encuentras principalmente en la Península Ibérica, en la región de Valencia y Castellón. Mientras que las Islas Baleares encontramos, mayoritariamente, zonas con presión, pero no adversamente afectadas (Figura 12).

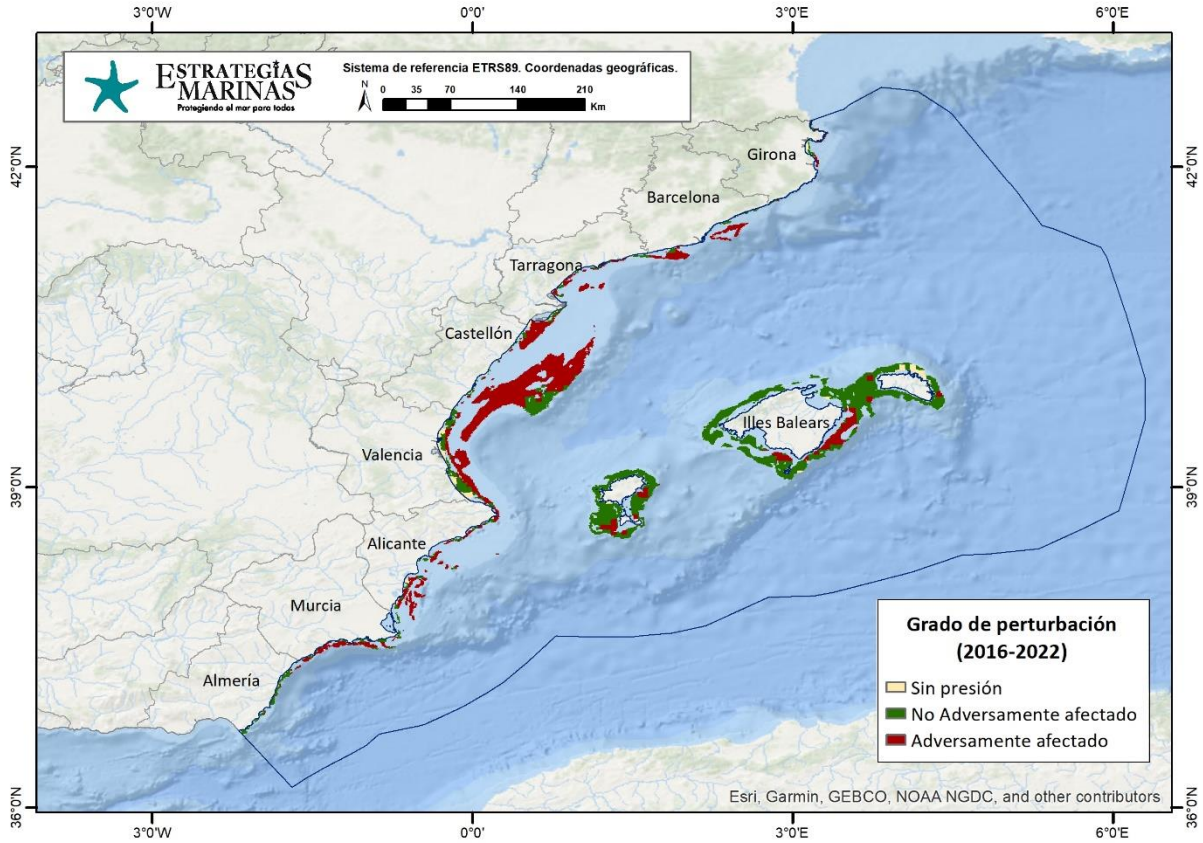


Figura 12. Distribución del grado de perturbación del CIR_SND en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

Fangos circalitorales (CIR_MUD)

Los *Fangos circalitorales* tiene una extensión de 7403.51 km^2. La mayor parte del hábitat se encuentra sometida a presión de esfuerzo de arrastre (99.02 % del hábitat); y su contribución a la huella pesquera es del 12.52 % (Tabla 2). El nivel de muestreo de este hábitat fue lo suficientemente intenso como para aplicar el indicador BH1-SoS con resultados significativos (p-valor = 0.06, ver tabla 4).

La tabla 3 muestra las especies centinela características de este hábitat. Los fangos *circalitorales* mostraron una baja sensibilidad, sensibilidad de 2 (Figura 13).

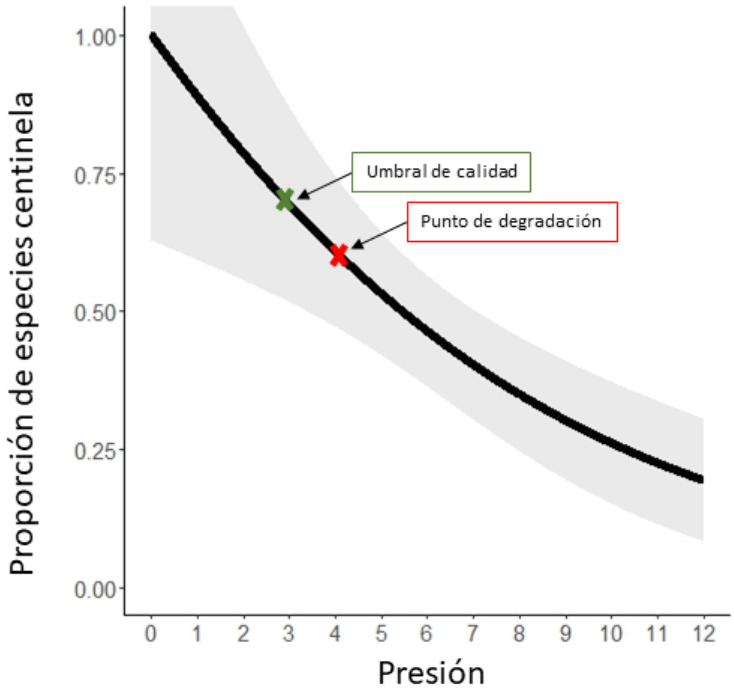


Figura 13. Curva de respuesta estado-presión para el CIR_MUD.

En este caso, la mayor parte del hábitat se centra en zonas peninsulares, siendo muy baja su presencia en las Islas Baleares. Los mayores valores de proporción de especies centinela los encontramos en estas pequeñas zonas de las Islas Baleares, y en la zona norte de Cataluña, por el contrario, los valores más bajos se pueden observar en la zona sur de Cataluña y norte de la Comunidad Valenciana (Figura 14).

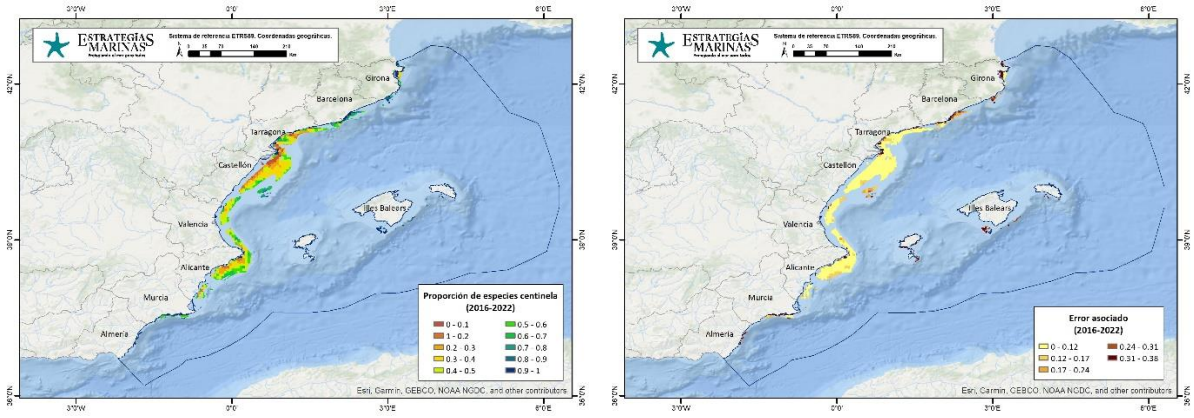


Figura 14. Mapas de predicción de especies centinela (derecha) y error asociado (izquierda) para los *Fangos circalitorales*, evaluado a través del indicador BH1-SoS.

A partir del punto de degradación del hábitat (Figura 13), y dado que se trata de un hábitat con sensibilidad de 2, calculamos el umbral de calidad, con un valor de proporción de especies centinela de 0.7. Este punto nos marcará el valor a partir del cual, si disminuye, el hábitat se encontrará adversamente afectado. A partir de este umbral, y en base al mapa de predicción de especies centinela (Figura 14), determinamos la extensión del hábitat adversamente afectado (Tabla 8, Figura 15). Prácticamente la totalidad del hábitat (99.02 %) se encuentra sometido a esfuerzo de arrastre, son sólo un 0.98 % del hábitat sin presión. Además, el 84.93 % del hábitat esta adversamente afectado (Tabla 8).

Tabla 8. Área (en km^2) y porcentaje del hábitat evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Área total (km^2)	**Nivel de perturbación**	**Área (km^2)**	**Proporción (%)**
7403.51	Sin presión	72.55	0.98
	No adversamente afectado	1043.15	14.09
	Adversamente afectado	6287.80	84.93

Las zonas adversamente afectadas ocupan la mayor parte del hábitat (84.93 %), encontrando únicamente pequeñas zonas no adversamente afectadas en las Islas Baleares y norte de Cataluña principalmente (Figura 15).

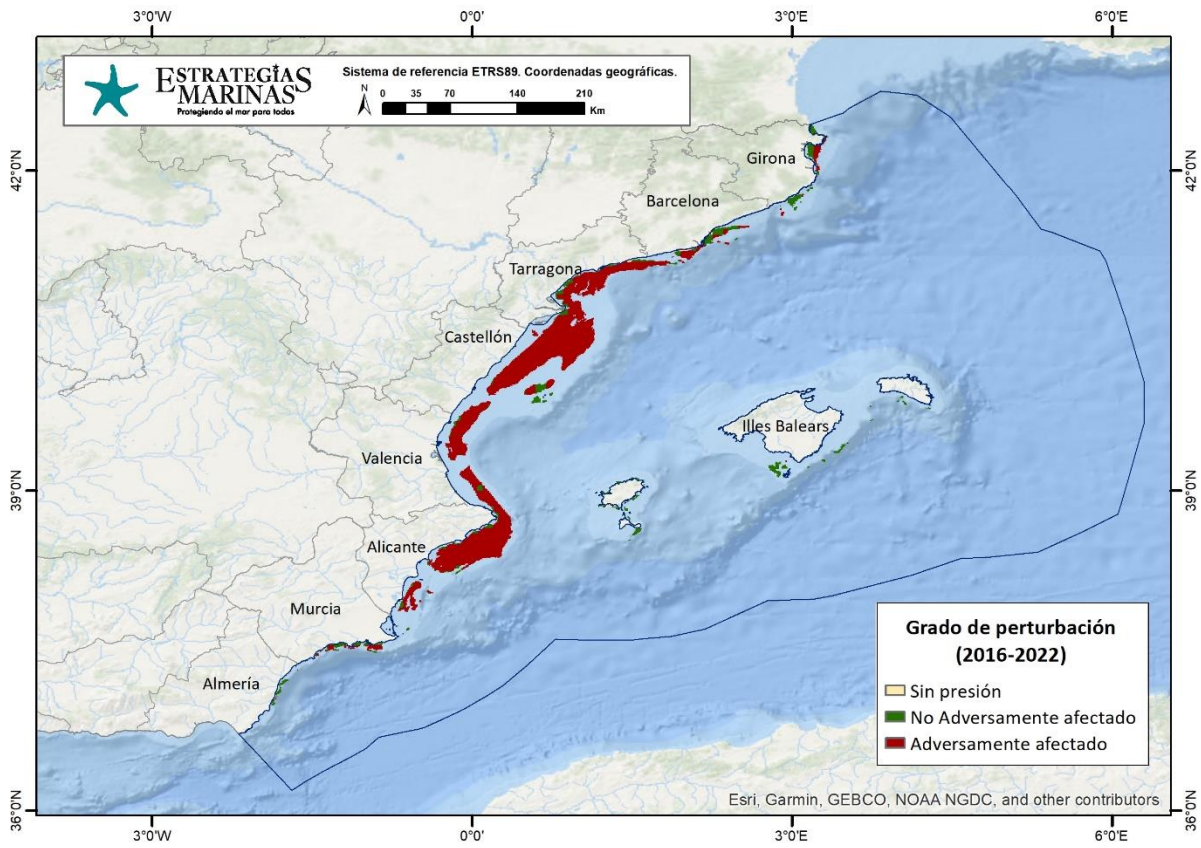


Figura 15. Distribución del grado de perturbación del CIR_MUD en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

Fangos circalitorales profundos (CIRDP_MUD)

Los *Fangos circalitorales de alta mar* tienen una extensión de 5639.81 km^2. La mayor parte del hábitat se encuentra sometida a presión de esfuerzo de arrastre (99.56 % del hábitat); y su contribución a la huella pesquera es del 9.59 % (Tabla 2). El nivel de muestreo de este hábitat fue lo suficientemente intenso como para aplicar el indicador BH1-SoS con resultados significativos (p-valor = 0.00, ver tabla 4).

La tabla 3 muestra las especies centinela características de este hábitat. Los *Fangos circalitorales profundos* mostraron una sensibilidad de 3 (Figura 16).

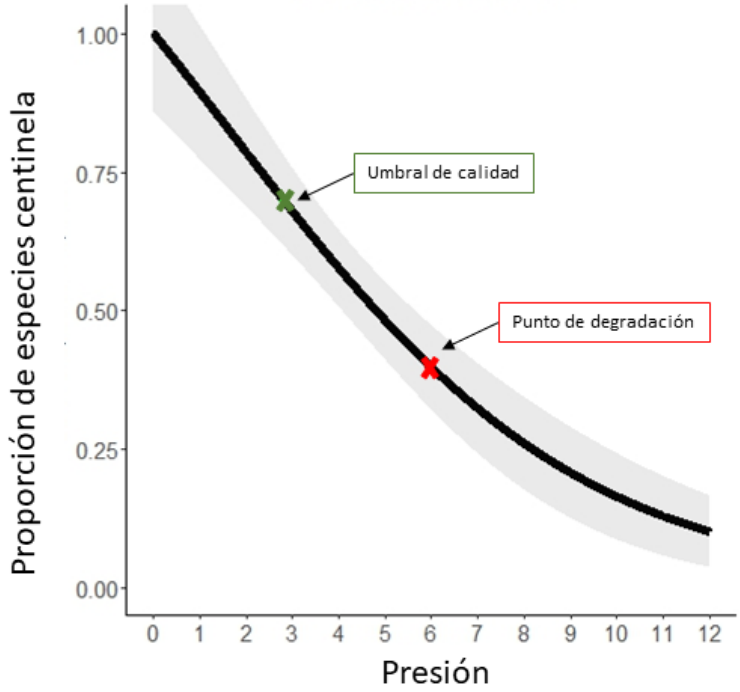


Figura 16. Curva de respuesta estado-presión para el CIRDP_MUD.

El mapa de proporción de especies centinela muestra los valores más bajos en zonas peninsulares del sur de Cataluña, Valencia, y Alicante (Figura 17).

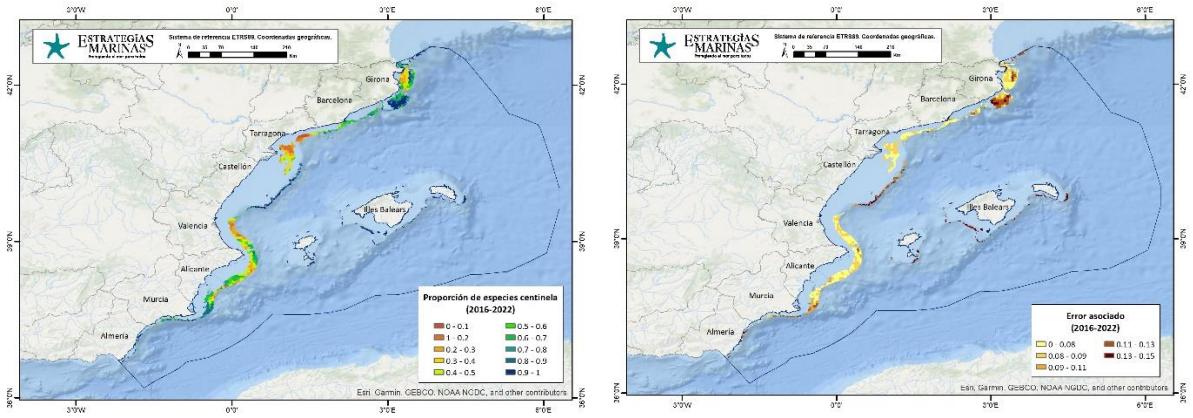


Figura 17. Mapas de predicción de especies centinela (derecha) y error asociado (izquierda) para los *Fangos circalitorales profundos*, evaluado a través del indicador BH1-SoS.

A partir del punto de degradación del hábitat (Figura 16), y dado que se trata de un hábitat con sensibilidad de 3, calculamos el umbral de calidad, con un valor de proporción de especies centinela de 0.7. Este punto nos marcará el valor a partir del cual, si disminuye, el hábitat se encontrará adversamente afectado. A partir de este umbral, y en base al mapa de predicción de especies centinela (Figura 17), determinamos la extensión del hábitat adversamente afectado (Tabla 9, Figura 18). Sólo un 0.43 % del hábitat se encuentra en zonas sin presión, mientras que el 99.56 % del hábitat está sometido a esfuerzo de arrastre, estando adversamente afectadas un 63.06 % del hábitat (Tabla 9).

Tabla 9. Área (en km²) y porcentaje del hábitat evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Área total (km²)	Nivel de perturbación	Área (km²)	Proporción (%)
5639.81	Sin presión	24.25	0.43
	No adversamente afectado	2058.53	36.5
	Adversamente afectado	3556.46	63.06

En cuanto a distribución geográfica, vemos como como las zonas adversamente afectadas se encuentran principalmente distribuidas a lo largo de la costa peninsular de la Demarcación, mientras que las zonas no adversamente afectadas se focalizan en las Islas Baleares, así como a lo largo de la costa peninsular (Figura 18).

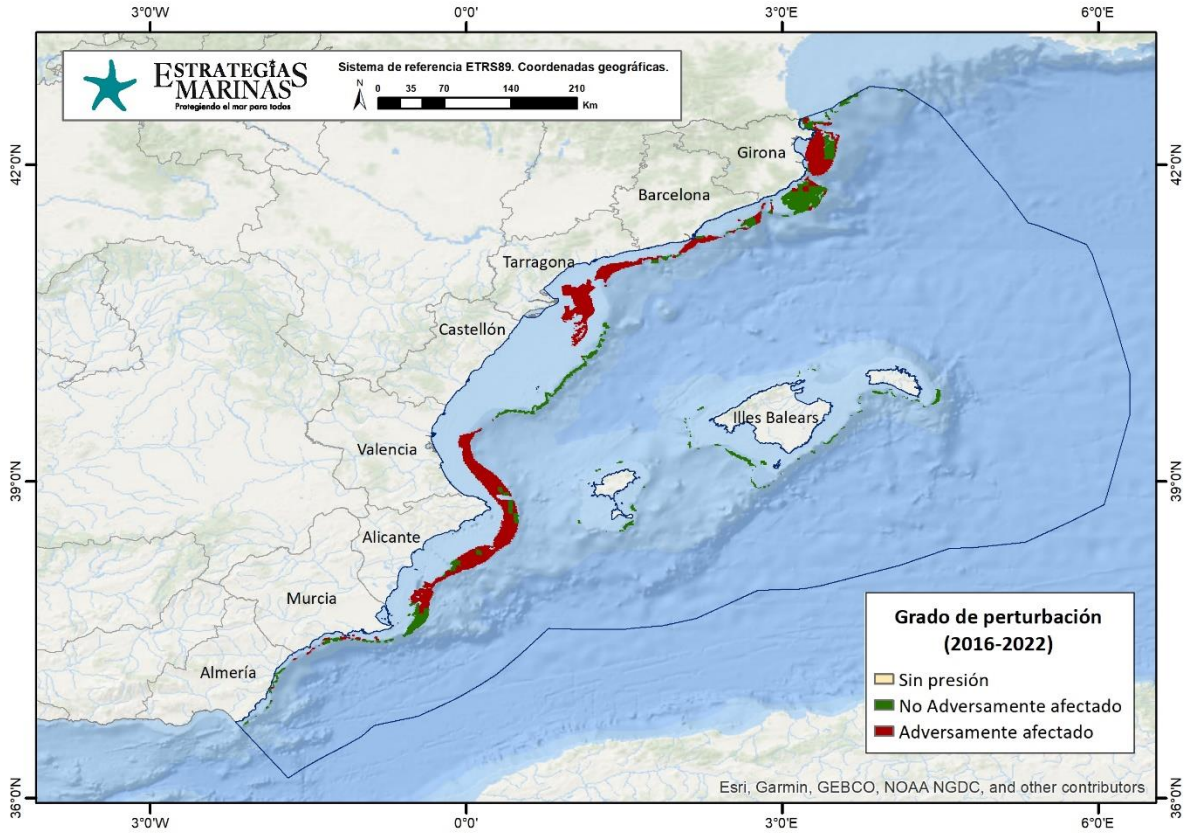


Figura 18. Distribución del grado de perturbación del CIRDP_MUD en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

Arena circalitoral profunda (CIRDP_SND)

El hábitat *Arena circalitoral profunda* tienen una extensión de 5056.80 km². La mayor parte del hábitat se encuentra sometida a presión de esfuerzo de arrastre (99.09 % del hábitat); y su contribución a la huella pesquera es del 8.55 % (Tabla 5). El nivel de muestreo de este hábitat fue lo suficientemente intenso como para aplicar el indicador BH1-SoS con resultados significativos (p-valor = 0.01, ver tabla 4). La tabla 3 muestra las especies

centinela características de este hábitat. El hábitat *Arena circalitoral profunda* mostró una sensibilidad de 3 (Figura 19).

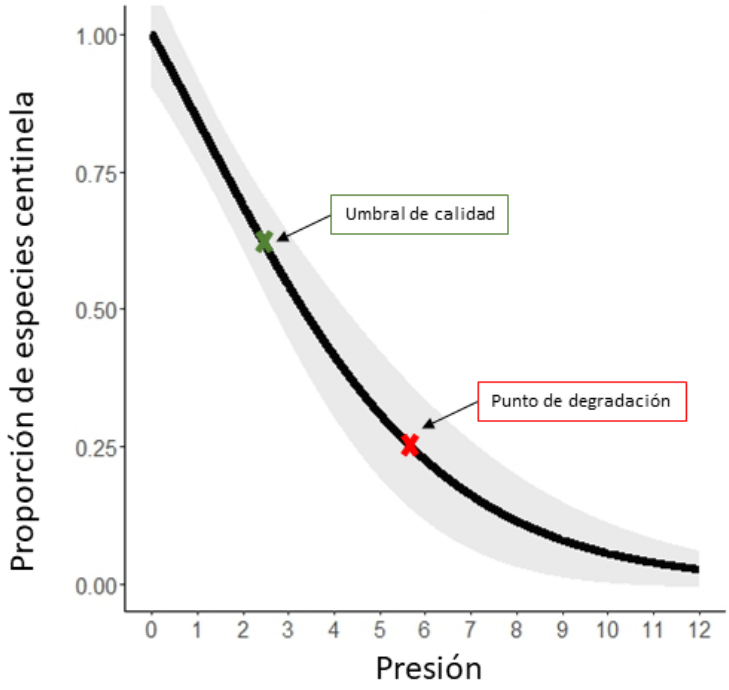


Figura 19. Curva de respuesta estado-presión para el CIRDP_SND.

El mapa de proporción de especies centinela muestra valores altos de proporción de especies centinela en las Islas Baleares, por el contrario, los valores más bajos se pueden observar principalmente en la zona sur de Cataluña (Figura 20).

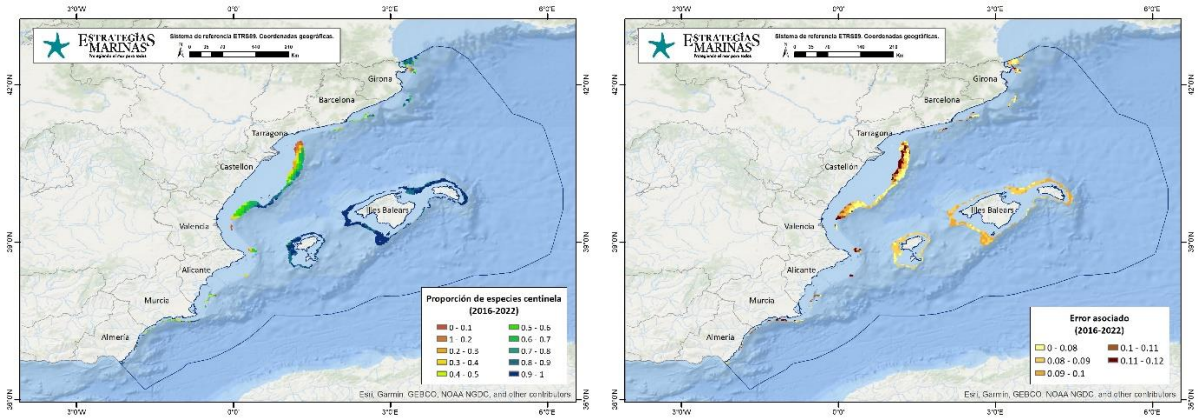


Figura 20. Mapas de predicción de especies centinela (derecha) y error asociado (izquierda) para el hábitat *Arenas circalitorales profundas*, evaluado a través del indicador BH1-SoS.

A partir del punto de degradación del hábitat (Figura 19), y dado que se trata de un hábitat con sensibilidad de 3, calculamos el umbral de calidad, con un valor de proporción de especies centinela de 0.62. Este punto nos marcará el valor a partir del cual, si disminuye, el hábitat se encontrará adversamente afectado. A partir de este

umbral, y en base al mapa de predicción de especies centinela (Figura 20), determinamos la extensión del hábitat adversamente afectado (Tabla 10, Figura 21). Casi la totalidad del hábitat se encuentra sometido a esfuerzo de arrastre, quedan únicamente sin presión un 0.9 % del hábitat. Sin embargo, la mayor parte de la zona sometida a presión, se encuentra no adversamente afectado, el 73.96 % del hábitat; mientras que el 25.13 % se encuentra adversamente afectado por la pesca de arrastre (Tabla 10).

Tabla 10. Área (en km^2) y porcentaje del hábitat evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Área total (km^2)	Nivel de perturbación	Área (km^2)	Proporción (%)
5056.80	Sin presión	45.51	0.90
	No adversamente afectado	3740.01	73.96
	Adversamente afectado	1270.77	25.13

En cuanto a distribución geográfica, vemos como como las zonas adversamente afectadas se encuentras distribuidas a lo largo de la costa peninsular, mientras que las Islas Baleares presentan zonas con presión, pero no adversamente afectadas (Figura 21).

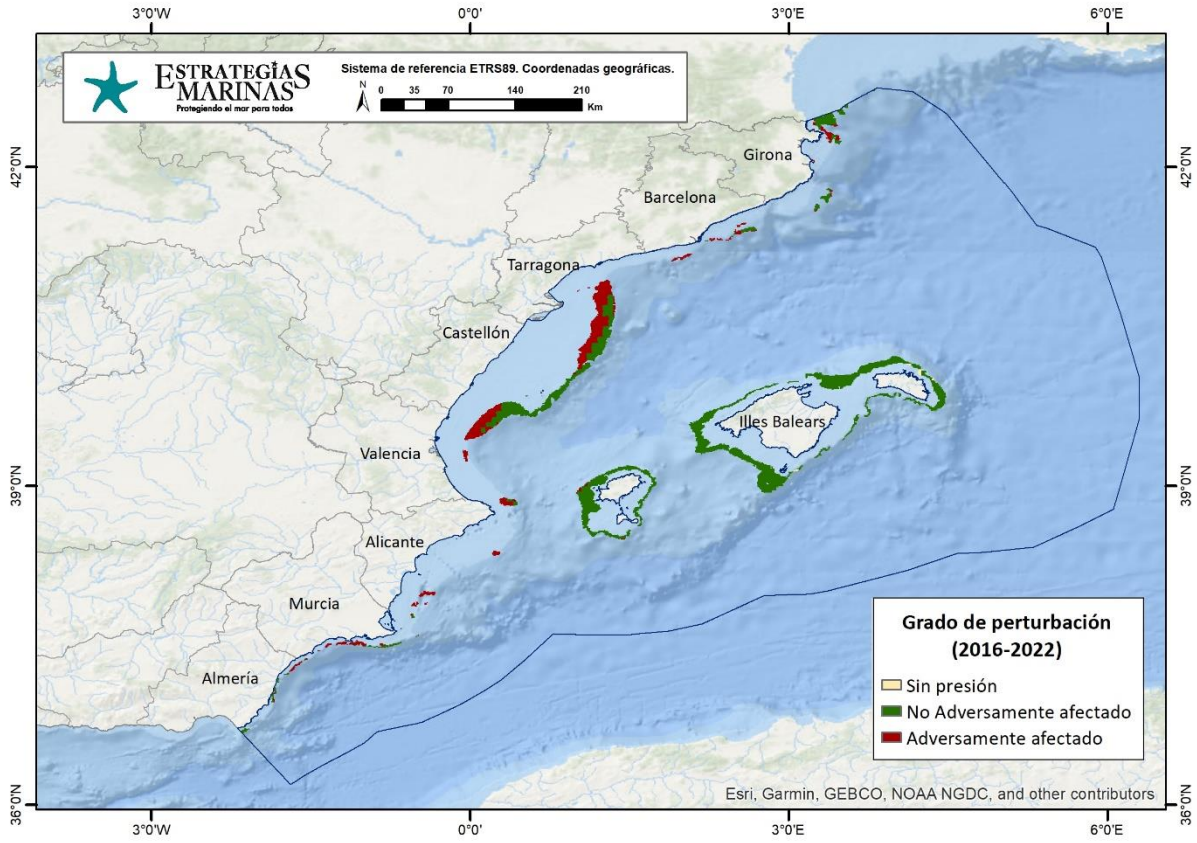


Figura 21. Distribución del grado de perturbación del CIRDP_SND en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

3.2 BHTs evaluados con BH3 informado por BH1

El resto de BHT sometidos a presión pesquera, pero que no han sido muestreados con la intensidad suficiente y por lo tanto no han mostrado curvas de presión-estado significativas, han sido evaluados a través del indicador BH3 informado por BH1-SoS (BH3_Ad). Estos hábitats han sido: Sedimento grueso circalitoral (CIR_CS), Sedimento mixto circalitoral (CIR_MX), Sedimento grueso circalitoral profundo (CIRDP_CS), Sedimento mixto circalitoral profundo (CIRDP_MX), Sedimento grueso infralitoral (INF_CS), Sedimento mixto infralitoral (INF_MX), Arena infralitoral (INF_SND) y Fango infralitoral (INF_MUD).

La distribución geográfica de los niveles de perturbación de los hábitats evaluados con el indicador BH3_Ad muestra, en rangos generales, una mayor proporción de zonas, sometidas a presión de arrastre, pero no adversamente afectadas en las Islas Baleares (Figura 22). Además, vemos una amplia extensión de estos hábitats en la Región de Murcia y sur de Alicante, pero mayoritariamente adversamente afectados.

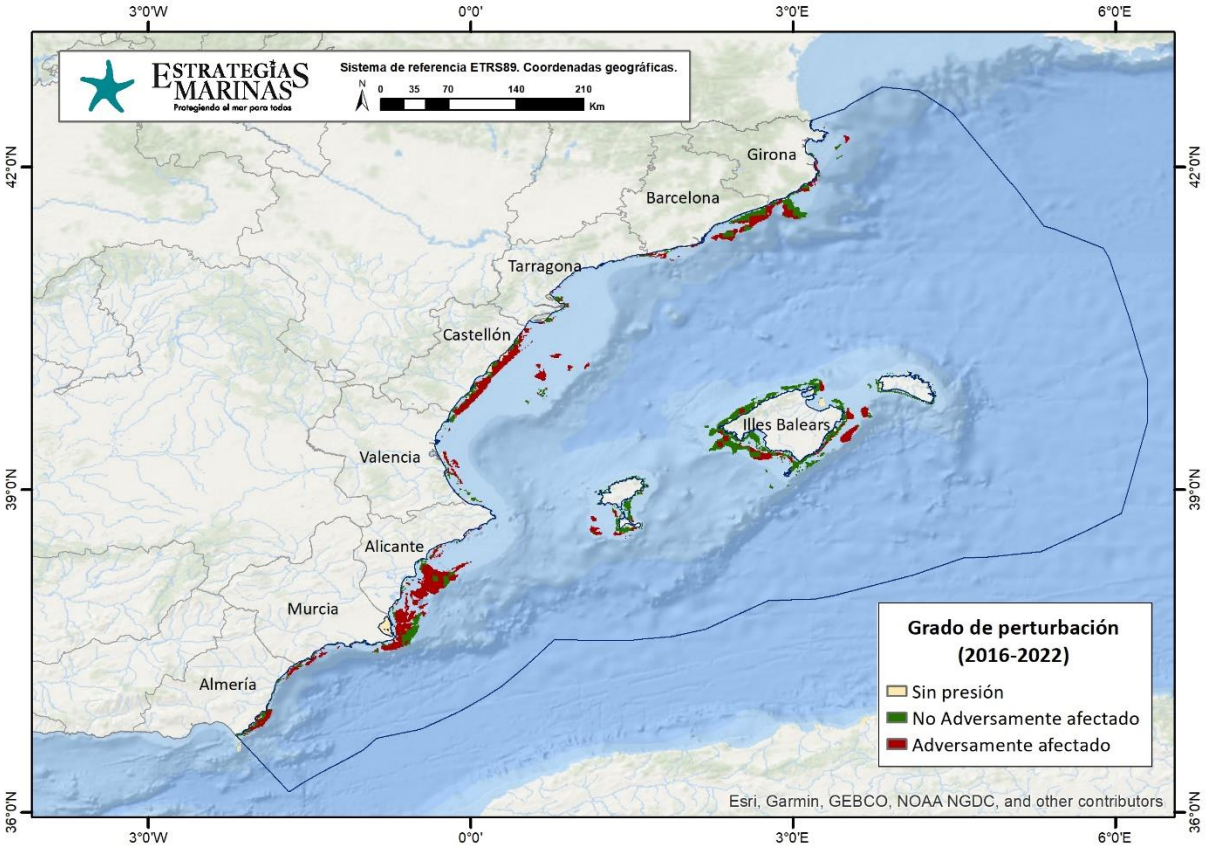


Figura 22. Distribución del grado de perturbación en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022 empleando la integración BH1-BH3. Se han evaluado los hábitats CIR_CS, CIR_MX, CIRDP_CS, CIRDP_MX, INF_CS, INF_MX, INF_SND e INF_MUD, que suponen ~11 % de la huella de arrastre.

Tabla11. Área (en km^2) y porcentaje para cada BHT evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado empleando la integración BH1-BH3.

Hábitat	Área (km^2)	Grado perturbación	Área (km^2)	%
CIR_CS	2793.48	Sin presión	100.29	3.59

		No adversamente afectado	979.40	35.06
		Adversamente afectado	1713.52	61.34
CIR_MX	1742.98	Sin presión	22.66	1.3
		No adversamente afectado	541.89	31.09
		Adversamente afectado	1178.43	67.61
CIRDP_CS	160.48	Sin presión	24.20	15.08
		No adversamente afectado	49.32	30.73
		Adversamente afectado	86.96	54.19
CIRDP_MX	683.38	Sin presión	0.96	0.14
		No adversamente afectado	358.64	52.48
		Adversamente afectado	323.79	47.38
INF_CS	652.60	Sin presión	236.70	36.27
		No adversamente afectado	292.49	44.82
		Adversamente afectado	123.41	18.91
INF_MX	123.87	Sin presión	40.70	32.86
		No adversamente afectado	65.48	52.86
		Adversamente afectado	17.70	14.29
INF_SND	1199.44	Sin presión	455.19	37.95
		No adversamente afectado	674.93	56.27
		Adversamente afectado	69.33	5.78
INF_MUD	87.22	Sin presión	34.33	39.36
		No adversamente afectado	42.68	48.94
		Adversamente afectado	10.20	11.7

3.2.1 Evaluación por BHT evaluado

Sedimento grueso circalitoral (CIR_CS)

Este hábitat tiene una extensión de 2793.48 km^2. La mayor parte de su extensión está sometida a esfuerzo, un 96.41 %, sin embargo, dada su poca extensión, sólo supone un 4.60 % de la huella pesquera (Tabla 2). A la hora de asignar un valor de sensibilidad, puesto que ninguna de las demarcaciones tenía evaluado este hábitat a través de indicador BH1-SoS y no tenemos ningún hábitat de sedimento grueso evaluado, se decidió asignar una sensibilidad de 4 al hábitat tras un estudio de sus especies típicas de zonas sin presión. Se asigna un umbral de calidad de 0.6, establecido a partir del nivel 4 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS, para determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra los niveles de perturbación y que extensión y proporción suponen. Podemos observar como una amplia extensión del hábitat está sometida a presión (96.41 %), estando el 61.34 % del hábitat adversamente afectado.

Sedimento mixto circalitoral (CIR_MX)

Este hábitat tiene una extensión de 1742.98 km^2. La mayor parte de su extensión está sometida a esfuerzo, un 98.70 %, sin embargo, dada su poca extensión, sólo supone un 2.94 % de la huella pesquera (Tabla 2).

Siguiendo los criterios establecidos previamente, se le asignó una sensibilidad de 3, por su proximidad al CIRDP_MX de la demarcación noratlántica. Y se le asignó un umbral de calidad de 2.0, establecido a partir del nivel 3 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS, para determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra los niveles de perturbación y que extensión y proporción suponen. Podemos observar como una amplia extensión del hábitat está sometida a presión (98.70 %), estando el 67.61% del hábitat adversamente afectado.

Sedimento mixto circalitoral profundo (CIRDP_MX)

Este hábitat tiene una extensión de 683.38 km^2. La mayor parte de su extensión está sometida a esfuerzo, un 99.86 %, sin embargo, dada su poca extensión, sólo supone un 1.17 % de la huella pesquera (Tabla 2).

Dado que la demarcación noratlántica evaluó este hábitat a través del indicador BH1-SoS y asumiendo, que los BHT de las diferentes demarcaciones responden al arrastre de forma similar, se le asignó el mismo valor de sensibilidad, 3. Posteriormente, se aplicó el umbral de calidad de 2.0, establecido a partir del nivel 3 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS, para determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra los niveles de perturbación y que extensión y proporción suponen. Podemos observar como una amplia extensión del hábitat está sometida a presión (99.86 %), estando el 47.38 % del hábitat adversamente afectado.

Sedimento grueso circalitoral profundo (CIRDP_CS)

Este hábitat tiene una extensión de 160.48 km^2. Una amplia parte de su extensión está sometida a esfuerzo, un 84.92 %, sin embargo, dada su poca extensión, únicamente supone un 0.23 % de la huella pesquera (Tabla 2).

Siguiendo los criterios establecidos previamente, se le asignó una sensibilidad de 4 y un umbral de calidad de 0.6, establecido a partir del nivel 4 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS, a partir del cual se determinaron las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra los niveles de perturbación y que extensión y proporción suponen. Podemos observar como una amplia extensión del hábitat está sometida a presión (84.92 %), estando el 54.19 % del hábitat adversamente afectado.

Arena infralitoral (INF_SND)

Este hábitat tiene una extensión de 1199.44 km^2. Un 62.05 % de su extensión está sometido a esfuerzo de arrastre, sin embargo, dada su poca extensión, sólo supone un 1.27 % de la huella pesquera (Tabla 2 y 11).

En base a los criterios establecidos previamente para la asignación de sensibilidades, se le asignó el mismo valor (3) que a CIR_SND, hábitat evaluado en la Demarcación a través del indicador BH1_SoS. Posteriormente, se aplicó el umbral de calidad de 2.0, establecido a partir del nivel 3 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS, para determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra los niveles de perturbación y que extensión y proporción suponen. Podemos observar cómo un 37.95 % del hábitat está libre de presión de arrastre y solo un 5.78 % del hábitat está adversamente afectado por la pesca de arrastre.

Sedimento grueso infralitoral (INF_CS)

Este hábitat tiene una extensión de 652.60 km^2. Los hábitats infralitorales, como era de esperar están menos expuestos a la pesca de arrastre, encontrando un 36.27 % del hábitat sin presión de arrastre. Y contribuye a la huella pesquera únicamente con un 0.71 % (Tabla 2).

Al igual que CIRDP_CS y CIR_CS, se le asignó una sensibilidad de 4 y un umbral de calidad de 0.6, establecido a partir del nivel 4 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS. Para posteriormente determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra los niveles de perturbación y que extensión y proporción suponen. Observamos como un 63.73 % está sometido a esfuerzo de arrastre, y un 18.91 % del hábitat se encuentra adversamente afectado.

Sedimento mixto infralitoral (INF_MX)

Este hábitat tiene una de las extensiones menores en la demarcación, abarcando 123.87 km^2. Al igual que el caso anterior, este hábitat tiene un 32.86 % sin presión de arrastre y su contribución a la huella pesquera es mínima, un 0.14 % (Tabla 2).

Al igual que CIRDP_MX y CIR_MX, se le asignó una sensibilidad de 3 y un umbral de calidad de 2.0, establecido a partir del nivel 4 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS. Para posteriormente determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

La tabla 11 muestra como un 52.86 % del hábitat está sometido a esfuerzo de arrastre, pero no adversamente afectado, y un 14.29 % del hábitat se encuentra adversamente afectado.

Fango infralitoral (INF_MUD)

El *Fango infralitoral* es BHT sometido a presión de arrastre que tiene una menor extensión, abarcando 87.22 km^2 y su contribución a la huella pesquera es casi nula, un 0.09 % de la huella (Tabla 2).

En base a los criterios establecidos previamente para la asignación de sensibilidades, se le asignó el mismo valor (2) que a CIR_MUD, hábitat evaluado en la Demarcación a través del indicador BH1_SoS. Posteriormente, se aplicó el umbral de calidad de 3.6, establecido a partir del nivel 2 de la matriz de sensibilidad BH3 informado por BH1-SoS, para determinar las zonas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre.

En la tabla 11 se muestra la extensión y proporción de los diferentes niveles de perturbación del hábitat. En este caso el 39.36 % del hábitat no está sometido a presión de arrastre, y un 11.70 % está adversamente afectado.

3.3 Resultados generales y tendencia

A través de la evaluación de estos dos indicadores (BH1-SoS y BH3_Ad) se ha podido obtener una visión general de los hábitats afectados por la pesca de arrastre en la demarcación Levantina-Balear tanto para el período actual (Figura 23, Tabla 12), como para el período previo de 2010-2015 (Figura 24, Tabla 12).

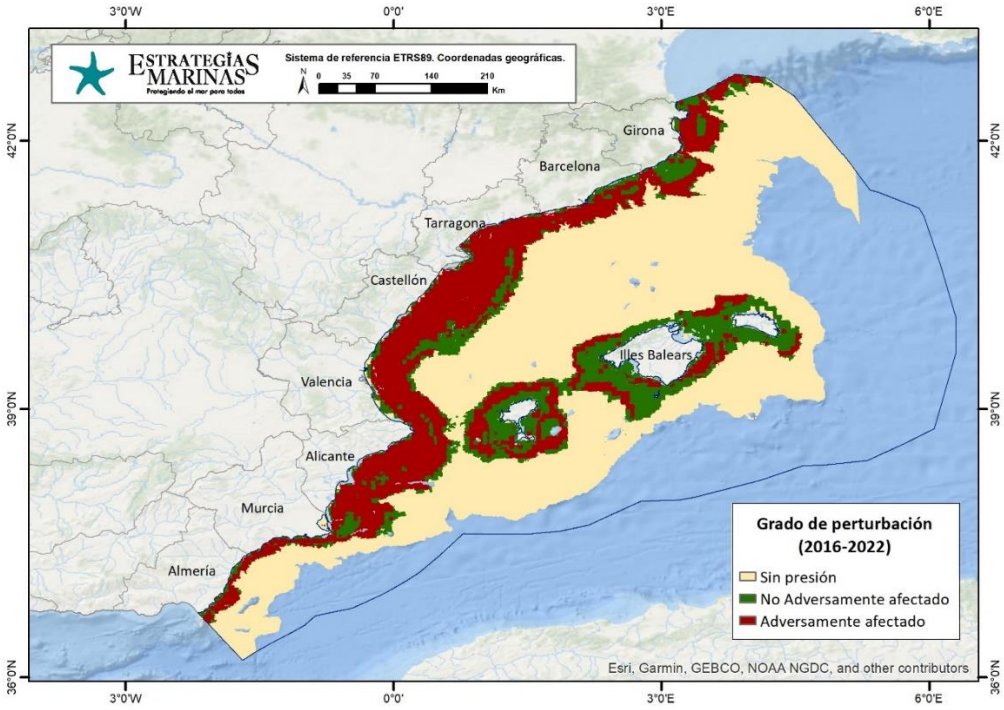


Figura 23. Distribución del grado de perturbación en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

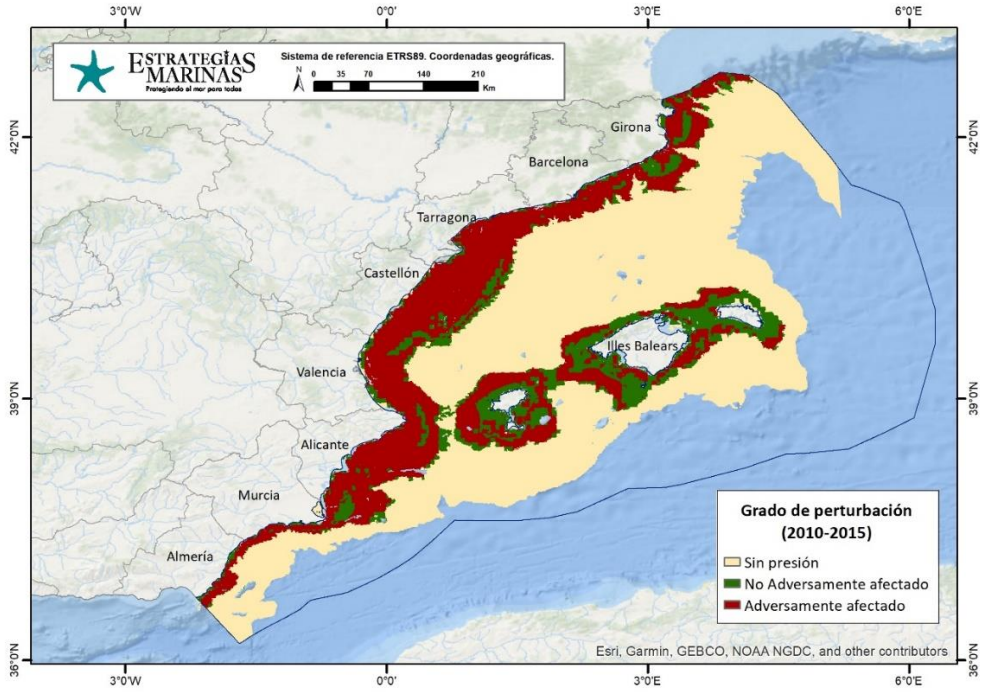


Figura 24. Distribución del grado de perturbación en la demarcación Levantino-Balear en relación a la pesca de arrastre para el periodo 2010-2015.

Los resultados muestran una mejoría generalizada de los BHT afectados por la pesca de arrastre (Tabla 12). Donde, todos los BHT evaluados, con excepción del CIRDP_MUD que se mantiene estable, muestran una menor extensión de hábitat adversamente afectado.

Tabla 12. Área (en km^2) y porcentaje para cada BHT evaluado clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado.

Hábitat	Área (km^2)	Grado perturbación	Área (km^2)		Proporción (%)		Tendencia
			2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	
BAT_BATLOW_SED	117629.44	Sin presión	93197.80	93609.50	79.23	79.58	↗
		No adversamente afectado	5975.58	8245.82	5.08	7.01	
		Adversamente afectado	18456.06	15774.11	15.69	13.41	
CIR_SND	8606.89	Sin presión	436.37	483.71	5.07	5.62	↗
		No adversamente afectado	3688.05	4297.42	42.85	49.93	
		Adversamente afectado	4482.47	3826.62	52.08	44.46	
CIR_MUD	7403.51	Sin presión	56.27	72.55	0.76	0.98	↗
		No adversamente afectado	813.65	1043.15	10.99	14.09	
		Adversamente afectado	6533.59	6287.80	88.25	84.93	
CIRDP_MUD	5639.81	Sin presión	29.33	24.25	0.52	0.43	↔
		No adversamente afectado	2079.40	2058.53	36.87	36.50	
		Adversamente afectado	3531.65	3556.46	62.62	63.06	
CIRDP_SND	5056.80	Sin presión	42.48	45.51	0.84	0.90	↗
		No adversamente afectado	3590.32	3740.01	71	73.96	
		Adversamente afectado	1423.99	1270.77	28.16	25.13	
CIR_CS	2793.48	Sin presión	94.70	100.29	3.39	3.59	↗
		No adversamente afectado	694.46	979.40	24.86	35.06	
		Adversamente afectado	2004.33	1713.52	71.75	61.34	
CIR_MX	1742.98	Sin presión	17.95	22.66	1.03	1.30	↗
		No adversamente afectado	327.68	541.89	18.8	31.09	
		Adversamente afectado	1397.17	1178.43	80.16	67.61	
CIRDP_CS	160.48	Sin presión	24.20	24.20	15.08	15.08	↗
		No adversamente afectado	29.59	49.32	18.44	30.73	

		Adversamente afectado	106.69	86.96	66.48	54.19	
CIRDP_MX	683.38	Sin presión	0.96	0.96	0.14	0.14	↗
		No adversamente afectado	299.66	358.64	43.85	52.48	
		Adversamente afectado	382.76	323.79	56.01	47.38	
INF_CS	652.60	Sin presión	234.87	236.70	35.99	36.27	↗
		No adversamente afectado	226.65	292.49	34.73	44.82	
		Adversamente afectado	191.02	123.41	29.27	18.91	
INF_MX	123.87	Sin presión	37.16	40.70	30	32.86	↗
		No adversamente afectado	58.39	65.48	47.14	52.86	
		Adversamente afectado	28.32	17.70	22.86	14.29	
INF_SND	1199.44	Sin presión	439.36	455.19	36.63	37.95	↗
		No adversamente afectado	618.91	674.93	51.6	56.27	
		Adversamente afectado	141.17	69.33	11.77	5.78	
INF_MUD	87.22	Sin presión	27.83	34.33	31.91	39.36	↗
		No adversamente afectado	48.25	42.68	55.32	48.94	
		Adversamente afectado	11.14	10.20	12.77	11.70	

3.4 Validación cruzada

De los cinco hábitats evaluados por el indicador BH1-SoS, tres de ellos, el BAT_BATLOW_SED, CIRDP_MUD y CIRDP_SND mostraron una correlación positiva y significativa (p-valor < 0.1) en todas las itinerancias, mostrando, además, resultados consistentes entre la predicción y los valores observados en las diferentes itinerancias.

Por el contrario, el CIR_SND y el CIR_MUD mostraron resultados no significativos en 4 y 2 itinerancias respectivamente (Tabla 13). Estos hábitats también mostraron los valores medios más bajos de rho entre la predicción y los valores observados de SoS. Especialmente, CIR_SND mostró los valores menos consistentes entre la predicción y los valores observados en las iteraciones, mostrando el valor medio más bajo de rho, y el más alto de desviación estándar, 0.10 ± 0.26 (Tabla 13).

Tabla 13. Porcentaje de itinerancias significativas, valor medio de rho y desviación estándar de los BHT evaluados con el indicador BH1-SoS.

Hábitat	Itinerancias significativas (%)	Rho medio	SD rho

BAT_BATLOW_SED	100	0.46	0.12
CIR_SND	60	0.10	0.26
CIR_MUD	80	0.32	0.17
CIRDP_MUD	100	0.58	0.15
CIRDP_SND	100	0.45	0.13

4 Referencias

Elliott, S. A., Guérin, L., Pesch, R., Schmitt, P., Meakins, B., Vina-Herbon, C., González-Irusta, J.M., de la Torriente, A., Serrano, A. (2018). Integrating benthic habitat indicators: Working towards an ecosystem approach. Marine Policy, 90, 88-94.

EMODnet (2021). Seabed Habitats. Available at: https://emodnet.ec.europa.eu/en/seabed-habitats

González-Irusta, J. M., De la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., Serrano, A. (2018). Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: the BEnthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). ICES Journal of Marine Science 75 (5), 1710-1721.

Hastie, T.J., Tibshirani, R.J. (1990). Generalised Additive Models. Chapman and Hall, London, UK, pp. 335.

ICES (2021). Workshop on the Use of Predictive Habitat Models in ICES Advice (WKPHM). ICES Scientific Reports. 3:67. 100 pp. http://doi.org/10.17895/ices.pub.8213

ICES (2022). Workshop to scope assessment methods to set thresholds (WKBENTH2). ICES Scientific Reports. 4:70. 99 pp.

Matear, L., Vina-Herbon, C., Woodcock, K.A., Duncombe-Smith, S.W., Smith, A.P., Schmitt, P., Kreutle, A., Marra, S., Curtis, E.J., and Baigent, H.N. (2023). Extent of Physical Disturbance to Benthic Habitats: Fisheries. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the Northeast Atlantic. OSPAR Commission, London.

OSPAR (2017). Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Guidelines Common Indicator: BH3 Extent of Physical Disturbance to Benthic Habitats OSPAR Agreement 2017-09.

OSPAR (2023). Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Guidelines Common Indicator Sentinels of the Seabed (SoS). OSPAR Agreement 2023-02.

Plaza-Morlote, M., García-Alegre, A., González-Irusta, J. M., Torriente, A., Fernández-Arcaya, U., Punzón, A. and Serrano, A. (2023). Sentinels of the Seabed. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the North-East Atlantic. OSPAR Commission, London.

Serrano, A., de la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., Bellas, J., Durán-Muñoz, P., Murillo, F.J., Sacau, M.,García-Alegre, A., Antolínez, A., Elliot, S., Guerin, L., Vina-Herbón, C., Marra, S., González-Irusta, J. M. (2022).

Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. Ecological indicators, 140, 108979.

Spedicato, M.T., Massutí, E., Mérigot, B., Tserpes, G., Jadaud, A., Relini, G. (2019). The MEDITS trawl survey specifications in an ecosystem approach to fishery management. Scientia Marina, 83S1, 9-20. https://doi.org/10.3989/scimar.04915.11X

INFORMES D6 EVALUACION HABITATS CIRCALITORALES Y BATIALES ROCOSOS	

Anexo 2. Hábitats circalitorales y batiales rocosos

Demarcación Levantino-Balear

Autores

1 Introducción

En este documento se detallan los datos y metodología usados para evaluar el estado de las comunidades bentónicas, hábitats y especies de especial interés para la conservación del circalitoral y batial rocoso de la demarcación Levantino-Balear.

Según Emodnet, los hábitats circalitorales y batiales de fondos rocosos de la demarcación Levantino-Balear se clasifican en los siguientes (Figura 1): i) Roca circalitoral y arrecife biogénico (CIR_RK_BIO); ii) Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico (CIRDP_RK_BIO); iii) Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior (BAT_BATLOW_RK_BIO). Según esta asignación y el análisis de la huella pesquera llevados a cabo en el presente ciclo, los hábitats rocosos de la demarcación Levantino-Balear estarían afectados por la pesca de arrastre (Anexo X pesca). El conocimiento de que esta actividad se realiza exclusivamente en fondos de tipo sedimentario permite asumir que este solapamiento no es posible y que, por tanto, la asignación a hábitats rocosos de Emodnet es errónea. Es por ello que no se pueden aplicar los indicadores BH1 y BH3, aplicados en los *Broad Habitat Ty*pes para hábitats del circalitoral y batial sedimentario, en los fondos rocosos de la demarcación.

Debido a que el Instituto Español de Oceanografía no dispone de suficientes datos de campañas oceanográficas en fondos rocosos de la demarcación Levantino-Balear previas al presente ciclo (2016-2022) para poder evaluar estos hábitats, el principal objetivo durante el mismo ha sido empezar a recopilar información sobre ellos. Para ello se realizó una campaña oceanográfica entre mayo y junio del 2023 con los siguientes objetivos: (i) la recopilación de información previa sobre los hábitats y especies objeto de estudio; (ii) la adquisición de nuevos datos; y (iii) el análisis de ambas, para la obtención de indicadores.

A partir de los datos obtenidos de esta campaña científica se han realizado los siguientes análisis: (i) se ha elaborado un inventario de especies/taxones y otro de hábitats siguiendo el Listado Patrón de Hábitats Marinos de España (LPHME; Templado et al., 2012); (ii) se ha hecho un análisis multivariante para identificar, caracterizar y comparar las comunidades de hábitats rocosos; (iii) se han elaborado mapas para el cartografiado de las especies de especial interés para la conservación, así como de los hábitats y comunidades identificadas; y finalmente (iv) se ha hecho una primera estimación de la riqueza específica y de la frecuencia de aparición de especies estructurantes y/o de especial interés para la conservación, asignando cada una de las unidades

muestrales obtenidas de los análisis de imágenes de video a los *Broad Habitat Type*, por tipo de fondo y profundidad.

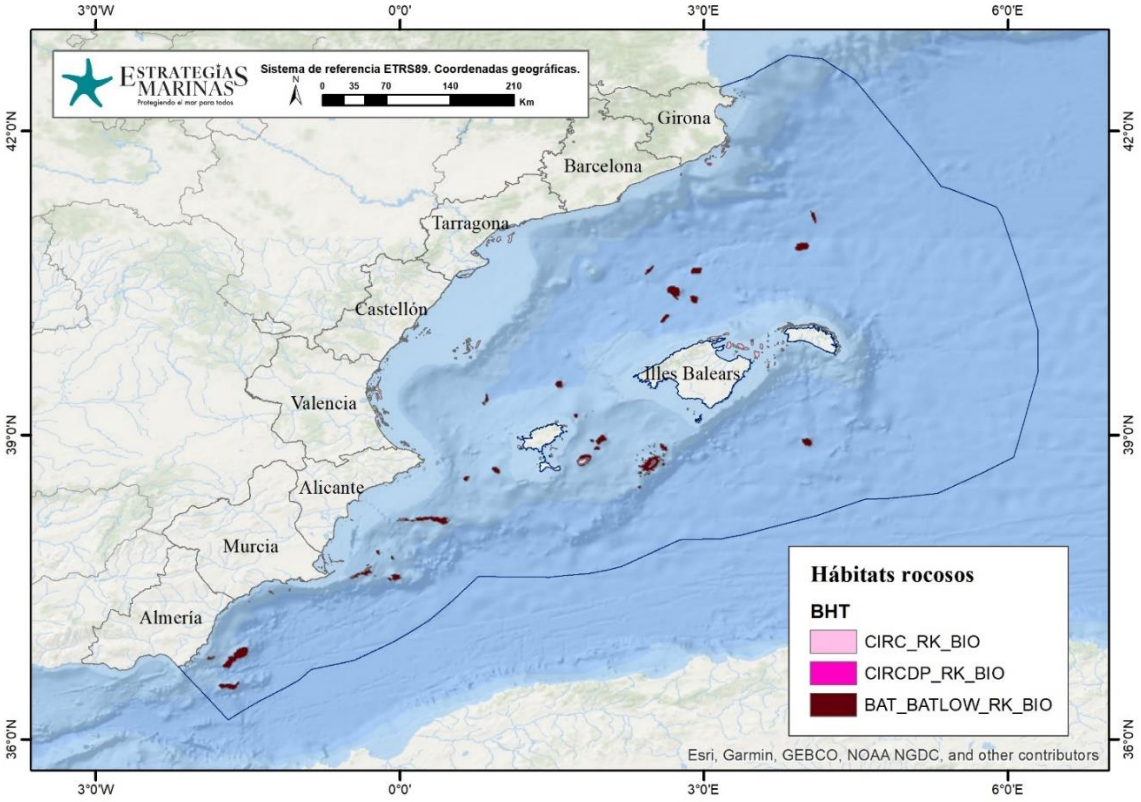


Figura 1. Fondos circalitorales y batiales rocosos de la demarcación LEBA según Emodnet. CIRC_RK_BIO: *Roca circalitoral y arrecife biogénico*; CIRCDP_RK_BIO: *Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico*; BAT_BATLOW_RK_BIO: *Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior*.

2 Material y métodos

2.1. Campañas/muestreos

La campaña CIRCA-LEBA-0523 se llevó a cabo en la demarcación Levantino-Balear a bordo del B/O Ángeles Alvariño entre los días 30 de mayo y 15 de junio del 2023. Se muestrearon fondos rocosos circalitorales y del margen superior batial, entre 50 y 400 m de profundidad. Por el poco tiempo disponible y la gran superficie que abarca esta demarcación (la más extensa de las cinco), en esta primera campaña los trabajos se centraron en las Islas Baleares. La selección de estas áreas, y las fechas de trabajo en cada una de ellas, se realizó durante la campaña y, para ello, se tuvo en cuenta también la previsión meteorológica y del estado del mar. En horario diurno se realizó el muestreo con ROV Liropus 2000 y draga de arrastre o de roca. En horario nocturno se realizaron radiales con ecosonda multihaz y transectos con ecosonda paramétrica, y muestreos con draga Shipek.

2.1.1 Transectos con ROV

Se utilizó el ROV Liropus 2000 en su configuración de vuelo libre (sin TMS), para su despliegue por el pórtico de estribor. Este ROV (*Remotely Operated Vehicle*) está diseñado para la obtención de imagen en alta definición y recogida de muestras sólidas y fue operado por tres técnicos de la empresa ACSM. Para

planificar y controlar las inmersiones del ROV se utilizó el HYPACK, operado por el científico responsable del puesto de Survey, que tuvo una terminal de pantalla en el Laboratorio de Acústica del B/O, donde el equipo científico visualizó a tiempo real, el trabajo del ROV. Durante la inmersión, los miembros del equipo científico realizaron el minutado del video, con las visualizaciones de especies u otras observaciones y lo informatizaron en el programa OFOP (*Ocean Floor Observation Protocol*), marcando también la posición de los afloramientos rocosos (inicio y fin). El equipo científico también fue el responsable de ordenar la recogida de muestras necesarias para la identificación a bordo de aquellas especies que requerían un análisis más minucioso. Para ello se usaron, tanto los brazos hidráulicos del ROV (p.ej. esponjas grandes y eréctiles y otras más pequeñas, fijadas en rodolitos) como el sistema de aspiración (organismos nadadores).

2.1.2 Muestreos con draga de arrastre

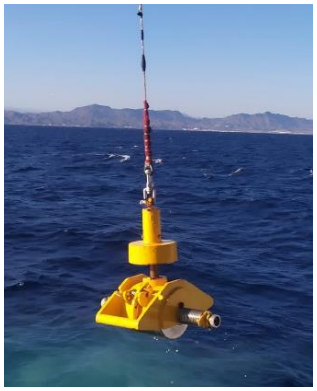
Se realizaron muestreos con draga de arrastre o de roca para la recolección de rocas y bentos asociado. Una vez a bordo, las muestras se depositaron en la mesa de tamizado, para su lavado y triado y se pasaron al parque de pesca, para la identificación de especies o clasificación en grupos taxonómicos lo más bajo posibles y la elaboración de listas florísticas y faunísticas, en las que para cada especie o taxón se anotó el número de ejemplares y su peso. En algunos casos, se tomaron medidas de los ejemplares y muestras biológicas, que se guardaron congeladas o fijadas en alcohol o formol. También se guardaron muestras de algunas especies de rodolitos para su posterior muestreo en el laboratorio.

2.1.3 Prospección acústica

Se realizaron líneas de prospección acústica en horario nocturno (aproximadamente de 20:00 a 08:00) con la ecosonda multihaz EM-710. Para poder tener la máxima resolución, durante esta prospección el ADCP y la ecosonda monohaz del buque estuvieron inactivos. Por el contrario, el sistema de correcciones diferenciales estuvo activado. La velocidad del buque (5-6 nudos) y la anchura de los haces se determinó en función de la tasa de disparo.

En cada área de muestreo se realizó un perfil de velocidad del sonido, para el que fue necesaria la colaboración del técnico electrónico del buque y usar el torno hidrográfico.

2.1.4 Muestreo de sedimento y endofauna



Durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 se realizaron muestreos con draga Shipek para la toma de muestras de sedimento superficial (granulometría y materia orgánica) y endofauna. Para cada muestra se rellenó el correspondiente estadillo con los datos de situación geográfica, profundidad y una pequeña descripción de la muestra. Además, se realizó una fotografía y se recogieron dos botes de sedimento, para su posterior almacenaje: uno para granulometría, que se guardó refrigerado y otro para análisis de materia orgánica, que se guardó congelado. La muestra de sedimento restante se procesó para el análisis de la endofauna. Para ello se separaron las especies macrobentónicas del sedimento mediante un proceso de elutriación y posteriormente los ejemplares obtenidos se fotografiaron y preservaron en etanol.

2.2. Identificación de especies, hábitats y comunidades

A partir de la información obtenida de las imágenes de vídeo con ROV durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 se obtuvo el listado de especies bentónicas presentes a lo largo de los transectos, además de las profundidades máximas y mínimas a las que fueron observadas y su frecuencia de aparición. Además, de manera general, se asignó a cada transecto un hábitat perteneciente a la Lista Patrón de Hábitats Marinos en España (LPRE; Templado *et al.*, 2012). Esta asignación se hizo considerando el hábitat con mayor representatividad a lo largo de dicho transecto. La distribución espacial de los hábitats asignados a cada estación y de las especies de especial interés para la conservación identificadas a lo largo de los transectos de imagen se representaron con el programa ArcGIS v.10.8 (© ESRI).

Para caracterizar los hábitats bentónicos de los fondos circalitorales y batiales rocosos de la demarcación Levantino-Balear, se dividió cada transecto en segmentos equidistantes de 0.001º (correspondientes a una distancia recorrida aproximada de unos 100 m) y se utilizaron los datos de presencia/ausencia de las especies bentónicas identificadas en ellos. Además, cada uno de estos segmentos (considerados como unidades muestrales o muestras) se asignó a uno de los siguientes *Broad Habitat Type* en función del tipo de fondo y la profundidad a la que se encontraban:

- Roca circalitoral y arrecife biogénico: hábitat de fondo rocoso a menos de 80 m de profundidad.
- Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico: hábitat de fondo rocoso entre 80 y 200 m de profundidad.
- Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior: hábitat de fondo rocoso a más de 200 m de profundidad.

Para cada uno de estos *Broad Habitat Types* se calculó el número total de especies, el valor promedio de la riqueza específica (número de especies, *S*), del porcentaje de especies estructurantes y del porcentaje de especies de especial interés para la conservación calculados a partir de las frecuencias de aparición de estas especies en cada muestra. Con el programa estadístico PRIMER 7 (Clarke & Gorley, 2015), se calcularon las curvas de acumulación de especies para saber si la intensidad de muestreo ha sido suficiente para cada uno de estos hábitats.

Las comunidades de fondos rocosos presentes en la zona se identificaron a partir de análisis multivariantes. Para estos análisis, además de los datos procedentes de la campaña CIRCA-LEBA-0523 se incluyeron datos de visualizaciones de transectos realizados con el mismo equipo de ROV en fondos rocosos del Canal de Mallorca durante las campañas realizadas el marco del proyecto LIFE IP INTEMARES, coordinado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y con el apoyo económico del programa LIFE de la Unión Europea (LIFE 15 IPE ES 012). En concreto, los videos registrados durante la campaña INTEMARES-A22B-0820 se re-visualizaron en el laboratorio con el programa VLC y se registraron las observaciones asociadas a cada escena. En este caso, cada escena o muestra se define como un fragmento de video en el cual la distancia al fondo es constante, no está borroso, no hay paradas y el hábitat es constante. A partir de los datos de presencia/ausencia obtenidos de ambas campañas, se realizó un análisis clúster para identificar las comunidades de fondos rocosos de la demarcación Levantino-Balear, que a continuación se

caracterizaron mediante el análisis SIMPER de los principales grupos detectados en cada clúster. Para estos análisis se eliminaron las especies con una frecuencia de aparición menor a 5 individuos. El análisis clúster se obtuvo a partir de la matriz de similaridad calculada con la distancia Sorensen, que es la distancia equivalente a Bray-Curtis para datos de presencia/ausencia. Estos análisis se realizaron con el programa estadístico PRIMER 7 (Clarke & Gorley, 2015). Cada una de las comunidades obtenidas del análisis clúster también ha sido mapeada en ArcGIS v.10.8 (© ESRI).

3 Resultados

3.1. Campañas/muestreos

Durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 se realizaron 37 transectos con el ROV Liropus, entre 42 y 423 m de profundidad (Figura 2), con un total de 111 horas de grabación de imágenes del fondo marino, durante las cuales se identificaron hasta 277 especies o taxones (Tabla 1) y se tomaron hasta 258 muestras de biota bentónica, para su posterior estudio en el laboratorio. Las zonas prioritarias para realizar los transectos con ROV fueron fondos rocosos y, en algunos casos, con gran pendiente.

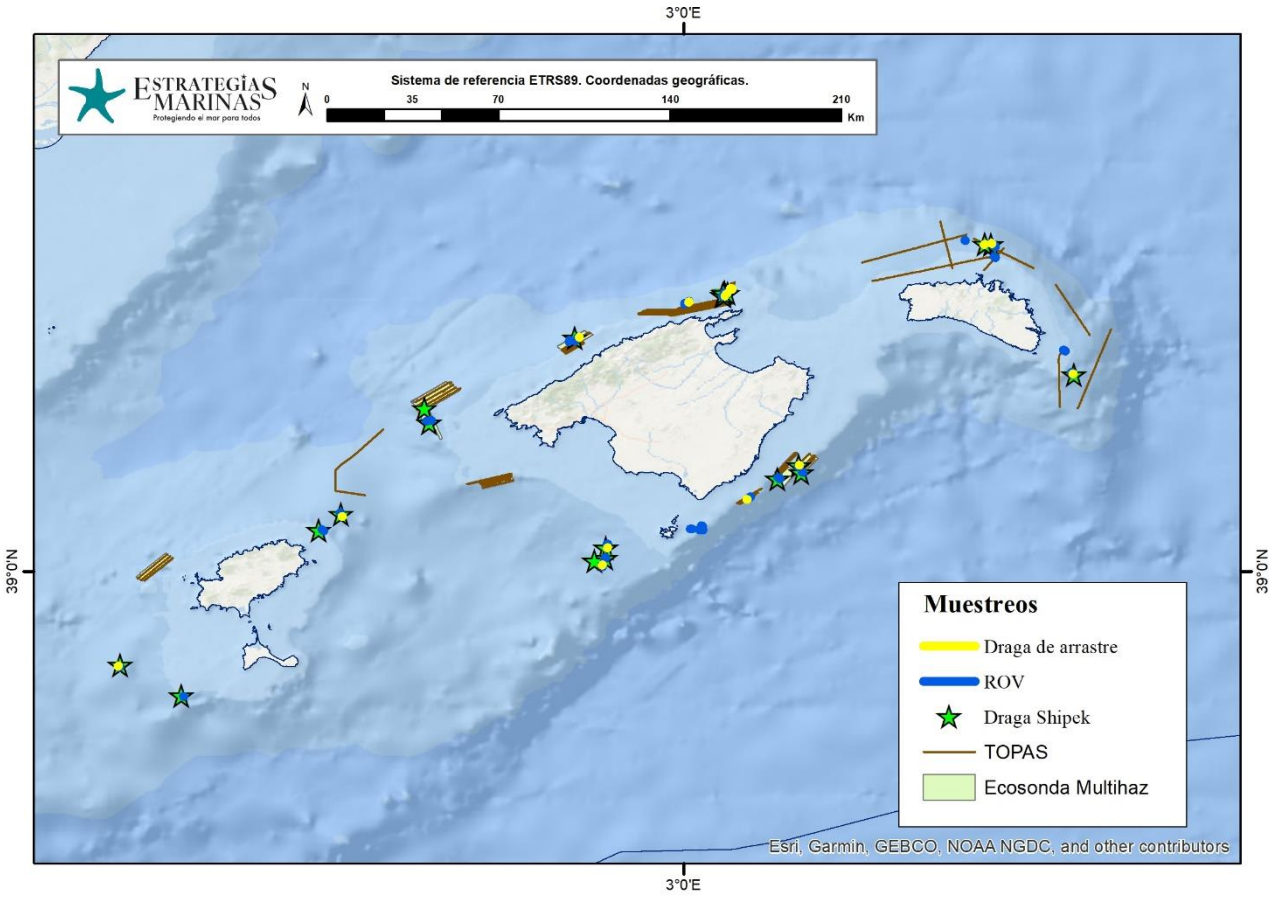


Figura 2. Mapa de las estaciones de muestreo del fondo marino y sus especies macro-bentónicas realizadas en fondos rocosos circalitorales y batiales de las Islas Baleares durante la campaña CIRCA-LEBA-0523.

Se realizaron un total de 20 estaciones de draga de arrastre o roca (Figura 2), en horario diurno, entre 73 y 377 m de profundidad, en las que hasta 110 especies o taxones (Tabla 2) fueron identificadas a bordo y se recolectaron 318 muestras de biota bentónica para su posterior estudio en el laboratorio.

También se realizaron 837 y 795 km de líneas con ecosonda multihaz y la ecosonda paramétrica TOPAS, respectivamente, para el estudio de la geomorfología del fondo marino (Figura 2). La superficie cartografiada con ecosonda multihaz fue de de 433 km^2.

Se realizaron muestreos con draga Shipek en 26 estaciones, entre 78 y 421 m de profundidad, para la toma de muestras de sedimento superficial (granulometría y materia orgánica) e infauna (Figura 2).

El mapeado de las estaciones muestreadas con ROV y draga de arrastre durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 en fondos rocosos muestran que las zonas de hábitats rocosos identificadas durante la misma sólo coinciden con los BHT de Emodnet en dos áreas: una al suroeste y otra al noreste de Ibiza (Figura 3). El resto de zonas muestreadas durante la campaña no se corresponden con ninguna capa de hábitats rocosos de Emodnet.

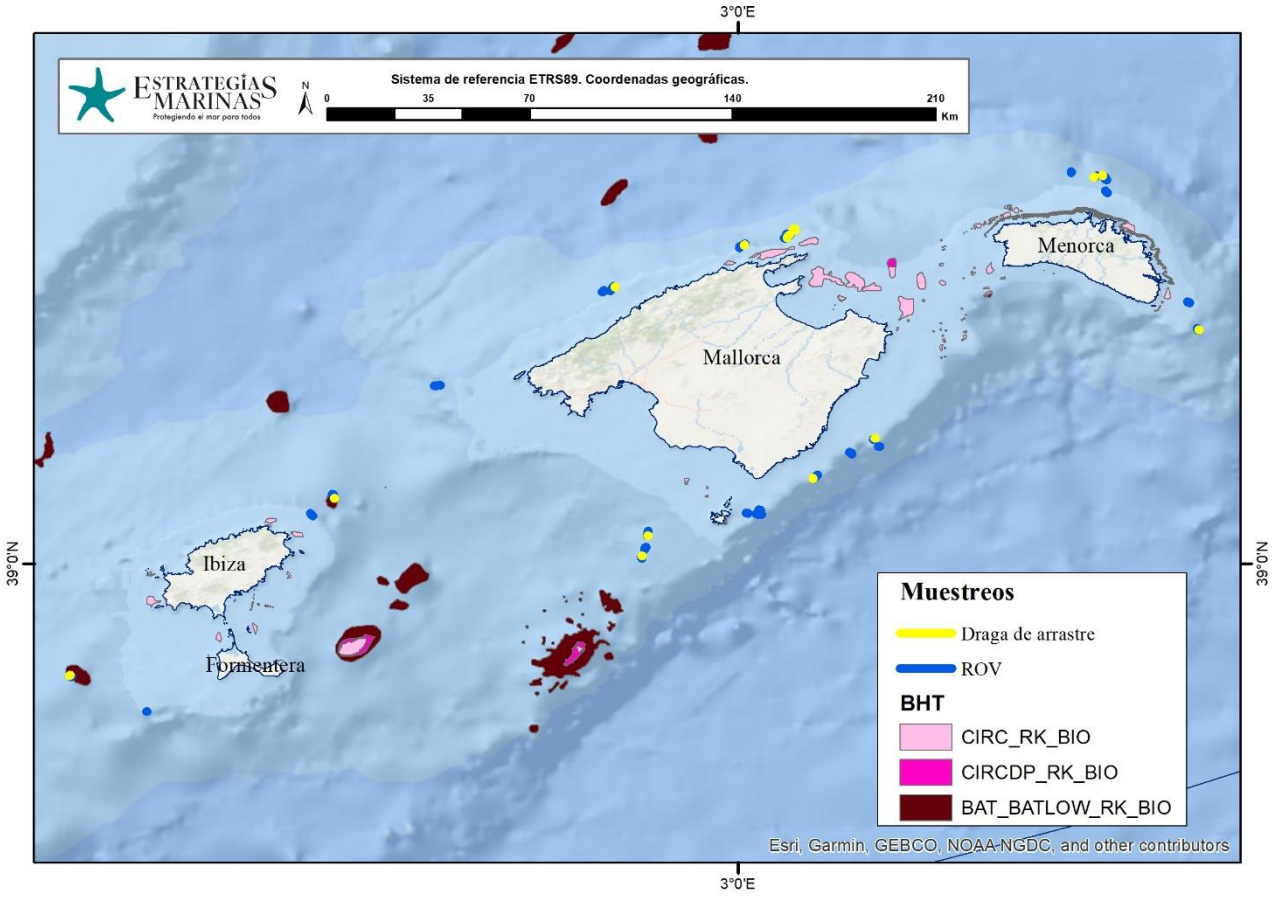


Figura 3. Mapa de las estaciones de muestreo del fondo marino y sus especies macro-bentónicas realizadas en fondos rocosos circalitorales y batiales de las Islas Baleares durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 junto a los *Broad Habitat Types* de Emodnet.

3.2. Inventariado de especies y hábitats

De las especies identificadas con el ROV hasta el momento, 79 pertenecen al grupo de las esponjas, 56 al de los cnidarios, 33 a los equinodermos, 21 a los crustáceos, 22 a las algas, 20 al de los peces, 16 a los moluscos, 14 a las ascidias, 9 a los anélidos, 4 a los briozoos y 3 a los braquiópodos (Tabla 1). Un total de 17 de estas especies, pertenecientes a los grupos de cnidarios y esponjas, han sido seleccionadas como especies estructurantes o formadoras de hábitats (HFS).

El número de especies identificadas con draga de arrastre por grupo taxonómico fueron: 24 cnidarios, 22 equinodermos, 18 anélidos, 17 moluscos, 9 crustáceos, 7 algas, 4 ascidias, 4 briozoos, 3 braquiópodos y 2 esponjas (Tabla 2).

Tabla 1. Listado de especies o taxones identificados a partir de la visualización de los videos de ROV durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 por grupo taxonómico. Se muestran las profundidades mínimas (Prof. Min) y máximas (Prof. Max) donde la especie o taxón ha sido observado y en número de veces que se ha observado a lo largo de los transectos (N). Con las siglas HFS se indican las especies consideradas como estructurantes o formadoras de hábitats. (*) Especies o taxones no considerados a efectos de estimaciones de diversidad, puesto que pueden implicar repeticiones de especies o taxones.

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Chlorophyta			
Codium bursa	60	76	4
Flabellia petiolata	60	81	22
Valonia macrophysa	61	81	2
Prasinodermatophyta			
Palmophyllum crassum	61	107	63
Rhodophyta			
Chrysymenia ventricosa	61	61	1
Corallinaceae	65	183	24
Felicinia marginata	79	81	2
Gloiocladia microspora	76	76	1
Gloiocladia repens	61	77	4
Gloiocladia spp.	61	66	2
Lithothamnion valens	61	80	4
Osmundaria volubilis	61	61	1
Peyssonneliaceae	66	93	13
Phyllophora crispa	61	114	4
Phymatolithon calcareum	81	81	1
Spongites fruticulosa	72	80	2
Ochrophyta			
Carpomitra costata	66	67	2
Dictyota dichotoma	66	66	2
Dictyotales	60	66	5
Halopteris filicina	60	92	7
Laminaria rodriguezii	60	125	396
Phaeophyceae	61	61	1
Annelida			
Bonellia viridis	60	355	218
Filograna implexa	60	323	38
Hyalinoecia tubicola	152	184	5
Lanice conchilega	385	422	3
Polychaeta	61	388	139
Protula sp.	60	60	2
Sabella pavonina	64	64	1
Sabellidae	65	218	19
Serpulidae	60	332	175
Ascidiacea			
Aplidium spp.	61	122	11

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Aplidium elegans	79	81	4
Aplidium conicum	60	81	33
Aplidium nordmanni	60	82	8
Ascidiacea	60	394	2737
Ciona spp.	81	81	1
Clavelina sp.	79	81	3
Diazona violacea	81	171	2
Eudistoma banyulense	60	92	72
Halocynthia papillosa	61	105	10
Microcosmus vulgaris	81	81	1
Pseudodistoma cyrnusense	60	111	67
Pycnoclavella aurilucens	81	81	1
Synoicum blochmanni	79	81	10
Brachiopoda			
Gryphus vitreus	130	386	60
Joania cordata	116	371	41
Megerlia truncata	114	211	13
Bryozoa			
Beania cylindrica	92	395	5
Myriapora truncata	60	101	42
Reteporella spp.	60	223	61
Smittina cervicornis	60	132	9
Cnidaria			
Acanthogorgia hirsuta (HFS)	124	356	183
Actiniaria	99	414	5
Alcyonacea	92	222	137
Alcyonium acaule	115	119	2
Alcyonium coralloides	61	127	10
Alcyonium palmatum	111	178	5
Antipatharia (HFS)	92	221	67
Antipathella subpinnata	110	294	8
Antipathes dichotoma (HFS)	111	305	10
Antipathes sp.	107	107	1
Balanophyllia sp.	194	194	1
Bathypathes spp. (HFS)	122	172	7
Bebryce mollis	106	401	4233
Calliactis parasitica	300	309	4
Callistephanus pallida (HFS)	92	417	806
Callogorgia verticillata (HFS)	106	417	1204
Caryophyllia (Caryophyllia) calveri	109	366	12
Caryophylliidae	120	307	2
Ceriantharia	75	417	54
Cerianthus membranaceus	114	128	4
Chironephthya mediterranea	62	225	1088
Clavularia sp.	221	224	3
Corallium rubrum	112	211	26
Daniela sp.	113	172	9

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Dendrobrachia bonsai	356	356	1
Dendrobrachiidae	234	366	3
Dendrophyllia cornigera	106	303	73
Desmophyllum pertusum	191	194	2
Eunicella cavolini (HFS)	107	180	9
Eunicella spp. (HFS)	61	192	2291
Funiculina quadrangularis	153	386	14
Gorgonacea	117	163	2
Hydrozoa	60	401	412
Leiopathes glaberrima (HFS)	122	296	35
Leptopsammia pruvoti	61	77	21
Madrepora oculata (HFS)	128	333	450
Muriceides lepida	105	355	125
Nemertesia ramosa	60	176	11
Nicella granifera	123	382	51
Nidalia studeri	115	130	5
Octocorallia	385	385	1
Paralcyonium spinulosum	107	153	42
Paramuricea clavata (HFS)	60	162	75
Paramuricea macrospina (HFS)	78	146	100
Parantipathes larix	126	170	2
Parazoanthus sp.	75	114	9
Pennatula phosphorea	118	326	3
Pennatula rubra	118	130	2
Pennatula spp.*	117	387	41
Plumularioidea	76	76	2
Savalia savaglia	305	309	2
Scleractinia	132	193	4
Sertularella	112	348	2
Sertularella gayi	107	107	1
Solmissus albescens	368	386	4
Villogorgia bebrycoides	167	178	52
Viminella flagellum	105	386	988
Crustacea			
Anomura	120	120	1
Brachyura	79	381	7
Caridea	124	421	165
Dardanus spp.	108	322	11
Dromia personata	146	146	1
Inachus spp.	82	113	4
Latreillia elegans	171	171	1
Macropodia	124	124	1
Munida spp.*	201	416	241
Munida intermedia	356	356	1
Mysidacea	124	403	6
Nephrops norvegicus	177	177	1
Paguridae	79	368	123

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Pagurus prideaux	366	366	1
Palinurus elephas	76	175	15
Palinurus mauritanicus	208	325	6
Paromola cuvieri	348	379	2
Plesionika spp.	129	421	196
Plesionika edwardsii	310	403	132
Plesionika gigliolii	269	414	10
Plesionika heterocarpus	263	362	4
Plesionika narval	318	321	2
Echinodermata			
Antedon mediterranea	92	101	7
Asteroidea	60	377	37
Astropecten aranciacus	389	389	1
Astropecten irregularis	219	219	1
Astrospartus mediterraneus	109	123	4
Centrostephanus longispinus	65	73	6
Chaetaster longipes	60	193	44
Cidaris cidaris	92	384	272
Crinoidea	92	408	53
Echinaster (Echinaster) sepositus	60	120	40
Echinoidea	96	359	17
Echinidae	66	326	136
Echinus melo	60	233	166
Goniasteridae	308	308	1
Gracilechinus acutus	66	224	8
Hacelia attenuata	60	260	235
Holothuria (Holothuria) tubulosa	61	234	10
Holothuria (Roweothuria) poli	97	97	1
Holothuria forskali	75	304	31
Holothuroidea	60	412	82
Leptometra phalangium	356	369	2
Marthasterias glacialis	61	61	1
Mesothuria intestinalis	60	366	35
Ophiacantha setosa	106	189	14
Ophiothrix spp.	114	253	45
Ophiura ophiura	233	233	1
Ophiuroidea	92	360	22
Parastichopus regalis	123	293	5
Peltaster placenta	92	388	180
Sclerasterias neglecta	298	298	1
Spatangus purpureus	400	400	1
Sphaerechinus granularis	60	120	15
Stylocidaris affinis	76	76	1
Mollusca			
Bivalvia	79	224	2
Buccinidae	119	119	1
Charonia lampas	97	97	2

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Eledone cirrhosa	215	358	6
Facelina auriculata	60	60	1
Gastropoda	201	239	2
Loligo forbesii	174	174	2
Neopycnodonte cochlear	123	123	1
Nudibranchia	61	296	28
Ostreidae	132	402	32
Peltodoris atromaculata	92	101	4
Pteria hirundo	63	127	4
Pteroctopus tetracirrhus	255	255	2
Sepiolidae	241	367	2
Tritonia callogorgiae	106	110	2
Umbraculum umbraculum	66	66	1
Porifera			
Axinella verrucosa	60	321	103
cf. *Leucosolenia* sp.	123	123	1
Aaptos aaptos	71	132	98
Axinella spp.	60	376	332
Axinella damicornis	59	391	152
Axinella minuta	76	124	34
Axinella polypoides	60	60	1
Axinella vaceleti	97	97	1
Axinella vellerea	104	234	957
Biemna sp.	113	123	6
Calyx sp.	81	292	7
Callyspongia septimaniensis	119	330	5
Chalinidae	76	76	1
Chelonaplysilla psammophila	123	123	1
Chondrosia reniformis	79	81	5
Chondrosiidae	63	63	1
Cladocroce sp.	236	389	29
Demospongiae	69	77	10
Desmacella sp.	219	219	1
Dictyonella incisa	61	61	1
Dictyonella spp.	60	63	4
Dysidea avara	61	61	1
Dysidea spp.	60	79	2
Foraminospongia balearica (HFS)	68	194	5583
Foraminospongia minuta	355	355	1
Haliclona (Halichoclona) fulva	93	231	166
Haliclona (Halichoclona) magna	171	171	1
Haliclona (Reniera) mediterranea	61	129	289
Haliclona (Rhizoniera) rhizophora	290	392	26
Haliclona (Soestella) fimbriata	130	382	11
Haliclona (Soestella) mucosa	172	372	5
Haliclona poecillastroides (HFS)	67	403	2426
Haliclona spp.	79	400	36

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Hamacantha (Vomerula) falcula	297	297	1
Hamacantha spp.	122	417	1449
Haplosclerida	75	118	2
Hemiasterella elongata	118	124	8
Hemimycale columella	71	76	5
Heteroscleromorpha	124	124	1
Heteroxya cf. beauforti	346	346	1
Hexactinellida	174	379	54
Hexadella	60	392	226
Hymedesmia sp.	151	417	26
Jaspis sp.	94	416	2265
Keratosa sp.	119	195	22
Latrunculia (Latrunculia) sp.	122	193	3
Neophrissospongia nolitangere	306	313	2
Lycopodina hypogea	305	311	2
Neophrissospongia nolitangere	114	114	1
Pachastrella sp.	153	330	11
Pachastrella monilifera	169	169	1
Pachastrella ovisternata	68	324	67
Penares euastrum	69	101	113
Penares helleri	244	244	1
Petrosia sp.	76	76	1
Petrosia (Petrosia) ficiformis	97	178	5
Phakellia spp. (HFS)	113	389	266
Phakellia robusta (HFS)	108	390	1081
Phorbas sp.	60	101	6
Phorbas tenacior	60	61	2
Pleraplysilla sp.	356	384	2
Pleraplysilla spinifera	63	72	2
Poecillastra compressa (HFS)	92	400	1828
Polymastia sp.	123	389	93
Prosuberites sp.	164	164	1
Prosuberites longispinus	105	106	2
Rhizaxinella spp.	254	389	22
Rhizaxinella pyrifera	234	241	2
Siphonochalina sp.	61	123	15
Siphonochalina balearica	76	76	1
Spongosorites sp.1	92	317	130
Spongosorites sp.2	145	149	28
Stelligera sp.	288	332	48
Stryphnus mucronatus	95	101	6
Stylocordyla sp.	305	311	2
Thenea muricata	253	407	6
Topsentia sp.	117	370	16
Tretodictyum reiswigi	172	417	132
Vulcanella gracilis	123	185	2
Teleostei			

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Acantholabrus palloni	123	365	3
Buenia massutii	81	81	1
Coelorinchus caelorhincus	421	421	1
Coris julis	65	65	1
Coris melanura	65	66	3
Coris spp.*	60	92	72
Epinephelus caninus	110	110	1
Epinephelus spp.*	62	62	1
Gadidae	79	414	3
Gnathophis mystax	377	377	1
Gobidae	79	372	11
Helicolenus dactylopterus	422	422	1
Hoplostethus mediterraneus	333	333	1
Labrus mixtus	71	71	1
Lepidopus caudatus	351	356	2
Lepidorhombus spp.	328	335	2
Lophius budegassa	360	360	1
Symphodus tinca	122	122	1
Symphurus mixtus	118	118	1
Symphurus nigrescens	210	336	10
Synodus spp.*	173	194	5
Synodus synodus	177	177	1
Triglidae	321	321	1

Tabla 2. Listado de especies o taxones identificados a partir de los muestreos con draga de arrastre durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 por grupo taxonómico. Se muestran las profundidades mínimas (Prof. Min) y máximas (Prof. Max) donde la especie o taxón ha sido observado y en número de muestras en las que ha aparecido (N).

Especie/Taxon	Prof. Min.	Prof. Max.	N
Chlorophyta			
Flabellia petiolata	73	73	1
Ochrophyta			
Halopteris filicina	73	73	1
Prasinodermatophyta			
Palmophyllum crassum	73	73	1
Rhodophyta			
Corallinaceae	73	117	6
Lithothamnion valens	73	73	1
Peyssonnelia spp.	73	73	1
Spongites fruticulosus	73	73	1
Annelida			
Dorvilleidae	73	73	1
Eteone spp.	177	177	1
Euarche tubifex	322	322	1
Eunice spp.	377	377	1
Filograna spp.	115	283	3
Laetmonice hystrix	73	73	1
Lumbrineridae	73	73	1
Nereididae	116	283	2
Opheliidae	113	113	1
Phyllodocidae	170	170	1
Polychaeta	111	377	9
Serpulidae	115	377	4
Sipunculidae	257	283	2
Spirobranchus lamarcki	177	177	1
Spirobranchus spp.	73	377	3
Syllidae	210	210	1
Terebellidae	73	73	1
Vermiliopsis infundibulum	377	377	1
Ascidiacea			
Aplidium elegans	73	73	1
Ascidiacea	73	210	6
Halocynthia papillosa	73	73	1
Pyura spp.	73	73	1
Brachiopoda			
Joania cordata	113	322	5
Megerlia truncata	73	225	12
Novocrania anomala	73	283	3
Bryozoa			
Bryozoa	73	257	8
Cellaria spp.	115	115	1
Myriapora truncata	73	73	1
Reteporella spp.	116	116	1
Cnidaria			

Acanthogorgia hirsuta	210	210	1
Actiniidae	283	283	1
Alcyonium coralloides	111	115	2
Alcyonium palmatum	73	73	1
Anthozoa	283	283	1
Bebryce mollis	170	377	5
Calliactis parasitica	377	377	1
Callistephanus pallida	157	283	5
Callogorgia verticillata	101	322	5
Caryophyllia spp.	257	257	1
Dendrophyllia cornigera	177	177	1
Eunicella spp.	101	116	5
Gorgonidae	170	210	3
Hydrozoa	73	322	10
Madrepora oculata	377	377	1
Muriceides lepida	177	177	1
Nicella granifera	283	322	2
Paralcyonium spinulosum	112	112	1
Paramuricea macrospina	73	116	2
Plumulariidae	73	170	3
Scleractinia	73	283	6
Sertularella gayi	116	210	2
Sertulariidae	73	73	1
Viminella flagellum	101	101	1
Crustacea			
Alpheidae	73	73	1
Amphipoda	377	377	1
Dardanus arrosor	73	377	2
Galathea spp.	73	120	3
Inachus thoracicus	73	73	1
Maeridae	73	73	1
Paguridae	73	73	1
Plesionika gigliolii	283	283	1
Xanthidae	73	73	1
Echinodermata			
Amphipholis squamata	170	170	1
Amphiura chiajei	170	283	4
Amphiura filiformis	170	283	4
Amphiuridae	117	117	1
Antedon mediterranea	377	377	1
Astropecten irregularis	210	210	1
Cidaris cidaris	115	115	1
Cucumariidae	210	210	1
Dendrochirotida	116	116	1
Echinaster (Echinaster) sepositus	111	111	1
Gracilechinus acutus	73	73	1
Hacelia attenuata	73	115	2
Holothuria forskali	377	377	1
Mesothuria intestinalis	210	210	1

Ophiacantha setosa	111	210	5
Ophiactis balli	322	322	1
Parastichopus regalis	113	113	1
Psolidae	120	120	1
Psolus spp.	115	115	1
Sclerasterias neglecta	117	322	2
Sclerasterias richardi	120	120	1
Sphaerechinus granularis	73	73	1
Mollusca			
Anomiidae	322	322	1
Asperarca nodulosa	73	377	7
Calyptraeidae	322	322	1
Chama gryphoides	115	115	1
Chamidae	225	225	1
Emarginula rosea	73	73	1
Emarginula spp.	115	115	1
Hiatella arctica	115	115	1
Mimachlamys varia	120	210	2
Neopycnodonte cochlear	115	115	1
Nucula sulcata	73	73	1
Nudibranchia	210	210	1
Ostrea spp.	116	116	1
Poliplacophora sp.	73	73	1
Pteria hirundo	111	116	3
Tritonia callogorgiae	116	116	1
Veneridae	73	73	1
Porifera			
Batzella inops	73	73	1
Prosuberites longispinus	116	116	1

Durante las visualizaciones de los transectos de ROV se identificaron un total de 13 hábitats predominantes pertenecientes al LPHME (Templado *et al.,* 2012; Tabla 3; Figura 4). La mayoría de estaciones, 13 de las 37 muestreadas, pertenecen al hábitat de Roca circalitoral dominada por invertebrados con corales (código 3020222) y se encuentran principalmente al noroeste y suroeste de Mallorca y al norte de Menorca (Figura 4). Otras 5 estaciones, situadas al norte de Mallorca, en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera y al norte y este de Menorca, han sido clasificadas como Coralígeno con dominancia de invertebrados (código 3020225), cuatro estaciones como Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas (código 4010208) situadas al norte y oeste de Mallorca, este de Menorca y noreste de Ibiza y tres estaciones como Coralígeno con dominancia de algas, sin fucales ni laminariales (código 3020104), situadas al este de Mallorca y al suroeste de Ibiza. Los hábitats Coralígeno con *Paramuricea clavata* (código 302022501), Roca circalitoral colmatada con sedimentos con poliquetos tubícolas (código 302022401) y Roca circalitoral colmatada por sedimentos (código 3020224) sólo están presentes es dos estaciones cada uno; mientras que Coralígeno con *Leptopsammia pruvoti* (código 302022504), Roca batial colmatada de sedimentos con restos de antiguos arrecifes de moluscos (código 4010206), Roca batial colmatada de sedimentos con *Swiftia* spp. (código 4010205),

Roca circalitoral colmatada por sedimentos con *Swiftia* spp. (código 302022406), Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Reteporella* spp. (código 302022205) y Roca circalitoral dominada por *Madrepora oculata* (código 3020219), solo se encuentran presentes en una estación. El hábitat Coralígeno con *Paramuricea clavata* se encuentra al este de Mallorca, el de Roca circalitoral dominada por *Madrepora oculata* al norte de Mallorca y mientras que el hábitat Coralígeno con *Leptopsammia pruvoti* se encuentra en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.

Tabla 3. Hábitats del circalitoral y batial rocoso identificados durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 según el Listado Patrón de Hábitats Marinos de España (LPHME; Templado *et al.,* 2012). N representa el número de estaciones o transectos en que ha sido identificado cada hábitat.

Hábitats	**Código**	**N**
Coralígeno con dominancia de algas, sin fucales ni laminariales	3020104	3
Coralígeno con dominancia de invertebrados	3020225	5
Coralígeno con *Leptopsammia pruvoti*	302022504	1
Coralígeno con *Paramuricea clavata*	302022501	2
Roca batial colmatada de sedimentos con dominancia de esponjas	4010208	4
Roca batial colmatada de sedimentos con restos de antiguos arrecifes de moluscos	4010206	1
Roca batial colmatada de sedimentos con *Swiftia* spp.	4010205	1
Roca circalitoral colmatada con sedimentos con poliquetos tubícolas	302022401	2
Roca circalitoral colmatada por sedimentos	3020224	2
Roca circalitoral colmatada por sedimentos con *Swiftia* spp.	302022406	1
Roca circalitoral dominada por invertebrados con corales	3020222	13
Roca circalitoral dominada por invertebrados con *Reteporella* spp.	302022205	1
Roca circalitoral dominada por *Madrepora oculata*	3020219	1

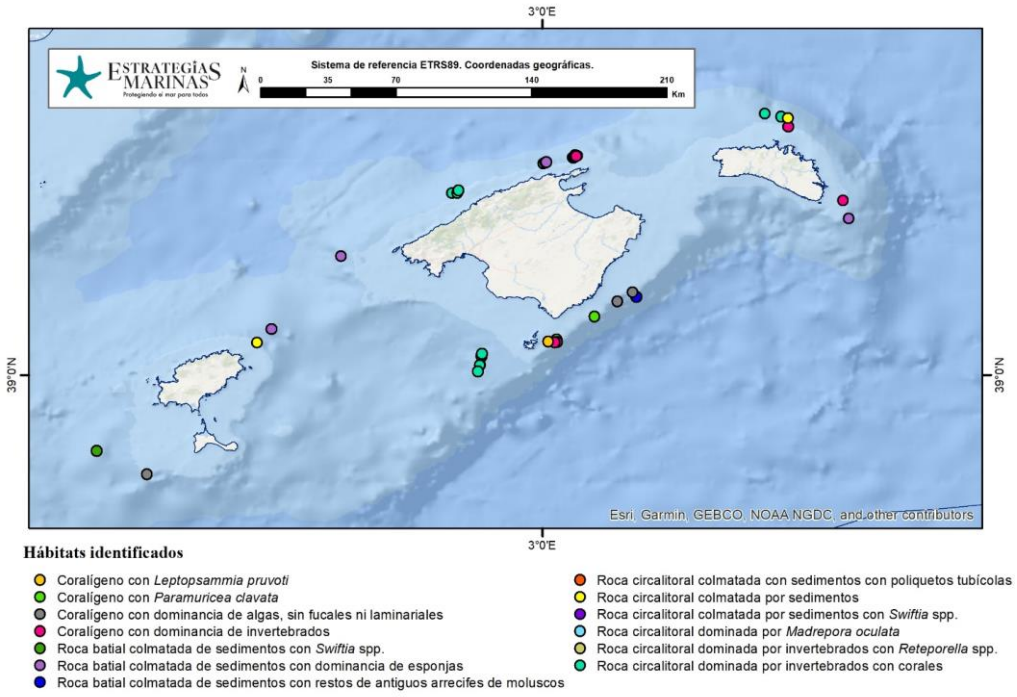


Figura 4. Mapa de distribución de los hábitats del circalitoral y batial rocoso identificados según el Listado Patrón de Hábitats Marinos de España (LPHME; Templado *et al.,* 2012) durante la campaña CIRCA-LEBA-0523.

3.3. Distribución de especies de especial interés

Las especies de especial interés para la conservación encontradas en los hábitats circalitorales y batiales rocosos de la demarcación Levantino-Balear son los cnidarios *Corallium rubrum, Callogorgia verticillata*, *Dendrophyllia cornigera, Leiopathes glaberrima, Bathypathes* sp. y *Madrepora oculata* (Tabla 4; Figura 5). La especie *Dendrophyllia cornigera* está incluida en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y el Anexo II del Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo (CBA). Además, *Leiopathes glaberrima* también está incluida en el apéndice II de CITES, al igual que las especies del género *Bathypathes*. Las especies *Callogorgia verticillata*, *Leiopathes glaberrima* y *Madrepora oculata* están recogidas en el Anexo II del CBA, el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) en el Mediterráneo, ambos desarrollados por el Real Decreto 139/2011 (BOE nº 46 de 23 de febrero de 2011) y el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección (CB), desarrollado por el Decreto 75/2005 (BOIB nº 106 de 16 de julio de 2005). Y la especie *Corallium rubrum* está incluida en el Anexo V de la Directiva 92/43/CEE del consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de hábitats naturales de la fauna y flora silvestres.

Tabla 4. Especies inventariadas en las Islas Baleares durante la campaña de investigación CIRCA-LEBA-0523, de interés para la protección por estar incluidas en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), la Directiva Hábitat (DH; Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre), el Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo (CBA), el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) en el Mediterráneo, ambos desarrollados por el Real Decreto 139/2011 (BOE nº 46 de 23 de febrero de 2011) o el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección (CB), desarrollado por el Decreto 75/2005 (BOIB nº 106 de 16 de julio de 2005).

Especies	*CITES*	DH	CBA	LESRPE	CEEA	CB
Antipathes sp.	*Apéndice II*					
Axinella polypoides				X	X	
Bathypathes spp.	*Apéndice II*					
Callogorgia verticillata			Anexo II	X	X	RPE
Centrostephanus longispinus		X		X	X	
Corallium rubrum		X				
Dendrophyllia cornigera	*Apéndice II*		Anexo II			
Laminaria rodriguezii				X	X	
Leiopathes glaberrima	*Apéndice II*		Anexo II	X	X	RPE
Madrepora oculata			Anexo II	X	X	RPE
Phymatolithon calcareum		X				
Scleractinia	*Apéndice II*					

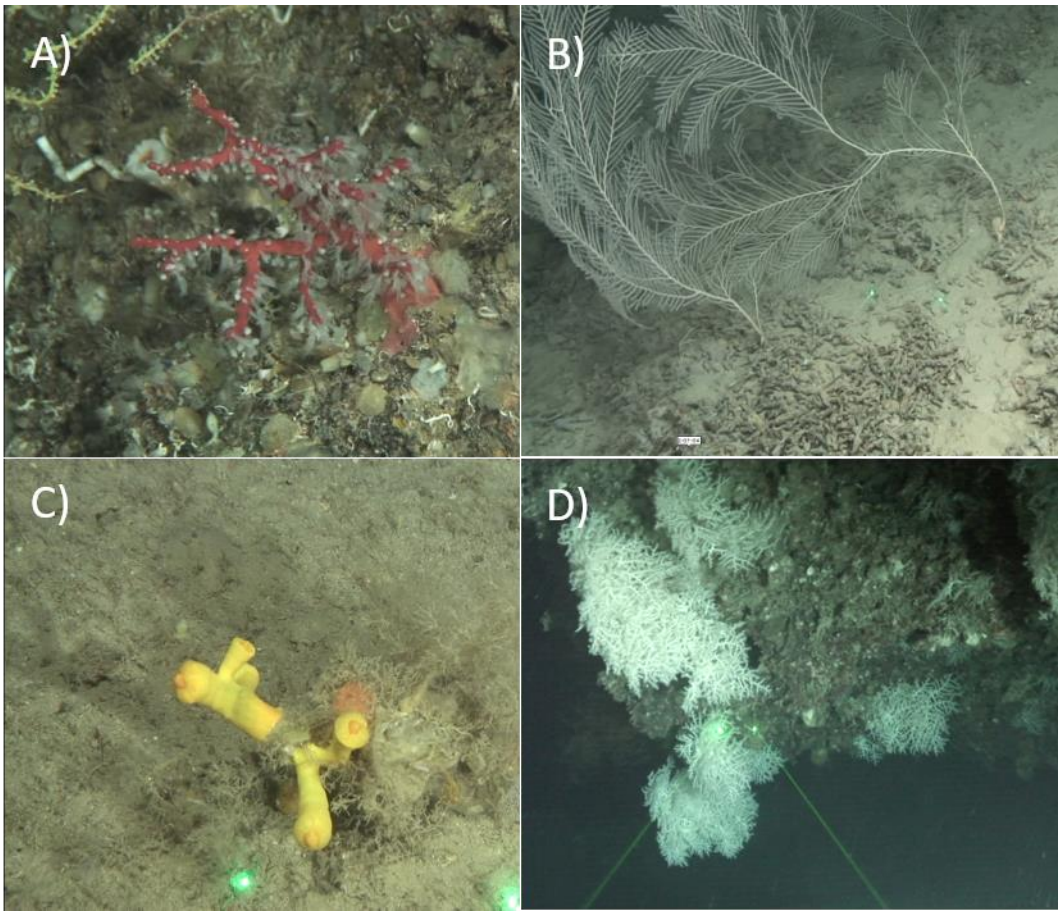


Figura 5. Especies de especial interés para la conservación identificadas durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 con el ROV Liropus 2000: A) *Corallium rubrum*; B) *Callogorgia verticillata*; C) *Dendrophyllia cornigera*; y D) *Madrepora oculata*.

En cuanto a la distribución de estas especies, las especies del género *Bathypathes* se encuentran en las estaciones localizadas al sur de Mallorca y al noreste de Ibiza entre 122 y 172 m de profundidad (Tablas 1 y 2; Figura 6). La especie *Callorgorgia verticillata* aparece en fondos rocosos entre los 101 y 417 de profundidad y se distribuye de forma más o menos uniforme a lo largo de las Islas Baleares en las muestras que abarcan estos rangos de profundidad, a excepción de las estaciones situadas al norte de Menorca (Tablas 1 y 2; Figura 7). El coral rojo, *Corallium rubrum*, en cambio, presenta una distribución muy localizada al norte de la isla de Mallorca entre los 112 y 211 m de profundidad (Tablas 1 y 2; Figura 8). La escleractinia *Dendrophyllia cornigera* se encuentra entre los 106 y 303 m de profundidad tiene una distribución similar a la de *Callorgorgia verticillata,* pero en este caso esta especie sí que aparece en las estaciones situadas al norte de Menorca (Tablas 1 y 2; Figura 9). El rango de distribución del antipatario *Leiopathes glaberrima* está entre los 122 y 296 m y aparece principalmente en algunas estaciones situadas en la costa norte de Mallorca y en una al noreste de Ibiza (Tablas 1 y 2; Figura 10). Por último, el coral de agua fría *Madrepora oculata* se encuentra entre 128 y 327 m de profundidad en las estaciones situadas al norte de Mallorca y Menorca (Tablas 1 y 2; Figura 11).

Finalmente, también se han mapeado algunas especies que, a pesar de no estar recogidas como especies de especial interés para la conservación en ninguna figura de protección, son especies estructurantes e indicadoras de algunos hábitats incluidos en el LPHME (Templado *et al.,* 2012). En primer lugar, las especies del género *Eunicella (*entre las que se ha podido identificar la especie *Eunicella cavolini*) se encuentran entre los 61 y 192 m

de profundidad y se distribuyen principalmente a lo largo de la costa norte de Mallorca y al este y suroeste de la misma isla, al este de Menorca y al suroeste de Formentera (Tablas 1 y 2; Figura 12). Especies del género *Eunicella* son indicadoras de los siguientes hábitats (Templado *et al.,* 2012): Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Leptogorgia sarmentosa/Eunicella verrucosa* (código 0302022301), Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Eunicella singularis* (código 0302022303), Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Eunicella verrucosa* (código 0302022304), Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Eunicella cavolini* (código 0302022307), Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Ellisella paraplexauroides*, *Eunicella* spp., *Leptogorgia* spp. y *Paramuricea clavata* (código 0302022310) y Coralígeno con *Eunicella verrucosa* (código 0302022502). Por otro lado, la especie *Paramuricea clavata* también es indicadora de hábitats incluidos en el LPHME, como son: Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Paramuricea clavata* (código 0302022302), Roca circalitoral no concrecionada dominada por invertebrados con *Ellisella paraplexauroides*, *Eunicella* spp., *Leptogorgia* spp. y *Paramuricea clavata* (código 0302022310) y Coralígeno con *Paramuricea clavata* (código 0302022501). Esta especie sólo se ha encontrado en Mallorca, en concreto al sureste y al norte de esta isla entre los 60 y 162 m de profundidad (Tablas 1 y 2; Figura 13).

Además de estas especies de cnidarios, las especies de algas *Laminaria rodriguezii*,y *Phymatolithon calcareum,* la esponja *Axinella polypoides* y el erizo *Centrostephanus longispinus* también están incluidas en alguna figura de protección (Tabla 4).

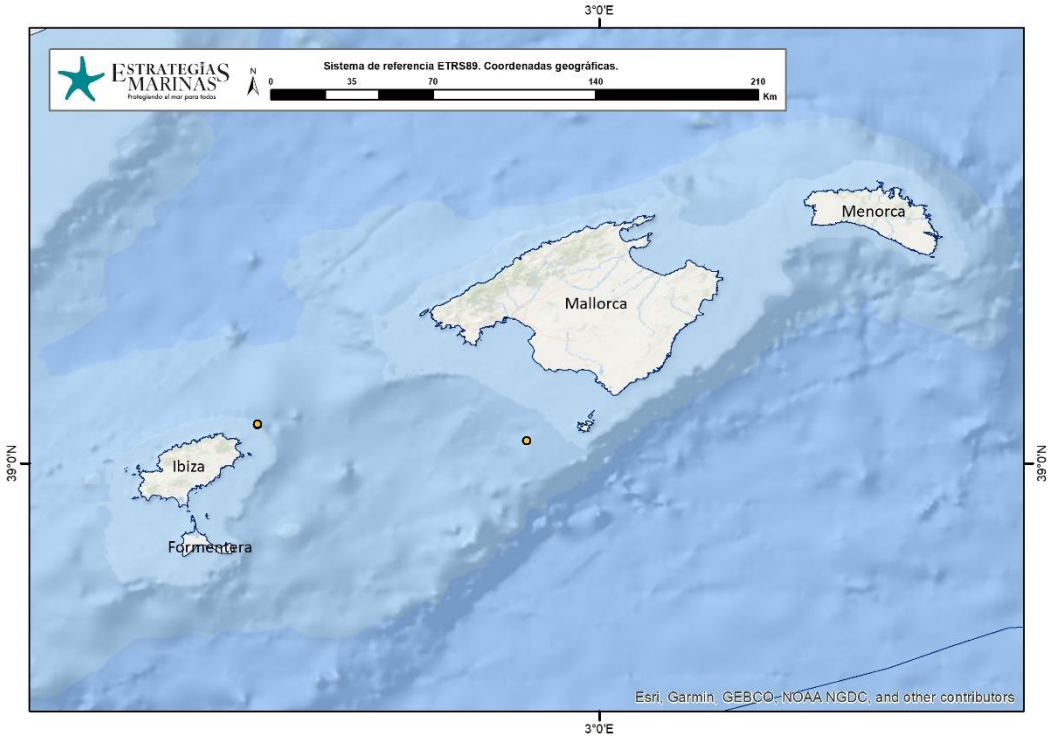


Figura 6. Mapa de distribución de las especies del género *Bathypathes* recogidas en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

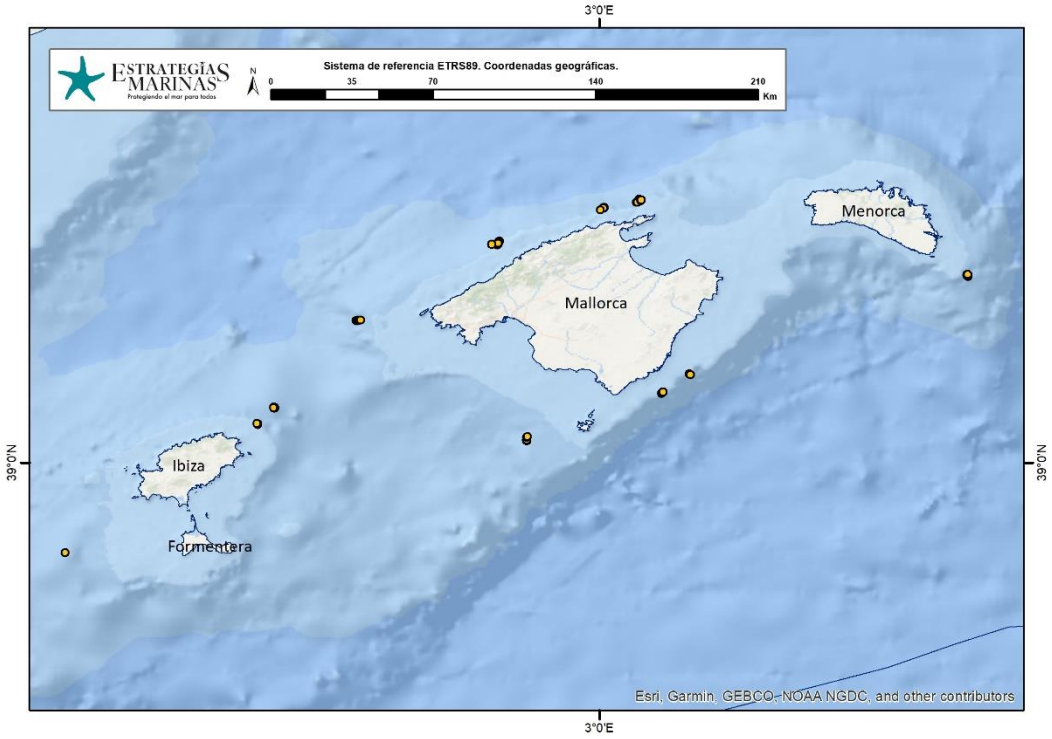


Figura 7. Mapa de distribución de la especie *Callogorgia verticillata* recogida en el Anexo II del CBA, el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) en el Mediterráneo, ambos desarrollados por el Real Decreto 139/2011 (BOE nº 46 de 23 de febrero de 2011) y el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección (CB), desarrollado por el Decreto 75/2005 (BOIB nº 106 de 16 de julio de 2005).

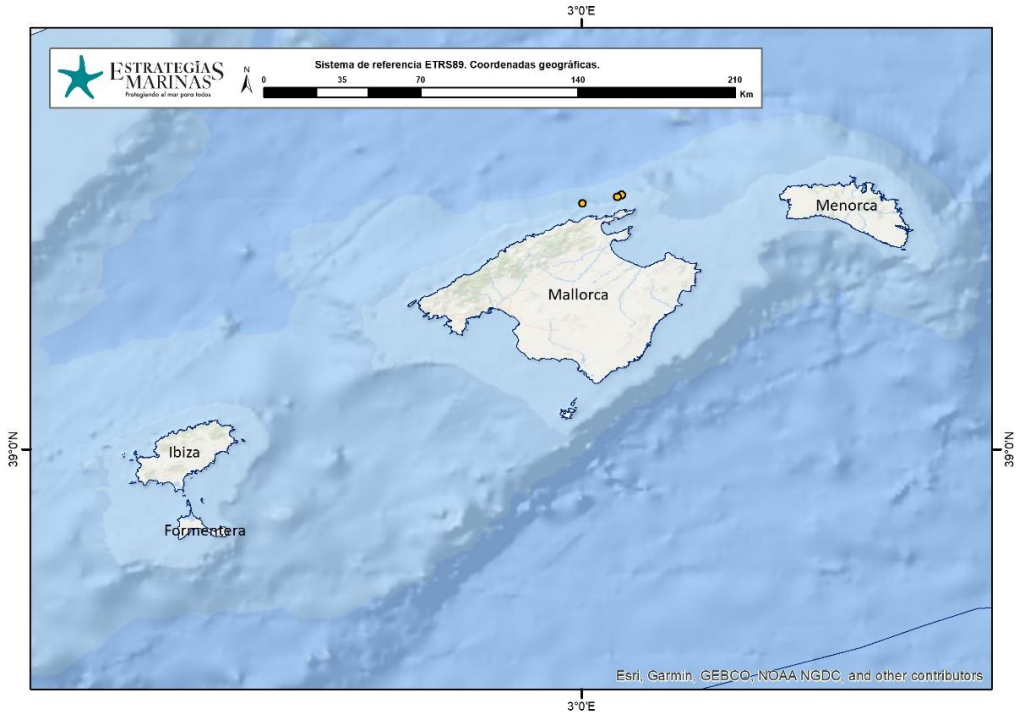


Figura 8. Mapa de distribución de la especie *Corallium rubrum,* especie incluida en el Anexo V de la Directiva 92/43/CEE del consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de hábitats naturales de la fauna y flora silvestres.

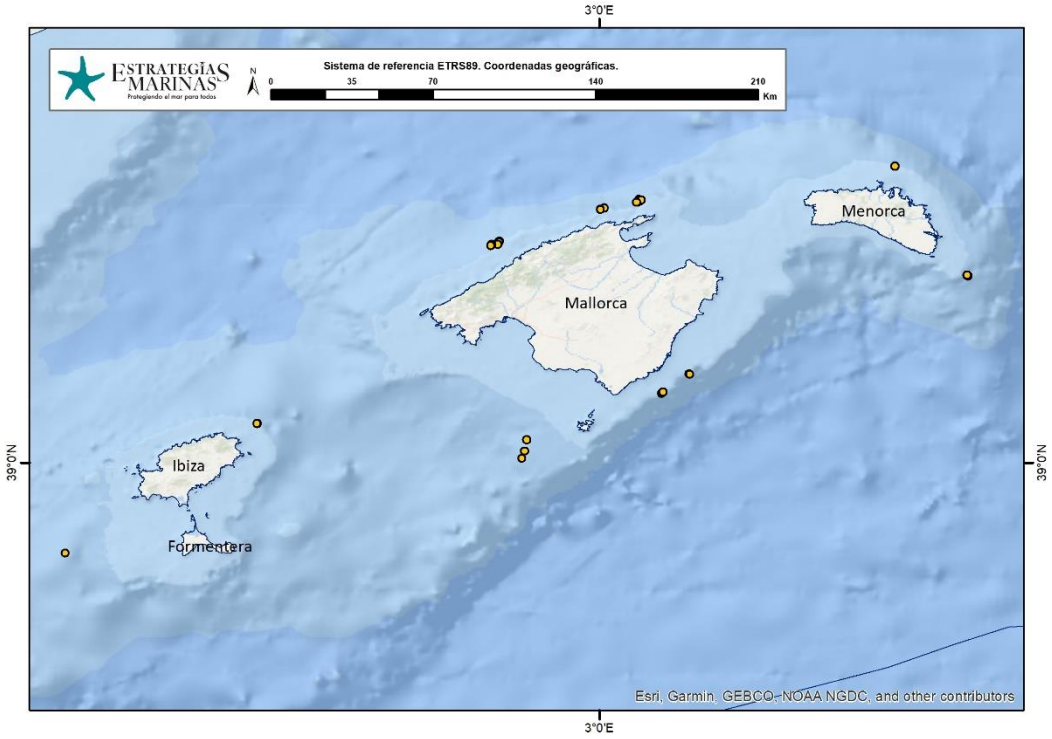


Figura 9. Mapa de distribución de la especie *Dendrophyllia cornigera* incluida en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y el Anexo II del Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo (CBA).

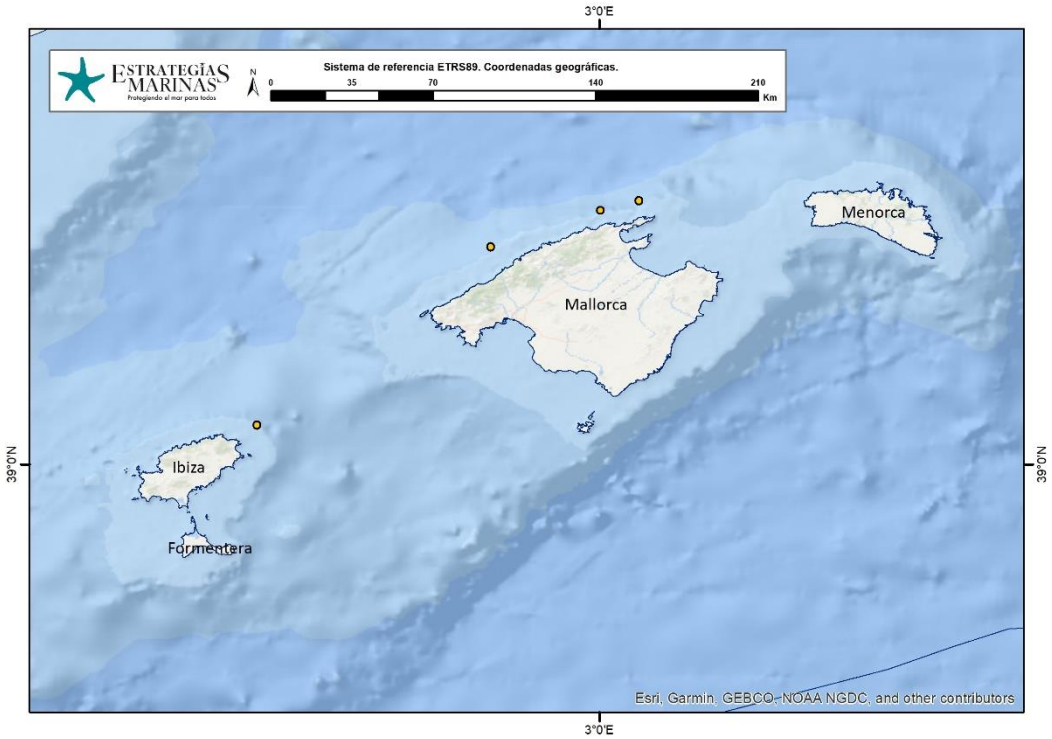


Figura 10. Mapa de distribución de la especie *Leiopathes glaberrima* recogida en el Anexo II del Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo (CBA), el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) en el Mediterráneo, ambos desarrollados por el Real Decreto 139/2011 (BOE nº 46 de 23 de febrero de 2011) y el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección (CB), desarrollado por el Decreto 75/2005 (BOIB nº 106 de 16 de julio de 2005) y el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

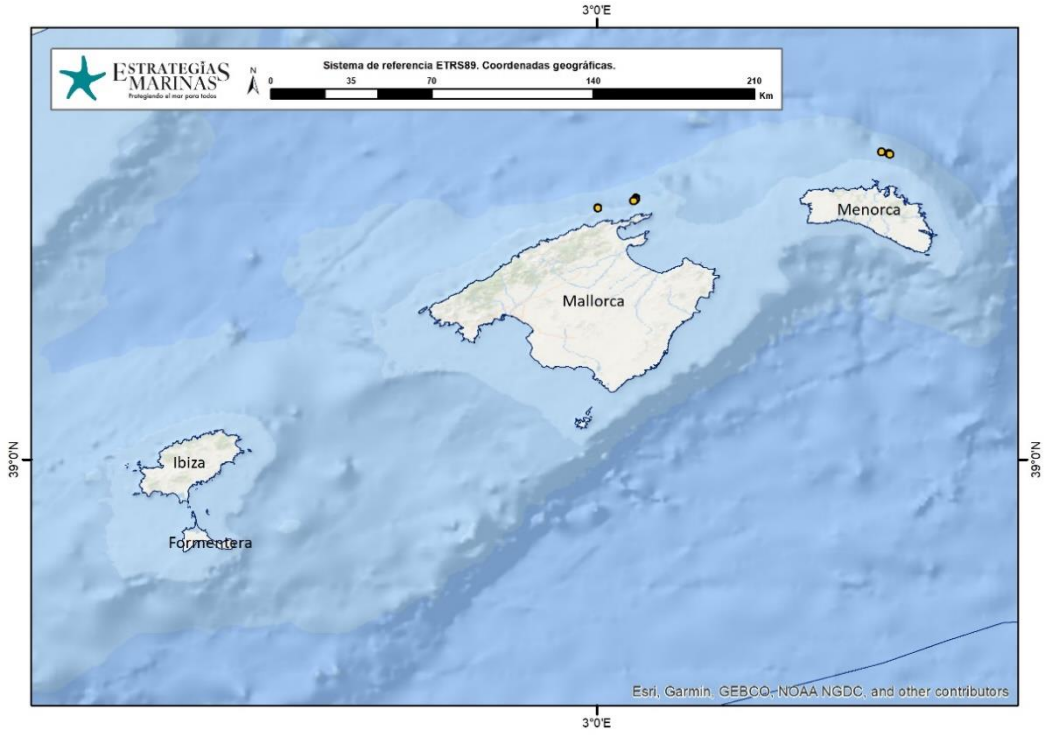


Figura 11. Mapa de distribución de la especie *Madrepora oculata* recogida en el Anexo II del Convenio de Barcelona para la Protección del Mar Mediterráneo (CBA), el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) en el Mediterráneo, ambos desarrollados por el Real Decreto 139/2011 (BOE nº 46 de 23 de febrero de 2011) y el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección (CB), desarrollado por el Decreto 75/2005 (BOIB nº 106 de 16 de julio de 2005).

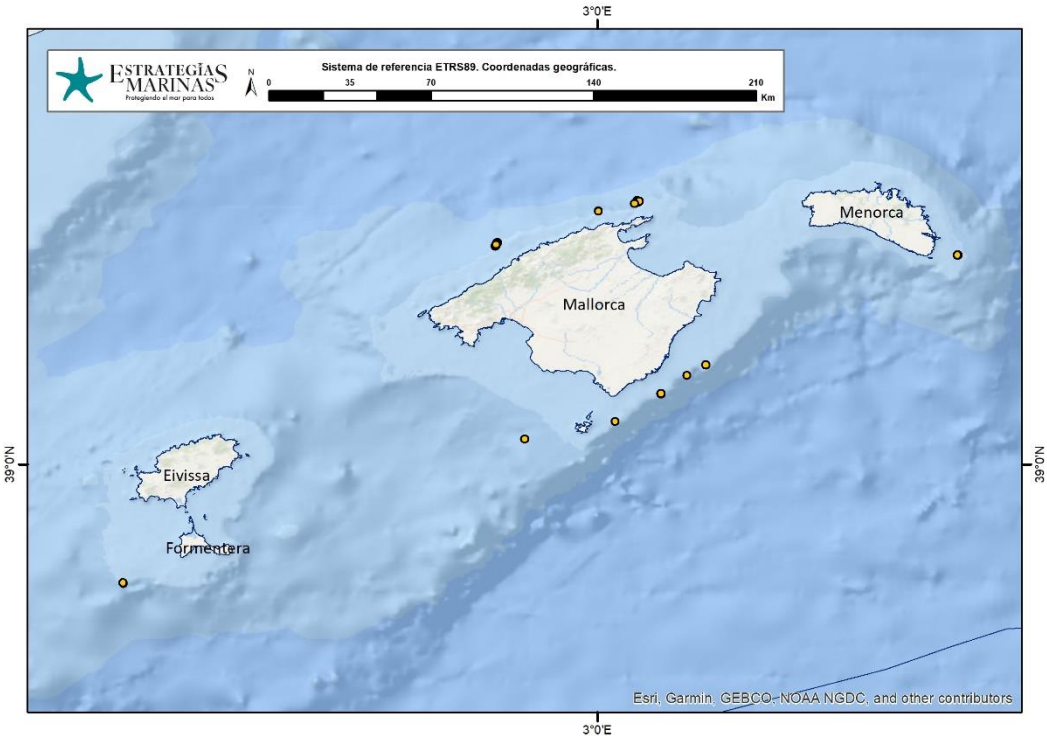


Figura 12. Mapa de distribución de las especies del género *Eunicella.* Aunque estas especies no están recogidas como especies de especial interés para la conservación en ninguna figura de protección son especies estructurantes indicadoras de hábitats listados en el Listado Patrón de Hábitats Marinos de España (LPHME; Templado *et al.,* 2012).

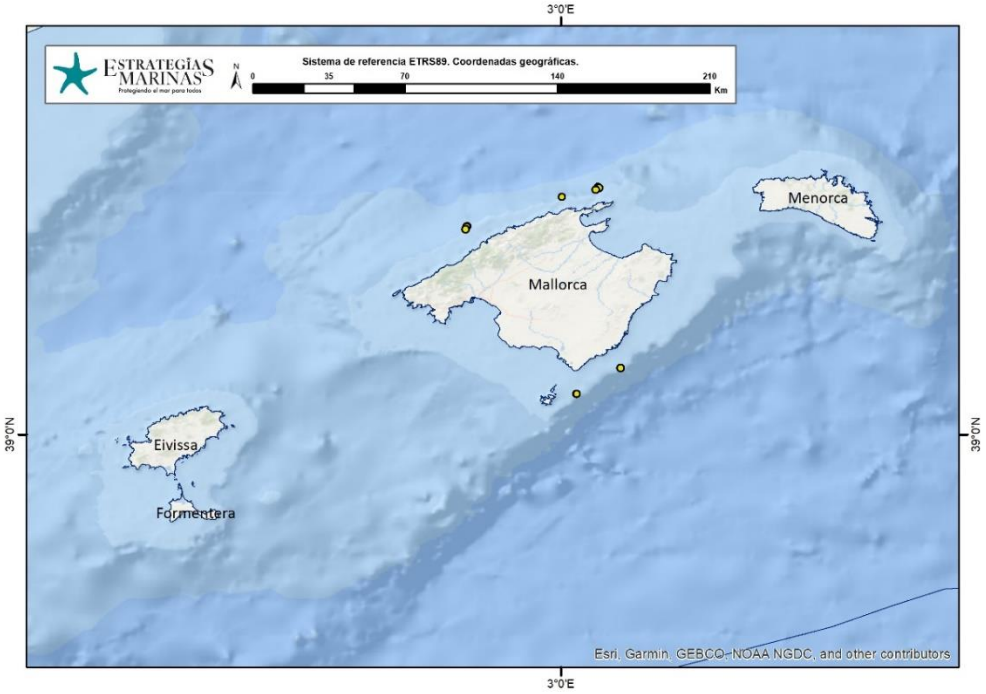


Figura 13. Mapa de distribución de la especie *Paramuricea clavata*. Aunque esta especie no está recogida como especie de especial interés para la conservación en ninguna figura de protección es una especie estructurante e indicadora de hábitats listados en el Listado Patrón de Hábitats Marinos de España (LPHME; Templado *et al.,* 2012).

3.4. Cálculo de indicadores por Broad Habitat Type (BHT)

Los resultados por BHT muestran que el número total de especies encontradas es de 50 en la *Roca circalitoral y arrecife biogénico (*CIRC_RK_BIO), 98 en la *Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico* (CIRCDP_RK_BIO) y 71 en la *Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior (*BAT_BATLOW_RK_BIO). El número de muestras asignadas a cada uno de estos hábitats es 31 en el CIRC_RK_BIO, 106 en el CIRCDP_RK_BIO y 119 en el BAT_BATLOW_RK_BIO. La curva de especies acumulada muestra que tanto el piso circalitoral profundo como el batial, están bien muestreados, ya que se observa un aplanamiento de la curva mientras que el hábitat circalitoral todavía está lejos de ello (Figura 14). El valor promedio de riqueza específica varía entre 9 en el hábitat batial y 14 en el circalitoral profundo (Tabla 5). El hábitat que presenta un mayor valor de todos los indicadores es el circalitoral profundo. El número de especies de especial interés para la conservación (EIC; Tabla 4) y especies estructurantes o formadoras de hábitats (HFS; Tabla 1) de este hábitat es de 1.7 y 4.2 especies respectivamente. Estas representan un promedio del porcentaje de especies total de 11.8 para las EIC y de 30 para las HFS, mientras que el porcentaje de presencia de aparición de estas especies es de 14.6 y 46.4, respectivamente.

Tabla 5. Resultados de los valores promedio de la riqueza específica (*S*), el porcentaje de especies en número (%spp.) y en frecuencia de aparición (%fap.) para el total de las especies bentónicas (Total), las especies de especial interés para la conservación (EIC) y las especies estructurantes o formadoras de hábitat (HFS) en cada uno de *los Broad Habitat Types* de la demarcación Levantino-Balear. CIRC_RK_BIO: *Roca circalitoral y arrecife biogénico*; CIRCDP_RK_BIO: *Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico*; BAT_BATLOW_RK_BIO: *Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior*.

	Promedio S			Promedio % spp.		Promedio % fap.	
Hábitat	Total	EIC	HFS	EIC	HFS	EIC	HFS
CIR_RK_BIO	11.6	0.2	0.9	2.1	7.8	2.3	12.3
CIRDP_RK_BIO	14.0	1.7	4.2	11.8	30.0	14.6	46.4

BAT_BATLOW_RK_BIO	9.0	0.6	2.5	6.1	27.9	7.8	37.8

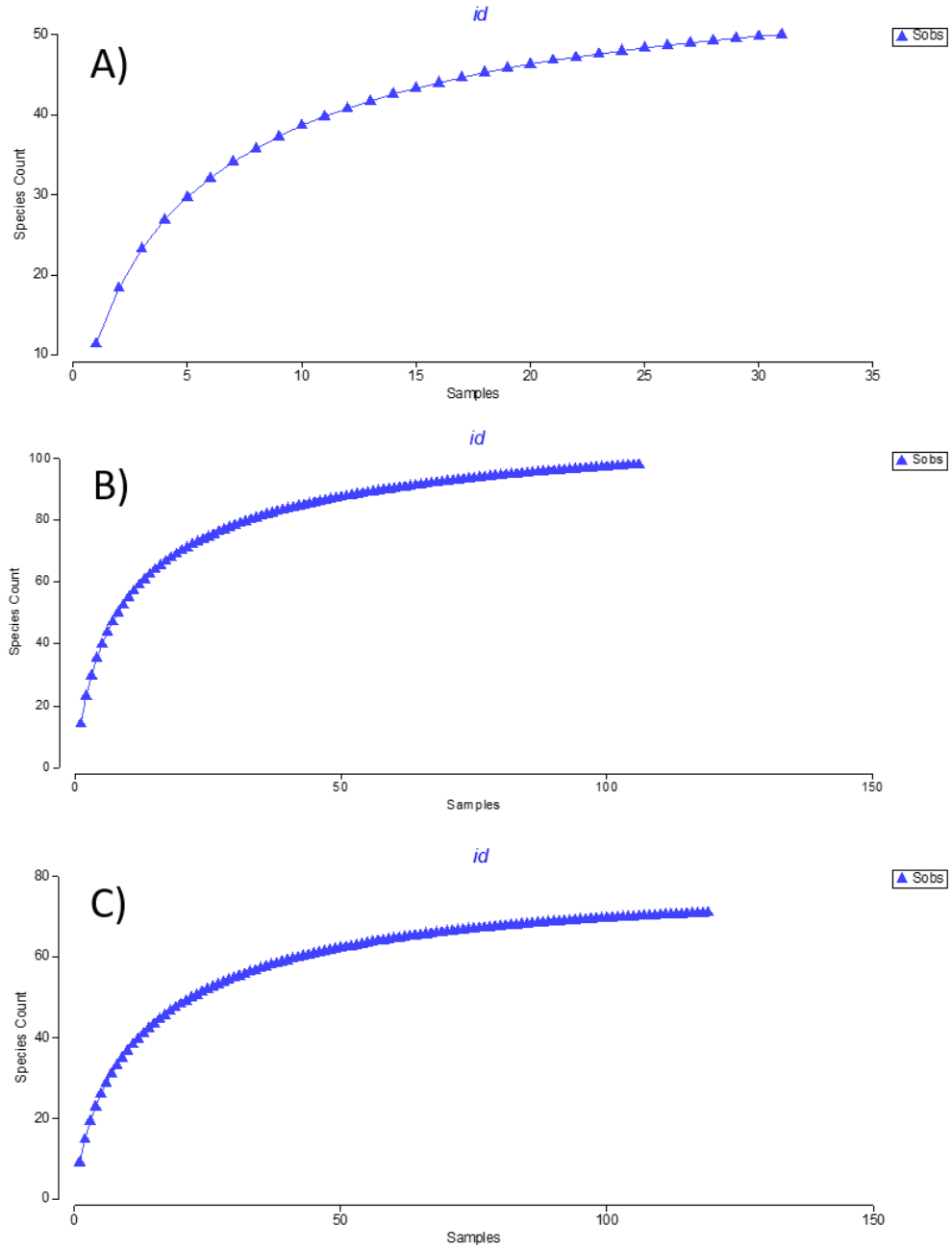


Figura 14. Curva de acumulación de especies para las muestras asignadas a los *Broad Habitat Types:* A) *Roca circalitoral y arrecife biogénico*; B) *Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico*; y C) *Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior*.

3.5 Análisis de comunidades

A partir del análisis clúster y a un nivel de similaridad del 25% se identificaron 9 comunidades representativas de los fondos rocosos de las Islas Baleares, 5 de ellas son comunidades de plataforma y 4 comunidades del talud (Figura 15).

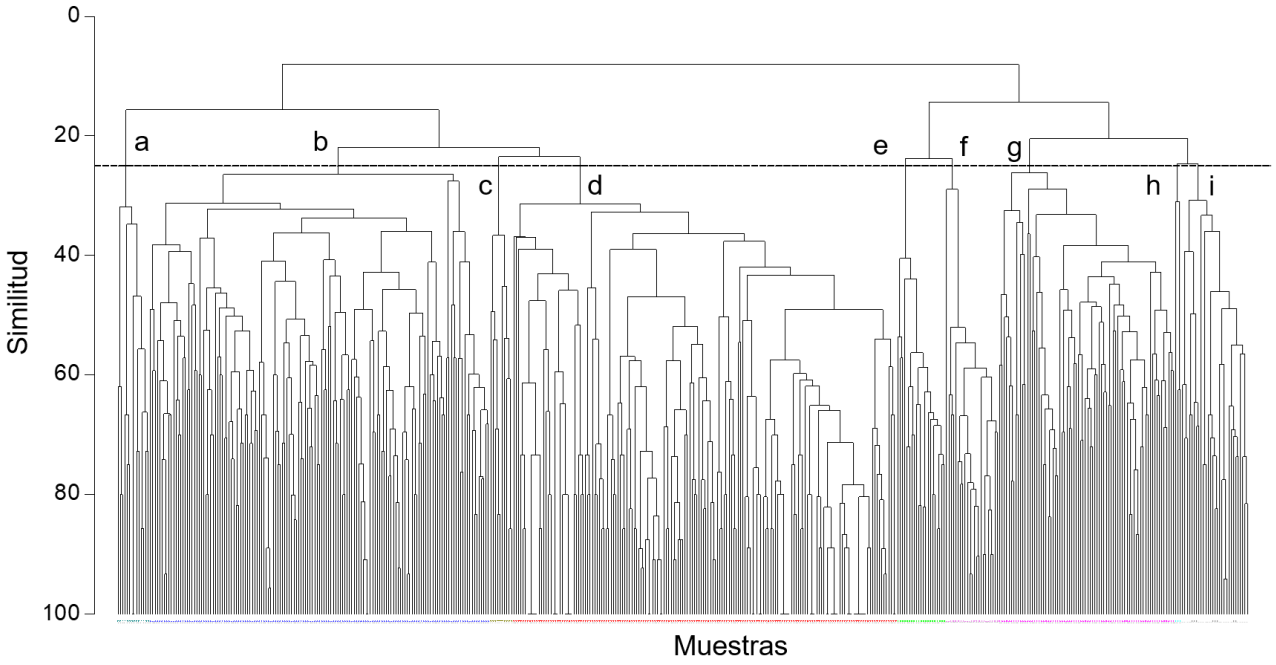


Figura 15. Análisis clúster realizado a partir de las muestras obtenidas con ROV durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 en las Islas Baleares y durante la campaña INTEMARES-A22B-0820 realizada en los montes submarinos del Canal de Mallorca en el marco del proyecto INTEMARES. Se ha utilizado la distancia de Sorensen a partir de los datos de presencia/ausencia de las especies.

Las principales especies que caracterizan estas comunidades, obtenidas del análisis SIMPER, son las siguientes (Tabla 6):

- Grupo H (61 – 63 m): Es la comunidad más somera y está representada principalmente por la gorgonia *Paramuricea clavata*, hidrozoos y esponjas del género *Axinella*. Se trata de una comunidad con tan solo 3 muestras ubicadas en el Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera (Figura 16).
- Grupo I (60 – 80 m): Comunidad representada principalmente por *Laminaria rodriguezii* con diferentes especies de hidrozoos y de esponjas como *Haliclona (Reniera) mediterranea*, *Foraminospongia balearica* y diferentes especies del género *Axinella*. En este grupo también se encuentran los equinodermos *Hacelia attenuata* y *Echinus melo.*
- Grupo E (88 – 108 m) Fondos de maërl y rodolitos con algas verdes, esponjas, equinodermos y briozos.
- Grupo F (90 – 145 m): Esta comunidad de *Foraminospongia balearica* y algas carbonatadas laminares, junto con ascidias del género *Clavelina* y otras grandes esponjas como *Haliclona poecillastroides,* marca la transición de los fondos de rodolitos hacia las comunidades más profundas. Este grupo también está compuesto por las gorgonias *Callogorgia verticillata* y *Acanthogorgia hirsuta*.
- Grupo G (93 – 260 m): Es el grupo con mayor número de especies, y está formado por la especie *Foraminospongia balearica* y otras esponjas del género *Axinella* y *Spongosorites*, *Haliclona poecillastroides*. En este grupo también se encuentran grandes gorgonias de diferentes especies como *Eunicella* spp., *Callogorgia verticillata* y *Bebryce mollis,* además del coral de agua fría *Dendrophyllia cornigera* y del alcionáceo *Chironephthya mediterranea*.
- Grupo B (116 – 420 m): Grupo principalmente compuesto de gorgonias y esponjas profundas. Entre las esponjas destacan *Poecillastra compressa*, *Haliclona poecillastroides* y las del género *Jaspis* y *Hamacantha;*

mientras que entre las gorgonias se encuentran las especies *Bebryce mollis*, *Callistephanus pallida* y *Callogorgia verticillata*.

- Grupo C (254 – 503 m): arrecifes de ostreidos con el equinodermo *Peltaster placenta* y esponjas del género *Jaspis*. Es una comunidad característica de zonas con una marcada pendiente.
- Grupo A (334 – 894 m): Este grupo marca las comunidades que prosperan en áreas planas y expuestas en los bordes de las zonas rocosas profundas, donde encuentran condiciones ideales para su desarrollo. Las principales especies que componen este grupo son *Callogorgia verticillata,* crinoideos y esponjas del género *Hamacantha*.
- Grupo D (222 – 850 m): Este grupo es el más profundo y está compuesto principalmente por esponjas que pueden desarrollarse sobre sustrato rocoso en zonas con elevada pendiente. Las principales especies que componen a esta comunidad son las del género *Jaspis* y *Hamacantha* y *Tretodictyum reiswigi*.

Tabla 6. Resultados del análisis SIMPER, estimado a partir de los datos de presencia/ausencia obtenidos con ROV durante la campaña CIRCA-LEBA-0523 en las Islas Baleares y durante la campaña INTEMARES_A22B-0820 realizada en los montes submarinos del Canal de Mallorca en el marco del proyecto INTEMARES, de los grupos identificados mediante análisis cluster. SIM: similaridad intra-grupo; Av.Abund: abundancia media; Av.Sim: similaridad especifica; Contrib%: porcentaje de contribución de cada especie a la similaridad intra-grupo; Cum.%: porcentaje acumulado de contribución.

Especies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Grupo h: 61 - 63 m; SIM = 41.49 %					
Hydrozoa	1	12.53	15.97	30.21	30.21
Paramuricea clavata	1	12.53	15.97	30.21	60.42
Axinella spp.	0.67	4.17	0.58	10.04	70.46
Hexadella spp.	0.67	4.17	0.58	10.04	80.5
Leptopsammia pruvoti	0.67	4.17	0.58	10.04	90.55
Grupo i: 61 - 81 m; SIM: 40.95 %					
Hacelia attenuata	0.83	5.39	1.37	13.16	13.16
Laminaria rodriguezii	0.72	5.33	0.95	13.02	26.18
Echinus melo	0.72	4.76	0.96	11.62	37.8
Haliclona (Reniera) mediterranea	0.72	4.59	0.94	11.2	49
Axinella spp.	0.72	3.98	0.99	9.72	58.71
Hydrozoa	0.52	2.03	0.57	4.95	63.67
Eudistoma banyulense	0.52	1.96	0.57	4.8	68.47
Foraminospongia balearica	0.48	1.82	0.52	4.46	72.92
Pseudodistoma cyrnusense	0.48	1.62	0.53	3.95	76.87
Mesothuria intestinalis	0.41	1.36	0.43	3.31	80.19
Hexadella spp.	0.41	1.31	0.43	3.19	83.37
Filograna implexa	0.34	0.94	0.35	2.29	85.66
Reteporella spp.	0.34	0.81	0.35	1.98	87.64
Echinus spp.	0.24	0.57	0.22	1.39	89.03
Bryozoa	0.28	0.48	0.27	1.16	90.19
Grupo e: 89 -109 m; SIM= 54.40 %					
Corallinaceae	1	9.83	2.85	18.06	18.06
Carbonatadas laminares	0.95	8.78	2.01	16.13	34.19

Especies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Mesophyllum alternans	0.86	6.34	1.48	11.65	45.85
Lithophyllum stictaetiforme	0.81	5.51	1.26	10.13	55.98
Foraminospongia balearica	0.81	5.29	1.3	9.72	65.7
Diplastrella sp.	0.76	4.98	1.06	9.15	74.85
Hacelia attenuata	0.62	3.04	0.73	5.59	80.45
Palmophyllum crassum	0.48	1.66	0.51	3.05	83.49
Haliclona poecillastroides	0.48	1.56	0.51	2.86	86.35
Bryozoa	0.43	1.36	0.44	2.51	88.86
Paralcyonium spinulosum	0.38	1.21	0.37	2.23	91.09
Grupo f: 90 - 146 m; SIM: 58.27 %					
Carbonatadas laminares	0.96	8.85	2.53	15.18	30.5
Clavelina sp.	0.91	8.23	1.83	14.12	44.62
Callogorgia verticillata	0.91	7.78	1.97	13.34	57.96
Peyssonneliaceae	0.87	7.16	1.57	12.28	70.24
Acanthogorgia hirsuta	0.74	4.75	1.04	8.14	78.39
Haliclona (Soestella) fimbriata	0.57	2.51	0.66	4.3	82.69
Haliclona poecillastroides	0.52	2.05	0.59	3.51	86.2
Haliclona spp.	0.48	1.79	0.51	3.06	89.27
Phakellia spp.					
Group g: 93 - 260 m; SIM= 36.24 %					
Foraminospongia balearica	0.93	6.4	2.18	17.67	17.67
Axinella spp.	0.83	4.97	1.35	13.71	31.37
Haliclona poecillastroides	0.64	2.84	0.81	7.85	39.22
Spongosorites spp.	0.59	2.44	0.7	6.75	45.97
Hydrozoa	0.58	2.22	0.68	6.12	52.08
Bebryce mollis	0.49	1.99	0.52	5.49	57.57
Hacelia attenuata	0.55	1.98	0.64	5.47	63.04
Poecillastra compressa	0.46	1.52	0.49	4.19	67.23
Eunicella spp.	0.43	1.27	0.46	3.51	70.75
Aaptos aaptos	0.45	1.27	0.49	3.51	74.26
Callogorgia verticillata	0.42	1.15	0.45	3.18	77.44
Jaspis spp.	0.33	0.75	0.33	2.08	79.52
Echinus spp.	0.3	0.61	0.31	1.7	81.22
Reteporella spp.	0.3	0.58	0.31	1.61	82.83
Ceriantharia spp.	0.25	0.57	0.23	1.58	84.41
Cidaris cidaris	0.29	0.56	0.29	1.53	85.94
Alcyonacea	0.25	0.4	0.24	1.1	87.04
Bryozoa	0.25	0.39	0.25	1.08	88.11
Dendrophyllia cornigera	0.25	0.37	0.25	1.03	89.15
Chironephthya mediterranea	0.24	0.35	0.23	0.97	90.11
Grupo b: 117 - 420 m; SIM = 33.61 %					
Jaspis spp.	0.79	6.21	1.17	18.49	18.49
Poecillastra compressa	0.71	4.76	0.92	14.16	32.65

Especies	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Hamacantha spp.	0.69	4.6	0.88	13.7	46.35
Bebryce mollis	0.51	2.53	0.56	7.52	53.87
Phakellia robusta	0.52	2.5	0.57	7.44	61.31
Callistephanus pallida	0.48	2.26	0.51	6.71	68.02
Peltaster placenta	0.44	1.91	0.47	5.67	73.69
Haliclona poecillastroides	0.35	0.97	0.36	2.88	76.58
Polymastia spp.	0.31	0.92	0.32	2.74	79.31
Callogorgia verticillata	0.31	0.84	0.31	2.51	81.82
Axinella spp.	0.27	0.68	0.26	2.01	83.84
Phakellia spp.	0.27	0.65	0.27	1.94	85.78
Tretodictyum reiswigi	0.24	0.51	0.24	1.51	87.29
Cidaris cidaris	0.22	0.44	0.21	1.32	88.61
Viminella flagellum	0.24	0.44	0.24	1.32	89.93
Hydrozoa	0.24	0.44	0.24	1.3	91.23
Grupo c: 255 - 503 m; SIM= 45.47 %					
Peltaster placenta	0.9	14.7	1.79	32.31	32.31
Arrecifes ostreidos	0.8	10.98	1.2	24.15	56.47
Jaspis spp.	0.8	10.12	1.24	22.26	78.73
Rhizaxinella	0.5	3.89	0.52	8.56	87.29
Phakellia robusta	0.4	2.46	0.38	5.41	92.7
Grupo a: 334 - 895 m; SIM = 42.87%					
Callogorgia verticillata	0.79	16.1	1.14	37.55	37.55
Crinoidea	0.71	12.86	0.93	30	67.55
Hamacantha spp.	0.5	6.07	0.53	14.17	81.72
Lanice conchilega	0.43	3.56	0.43	8.31	90.03
Grupo d: 222 - 851 m; SIM= 39.56%					
Jaspis spp.	0.9	20.04	1.56	50.67	50.67
Hamacantha spp.	0.61	7.7	0.72	19.47	70.14
Tretodictyum reiswigi	0.43	3.66	0.44	9.25	79.39
Polymastia spp.	0.31	1.64	0.32	4.15	83.54
Crinoidea	0.28	1.51	0.28	3.82	87.36
Phakellia spp.	0.28	1.28	0.27	3.23	90.58

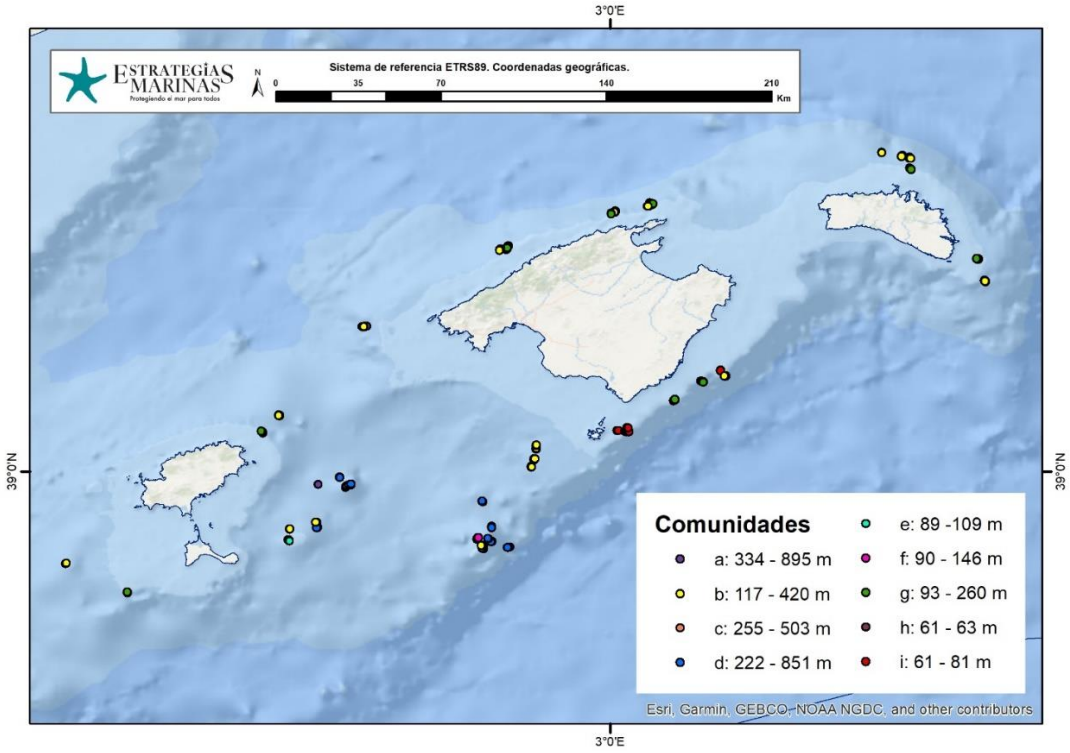


Figura 16. Mapa con la distribución de las comunidades de fondos rocosos circalitorales y batiales identificadas en la demarcación Levantino-Balear a partir del análisis cluster.

4 Conclusiones

Los resultados de la evaluación de los fondos cicalitorales y batiales rocosos de la demarcación Levantino-Balear han mostrado que estos fondos no se corresponden con las capas de *Broad Habitat Types* obtenidas de Emodnet. Es más, sólo dos de las zonas muestreadas en las Islas Baleares coinciden con dichas capas. Por ello, durante el siguiente ciclo, es necesario realizar más campañas oceanográficas que permitan una mejor identificación de los fondos rocosos de la demarcación para mejorar dichas capas y, a su vez, su conocimiento.

De los análisis realizados se concluye que los hábitats de fondos rocosos de las Islas Baleares presentan una gran diversidad de especies de especial interés para la conservación e indicadoras de hábitats, que se distribuyen en todas las zonas muestreadas. El hábitat que ha mostrado una mayor diversidad y número de especies tanto de especial interés como estructurantes es el hábitat *Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico (BAT_BATLOW_RK_BIO)*. Además, en estos fondos se han identificado hasta nueve comunidades de fondos rocosos distintas, en función de la profundidad y sus especies estructurantes. Aunque no se pueda determinar el estado de evaluación de estos hábitats en el presente ciclo, más allá de concluir que se encuentran en un estado desconocido, la presencia de especies estructurantes y de interés para la conservación, en general muy sensibles a impactos antropogénicos, en las zonas muestreadas de las Islas Baleares, indica que estos hábitats se encuentran en bastante buen estado.

Cabe destacar que los resultados de la evaluación de los fondos rocosos de la demarcación Levantino-Balear durante este ciclo (2016-2022) son muy preliminares, ya que se basan en datos de una única campaña de investigación oceanográfica realizada con ROV en 2023, que cubrió una parte pequeña de la demarcación, principalmente algunas zonas concretas de las Islas Baleares. Se prevé poder aumentar las estaciones de

muestreo en las Islas Baleares durante una segunda campaña en el área, prevista en julio de 2024 y las sucesivas campañas que se puedan planificar a lo largo de este ciclo, para ampliar estos muestreos a la costa de la Península Ibérica. Además, se prevé mejorar los análisis realizados hasta ahora, basados en datos de presencia de las especies, con información de su abundancia y, en algunos caso, tamaño e incorporar tanto: i) datos ambientales (variables geomorfológicas del fondo marino, variables físico-químicas del agua e hidrodinámicas), para el estudio de los factores que influyen en la distribución y abundancia de las especies y comunidades identificadas; como ii) datos de esfuerzo pesquero, para el estudio del impacto de la pesca sobre especies y hábitats. Para ello, se analizarán los datos obtenidos con ecosonda multihaz en las áreas muestreadas con ROV durante las campañas de investigación oceanográfica y variables oceanográficas (p.ej. temperatura, salinidad, dirección y velocidad de corrientes marinas), obtenidas de modelos hidrográficos y de circulación oceánica, así como datos procedentes de las cajas azules, un sistema de posicionamiento de buques vía satélite (VMS de sus siglas en inglés) que lleva instalado la flota que faena con nasas y palangre de fondo y de las cajas verdes, un sistema de posicionamiento por telefonía móvil que se está implantando en las embarcaciones de artes menores de las Islas Baleares. En esta flota, los artes de pesca prioritarios serán redes de enmalle, trasmallo y palangrillo.

5 Referencias

Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2015). PRIMER v7 User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRI-MER-E: Plymouth, 296 pp.

INFORMES D6 EVALUACION HABITATS INFRALITORALES	

Anexo 3. Evaluación infralitoral rocoso y arrecife biogénico

Demarcación Levantino-Balear

Susana Lorena Díez González

Francesco Maresca

Anabel Muñoz Caballero

Enrique Real García

Nuria Rodríguez de la Ballina

Sandra Mallol Martínez

David Díaz Viñolas

1 Introducción

En el segundo ciclo de las Estrategias Marinas se ha hecho una actualización de los programas de seguimiento. Para ello, el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) ha contado con la colaboración de un equipo de expertos en los distintos descriptores y elementos a monitorizar. Una novedad dentro de este ciclo ha sido la elaboración de la Estrategia de Seguimiento de Hábitats Bentónicos, común a las cinco demarcaciones marinas. Esta Estrategia cuenta con ocho Programas de Seguimiento con los que se han obtenido los parámetros necesarios para la evaluación del Descriptor 6 (Integridad de los fondos marinos y Hábitats bentónicos).

El Programa HB-1 de la Estrategia de Seguimiento de los Hábitats bentónicos tiene como objetivo describir el estado de las comunidades bentónicas, hábitats especiales y especies de interés dentro del piso infralitoral rocoso y su distancia respecto al BEA. En este segundo ciclo de la Estrategia Marina, el desarrollo del programa ha seguido dos fases en cada una de las demarcaciones: 1) Prospección: se ha realizado un estudio exploratorio del litoral para localizar y ubicar los diferentes hábitats presentes siguiendo la clasificación del Inventario Español de Hábitats Marinos. De este modo y conjuntamente con otras zonas bien conocidas, se han determinado los diferentes puntos a monitorizar. 2) Seguimiento: se ha empezado a monitorizar una serie de parámetros en los puntos seleccionados.

Según la Decisión de la Comisión 2010/477/EU, la evaluación del Descriptor 6 debe elaborarse mediante una serie de criterios basados en la extensión la pérdida y la perturbación de los hábitats:

- D6C3- Extensión espacial de cada tipo de hábitat afectado adversamente por las perturbaciones físicas a través de la alteración de su estructura biótica y abiótica y de sus funciones.

- D6C4- Extensión de la pérdida del tipo de hábitat, resultante de presiones antropogénicas, no supera una proporción especificada de la extensión natural del tipo de hábitat en el área de evaluación.
- D6C5- Extensión de los efectos adversos de las presiones antropogénicas en el estado del tipo de hábitat, incluida la alteración de su estructura biótica y abiótica y de sus funciones, no supera una proporción especificada de la extensión natural del tipo de hábitat en el área de evaluación

En el caso concreto del Programa HB1, la metodología aplicada y el conocimiento previo de los fondos rocosos únicamente permite hacer una evaluación por puntos a lo largo de la costa, por lo que el resultado de dicha evaluación es oficialmente "Estado desconocido". El objetivo de este documento Anexo es poner en conocimiento del MITERD todo el trabajo que se ha realizado en cuanto al seguimiento de los hábitats del infralitoral rocoso en las cinco demarcaciones marinas. También se realiza una evaluación no oficial expresada en porcentaje de estaciones de muestreo.

2 Metodología

2.1 Muestreos

2.1.1 Campañas

El Programa de Seguimiento incluye el desarrollo de campañas (Tabla 3) periódicas de buceo científico con escafandra autónoma a bordo de buques oceanográficos y de embarcaciones ligeras, mediante las cuales se llevan a cabo inventarios y censos de las comunidades de algas, peces y cefalópodos e invertebrados bentónicos, incluyendo especies alóctonas y catalogadas.

El ámbito de desarrollo de las campañas son las cinco demarcaciones marinas establecidas, demarcación marina Noratlántica, demarcación marina Sudatlántica, demarcación marina del Estrecho y Alborán, demarcación marina Levantino-Balear y demarcación marina Canaria. Estas demarcaciones son entendidas como las subdivisiones de las regiones y subregiones marinas que constituyen el ámbito espacial sobre el cual se desarrollará cada estrategia marina y que cubren todo el litoral español, continental e insular.

Las actividades desarrolladas durante las campañas se enmarcan dentro de las actividades de seguimiento de los hábitats bentónicos tanto en el Descriptor 1 (Biodiversidad) como en el Descriptor 6 (Integridad de los Fondos Marinos) para el piso infralitoral rocoso.

La información adquirida durante las campañas sirve para conocerla condición de los hábitats (especies asociadas, estructura y funcionalidad de las comunidades, especies alóctonas y catalogadas) e intentar determinar el efecto de las presiones humanas a lo largo del litoral español y zonas insulares en las áreas estudiadas.

Además, se obtiene información de basuras marinas y posibles daños causados por la actividad antrópica, para dar respuesta a diferentes indicadores de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (DMEM). Este muestreo visual se complementa con la toma de muestras biológicas puntuales, lo cual permite tener una información detallada de los diferentes componentes del piso infralitoral rocoso objeto de estudio.

Tabla 3. Información de las campañas realizadas en el programa de seguimiento en la Demarcación LEBA durante los años 2020-2023.

Campaña	Plataforma trabajo (B/O)	Días	Número inmersiones	Número transectos	Censos Algas	Censos Invert	Censos Peces
INFRAROCK_1120	SOCIB	13	22	224	70	63	91
INFRAROCK_0521	SOCIB	5	9	124	35	35	54
INFRAROCK_0721	SOCIB	7	13	179	52	52	75
INFRAROCK3D_0522	Fco. Paula Navarro	19	34	418	123	123	172
LEBALICS_0822	Fco. Paula Navarro	19	32	406	114	116	176
INFRAROCK3D_0623	SOCIB	15	31	614	181	181	252
LEBALICS_1023	SOCIB	15	28	292	85	85	122

Los principales objetivos de las campañas son:

1. Evaluación del estado de las poblaciones de peces y cefalópodos en el infralitoral rocoso (Capítulo 1, Subprograma PC1, Encomienda EEMM).
2. Evaluación del estado de las comunidades bentónicas en el infralitoral rocoso (Capítulo 2, Subprograma HB1, Encomienda EEMM).
3. Evaluación del estado de las especies protegidas bentónicas en el infralitoral rocoso (Capítulo 2, Subprograma HB6, Encomienda EEMM).
4. Obtención de datos de presencia de especies alóctonas (Capitulo3, Encomienda EEMM).

Las campañas se han desarrollado en 2 formatos, por un lado, a bordo de Buques Oceanográficos (B/O), tanto propios del CSIC como contratados a otras instituciones, en las el equipo científico ha convivido en el buque durante los días de embarque y es el buque el que se desplaza diariamente por la demarcación hasta las estaciones de muestreo. Y por otro lado con el formato de "Salida a la mar", donde el equipo científico tiene base logística en tierra y se desplaza diariamente a las estaciones seleccionadas en coche y embarcación rápida, contratado normalmente a centros de buceo locales.

Los B/O utilizados durante los muestreos del Programas de Seguimiento han sido:

- El B/O Francisco de Paula Navarro (IEO-CSIC): Se trata de un buque polivalente para pesca y oceanografía, y es utilizado habitualmente en campañas por toda la costa española, principalmente en el Mediterráneo (Figura 6). Con una eslora total de 30,46 m, tiene una capacidad para 17 personas a bordo entre el equipo científico y la tripulación. Dispone de un laboratorio de unos 15m², con zonas seca y húmeda, con preinstalación para aparatos de medida, filtración, etc. y en cubierta mesa de triado.



Figura 6. Buque Oceanográfico Francisco de Paula Navarro.

- B/O SOCIB (Govern Illes Balears, CSIC): Catamarán desarrollado como parte de la estrategia observacional del Sistema de Observación y predicción Costero de las Illes Balears (SOCIB) (Figura 7). El B/O SOCIB está preparado para desarrollar campañas científicas continuas de hasta 7 días consecutivos. Cuenta con un laboratorio multipropósito (seco/húmedo) de 27 m^2. En su cubierta de trabajo, de 60 m^2, se pueden desarrollar cómodamente diversas actividades. Su puente de gobierno cuenta con visibilidad 360°. Este catamarán realiza trabajos de investigación oceanográfica en la zona marítima y costera del Mediterráneo.

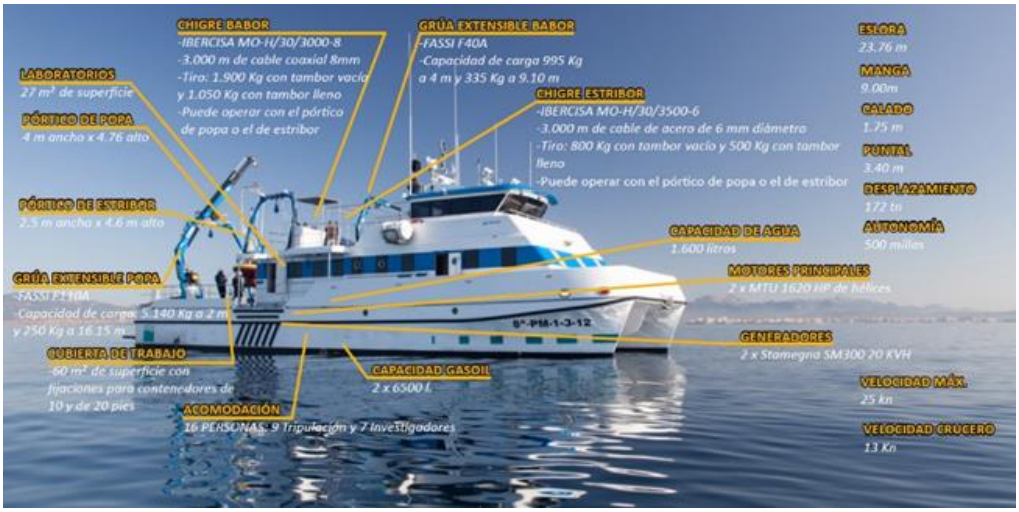


Figura 7. Buque Oceanográfico SOCIB.

2.1.2 Metodología de muestreo

Seguimiento de macroalgas e invertebrados de hábitats rocosos infralitorales: la caracterización de comunidades de algas fotófilas se basa en la metodología no intrusiva descrita previamente (Cebrián *et al.* 2000; Sala *et al.* 2012). *L*os muestreos se realizan mediante transectos a una profundidad de entre 5 y 18 metros, manteniendo una cota batimétrica similar, con la intención de evitar registrar cambios en la comunidad que sean

debidos al efecto de la profundidad. La unidad de muestreo consiste en un transecto de 50 m definido por una cinta métrica, del que se realizan cuatro réplicas.

- Censo de algas mediante la metodología no intrusiva del "punto de contacto" (Ballesteros *et al*. 2007). Cada 20 cm se anota la especie presente a lo largo del transecto (Figura 3A, 3C y 3D).
- Censo de invertebrados mediante metodología no intrusiva de cuadrantes. Cada 2 m, a lo largo del transecto, se muestrean cuadrículas de 50×50 cm, anotando las especies de invertebrados presentes, su abundancia, porcentaje de cobertura y la talla de especies estructurantes del hábitat (Figura 8A y Figura 8C yFigura 8E).
- Censo de especies incluidas en directivas o listados de protección mediante metodología no intrusiva de censos visuales, anotando su abundancia/cobertura y talla.

De forma complementaria se realizan perfiles verticales mediante metodología no intrusiva, usando cinta métrica entre 1 y 35 m de profundidad. En este caso se anota la profundidad y distancia en la cinta métrica de los hábitats presentes y las principales especies estructurantes. Estos perfiles se realizan solo en determinados puntos que reúnen las condiciones y características adecuadas.

Seguimiento de peces y cefalópodos de hábitats rocosos infralitorales: El muestreo se basa en métodos no intrusivos como son los censos visuales con escafandra autónoma (Bohnsack & Bannerot 1986; Bortone *et al.* 1989). El método propuesto para la cuantificación son 6 réplicas de transectos lineales de 50×5 metros (250 m^2 cada uno) (Sala *et al.* 2012; Guidetti *et al.* 2014), que se corresponde con el área de referencia dada en la descripción del BEA para este programa (ISPRA, 2013). A su vez, en el mismo transecto se realizan censos para muestrear las especies crípticas, en este caso con una anchura de 0,5m a cada lado de la cinta, 50x1m (50m^2 cada uno) (Figura 8A y Figura 8B).

De cada transecto se obtiene un listado completo de especies de peces y cefalópodos, anotándose la talla para cada individuo.

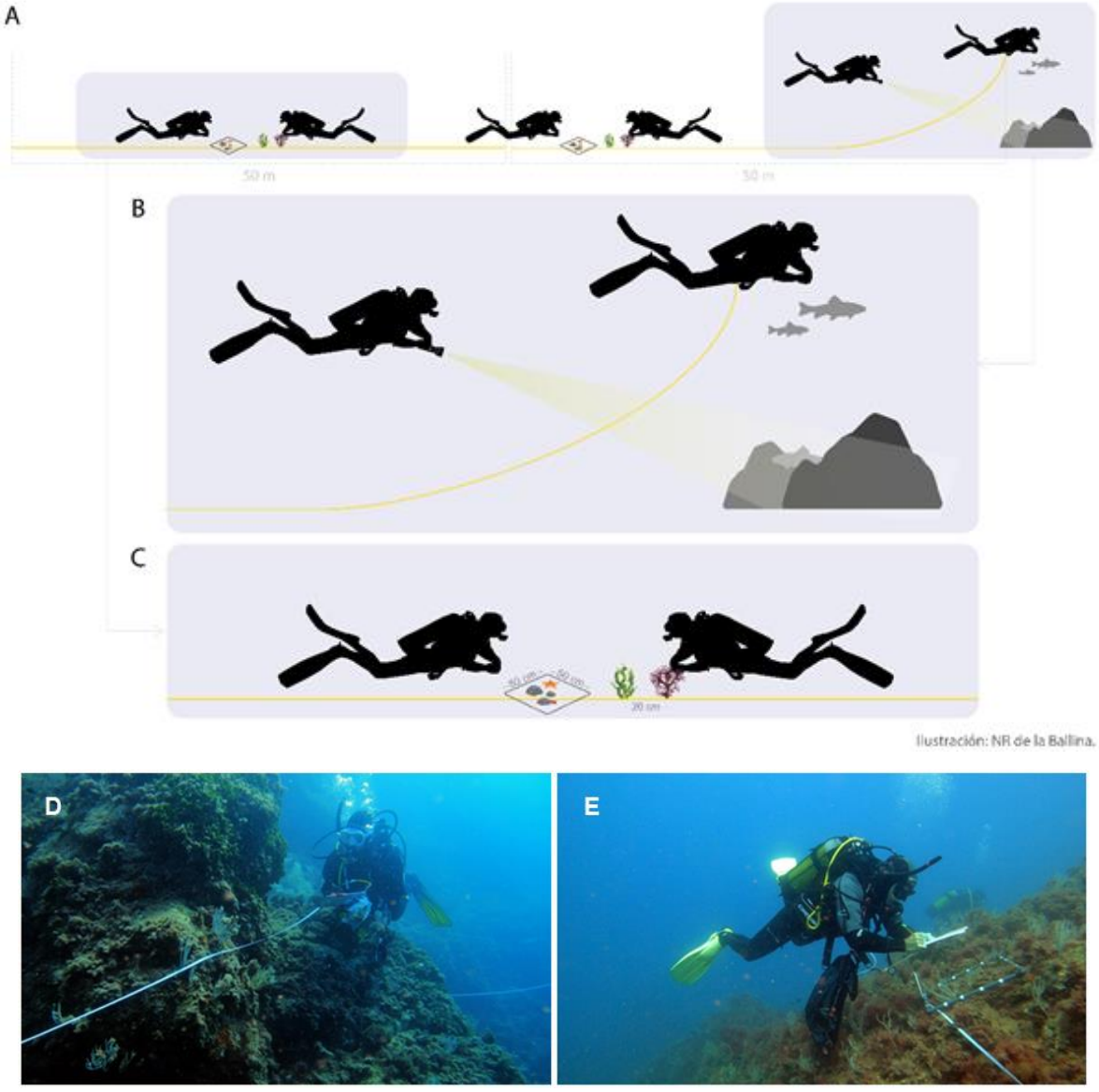


Figura 8. Esquema general de la metodología utilizada en los muestreos con escafandra autónoma (A), de los censos de peces y cefalópodos (B) y de invertebrados y algas (C). Escena de un censo de algas mediante la técnica del "punto contacto" (D) y de invertebrados en cuadrículas (E), a lo largo de un transecto.

Seguimiento de especies invasoras: al caracterizar las comunidades demersales (peces y cefalópodos), algales y de invertebrados bentónicos se cuantifica la presencia de especies invasoras.

Seguimiento de especies protegidas: para la elección de las especies objetivo de seguimiento se realiza un estudio exploratorio (de campo y bibliográfico) de los diferentes hábitats y zonas que contengan especies bentónicas protegidas, seleccionando aquellas con probabilidad de presencia al muestreo seleccionado, tanto en los hábitats muestreados como por los rangos de profundidad que se muestrean.

Si la especie catalogada resulta presente en los censos realizados, se anotará cualquier información típica de la especie, como pudiera ser el estado de madurez, presencia de agregaciones, morfología atípica, librea singular, entre otras características.

Toma de muestras biológicas puntuales (raspados): en los tres primeros transectos de cada estación de muestreo se obtiene, mediante raspado de la superficie de la roca, una muestra de fauna y flora bentónica (algas e invertebrados) de una superficie delimitada por un cuadrante de 25x25 cm (625 cm^2). Los organismos son desprendidos del sustrato rocoso con la ayuda de una espátula, para introducir las muestras en bolsas plásticas previamente etiquetadas. Una vez en el laboratorio, las muestras son triadas e identificadas bajo lupa binocular y los organismos identificados al mayor nivel taxonómico posible. Posteriormente serán fijados y conservados de manera adecuada.

Toma de datos de ambiente: En cada uno de los transectos realizados, la pareja encargada de censar los peces se encarga, además, de anotar información importante relativa al tipo de fondo. Así, se toman datos de la temperatura del agua en el transecto, las profundidades inicial y final de cada transecto y el grado de rugosidad, pendiente y sedimentación. Además, en cada transecto se anotan los porcentajes de fondo cubierto por arena, grava, cantos, roca, fondo biogénico, bloques pequeños (<1 m de altura), bloques medianos (1-2 m de altura), bloques grandes (> 2 m de altura) y fanerógamas.

2.2 Identificación taxonómica

2.2.1 Procesado de imágenes y videos submarinos

La toma de macrofotografía y vídeos submarinos de ciertos especímenes, principalmente de invertebrados, son de gran ayuda a la hora de una identificación correcta de la especie. Las imágenes se procesan a bordo y visualizan para ser cotejadas con una base de datos de imágenes de invertebrados marinos propia, así como con bibliografía especializada.

2.2.2 Preparaciones frescas de algas

Durante los muestreos con escafandra autónoma se toman muestras de aquellas algas que presentan dificultad para asignar una categoría taxonómica de *visu*. En el laboratorio estas muestras se procesan bajo lupa binocular para detectar caracteres taxonómicos que permitan identificar correctamente la especie. Ciertos casos presentan una especial dificultad a la hora de realizar una correcta identificación, como es el caso del alga dictiotal alóctona invasora *Rugulopteryx okamurae*, que presenta diferentes morfotipos y una gran semejanza morfológica con otras especies de dictiotales, especialmente con *Dictyota dichotoma*, lo que requiere una atención especial a ciertas estructuras anatómicas para realizar una identificación fiable de la especie (Figura 9).

Para la correcta identificación de *R. okamurae* se realiza un examen macroscópico donde se diferencian los dos morfotipos principales. El morfotipo "grueso" presenta más facilidad para su identificación *in situ*. Concretamente las frondes muestran una dicotomía no isomorfa con una de las ramificaciones ligeramente mayor que la otra y un margen apical más obtuso, encontrándose el meristemo ligeramente hendido en el ápice del talo (Verlaque *et al.* 2009). Sin embargo, en el morfotipo "fino" estas características son menos evidentes y resultará más probable su confusión con otras dictiotales que muestran variedades fenotípicas visualmente indistinguibles. Es aquí cuando se requiere de una observación a nivel microscópico de la organización celular de ciertas estructuras para llevar a cabo una identificación fiable de la especie o, para una mayor precisión, análisis de secuenciación genómica. La característica principal que diferencia a *R. okamurae* de otras dictyotales nativas

es que presentan una capa medular central monoestratificada y pluriestratificada en las partes laterales del talo (Hwang *et al.* 2009)(MITECO, 2022). En las especies nativas la médula monoestratificada se mantiene en los bordes laterales del talo.



Figura 9. Espécimen del alga parda Rugulopteryx okmaurae. A la izquierda, espécimen recolectado en la estación "Escollera" en Melilla (campaña INFRAESAL_0923). A la derecha, corte transversal del fronde en la que se observa una capa medular central monoestratificada y pluriestratificada en el extremo lateral.

Para la preparación fresca de cortes de frondes de *R. okamurae* se toma una porción húmeda de la parte basal de las misma y se dispondrá sobre un portaobjetos totalmente estirada. Bajo lupa binocular a suficientes aumentos se realizará un corte transversal de la fronde utilizando una cuchilla de microtomo o una hoja de afeitar. Disponiendo la cuchilla plana sobre la fronde se llevará lo más cerca posible del borde y se realizará un giro de la cuchilla colocándola perpendicular a la fronde a la vez que se ejerce cierta presión. Mediante este movimiento se obtienen cortes lo suficientemente delgados como para apreciar si la médula es mono o pluriestratificada en sus bordes.

2.2.3 Conservación húmeda de algas

Para la preservación de muestras de algas en condiciones húmedas, con miras a su posterior identificación en laboratorio y para su inclusión en la colección de especímenes de cada demarcación, se emplea una solución compuesta por diversos agentes químicos. Esta solución consiste en una mezcla de formalina al 4% diluida en agua de mar, borato y glicerina. El propósito de esta combinación es conservar las muestras con características lo más cercanas posible a las de los ejemplares frescos, preservando, además, el carbonato cálcico presente en algunas de ellas. Es fundamental guardar estas muestras en recipientes opacos o protegerlos de la exposición directa a la luz, dado que la formalina, al entrar en contacto con la luz, puede causar decoloración en las especies de algas. En el caso de muestras destinadas a análisis genéticos con fines de identificación taxonómica, se opta por almacenar los ejemplares en alcohol al 96%.

2.2.4 Conservación en seco de algas

Para la preservación en seco de los ejemplares de algas, existen dos métodos principales que se pueden emplear. El primero implica retirar el alga del agua, envolverla cuidadosamente en papel de filtro y almacenarla en recipientes junto con sílica gel. Alternativamente, se puede optar por elaborar un pliego de herbario, en el cual el alga se extiende intentando adoptar la forma que esta adoptaría en su forma natural en el agua y se deja secar y prensar sobre una cartulina destinada a formar parte del herbario. Para proteger el alga durante este proceso, se coloca una tela blanca sobre la cartulina, seguida de una capa de papel de filtro y luego se prensa la muestra. El papel de filtro se cambia según la necesidad de cada muestra, ajustándose a las condiciones de humedad.

Una vez completado el proceso de secado y prensado, se procede a etiquetar adecuadamente el pliego con el nombre de la especie, la fecha de recolección, el lugar de recolección, el nombre del recolector y cualquier otro dato relevante que se considere necesario.

2.2.5 Conservación de muestras para taxonomía

Las muestras recolectadas para su conservación y futura identificación fueron de los grupos de algas, esponjas, gorgonias, hidrozoos y moluscos no cefalópodos, los cuales se conservaron utilizando etanol al 70% en la mayoría de los casos y etanol al 99% en las muestras conservadas para análisis genéticos. Las ascidias fueron relajadas previamente con mentol y luego fijadas con etanol al 70%.

2.2.6 Preparación no permanente de espículas de esponjas

A la hora de la determinación específica de los Poríferos, no es suficiente con la simple observación de los caracteres macroscópicos ya que, por lo general, son animales con una gran plasticidad morfológica. Esto es más acusado en ciertas especies donde además existe una gran similitud morfológica y de coloración.

Los caracteres utilizados en la diagnosis de las esponjas son: naturaleza de los componentes del esqueleto (carbonato cálcico, sílice, espongina, colágeno), la forma y dimensiones de las espículas o de las fibras de espongina y la disposición esquelética de estos elementos, es decir, la repartición en la esponja de las diferentes categorías espiculares y la espongina (Lévi 1973). Es conveniente que la diagnosis se acompañe de los datos ecológicos y la distribución batimétrica. Las técnicas de preparación y los reactivos utilizados van a variar en función de la naturaleza del esqueleto del ejemplar a estudiar (Ríos *et al.* 1993).

Esponjas con esqueleto calcáreo/silíceo

Se toma un fragmento de la esponja y se introduce en un tubo de ensayo, al que se le añade una pequeña cantidad de hipoclorito sódico (2-3 cm^3). Cuando ha desaparecido completamente la materia orgánica se lava con agua destilada hasta llenar el tubo. Se agita ligeramente y se coloca en una gradilla para que las espículas se vayan precipitando al fondo. Se dejan sedimentar las espículas durante al menos una hora, o bien se centrifugan a poca velocidad. A continuación, el agua sobrante se retira con cuidado y se lavan dos veces más, tras lo cual se lavan finalmente con alcohol etílico de 96°, se deja que sedimenten de nuevo las espículas y se retira el alcohol a excepción de un poco (1-2 cm^3) que se deja en el fondo del tubo. Se agita y se vierte una gota de alcohol con espículas sobre un portaobjetos. Poniendo directamente un cubreobjetos las espículas ya se pueden observar al microscopio. Si la intención es conservar la preparación, el alcohol se hace evaporar en la llama del mechero y

seguidamente se monta con resina (Entellan, DPX o similar). También se puede utilizar este proceso para esponjas de naturaleza silícea, sustituyendo el hipoclorito sódico por ácido nítrico.

Esqueleto de espongina

En las esponjas de la subclase Keratosa, cuya estructura se basa en fibras de naturaleza proteica denominadas fibras de espongina, se emplea una metodología diferente, ya que estas fibras se destruyen con los reactivos de ataque empleados con las esponjas con espículas calcáreas y silíceas. Se toma un pedazo pequeño (1 cm^3) de la esponja en fresco, sin fijar, procurando que sea de las partes más representativas (ej, cónulos del género Sarcotragus), ya que es necesario observar todos los tipos de fibras y su disposición. La muestra de tejido se deja pudrir en agua de mar o en agua dulce sin cloro ya que éste impide en cierto modo la putrefacción. El agua se debe cambiar periódicamente para evitar la proliferación de algas que enmascaran a las fibras. Una vez que este proceso se ha completado, se lava con agua destilada, se deshidrata con alcohol y se monta en un portaobjetos para observar al microscopio.

2.3 Análisis de los datos

2.3.1 Identificación de las especies características

Se define a las especies características como aquellas que son representativas de un hábitat en particular. Estas especies están generalmente adaptadas a las condiciones específicas de ese hábitat y pueden desempeñar roles importantes en la estructura y función del ecosistema en cuestión. Es por ello, que pueden ser utilizadas para identificar y describir dichos hábitats, permitiendo comprender y evaluar su estado, ya que su presencia o ausencia puede indicar ciertas condiciones ambientales o ecológicas.

Para identificar las especies características de peces, algas e invertebrados fotofilos y esciáfilos de los hábitats del infralitoral rocoso, se utilizaron dos metodologías:

- Especies del BHT: Se consideraron especies características aquellas que presentaron un valor de frecuencia de ocurrencia (%F) igual o mayor del 10% de los transectos evaluados. Se tuvo en cuenta la información bibliográfica y el criterio experto de asesores externos, para completar la lista con aquellas especies que, por alguna razón no llegaban al 10% de ocurrencia en la demarcación pero que son importantes para la definición del hábitat.
- Especies de los OHT: Se consideraron especies características para cada OHT, las que contribuyeron hasta un 90% a las agrupaciones de los transectos muestreados definidos por el análisis CLUSTER con el test SIMPROF (identificación de hábitats). Esto se realizó mediante un análisis SIMPER (Similarity Percentages) con el software de análisis multivariante para ecología PRIMER. Este procedimiento SIMPER permite identificar estas especies y calcula su porcentaje de contribución a la similitud intragrupo.

2.3.2 Identificación de los hábitats

Tanto para el Broad Habitat Type, como para los Other Habitat Types, la identificación de hábitats se basa en generar agrupaciones entre los transectos muestreados durante las campañas en función de su similaridad, y asignación a cada uno de los grupos un hábitat de la Lista patrón de hábitat marinos presentes en España (LPRE) haciendo uso de la Guía interpretativa del inventario español de hábitats marinos, así como su correspondencia con el listado de hábitats del Sistema de Información Europeo de Naturaleza (EUNIS). El rango batimétrico en el que se efectúan los muestreos (5-18m), corresponde con la zona fotófila con alta irradiancia, donde son las algas el grupo dominante y con mayor número de especies estructurantes o formadoras de hábitats. Este hecho ha llevado a utilizar los datos referentes a este grupo taxonómico para realizar la primera identificación de hábitats presentes en el infralitoral rocoso, apoyado por los datos obtenidos en los muestreos de invertebrados.

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research (PRIMER-E). Los datos han sido analizados con técnicas de análisis estadístico multivariante para identificar la especie o grupo de especies que caracterizan cada uno de los transectos. En primer lugar, para identificar posibles grupos de muestras se realiza un análisis CLUSTER, al que se le añade el test SIMPROF (Similarity Profiles) para comprobar la significancia estadística de las diferencias en términos de similitud entre grupos de muestras resultantes. Los resultados se muestran en un gráfico tipo dendrograma donde cada clado terminal en color negro muestra una agrupación identificada como significativa. Previo al análisis estadístico, y debido a la gran dificultad que presenta la identificación taxonómica de algunas especies durante el muestreo de *visu*, se agrupan a nivel de género o de grupo funcional. Para conocer qué especies contribuyen en mayor medida a las agrupaciones resultantes se realiza un análisis SIMPER (Similarity Percentages), que identifica estas especies y calcula además su porcentaje de contribución a la similitud intragrupo, mostrando esta información en una tabla. Con los resultados obtenidos de los análisis anteriores y teniendo en cuenta las características físicas de las zonas de muestreo y en algunos casos la comunidad de invertebrados asociada, se asigna un hábitat de la LPRE y de la lista EUNIS por cada una de las agrupaciones de transectos identificadas por el SIMPROF. El nivel de resolución alcanzado en este ejercicio varía del Nivel 4 al Nivel 5 de resolución de la LPRE y EUNIS.

2.3.3 Características del paisaje

De forma complementaria a la caracterización del hábitat, en cada uno de los transectos se han anotado características del paisaje como son: morfología del sustrato, rugosidad y pendiente.

Para el registro de las características morfológicas, una pareja de muestreadores anota por separado el porcentaje estimado de cada tipología de hábitat para cada uno de los transectos, y al finalizar el muestreo anotan sus resultados de manera consensuada. La clasificación empleada ha sido: Roca homogénea, BLOQ_P (bloques de roca pequeños, de <1 m de altura), BLOQ_M (bloques medianos de 1-2 m de altura), BLOQ_G (bloques grandes de >2 m de altura), % arena, % cantos, % grava y sustrato biogénico (principalmente fanerógamas). Una vez registrados los datos para cada uno de los transectos, se realiza un cálculo de valor promedio y desviación estándar por estación de muestreo.

En cuanto a la rugosidad y pendiente, a continuación (Tabla 4) se muestra una tabla con los rangos cualitativos utilizados durante el muestreo y la puntuación asignada a cada uno de ellos.

Tabla 4. Rangos empleados para valorar la rugosidad en el muestreo de la roca infralitoral

Puntuación	1	2	3	4
Rugosidad	Roca<1 m Sin oquedades	Roca 1-2 m Numerosos huecos	Roca >2 m ≤ 25% de huecos	Roca >2m > 25% de huecos
Pendiente	0°	20°	45°	90°

2.3.4 Indicadores de BEA analizados

Análisis de Rasgos y Determinación de la sensibilidad de especies

Algas

En el caso de las macroalgas, se ha seguido la aproximación del indicador BH1, o SoS: Sentinels of the seabed, con el fin de determinar la condición de los hábitats bentónicos en las distintas demarcaciones mediante la identificación de grupos de especies "centinela" (especies que son características de un hábitat y sensibles a una determinada presión), en cada una de ellas. La selección de estas especies centinela tiene dos etapas (Serrano *et al.* 2022): en primer lugar, se define un "conjunto de especies típicas", utilizando los valores de similitud y frecuencia que presenten dentro de un hábitat en condiciones de referencia (no impactadas). En segundo lugar, se genera un "conjunto de especies centinela" seleccionando las especies más sensibles del conjunto de especies típicas. Esta selección se hace usando índices específicos capaces de evaluar la sensibilidad de las especies a una presión particular.

La selección de especies sensibles se ha realizado siguiendo los fundamentos que rigen la clasificación de las especies de macroalgas en grupos de estado ecológico (ESGs) (Orfanidis *et al.* 2001; Wells *et al.* 2007), atendiendo a características biológicas o rasgos, que las definen, y que suelen relacionarse con su mayor o menor tolerancia a las presiones antropogénicas. Hasta la fecha, se han establecido las categorías elegidas por Orfanidis (Orfanidis *et al.* 2001), que agrupa las distintas especies de algas en 5 categorías funcionales asociadas a su morfología, y a variables como su productividad, longevidad, o estrategia de crecimiento. Estas cinco categorías se asocian a una mayor o menor sensibilidad a los impactos antropogénicos, y en general definen a especies oportunistas frente a otras más sensibles, además de establecer un grupo intermedio de especies tolerantes, cuya predominancia sería indicadora de estadios intermedios de perturbación. De este modo, la idea es asignar un grupo de estado ecológico a cada una de las especies encontradas en las cinco demarcaciones, estableciendo, además, las categorías de los rasgos concretos para cada una de ellas. Una vez recogida esta información, se pretende ver en qué medida están representadas las distintas categorías y añadir rasgos adicionales que puedan complementar a los ya establecidos, sobre todo a la hora de evaluar la respuesta de las macroalgas a presiones específicas como puedan ser la acidificación o el aumento de la temperatura del agua del mar, en principio no recogidos en su respuesta general a las presiones antropogénicas. Se han propuesto unos grupos de "sensibilidad

general" en base a estos rasgos, con los que se continuará el proceso de testado del indicador BH1 para las macroalgas, realizándose simulaciones ad hoc en las distintas demarcaciones para probar su validez.

En el marco del Programa de Seguimiento de Hábitats Bentónicos del Infralitoral Rocoso, se proponen las siguientes categorías de sensibilidad para las especies de macroalgas registradas en las campañas de prospección de los hábitats bentónicos del infralitoral rocoso y que son objeto de monitorización en el marco del programa, con el fin de utilizarlas en la aplicación del indicador BH1-SOS en las próximas evaluaciones. Al margen de procesos globales asociados al cambio climático como son el aumento de la temperatura y la acidificación de los océanos, o el aumento de la herbivoría, las principales presiones que afectan a los hábitat de macroalgas en el infralitoral rocoso son las asociadas a procesos de sedimentación, aumento de la materia orgánica y la eutrofización, por lo que si bien las macroalgas muestran rasgos diferenciados entre las especies oportunistas y las sensibles, la selección de categorías se ha realizado en base a su resistencia a los impactos asociados a este tipo de presiones. La Tabla 5 recoge los principales rasgos que definen las categorías propuestas:

- **Grupo I. Especies Oportunistas.** Especies unicelulares, filamentosas o tubulares de morfologías simples, con una o pocas capas de células, no corticadas que muestran una gran productividad, con ciclos de vida anuales, con reproducción asexual y estrategias de crecimiento típicas de especies ruderales, habituadas a lugares impactados. En esta categoría se han incluido todas las especies de algas alóctonas en cada demarcación, tanto si presentan carácter invasor como si no, con la idea de reflejar su mayor preponderancia y capacidad invasora en hábitats degradados.
- **Grupo II. Especies Tolerantes**. Este grupo incluye a una amplia variedad de especies de algas calcificadas que toleran niveles bajos de iluminación y moderados de turbidez y contaminación. Son calcificadas, crustosas o erectas, articuladas o no, pudiendo ser perennes o anuales. Muestran, por lo general, productividades bajas y pueden ser desde pioneras hasta formar parte de las últimas etapas sucesionales, siendo buenas competidoras y a menudo especies formadoras de hábitat, si bien suelen formar el estrato basal y arbustivo (sotobosque) de la mayor parte de las formaciones macrofíticas. Colonizan rápidamente los sustratos vacíos y en ocasiones suponen una parte considerable del denominado "turf". Son epilíticas, incrustantes o epifíticas. En el contexto de cambio global, sin embargo, se pueden ver afectadas negativamente por el aumento de la acidificación, dada su estructura calcárea (Nelson 2009). En general, las especies tolerantes soportan bien los excesos en materia orgánica y aunque están presentes en las comunidades en condiciones normales, se ven favorecidas por este incremento.
- **Grupo III. Especies indiferentes.** Especies indiferentes a la eutrofización y sus efectos, que siempre aparecen en pequeñas densidades y no muestran variaciones significativas en las distintas etapas de sucesión (entre los estadios climácicos y los moderadamente impactados). Suelen ser especies formadoras del sotobosque, generalmente corticadas y de tamaño intermedio o pequeño, con productividades altas o bajas en función de las distintas especies y sus ciclos reproductivos. Del mismo modo, pueden ser perennes o anuales y tener o no reproducción asexual.
- **Grupo IV. Especies sensibles.** Especies de gran tamaño o muy ramificadas, de corticación desarrollada y morfología especializada (con estructuras de sujeción, flotación, reproductivas, etc.) Anuales o

perennes, con ciclos de vida complejos, sincronizados con las condiciones ambientales propicias, epilíticas (no epifíticas), competidoras.

Tabla 5. Categorías de sensibilidad propuestas para la aplicación del BH1-SOS a las macroalgas. Relación con los principales rasgos biológicos asociados a su definición.

CATEGORÍAS EEMM (INFRA)	Grupo morfofuncional	Tamaño (m)	Morfología externa	Anatomía interna	Posición/hábito	Ciclo de vida	Reproducción asexual	Longevidad (sucesión)	Estrategia de crecimiento (Grime 1979; Grime 2001)
GRUPO I. ESPECIES OPORTUNISTAS	microalgas, cianobacterias	10-6- 10-4	unicelular o filamentosas, formadoras de colonias	unicelulares	cespitoso, flotante, filamentoso	corto	sí	anuales (oportunistas)	
	algas filamentosas	10-3-10-1	ramificación delicada, filamentosa	uniseriadas, multiseriadas o de corticación leve	basal, cespitoso, epifítico, epilítico	corto	sí	anuales (oportunistas)	ruderal
	algas foliosas/ carnosas	10-3-10-2	tubular fina y foliosa	no corticadas, de una o pocas células de grosor	basal, cespitoso, epifítico, epilítico, arbustivo	corto	sí	anuales (oportunistas)	ruderal
GRUPO II. ESPECIES TOLERANTES	algas calcáreas articuladas	10-2-10-1	articuladas, calcáreas, erectas	genículos calcificados, intergenículos flexibles	cespitoso, arbustivo	largo	sí	perennes (últimas etapas sucesionales)	competidoras
	algas calcáreas incrustantes	10-2-10-1	epilíticas, prostradas, incrustantes	filas de células paralelas, calcificadas o no	crustoso, basal	largo	sí	perennes (pioneras a últimas etapas sucesionales)	competidoras
GRUPO III. ESPECIES INDIFERENTES	algas de ramificación grosera	10-1 -1	erectas, ramificación grosera	corticadas, cortex y médulas bien desarrolladas	arbustivo	especie-dependiente	especie-dependiente	anuales (etapas intermedias de sucesión) o perennes	tolerantes a estrés-ruderales o tolerante a estrés- competidoras
GRUPO IV. ESPECIES SENSIBLES	algas gruesas coriáceas	10-1- 10	talos y ramas gruesos	diferenciadas, muy corticadas, de paredes gruesas	formadoras del dosel, especies estructurantes	largo	no	perennes (últimas etapas sucesionales)	competidoras

Durante este segundo ciclo, se han asignado categorías de sensibilidad a todas las especies de macroalgas registradas en las cinco demarcaciones en base a estas categorías y a las establecidas por Orfanidis (Orfanidis *et al.* 2001) y Ballesteros (Ballesteros *et al.* 2007) a modo de contraste. La categorización se ha hecho en base a los *traits* recogidos para cada especie en la literatura, y cómo se corresponden con los descritos en la Tabla 5. En caso de discrepancias, o de existir referencias específicas en la literatura para alguna especie que la identifique como oportunista, tolerante, o sensible, se le ha dado también esta categoría, citando la referencia en cuestión en la tabla correspondiente. Asimismo, se ha tenido en cuenta el conocimiento previo de las especies y su presencia y tendencias de distribución y abundancia en función de las condiciones ambientales y de presión observadas durante las campañas. A continuación, se ha establecido una categoría "ES-HB-1" preliminar para las especies características de todas las demarcaciones. Esta clasificación está siendo consensuada y evaluada por los expertos de cada demarcación de modo que pueda ser utilizada para continuar con el testado del indicador BH1 utilizando las macroalgas.

Invertebrados

La metodología empleada ha sido similar a la utilizada para las macroalgas mediante el uso de las especies centinela (Serrano *et al.* 2022) y su utilidad para informar de la condición de un hábitat. Las especies centinela se han obtenido de entre las especies características de invertebrados de cada demarcación. Estas especies se han seleccionado en función de su frecuencia de aparición en todos los puntos muestreados en cada demarcación. De ellas se han seleccionado aquellas especies sensibles al conjunto de las presiones físicas (fondeo, buceo, dragado, construcción de infraestructuras, etc.). La selección se ha llevado a cabo mediante el análisis de sus rasgos o características biológicas (*Biological Traits* en inglés), que permiten estimar la capacidad de impacto de diversas actividades humanas sobre las especies y los ecosistemas, y la resistencia y resiliencia de los mismos en el tiempo en respuesta a un impacto o perturbación (van der Linden *et al.* 2012).

Para la selección de los rasgos biológicos a analizar, se ha utilizado la bibliografía disponible manteniendo aquellos rasgos usados en el circalitoral rocoso y sedimentario con el indicador BESITO (González-Irusta *et al.* 2018), que pudieran ser compatibles y utilizables con las especies encontradas en el infralitoral. Se han seleccionado 17 rasgos biológicos, desde el contenido en carbonato cálcico, el hábito alimenticio, o el rango batimétrico entre otros. Del conjunto de estos 17 rasgos, se han seleccionado aquellos que mejor informan o más se ven afectados por las presiones físicas, y se han categorizado en función de la sensibilidad a las presiones físicas con cuatro valores, de menor a mayor sensibilidad (Tabla 6).

Tabla 6. Categorías de sensibilidad (1-4) propuestas para la aplicación del BH1-SOS a los invertebrados. Relación con los principales rasgos biológicos asociados a su definición.

Rasgo biológico	Categoría asignada			
	1	2	3	4
Movilidad	Nadador	Reptante	Excavador/Aprovecha grietas/Reptante ocasional	Sésil
Fijación al sustrato	Sin fijación (vagil)	Ninguna (sésil-excavador ocasional)	Temporal	Permanente
Posición en el bentos	Excavada	-	Superficie	Emergente (>20 cm)
Tamaño (cm)	Pequeño (<2 cm)	Mediano (2-10 cm)	Mediano-grande (11-50 cm)	Grande (>50 cm)
Forma corporal	Aplanada	Globosa	Erecto, sin ramificar (vertical)	Erecto y ramificado
Fragilidad	Cuerpo duro/ Concha dura	Duro	Sin protección	Concha frágil

El cálculo de la sensibilidad se ha realizado mediante la elaboración de un índice o fórmula matemática denominado IRIS (Infralittoral Rock Index of Sensitivity) que tiene en cuenta cinco de los seis rasgos o características biológicas mencionadas:

$$IRIS = \frac{10 \cdot Tamaño + 3 \cdot Fijaciónalsustrato + 5 \cdot Formacorporal + 2 \cdot Longevidad + 3 \cdot Fragilidad}{8}$$

La combinación de los cinco *traits* ponderados según el grado del efecto que ejercen las presiones sobre ellos, resulta en un valor que permite conocer el grado de sensibilidad de cada especie a las presiones físicas. Valores altos corresponden a especies que tienen alta sensibilidad a las presiones físicas, mientras que valores bajos corresponden a especies poco sensibles o que se ven poco afectadas por las presiones físicas.

Así, el valor resultante de este índice incluye los intervalos siguientes:

- Menor o igual a cinco: correspondiente a especies poco sensibles
- Mayor a cinco y menor a ocho: correspondiente a especies poco sensibles
- Igual a mayor a ocho: correspondiente a especies sensibles

La aplicación de este índice permite conocer el porcentaje relativo de especies sensibles a las presiones en cada punto muestreado de cada hábitat, y por tanto la condición de los hábitats: cuanto menor la proporción de estas especies sensibles, se entiende que el hábitat está sometido a alguna presión que impide su desarrollo y por tanto el hábitat está en peor condición.

Además, se ha calculado el Porcentaje de especies formadoras de hábitats (Habitat Forming Species-HFS) mediante la selección de las especies potencialmente formadoras de hábitats, y su porcentaje relativo de abundancia con respecto al total de las especies en cada punto de muestreo.

La selección de las especies formadoras de hábitat se realiza mediante el estudio de sus características biológicas, especialmente las que las posibilitan formar un potencial hábitat:

- Especies espacialmente abundantes, dominantes o características

- Especies que aumenten, por su tamaño o porte, la complejidad del hábitat
- Especies que por su forma corporal aporten una estructura tridimensional, permitiendo el establecimiento de otras especies al proporcionar zonas de refugio o reproducción
- Especies que por su forma o tamaño alteren las condiciones ambientales del entorno y por lo tanto modifiquen la diversidad y composición de especies

Este índice permite conocer la proporción de las especies capaces de formar hábitats y por tanto da una idea de la condición del mismo hábitat: a mayor proporción de estas especies, mejor la condición del hábitat ya que las especies que lo conforman son capaces de aumentar la complejidad del ambiente, permitiendo el establecimiento de más especies, y por tanto generar hábitats.

Además, estas especies pueden actuar acotando las condiciones de estrés ambiental provocadas por las presiones antropogénicas (Falkenberg *et al.* 2021).

Peces

La bibliografía científica proporciona tres índices de sensibilidad a presiones basadas en las características biológicas de las especies ícticas. El índice de Resiliencia (Froese *et al.* 2017), una medida de la capacidad de renovación de las poblaciones de una especie; la Vulnerabilidad Pesquera (Froese & Pauly 2023), una medida de la sensibilidad intrínseca de las especies ícticas a la pesca; y la Vulnerabilidad al Cambio Climático (Jones & Cheung 2018), una medida de la sensibilidad de las especies al cambio climático. En este ciclo, se han probado estos tres índices de sensibilidad como medio de evaluación de la condición del hábitat de infralitoral rocoso y arrecifes biogénicos para caracterizar aquellas especies que pueden considerarse sensibles versus aquellas resistentes. Los detalles de estos índices pueden consultarse en los siguientes párrafos.

Aquellas especies características del hábitat de la demarcación que caían en la bibliografía en la categoría de Resiliencia que establece Froese (Froese *et al.* 2017), de “Muy Baja” a “Media” han sido consideradas “sensibles”, por tardar sus poblaciones en doblarse más de un año (15 meses). Aquellas clasificadas como de Resiliencia “Alta” a “Muy Alta”, han sido consideradas “resistentes”, por ser especies que doblan sus poblaciones en menos de un año (15 meses). Respecto a los índices de Vulnerabilidad Pesquera y al Cambio Climático, aquellas especies clasificadas (Jones & Cheung 2018; Froese & Pauly 2023) como de vulnerabilidad “Moderada-Alta” a “Muy Alta” han sido clasificadas como especies “sensibles”. Se ha calculado el porcentaje de especies sensibles en cada punto de muestreo en base a estos índices.

A continuación, se amplía la información sobre estos índices:

Resiliencia

Este índice hace referencia a la resiliencia de las especies. Indica el mínimo tiempo para duplicar la población que tiene una especie teniendo en cuenta sus registros de esfuerzos de captura o el estado cualitativo de sus poblaciones, así como sus características biológicas. Está basado en el artículo de Froese (Froese *et al.* 2017).

Los autores establecen cuatro categorías de resiliencia que calculan para un gran número de especies y cuya información está disponible en FishBase. Estas categorías son:

- Muy baja: la especie necesita más de 14 años en duplicar sus poblaciones.
- Baja: la especie necesita al menos de 4,5-14 años en duplicar sus poblaciones.
- Media: la especie es capaz de duplicar sus poblaciones en 1,4-4,4 años.
- Alta: la especie es capaz de duplicar sus poblaciones en menos de 15 meses.

Vulnerabilidad a la pesca

Este índice hace referencia a la vulnerabilidad de las especies a la presión pesquera (Cheung *et al.* 2005). Los autores construyen el índice en base a las características del ciclo vital y ecológicas de los peces marinos para estimar su vulnerabilidad intrínseca a la pesca. Tienen en cuenta variables como la talla máxima, la edad de primera madurez, la tasa de crecimiento de von Bertalanffy, la tasa de mortalidad natural, la longevidad, el área de distribución geográfica, la fecundidad anual, el grado de agregación de los individuos de la especie. Si bien este índice está construido y validado empleando tanto especies arrecifales como demersales, consideramos que es interesante su inclusión, dado que asumimos que la presión pesquera comercial a gran escala influye tanto a las especies demersales como a las infralitorales, asumiendo la conectividad natural de las especies ícticas. Además, este índice ha sido calculado para un gran número de especies y está disponible en la base de datos de FishBase (Froese & Pauly 2023). Como resultado ofrecen un índice de vulnerabilidad intrínseca, expresado en una escala arbitraria del 1 al 100, siendo 100 el más vulnerable.

Se simplifican a efectos prácticos las categorías de vulnerabilidad dadas por Cheung (Cheung *et al.* 2005) en cuatro categorías, que expresan diferente grado de sensibilidad: baja (1- 20), moderada (21-40), alta (41-80), muy alta (> 81).

Vulnerabilidad al clima

Este *trait* hace referencia a la vulnerabilidad de las especies al clima e intenta responder a los posibles efectos del cambio climático (CC) en las poblaciones ícticas (Jones & Cheung 2018). Los autores construyen el índice en base a las características biológicas y ecológicas de unas mil especies objeto de explotación comercial (tanto de peces como de invertebrados y tanto demersales como costeras), de las que sólo unas 30 especies de peces son características para el infralitoral de las demarcaciones para este ciclo. Sin embargo, se decidió la inclusión de este índice debido a la urgencia de la inclusión de esta presión en el ecosistema infralitoral, uno de los más impactados por variaciones en la temperatura y la acidificación. Los autores construyen este índice en base al grado de exposición al CC (inferido de los límites de distribución latitudinal y batimétrica y al efecto modelizado del CC en dichos límites en base a registros históricos, donde aquellas áreas menos expuestas al CC son aquellas cuyos registros de temperatura, oxígeno y acidificación están dentro de los límites registrados históricamente). También tienen en cuenta la sensibilidad intrínseca de las especies, construida en base a su grado de tolerancia a las temperaturas y/o acidificación y su talla máxima (que se relacionan con el metabolismo de las especies). Por último, tienen en cuenta la adaptabilidad intrínseca de las especies, integrando la información sobre los

límites de su distribución espacial a la fecundidad y especificidad del hábitat. Los autores ofrecen un índice de vulnerabilidad, expresado en una escala arbitraria del 1 al 100, siendo 100 el más vulnerable.

Se simplifican a efectos prácticos las categorías de vulnerabilidad (Jones & Cheung 2018), en cuatro categorías, que expresan diferente grado de sensibilidad: baja (1- 30), moderada (31-50), alta (51-80) y muy alta (> 81).

BH2: Índices multimétricos

Los índices multimétricos son una medida de diversos atributos de la estructura ecológica de las comunidades, como por ejemplo la abundancia, diversidad, riqueza o equitatividad de las especies. Permiten resumir toda la información generada sobre la abundancia/biomasa/porcentaje de cobertura de cada individuo de cada especie encontrado, en un valor único que permite su comparación entre puntos o zonas muestreadas, así como evaluar alteraciones producidas en el ambiente, basándose en el concepto de integridad biológica.

Los índices utilizados en el programa HB1, son:

- Riqueza de especies (S): medida del número total de especies presentes en cada muestra. A mayor número de especies, mayor la diversidad de una muestra. Esta medida es dependiente por tanto del tamaño muestral.
- Riqueza de Margalef (d): medida del número de especies de una muestra, y por tanto su diversidad, teniendo en cuenta el número total de individuos (N), y por tanto independiente del tamaño muestral. El valor de este índice permite conocer la diversidad de una muestra, de forma que, a mayor valor del índice, más diversa es una muestra.

$$d = \frac{S - 1}{logN}$$

- Índice de Shannon-Weaver (H´): medida de la diversidad muestral que tiene en cuenta no sólo la riqueza de especies sino también la abundancia y la equitatividad. A mayor valor de este índice, más diversa una determinada muestra. El valor de la diversidad de las muestras puede actuar como un indicador no solo de los procesos ecológicos que se llevan a cabo en la comunidad biológica muestreada, sino el impacto de los factores ambientales o las presiones antropogénicas. De forma que, por regla general, las zonas más impactadas presentan menores valores de diversidad que las no impactadas o prístinas.

$$H' = -\Sigma_i p_i (log_e p_i)$$

  Donde p_i es la proporción del número total de cada especie con respecto al total de todas las especies.

- Índice de equidad de Pielou (J´): expresa cómo de equitativamente están distribuidos los individuos entre las diferentes especies, dando idea del grado de uniformidad en la abundancia de las especies y por tanto si son o no dominantes. Este índice refleja la diversidad y cómo está repartida entre las especies, y por tanto informa de la condición del hábitat.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

  Donde H´ es el índice de diversidad de Shannon-Weaver.

- Índice de Simpson (D). El índice de Simpson determina la probabilidad de que dos individuos elegidos aleatoriamente en una comunidad pertenezcan a la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como el valor del índice de Simpson es inverso a la equidad, la diversidad debe calcularse como 1 - λ.

$$D= 1- \sum(p_i)^2$$

  Donde p_i es la proporción de individuos de la i-ésima especie = n_i/N:

- Abundancia total (N): medida del número total de individuos de cada especie en cada muestra. Se calcula como el sumatorio del total o la media de los individuos encontrados para peces e invertebrados y porcentaje relativo en el caso de las algas. Permite determinar si un punto o hábitat presenta altas o bajas abundancias en las especies existentes, lo cual está directamente relacionado con la condición del hábitat.

El cálculo de estos índices se realizó con el software PRIMER-E.

HB-DMA: Calidad de fondos rocosos (CFR)

Se ha utilizado el índice CFR (Calidad de los Fondos Rocosos)(Juanes *et al.* 2008), para evaluar el estado ambiental de cada uno de los puntos prospectados en las distintas demarcaciones: Noratlántica (NOR), Levantino-Balear (LEBA), Estrecho-Alborán (ESAL), Sudatlántica (SUD) y Canaria (CAN). El índice CFR se utiliza como indicador común en el marco de la Directiva Marco del Agua (DMA) para la evaluación de las masas de agua costeras, y ha pasado una fase de intercalibración a nivel del Atlántico Norte tras la cual se considera indicador común tanto para el intermareal como el submareal rocosos (Guinda *et al.* 2014). En este ciclo de la Directiva Marco Estrategias Marinas (DMEM), se ha iniciado el proceso de adaptación del indicador a todas las demarcaciones marinas españolas.

Los datos utilizados para el cálculo del indicador fueron los obtenidos de *visu* durante las campañas del Programa de Seguimiento para hábitat bentónicos del infralitoral rocoso (HB1), es decir, los datos de punto de contacto a lo largo de los 4 transectos (4x50m) prospectados durante las campañas en cada punto de muestreo. Los transectos incompletos fueron eliminados de los análisis. Las métricas que utiliza este índice son: Cobertura de "macroalgas características" (C), Fracción de especies oportunistas (F), y Riqueza de "macroalgas características" (R).

La primera métrica (C) representa la cobertura total de todas las especies de "macroalgas características" (CM) presentes en la zona de estudio. Este grupo de especies se compone principalmente de las sucesionales tardías o las macroalgas perennes. La segunda métrica (F) estima la fracción de especies oportunistas calculada según la ecuación 1:

$$F = \frac{O}{C+O}100 \qquad \text{Ecuación 1}$$

Donde, "F" es la fracción de oportunistas, "O" es la cobertura total de oportunistas y "C" es la cobertura total de macroalgas características. La tercera métrica (R) considera el número de especies de macroalgas características con una cobertura significativa (>1%).

Las especies características de cada demarcación se obtuvieron siguiendo la metodología que se detalla en la sección 2.3.1, utilizando los puntos prístinos (o menos impactados) de cada demarcación, pero también datos bibliográficos de la composición de las comunidades predominantes en cada zona. Las especies algales características identificadas en cada demarcación se recogen en la Tabla 10A.

De igual modo, las especies oportunistas, se identificaron como aquellas que, por su carácter ruderal, o de respuesta rápida a los pulsos de nutrientes o contaminación orgánica con un aumento en sus abundancias, se han identificado en la literatura como oportunistas. Todas las especies alóctonas (independientemente de si muestran carácter invasor o no) se asimilaron a oportunistas, puesto que representan un grado de deterioro del sistema. El listado de especies oportunistas registradas en cada demarcación aparece en la Tabla 10B.

Una vez obtenidas las métricas para el cálculo del índice, se aplicó la ecuación 2, que consiste en la suma ponderada de los valores obtenidos para las tres métricas (C: Cobertura de "macroalgas características", F: Fracción de especies oportunistas y R: Riqueza de macroalgas características):

$$CFR = 0{,}45 \cdot C + 0{,}35 \cdot F + 0{,}2 \cdot R \qquad \text{Ecuación 2}$$

Los valores obtenidos (Tabla 7) se compararon con las condiciones de referencia establecidas para cada demarcación (Tabla 8), obteniéndose así una puntuación (entre 0 y 1) para cada uno de las estaciones de muestreo en función de los criterios establecidos en la metodología propuesta por Guinda (Guinda *et al.* 2014). De forma general, y salvo en el caso de la demarcación Noratlántica, donde las condiciones de referencia (CR) ya fueron establecidas para zonas del submareal somero (profundidades entre 5 y 15 metros) (Guinda *et al.* 2014), para la determinación de dichos umbrales en las otras demarcaciones se ha seguido la metodología establecida por estos mismos autores combinando el criterio experto con los datos obtenidos en las campañas de muestreo. Así, para obtener el valor de referencia de C, se seleccionaron los datos de las estaciones de muestreo consideradas prístinas y se calculó la mediana de la cobertura total de las especies características para cada transecto. Para obtener el valor de referencia de R, se calculó la mediana del valor de R para las mismas estaciones prístinas. En el caso de la F, se han calculado dos CR; uno para el *Estado Elevado* (CR_1) a partir de la mediana en las estaciones prístinas, y otro para el *Estado Malo* (CR_0) a partir de la mediana en las estaciones consideradas impactadas.

Para hacer la selección de las estaciones prístinas en cada demarcación, se utilizaron los resultados de los índices de diversidad calculados para todas las estaciones de muestreo, combinados con el criterio experto y las especies muestreadas para cada estación. En los casos en los que en la demarcación se había muestreado en zonas de Reserva Marina Integral, estas fueron incluidas directamente como estaciones de muestreo prístinas.

En la demarcación Levantino-Balear, se han considerado 10 estaciones prístinas (Cala de Guillola 2, Estel Xapat, Hormiga, Illa Bledes, Islote Carallot (oeste), Placer de la Barra Alta, Racó Fondo, Tagomago y Vinarós) y 10 estaciones impactadas (Benidorm, Cala Ratjada, Chilches, Loma Pelada, Loza Payo, Port Balís, Port de Palamós, Punta Esperó, Punta Figuera, San Andrés).

Tabla 7. Condiciones de Referencia (RC, por sus siglas en inglés) aplicadas a las métricas del índice CFR en la demarcación LEBA en el infralitoral rocoso somero (5-15m). RC1 y RC0: Condiciones de referencia para los estados ambientales bueno/elevado y malo, respectivamente. CM: Macroalgas características.

Métrica	Condición referencia	LEBA
C: Cobertura de CM (%)	**RC_1**	76
F: Fracción de oportunistas (%)	**RC_1**	2
	RC_0	22
R: Riqueza de CM	**RC_1**	9

Tabla 8. Criterios establecidos para el cálculo de las puntuaciones correspondientes al índice CFR. RC1 y RC0: Condiciones de referencia para los estados ambientales elevado y malo respectivamente. CM: Macroalgas características.

Métrica	Si,	Entonces:	Si no,
C: Cobertura de características CM (%)	$C \geq RC_1$	$C_{punt} = 1$	$C_{punt} = \frac{C}{RC_1}$
F: Fracción de oportunistas (%)	$F \leq RC_1$	$F_{punt} = 1$	$F_{punt} = \frac{RC_0 - F}{RC_0 - RC_1}$
	$F \geq RC_0$	$F_{punt} = 0$	
R: Riqueza de CM	$R \geq RC_1$	$R_{punt} = 1$	$R_{punt} = \frac{R}{RC_1}$

Para cada estación de muestreo, se obtuvo el valor del indicador por transecto, hallándose después el valor medio (± ES) para el punto en cuestión.

Estas puntuaciones, se refirieron a una escala equivalente al Ratio de Calidad Ecológica (EQR), aplicable para la asignación de categorías de calidad ecológica (EQ), tal y como exige la Directiva Marco del Agua (Tabla 9), y que fueron establecidos para el índice CFR como resultado del ejercicio de Intercalibración europea realizado en el Área Geográfica del Atlántico NE (Comisión Europea, 2013). Finalmente, se calculó el porcentaje de estaciones en cada uno de los niveles de calidad ecológica.

Tabla 9. Límites del Ratio de Calidad Ecológica (EQR) validados por la Comisión Europea (2013) para la asignación de las categorías de Calidad Ecológica (EQ) según los resultados obtenidos por el índice CFR.

Rango valores CFR	Categorías de calidad ecológica
[0,81 – 1)	Elevado
[0,6 – 0,81)	Bueno
[0,4 – 0,6)	Moderado
[0,2 – 0,4)	Pobre
[0 – 0,2)	Malo

3 Resultados

3.1 Hábitat “Roca infralitoral y arrecife biogénico” (Infralittoral Rock and Biogenic Reef). Nivel BHT

Profundidad muestreada en el BHT

El rango batimétrico muestreado sobre el hábitat infralitoral rocoso (BHT) se ha situado entre los 6 y 19 m de profundidad, correspondiendo el promedio ± DE de toda la Demarcación a 11,1 ±2,57 m. En la Figura 10 se muestra la distribución de las estaciones representando la profundidad con una gradación de color.

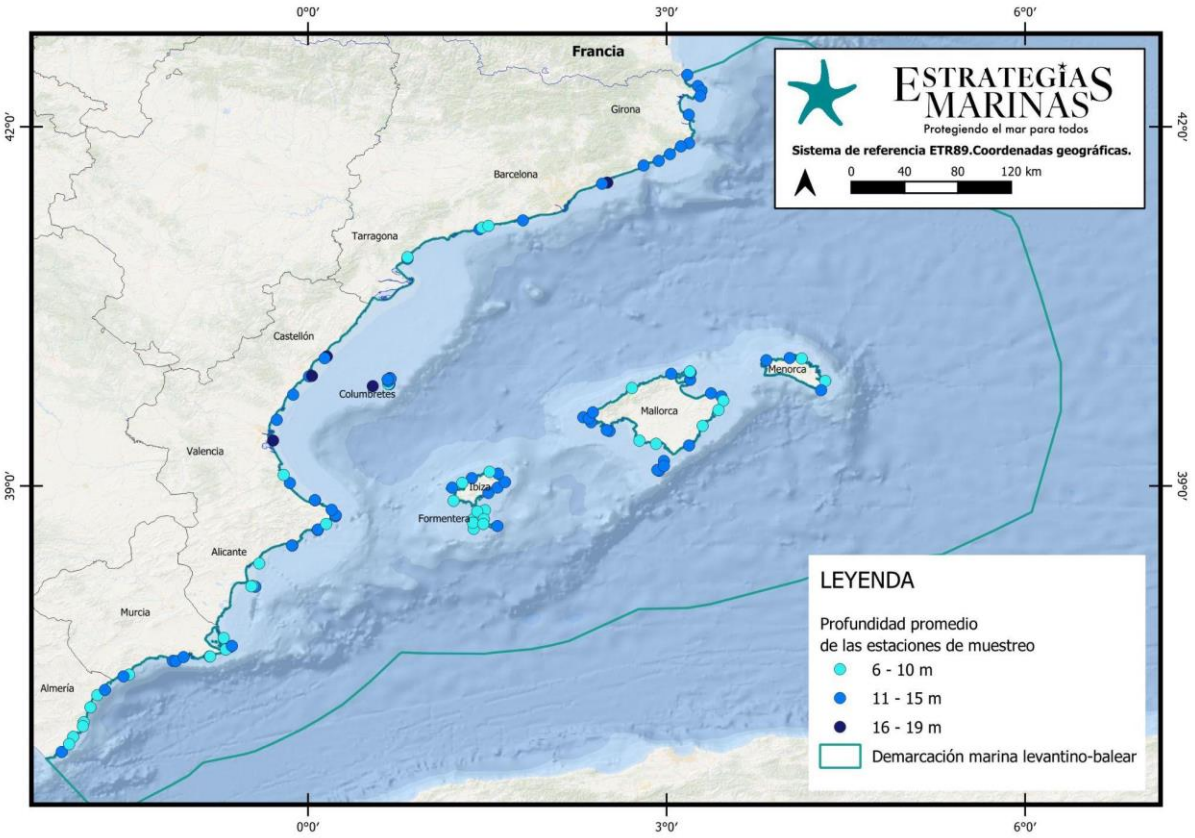


Figura 10. Rango de profundidad en las estaciones de muestreo de la demarcación LEBA.

A priori, el primer tramo de profundidad (6-10 m) corresponde a la franja con mayor influencia directa por el oleaje mientras que en el segundo tramo de 11-15 m dicha influencia se atenúa y actúa indirectamente; en el tercer tramo se estima que la influencia indirecta se va disipando y los movimientos del agua son unidireccionales o laminares. Cabe señalar que estos rangos varían dependiendo de la localización geográfica y orientación respecto a los temporales y vientos predominantes.

En el rango de profundidades muestreadas, las algas son el grupo predominante en el BHT con mayor cobertura y más elevado número de especies estructurales formadoras de hábitat, definiendo por tanto las comunidades asociadas que se detallan en el apartado de OHT (Other habitat type).

Paisaje del BHT (morfología de la fracción rocosa y comunidades circundantes)

Se ha encontrado una gran diversidad en cuanto al paisaje a lo largo de toda la demarcación (Figura 11). En la mayoría de estaciones hay una proporción elevada de roca homogénea, pero en la zona central de la demarcación se observa una abundancia mayor de estaciones con sustrato blando o arena circundante. Además, en Baleares se registra en varias estaciones el predominio de los bloques grandes de más de 2 m de altura y la roca homogénea sobre otras morfologías. Por otro lado, en las estaciones situadas en la CA de Murcia se ha observado un predominio elevado de roca fragmentada que incluye bloques de roca de tamaño diverso. Por último, prácticamente en toda la demarcación, incluyendo Baleares, se ha encontrado *Posidonia oceanica* intercalada con el sustrato rocoso.

Por último, prácticamente en toda la demarcación, incluyendo las Islas Baleares, se ha encontrado *Posidonia oceanica* intercalada o en las proximidades del sustrato rocoso.

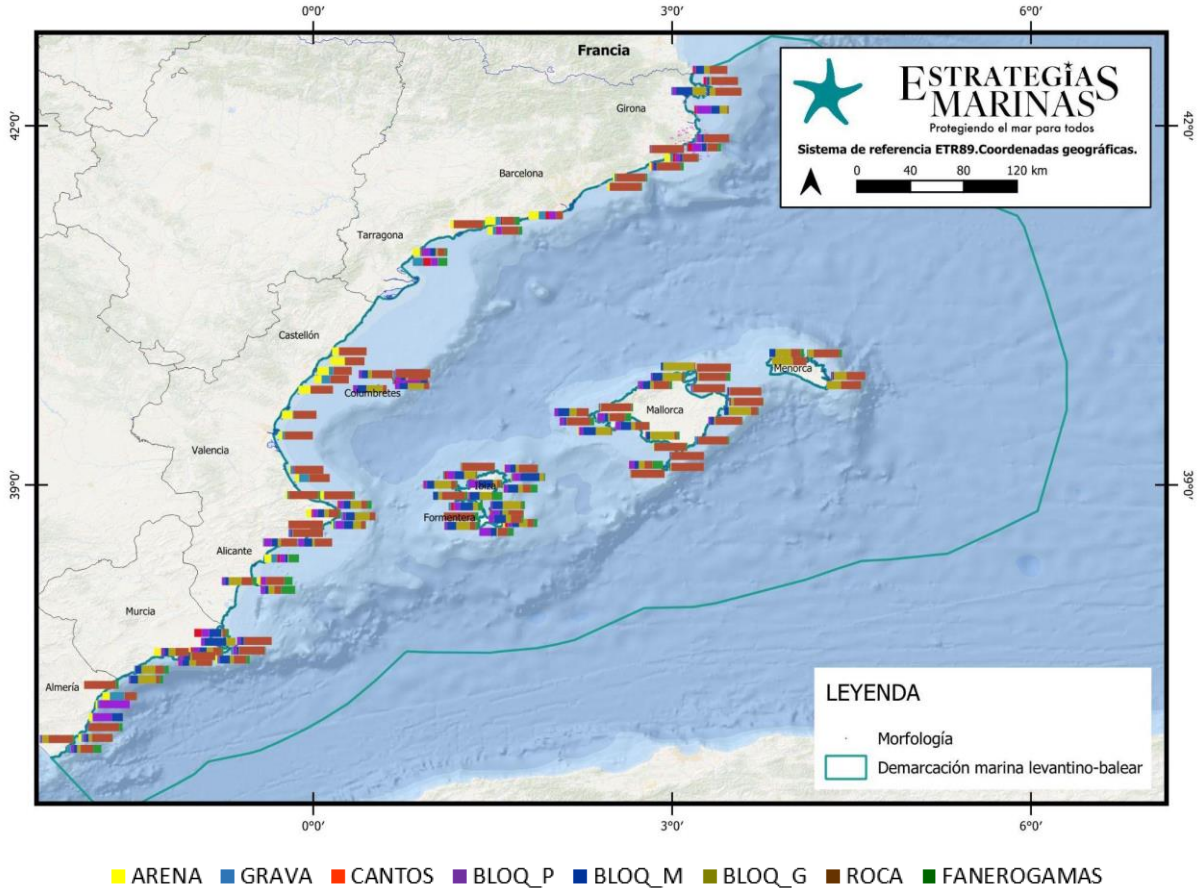


Figura 11. Proporción de diferentes morfologías del paisaje para cada estación de muestreo. BLOQ_P (bloques pequeños <1 m de altura) BLOQ_M (bloques medianos 1-2 m de altura) BLOQ_G (bloques grandes >2 m de altura).

En las Figura 12Figura 13Figura 14,Figura 15 y Figura 16 se muestra en detalle la información de la proporción de las diferentes morfologías y comunidades asociadas en cada una de las estaciones de muestreo por Comunidad Autónoma. Las estaciones se encuentran representadas de norte (parte superior del gráfico) a sur (parte inferior del gráfico).

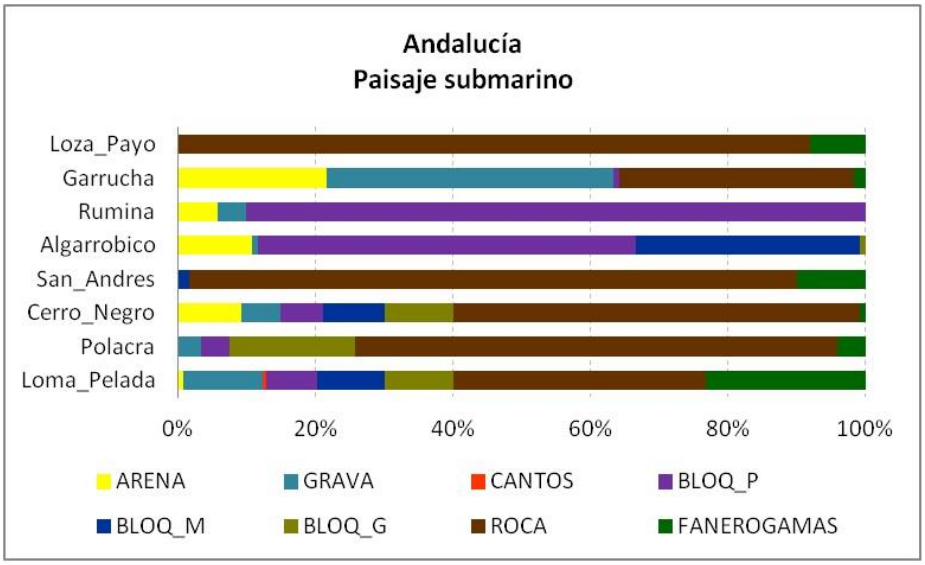


Figura 12. Proporción de diferentes morfologías del paisaje para cada estación de muestreo Andalucía, todas ellas en el levante almeriense.

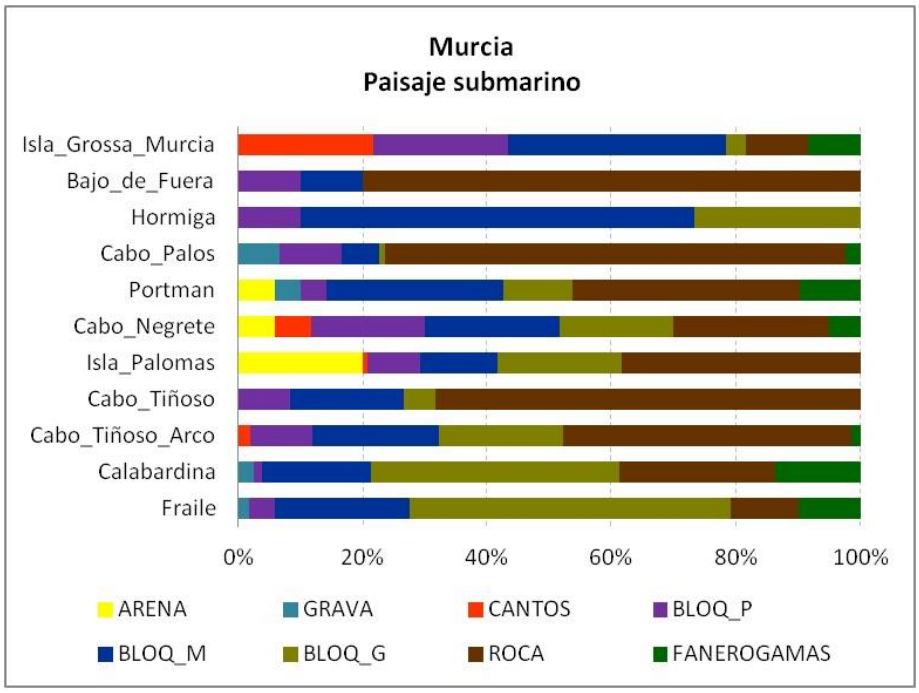


Figura 13. Proporción de diferentes morfologías del paisaje para cada estación de muestreo de Murcia.

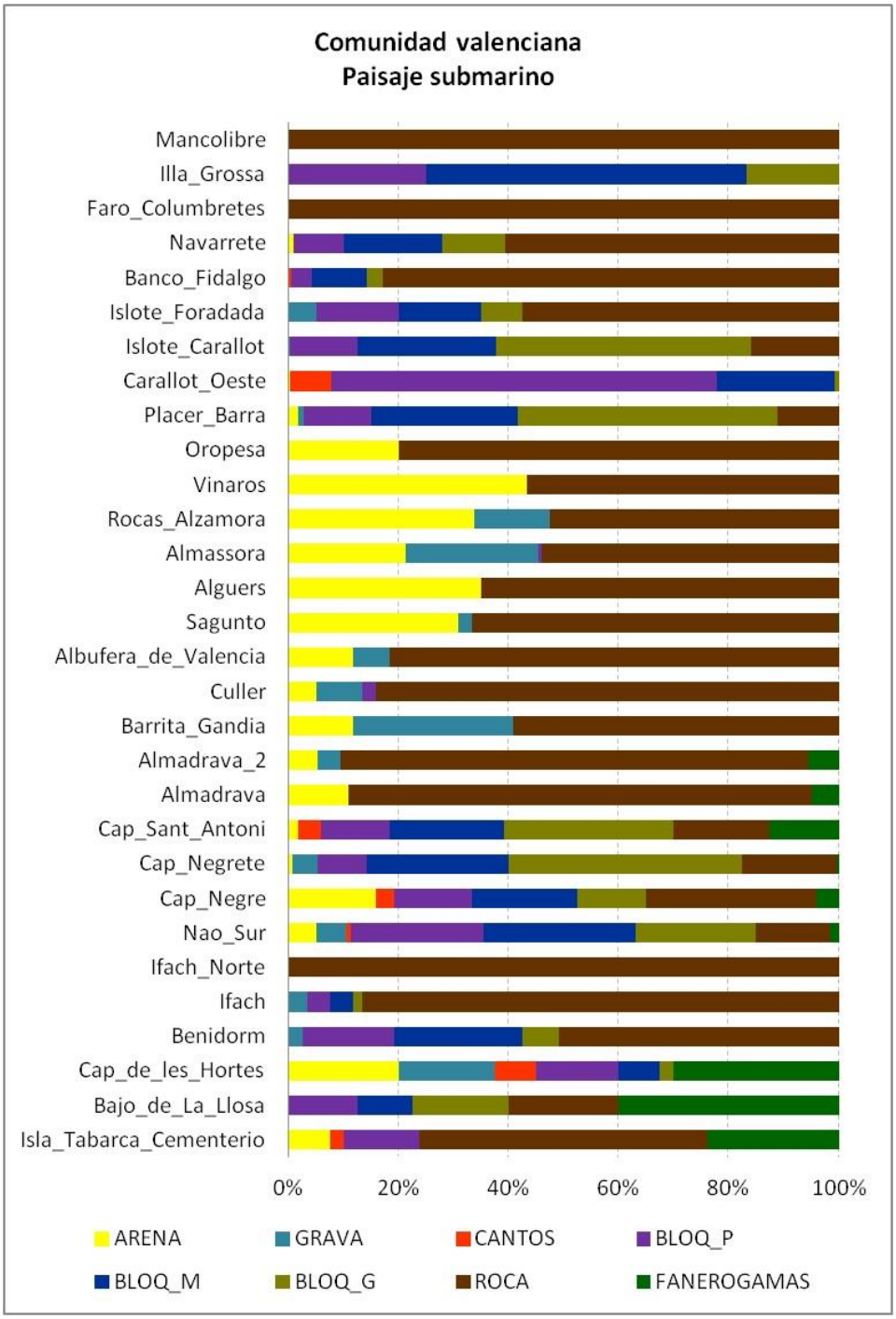


Figura 14. Proporción de diferentes morfologías del paisaje para cada estación de muestreo Comunidad Valenciana. Desde la base del gráfico: Alicante, Valencia, Castellón y en la parte superior se encuentran las estaciones de Islas Columbretes

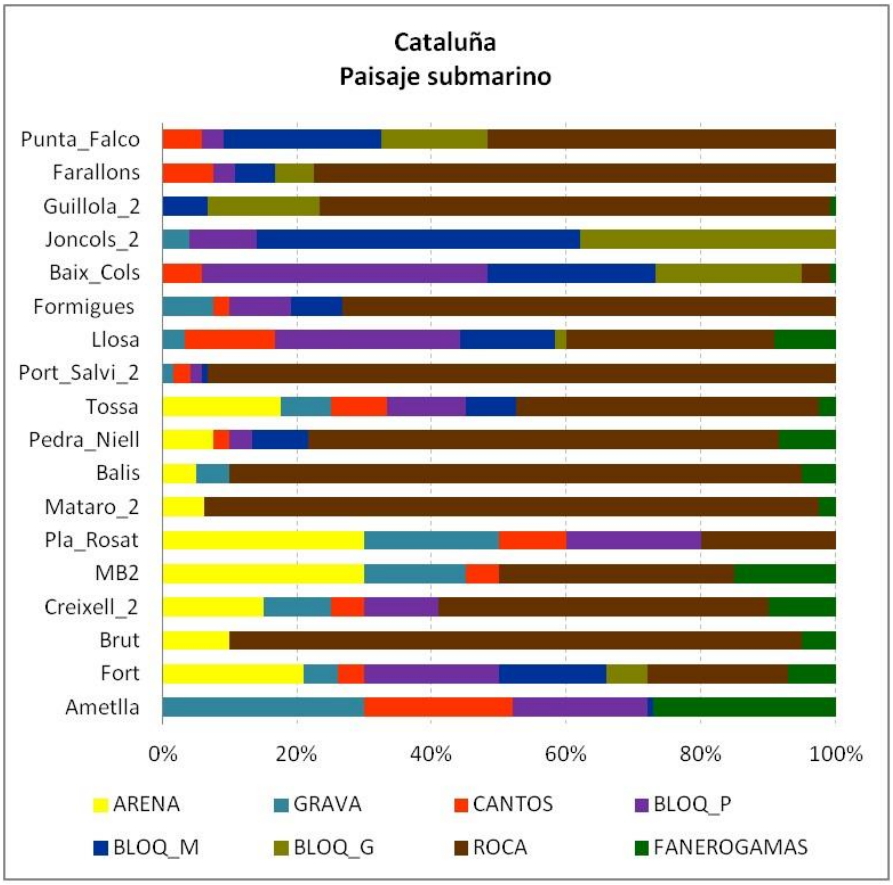


Figura 15. Proporción de diferentes morfologías del paisaje para cada estación de muestreo Cataluña. Desde la base del gráfico: Tarragona, Barcelona y Girona

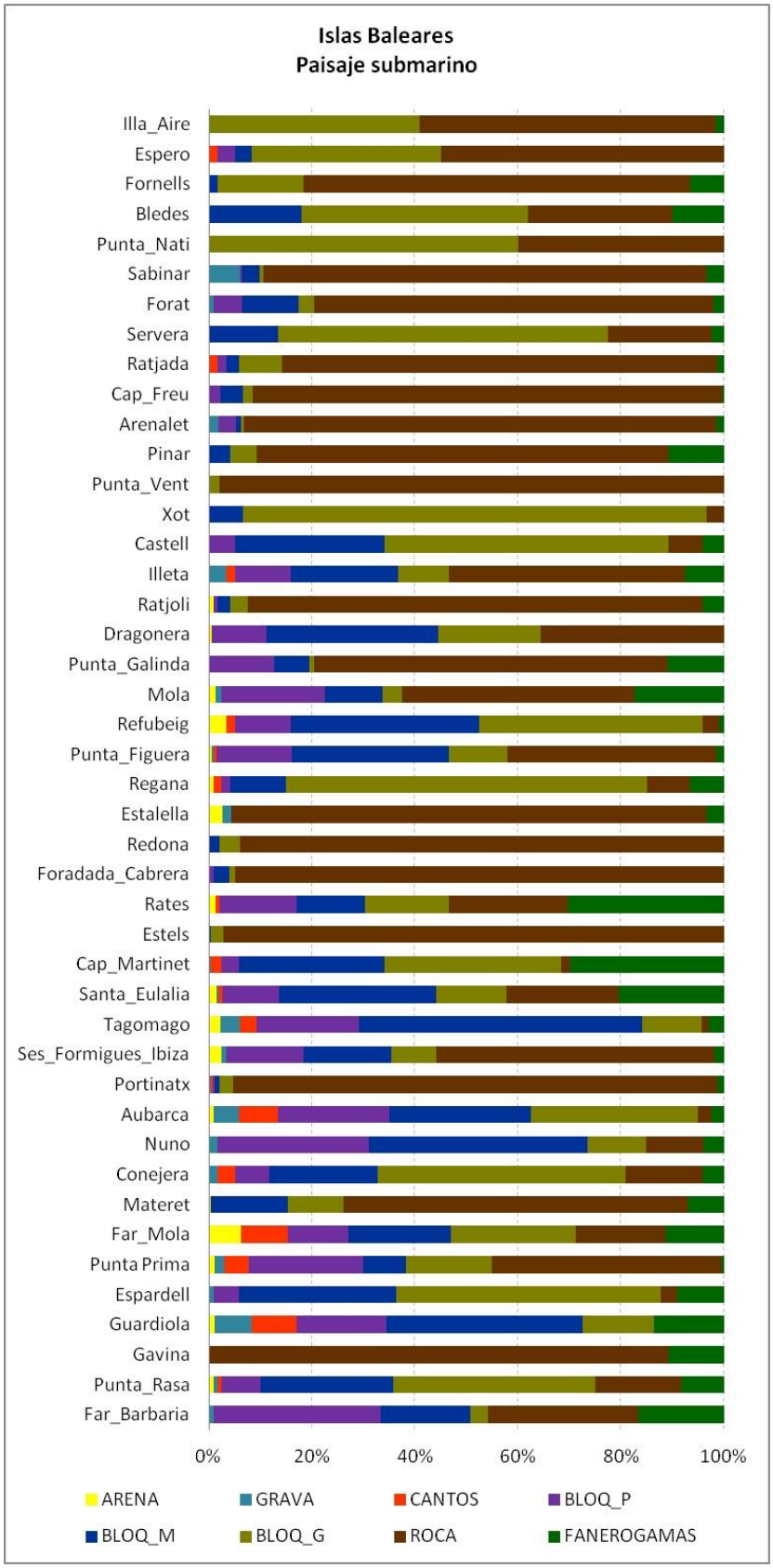


Figura 16. Proporción de diferentes morfologías del paisaje para cada estación de muestreo Islas Baleares. Desde la base del gráfico: Formentera, Ibiza, Mallorca y Menorca.

Rugosidad, pendiente y sedimentación en el BHT

Los valores registrados durante los muestreos referentes a la rugosidad y pendiente se han representado en la figura siguiente por estación de muestreo. La rugosidad y la pendiente son muy variables entre estaciones de muestreo (Figura 17). Atendiendo a la valoración cualitativa obtenemos que la pendiente promedio ±DE para el BHT en toda la demarcación es de 1,92±0,65, lo que corresponde a una pendiente promedio de unos 20° (Tabla 4). Además, se observa como las estaciones de mayor pendiente coinciden con las estaciones donde el perfil batimétrico es más abrupto. En cuanto a la rugosidad, el valor promedio ±DE obtenido para la demarcación es de 1,86±0,84 que corresponde a la definición de rocas de 1-2 m con algunas cavidades (Tabla 4), no obstante, también se observa una gran variación dependiente de la localización geográfica y morfología del fondo.

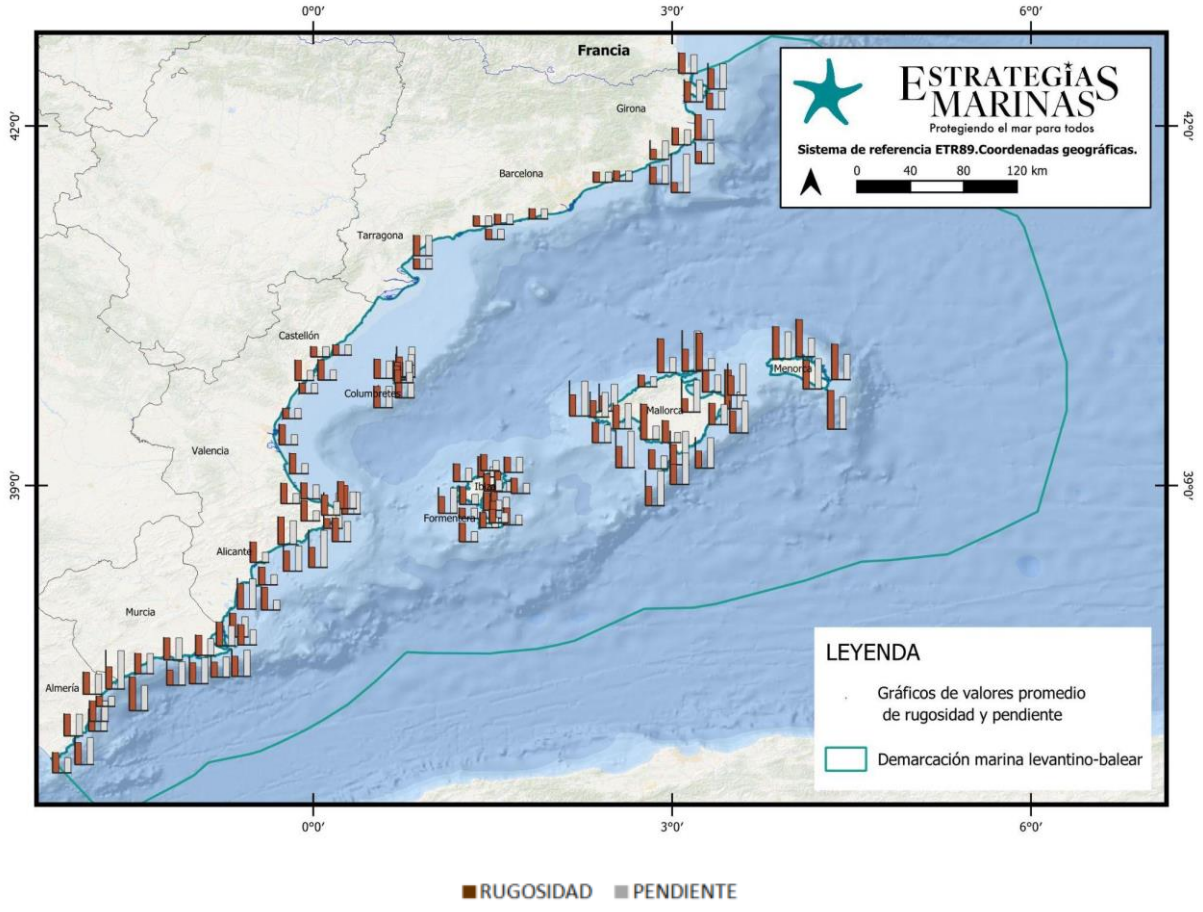


Figura 17. Mapa con histogramas proporcionales con la valoración de la rugosidad (barra marrón) y la pendiente (barra gris) en cada una de las estaciones de muestreo de la demarcación LEBA.

Por último, en cuanto a la sedimentación, se ha identificado una gran variabilidad entre estaciones, siendo superior en la franja litoral entre Barcelona y Alicante, o Sur de Formentera (Figura 18). Cabe señalar que en estas zonas es donde los hábitats rocosos tienen más parches arenosos en sus proximidades, tal y como se vio en los datos comentados al inicio del apartado.

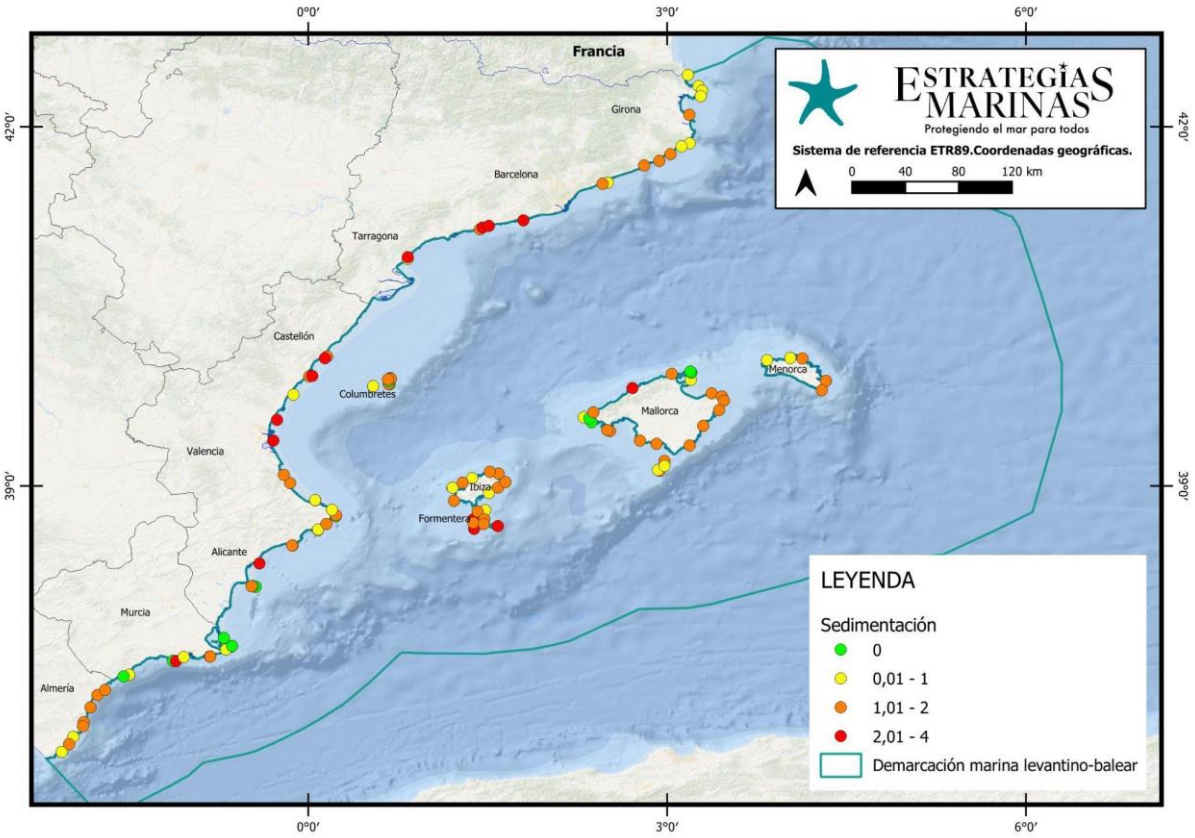


Figura 18. Mapa del gradiente de sedimentación. Rango de colores "semáforo" (verde=0 sedimentación a rojo= sedimentación máxima).

3.1.1 Especies características de la demarcación (BHT)

Algas características

Se han identificado 30 taxones de algas que, por su elevada presencia (al menos en el 10% de las estaciones de muestreo) o por su capacidad para definir un hábitat, se consideran característicos del piso infralitoral rocoso en la demarcación LEBA (Tabla 8). Las especies más comunes en los muestreos realizados han sido, por orden de frecuencia, *Padina pavonica* (presente casi en todas las estaciones), *Flabellia petiolata*, *Peyssonnelia squamaria*, *Halopteris filicina*, *Ellisolandia elongata*, *Dictyota dichotoma*, *Tricleocarpa fragilis* y *Halimeda tuna* (presente en el 53% de las estaciones). Además, para el cálculo del índice CFR se ha hecho un listado de las especies oportunistas identificando aquellos taxones con carácter invasor, y también aquellos anuales de crecimiento rápido (Tabla 10B).

Tabla 10. Taxones de algas características de la demarcación LEBA (A). Taxones de algas oportunistas de la demarcación LEBA (B).

A

Filo	Taxones característicos
Chlorophyta	*Acetabularia acetabulum*
	Anadyomene stellata
	Cladostephus spongiosus
	Codium bursa
	Codium vermilara
	Dasycladus vermicularis
	Flabellia petiolata
	Halimeda tuna
Ochrophyta	*Cystoseira sp*
	Dictyopteris polypodioides
	Dictyota dichotoma
	Dictyota fasciola
	Halopteris filicina
	Halopteris scoparia
	Padina pavonica
	Sargassum vulgare
	Taonia atomaria
	Zonaria tournefortii
Rhodophyta	*Amphiroa rigida*
	Complejo Mesophyllum sp/Lithophyllum sp
	Corallina caespitosa
	Digenea simplex
	Ellisolandia elongata
	Halopithys incurva
	Jania longifurca
	Neogoniolithon brassica-florida
	Neogoniolithon mamillosum
	Peyssonnelia sp
	Sphaerococcus coronopifolius
	Tricleocarpa fragilis

B

Filo	Taxones oportunistas
Chlorophyta	*Bryopsis plumosa*
	Caulerpa cylindracea
	Caulerpa racemosa
	Cladophora laetevirens
	Cladophora lehmanniana
	Cladophora nigrescens
	Codium effusum
	Derbesia tenuissima
	Lychaete pellucida
	Ulva rigida
	Ulva sp
Cyanobacteria	*Lyngbya sp*
	Acinetospora crinita
	Dictyota cyanoloma
	Feldmannia lebelii
Rhodophyta	*Rugulopteryx okamurae*
	Acrothamnion preissii
	Asparagopsis armata
	Asparagopsis taxiformis
	Lophocladia lallemandii
	Womersleyella setacea
Varios	*Turf*

Invertebrados característicos

Los invertebrados característicos de la demarcación LEBA se muestran en la Tabla 11 en orden de abundancia. Se han detectado 43 especies de invertebrados característicos, por estar presentes en al menos el 10% de las estaciones de muestreo. La esponja *Crambe crambe* la encontramos en más del 90% de las estaciones de muestreo, siendo la especie más abundante. En torno al 65% de las estaciones presentan al briozoo *Myriapora truncata*, la esponja *Chondrosia reniformis* y el equinodermo *Paracentrotus lividus*.

Tabla 11. Especies de invertebrados característicos de la demarcación LEBA ordenadas de mayor a menor abundancia

Filo	Especie
Porifera	*Crambe crambe*
Bryozoa	*Myriapora truncata*
Porifera	*Chondrosia reniformis*
Echinodermata	*Paracentrotus lividus*
Annelida	*Protula tubularia*
Porifera	*Sarcotragus spinosulus*
Porifera	*Cliona viridis*
Bryozoa	*Reptadeonella violacea*
Cnidaria	*Balanophyllia europaea*
Porifera	*Phorbas tenacior*
Annelida	*Protula intestinum*
Echinodermata	*Arbacia lixula*
Porifera	*Sarcotragus fasciculatus*
Porifera	*Oscarella lobularis*
Cnidaria	*Cladocora caespitosa*
Echinodermata	*Echinaster sepositus*
Porifera	*Phorbas topsenti*
Porifera	*Cliona celata*
Cnidaria	*Aiptasia mutabilis*
Chordata	*Halocynthia papillosa*
Annelida	*Eupolymnia nebulosa*
Echinodermata	*Ophidiaster ophidianus*
Chordata	*Lissoclinum perforatum*
Echinodermata	*Holothuria tubulosa*
Porifera	*Spirastrella cunctatrix*
Porifera	*Ircinia variabilis*
Annelida	*Serpula vermicularis*
Mollusca	*Lithophaga lithophaga*
Bryozoa	*Schizomavella mamillata*
Mollusca	*Cerithium vulgatum*
Porifera	*Axinella damicornis*
Arthropoda	*Calcinus tubularis*
Porifera	*Phorbas fictitius*
Annelida	*Bonellia viridis*
Bryozoa	*Caberea boryi*
Cnidaria	*Cereus pedunculatus*
Echinodermata	*Holothuria poli*
Cnidaria	*Oculina patagonica*
Cnidaria	*Parazoanthus axinellae*
Annelida	*Sabella discifera*
Echinodermata	*Holothuria sanctori*
Annelida	*Salmacina dysteri*
Porifera	*Ircinia oros*

Entre el conjunto de las especies características, el grupo taxonómico más abundante es el de los poríferos con 14 especies, un 32,53%, seguido de los equinodermos y los anélidos, ambos con 7 especies (16,28%) y los cnidarios con 6 especies (13,95%). La Figura 17 muestra el porcentaje de los grupos taxonómicos a los que pertenecen las especies características de la demarcación LEBA.

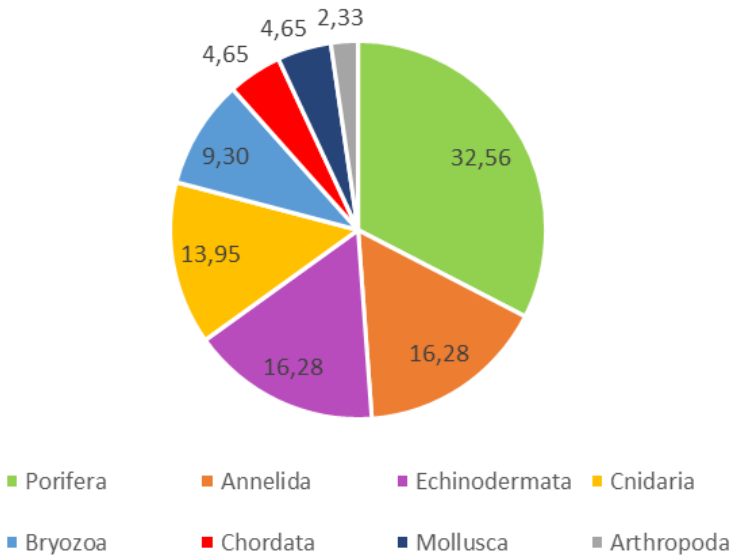


Figura 19. Porcentaje de grupos taxonómicos a los que pertenecen las especies de invertebrados característicos de la demarcación LEBA.

Cabe destacar que entre las 43 especies de invertebrados característicos se encuentran 3 especies protegidas por estas catalogadas en listados nacionales e internacionales. Así el antozoo *Cladocora caespitosa* se encuentra protegido mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546); y tanto el equinodermo *Ophidiaster ophidianus* como el bivalvo *Lithophaga lithophaga* están protegidos mediante el Convenio de Barcelona (BOE 302 18 diciembre 1999).

Ictiofauna de interés comercial o recreativo

Se han identificado un total de 28 especies de peces características del infralitoral rocoso en la demarcación LEBA (Tabla 12). Nueve de ellas tienen un claro interés comercial, dado que son objetivo de las principales modalidades de pesca artesanal que se llevan a cabo en el infralitoral rocoso, como es el caso del enmalle, el palangre de fondo o las nasas, aunque algunas especies también pueden ser objetivo de la pesca de cerco. Destacan como especies con un mayor valor comercial potencial y gran porte el mero (*Epinephelus marginatus*) y el dentón (*Dentex dentex*). En cuanto a las especies de interés recreativo, son las mismas que las de interés comercial además de otras de muy pequeño porte (<20 cm) que son objeto de algunas modalidades de pesca con caña, tanto desde la orilla como desde embarcación, como la doncella *Coris julis*, los serránidos *Serranus scriba* y *Serranus cabrilla* o el lábrido *Thalassoma pavo o el espárido Diplodus annularis* y la oblada *Oblada melanurus*. Otras de porte

mediano (20-40cm aprox.), son objetivo tanto de la pesca con caña como de la pesca submarina, como el espárido *Sarpa salpa* (especialmente en competiciones) o los lábridos *Labrus merula* y *Symphodus tinca*.

Tabla 12. Listado de especies características del infralitoral rocoso en la demarcación LEBA y tipo de interés en función de si es comercial, recreativo o ambos.

Orden	Familia	Especie	Interés comercial	Interés recreativo
Perciformes	Apogonidae	*Apogon imberbis*		
Perciformes	Sparidae	*Boops boops*		
Perciformes	Pomacentridae	*Chromis chromis*		
Perciformes	Labridae	*Coris julis*		X
Perciformes	Sparidae	*Dentex dentex*	X	X
Perciformes	Sparidae	*Diplodus annularis*		X
Perciformes	Sparidae	*Diplodus puntazzo*	X	X
Perciformes	Sparidae	*Diplodus sargus*	X	X
Perciformes	Sparidae	*Diplodus vulgaris*	X	X
Perciformes	Serranidae	*Epinephelus marginatus*	X	X
Perciformes	Labridae	*Labrus merula*		X
Mulliformes	Mullidae	*Mullus surmuletus*	X	X
Anguiliformes	Muraenidae	*Muraena helena*	X	X
Perciformes	Sparidae	*Oblada melanurus*		X
Perciformes	Sparidae	*Sarpa salpa*		X
Perciformes	Sciaenidae	*Sciaena umbra*	X	X
Perciformes	Scorpaenidae	*Scorpaena maderensis*		X
Perciformes	Serranidae	*Serranus cabrilla*		X
Perciformes	Serranidae	*Serranus scriba*		X
Perciformes	Sparidae	*Spondyliosoma cantharus*	X	X
Perciformes	Labridae	*Symphodus doderleini*		
Perciformes	Labridae	*Symphodus mediterraneus*		
Perciformes	Labridae	*Symphodus ocellatus*		
Perciformes	Labridae	*Symphodus roissali*		
Perciformes	Labridae	*Symphodus rostratus*		
Perciformes	Labridae	*Symphodus tinca*		X
Perciformes	Labridae	*Thalassoma pavo*		X
Blenniformes	Tripterygiidae	*Tripterygion delaisi*		

Especies protegidas de la demarcación

Se han encontrado especies protegidas en el 65.81% de las estaciones (Figura 20). Donde se han observado un total de 26 especies protegidas, según listados nacionales (RD 139/2011 y sucesivas enmiendas) e internacionales (Anexos I y II de los convenios de Barcelona y Berna), repartidas entre algas (50,00% de las especies), invertebrados (46,15% de las especies) y peces (3,85% de las especies) (Tabla 13).

Tabla 13. Especies animales y vegetales protegidos encontrados durante los muestreos en la demarcación LEBA.

Grupo	Filo	Especies	Grupo	Filo	Especies
Algas	Chlorophyta	*Caulerpa prolifera*	Invertebrados	Cnidaria	*Astroides calycularis*
	Ochrophyta	*Cystoseira foeniculacea*		Cnidaria	*Cladocora caespitosa*
	Ochrophyta	*Cystoseira humilis*		Echinodermata	*Centrostephanus longispinus*
	Ochrophyta	*Cystoseira sp*		Echinodermata	*Ophidiaster ophidianus*
	Ochrophyta	*Ericaria brachycarpa*		Mollusca	*Lithophaga lithophaga*
	Ochrophyta	*Ericaria crinita*		Mollusca	*Luria lurida*
	Ochrophyta	*Ericaria mediterranea*		Mollusca	*Pinna rudis*
	Ochrophyta	*Ericaria selaginoides*		Porifera	*Aplysina aerophoba*
	Ochrophyta	*Ericaria zosteroides*		Porifera	*Axinella polypoides*
	Ochrophyta	*Gongolaria abies-marina*		Porifera	*Sarcotragus foetidus*
	Ochrophyta	*Gongolaria montagnei*		Porifera	*Sarcotragus pipetta*
	Ochrophyta	*Gongolaria squarrosa*		Porifera	*Tethya aurantium*
	Ochrophyta	*Sargassum acinarium*	Peces	Chordata	*Hippocampus guttulatus*

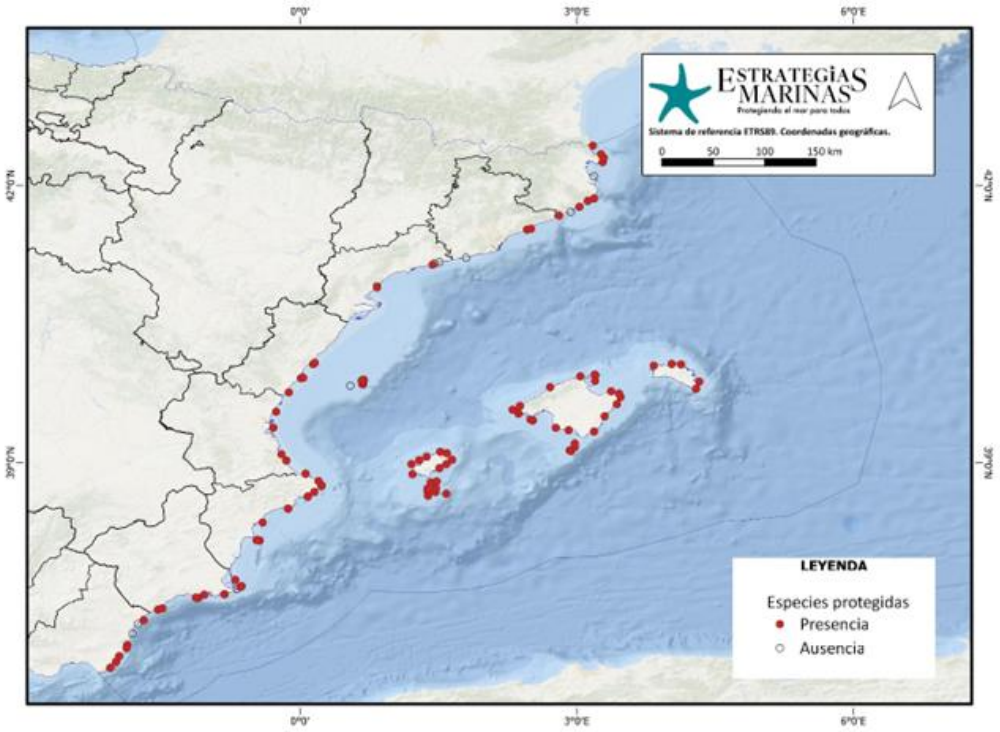


Figura 20. Estaciones de muestreo de la demarcación LEBA con presencia o ausencia de especies protegidas.

La comunidad autónoma en la que se encontró el mayor número de especies protegidas es la Comunidad Valenciana (22 especies en total). Por otro lado, en las Islas Baleares, en Murcia y en Andalucía se encontraron 15, 12, y 9 especies protegidas respectivamente, mientras que en Cataluña se encontraron 7 especies protegidas (Figura 21).

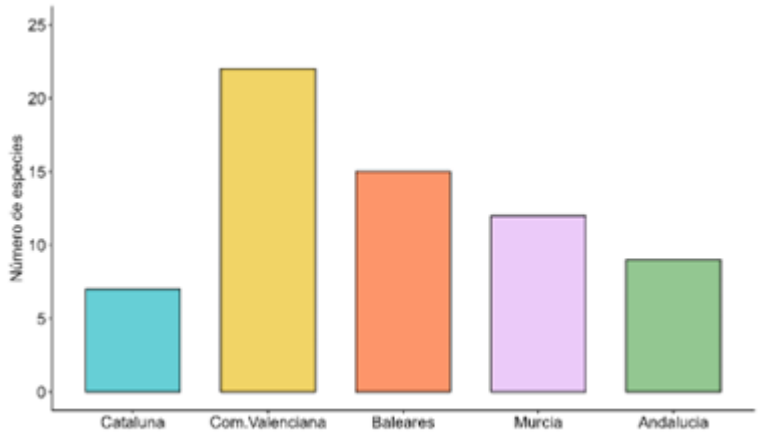


Figura 21. Número de especies protegidas encontradas en los muestreos llevados a cabo en cada comunidad autónoma.

Por otro lado, en relación a la frecuencia de especies protegidas, el mayor porcentaje de cobertura de algas protegidas se encontró en Andalucía, en el litoral del levante almeriense (Figura 22). Este porcentaje de cobertura se refiere principalmente a especies de *Cystoseira sensu lato,* aunque también existe la presencia de *Sargassum acinarium* en una de las estaciones muestreadas en esta comunidad autónoma. En este sentido, la comparación del promedio de porcentaje de cobertura de algas protegidas entre las diferentes CCAA, efectuada con el test de Kruskal-Wallis, detectó diferencias significativas ($\chi^2_{Kruskal\text{-}Wallis}$ = 10,04, p = 0,04). El alga protegida más frecuente es *Ericaria mediterranea*, seguida por *Ericaria brachycarpa* y *Gongolaria montagnei,* mientras que las menos ocurrieron en los muestreos fueron *Cystoseira humilis* y *Ericaria selaginoides.*

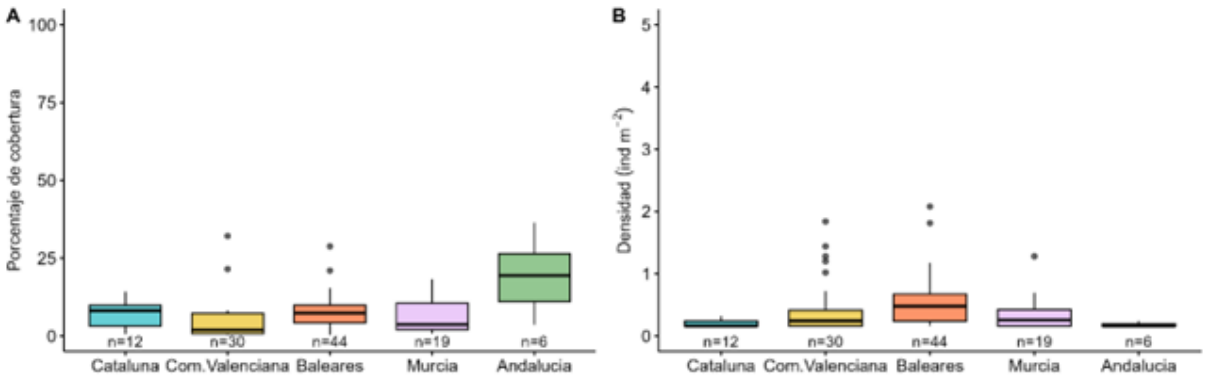


Figura 22. Promedio entre las estaciones de muestreo de A) Porcentaje de cobertura de algas protegidas y B) Densidad de fauna (invertebrados y peces) protegida por cada comunidad autónoma de la demarcación Levantino-Balear.

Respecto a la frecuencia de especies animales protegidas entre las diferentes CCAA, en la Figura 22 y en la Tabla 14 se observa que estas especies ocurren en bajas densidades en los muestreos. Las especies que contribuyen más en términos de densidad y de frecuencia son la madrépora *Cladocora caespitosa*, el dátil de mar L*ithophaga lithophaga* y la estrella de mar *Ophidiaster ophidianus.* La comparación de la densidad de animales protegidos entre las CCAA a través del test de Kruskal-Wallis indica que hay diferencias significativas entre las CCAA ($\chi^2_{Kruskal-Wallis}$ = 17,69, p = 0,0001), y que la comparación por pares del test de Dunn, indica que hay diferencias significativas entre Cataluña y Baleares (*p* = 0,01) y Andalucía y Baleares (*p* = 0,03), ya que en Cataluña y en Andalucía se encontraron pocas especies animales protegidas y en bajas densidades. Finalmente, el único taxón de peces protegido que se muestreó fue el caballito de mar *Hippocampus guttulatus* en el Banco Fidalgo de las Islas Columbretes.

Tabla 14. Porcentaje de cobertura y densidades medias de flora y fauna protegida respectivamente, censadas en los muestreos de cada CCAA de la demarcación Levantino-Balear. *número de estaciones donde se encontró cada especie en las 155 estaciones muestreadas.

Grupo	Taxón	Cataluña	Comunidad Valenciana	Islas Baleares	Murcia	Andalucía	Frecuencia *
Algas (% cobertura)	*Caulerpa prolifera*	-	3,81	-	2	-	7
	Cystoseira foeniculacea	-	0,4	0,4	-	-	2
	Cystoseira humilis	-	-	1	-	-	1
	Cystoseira sp	7,55	8,54	8,11	1,2	23,17	35
	Ericaria brachycarpa	-	2,2	12,84	9,65	5,6	10
	Ericaria crinita	-	5,07	-	-	-	3
	Ericaria mediterranea	-	3,23	-	2	23,85	12
	Ericaria selaginoides	-	14,8	-	-	-	1
	Ericaria zosteroides	3,73	5,6	-	-	-	4
	Gongolaria abies-marina	-	3,2	-	2,8	-	2
	Gongolaria montagnei	14,2	3,58	5,07	0,8	6,1	9
	Gongolaria squarrosa	5	10	-	-	-	6
	Sargassum acinarium	-	2,67	-	5,07	5,6	6
Invertebrados (ind m^2)	*Aplysina aerophoba*	0,06	0,01	-	0,03	-	6
	Astroides calycularis	0,04	-	0,01	-	-	4
	Axinella polypoides	-	0,04	-	0,02	-	3
	Centrostephanus longispinus	-	-	-	-	0,03	1
	Cladocora caespitosa	0,12	0,47	0,36	0,09	0,17	69
	Lithophaga lithophaga	-	0,06	0,86	-	-	1
	Luria lurida	-	0,02	0,01	-	-	37
	Ophidiaster ophidianus	-	0,04	0,13	0,35	0,22	5
	Pinna rudis	-	0,04	0,03	0,18	0,08	46
	Sarcotragus foetidus	-	-	0,01	-	-	20

Grupo	Taxón	Cataluña	Comunidad Valenciana	Islas Baleares	Murcia	Andalucía	Frecuencia *
	Sarcotragus pipetta	-	0,01	0,01	-	-	1
	Tethya aurantium	-	0,01	-	-	-	2
Peces (ind m^2)	*Hippocampus guttulatus*	-	0,01	-	-	-	1

3.1.2 Principales presiones (palangre, enmalle, nasas en Baleares, Rugulopteryx, Lyngbya, etc.)

Además de las presiones elaboradas por el equipo de trabajo responsable (CEDEX), también se recopilaron datos de presencia de especies alóctonas y de buceo recreativo en la demarcación LEBA. La frecuencia de las especies alóctonas invasoras ha sido recopilada a partir de la base de datos de los muestreos en el BHT y luego utilizada como variable en la comparación con los índices. Por otro lado, la matriz de presión de buceo recreativo ha sido recopilada desde las bases de datos de las principales agencias de buceo recreativo que operan en el litoral español (PADI y SSI). Se ha considerado un radio de acción de 300 m alrededor de cada punto, distancia estimada que un buceador puede recorrer en una inmersión de buceo recreativo. En el análisis de la afectación por esta presión, cuantos más sitios de buceo se encuentran alrededor de nuestras estaciones de muestreo, más fuerte se considera esta presión (Tabla 15).

Tabla 15. Promedio ± error estándar por Comunidad Autónoma de la frecuencia F (%) de especies alóctonas invasoras (EAI) y del número de sitios de buceo recreativos que afectan las estaciones de muestreo.

Comunidad Autónoma	F (%) EAI	Sitios de buceo (N)
Cataluña	15,82±3,26	0,36±0,12
Comunidad Valenciana	18,13±3,02	0,92±0,39
Baleares	11,57±2,39	0,23±0,09
Murcia	53,35±14,06	0,9±0,41
Andalucía	42,14±8,69	0,14±0,14

Para explorar el efecto de estas presiones se refleja en los índices considerados, se ha efectuado un análisis DistLM del software Primer v6. Después de un análisis preliminar, los índices considerados para este análisis han sido la cobertura (%) de especies estructurantes y cobertura (%) de especies sensibles a la presión física de algas e invertebrados y el índice CFR de algas (Tabla 14).

Tabla 16. Promedio ± error estándar por Comunidad Autónoma de los índices utilizados para el análisis DistLm

	Invertebrados		Algas		
Comunidad Autónoma	**Estructurantes %**	**Sensibles %**	**Estructurantes %**	**Sensibles %**	**CFR**
Cataluña	33,7±4,82	27,32±4,32	26,93±2,45	18,03±3,82	0,81±0,04
Comunidad Valenciana	34,11±2,96	31,13±2,88	26,15±1,69	11,34±2,37	0,83±0,03
Baleares	27,1±2,5	24,39±2,38	26,31±1,92	12,47±1,98	0,73±0,03
Murcia	29,93±4,42	30,13±4,22	24,6±2,94	12,7±4,12	0,77±0,04
Andalucía	27,51±8,38	25,68±8,03	28,07±5,27	14,29±7,89	0,72±0,09

El modelo indica que la presión de buceo no se encuentra significativamente relacionada con los índices multimétricos considerados (p= 0,215), mientras que el número de especies alóctonas invasoras sí se encuentra significativamente relacionado con estos índices (p= 0,001). Probablemente este resultado se explica por el hecho que en la elaboración del CFR se incluye la proporción de especies alóctonas invasoras en la fracción de especies oportunistas. El Bayesian information criterion (BIC) indica que esta presión se encuentra mejor relacionada con los índices considerados (Tabla 17).

Tabla 17. Resultados del DistLm entre las matrices de índices multimétricos y las presiones de especies alóctonas invasoras y buceo recreativo.

Variable	**SS(trace)**	**Pseudo-F**	**P**	**Prop.**
N.EAI	50,59	10,92	0,001	8,08
N.buceo	7,24	1,45	0,22	0,01
BIC	**R^2**	**RSS**	**No.Vars**	**Selections**
200,82	0,08	574,41	1	N.EAI
204,41	0,09	568,73	2	Todas

3.1.3 Índices ambientales del BHT: BH2 (índices multimétricos) y BH-DMA (Calidad de los fondos rocosos)

Se calcularon los siguientes índices para las especies de algas, invertebrados y peces:

- Índices univariantes: tanto de algas como invertebrados como peces: riqueza de especies (S), riqueza de Margalef (d), equitatividad de Pielou (J´), diversidad de Shannon (H´) y el índice de diversidad de Simpson o de dominancia (D).
- Porcentaje de especies de algas y de invertebrados formadoras de hábitat (HFS). En el último caso, calculado a partir de las especies con potencial para formar hábitat (por su porte, o por alterar las condiciones del medio permitiendo formar un ambiente diferente y por tanto un hábitat distinto).

- Porcentaje de especies sensibles: calculadas en cobertura relativa para las macroalgas a partir de los datos de categorías biológicas. Y para los invertebrados, a partir del índice IRIS, procedente de los datos de especies características del BHT, y de ellas, las especies sensibles a las presiones físicas.

Además, en el caso de las algas, se ha calculado el índice de calidad de los fondos rocosos (CFR).

Tabla 18. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a **invertebrados** en cada una de las estaciones del seguimiento del infralitoral rocoso. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Albufera_de_Valencia	11,33±0,85	2,24±0,18	0,66±0,06	1,59±0,17	0,66±0,06	66,22±4,35	65,97±4,44
Algarrobico	5,38±0,93	0,95±0,2	0,84±0,07	1,32±0,27	0,62±0,12	19,1±11,66	12,86±11,21
Alguers	22,5±1,56	4,67±0,34	0,81±0,01	2,51±0,06	0,88±0,01	29,43±5,67	25,7±4,66
Almadrava	7,38±0,8	1,38±0,17	0,92±0,02	1,78±0,1	0,81±0,02	48,66±6,05	48,66±6,05
Almadrava_2	12,5±4,5	2,5±0,98	0,67±0,04	1,64±0,15	0,69±0,02	65,33±0,06	65,33±0,06
Almassora	10,88±1,29	2,14±0,28	0,83±0,03	1,92±0,07	0,81±0,02	29,19±3,81	17,04±2,99
Ametlla	15±2,97	3,04±0,65	0,52±0,15	1,27±0,28	0,51±0,14	1,35±0,74	0,95±0,37
Arenalet	7,75±0,25	1,47±0,06	0,73±0,11	1,5±0,21	0,67±0,1	25,47±11,85	26,51±12,48
Aubarca	9,75±0,86	1,9±0,19	0,88±0,03	1,99±0,12	0,83±0,03	18,85±3,3	15,27±3,95
Baix_Cols	16±1,87	3,26±0,41	0,82±0,02	2,26±0,1	0,86±0,01	2,79±0,88	8,51±1,22
Bajo_de_Fuera	14±1,76	2,82±0,38	0,81±0,01	2,11±0,08	0,85±0,01	46,48±5,86	9,51±3,36
Bajo_de_la_Llosa	9,29±1,82	1,8±0,4	0,86±0,02	1,71±0,3	0,71±0,12	23,87±6,25	21,29±6,08
Balis	25,5±1,5	5,32±0,33	0,75±0,02	2,41±0,07	0,88±0,01	21,06±2,19	21,31±2,14
Banco_Fidalgo	12,36±1,18	2,47±0,26	0,74±0,03	1,85±0,14	0,76±0,04	15,69±3,27	13,39±3,24
Barrita_Gandia	11,5±0,93	2,28±0,2	0,84±0,03	2,03±0,12	0,82±0,03	49,24±3,69	47,41±3,94
Benidorm	5,14±1,24	0,9±0,27	0,9±0,03	1,24±0,28	0,6±0,11	27,91±9,47	29,56±11,69
Bledes	5±0,71	0,87±0,16	0,84±0,05	1,3±0,11	0,67±0,04	29,73±9,66	29,73±9,66
Brut	21,67±0,33	4,49±0,08	0,76±0,03	2,34±0,09	0,85±0,02	33,61±9,9	37,59±9,1
Cabo_Negrete	6,86±1,66	1,27±0,36	0,94±0,02	1,61±0,24	0,75±0,06	11,86±5	9,02±3,69
Cabo_Palos	5,75±1,38	1,03±0,3	0,73±0,13	1,2±0,26	0,59±0,11	39,13±12,41	31,45±14,83
Cabo_Tiñoso	6,67±2,4	1,23±0,52	0,85±0,09	1,38±0,38	0,66±0,09	31,91±11,93	31,91±11,93
Cabo_Tiñoso_Arco	7,36±0,81	1,38±0,17	0,75±0,04	1,45±0,12	0,66±0,04	32,86±6,48	32,74±6,66
Calabardina	7,88±0,79	1,49±0,17	0,89±0,04	1,81±0,13	0,79±0,04	20,52±9,29	22,95±8,65
Cap_de_les_Hortes	3,5±1,5	0,54±0,33	0,69±0,04	0,78±0,28	0,46±0,14	3,85±3,85	3,85±3,85
Cap_Freu	8±2,52	1,52±0,55	0,87±0,06	1,63±0,27	0,76±0,05	46,15±6,41	46,24±7,12
Cap_Martinet	9,58±1,3	1,86±0,28	0,87±0,02	1,87±0,15	0,8±0,03	34,49±5,49	34,36±5,57
Cap_Negre	10±1,79	1,95±0,39	0,9±0,04	1,95±0,11	0,83±0,02	39,6±8,61	29,31±6,67
Cap_Negrete	6,25±1,93	1,14±0,42	0,82±0,07	1,39±0,36	0,65±0,13	13,46±5,59	11,49±6,24
Cap_Sant_Antoni	5,14±1,14	0,9±0,25	0,86±0,06	1,33±0,26	0,65±0,09	22,67±7,63	18,89±7,07
Carallot_Oeste	8±2,04	1,52±0,45	0,56±0,04	1,13±0,2	0,53±0,08	68,9±9,81	66,7±10,66

Castell	11,25±2,46	2,23±0,54	0,77±0,03	1,83±0,25	0,76±0,08	25,78±5,95	25,78±5,95
Cerro_Negro	9±2,12	1,74±0,46	0,73±0,06	1,54±0,16	0,68±0,05	21,3±5,38	17,01±4,81
Conejera	6±0,71	1,09±0,16	0,85±0,06	1,53±0,2	0,72±0,08	53,43±5,27	53,43±5,27
Creixell_2	20,75±1,44	4,29±0,31	0,74±0,06	2,22±0,14	0,81±0,05	5,48±0,53	13,9±2,93
Culler	11±2,08	2,17±0,45	0,82±0,02	1,92±0,1	0,82±0,01	12,65±2,1	8,26±2,16
Dragonera	12,5±1,33	2,5±0,29	0,82±0,02	2,06±0,13	0,83±0,02	34,36±5,54	32,85±5,67
Espardell	14±1,83	2,82±0,4	0,84±0,01	2,2±0,1	0,87±0,01	37,81±4,57	37,81±4,57
Espero	7,25±1,32	1,36±0,29	0,83±0,04	1,58±0,08	0,76±0,01	44,45±5,95	39,92±3,34
Estalella	9±1,15	1,74±0,25	0,94±0,02	2,05±0,08	0,86±0,01	25±6,18	23,41±7,6
Estels	5,25±1,03	0,92±0,23	0,8±0,06	1,29±0,21	0,65±0,07	10,54±5,26	13,66±3,94
Far_Barbaria	14±1,73	2,82±0,38	0,83±0,02	2,16±0,12	0,86±0,02	14,37±1,85	13,33±1,73
Far_Mola	10,75±0,75	2,12±0,17	0,92±0,02	2,18±0,05	0,88±0,01	38,14±5,01	32,69±5,34
Farallons	18,5±3,89	3,8±0,85	0,68±0,06	1,96±0,32	0,75±0,1	27,13±12,74	23,14±9,97
Faro_Columbretes	12±1,87	2,39±0,41	0,67±0,04	1,64±0,13	0,68±0,04	48,11±7,08	4,87±3,05
Foradada_Cabrera	7,5±2,02	1,41±0,44	0,85±0,04	1,61±0,2	0,74±0,04	14,01±5,78	18,4±4,54
Forat	9,75±1,03	1,9±0,23	0,7±0,09	1,58±0,21	0,68±0,1	26,13±6,66	28,87±7,77
Formigues	19,5±3,48	4,02±0,76	0,78±0,03	2,29±0,2	0,85±0,03	32,04±8,72	29,78±8,13
Fornells	9,25±2,5	1,79±0,54	0,87±0,05	1,69±0,34	0,74±0,08	12,82±6,65	14,97±6,96
Fort	7,75±2,25	1,47±0,49	0,95±0,01	1,82±0,24	0,82±0,04	19,94±7,97	21,5±8,81
Fraile	4,25±0,84	0,71±0,18	0,93±0,02	1,24±0,18	0,66±0,06	22,59±8,51	28,48±8,24
Garrucha	6,71±0,92	1,24±0,2	0,87±0,03	1,58±0,12	0,75±0,03	34,17±4,52	28,51±5,33
Gavina	11,25±1,25	2,23±0,27	0,8±0,04	1,94±0,17	0,81±0,04	39,12±5,55	38,44±5,39
Guardiola	6,25±2,33	1,14±0,51	0,91±0,06	1,39±0,31	0,68±0,08	42,27±19,56	47,63±19,03
Guillola_2	18,5±2,33	3,8±0,51	0,7±0,05	2,03±0,21	0,79±0,05	39,48±7,67	39,07±7,72
Hormiga	13,8±3,38	2,78±0,73	0,77±0,07	1,83±0,28	0,75±0,06	20,24±6,29	9,43±4,25
Ifach	6,75±2,66	1,25±0,58	0,85±0,09	1,29±0,49	0,56±0,2	26,99±12,62	21,79±8,33
Ifach_Norte	15±1,15	3,04±0,25	0,78±0,03	2,11±0,04	0,81±0,02	35,41±14,4	32,38±12,46
Illa_Aire	6±2,28	1,09±0,5	0,87±0,01	1,27±0,45	0,59±0,2	51,14±17,01	49,21±17,31
Illa_Grossa	9,38±0,88	1,82±0,19	0,65±0,06	1,46±0,17	0,62±0,06	44,73±11,31	40,92±11,75
Illeta	14,75±1,25	2,99±0,27	0,81±0,06	2,15±0,14	0,83±0,04	21,85±3,99	20,87±3,38
Isla_Grosa_Murcia	11,5±2,03	2,28±0,44	0,87±0,02	2,03±0,2	0,83±0,04	22,55±6,83	25,05±5,83
Isla_Palomas	8±1,21	1,52±0,26	0,83±0,04	1,67±0,17	0,76±0,05	14,78±4,52	19,83±6,43
Isla_Tabarca_Cementerio	6,75±1,93	1,25±0,42	0,67±0,06	1,25±0,28	0,59±0,11	70,89±10,76	70,59±10,98
Islote_Carallot	9,53±1,14	1,85±0,25	0,79±0,02	1,73±0,11	0,75±0,02	71,44±5,27	51,39±7,52
Islote_Foradada	11,43±0,9	2,26±0,19	0,81±0,03	1,95±0,1	0,8±0,03	46,46±7,2	27,98±7,6
Joncols_2	17±4,78	3,47±1,04	0,9±0,03	2,43±0,21	0,89±0,02	21,7±2,45	26,47±2,4
Llosa	21,5±4,79	4,45±1,04	0,81±0,02	2,43±0,26	0,87±0,03	34,63±5,4	30,51±3,47
Loma_Pelada	5±0,58	0,87±0,13	0,83±0,03	1,28±0,14	0,64±0,05	26,35±8,44	26,35±8,44
Loza_Payo	3±0,82	0,43±0,18	0,91±0,03	0,87±0,31	0,49±0,17	5±5	5±5

Mancolibre	12,25±1,98	2,44±0,43	0,69±0,04	1,72±0,19	0,73±0,05	7,91±1,9	5,34±0,36
Mataro_2	17,25±1,03	3,53±0,23	0,83±0,06	2,35±0,12	0,88±0,02	22,85±7,84	21,87±7,57
Materet	6,5±1,71	1,19±0,37	0,81±0,06	1,39±0,32	0,64±0,11	33,42±14,66	33,14±14,19
MB2	13±2,04	2,61±0,45	0,78±0,04	1,95±0,08	0,8±0,02	9,69±4,11	10,29±4,05
Mola	5,86±0,74	1,05±0,16	0,81±0,04	1,42±0,18	0,68±0,08	36,22±10,76	35,24±11,13
Nao_Sur	8,75±1,89	1,68±0,41	0,82±0,09	1,67±0,13	0,75±0,06	36,37±18,81	23,32±9,99
Navarrete	10,75±0,95	2,12±0,21	0,75±0,06	1,78±0,16	0,77±0,04	62,05±6,87	36,53±6,4
Nuno	6±0,71	1,09±0,16	0,84±0,13	1,46±0,21	0,69±0,11	16,09±6,94	13,59±5,58
Oropesa	21,25±2,33	4,4±0,51	0,74±0,04	2,26±0,18	0,81±0,04	62,68±4,78	55,55±7,4
Pedra_Niell	18,5±1,94	3,8±0,42	0,68±0,07	1,96±0,21	0,73±0,08	7,36±1,94	6,28±2,03
Pinar	6,25±0,86	1,14±0,19	0,8±0,04	1,44±0,11	0,69±0,03	26,87±8,98	26,87±8,98
Pla_Rosat	13,75±1,44	2,77±0,31	0,69±0,08	1,79±0,2	0,73±0,07	3,33±2,32	5,09±1,85
Placer_Barra	8,17±0,65	1,56±0,14	0,75±0,04	1,56±0,07	0,73±0,03	80,08±4,26	66,47±5,7
Polacra	7,5±2,11	1,41±0,46	0,83±0,04	1,34±0,33	0,6±0,13	17,49±6,07	12,31±5,79
Port_Salvi_2	18,75±1,6	3,85±0,35	0,7±0,06	2,04±0,14	0,8±0,04	39,2±7,78	36,7±6,11
Portinatx	7,75±0,25	1,47±0,06	0,88±0,04	1,81±0,11	0,81±0,04	42,1±9,1	42,1±9,1
Portman	8,25±1,03	1,57±0,23	0,88±0,05	1,85±0,2	0,79±0,06	18,04±7,39	5,15±3,16
Punta_Falco	19,5±1,66	4,02±0,36	0,61±0,11	1,83±0,34	0,7±0,12	33,1±12,1	32,82±12,01
Punta_Figuera	10,75±1,39	2,12±0,3	0,89±0,02	2,06±0,13	0,84±0,02	42,74±6,16	40,72±5,82
Punta_Galinda	9,67±1,23	1,88±0,27	0,78±0,03	1,74±0,14	0,76±0,04	62,14±9,67	62,14±9,67
Punta_Nati	9±2,64	1,74±0,58	0,9±0,05	1,83±0,23	0,81±0,03	62,47±10,13	58,8±10,4
Punta_Prima	10,25±1,65	2,01±0,36	0,76±0,01	1,75±0,13	0,77±0,03	25,24±6,96	24,32±6,6
Punta_Rasa	5,5±1,26	0,98±0,28	0,84±0,11	1,31±0,31	0,65±0,11	33,81±10,54	33,81±10,54
Punta_Vent	1,5±0,5	0,11±0,11	#¡DIV/0!	0,35±0,35	0,25±0,25	25±25	25±25
Raco	7,25±1,65	1,36±0,36	0,89±0,04	1,68±0,18	0,78±0,04	38,99±12,88	38,54±10,68
Rates	10,25±0,25	2,01±0,06	0,74±0,06	1,73±0,14	0,76±0,05	19,69±11,32	19,69±11,32
Ratjada	17,75±1,75	3,64±0,38	0,78±0,01	2,24±0,1	0,86±0,02	17±1,68	17,93±2,61
Ratjoli	13±1,08	2,61±0,24	0,83±0,05	2,12±0,16	0,84±0,04	27,08±5,41	26,61±5,61
Redona	8,5±0,87	1,63±0,19	0,7±0,04	1,48±0,05	0,66±0,04	4,07±1,75	5,41±1,34
Refubeig	11±1,67	2,17±0,36	0,89±0,02	2,03±0,19	0,82±0,04	36,61±7,44	33,6±7,27
Regana	12,25±1,55	2,44±0,34	0,72±0,11	1,77±0,25	0,72±0,09	25,04±7,37	22,47±5,82
Rocas_Alzamora	13±1	2,61±0,22	0,8±0,04	2,04±0,03	0,82±0	61,73±8,48	57,3±12,92
Rumina	11±2,68	2,17±0,58	0,77±0,04	1,8±0,25	0,76±0,07	18,16±6,28	4,54±1,73
Sabinar	10,25±0,48	2,01±0,11	0,85±0,04	1,97±0,07	0,82±0,03	17,79±4,97	17,79±4,97
Sagunto	15±2,52	3,04±0,55	0,89±0,01	2,38±0,13	0,88±0,02	27,02±0,18	22,72±1,56
San_Andres	8,71±1,95	1,68±0,42	0,72±0,05	1,36±0,19	0,61±0,06	6,53±1,84	3,12±1,12
Santa_Eulalia	11,13±0,95	2,2±0,21	0,83±0,03	1,97±0,07	0,82±0,02	39,38±5,67	39,38±5,67
Servera	15,5±1,45	3,15±0,32	0,77±0,04	2,09±0,16	0,81±0,04	14,99±3,36	14,94±3,08
Ses_Formigues_Ibiza	9,75±1,32	1,9±0,29	0,92±0,02	2,06±0,15	0,85±0,02	24,1±8,29	22,63±7,75

Tabarca_Sur	4,33±1,2	0,72±0,26	0,88±0,08	1,16±0,24	0,64±0,07	33,73±10,24	34,96±9,12
Tagomago	6,25±1,38	1,14±0,3	0,74±0,07	1,29±0,23	0,65±0,07	43,86±7,33	42,77±7,63
Tossa	13,25±4,13	2,66±0,9	0,63±0,08	1,48±0,08	0,64±0,04	12,22±4,81	9,39±4,54
Vinaros	17±2,35	3,47±0,51	0,78±0,04	2,19±0,2	0,82±0,05	24,63±9,84	27,18±8,24
Xot	11±2,16	2,17±0,47	0,86±0,02	2,01±0,13	0,84±0,02	47,07±3,13	45,15±3,6

En cuanto a las algas. la estacionalidad es un factor determinante en el desarrollo anual de las algas que caracterizan los hábitats, por eso en el cálculo de los índices multimétricos de la demarcación LEBA no se han tenido en cuenta los datos de especies algales de la campaña INFRAROCK_1120, que tuvo lugar en invierno, periodo de menor desarrollo algal.

Los índices multimétricos, así como el índice CFR y la cobertura de especies estructurantes y sensibles se han calculado con los datos obtenidos en las campañas 2021 a 2023 para la mayoría de las estaciones. En el caso de las estaciones Cap de les Hortes, Cementerio de la Isla de Tabarca y Rocas Alzamora, se han utilizado los datos de la campaña INFRAROCK_1120, realizada en 2020, puesto que no se tienen datos de campañas posteriores.

Tabla 19. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del infralitoral rocoso. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Índice de Calidad de los Fondos Rocosos (CFR).

Estación de muestreo	S	d	j'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Albufera_de_Valencia	15,12±0,139	1,43±0,014	0,9±0	3,52±0,012	0,9±0,001	19,67±0,45	7,72±1,53	0,99±0,007
Algarrobico	14,64±0,168	1,42±0,016	0,89±0,001	3,4±0,014	0,88±0,001	34,07±4,06	24,39±6,97	0,71±0,052
Alguers	12,1±0,046	1,16±0,004	0,9±0,002	3,25±0,011	0,88±0,001	16,31±0,51	0,51±0,51	0,76±0,112
Almadrava	18,73±0,171	1,8±0,017	0,93±0,001	3,87±0,011	0,92±0,001	28,31±3,67	20,84±2,89	0,61±0,069
Almadrava_2	13,26±0,124	1,32±0,007	0,9±0,001	3,33±0,011	0,88±0,001	39,84±3,44	17,06±2,4	0,96±0,013
Almassora	17,24±0,138	1,65±0,014	0,9±0,001	3,68±0,007	0,91±0	20,12±1,16	7,24±2,08	0,64±0,084
Ametlla	15,67±0,135	1,6±0,015	0,91±0,001	3,62±0,014	0,9±0,001	21,81±5,8	17,86±5,72	0,99±0,006
Arenalet	22,86±0,211	2,14±0,019	0,92±0,001	4,15±0,013	0,93±0,001	32,45±3,31	20,19±1,76	0,97±0,033
Aubarca	14,09±0,077	1,32±0,006	0,94±0,001	3,59±0,002	0,91±0	44,77±3,17	5,48±0,92	1±0
Baix_Cols	19,45±0,148	1,84±0,013	0,93±0,001	3,97±0,014	0,93±0,001	24,39±3,07	0±0	0,81±0,089
Bajo_de_Fuera	10,07±0,069	0,98±0,007	0,88±0,001	2,92±0,007	0,84±0,001	34,79±3,39	63,97±3,13	0,88±0,052
Bajo_de_la_Llosa	17,49±0,041	1,7±0,005	0,91±0,001	3,75±0,001	0,91±0	20,27±4,5	3,45±0,29	0,89±0,008
Balis	19,54±0,034	1,81±0,002	0,94±0	4,03±0,003	0,93±0	23,8±1	2,2±0,2	0,8±0,097
Banco_Fidalgo	12,42±0,178	1,2±0,018	0,9±0,001	3,2±0,026	0,86±0,003	35,41±9,47	58,4±5,43	0,9±0,022
Barrita_Gandia	14,91±0,043	1,42±0,004	0,89±0,001	3,47±0,004	0,9±0	25,33±4	17,25±2,19	0,91±0,043
Benidorm	18,09±0,231	1,72±0,022	0,9±0,001	3,68±0,023	0,9±0,002	16,45±2,53	0,75±0,36	0,49±0,061
Bledes	12,58±0,067	1,21±0,006	0,93±0,002	3,39±0,012	0,89±0,001	25,63±4,43	25,63±4,43	0,69±0,016
Brut	12,59±0,084	1,18±0,007	0,92±0,001	3,35±0,012	0,89±0,001	23±2,18	2,7±1,37	0,82±0,092

Cabo_Negrete	15,95±0,061	1,51±0,005	0,92±0,001	3,68±0,005	0,91±0	8,69±1,7	26,59±5,26	0,67±0,089
Cabo_Palos	15,55±0,07	1,51±0,007	0,91±0,001	3,61±0,006	0,9±0,001	13,73±3,88	2,64±1,29	0,71±0,057
Cabo_Tiñoso	17,17±0,071	1,67±0,009	0,9±0,001	3,7±0,001	0,91±0	54,93±8,07	56,53±7,4	0,78±0,027
Cabo_Tiñoso_Arco	17,43±0,141	1,7±0,014	0,91±0,001	3,72±0,015	0,91±0,001	39,04±5,91	44,21±5,39	0,68±0,048
Calabardina	16,96±0,159	1,64±0,015	0,9±0,001	3,65±0,014	0,9±0,001	16,16±2,11	2,65±1,66	0,46±0,03
Cap_de_les_Hortes	4,55±0,094	0,59±0,014	0,85±0,003	1,86±0,02	0,67±0,002	49,08±2,65	0±0	0,11±0,064
Cap_Freu	17,69±0,15	1,63±0,013	0,93±0,001	3,85±0,012	0,92±0,001	15,2±2,12	11,8±1,95	1±0
Cap_Martinet	12,9±0,079	1,23±0,006	0,92±0,001	3,37±0,013	0,89±0,001	19,45±6,21	4,28±1,37	0,87±0,06
Cap_Negre	15,09±0,115	1,49±0,012	0,92±0,001	3,59±0,012	0,9±0,001	27,39±5,88	11,49±4,87	0,83±0,07
Cap_Negrete	14,33±0,157	1,37±0,015	0,89±0,002	3,39±0,016	0,89±0,001	40,65±8	0,2±0,12	0,96±0,009
Cap_Sant_Antoni	17,83±0,182	1,7±0,017	0,92±0,001	3,77±0,012	0,91±0,001	20,8±3,96	3,4±1,4	0,9±0,023
Carallot_Oeste	14,27±0,026	1,35±0,002	0,9±0	3,46±0,003	0,9±0	36,28±2,19	58,05±3,3	0,99±0,006
Castell	14,68±0,031	1,4±0,003	0,93±0,001	3,62±0,002	0,91±0	25,62±2,21	7,29±0,74	0,47±0,014
Cerro_Negro	17,29±0,134	1,68±0,011	0,92±0,001	3,77±0,009	0,91±0,001	17,04±8,89	21,84±7,67	0,6±0,12
Conejera	15,01±0,076	1,41±0,008	0,95±0,001	3,72±0,009	0,92±0,001	37,66±1,94	5,18±2,38	1±0
Creixell_2	13,43±0,182	1,29±0,017	0,92±0,001	3,43±0,022	0,89±0,002	30,36±3,45	0,7±0,7	0,97±0,017
Culler	12,65±0,194	1,23±0,021	0,9±0,003	3,24±0,013	0,88±0,001	47,96±3,42	32,23±0,57	0,97±0,015
Dragonera	15,52±0,029	1,48±0,003	0,9±0	3,56±0,002	0,9±0	28,48±1,58	6,91±2,72	0,39±0,023
Espardell	11,34±0,16	1,07±0,015	0,91±0,001	3,16±0,017	0,87±0,001	31,78±1,82	2,77±1,66	0,41±0,027
Espero	14,34±0,119	1,37±0,012	0,92±0,001	3,52±0,012	0,9±0,001	14,05±0,35	7,03±4,06	0,53±0,052
Estalella	16,33±0,136	1,52±0,013	0,94±0,001	3,76±0,008	0,92±0	18,04±0,96	23,95±1,01	0,65±0
Estels	18,36±0,038	1,7±0,003	0,94±0,001	3,95±0,006	0,93±0	15,79±5,14	30,32±6,89	0,99±0,008
Far_Barbaria	8,3±0,12	0,77±0,013	0,91±0,003	2,74±0,013	0,84±0,001	21,85±0,96	10,6±1,59	0,71±0,016
Far_Mola	11,46±0,034	1,12±0,006	0,92±0,002	3,23±0,004	0,88±0,001	47,65±2,31	2,2±0,53	0,96±0,024
Farallons	13,09±0,069	1,29±0,007	0,92±0,001	3,4±0,004	0,89±0	31,71±2,27	0,93±0,93	0,64±0,109
Faro_Columbretes	12,08±0,079	1,14±0,008	0,91±0	3,28±0,008	0,88±0,001	23,31±2,66	21,01±2,34	0,8±0,07
Foradada_Cabrera	16,48±0,109	1,56±0,009	0,92±0,001	3,7±0,008	0,91±0	27,06±1,73	22,74±1,85	1±0
Forat	16,96±0,113	1,6±0,011	0,92±0,001	3,74±0,006	0,92±0	24,04±1,17	20,59±6,27	0,97±0,026
Formigues	20,48±0,277	1,95±0,025	0,91±0,001	3,94±0,021	0,92±0,002	25,39±6,25	25,99±5,95	0,62±0,064
Fornells	13,73±0,117	1,28±0,01	0,93±0,002	3,5±0,017	0,9±0,001	15,76±5,57	16,57±6,29	0,93±0,066
Fort	16,53±0,177	1,6±0,015	0,92±0,001	3,69±0,012	0,91±0,001	30,04±6,03	3,14±2,3	1±0,001
Fraile	17,06±0,097	1,62±0,009	0,92±0,001	3,77±0,007	0,92±0	9±1,54	0,38±0,15	0,46±0,035
Garrucha	13,43±0,174	1,3±0,016	0,89±0,001	3,31±0,016	0,88±0,001	57,6±4,04	63,49±4,24	0,89±0,033
Gavina	9,79±0,166	0,93±0,016	0,91±0,002	2,96±0,022	0,85±0,002	46,4±2,88	9,15±1,93	0,54±0,022
Guardiola	12,36±0,059	1,15±0,006	0,95±0,001	3,46±0,008	0,9±0,001	36,74±2,95	5,62±1,21	0,92±0,047
Guillola_2	19,57±0,098	1,91±0,01	0,93±0,001	3,99±0,006	0,93±0	22,52±2,26	10,19±1,51	0,86±0,061
Hormiga	15,38±0,134	1,48±0,013	0,91±0,001	3,59±0,01	0,9±0,001	48,98±4,36	46,55±8,19	0,78±0,016
Ifach	13,9±0,145	1,35±0,014	0,9±0,001	3,38±0,015	0,88±0,001	18,85±7,13	10,64±5,23	0,53±0,111
Ifach_Norte	18,14±0,174	1,71±0,016	0,91±0,001	3,77±0,014	0,91±0,001	35,8±6,57	0,1±0,1	0,94±0,035

Illa_Aire	15,27±0,12	1,44±0,012	0,91±0,001	3,58±0,009	0,9±0	22,66±3,77	0±0	0,57±0,044
Illa_Grossa	18,07±0,146	1,72±0,014	0,9±0,001	3,73±0,009	0,91±0,001	19,1±4,28	26,73±4,12	0,6±0,059
Illeta	15,21±0,024	1,48±0,005	0,92±0	3,62±0,003	0,91±0	36,24±4,67	4,82±1,21	0,99±0,005
Isla_Grosa_Murcia	12,41±0,107	1,23±0,011	0,88±0,002	3,2±0,014	0,87±0,001	15,44±7,18	4,31±2,9	0,91±0,049
Isla_Palomas	18,36±0,032	1,76±0,003	0,89±0,001	3,74±0,007	0,91±0,001	15,49±3,13	16,69±3,16	0,5±0,064
Isla_Tabarca_Cementerio	9,59±0,161	0,95±0,018	0,93±0,001	2,98±0,021	0,86±0,002	38,66±4,5	2,38±1,04	0,96±0,02
Islote_Carallot	15,26±0,111	1,48±0,011	0,9±0,001	3,54±0,013	0,89±0,001	28,81±2,96	50,66±4,56	0,75±0,078
Islote_Foradada	19,09±0,104	1,84±0,01	0,89±0,001	3,8±0,012	0,91±0,001	30,48±10,34	52,05±6,24	0,74±0,082
Joncols_2	18,77±0,079	1,81±0,008	0,93±0	3,95±0,007	0,93±0	17,74±1,32	0,5±0,38	0,62±0,041
Llosa	18,09±0,237	1,74±0,022	0,92±0,001	3,81±0,018	0,92±0,001	15,03±7,37	3,51±1,73	0,43±0,022
Loma_Pelada	14,14±0,181	1,41±0,018	0,88±0,001	3,32±0,021	0,87±0,002	19,65±2,91	7,14±2,07	0,73±0,054
Loza_Payo	15,23±0,074	1,46±0,007	0,91±0,001	3,55±0,008	0,9±0,001	26,79±2,43	8,68±2,59	0,33±0,017
Mancolibre	14,23±0,093	1,37±0,008	0,92±0,001	3,53±0,011	0,9±0,001	23,77±3,22	13,68±3,38	0,75±0,062
Mataro_2	13,69±0,116	1,31±0,012	0,91±0	3,42±0,009	0,89±0	21,87±6,73	7,62±2,36	0,99±0,009
Materet	12,57±0,027	1,17±0,002	0,95±0,001	3,47±0,005	0,9±0	47,95±2,94	0,55±0,33	0,99±0,006
MB2	13,58±0,095	1,32±0,009	0,9±0,002	3,39±0,015	0,89±0,002	19,61±2,5	0±0	0,96±0,014
Mola	14,63±0,153	1,36±0,014	0,92±0,001	3,53±0,01	0,9±0	36,13±1,04	10,92±1,5	1±0
Nao_Sur	15,2±0,164	1,46±0,016	0,89±0,001	3,49±0,018	0,89±0,001	38,92±1,66	0,1±0,1	0,97±0,009
Navarrete	12,74±0,025	1,19±0,003	0,92±0,001	3,36±0,002	0,89±0	20,34±1,64	37,38±2,94	0,98±0,01
Nuno	15,26±0,043	1,42±0,004	0,96±0	3,77±0,003	0,92±0	29,6±2,02	23,26±2,86	1±0
Oropesa	13,8±0,16	1,32±0,015	0,93±0,002	3,48±0,02	0,89±0,002	12,17±2,11	11,21±1,25	0,98±0,011
Pedra_Niell	17,15±0,157	1,72±0,012	0,93±0,001	3,78±0,011	0,91±0,001	14,53±7,58	7,7±1,9	0,89±0,065
Pinar	10,65±0,092	1,02±0,009	0,91±0,001	3,11±0,013	0,87±0,001	52,17±6,52	0,22±0,22	0,92±0,018
Pla_Rosat	10,76±0,224	1,07±0,025	0,88±0,002	2,93±0,03	0,84±0,003	45,89±3,17	0,6±0,43	0,87±0,028
Placer_Barra	13,7±0,052	1,32±0,006	0,9±0,001	3,39±0,003	0,89±0	11,6±1,47	43,2±4,82	0,79±0,064
Polacra	13,26±0,141	1,28±0,015	0,91±0,001	3,36±0,014	0,89±0,001	3,61±1,55	23,53±4,3	0,52±0,057
Port_Salvi_2	19,3±0,028	1,87±0,002	0,92±0,001	3,92±0,007	0,92±0	25,5±4,46	1,3±0,57	0,93±0,027
Portinatx	13,08±0,13	1,24±0,013	0,93±0,001	3,42±0,014	0,9±0,001	37,58±1,9	11,47±2,48	0,99±0,011
Portman	12,09±0,182	1,18±0,019	0,88±0,001	3,13±0,021	0,86±0,002	67,84±2,02	0,8±0,48	0,72±0,117
Punta_Falco	14,82±0,055	1,43±0,005	0,9±0,001	3,52±0,009	0,9±0,001	33,6±3,46	0±0	0,94±0,033
Punta_Figuera	11,82±0,066	1,13±0,007	0,9±0,001	3,21±0,008	0,88±0,001	33,02±2,26	5,59±3,51	0,73±0,051
Punta_Galinda	14,23±0,028	1,39±0,003	0,9±0,001	3,44±0,006	0,89±0,001	29,94±1,44	10,97±3,41	0,61±0,009
Punta_Nati	14,03±0,151	1,34±0,016	0,93±0,001	3,54±0,013	0,9±0,001	23,94±5,3	1,76±1,76	0,59±0,052
Punta_Prima	15,18±0,167	1,45±0,017	0,92±0,001	3,6±0,017	0,91±0,001	20,14±0,76	16,59±3,48	0,96±0,016
Punta_Rasa	13,53±0,027	1,26±0,003	0,93±0,001	3,49±0,004	0,9±0	42,36±1,55	8,33±1,05	0,83±0,026
Punta_Vent	12±0	1,12±0,001	0,91±0,003	3,27±0,012	0,88±0,002	25,8±9,4	14,4±2	0,64±0,011
Raco	13,99±0,075	1,33±0,009	0,95±0	3,62±0,006	0,91±0	30,61±1,74	13,53±2,35	1±0
Rates	16,16±0,112	1,52±0,011	0,93±0,001	3,72±0,01	0,91±0,001	20,17±2,97	11,91±4,99	0,61±0,035
Ratjada	13,99±0,084	1,32±0,007	0,93±0,001	3,53±0,011	0,9±0,001	18,17±1,4	0,93±0,36	0,64±0,006

Ratjoli	13,25±0,026	1,25±0,003	0,93±0,001	3,45±0,001	0,9±0	30,92±4,1	3,51±0,94	0,4±0,024
Redona	16,42±0,042	1,53±0,005	0,92±0,001	3,7±0,002	0,91±0	18,73±2,93	14,42±1,71	1±0
Refubeig	13,31±0,134	1,32±0,014	0,91±0,001	3,35±0,012	0,89±0,001	19,81±6,6	10,17±3,21	0,74±0,083
Regana	12,28±0,148	1,15±0,015	0,92±0,001	3,31±0,015	0,89±0,001	26,88±3,13	6,82±4,08	0,62±0,017
Rocas_Alzamora	7,32±0,283	0,72±0,034	0,95±0,002	2,58±0,061	0,8±0,008	29,9±5,58	12,3±6,15	0,64±0,254
Rumina	8,95±0,207	0,85±0,021	0,89±0,002	2,73±0,031	0,83±0,004	9,6±2,69	0,13±0,13	0,24±0,033
Sabinar	18,69±0,156	1,76±0,014	0,92±0	3,88±0,011	0,92±0,001	14,57±1,1	13,24±3,37	0,92±0,083
Sagunto	15,12±0,3	1,61±0,028	0,89±0,001	3,44±0,031	0,89±0,002	21,2±0,61	4,69±2,72	0,88±0,056
San_Andres	11,98±0,084	1,15±0,008	0,91±0,001	3,23±0,01	0,88±0,001	11±2,35	46,58±6,67	0,78±0,052
Santa_Eulalia	9,16±0,198	0,94±0,023	0,87±0,005	2,73±0,025	0,82±0,003	37,16±2,42	0±0	0,62±0,032
Servera	13,79±0,142	1,32±0,015	0,92±0,001	3,46±0,012	0,9±0,001	21,94±1,61	1,92±1,41	0,64±0,014
Ses_Formigues_Ibiza	12,08±0,082	1,18±0,008	0,89±0,001	3,2±0,009	0,87±0,001	30,4±5,73	35,08±4,48	0,96±0,018
Tabarca_Sur	23,63±0,076	2,27±0,008	0,92±0	4,2±0,003	0,94±0	18,01±3,75	1,82±0,72	0,78±0,119
Tagomago	18,4±0,071	1,71±0,006	0,93±0,001	3,89±0,004	0,92±0	22,17±2,07	10,57±2,54	1±0
Tossa	12,64±0,1	1,25±0,012	0,93±0,002	3,4±0,014	0,89±0,001	8,56±1,76	0,12±0,12	0,64±0,067
Vinaros	8,35±0,159	0,82±0,016	0,87±0,001	2,63±0,024	0,81±0,003	37,54±15,14	28,28±14,19	0,86±0,049
Xot	13,21±0,073	1,23±0,008	0,94±0,002	3,49±0,002	0,9±0	23,6±1,24	9,7±1,33	0,5±0,036

Los resultados obtenidos en las 513 réplicas realizadas en el total de las 113 estaciones de muestreo para el contexto general de la demarcación LEBA (diversidad gamma) revelan una comunidad biológica con una riqueza significativa de especies, estimada en 208 taxones algales entre los 35120 individuos censados, de los cuales 183 han sido identificados a nivel de género y especie. El índice de Margalef, que considera la riqueza específica en relación con el tamaño de la muestra, indica una diversidad moderada con un valor de 13,010. La distribución equitativa de estas especies se refleja en el índice de Pielou que, con un 0,714 sugiere una uniformidad relativa en las abundancias. El índice de Shannon, que integra tanto la riqueza como la uniformidad, refleja una complejidad moderada de la comunidad con un valor coherente de 3,811. Además, el índice de Simpson muestra una probabilidad alta de seleccionar individuos de diferentes especies al azar (D= 0,965), lo que confirma la diversidad significativa presente en la demarcación. Estos hallazgos subrayan la importancia de conservar esta diversidad biológica y resaltar la necesidad de estudios continuos para comprender mejor la estructura y dinámica de esta comunidad en su contexto ecológico.

Ahora bien, cuando analizamos estos mismos índices por estación (diversidad alfa) (Tabla 19), los resultados cambian sustancialmente. La riqueza específica varía significativamente entre las 113 estaciones muestreadas (one-way ANOVA, $F_{112,400}$= 4,103; p<0,001). Se ha encontrado una riqueza específica mínima (±EE) de 4,5 especies (Cap de les Hortes) y máxima de 23,7±0,720 especies (Tabarca Sur), con un promedio general de 14,464±0,169. Al agrupar las estaciones muestreadas por Comunidad Autónoma también se han encontrado diferencias significativas (one-way ANOVA, $F_{4,508}$= 4,878; p<0,001). Como se observa en la Figura 23, la comunidad autónoma con mayor cantidad de estaciones con elevada riqueza específica es Cataluña. Sin embargo, la Comunidad

Valenciana es la que presenta los valores más extremos, albergando los máximos y los mínimos y con la mayor variabilidad en los datos.

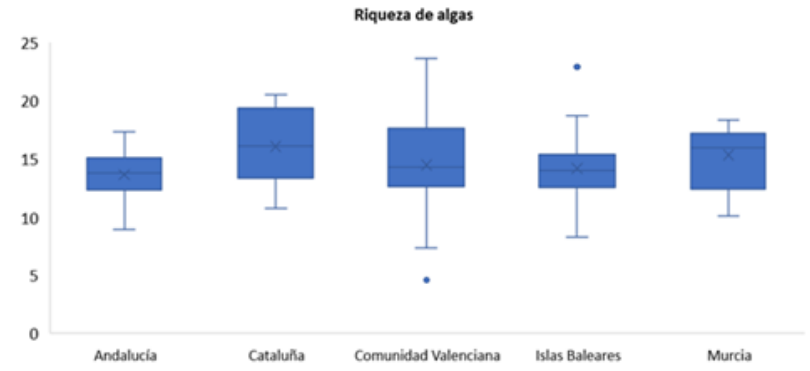


Figura 23. Estimación de la riqueza específica a nivel de diversidad a nivel de Comunidad Autónoma por el método de diagrama de caja. La línea horizontal en el diagrama indica la mediana, el margen superior e inferior del diagrama indican los percentiles 25 y 75 respectivamente, la barra superior e inferior indican los percentiles 10 y 90. La cruz indica la media, y los puntos, las estaciones de muestreo con valores extremos.

El Índice de Margalef varía significativamente entre las diferentes estaciones (one-way ANOVA, $F_{112,400}$= 3,878; p<0,001), con valores que van desde 0,588±0,014 (Cap de les Hortes) hasta 2,273±0,008 (Tabarca Sur) y un promedio general de 1,393±0,016. Entre Comunidades Autónomas (CCAA) también hay diferencias significativas (one-way ANOVA, $F_{4,508}$= 6,038; p<0,001).

En cuanto al índice de de Pielou, la mayoría de estaciones presenta un valor cercano a 0,90 lo que indica una distribución relativamente equitativa de las especies en la comunidad. Según los resultados del test de Kruskal-Wallis, existen diferencias significativas en el índice de Pielou al menos entre dos estaciones (Kruskal-Wallis, H_{112}=204,32; p<0,001). El valor mínimo observado es de 0,85±0,003 (Cap de les Hortes) y el máximo de 0,96±0 (Cap Nunó), con un promedio general de 0,914±0. Se han detectado también diferencias significativas entre Comunidades Autónomas (H_4= 57,955; p< 0,001), donde las Islas Baleares, seguidas de Cataluña, presentan los valores más altos de equidad (Figura 24).

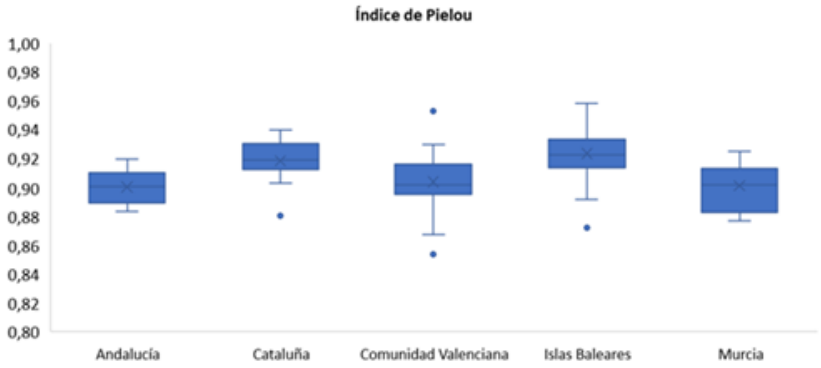


Figura 24. Estimación del índice Pielou a nivel de diversidad a nivel de Comunidad Autónoma por el método de diagrama de caja. La línea horizontal en el diagrama indica la mediana, el margen superior e inferior del diagrama indican los percentiles

25 y 75 respectivamente, la barra superior e inferior indican los percentiles 10 y 90. La cruz indica la media, y los puntos, las estaciones de muestreo con valores extremos.

El Índice de Shannon varía entre las diferentes estaciones (Kruskal-Wallis, H_{112}=208,34; p<0,001), con valores que oscilan desde 1,287±0,014 (Cap de les Hortes) hasta 2,91±0,002 (Tabarca Sur) y un promedio general de 2,400±0,014. Entre CCAA las diferencias también son significativas (Kruskal-Wallis, H_4=20,896; p<0,001).

El Índice de Simpson varía entre las diferentes estaciones (Kruskal-Wallis, H_{112}=283,70; p<0,001), con valores que oscilan desde 0,673± 0,001 (Cap de les Hortes) hasta 0,936±0 (Tabarca Sur) y un promedio general de 0,891±0,002. Al igual que en el caso del índice de Pielou, la mayoría de las estaciones muestran un Índice de Simpson cercano a 0,90, lo que sugiere una distribución relativamente equitativa de las especies. Del mismo modo que el resto de índices, Simpson también presenta diferencias al agrupar las estaciones por CCAA (Kruskal-Wallis, H_4=24,545; p<0,001).

La cobertura de especies estructurantes también varía considerablemente entre estaciones (one-way ANOVA, $F_{112,400}$= 10,550; p<0,001), habiéndose observado un valor mínimo de 0 (Cap de les Hortes y Rumina), un valor máximo del 84,061±2,168% (Garrucha) y un promedio general de 37,167±0,792%. En cuanto a la cobertura de especies sensibles censadas por estación, se ha obtenido un valor mínimo de 0 en 39 estaciones (Alguers, Baix Cols, Cap de les Hortes, Cap Negrete, Creixell 2, Esperó, Fort, Illa Aire, Joncols 2, Materet, MB2, Pinar, Punta Falcó, Punta Nati, Regana, Santa Eulàlia, Servera, Tossa) y un máximo de 63,966±2,553 y un promedio general de 15,794±0,815%. También con diferencias significativas entre CCAA (Kruskal-Wallis, H_4=58,390; p<0,001).

Los índices ecológicos apuntan a Cap de les Hortes como la estación de muestreo con menor diversidad de especies algales, siendo la que presenta menor riqueza y equidad de especies, además de ser una de las que carece de especies estructurantes y tiene menos especies sensibles. Los resultados también indican que la estación con una mayor diversidad según el conjunto de índices es Tabarca Sur (a excepción del % de cobertura de especies sensibles, que en esta estación ha sido uno de los más bajos con un 1,953±0,676%).

El índice CFR, que nos da información sobre la condición de las comunidades algales en cuanto a la abundancia relativa de especies características, su riqueza y la abundancia relativa de especies oportunistas, varía entre estaciones de muestreo (Kruskal-Wallis, H_4=55,905; p<0,001). El 49,56% de las estaciones presentan valores por encima de 0,81, por lo que su estado ecológico sería “Elevado” según el baremo propuesto por Guinda et al., (

Tabla 20). El valor máximo que puede adquirir este índice es 1, y se ha obtenido en 10 estaciones de muestreo (Aubarca, Cap Freu, Conejera, Foradada Cabrera, Mola de Formentera, Cap Nunó, Racó, Redona y Tagomago) (Figura 25).

Tabla 20. Resumen de los resultados en índice CFR en la demarcación LEBA. A cada categoría ecológica se le ha asignado un color de acuerdo con el software CFR (http://cfr.ihcantabria.com).

Rango valores CFR	Categorías Calidad Ecológica	Resultados LEBA (% estaciones)
[0,81 – 1)	Elevado	49,56
[0,6 – 0,81)	Bueno	31,86
[0,4 – 0,6)	Moderado	14,16
[0,2 – 0,4)	Pobre	3,54
[0 – 0,2)	Malo	0,88

El 31,86% de las estaciones muestran valores entre 0,6, y 0,81 por lo que sus comunidades algales se encuentran en un estado bueno. El 14,16% de las estaciones se encuentra en estado "Moderado" y el 4% en estado "Pobre". Cabe destacar que en toda la demarcación únicamente una estación ha resultado en estado "Malo", con el valor mínimo observado (±EE) de 0,106±0,045. Se trata de la estación localizada en Cap de les Hortes en la Comunidad Valenciana, cuyo fondo está compuesto entre un 70 y un 80% por sedimento y *Posidonia oceanica*, y el escaso porcentaje de hábitat rocoso (bloques medianos y pequeños) está cubierto por algas de bajo porte y turf sin presencia de algas perennes. Esta estación presenta también los valores más bajos del índice Margalef, Pielou, % de cobertura de especies estructurantes y % de cobertura de especies sensibles (Figura 25).

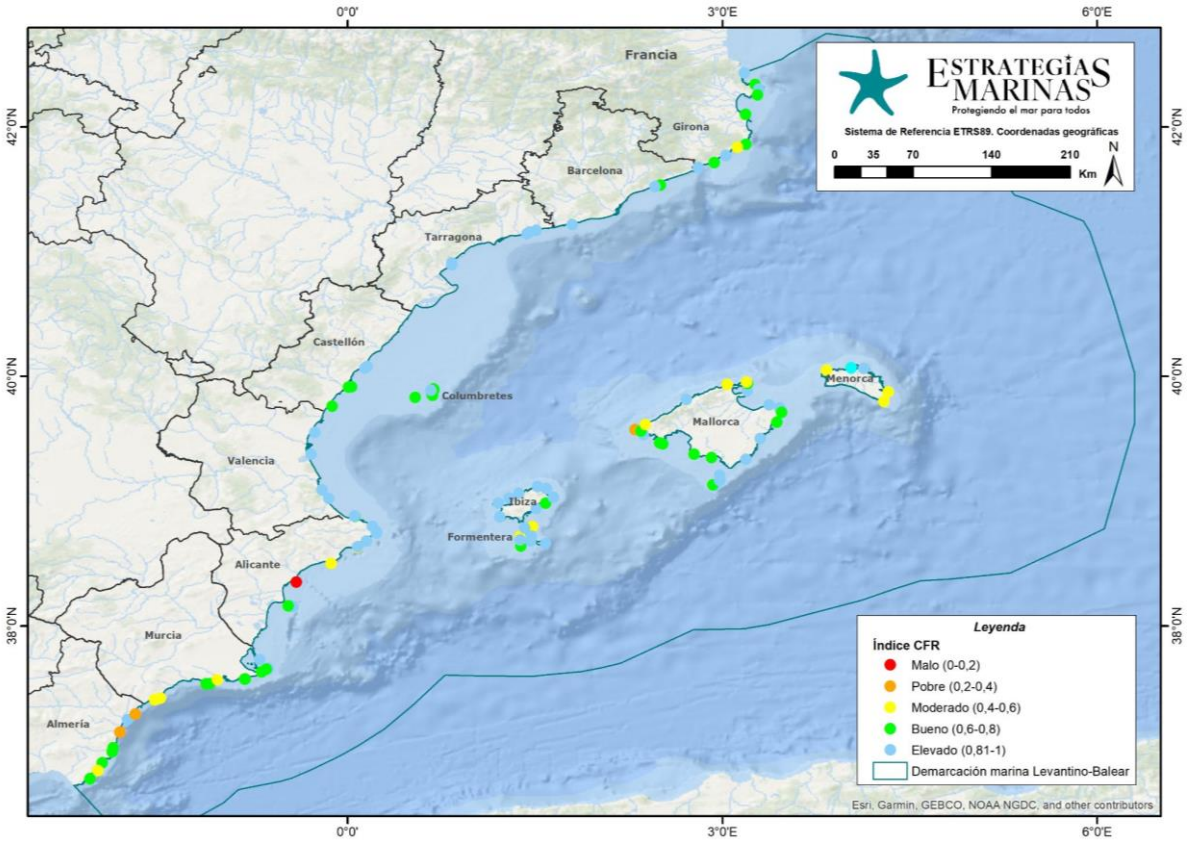


Figura 25. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo de la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

El valor promedio (±EE) observado en la demarcación es de 0,760±0,010. En general, se observan valores elevados de este índice en todas las CCAA, con mayor variabilidad de los resultados en Cataluña, Comunidad Valenciana e Islas Baleares (Figura 26).

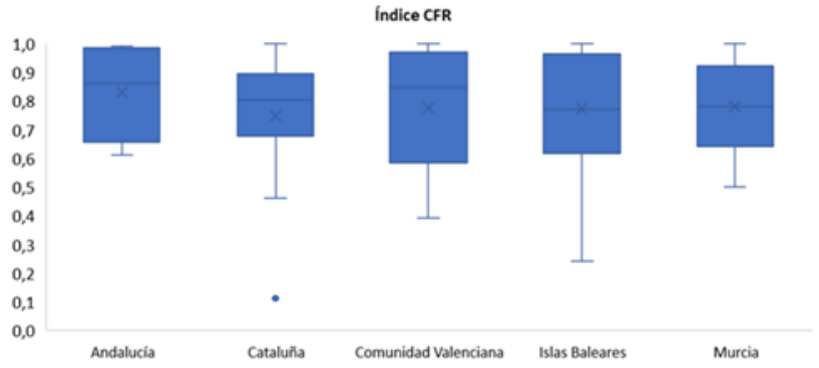


Figura 26. Estimación del índice CFR a nivel de diversidad a nivel de Comunidad Autónoma por el método de diagrama de caja. La línea horizontal en el diagrama indica la mediana, el margen superior e inferior del diagrama indican los percentiles 25 y 75 respectivamente, la barra superior e inferior indican los percentiles 10 y 90. La cruz indica la media, y los puntos, las estaciones de muestreo con valores extremos.

Tabla 21. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del infralitoral rocoso. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Albufera_de_Valencia	12±0,33	2,2±0,12	0,58±0,11	1,43±0,2	0,65±0,07
Algarrobico	18±1,26	3,03±0,12	0,52±0,12	1,51±0,23	0,58±0,1
Alguers	20±1,31	3,93±0,2	0,76±0,04	2,27±0,14	0,86±0,03
Almadrava	21±0,82	3,93±0,09	0,58±0,05	1,77±0,13	0,66±0,06
Almadrava_2	18±1	3,44±0,21	0,62±0,07	1,8±0,19	0,75±0,07
Almassora	18±0,63	3,01±0,15	0,69±0,03	2±0,04	0,81±0,03
Ametlla	17±1,03	3,95±0,19	0,86±0,05	2,43±0,19	0,9±0,05
Arenalet	25±0,58	4,09±0,13	0,72±0,06	2,32±0,18	0,84±0,06
Aubarca	16±0,5	2,44±0,07	0,31±0,18	0,86±0,44	0,33±0,2
Baix_Cols	26±1,25	5,38±0,22	0,85±0,03	2,78±0,12	0,92±0,02
Bajo_de_Fuera	21±1,45	3,07±0,19	0,4±0,07	1,22±0,14	0,49±0,07
Bajo_de_la_Llosa	ND	ND	ND	ND	ND
Balis	15±0	2,82±0,2	0,72±0,17	1,94±0,4	0,75±0,14
Banco_Fidalgo	11±0,5	1,68±0,09	0,36±0,07	0,85±0,14	0,36±0,08
Barrita_Gandia	19±1,18	3,6±0,19	0,67±0	1,99±0,07	0,8±0,02
Benidorm	24±0,29	3,6±0,04	0,43±0,03	1,37±0,09	0,5±0,04
Bledes	24±1,19	3,48±0,19	0,43±0,06	1,37±0,14	0,54±0,08
Brut	17±0,76	3,87±0,09	0,77±0,04	2,17±0,05	0,82±0,03
Cabo_Negrete	17±1	3,02±0,13	0,63±0,04	1,78±0,12	0,76±0,04
Cabo_Palos	23±0,87	4,35±0,15	0,82±0,02	2,56±0,08	0,89±0,02
Cabo_Tiñoso	ND	ND	ND	ND	ND
Cabo_Tiñoso_Arco	28±0,58	4,85±0,15	0,68±0,03	2,27±0,1	0,83±0,02
Calabardina	21±0,25	3,43±0,03	0,56±0,07	1,71±0,17	0,69±0,08
Cap_de_les_Hortes	ND	ND	ND	ND	ND
Cap_Freu	26±0,58	3,86±0,12	0,46±0,04	1,49±0,11	0,59±0,05
Cap_Martinet	13±0,58	1,95±0,01	0,49±0,07	1,26±0,16	0,5±0,07
Cap_Negre	14±0,63	2,42±0,19	0,61±0,08	1,62±0,2	0,71±0,06
Cap_Negrete	23±1,31	4,05±0,19	0,73±0,05	2,29±0,18	0,85±0,05
Cap_Sant_Antoni	21±0,75	3,49±0,09	0,61±0,06	1,86±0,17	0,75±0,07
Carallot_Oeste	20±0,85	2,86±0,14	0,56±0,08	1,68±0,21	0,71±0,06
Castell	14±1,61	2,33±0,32	0,26±0,09	0,68±0,22	0,27±0,1
Cerro_Negro	30±1,85	5,68±0,28	0,76±0,05	2,57±0,2	0,88±0,07
Conejera	17±1	2,48±0,19	0,18±0,02	0,52±0,06	0,18±0,02
Creixell_2	19±1,08	4,74±0,21	0,88±0,02	2,59±0,13	0,93±0,02
Culler	11±1,86	2,4±0,36	0,82±0,04	1,96±0,29	0,83±0,06
Dragonera	19±0,48	3,1±0,04	0,4±0,04	1,19±0,08	0,46±0,04

Estación de muestreo	S	d	J’	H’	D
Espardell	15±1,32	2,31±0,22	0,33±0,06	0,9±0,16	0,35±0,07
Espero	26±1,08	3,7±0,24	0,52±0,03	1,68±0,09	0,68±0,03
Estalella	20±2,03	3,26±0,38	0,6±0,04	1,81±0,21	0,72±0,06
Estels	24±1,89	3,65±0,23	0,69±0,03	2,19±0,11	0,84±0,02
Far_Barbaria	13±0,67	2,28±0,08	0,68±0,07	1,75±0,1	0,74±0,05
Far_Mola	17±0,73	2,66±0,12	0,35±0,09	0,99±0,2	0,39±0,09
Farallons	21±2,92	4,14±0,49	0,77±0,08	2,34±0,24	0,86±0,05
Faro_Columbretes	13±1,22	1,89±0,16	0,62±0,07	1,6±0,22	0,69±0,1
Foradada_Cabrera	23±1,55	3,47±0,22	0,68±0,03	2,14±0,14	0,83±0,03
Forat	27±2,5	4,01±0,32	0,59±0,02	1,94±0,12	0,79±0,03
Formigues	21±1,18	3,85±0,17	0,63±0,03	1,93±0,08	0,75±0,02
Fornells	23±1,68	3,25±0,19	0,36±0,03	1,11±0,04	0,47±0,02
Fort	26±1,03	6,05±0,27	0,84±0,03	2,73±0,16	0,92±0,03
Fraile	22±0,71	3,33±0,12	0,57±0,03	1,77±0,11	0,71±0,03
Garrucha	22±1,33	4,49±0,36	0,79±0,02	2,43±0,08	0,84±0
Gavina	17±0,58	2,77±0,25	0,37±0,13	1,05±0,31	0,41±0,14
Guardiola	21±2,02	3,78±0,32	0,71±0,04	2,15±0,18	0,81±0,05
Guillola_2	20±2,17	3,94±0,38	0,77±0,06	2,32±0,23	0,84±0,06
Hormiga	24±0	3,58±0,13	0,3±0,05	0,97±0,14	0,36±0,08
Ifach	20±1,49	3,2±0,27	0,38±0,07	1,15±0,21	0,42±0,09
Ifach_Norte	18±1,08	3,48±0,2	0,55±0,02	1,58±0,1	0,62±0,03
Illa_Aire	26±1,11	3,71±0,2	0,53±0,09	1,72±0,25	0,69±0,1
Illa_Grossa	24±2,02	4,28±0,21	0,74±0,03	2,37±0,06	0,84±0,03
Illeta	16±0,41	3,28±0,22	0,53±0,08	1,46±0,19	0,58±0,09
Isla_Grosa_Murcia	13±0,67	2,12±0,16	0,41±0,05	1,06±0,1	0,49±0,07
Isla_Palomas	30±3,23	4,98±0,49	0,56±0,02	1,92±0,12	0,69±0,03
Isla_Tabarca_Cementerio	21±1,11	4,35±0,17	0,79±0,07	2,42±0,2	0,88±0,06
Islote_Carallot	18±0,63	3,13±0,11	0,55±0,09	1,6±0,23	0,62±0,1
Islote_Foradada	22±0,29	3,59±0,04	0,41±0,04	1,27±0,09	0,45±0,03
Joncols_2	27±1	5,44±0,1	0,87±0,02	2,86±0,07	0,94±0,01
Llosa	24±2,27	4,63±0,47	0,54±0,06	1,71±0,27	0,64±0,09
Loma_Pelada	27±1,31	5,42±0,27	0,72±0,07	2,37±0,24	0,87±0,08
Loza_Payo	22±1,65	3,54±0,36	0,57±0,08	1,75±0,29	0,71±0,09
Mancolibre	19±0,75	3,33±0,12	0,65±0,06	1,93±0,14	0,74±0,04
Mataro_2	21±1,49	4,31±0,26	0,78±0,1	2,37±0,29	0,86±0,12
Materet	25±0,25	3,83±0,13	0,43±0,06	1,38±0,16	0,58±0,06
MB2	19±0,25	4,27±0,13	0,84±0,06	2,46±0,16	0,91±0,06
Mola	21±1,2	3,64±0,24	0,75±0,05	2,29±0,14	0,86±0,05

Estación de muestreo	S	d	J’	H’	D
Nao_Sur	19±0,41	3,44±0,15	0,69±0,03	2,04±0,1	0,81±0,03
Navarrete	21±0,29	3,45±0,05	0,64±0,01	1,94±0,02	0,77±0,01
Nuno	20±1,18	3,09±0,24	0,43±0,06	1,3±0,16	0,5±0,07
Oropesa	9±0,91	2,3±0,21	0,85±0,04	1,87±0,14	0,85±0,02
Pedra_Niell	18±0,85	3,78±0,11	0,7±0,03	2,02±0,06	0,74±0,02
Pinar	19±1,41	2,97±0,24	0,49±0,11	1,44±0,28	0,54±0,11
Pla_Rosat	14±0,76	2,91±0,29	0,51±0,03	1,33±0,12	0,55±0,11
Placer_Barra	14±0,85	2,77±0,2	0,55±0,04	1,45±0,12	0,67±0,04
Polacra	20±1,25	3,17±0,3	0,42±0,03	1,27±0,18	0,49±0,05
Port_Salvi_2	19±1,25	4,6±0,3	0,87±0,03	2,57±0,18	0,91±0,04
Portinatx	25±1,65	4,38±0,37	0,66±0,09	2,12±0,3	0,79±0,07
Portman	25±0,65	4,6±0,14	0,72±0,06	2,32±0,18	0,82±0,07
Punta_Falco	16±1,03	3,69±0,24	0,83±0,02	2,3±0,08	0,89±0,01
Punta_Figuera	18±1,03	2,41±0,16	0,57±0,05	1,65±0,11	0,74±0,04
Punta_Galinda	17±0,5	2,99±0,09	0,63±0,05	1,78±0,12	0,75±0,04
Punta_Nati	23±2	3,84±0,3	0,62±0,03	1,94±0,02	0,73±0,02
Punta_Prima	24±1,08	4,3±0,19	0,71±0,11	2,24±0,31	0,83±0,11
Punta_Rasa	26±0,75	4,64±0,23	0,66±0,08	2,15±0,23	0,76±0,09
Punta_Vent	16±0,5	2,28±0,1	0,41±0,08	1,13±0,21	0,51±0,16
Raco	25±0,75	4,54±0,16	0,73±0,05	2,35±0,16	0,86±0,05
Rates	24±2,59	3,67±0,42	0,63±0,01	2,02±0,16	0,81±0,03
Ratjada	28±1,11	4,01±0,16	0,6±0,05	2±0,13	0,78±0,04
Ratjoli	14±0,87	2,61±0,25	0,53±0,07	1,4±0,2	0,58±0,08
Redona	27±1,93	3,92±0,32	0,66±0,02	2,19±0,13	0,83±0,02
Refubeig	15±0,85	2,42±0,12	0,24±0,14	0,65±0,25	0,24±0,14
Regana	24±1	3,53±0,16	0,58±0,08	1,83±0,24	0,71±0,09
Rocas_Alzamora	16±3,04	3,33±0,62	0,71±0,02	1,98±0,53	0,78±0,22
Rumina	11±1,65	3,25±0,42	0,83±0,04	1,98±0,41	0,86±0,2
Sabinar	23±1,25	3,25±0,22	0,56±0,05	1,74±0,16	0,76±0,05
Sagunto	11±0,88	2,2±0,16	0,6±0,03	1,43±0,09	0,65±0,06
San_Andres	23±1,25	3,9±0,2	0,61±0,06	1,92±0,17	0,72±0,07
Santa_Eulalia	17±1,53	2,63±0,3	0,43±0,11	1,23±0,31	0,51±0,15
Servera	23±0,91	3,12±0,14	0,41±0,04	1,28±0,12	0,54±0,06
Ses_Formigues_Ibiza	14±0,5	1,98±0,23	0,34±0,14	0,9±0,35	0,35±0,16
Tabarca_Sur	26±0,58	4,37±0,14	0,57±0,03	1,86±0,09	0,68±0,03
Tagomago	24±1,91	4,22±0,23	0,78±0,06	2,48±0,12	0,88±0,04
Tossa	18±1,52	3,53±0,18	0,61±0,08	1,78±0,19	0,7±0,07
Vinaros	11±0,82	2,45±0,11	0,8±0,06	1,93±0,13	0,82±0,04

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Xot	21±1,09	3,32±0,22	0,56±0,1	1,7±0,26	0,63±0,11

3.1.4 Invasoras en el hábitat "Roca Infralitoral y Arrecife biogénico"

De forma complementaria a la descripción de los hábitats fotófilos y esciafilos que se muestran en el apartado siguiente (3.2), se han contabilizado las especies de algas invasoras que se encuentran dentro del 90% de las especies responsables de las agrupaciones SIMPER con las que se han obtenido los hábitats fotófilos (Figura 27). Extrayéndose una información muy útil acerca de cómo de colonizado está el hábitat dominante definido, respecto a estas algas.

Analizando estos datos de % de contribución, se obtiene que en el 50,5 % de las estaciones se ha detectado la presencia significativa de algas invasoras sobre los hábitats descritos. Las especies identificadas han sido *Caulerpa cylindracea*, *Asparagopsis armata, Asparagopsis taxiformis, Womersleyella setacea, y Lophocladia lallemandii.* No siendo detectada en las agrupaciones del SIMPER una sexta especie de invasora *Colpomenia peregrina*, detectada en la demarcación de forma anecdótica. Respecto al número de especies por estación, en el 32% de las estaciones se encuentra una única especie, mientras que en un 18 % hay dos especies invasoras en la estación y en un 1% hay hasta 3 especies invasoras. Este es el caso de "Punta Galinda" en Mallorca donde se encuentra en las agrupaciones obtenidas del SIMPER *Caulerpa cylindracea, Asparagopsis taxiformis* y *Lophocladia lallemandii*. La especie *Caulerpa Cylindracea* es la que ha registrado una mayor dominancia en las estaciones, localizándose en la zona central y sur de la demarcación, fundamentalmente desde Castellón a Almería, pero también en las Islas Columbretes y noroeste de Mallorca. La presencia más elevada se encuentra en las estaciones de Alicante. En el caso de las especies *Asparagopsis* spp se han localizado de forma representativa en los extremos de la demarcación, litoral de Girona, Murcia y Almería. Así como el Noroeste de Mallorca. Por su parte, *Womersleyella setacea*, se registra en estaciones de la costa catalana, provincia de Barcelona y Girona. Por último, se registra la especie *Lophocladia lallemandii,* pero con un % de contribución inferior a las otras especies mencionadas, en estaciones situadas en la franja central de la Demarcación LEBA, entre Castellón y Alicante, así como en las Islas Columbretes y las Islas Baleares.

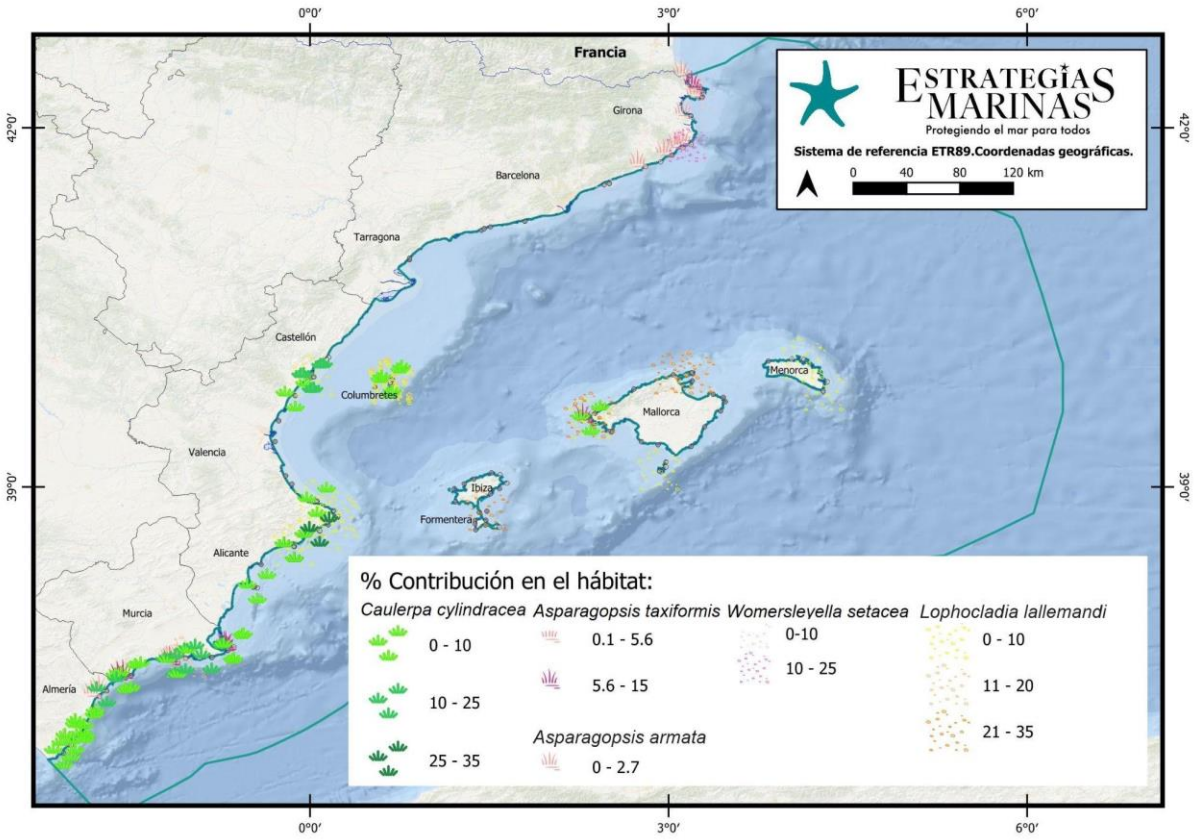


Figura 27. Localización de algas invasoras por especie y % de contribución a la agrupación del hábitat definido tras el análisis SIMPER (agrupación 90% especies frecuentes).

3.1.5 Evaluación del BHT Roca infralitoral y arrecife biogénico

En cuanto al criterio D6C4, el hábitat "Roca infralitoral y arrecife biogénico" se encuentra en Buen Estado Ambiental, dado que la pérdida que han provocado las presiones físicas entre 2016 y 2024 es sólo del 0,03%, muy por debajo del valor umbral del 2% establecido.

En cuanto al criterio D6C5, en términos generales, y según los resultados del índice CFR, el 81,42% de las estaciones muestreadas en la demarcación LEBA se encuentran en buen estado ambiental por haber obtenido una puntuación mayor a 0,6 en el índice.

3.2 Other Habitats Types (OHT)

En este apartado se muestra la definición de los hábitats dominantes fruto de la aproximación estadística descrita en la metodología para las estaciones de la demarcación LEBA. Se han analizado 421 transectos de un total de 113 estaciones distribuidas por todo el litoral peninsular e insular (Islas Columbretes y Baleares). Se han determinado un total de 18 hábitats mayoritarios en base al Inventario Español de Hábitats Marinos (IEHM), 2 de nivel 4 y 16 de nivel 5 (Tabla 22). Estos 18 hábitats tienen correspondencia con 7 de los hábitats recogidos en la clasificación EUNIS (European Nature Information System) todos ellos de nivel 4.

11 de los hábitats han sido definidos por las comunidades algales, y 7 hábitats corresponden a las comunidades de invertebrados que acompañan a los hábitats fotófilos en zonas hemiesciáfilas y esciáfilas, como son las zonas umbrías de la roca homogénea o de los bloques naturales, así como a cavidades o grietas detectadas durante el muestreo.

A continuación, se muestran dos figuras: en la Figura 28 están representados los hábitats definidos por la comunidad algal en las estaciones, y en la Figura 29 se localizan los hábitats acompañantes a la comunidad fotófila determinados por los invertebrados muestreados en las zonas umbrías de las estaciones. Como se citó en la metodología únicamente se ha definido hábitat en las zonas umbrías, cuando se han muestreado al menos 5 cuadrículas de invertebrados en el transecto con características hemiesciáfilas o esciáfilas.

Alrededor de un 90% de las estaciones se han definido con un único hábitat representativo o dos como máximo (se recuerda que en cada estación tiene un máximo de 4 réplicas o transectos de 50 m). Cabe señalar que, aunque en el mapa se muestra un único hábitat, en la mayoría de los casos existen otras comunidades mixtas compartiendo espacio.

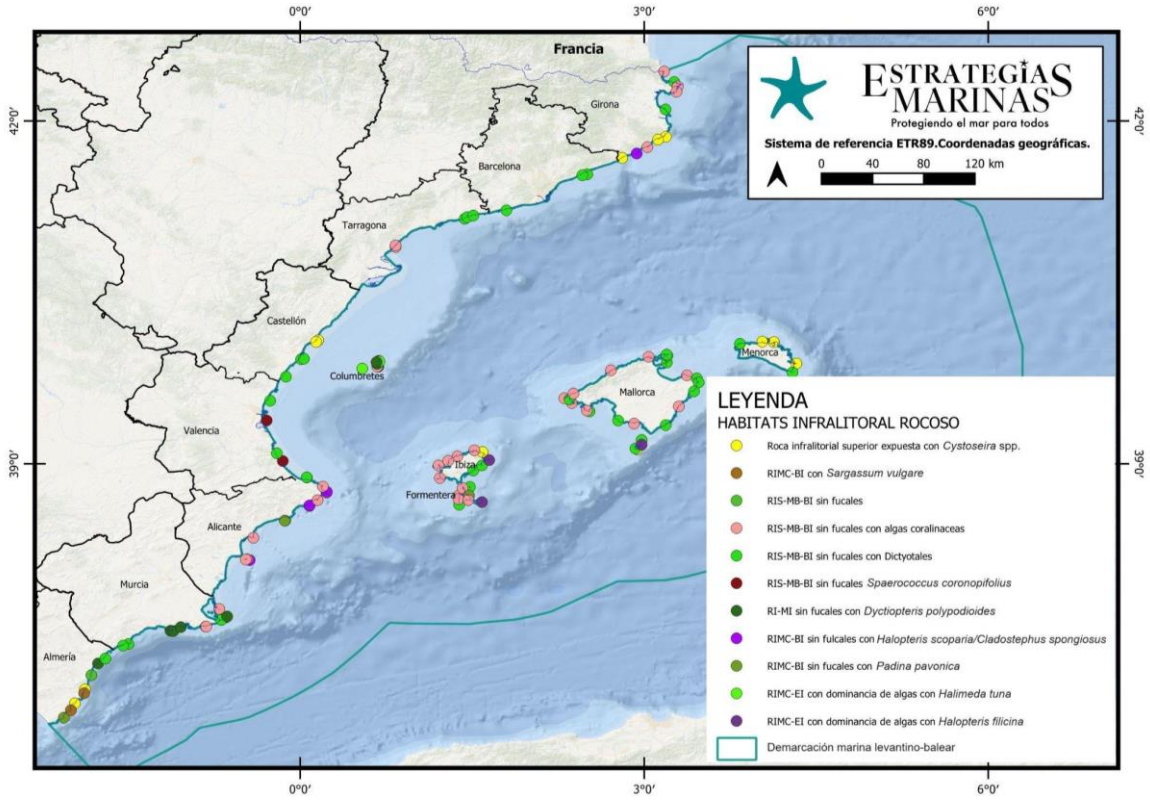


Figura 28. Hábitats predominantes definidos en cada una de las estaciones de muestreo en el estrato infralitoral rocoso. RIMC-BI (Roca infralitoral, modo calmo, bien iluminada) RIS-MB-BI (roca infralitoral superficial, modo batido, bien iluminada) RI-MI (Roca infralitoral medianamente iluminada) RIMC-EI (Roca infralitoral, modo calmo, escasamente iluminada).

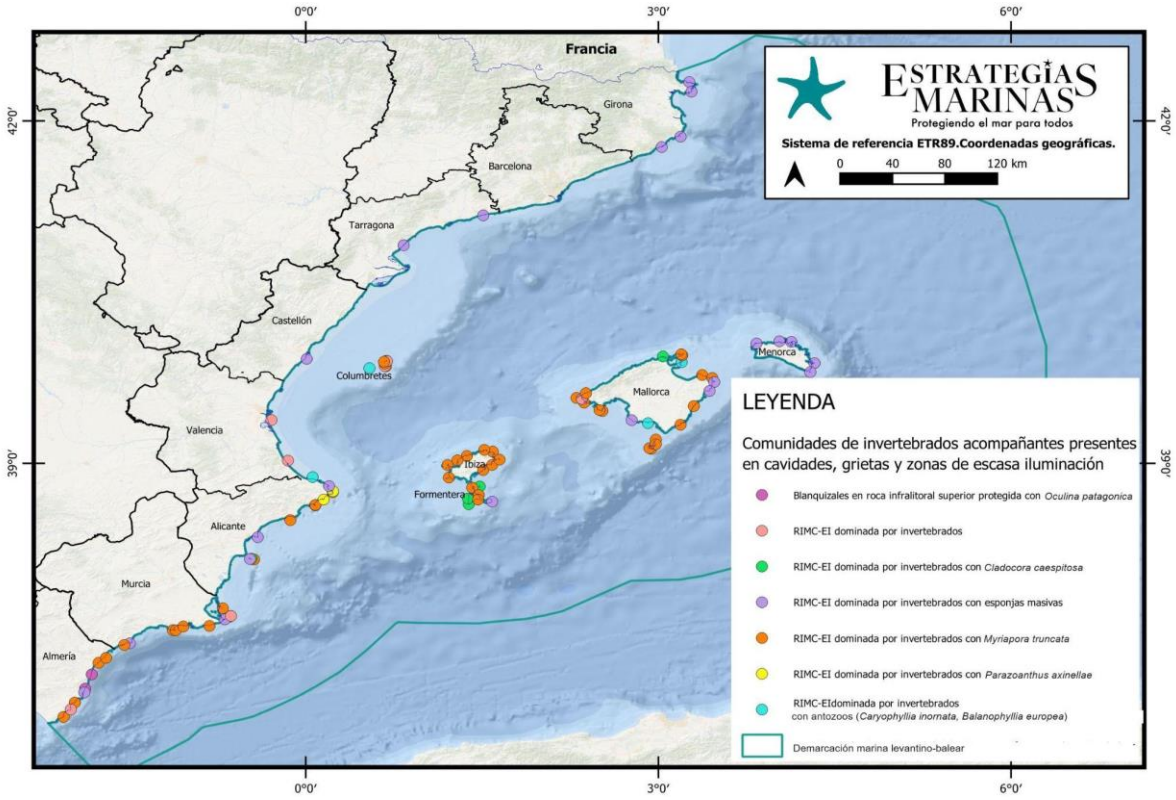


Figura 29. Hábitats definidos en cada una de las estaciones por la comunidad de invertebrados de las zonas umbrías. RIMC-EI (Roca infralitoral, modo calmo, escasamente iluminada) RIMC (Roca infralitoral, modo calmo).

A continuación, se muestra una tabla con los hábitats identificados en la demarcación LEBA tomando de referencia al IEHM y su correspondencia con la clasificación EUNIS (European Nature Information System).

Tabla 22. Hábitats identificados de la Lista Patrón y su correspondencia EUNIS, en los 421 transectos (114 estaciones) analizados con los datos de algas en la demarcación LEBA. NºT: Número de transectos. NºE: Número de estaciones.

HÁBITATS DOMINANTES DEL AMBIENTE FOTÓFILO								
Nivel IEHM	**Código IEHM**	**DESCRIPCIÓN**	**Nivel EUNIS**	**Código EUNIS**	**DESCRIPCIÓN**	**NºT**	**NºE**	**OHT**
5	301030511	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con *Sargassum vulgare* (spp.)	4	MB151L	Association with *Sargassum vulgare***	8	2	Sí
5	301011701	Roca infralitoral superior expuesta con *Cystoseira* spp.	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	54	15	Sí
4	3010222	Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminado sin fucales	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	4	1	No

HÁBITATS DOMINANTES DEL AMBIENTE FOTÓFILO								
Nivel IEHM	**Código IEHM**	**DESCRIPCIÓN**	**Nivel EUNIS**	**Código EUNIS**	**DESCRIPCIÓN**	**NºT**	**NºE**	**OHT**
5	301022203	Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con algas coralináceas	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	122	33	¿?
5	301022204	Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Dictyotales	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	146	38	¿?
5	301022206	Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con *Sphaerococcus coronopifolius*	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	9	2	No
5	301030701	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Padina pavonica*	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	12	3	No
5	301030705	Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus*	4	MB151U	Association with *Halopteris scoparia***	14	4	Sí
5	301041402	Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Dictyopteris polypodioides*	4	MB151M	Association with *Dictyopteris polypodioides***	31	9	Sí
5	301041403	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, con dominancia de algas co*n Halopteris filicina*	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	10	3	Sí
5	301041502	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, con dominancia de algas co*n Halimeda tuna*	4	MB151	Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	11	3	No
5	301030903	Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con *Oculina patagonica* y/o concreciones infralitorales de *Dendropoma petraeum*	4	MB151?	Facies and association of coralligenous biocenosis (in enclave) **	8	2	Sí
4	3010416	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada,	4	MB151?	Facies and association of coralligenous	26	8	No

HÁBITATS DOMINANTES DEL AMBIENTE FOTÓFILO								
Nivel IEHM	**Código IEHM**	**DESCRIPCIÓN**	**Nivel EUNIS**	**Código EUNIS**	**DESCRIPCIÓN**	**NºT**	**NºE**	**OHT**
		dominada por invertebrados			biocenosis (in enclave) **			
5	301041601	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Myriapora truncata*	4	MB151?	Facies and association of coralligenous biocenosis (in enclave) **	150	46	Sí
5	301041602	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Parazoanthus axinellae*	4	MC151C	Facies with *Parazoanthus axinellae**	6	2	No
5	301041604	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con esponjas masivas	4	MC151G	Facies with massive sponges and sparse red algae*	65	22	No
5	301041606	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con antozoos (*Caryophyllia inornata, Balanophyllia europaea*)	4	MB151?	Facies and association of coralligenous biocenosis (in enclave) **	11	4	No
5	301041607	Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Cladocora caespitosa*	4	MB151E	Facies with *Cladocora caespitosa* **	10	5	Sí

IEHM: Inventario Español de los Hábitats Marinos

EUNIS: European Nature Information System

NºT: Número de transectos muestreados con predominio del hábitat listado

NºE: Número de estaciones con predominio del hábitat listado

*MB151: Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae (MB15: Mediterranean infralittoral rock)

**MC151: Coralligenous biocenosis (MC15: Mediterranean circalittoral rock)

En resumen, tal y como se muestra en el diagrama de sectores de la Figura 30, en las estaciones muestreadas de la demarcación LEBA las comunidades algales del infralitoral rocoso fotófilo más representadas corresponden a hábitats sin fucales con elevada presencia de especies del orden de las Dictyotales, definido en un 41% del total

de las estaciones, seguido del hábitat sin fucales con algas de la familia Corallinaceae con un 29%. En tercer lugar, con un 16% de las estaciones muestreadas se encuentran representados los hábitats con fucales, correspondientes a bosquetes de *Cystoseira* spp. y *Sargassum* spp. como géneros estructurantes de las comunidades. Los hábitats de fucales mencionados son considerados de gran interés por su elevado valor ecológico y sensibilidad ambiental. En este sentido existen otros hábitats de elevado valor ecológico, pero en un porcentaje inferior de representación en la demarcación, como son los hábitats sin fucales con *Halopteris* spp. (*H. scoparia y H. filicina*) o el hábitat de *Dictyopteris polypodioides*, identificados en menor proporción definiéndose en un 5% y 7% del total de estaciones muestreadas respectivamente.

Los cuatro hábitats restantes definidos no superan todos ellos el 9% de representatividad de las estaciones muestreadas, considerándose hábitats de representación minoritaria en la demarcación (Tabla 22).

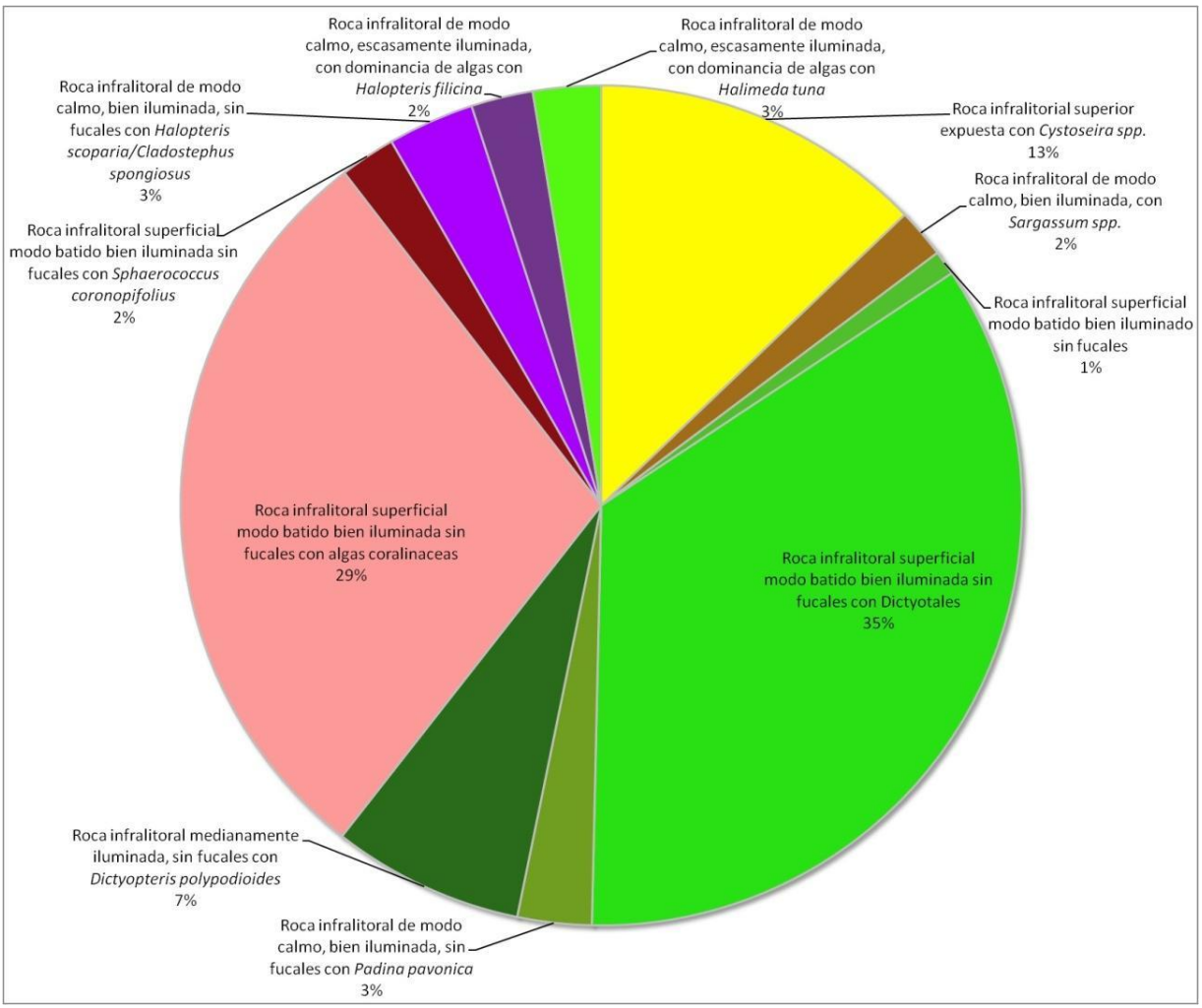


Figura 30. Proporción de cada hábitat fotófilo de infralitoral rocoso en la demarcación levantino balear teniendo en cuenta el número total de estaciones.

En cuanto a las zonas umbrías de la comunidad fotófila (Figura 31), se han detectado variaciones geográficas en cuanto a la composición y abundancia de los grupos de invertebrados que caracterizan la comunidad.

En este caso, el hábitat más representado corresponde al hábitat dominado por invertebrados con *Myriapora truncata* identificado en el 54% de las estaciones, la mayoría de ellas situadas de la zona central a meridional de la demarcación. Tanto en la costa peninsular como insular (incluidas algunas estaciones de Columbretes, Mallorca e Ibiza). Le sigue el hábitat dominado por esponjas masivas que representa un 24% de las estaciones muestreadas y cuya distribución geográfica ocupa un rango geográfico más amplio, distribuyéndose por toda la demarcación. El 22% restante está formado por 5 hábitats que no superan el 10% de las estaciones totales. A pesar de la escasa representación mencionada, se considera de interés citar por su elevado valor ecológico los hábitats de antozoos con presencia de *Cladocora caespitosa* (definido en un 4% de estaciones) y localizado en Ibiza y Mallorca, o con *Caryophyllia inornata, Balanophyllia europea* (4%) en estaciones de Mallorca Columbretes y Alicante; así como los blanquizales en roca superior protegida con *Oculina patagónica* (3%) localizado en 2 estaciones de Almería y por último, el hábitat con *Parazoanthus axinellae* (2%) registrado en 2 estaciones de Alicante.

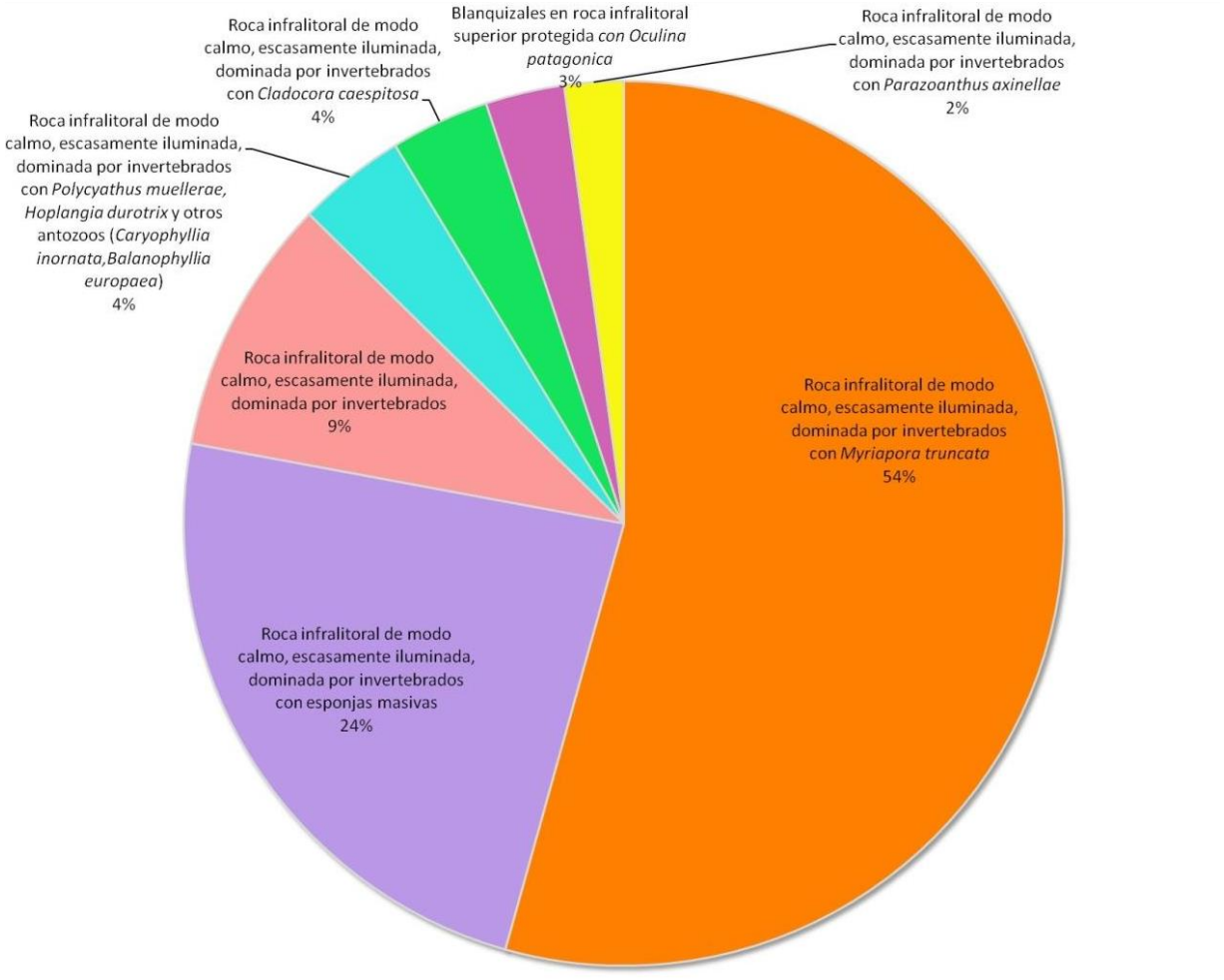


Figura 31. Proporción de estaciones por cada tipo de hábitat dominadas por invertebrados del infralitoral rocoso en la Demarcación levantino balear.

El listado de especies características de peces específico para cada tipo de hábitat, se obtuvo a partir de las agrupaciones especies estadísticamente significativas resultantes de un análisis de similaridad SIMPER utilizando

el software PRIMER6 & PERMANOVA+TM donde cada transecto constituye una réplica. La Tabla 23, muestra todas las especies ícticas identificadas como características en cada uno de los diferentes hábitats, así como las familias a las que pertenecen. Únicamente se obtuvieron agrupaciones de especies características estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en 4 de los 11 hábitats fotófiloes analizados. De las 32 especies identificadas en el conjunto de estos 4 hábitats, 14 especies (44%) aparecen en todos estos hábitats (ver Tabla 21). Las familias que a la que pertenecen estas especies son: Labridae (35,7% de las especies), Serránidae (21,4%), Spáridae (21,4%), Pomacentridae (7,1%), Apogonidae (7,1%) y Tripterygiidae (7,1%). Estas cifras ponen de manifiesto que, en términos de número de especies, la comunidad íctica está dominada por lábridos, serránidos y espáridos. Para el resto de hábitats identificados en la demarcación Levantino-Balear, el número de observaciones de peces recogidas en los censos visuales fue muy limitado, por lo que las agrupaciones de especies de peces resultantes no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Tabla 23. Especies de peces características de los OHT cuyas agrupaciones fueron estadísticamente significativas en el análisis SIMPER. 301011701 (Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.), 301022203 (Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con algas coralináceas),301022204 (Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Dictyotales), 301041402 (Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con Dictyopteris polypodioides).

Especie	Familia	301011701	301022203	301022204	301041402
**Apogon imberbis*	Apogonidae	X	X	X	X
Atherina boyeri	Atherinidae				X
Boops boops	Sparidae		X	X	
**Chromis chromis*	Pomacentridae	X	X	X	X
**Coris julis*	Labridae	X	X	X	X
Diplodus annularis	Sparidae		X	X	
**Diplodus sargus*	Sparidae	X	X	X	X
**Diplodus vulgaris*	Sparidae	X	X	X	X
Epinephelus costaeDA	Serranidae				X
**Epinephelus marginatusDA*	Serranidae	X	X	X	X
Gobius xanthocephalus	Gobiidae				X
Labrus merula	Labridae	X	X		X
Oblada melanurus	Sparidae		X		X
Mullus surmuletus	Mullidae	X	X		
Muraena helena	Muraenidae	X			X
Pagrus pagrus	Sparidae				X
Parablennius pilicornis	Bleniidae				X
**Sarpa salpa*	Sparidae	X	X	X	X
Sciaena umbra	Sciaenidae			X	X
Scorpaena maderensis	Scorpaenidae		X	X	
**Serranus cabrilla*	Serranidae	X	X	X	X
**Serranus scriba*	Serranidae	X	X	X	X
Spicara smaris	Centracanthidae		X		
Spondyliosoma cantharus	Sparidae			X	X
Symphodus doderleini	Labridae			X	X
**Symphodus mediterraneus*	Labridae	X	X	X	X
**Symphodus ocellatus*	Labridae	X	X	X	X
**Symphodus tinca*	Labridae	X	X	X	X
**Thalassoma pavo*	Labridae	X	X	X	X
**Tripterygion delaisi*	Tripterygiidae	X	X	X	X
Tripterygion melanurus	Tripterygiidae	X			

* Especies que son comunes a todos los hábitats

DA Depredador apical

3.2.1 Hábitats dominantes del ambiente fotófilo

A continuación, se realiza una breve descripción de los hábitats definidos, enumerando aquellas algas características y acompañantes que conforman el 90% responsable de la agrupación que define el hábitat. Además, se aporta información de especies de otros grupos taxonómicos acompañantes a la comunidad como son los invertebrados y peces.

Hábitat 03010221 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con fucales"

Forman densos bosques que proporcionan hábitat, alimento y refugio a numerosos organismos. Tienen un elevado valor ecológico y muchas de sus especies estructurantes se consideran indicadoras de buena calidad ambiental en el infralitoral rocoso Mediterráneo, ya que son sensibles a las variaciones ambientales, como el aumento de la temperatura y presiones antrópicas, como el incremento de la turbidez o los contaminantes.

En la demarcación LEBA se han observado principalmente hábitats con *Cystoseira* spp. y *Sargassum* spp. El primero de ellos más propio de aguas con fuerte hidrodinamismo y el segundo presente en zonas más calmadas. Las especies de estos géneros han sufrido una regresión importante y generalizada, forzada por causas antrópicas, llegando a considerarse funcionalmente extintas en algunas zonas (Thibaut *et al.* 2005; Thibaut *et al.* 2015). Además, se han registrado otras especies de fucales en menor frecuencia de aparición como *Ericaria brachycarpa*, *Treptacantha squarrosa* y *Treptacantha abies- marina*.

En los subapartados siguientes se describen en detalle los hábitats asignados a las estaciones, que parten del hábitat mencionado en un nivel superior nivel 5 IEHM:

- 0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con *Cystoseira* spp."
- 301030511 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con *Sargassum vulgare* (spp.)"

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la localización de las estaciones con los 2 hábitats de fucales identificados en la demarcación. Así mismo, se muestran otras estaciones donde, aunque se ha detectado presencia de algunos pies de fucales no tienen suficiente entidad para definir el hábitat en la estación. La mayor frecuencia de aparición corresponde al litoral de las Islas Columbretes, seguido de Almería, Baleares principalmente en el norte de Menorca, Cabrera y norte de Ibiza, Murcia y Cataluña.

Las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.

0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con *Cystoseira* spp."

En la demarcación LEBA este hábitat se encuentra representado en 54 transectos en un total de 15 estaciones, hallándose en las provincias de Almería, Murcia, Castellón (litoral peninsular e Islas Columbretes), Girona, e Islas Baleares (norte de Ibiza, Cabrera y noreste de Menorca) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Este hábitat tiene como especies estructurantes las algas fucales pertenecientes al género "*Cystoseira"* (Figura 32). Las especies de este género se consideran un excelente indicador ecológico, ya que son especialmente sensibles a la contaminación. Además, salvo *Cystoseira compressa* el resto de especies de este género se incluyen en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y en su caso, en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011). Las especies identificadas ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición han sido *Cystoseira brachycarpa, Cystoseira compressa, Cystoseira mediterránea, Cystoseira spinosa, Cystoseira crinita, Cystoseira zosteroides, Cystoseira tamariscifolia, Cystoseira abies-marina, Cystoseira humilis, Cystoseira foeniculacea. Ericaria brachycarpa, Treptacantha squarrosa y Treptacantha abies-marina.*

Acompaña al hábitat en todas las estaciones especies de algas del orden de Dictyotales, y especies de algas de pequeño porte tapizantes (en adelante denominadas "Turf"), así como especies de la familia Corallinaceae, *Sphaerococcus coronopifolius*, *Halopteris* spp o *Acinetospora crinita.* Por su parte, en las Islas Columbretes destaca la presencia de *Halimeda tuna* y *Lithophyllum incrustans* en los ambientes más esciáfilos y calmados de las estaciones.

Los invertebrados con mayor contribución en el ambiente fotófilo corresponden a la esponja *Crambe crambe*, seguida del equinodermo *Paracentrotus lividus* y del briozoo *Reptadeonella violacea*.

En cuanto a la morfología de la roca, señalar que, salvo la estación Algarrobico, situada en el litoral de Almería, que tiene una morfología predominante de bloques pequeños y medianos, en todas las estaciones predomina una morfología de roca continua y/o bloques de gran tamaño de más de 2 m de altura.



Figura 32. Imagen de Cystoseira sp. en una de las estaciones de muestreo.

Por último, las agrupaciones de especies de peces derivadas del análisis de similaridad para este hábitat, permitieron identificar un total de 19 especies de peces, que pueden ser consideradas características de este hábitat (p<0,01; N=54) en la demarcación Levantino-Balear. Dentro del conjunto de especies de peces características de este hábitat, se incluyen diversas especies muy comunes en el resto de hábitats estudiados. Los lábridos son la familia con mayor representación en términos de número de especies, con representantes de

pequeño porte como *Thalassoma pavo* y *Coris julis*, especies de porte algo más grandes como *Symphodus ocellatus, Symphodus mediterraneus, Symphodus tinca,* así como el mayor de los lábridos en la demarcación, *Labrus merula.* Los espáridos omnívoros *Diplodus sargus* y *Diplodus vulgaris* así como el herbívoro *Sarpa salpa* también aparecen como especies características de este y otros hábitats. Otras especies muy comunes son los serránidos *Serranus cabrilla* y *Serranus scriba* y el depredador apical *Epinephelus marginatus*. Este hábitat ha sido el único de los 4 con agrupaciones estadísticamente significativas, en el cual, el blénido *Tripterygion melanurus* ha sido retenido por los análisis como especie característica. En este hábitat las familias dominantes en términos de número de especies características son: Sparidae (31,58% de las especies características), Labridae (31,58%) y Serranidae (15,79%).

301030511 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con *Sargassum vulgare* (spp.)"

En la demarcación LEBA este hábitat se encuentra representado en 8 transectos de un total de 2 estaciones, ambas se encuentran en la provincia de Almería (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este hábitat tiene como especies estructurantes las algas fucales pertenecientes al género *Sargassum*. Las especies identificadas en los muestreos han correspondido a *Sargassum acinarium* y *Sargassum vulgare* (Figura 33). Las especies de este género se consideran un excelente bioindicador, ya que al igual que el género *Cystoseira* son especialmente sensibles a los cambios ambientales (no toleran cambios bruscos de temperatura) y a las presiones antrópicas. Gracias a su estructura ramificada forman bosquetes proporcionando refugio de multitud de organismos.

En todas las estaciones, acompañan a la comunidad las especies algales *Padina pavonica* y *Halopteris scoparia*, además de turf, que nos da una idea de la posible degradación del hábitat.

En cuanto a la fauna estructural acompañante destacable, la esponja *Crambe crambe*, el equinodermo *Paracentrotus lividus* y el briozoo *Reptadeonella violacea* son las especies de invertebrados más abundantes.

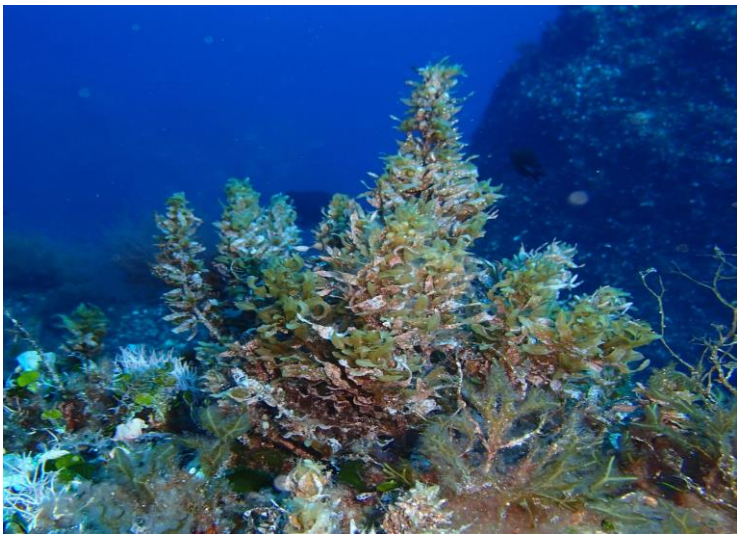


Figura 33. Imagen de Sargassum vulgare en una de las estaciones de muestreo de la demarcación LEBA.

Por último, las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat no fueron estadísticamente significativas (p > 0,05), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.

Hábitat 03010222 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales"

Como se introdujo al inicio del apartado se trata del hábitat más representado en la demarcación levantino balear, aunque tal y como se muestra en la tabla únicamente se ha asignado a 4 transectos de 1 estación situada en Almería (Rumina). Esta estación es un área de bloques sueltos de pequeño tamaño y cantos donde predomina la especie *Acetabularia acetabulum,* así como otras algas de pequeño porte o "Turf". La fauna estructural de esta comunidad corresponde a colonias de hidrozoos también de pequeño porte y a su vez se han detectado colonias de *Oculina patagonica*.

En el resto de estaciones que partirían de este hábitat de nivel 4, se ha registrado el predominio de un taxón característico que permite definir el hábitat en un nivel más detallado, pasándose a nivel 5 del IEHM.

A continuación, se enumeran los tres hábitats de roca infralitoral en modo batido sin fucales con taxones estructurales definidos según el IEHM.

- 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales algas coralináceas"
- 0301022204 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Dictyotales"
- 301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Padina pavonica*"

Agrupando los tres hábitats de subnivel 5 obtenidos, tendríamos 281 transectos, que corresponden a un total de 74 estaciones, es decir, alrededor del 65 % de las estaciones muestreadas.

0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales algas coralináceas"

Se trata del segundo hábitat mejor representado de la demarcación LEBA con 122 transectos en un total de 33 estaciones (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este hábitat tiene como especies estructurantes las algas pertenecientes a la familia Corallinacea (Figura 34). Poseen paredes calcificadas en forma de calcita. Se consideran ingenieras de ecosistemas, y pueden modificar hábitats (Foster 2001; Pezzolesi *et al.* 2017). Las coralináceas presentan la habilidad de colonizar y prosperar en un amplio régimen de condiciones ambientales (luz, temperatura, hidrodinamismo) y juegan un papel importante en el ciclo del carbono (Aguirre *et al.* 2000; McCoy & Kamenos 2015). Las estaciones donde se ha clasificado dicho hábitat se encuentran en las provincias de Murcia, Alicante, Castellón (Islas Columbretes), Tarragona, Girona, e Islas Baleares (Ibiza, Formentera y Mallorca).

Las especies estructurales del hábitat identificadas y ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición han sido principalmente *Ellisolandia elongata, Jania virgata,* y *Jania adhaerens,* seguidas en una frecuencia sustancialmente inferior por *Jania longifurca, Corallina caespitosa, Jania Rubens, Corallina officinalis, Haliptilon sp* y *Jania capillacea.* Las tres primeras especies se consideran mayoritariamente epilíticas colonizando una diversidad elevada de sustratos, son propias de zonas batidas y pueden soportar condiciones extremas e incluso abrasión por arena.

Como algas acompañantes se encuentran en gran proporción Dictyotales, y *Halopteris* spp. (*Halopteris filicina* principalmente pero también *Halopteris scoparia*). Además, también se registran *Cladostephus spongiosus*, *Sphaerococcus coronopifolius*, y en un menor número de estaciones *Laurencia obtusa*, *Wrangelia penicillata*. Además, encontramos *Peyssonnelia squamaria*, y *Flabellia petiolata* en las zonas menos iluminadas y calmadas de la estación de "Cap de les Hortes" en Alicante y en la estación "Mola" de Mallorca.

Respecto a los invertebrados más representados son las esponjas *Crambe crambe*, *Sarcotragus spinosulus* y *Cliona viridis*, el equinodermo *Paracentrotus lividus y el briozoo Reptadeonella violacea*.



Figura 34. Detalle de una especie de la familia Corallinaceae Jania adhaerens (izquierda) y del ambiente del hábitat descrito (derecha).

Por último, un total de 21 especies de peces que pueden ser consideradas como características de este hábitat en base al análisis SIMPER ($p < 0,001$; N=119). Además de las especies de lábridos, serránidos y espáridos que son muy comunes en la demarcación y aparecen prácticamente en todas las inmersiones (ver descripción hábitat 301011701), también cabe destacar la presencia de la oblada (*Oblada melanurus*) y el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*) y la boga (*Boops boops*) entre sus especies características. Este hábitat también ha sido el único en el cual el centracanthido *Spicara smaris* ha sido retenido dentro del grupo de las especies características. Destacar también la presencia del escorpédido *Scorpaena maderensis*, entre las especies características. Este escorpénido fue una especie alóctona en la demarcación, aunque a día de hoy ya se considera integrada en esta. En este hábitat las familias dominantes en términos de número de especies características son: Sparidae (28,57% de las especies características) Labridae (28,57%) y Serranidae (14,29%).

0301022204 “Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Dictyotales”

Se trata del hábitat más frecuente de toda la demarcación LEBA con 146 transectos en 38 estaciones (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Las estaciones donde se ha clasificado dicho hábitat se distribuyen por la totalidad del litoral de las provincias e Islas de la demarcación salvo Islas Columbretes. Cabe señalar que en esta localización existen estaciones con *Dictyopteris polypodioides* (Figura 35) que pertenece al Orden Dictyotales pero que forma un hábitat diferenciado y se encuentra representado y descrito con otro código IEHM).

Las principales especies estructurales del hábitat identificadas en la demarcación ordenadas de mayor a menor frecuencia de aparición han sido principalmente especies del género *Dictyota*: *Dictyota dichotoma, Dictyota dichotoma* var *intricata, Dictyota implexa,* y *Dictyota fasciola,* seguido de las especies *Taonia atomaria, Zonaria tournefortii, Lobophora* sp. Estas algas pertenecientes al género *Dictyota* se consideran competidoras importantes con otros organismos sésiles, compitiendo por el espacio y la luz en el ecosistema costero, ya que gracias a la producción de sustancias alelopáticas tienen capacidad de disuadir a sus depredadores en ambientes con elevada presión de herbivoría. Aunque el grupo estructural que conforma el hábitat corresponde a especies del Orden de Dictyotales, dependiendo de la estación se observa una diversidad muy elevada en cuanto al resto de flora acompañante que contribuye a la agrupación, registrándose especies como *Sphaerococcus coronopifolius*, *Peyssonnelia* spp, *Sporochnus pedunculatus*, *Tricleocarpa fragilis, Anadyomene stellata*, *Halopteris scoparia*, *Dasycladus vermicularis*, *Digenea simplex*, *Amphiroa cryptarthrodia* y “Turf”.

En cuanto a los invertebrados acompañantes se encuentran principalmente las especies de esponjas *Crambe crambe*, y *Sarcotragus spinosulus*, el equinodermo *Paracentrotus lividus* y los cnidario *Balanophyllia europaea* y *Cladocora caespitosa*, protegida esta última mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546).



Figura 35. Ambiente dominado por el hábitat 0301022204 “Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Dictyotales” donde destaca la presencia de Dictyopteris polypodioides.

Por último, en cuanto a la ictiofauna asociada, el análisis SIMPER ha permitido identificar un total de 20 especies identificadas como características de este hábitat (p < 0,001; N=145). En este caso, todas las especies características también lo son de alguno de los otros tres hábitats con agrupaciones estadísticamente significativas. Destacar entre las especies características de este hábitat, la presencia del scienido *Sciaena umbra*, la boga *Booops boops,* el raspallón *Diplodus annularis,* la chopa *Spondyliosoma cantharus* y el labrido *Symphodus doderleini.* Destacar también la presencia del escorpénido *Scorpaena maderensis*, entre las especies características. Anteriormente considerada alóctona y que hoy ya se integra entre las especies de la demarcación. En este hábitat las familias dominantes en términos de número de especies características son: Labridae (35% de las especies características), Sparidae (30%) y Serranidae (20%).

301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Padina pavonica*"

En la demarcación LEBA este hábitat se encuentra representado en 12 transectos en un total de 3 estaciones. Las estaciones donde se han registrado se encuentran en las provincias de Almería, Alicante e Islas Baleares (Formentera) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). No obstante, aparece como acompañante en prácticamente todas las estaciones definidas como "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminadas sin fucales con Dictyotales". Este hábitat tiene como especie estructurante el alga perteneciente al orden de Dictyotales: *Padina pavonica* (Figura 36). Se trata de una especie epilítica crece sobre numerosos sustratos y siendo frecuentemente epifitas de otras algas. Su presencia se relaciona con un buen estado ambiental del entorno, y se suele localizar en zonas bien iluminadas de bajo hidrodinamismo. Adopta tonalidades nacaradas y blancuzcas como resultado de la calcificación con filamentos de aragonito que la recubren, hecho que la hace sensible a la acidificación oceánica (Gil-Díaz *et al.* 2014). Es usada por algunas especies de erizos para camuflarse.

Las principales especies de invertebrados acompañantes son las esponjas *Crambe crambe* y *Chondrosia reniformis*, el briozoo *Reptadeonella violacea* y el equinodermo *Paracentrotus lividus*. El cnidario *Cladocora caespitosa*, protegido mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546) también se ha registrado en este hábitat.

Por último, las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat no fueron estadísticamente significativas (p > 0,05), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.



Figura 36. Imagen ejemplo de ambiente dominado Padina Pavonica.

Hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con *Sphaerococcus coronopifolius*"

En la demarcación, se ha definido este hábitat como predominante en 9 transectos de 2 estaciones, ambas situadas en el litoral valenciano (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Este hábitat tiene como especie estructural el alga *Sphaerococcus coronopifolius* (Figura 37). Esta alga rodofícea puede ser epilítica o epifítica, pudiendo colonizar los rizomas de *Posidonia oceanica*. Se considera que tolera bien la contaminación, así como las sustancias alelopáticas del alga exótica *Rugulopteryx okamurae.*

Aparte del alga estructural que da nombre al hábitat *Sphaerococcus coronopifolius,* se encuentran como predominantes algas del Orden de Dictyotales, *Halymenia floresia*, *Flabellia petiolata* y/o *Mesophyllum alternans*. Las principales especies de invertebrados acompañantes son el briozoo *Myriapora truncata*, la esponja *Crambe crambe*, el antozoo *Cladocora caespitosa* y la ascidea *Halocynthia papillosa*. Entre ellas cabe destacar el cnidario *Cladocora caespitosa* por tratarse de una especie protegida mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546).



Figura 37. Detalle de la. especie Sphaerococcus coronopifolius.

Por último, las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat no fueron estadísticamente significativas (p> 0,05), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.

Hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus*"

Este hábitat se ha identificado en 14 transectos de 4 estaciones, situadas en estaciones del litoral de Alicante y Girona (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Las especies estructurales de este hábitat son *Halopteris scoparia* y *Cladostephus spongiosus* (Figura 38).

Halopteris scoparia se considera una especie oportunista. Lo cual se ve favorecido por su reproducción, principalmente asexual, en la que algunas de las ramas se modifican volviéndose propágulos los cuales se desprenden y nadan libremente hasta fijarse en un sustrato adecuado y dar lugar a un nuevo individuo, este hecho favorece que pueda extenderse rápidamente en cualquier tipo de ambiente. No obstante, se ha puesto de manifiesto puede albergar comunidades de gran diversidad y riqueza específica, y además se le atribuyen dos estadios estacionales a lo largo del año, con una comunidad asociada desarrollada en verano y una comunidad diversificada en invierno.

Por otro lado, se ha observado que tiene capacidad de colonizar los rizomas de las praderas de fanerógamas en regresión.

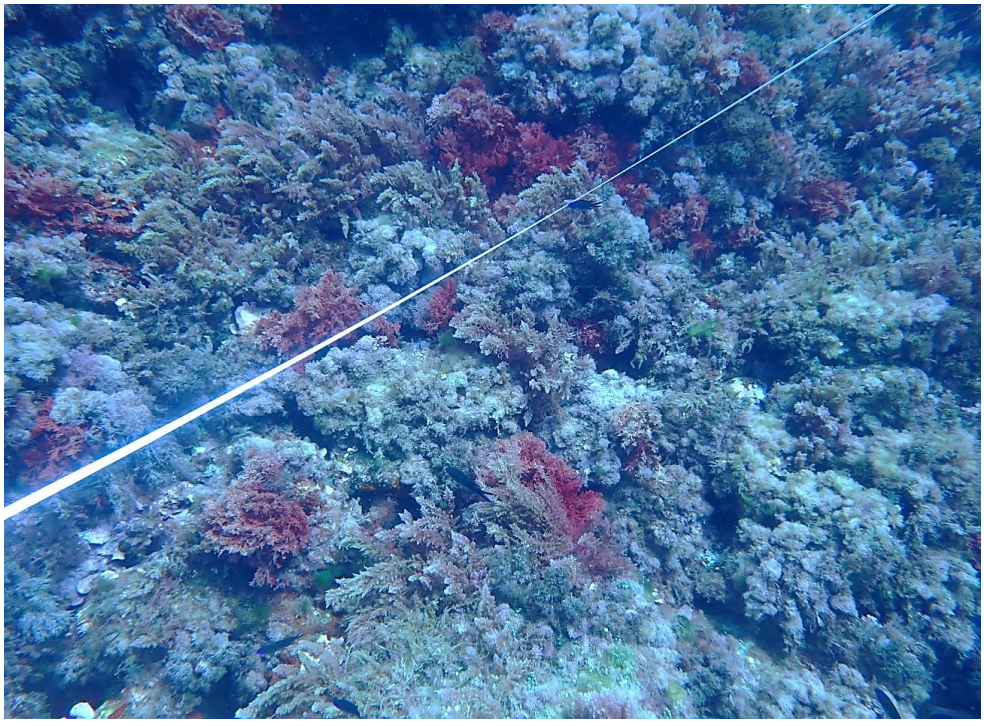


Figura 38. Detalle de la especie Halopteris scoparia en una estación de muestreo.

Además de las especies que lo definen, acompañan a la comunidad especies del Orden de las Dictyotales, especies de la Familia de las Corallinaceae y *Sphaerococcus coronopifolius o Halopteris filicina*. Como fauna acompañante se encuentran las esponjas *Crambe crambe* y *Chondrosia reniformis*, el anélido *Protula tubularia* y el equinodermo *Arbacia lixula* como principales especies de invertebrados.

Por último, las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat en concreto, no fueron estadísticamente significativas (p > 0,05), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.

Hábitat 0301041403 "Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con *Halopteris filicina*"

Este hábitat se ha definido en 10 transectos de 3 estaciones situadas en el litoral de Cabrera, de Ibiza y Formentera esta última concretamente en la estación "Faro de la Mola", a pesar de ser una estación de tan solo 12 metros su morfología mixta con bloques de diversos tamaños da lugar a un ambiente hemiesciáfilo en algunos tramos que favorece a esta comunidad (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Este hábitat tiene como especie estructural *Halopteris filicina* (Figura 39). Las características de esta especie son muy similares a las descritas para el hábitat anterior.

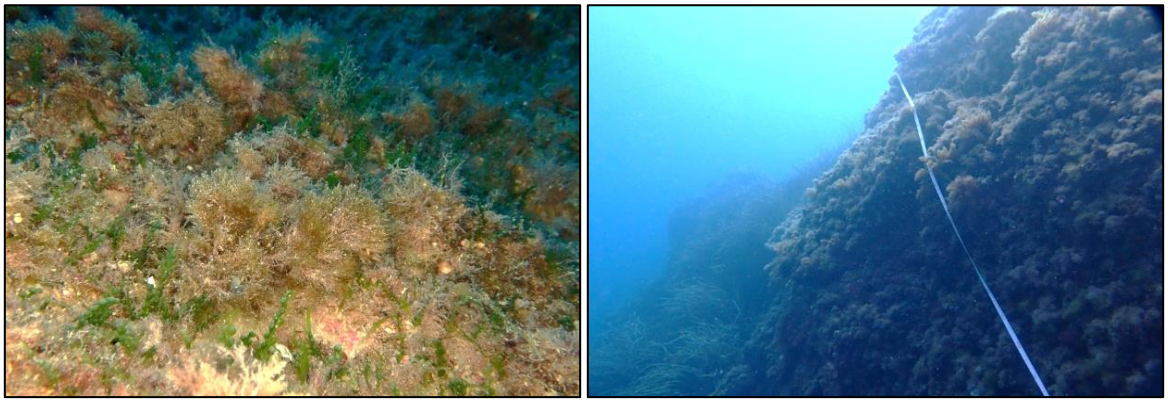


Figura 39. Detalle de Halopteris filicina (izquierda) ambiente del hábitat (derecha).

Entre las especies de invertebrados acompañantes se encuentra representado principalmente el briozoo *Reptadeonella violacea*, el equinodermo *Paracentrotus lividus*, las esponjas *Crambe crambe*, *Cliona viridis*, Sarcotragus spinosulus, y el antozoo *Balanophyllia europaea* y en las zonas umbrías el briozoo *Myriapora truncata* y el anélido *Protula tubularia.*

Por último, las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat no fueron estadísticamente significativas (p > 0,05), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.

Hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con *Halimeda tuna*"

Se ha identificado en 2 en las Islas Columbretes, la morfología del sustrato predominante corresponde a bloques de roca de gran tamaño y paredes verticales o de fuerte inclinación. *Halimeda tuna* tiene requerimientos de aguas limpias, con elevado contenido de oxígeno disuelto y escaso hidrodinamismo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Este hábitat tiene como especie estructural *Halimeda tuna* (Figura 40). Como algas acompañantes frecuentes en la comunidad encontramos especies del grupo de las Fucales (aunque no se encuentra representado el género *Cystoseira*), *Peyssonnelia* spp. o la especie *Mesophyllum alternans*. En cuanto a los invertebrados más representados se encuentran la esponja *Crambe crambe*, el erizo *Paracentrotus lividus*, los cnidarios *Balanophyllia europaea* y *Cladocora caespitosa*, cnidario protegido mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546). Además de los briozoos *Myriapora truncata, Margaretta cereoides o Reptadeonella violacea.* Por último, en las zonas más esciáfilas se registran especies de Cnidarios de la clase Anthozoa como *Maasella edwardsii*, y *Parazoanthus axinellae.*



Figura 40. Imagen del hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con Halimeda tuna" en una estación de la demarcación LEBA.

Por último, las agrupaciones de especies de peces características para este hábitat no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$), por lo que no se puede proporcionar una lista de fauna íctica acompañante, que pueda ser considerada como específica de este hábitat.

Hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Dictyopteris polypodioides*"

En la demarcación LEBA este hábitat se encuentra representado en 31 transectos en un total de 9 estaciones (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Las estaciones donde se han registrado se encuentran en las provincias de Almería, Murcia, e Islas Columbretes. Este hábitat tiene como especie estructurante el alga Dictyotal *Dictyopteris polypodioides* (Figura 41). Esta especie se considera un excelente bioindicador, ya que es especialmente sensible a la contaminación. Se ha observado que, en todas las estaciones, *Halimeda tuna*, *Padina*

pavonica, *Halopteris filicina*, *Flabellia petiolata* o *Sargassum vulgare* en menor medida, acompañan esta comunidad.

Las principales especies de invertebrados acompañantes son los briozoos *Myriapora truncata* y *Reptadeonella violacea* y el equinodermo *Paracentrotus lividus*. Entre el resto de invertebrados presentes mayoritariamente se encuentra el cnidario *Oculina patagonica,* especie criptogénica con un tipo de propagación invasivo; y el molusco *Pinna rudis* especie protegida mediante el Convenio de Barcelona (BOE 302 18 diciembre 1999).



Figura 41. Detalle del hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con Dictyopteris polypodioides" en una estación de muestreo de la demarcación LEBA.

Por último, se han identificado hasta 25 especies de peces características de este hábitat ($p < 0{,}001$; N=28). Este es por tanto el hábitat en el cual el grupo de especies características tiene un mayor número de especies. Sin embargo, este resultado debe ser considerado con cautela dado que, a pesar de que los resultados son estadísticamente significativos, el tamaño muestral no es muy elevado. Este es el único de los cuatro hábitats en el cual, las especies *Atherina boyeri, Pagrus pagrus, Epinephelus costae* aparecen como especies características, aunque, debido a que por el momento no se dispone de series temporales lo suficientemente largas, este resultado debe ser considerado con cautela. Destacar también entre las especies características el lábrido *Labrus merula*, el espárido *Oblada melanurus*, la morena *Muraena helena*, la chopa *Spondiliosoma cantharus* y el lábrido *Symphodus doderleini*. Las familias dominantes en términos de número de especies características en este hábitat son: Labridae (24% de las especies características), Sparidae (12%) y Serranidae (12%).

3.2.2 Hábitats dominantes del ambiente hemiesciáfilo- esciáfilo

Hábitat 301030903 "Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con *Oculina patagonica*"

Habita exclusivamente en el Mediterráneo y zonas adyacentes Atlánticas como el litoral de Huelva (Andalucía – Sur de la Península Ibérica) (CMA, 2012). Aunque se ha localizado esta especie en otras estaciones de la demarcación, este hábitat se encuentra definido como tal únicamente en 8 transectos de 2 estaciones situadas en la costa del levante almeriense (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La especie estructural de este hábitat es el antozoo *Oculina patagonica*, un coral zooxantelado (con algas simbiontes) lo que favorece el crecimiento y la asimilación de carbono (Figura 42). Esta especie presenta características de especie oportunista, ya que coloniza tanto hábitats naturales como artificiales a lo largo del litoral Sureste de la Península Ibérica (Serrano *et al.* 2013) y características invasivas, ya que al colonizar sustratos rocosos excluye a la comunidad presente en los mismos (Serrano *et al.* 2012; Serrano *et al.* 2013).

Además, el aumento de la temperatura favorece la propagación de la especie, por lo que se considera de interés seguir la evolución de su distribución geográfica en relación a la influencia del cambio climático.

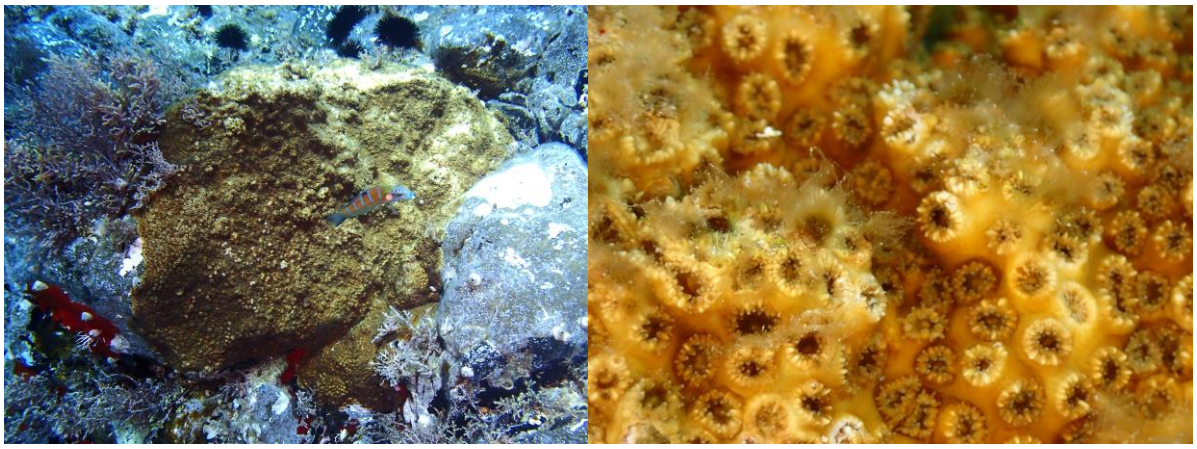


Figura 42. Imagen del hábitat Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con Oculina patagonica en una estación de muestreo de la demarcación LEBA (izquierda). Detalle de la especie (derecha).

Hábitat 3010416 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados"

El hábitat en estas estaciones no tiene una dominancia clara por parte de ninguno de los taxones de invertebrados formadores de hábitat recogidos en el IEHM, encontrándose una comunidad diversa, con especies representantes de los grupos de briozoos, poríferos, equinodermos, tunicados (ascidias) y equinodermos fundamentalmente. Este hábitat se ha definido en 26 transectos de 8 estaciones situadas en la provincia de Castellón (Islas Columbretes), Islas Baleares (Mallorca), Valencia, Murcia y Almería (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Dentro de este hábitat los invertebrados más representativos son la esponja *Crambe crambe* y los briozoos *Reptadeonella violacea* y *Myriapora truncata*. Además, se ha registrado en el hábitat la especie de ofiura *Ophidiaster ophidianus* protegida mediante el Convenio de Barcelona (BOE 302 18 diciembre 1999) (Figura 43).



Figura 43. Hábitat 3010416 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados" en una estación de muestreo de la demarcación LEBA.

Hábitat 301041601 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Myriapora truncata*"

Este hábitat predomina en las zonas umbrías de 150 transectos en 23 estaciones, todas ellas localizadas geográficamente entre la zona central y meridional de la Demarcación, desde Cabo la Nao en Alicante hasta Cabo de Gata en el litoral peninsular. Así como en las Islas Columbretes, e Islas Baleares (Mallorca, Cabrera, Ibiza y Formentera) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La especie característica del hábitat es el Briozoo *Myriapora truncata* (Figura 44) y crece sobre fondos rocosos poco iluminados, y forma colonias arbustivas y ramificadas de pequeño porte (hasta 12-15 cm de altura). Esta especie con frecuencia compite por el espacio con otras especies de invertebrados. Habitualmente alberga en su superficie otros organismos epibiontes. Presenta elevada fragilidad lo que la hace muy sensible a impactos físicos. Recientemente, ha sido utilizada recientemente como indicadora de cambios (paleo) ambientales (Berning 2007) y del efecto de la acidificación marina (como consecuencia del cambio climático) sobre los organismos bentónicos marinos (Lombardi *et al.* 2011). Además, también se emplea como indicador del impacto de submarinismo recreativo en cuevas submarinas (Guarnieri *et al.* 2012; Betti *et al.* 2019).

En cuanto a los invertebrados característicos de la comunidad destacan las esponjas *Crambe crambe*, *Chondrosia reniformis* y el molusco *Lithophaga lithophaga* especie protegida mediante el Convenio de Barcelona (BOE 302 18 diciembre 1999).



Figura 44. Detalle del briozoo Myriapora truncata.

Hábitat 301041602 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Parazoanthus axinellae*"

Este hábitat predomina en 6 transectos repartidos entre 2 estaciones, ambas en las proximidades del Cabo La Nao en Alicante (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La especie que define el hábitat, *Parazoanthus axinellae* (Figura 56) está incluida en el listado de la IUCN bajo la categoría de LC (preocupación menor). Este hábitat se caracteriza por la presencia de extensas colonias del antozoo Hexacoral *Parazoanthus axinellae* que forma densas colonias de color amarillo, pudiendo ser tanto epilitica como epizoótica, creciendo sobre diversidad de sustratos como la roca o desarrollándose sobre esponjas y ascidias, o conchas. Se conoce su sensibilidad a impactos mecánicos, así como al calentamiento de las aguas. Como fauna acompañante a la comunidad destaca la esponja *Crambe crambe*, *Ircinia variabilis*, *Chondrosia reniformis* y el anélido *Protula tubularia*.



Figura 45. Detalle una zona esciáfila con predominio de Parazoanthus axinellae en una estación de muestreo de la demarcación LEBA.

Hábitat 301041604 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con esponjas masivas"

Este hábitat está presente en 65 transectos de 22 estaciones a lo largo de toda la demarcación, en todas las provincias salvo en la costa de Valencia, Barcelona, Islas Columbretes, Ibiza o Cabrera (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y se encuentra representado por el predominio multiespecífico de esponjas que adoptan formas masivas como *Chondrosia reniformis, Phorbas tenacior*, *Sarcotragus spinosulus* o *Sarcotragus fasciculatus* (Figura 46).

Acompañan al hábitat otras esponjas de otras morfologías como *Crambe crambe, Oscarella lobularis, Phorbas topsenti, Ircinia* variabilis; así como erizos de la especie *Paracentrotus lividus,* o ascidias de las especies *Lissoclinum perforatum, Halocynthia papillosa,* anélidos del género *Protula* spp. y cnidarios como el antozoo *Balanophyllia europaea* o la anémona *Aiptasia mutabilis.*

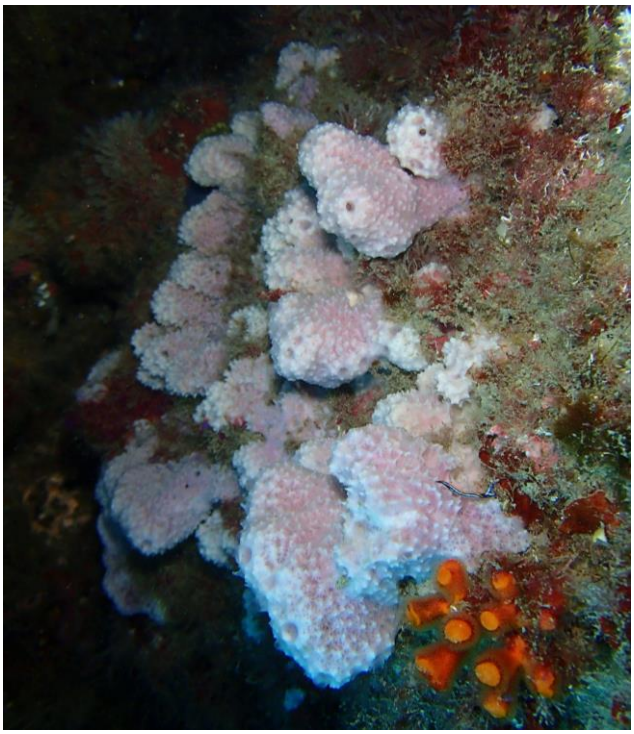


Figura 46. Detalle una zona esciáfila con predominio de esponjas de morfología masiva en la demarcación LEBA. en una estación de muestreo de la demarcación LEBA.

Hábitat 301041606 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con antozoos (*Caryophyllia inornata, Balanophyllia europaea*)"

Este hábitat se localiza en 11 transectos de 4 estaciones situadas en la costa norte de Alicante, Islas Columbretes y Mallorca (Figura 59) y tiene como especies estructurales del hábitat los antozoos solitarios *Caryophyllia inornata* y *Balanophyllia europaea* (Figura 60). Dichas especies están incluidas en los apéndices de CITES: II (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de flora y fauna) así como en la RL (Red List- Lista Roja de la Unión Internacional de Conservación de La Naturaleza IUCN). La fauna invertebrada acompañante está representada por las esponjas *Crambe crambe* y *Chondrosia reniformis, Cliona celata* y *Sarcotragus spinosulus;* los anélidos *Protula* spp*, el briozoo Myriapora truncata y* el cnidario antozoo *Cladocora caespitosa*, especie protegida mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546).

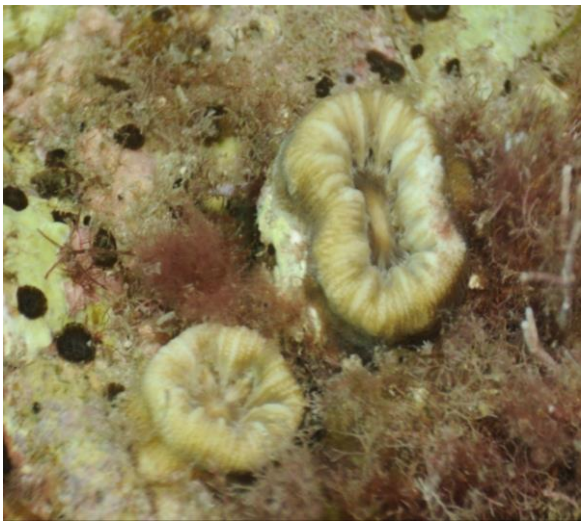


Figura 47. Detalle una zona esciáfila y la especie Balanophyllia europaea en la demarcación LEBA.

Hábitat 301041607 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Cladocora caespitosa*"

Este hábitat se localiza en 10 transectos y 5 estaciones localizadas en la costa de Alicante, Formentera y norte de Mallorca (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). La especie característica de este hábitat es *Cladocora caespitosa* (Figura 48), un cnidario hexacoral *que* posee zooxantelas y capacidad de formar de arrecifes. Presenta gran longevidad y baja tasa de mortalidad, pero tasas de crecimiento y reclutamiento muy bajas, lo que la hace vulnerable a cualquier tipo de perturbación por su escasa capacidad de recuperación (Kersting *et al.* 2014). Es de gran plasticidad ecológica y tal y como se ha comprobado en los muestreos donde aparece tanto en zonas fotófilas como esciáfilas (Kersting & Linares 2012). Las colonias son sensibles al calentamiento de las aguas, a la presencia de algas invasoras (Kersting *et al.* 2013) y a la acidificación de las aguas(Movilla *et al.* 2012). Además, está incluida en la lista roja de la IUCN bajo la categoría de EN (en peligro) debido a las características biológicas mencionadas, así como la escasez de arrecifes de gran tamaño en la actualidad y su vulnerabilidad frente al cambio climático (Kersting 2016). También se lista en el Anexo I de la Directiva Hábitats, en el LESPRE (Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial) y protegida mediante el Convenio de Barcelona (BOE-A-2015-4546).

Como organismos invertebrados acompañantes predomina la esponja *Sarcotragus spinosulus* además del anélido *Protula tubularia*, el cnidario *Balanophyllia europaea*, el equinodermo Paracentrotus lividus. Y en menor proporción *Sarcotragus fasciculatus, Phorbas topsenti Chondrosia reniformis y Crambe crambe.*



Figura 48. Detalle de la especie Cladocora caespitosa en una estación de muestreo de la demarcación LEBA.

3.2.3 Índices ambientales de los OHT: BH2 (índices multimétricos) y BH-DMA (índice de calidad de los fondos rocosos)

Los índices multimétricos únicamente se han aplicado a las algas de los hábitats fotófilos. En el caso de los hábitats hemiesciáfilos-esciáfilos, la metodología de muestreo no ha permitido obtener datos de cobertura algal, por lo que los análisis de los elementos formadores del hábitat se han limitado a los datos de invertebrados.

HÁBITATS DOMINANTES DEL AMBIENTE FOTÓFILO

Hábitat 03010221 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con fucales"

0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con *Cystoseira* spp."

Tabla 24. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.". Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Algarrobico	5±1,36	0,87±0,3	0,89±0,06	1,24±0,42	0,58±0,2	6,11±2,85	2,99±2,15
Ametlla	19,5±0,5	4,02±0,11	0,27±0,01	0,8±0,03	0,27±0,01	1,05±0,67	1,07±0,3
Banco_Fidalgo	13,5±2,9	2,71±0,63	0,81±0,04	2,06±0,24	0,81±0,05	19,17±2,38	14,24±3,74
Bledes	5±0,71	0,87±0,16	0,84±0,05	1,3±0,11	0,67±0,04	29,73±9,66	29,73±9,66
Cabo_Negrete	9,5±1,94	1,85±0,42	0,91±0,03	2±0,24	0,83±0,05	13,61±6,29	12,22±5,33
Cerro_Negro	9±2,12	1,74±0,46	0,73±0,06	1,54±0,16	0,68±0,05	21,3±5,38	17,01±4,81
Espero	7,25±1,32	1,36±0,29	0,83±0,04	1,58±0,08	0,76±0,01	44,45±5,95	39,92±3,34
Estels	5,25±1,03	0,92±0,23	0,8±0,06	1,29±0,21	0,65±0,07	10,54±5,26	13,66±3,94
Formigues	19,5±3,48	4,02±0,76	0,78±0,03	2,29±0,2	0,85±0,03	32,04±8,72	29,78±8,13
Fornells	8,33±3,29	1,59±0,71	0,87±0,06	1,55±0,44	0,71±0,1	7,57±5,76	9,48±6,06

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Illa_Grossa	11,5±3,5	2,28±0,76	0,67±0,24	1,67±0,78	0,64±0,27	26,94±14,04	13,86±4,18
Llosa	29±4	6,08±0,87	0,83±0,04	2,8±0,23	0,91±0,04	30,67±11,7	27,72±7,03
Mataro_2	15,5±0,5	3,15±0,11	0,9±0,03	2,48±0,1	0,9±0,01	15,71±15,71	14,29±14,28
Oropesa	17,5±0,5	3,58±0,11	0,69±0,04	1,97±0,13	0,75±0,06	69,11±2,66	66,32±3,03
Pedra_Niell	18,67±2,73	3,84±0,59	0,74±0,02	2,16±0,07	0,81±0,01	8,26±2,42	7,08±2,63
Ses_Formigues_Ibiza	9±3	1,74±0,65	0,93±0,02	2±0,36	0,85±0,06	17,65±17,65	14,71±14,71
Vinaros	17±2,35	3,47±0,51	0,78±0,04	2,19±0,2	0,82±0,05	24,63±9,84	27,18±8,24

Tabla 25. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.". Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Algarrobico	14,64±0,168	1,42±0,016	0,89±0,001	2,36±0,009	0,88±0,001	34,07±4,06	24,39±6,97	0,711±0,052
Ametlla	15,18±0,331	1,56±0,036	0,92±0,001	2,49±0,009	0,9±0,002	18,72±13,29	19,22±12,78	1±0
Banco_Fidalgo	12,42±0,178	1,20±0,018	0,90±0,001	2,22±0,018	0,86±0,003	35,41±9,47	58,40±5,43	0,904±0,022
Bledes	12,58±0,067	1,21±0,006	0,93±0,002	2,35±0,008	0,89±0,001	25,63±4,43	25,63±4,43	0,686±0,016
Cabo_Negrete	15,95±0,061	1,51±0,005	0,92±0,001	2,55±0,004	0,91±0	8,69±1,70	26,59±5,26	0,672±0,089
Cerro_Negro	17,29±0,134	1,68±0,011	0,92±0,001	2,61±0,006	0,91±0,001	17,04±8,90	21,84±7,67	0,601±0,12
Espero	14,34±0,119	1,37±0,012	0,92±0,001	2,44±0,008	0,90±0,001	14,05±0,34	7,03±4,06	0,529±0,052
Estels	18,36±0,038	1,70±0,003	0,94±0,001	2,74±0,004	0,93±0	15,79±5,14	30,32±6,89	0,992±0,008
Formigues	20,48±0,277	1,95±0,025	0,91±0,001	2,73±0,015	0,92±0,002	25,39±6,25	25,99±5,95	0,617±0,064
Fornells	14,48±0,082	1,35±0,007	0,94±0,002	2,50±0,011	0,91±0,001	10,93±3,93	10,93±3,93	1±0
Illa_Grossa	17,63±0,174	1,69±0,016	0,89±0,001	2,53±0,007	0,90±0	22,4±10,80	29,22±7,60	0,653±0,102
Llosa	13,54±0,048	1,32±0,004	0,92±0,003	2,39±0,013	0,89±0,001	1,60±0	2,80±2,80	0,391±0,012
Mataro_2	14,52±0,236	1,41±0,025	0,91±0,001	2,41±0,006	0,89±0,001	10,60±3,80	10,80±3,60	1±0
Oropesa	15,15±0,16	1,43±0,015	0,94±0,002	2,55±0,014	0,91±0	8,94±1,06	12,82±0,38	0,989±0,011
Pedra_Niell	17,61±0,172	1,75±0,013	0,92±0,001	2,64±0,008	0,92±0,001	7,18±2,58	7,18±2,58	0,906±0,088
Ses_Formigues_Ibiza	12,08±0,082	1,18±0,008	0,89±0,001	2,22±0,006	0,87±0,001	30,4±5,73	35,08±4,48	0,956±0,018
Vinaros	8,35±0,159	0,82±0,016	0,87±0,001	1,82±0,017	0,81±0,003	37,54±15,14	28,28±14,19	0,863±0,049

El hábitat 0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con *Cystoseira* spp." se ha identificado en todas las CCAA, estando muy disperso a lo largo de la demarcación. La riqueza específica algal observada es bastante elevada (14,98 especies de media), a excepción de Vinarós, donde se han obtenido únicamente 8,35±0,159. Esta estación es la que ha obtenido los valores más bajos para todos los índices, aunque destaca por tener coberturas elevadas de especies algales estructurantes y especies sensibles, lo que hace que su índice CFR no sea el más bajo (Tabla 25. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las

estaciones del seguimiento del hábitat 0301011701 “Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.”. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.). Se ha observado un CFR promedio de 0,792±0,046. El 88,23% de las estaciones tienen valores por encima de 0,6 y, por tanto, su estado ecológico es, como mínimo, “bueno”. La estación con un menor CFR es Llosa, en la Comunidad Valenciana (0,391±0,012, lo que representa un estado ecológico “pobre”). Por otro lado, se ha encontrado el valor máximo de 1 en tres estaciones (Ametlla: 1±0; Fornells: 1±0 y Mataró 2: 1±0), que se encuentran en un estado ecológico “elevado” (Figura 49).

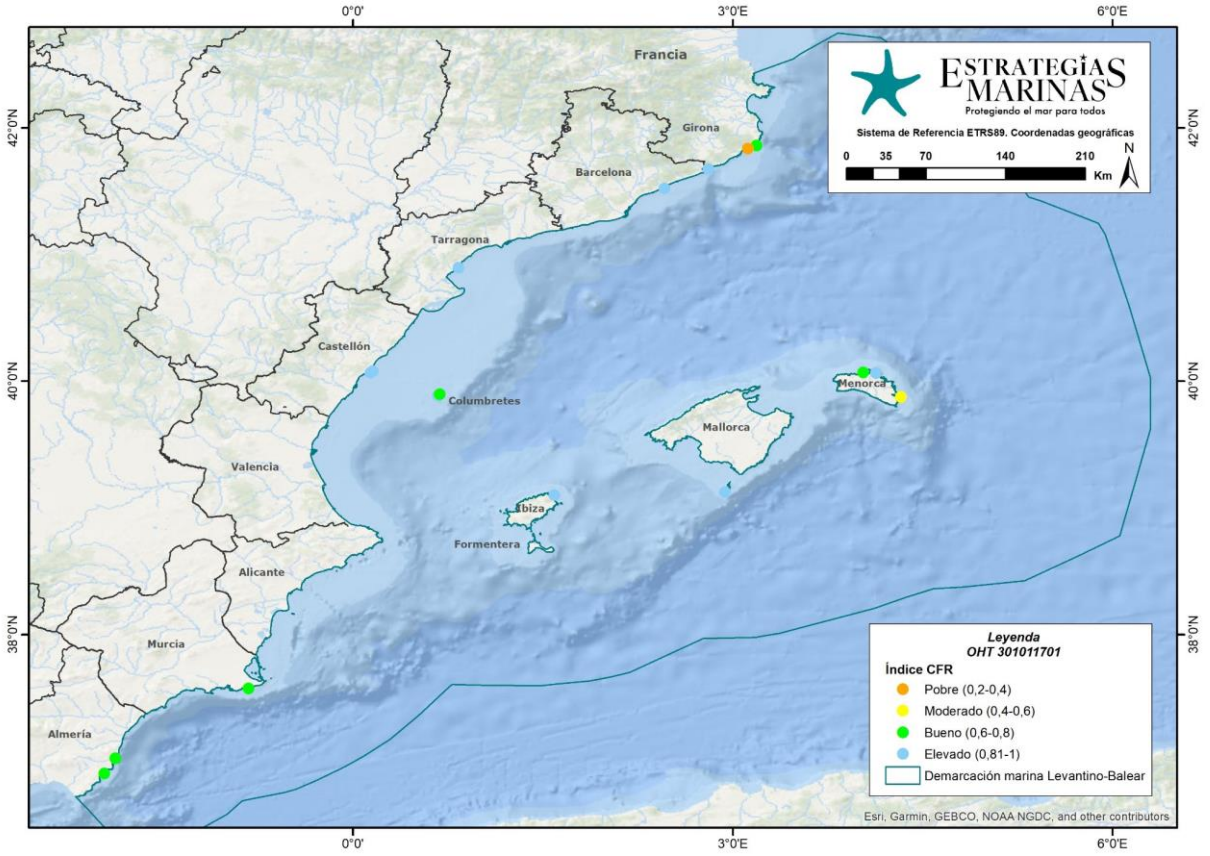


Figura 49. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301011701 “Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.” la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 26. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301011701 “Roca infralitoral superior expuesta con Cystoseira spp.”. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J’	H’	D
Algarrobico	12,5±1,26	2,11±0,12	0,63±0,12	1,54±0,23	0,63±0,1
Ametlla	8,5±1,5	1,83±0,27	0,74±0,02	1,58±0,18	0,73±0,04
Banco_Fidalgo	7,5±0,5	1,09±0,09	0,39±0,07	0,78±0,14	0,36±0,08

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Bledes	15,5±1,19	2,21±0,19	0,44±0,06	1,2±0,14	0,51±0,08
Cabo_Negrete	10,5±1,19	1,83±0,26	0,73±0,02	1,69±0,06	0,74±0,01
Cerro_Negro	14,5±1,85	2,66±0,28	0,74±0,05	1,96±0,2	0,77±0,07
Espero	14±1,08	2,01±0,24	0,55±0,03	1,45±0,09	0,61±0,03
Estels	16,25±1,89	2,44±0,23	0,72±0,03	1,98±0,11	0,81±0,02
Formigues	10,75±1,18	1,92±0,17	0,71±0,03	1,66±0,08	0,73±0,02
Fornells	13,67±2,19	1,81±0,27	0,39±0,03	1±0,03	0,46±0,02
Illa_Grossa	11±1	2,21±0,22	0,81±0,04	1,94±0,03	0,81±0,03
Llosa	13,5±2,5	2,52±0,61	0,64±0,09	1,67±0,35	0,68±0,09
Mataro_2	10±0	2,06±0,1	0,84±0,02	1,94±0,04	0,83±0
Oropesa	4,5±1,5	1,05±0,39	0,89±0,09	1,25±0,18	0,71±0,02
Pedra_Niell	8,67±0,88	1,79±0,13	0,77±0,04	1,65±0,06	0,73±0,03
Ses_Formigues_Ibiza	11,5±0,5	1,66±0,23	0,42±0,14	1,03±0,35	0,42±0,16
Vinaros	6±0,71	1,38±0,1	0,88±0,05	1,55±0,11	0,78±0,03

301030511 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con *Sargassum vulgare* (spp.)"

Tabla 27. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030511 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con Sargassum vulgare (spp.)" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Polacra	4,33±2,85	0,72±0,62	0,87±0,1	0,82±0,52	0,41±0,22	6,17±6,17	3,7±3,71
San_Andres	3,67±1,2	0,58±0,26	0,78±0,02	0,92±0,23	0,51±0,08	2,38±2,38	2,38±2,38

Tabla 28. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030511 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con Sargassum vulgare (spp.)" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Polacra	13,26±0,141	1,28±0,015	0,91±0,001	2,33±0,01	0,89±0,001	3,61±1,55	23,53±4,30	0,519±0,057
San_Andres	11,98±0,084	1,15±0,008	0,91±0,001	2,24±0,007	0,88±0,001	11,00±2,35	46,58±6,67	0,777±0,052

En las estaciones con el hábitat 301030511 “Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con *Sargassum vulgare* (spp.)” (ambas localizadas en Almería) se ha observado un CFR promedio de 0,648±0,091. La estación de muestreo Polacra, por tener un valor por debajo de 0,6 se encuentra en estado ecológico “moderado”, mientras que San Andrés se encuentra en estado “bueno” (Tabla 28. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030511 “Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con Sargassum vulgare (spp.)” en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR. y Figura 50). Curiosamente, Polacra tiene un valor más elevado de riqueza específica de algas, Margalef, Shannon y Simpson. En cuanto a la cobertura de especies algales estructurantes y sensibles, San Andrés muestra valores superiores a Polacra, lo que indica una mayor madurez de las comunidades algales y por eso el CFR es también superior.

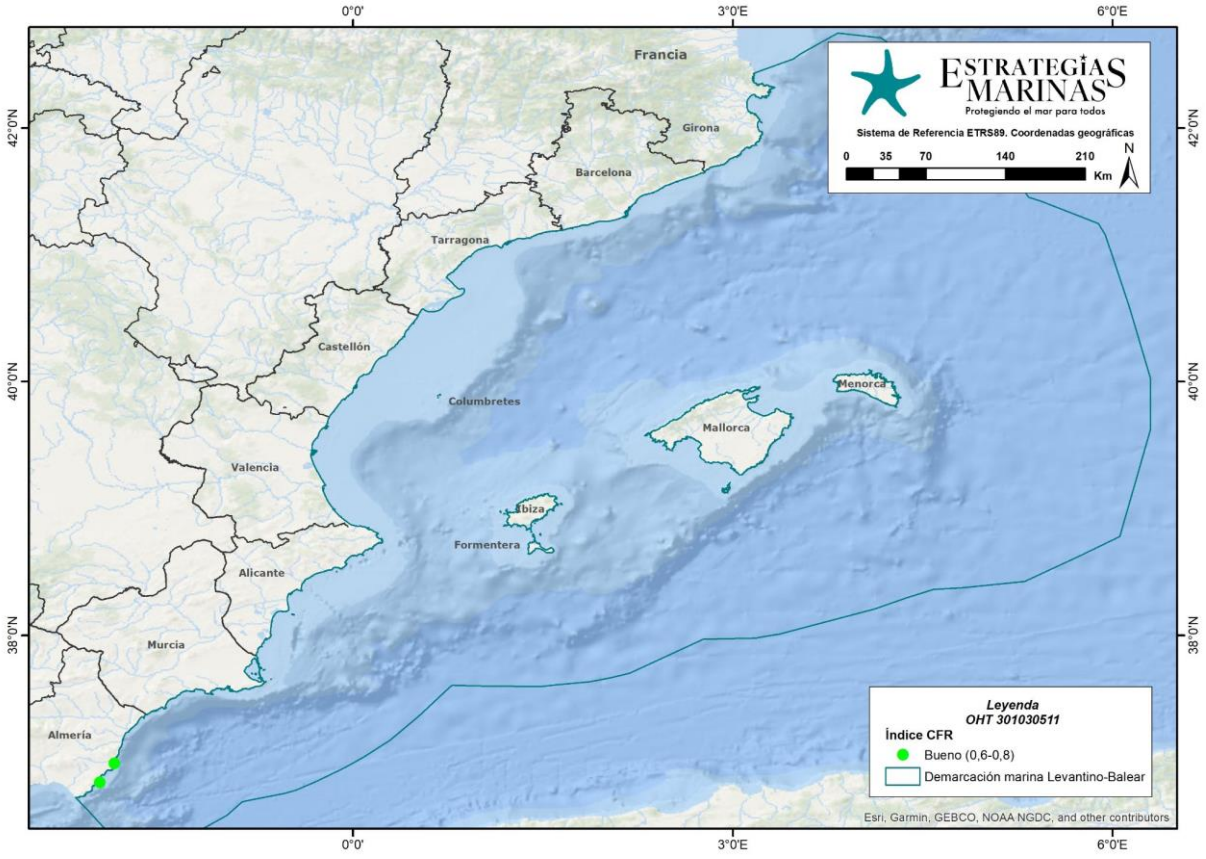


Figura 50. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 301030511 “Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con Sargassum vulgare (spp.)” en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 29. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030511 “Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con Sargassum vulgare (spp.)” en la

demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Polacra	11,75±0,85	1,83±0,2	0,48±0,04	1,17±0,12	0,49±0,05
San_Andres	12,75±1,25	2,08±0,2	0,65±0,06	1,65±0,17	0,69±0,07

Hábitat 03010222 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales"

0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas"

Tabla 30. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Ametlla	10,5±3,5	2,06±0,76	0,77±0,08	1,74±0,1	0,75±0,02	1,64±1,64	0,82±0,82
Arenalet	7,75±0,25	1,47±0,06	0,73±0,11	1,5±0,21	0,67±0,1	25,47±11,85	26,51±12,48
Aubarca	8,5±0,5	1,63±0,11	0,86±0,04	1,85±0,14	0,81±0,04	15,71±1,43	10,95±6,19
Baix_Cols	18,5±1,5	3,8±0,33	0,83±0,01	2,43±0,02	0,88±0	2,74±1,07	7,26±2,26
Cap_de_les_Hortes	2±0	0,22±0	0,72±0	0,5±0	0,32±0	0±0	0±0
Cap_Negre	10,5±0,5	2,06±0,11	0,92±0,06	2,17±0,18	0,87±0,04	49,65±4,19	39,69±1,22
Cap_Sant_Antoni	7±1	1,3±0,22	0,91±0	1,76±0,13	0,8±0,01	29,92±11,75	21,21±12,12
Carallot_Oeste	8±2,04	1,52±0,45	0,56±0,04	1,13±0,2	0,53±0,08	68,9±9,81	66,7±10,66
Castell	11,33±3,48	2,24±0,76	0,77±0,05	1,8±0,35	0,74±0,1	26,05±8,39	26,05±8,39
Conejera	5±1	0,87±0,22	0,8±0,13	1,3±0,37	0,65±0,15	55,56±11,11	55,56±11,11
Dragonera	15±0,58	3,04±0,13	0,87±0,02	2,35±0,06	0,88±0,01	28,09±5,58	25,07±4,24
Estalella	9±1,15	1,74±0,25	0,94±0,02	2,05±0,08	0,86±0,01	25±6,18	23,41±7,6
Farallons	14,5±7,5	2,93±1,63	0,65±0,08	1,7±0,59	0,67±0,18	31,5±27,33	24,77±20,61
Forat	9,75±1,03	1,9±0,23	0,7±0,09	1,58±0,21	0,68±0,1	26,13±6,66	28,87±7,77
Fort	7,75±2,25	1,47±0,49	0,95±0,01	1,82±0,24	0,82±0,04	19,94±7,97	21,5±8,81
Gavina	11,25±1,25	2,23±0,27	0,8±0,04	1,94±0,17	0,81±0,04	39,12±5,55	38,44±5,39
Guardiola	6,25±2,33	1,14±0,51	0,91±0,06	1,39±0,31	0,68±0,08	42,27±19,56	47,63±19,03
Guillola_2	18,5±2,33	3,8±0,51	0,7±0,05	2,03±0,21	0,79±0,05	39,48±7,67	39,07±7,72
Illeta	14,75±1,25	2,99±0,27	0,81±0,06	2,15±0,14	0,83±0,04	21,85±3,99	20,87±3,38
Isla_Grosa_Murcia	11,33±2,4	2,24±0,52	0,87±0,05	2,05±0,09	0,85±0,01	33,49±6,2	33,05±5,78
Isla_Tabarca_Cementerio	6,75±1,93	1,25±0,42	0,67±0,06	1,25±0,28	0,59±0,11	70,89±10,76	70,59±10,98
Joncols_2	17±4,78	3,47±1,04	0,9±0,03	2,43±0,21	0,89±0,02	21,7±2,45	26,47±2,4
Materet	6,5±1,71	1,19±0,37	0,81±0,06	1,39±0,32	0,64±0,11	33,42±14,66	33,14±14,19

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Mola	5±1,53	0,87±0,33	0,73±0,07	1,13±0,36	0,57±0,16	47,3±22,2	47,3±22,2
Nao_Sur	8,75±1,89	1,68±0,41	0,82±0,09	1,67±0,13	0,75±0,06	36,37±18,81	23,32±9,99
Nuno	6±0,71	1,09±0,16	0,84±0,13	1,46±0,21	0,69±0,11	16,09±6,94	13,59±5,58
Pedra_Niell	18±0	3,69±0	0,47±0	1,36±0	0,51±0	4,65±0	3,88±0
Port_Salvi_2	18,75±1,6	3,85±0,35	0,7±0,06	2,04±0,14	0,8±0,04	39,2±7,78	36,7±6,11
Portinatx	7,75±0,25	1,47±0,06	0,88±0,04	1,81±0,11	0,81±0,04	42,1±9,1	42,1±9,1
Portman	8,25±1,03	1,57±0,23	0,88±0,05	1,85±0,2	0,79±0,06	18,04±7,39	5,15±3,16
Punta_Falco	19,5±1,66	4,02±0,36	0,61±0,11	1,83±0,34	0,7±0,12	33,1±12,1	32,82±12,01
Punta_Rasa	5,5±1,26	0,98±0,28	0,84±0,11	1,31±0,31	0,65±0,11	33,81±10,54	33,81±10,54
Raco	7,25±1,65	1,36±0,36	0,89±0,04	1,68±0,18	0,78±0,04	38,99±12,88	38,54±10,68
Ratjoli	13±1,08	2,61±0,24	0,83±0,05	2,12±0,16	0,84±0,04	27,08±5,41	26,61±5,61
Refubeig	13,5±2,18	2,71±0,48	0,87±0,03	2,23±0,23	0,85±0,05	21,1±2,83	18,78±3,18
Tabarca_Sur	4,33±1,2	0,72±0,26	0,88±0,08	1,16±0,24	0,64±0,07	33,73±10,24	34,96±9,12

Tabla 31. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Ametlla	16,00±0	1,62±0,006	0,91±0,001	2,52±0,009	0,91±0	24,90±2,51	16,50±5,39	0,989±0,011
Arenalet	22,86±0,211	2,14±0,019	0,92±0,001	2,88±0,009	0,93±0,001	32,45±3,31	20,19±1,76	0,967±0,033
Aubarca	14,09±0,077	1,32±0,006	0,94±0,001	2,49±0,001	0,91±0	44,77±3,17	5,48±0,92	1±0
Baix_Cols	16,15±0,087	1,56±0,007	0,92±0,002	2,55±0,01	0,91±0,001	29,58±0,42	0±0	0,716±0,174
Cap_de_les_Hortes	4,55±0,094	0,59±0,014	0,85±0,003	1,29±0,014	0,67±0,002	49,08±2,65	0±0	0,107±0,064
Cap_Negre	16,63±0,118	1,62±0,014	0,93±0,001	2,6±0,008	0,91±0,001	24,83±5,39	12,58±2,307	0,842±0,125
Cap_Sant_Antoni	18,58±0,301	1,76±0,03	0,92±0,001	2,65±0,008	0,92±0,001	15,40±7,28	6,80±1,21	0,893±0,029
Carallot_Oeste	14,27±0,026	1,35±0,002	0,90±0	2,40±0,002	0,90±0	36,28±2,19	58,05±3,30	0,994±0,006
Castell	14,68±0,031	1,4±0,003	0,93±0,001	2,51±0,002	0,91±0	25,62±2,213	7,29±0,743	0,473±0,014
Conejera	15,01±0,076	1,41±0,008	0,95±0,001	2,58±0,007	0,92±0,001	37,66±1,943	5,18±2,38	1±0
Dragonera	15,52±0,029	1,48±0,003	0,90±0	2,47±0,001	0,90±0	28,48±1,58	6,91±2,72	0,395±0,023
Estalella	16,33±0,136	1,52±0,013	0,94±0,001	2,61±0,006	0,92±0	18,04±0,96	23,95±1,01	0,650±0
Farallons	13,21±0,106	1,34±0,005	0,93±0,002	2,39±0,003	0,90±0	29,50±4,50	0±0	0,722±0,234
Forat	16,96±0,113	1,6±0,011	0,92±0,001	2,59±0,004	0,92±0	24,04±1,17	20,59±6,27	0,967±0,026
Fort	16,53±0,177	1,6±0,015	0,92±0,001	2,56±0,008	0,91±0,001	30,04±6,03	3,14±2,30	0,999±0,001
Gavina	9,79±0,166	0,93±0,016	0,91±0,002	2,05±0,015	0,85±0,002	46,4±2,88	9,15±1,93	0,54±0,022
Guardiola	12,36±0,059	1,15±0,006	0,95±0,001	2,4±0,006	0,9±0,001	36,74±2,95	5,62±1,21	0,92±0,047
Guillola_2	19,57±0,098	1,91±0,01	0,93±0,001	2,76±0,004	0,93±0	22,52±2,26	10,19±1,51	0,862±0,061

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Illeta	15,21±0,024	1,48±0,005	0,92±0	2,51±0,002	0,91±0	36,24±4,67	4,82±1,21	0,995±0,005
Isla_Grosa_Murcia	12,41±0,107	1,23±0,011	0,88±0,002	2,22±0,01	0,87±0,001	15,44±7,18	4,31±2,90	0,908±0,049
Isla_Tabarca_Cementerio	9,59±0,161	0,95±0,018	0,93±0,001	2,06±0,014	0,86±0,002	38,66±4,50	2,38±1,034	0,956±0,02
Joncols_2	18,77±0,079	1,81±0,008	0,93±0	2,74±0,005	0,93±0	17,74±1,32	0,50±0,38	0,619±0,041
Materet	12,57±0,027	1,17±0,002	0,95±0,001	2,41±0,004	0,90±0	47,95±2,94	0,55±0,33	0,994±0,006
Mola	14,63±0,153	1,36±0,014	0,92±0,001	2,44±0,007	0,90±0	36,13±1,04	10,92±1,50	1±0
Nao_Sur	15,2±0,164	1,46±0,016	0,89±0,001	2,42±0,012	0,89±0,001	38,92±1,66	0,10±0,1	0,971±0,009
Nuno	15,26±0,043	1,42±0,004	0,96±0	2,61±0,002	0,92±0	29,60±2,02	23,26±2,86	1±0
Pedra_Niell	15,00±0	1,59±0	0,94±0	2,54±0,008	0,90±0	36,61±0	9,29±0	0,841±0
Port_Salvi_2	19,3±0,028	1,87±0,002	0,92±0,001	2,72±0,005	0,92±0	25,5±4,46	1,30±0,57	0,926±0,027
Portinatx	13,08±0,13	1,24±0,013	0,93±0,001	2,37±0,009	0,9±0,001	37,58±1,95	11,47±2,48	0,989±0,011
Portman	12,09±0,182	1,18±0,019	0,88±0,001	2,17±0,015	0,86±0,002	67,84±2,02	0,80±0,48	0,718±0,117
Punta_Falco	14,82±0,055	1,43±0,005	0,9±0,001	2,44±0,006	0,9±0,001	33,60±3,46	0±0	0,942±0,033
Punta_Rasa	13,53±0,027	1,26±0,003	0,93±0,001	2,42±0,003	0,90±0	42,36±1,55	8,33±1,05	0,825±0,026
Raco	13,99±0,075	1,33±0,009	0,95±0	2,51±0,004	0,91±0	30,61±1,74	13,53±2,35	1±0
Ratjoli	13,25±0,026	1,25±0,003	0,93±0,001	2,39±0,001	0,90±0	30,92±4,11	3,51±0,94	0,400±0,024
Refubeig	13,31±0,134	1,32±0,014	0,91±0,001	2,32±0,008	0,89±0,001	19,81±6,60	10,17±3,21	0,736±0,083
Tabarca_Sur	23,63±0,076	2,27±0,008	0,92±0	2,91±0,002	0,94±0	18,01±3,75	1,82±0,72	0,778±0,119

En las estaciones con el hábitat 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas" se encuentran sobre todo alrededor de las provincias de Girona, Alicante, Mallorca e Ibiza. En cuanto a riqueza específica algal, Margalef y Shannon las estaciones con mayor diversidad son Tabarca Sur y Arenalet. Los índices de Pielou y Simpson tienen valores elevados y muy parecidos en todas las estaciones. En cuanto a la cobertura de especies algales estructurantes, los valores obtenidos superan el 20% en la mayoría de estaciones. El valor más alto se ha encontrado en Portman (67,84±2,021), estación en la que los demás índices ecológicos no destacan demasiado, además de tener un porcentaje de especies sensibles muy próximo a 0. La cobertura de especies sensibles obtenida es muy inferior a la de especies estructurantes, con un valor máximo de 58,05±3,30 en Carallot Oeste, un mínimo de 0 en Cap de les Hortes, Cap Negre, Farallons y Punta Falcó (

Tabla 31).

Se ha observado un CFR promedio general de 0,831±0,036 y casi el 64% de las estaciones supera ese valor. En Cap de les Hortes se ha obtenido el índice más bajo, siendo la única estación con estado ecológico "malo". Se ha encontrado una única estación en estado "pobre", con un CFR entre 0,2 y 0,4 (Dragonera) y dos en estado moderado (Ratjolí y Castell). Siete estaciones tienen valores entre 0,6 y 0,8 (más del 19%), por lo que se encuentran en estado "bueno". El resto de estaciones (66,7%) muestran valores por encima de 0,81, por lo que su estado ecológico es "elevado". De entre ellas, Cap Nunó, Conejera, Mola de Formentera, Racó y Aubarca tienen el valor máximo (1) posible para el índice (Figura 51).

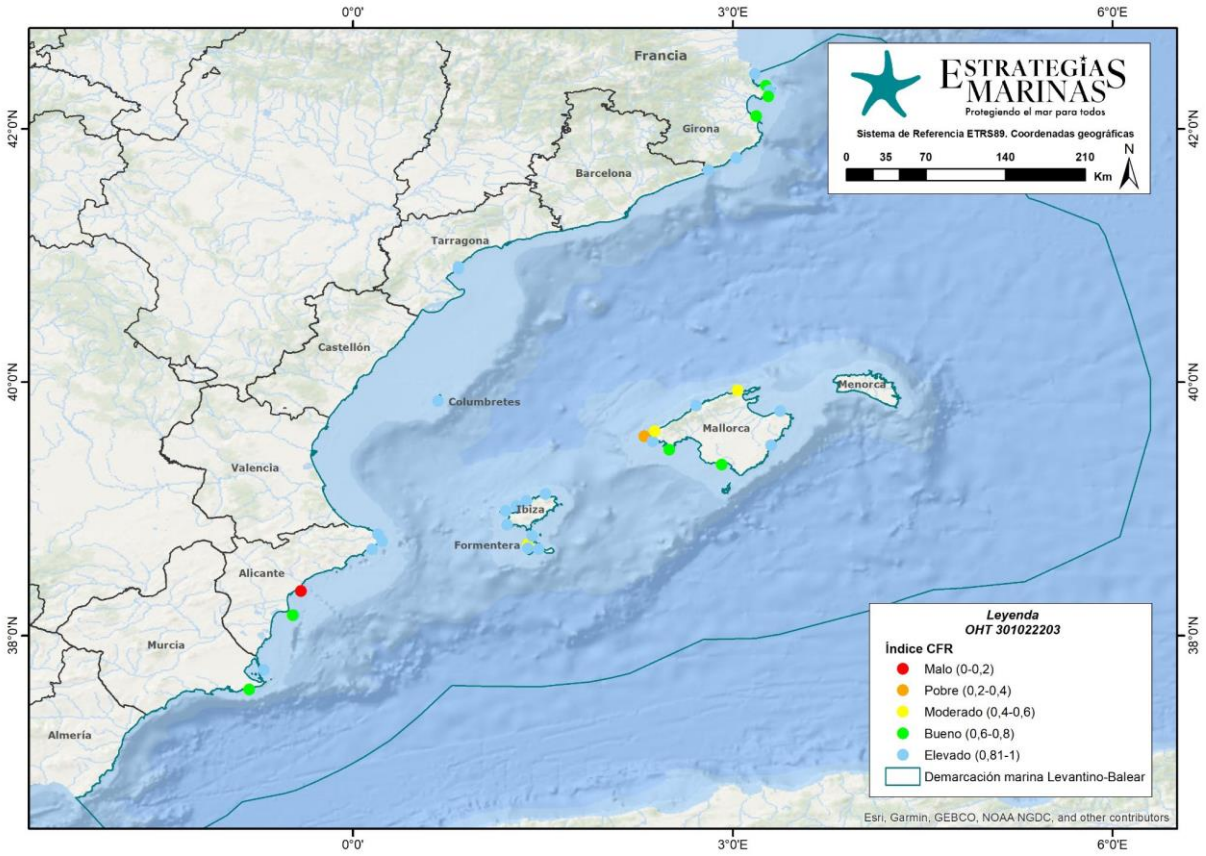


Figura 51. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 32. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Ametlla	9±2	1,99±0,35	0,85±0,08	1,86±0,38	0,8±0,09
Arenalet	16±0,58	2,58±0,13	0,72±0,06	2±0,18	0,77±0,06
Aubarca	12,5±0,5	1,91±0,07	0,4±0,18	1±0,44	0,4±0,2
Baix_Cols	14±1	2,68±0,26	0,9±0,05	2,38±0,19	0,89±0,03
Cap_de_les_Hortes	6±0	1,15±0	0,66±0	1,18±0	0,56±0
Cap_Negre	8±1	1,3±0,13	0,63±0,02	1,3±0,04	0,64±0,05
Cap_Sant_Antoni	11±0	1,81±0,04	0,54±0,08	1,29±0,2	0,57±0,1
Carallot_Oeste	12,25±0,85	1,74±0,14	0,62±0,08	1,56±0,21	0,67±0,06
Castell	7,67±1,86	1,23±0,37	0,3±0,1	0,64±0,26	0,28±0,12
Conejera	13±1	1,87±0,19	0,2±0,02	0,51±0,06	0,18±0,02
Dragonera	11,75±0,48	1,89±0,04	0,45±0,04	1,12±0,08	0,46±0,04
Estalella	12,33±2,03	1,96±0,38	0,68±0,04	1,69±0,21	0,71±0,06

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Farallons	5,5±2,5	1,12±0,4	0,94±0,06	1,46±0,36	0,77±0,06
Forat	16,75±2,5	2,42±0,32	0,62±0,02	1,74±0,12	0,74±0,03
Fort	9,75±1,03	2,13±0,27	0,89±0,03	2,03±0,16	0,86±0,03
Gavina	11±0,58	1,89±0,25	0,51±0,13	1,21±0,31	0,51±0,14
Guardiola	11,25±2,02	1,96±0,32	0,72±0,04	1,71±0,18	0,73±0,05
Guillola_2	11,75±2,17	2,22±0,38	0,79±0,06	1,92±0,23	0,77±0,06
Illeta	10±0,41	2,08±0,22	0,6±0,08	1,38±0,19	0,58±0,09
Isla_Grosa_Murcia	7,67±0,67	1,21±0,16	0,42±0,05	0,86±0,1	0,41±0,07
Isla_Tabarca_Cementerio	8,25±1,11	1,6±0,17	0,77±0,07	1,62±0,2	0,73±0,06
Joncols_2	13±1	2,55±0,1	0,86±0,02	2,2±0,07	0,86±0,01
Materet	11,75±1,49	1,82±0,26	0,47±0,1	1,16±0,29	0,5±0,12
Mola	14,67±1,2	2,59±0,24	0,72±0,05	1,92±0,14	0,77±0,05
Nao_Sur	12±0,41	2,13±0,15	0,76±0,03	1,9±0,1	0,79±0,03
Nuno	12,75±1,18	1,96±0,24	0,5±0,06	1,27±0,16	0,54±0,07
Pedra_Niell	11±0	2,01±0	0,75±0	1,8±0	0,73±0
Port_Salvi_2	9,75±1,25	2,26±0,3	0,86±0,03	1,94±0,18	0,84±0,04
Portinatx	13,25±1,65	2,39±0,37	0,74±0,09	1,92±0,3	0,78±0,07
Portman	13,5±0,65	2,42±0,14	0,74±0,06	1,92±0,18	0,77±0,07
Punta_Falco	8,25±1,03	1,78±0,24	0,87±0,02	1,8±0,08	0,81±0,01
Punta_Rasa	13,75±0,75	2,46±0,23	0,72±0,08	1,89±0,23	0,75±0,09
Raco	13,75±0,75	2,47±0,16	0,7±0,05	1,83±0,16	0,75±0,05
Ratjoli	9,5±0,87	1,79±0,25	0,6±0,07	1,36±0,2	0,58±0,08
Refubeig	9,25±0,85	1,58±0,12	0,4±0,14	0,86±0,25	0,38±0,14
Tabarca_Sur	17±0,58	2,81±0,14	0,59±0,03	1,68±0,09	0,67±0,03

0301022204 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Dictyotales"

Tabla 33. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022204 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con Dictyotales" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Alguers	21±3	4,34±0,65	0,8±0,03	2,43±0,04	0,87±0,01	29,27±10,29	24,71±8,26
Almadrava	8,5±0,96	1,63±0,21	0,87±0,03	1,85±0,1	0,81±0,02	53,58±11,06	53,58±11,06
Almadrava_2	12,5±4,5	2,5±0,98	0,67±0,04	1,64±0,15	0,69±0,02	65,33±0,06	65,33±0,06

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Almassora	8,25±0,86	1,57±0,19	0,87±0,05	1,82±0,12	0,8±0,04	38,12±3,16	24,58±1,07
Baix_Cols	13,5±2,5	2,71±0,54	0,81±0,04	2,09±0,06	0,84±0,01	2,85±1,86	9,75±0,84
Balis	25±3	5,21±0,65	0,73±0,02	2,36±0,15	0,88±0,02	20,18±4,13	20±3,95
Barrita_Gandia	12,5±0,5	2,5±0,11	0,89±0,05	2,23±0,08	0,87±0,02	49,05±2,38	41,67±1,67
Brut	21,67±0,33	4,49±0,08	0,76±0,03	2,34±0,09	0,85±0,02	33,61±9,9	37,59±9,1
Cabo_Palos	5,75±1,38	1,03±0,3	0,73±0,13	1,2±0,26	0,59±0,11	39,13±12,41	31,45±14,83
Calabardina	7,5±1,04	1,41±0,23	0,86±0,09	1,72±0,25	0,76±0,09	34,22±15,22	34,22±15,22
Cap_Freu	8±2,52	1,52±0,55	0,87±0,06	1,63±0,27	0,76±0,05	46,15±6,41	46,24±7,12
Cap_Martinet	7,67±2,6	1,45±0,57	0,92±0,05	1,71±0,34	0,78±0,06	26,48±13,3	26,48±13,3
Cap_Negre	7±2	1,3±0,43	0,96±0,04	1,82±0,21	0,83±0,02	50±30	40±20
Cap_Sant_Antoni	3±1	0,43±0,22	0,89±0,07	0,95±0,38	0,55±0,18	25±25	25±25
Creixell_2	20,75±1,44	4,29±0,31	0,74±0,06	2,22±0,14	0,81±0,05	5,48±0,53	13,9±2,93
Culler	11±2,08	2,17±0,45	0,82±0,02	1,92±0,1	0,82±0,01	12,65±2,1	8,26±2,16
Espardell	14±1,83	2,82±0,4	0,84±0,01	2,2±0,1	0,87±0,01	37,81±4,57	37,81±4,57
Far_Barbaria	14±1,73	2,82±0,38	0,83±0,02	2,16±0,12	0,86±0,02	14,37±1,85	13,33±1,73
Farallons	22,5±1,5	4,67±0,33	0,71±0,09	2,23±0,33	0,84±0,07	22,76±13,75	21,51±12,88
Foradada_Cabrera	7,5±2,02	1,41±0,44	0,85±0,04	1,61±0,2	0,74±0,04	14,01±5,78	18,4±4,54
Fornells	12±0	2,39±0	0,85±0	2,11±0	0,84±0	28,57±0	31,43±0
Fraile	4,75±1,55	0,81±0,34	0,96±0,02	1,35±0,33	0,69±0,1	15,42±9,94	15,42±9,94
Ifach	4±0	0,65±0	0,96±0	1,33±0	0,73±0	60±0	40±0
Illa_Aire	6±2,28	1,09±0,5	0,87±0,01	1,27±0,45	0,59±0,2	51,14±17,01	49,21±17,31
Illa_Grossa	9±1	1,74±0,22	0,74±0,04	1,62±0,01	0,71±0,03	48,62±25,29	46,45±23,12
Llosa	14±3	2,82±0,65	0,79±0,03	2,07±0,25	0,84±0,04	38,59±2,59	33,29±2,71
Loza_Payo	3,67±0,66	0,58±0,14	0,91±0,03	1,16±0,16	0,65±0,05	6,67±6,67	6,67±6,67
Mataro_2	19±0	3,91±0	0,76±0,07	2,23±0,21	0,86±0,04	29,99±4,45	29,45±4,99
MB2	13±2,04	2,61±0,45	0,78±0,04	1,95±0,08	0,8±0,02	9,69±4,11	10,29±4,05
Pinar	6,25±0,86	1,14±0,19	0,8±0,04	1,44±0,11	0,69±0,03	26,87±8,98	26,87±8,98
Pla_Rosat	13,75±1,44	2,77±0,31	0,69±0,08	1,79±0,2	0,73±0,07	3,33±2,32	5,09±1,85
Punta_Figuera	12,75±1,25	2,55±0,27	0,9±0,02	2,26±0,05	0,88±0,01	31,98±5,1	34,48±7,35
Punta_Galinda	9,25±1,25	1,79±0,27	0,81±0,04	1,8±0,21	0,78±0,05	67,67±11,03	67,67±11,03
Punta_Nati	9±2,64	1,74±0,58	0,9±0,05	1,83±0,23	0,81±0,03	62,47±10,13	58,8±10,4
Punta_Vent	1,5±0,5	0,11±0,11	1±0	0,35±0,35	0,25±0,25	25±25	25±25
Rates	10,25±0,25	2,01±0,06	0,74±0,06	1,73±0,14	0,76±0,05	19,69±11,32	19,69±11,32
Ratjada	17,75±1,75	3,64±0,38	0,78±0,01	2,24±0,1	0,86±0,02	17±1,68	17,93±2,61
Regana	12,25±1,55	2,44±0,34	0,72±0,11	1,77±0,25	0,72±0,09	25,04±7,37	22,47±5,82
Rocas_Alzamora	13±1	2,61±0,22	0,8±0,04	2,04±0,03	0,82±0	61,73±8,48	57,3±12,92
Sabinar	10,25±0,48	2,01±0,11	0,85±0,04	1,97±0,07	0,82±0,03	17,79±4,97	17,79±4,97

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Sagunto	15±2,52	3,04±0,55	0,89±0,01	2,38±0,13	0,88±0,02	27,02±0,18	22,72±1,56
Santa_Eulalia	8,67±1,45	1,66±0,32	0,89±0,04	1,9±0,16	0,82±0,03	39,13±14,91	39,13±14,91
Servera	15,5±1,45	3,15±0,32	0,77±0,04	2,09±0,16	0,81±0,04	14,99±3,36	14,94±3,08
Tagomago	5,5±2,5	0,98±0,54	0,7±0,12	1,05±0,16	0,59±0,05	54,41±8,09	54,41±8,09
Xot	11±2,16	2,17±0,47	0,86±0,02	2,01±0,13	0,84±0,02	47,07±3,13	45,15±3,6

Tabla 34. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022204 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con Dictyotales" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Alguers	12,51±0,042	1,18±0,004	0,92±0,002	2,34±0,008	0,89±0,001	15,63±0,76	0±0	0,599±0,148
Almadrava	18,73±0,171	1,8±0,017	0,93±0,001	2,69±0,008	0,92±0,001	28,31±3,68	20,84±2,89	0,613±0,069
Almadrava_2	13,26±0,124	1,32±0,007	0,9±0,001	2,31±0,007	0,88±0,001	39,84±3,44	17,06±2,40	0,956±0,013
Almassora	17,24±0,138	1,65±0,014	0,9±0,001	2,55±0,005	0,91±0	20,12±1,16	7,24±2,08	0,639±0,084
Baix_Cols	21,53±0,035	2,02±0,003	0,94±0,001	2,88±0,01	0,94±0	19,20±1,60	0±0	0,894±0,032
Balis	19,54±0,034	1,81±0,002	0,94±0	2,79±0,002	0,93±0	23,8±1	2,20±0,2	0,805±0,097
Barrita_Gandia	14,54±0,067	1,39±0,006	0,88±0,001	2,36±0,003	0,89±0	35,36±2,63	16,85±4,68	0,967±0,014
Brut	12,59±0,084	1,18±0,007	0,92±0,001	2,33±0,009	0,89±0,001	23±2,18	2,7±1,37	0,815±0,092
Cabo_Palos	15,55±0,07	1,51±0,007	0,91±0,001	2,5±0,004	0,9±0,001	13,73±3,88	2,64±1,29	0,705±0,057
Calabardina	16,96±0,159	1,64±0,015	0,9±0,001	2,53±0,01	0,9±0,001	16,16±2,11	2,65±1,66	0,457±0,03
Cap_Freu	17,69±0,150	1,63±0,013	0,93±0,001	2,67±0,008	0,92±0,001	15,2±2,12	11,80±1,95	1±0
Cap_Martinet	12,9±0,079	1,23±0,006	0,92±0,001	2,33±0,009	0,89±0,001	19,45±6,21	4,28±1,37	0,875±0,06
Cap_Negre	12,82±0,061	1,28±0,005	0,91±0,002	2,33±0,008	0,89±0,001	30,79±13,17	10,4±10,23	0,825±0,085
Cap_Sant_Antoni	16,91±0,155	1,62±0,013	0,91±0,001	2,56±0,008	0,91±0,001	26,2±0,77	0±0	0,910±0,04
Creixell_2	13,43±0,182	1,29±0,017	0,92±0,001	2,38±0,015	0,89±0,002	30,36±3,45	0,70±0,70	0,972±0,017
Culler	12,65±0,194	1,23±0,021	0,90±0,003	2,24±0,009	0,88±0,001	47,96±3,42	32,23±0,57	0,97±0,015
Espardell	11,34±0,16	1,07±0,015	0,91±0,001	2,19±0,012	0,87±0,001	31,78±1,82	2,77±1,66	0,409±0,027
Far_Barbaria	8,30±0,12	0,77±0,013	0,91±0,003	1,9±0,009	0,84±0,001	21,85±0,96	10,6±1,59	0,712±0,016
Farallons	13,01±0,091	1,25±0,010	0,91±0,002	2,33±0,003	0,89±0	33,93±0,87	1,86±1,86	0,564±0,064
Foradada_Cabrera	16,48±0,109	1,56±0,009	0,92±0,001	2,56±0,006	0,91±0	27,06±1,73	22,74±1,84	1±0
Fornells	10,00±0	0,97±0	0,91±0	2,08±0,011	0,86±0	30,23±0	33,49±0	0,736±0
Fraile	17,06±0,097	1,62±0,009	0,92±0,001	2,61±0,005	0,92±0	9,00±1,54	0,38±0,15	0,457±0,035
Ifach	13,9±0,145	1,35±0,014	0,9±0,001	2,34±0,01	0,88±0,001	18,85±7,13	10,64±5,23	0,534±0,111

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Illa_Aire	15,27±0,12	1,44±0,012	0,91±0,001	2,48±0,006	0,9±0	22,66±3,76	0±0	0,566±0,044
Illa_Grossa	18,47±0,228	1,75±0,021	0,91±0,001	2,64±0,007	0,92±0,001	16,62±1,01	24,25±4,16	0,548±0,065
Llosa	20,98±0,153	2±0,016	0,92±0,001	2,8±0,013	0,93±0	21,74±5,27	4,22±3,01	0,463±0,011
Loza_Payo	15,23±0,074	1,46±0,007	0,91±0,001	2,46±0,005	0,9±0,001	26,79±2,43	8,68±2,59	0,334±0,017
Mataro_2	13,00±0	1,23±0	0,91±0	2,33±0,006	0,89±0	33,14±1,82	4,44±0,38	0,982±0,018
MB2	13,58±0,095	1,32±0,009	0,90±0,002	2,35±0,01	0,89±0,002	19,61±2,50	0±0	0,961±0,014
Pinar	10,65±0,092	1,02±0,009	0,91±0,001	2,15±0,009	0,87±0,001	52,17±6,51	0,22±0,22	0,917±0,018
Pla_Rosat	10,76±0,224	1,07±0,025	0,88±0,002	2,03±0,021	0,84±0,003	45,89±3,17	0,60±0,43	0,868±0,028
Punta_Figuera	11,82±0,066	1,13±0,007	0,90±0,001	2,22±0,006	0,88±0,001	33,02±2,26	5,59±3,51	0,728±0,051
Punta_Galinda	14,23±0,028	1,39±0,003	0,90±0,001	2,38±0,004	0,89±0,001	29,94±1,44	10,97±3,41	0,613±0,009
Punta_Nati	14,03±0,151	1,34±0,016	0,93±0,001	2,45±0,009	0,9±0,001	23,94±5,30	1,76±1,76	0,587±0,052
Punta_Vent	12,00±0	1,12±0,001	0,91±0,003	2,27±0,008	0,88±0,002	25,8±9,40	14,04±2,00	0,639±0,011
Rates	16,16±0,112	1,52±0,011	0,93±0,001	2,58±0,007	0,91±0,001	20,17±2,97	11,91±4,99	0,608±0,035
Ratjada	13,99±0,084	1,32±0,007	0,93±0,001	2,45±0,008	0,90±0,001	18,17±1,39	0,93±0,36	0,644±0,006
Regana	12,28±0,148	1,15±0,015	0,92±0,001	2,29±0,01	0,89±0,001	26,88±3,13	6,82±4,08	0,62±0,017
Rocas_Alzamora	7,32±0,283	0,72±0,034	0,95±0,002	1,79±0,042	0,8±0,008	29,9±5,58	12,30±6,15	0,643±0,254
Sabinar	18,69±0,156	1,76±0,014	0,92±0	2,69±0,008	0,92±0,001	14,57±1,10	13,24±3,37	0,917±0,083
Sagunto	15,12±0,30	1,61±0,028	0,89±0,001	2,38±0,021	0,89±0,002	21,2±0,61	4,69±2,72	0,883±0,056
Santa_Eulalia	9,16±0,198	0,94±0,023	0,87±0,005	1,89±0,017	0,82±0,003	37,16±2,42	0±0	0,625±0,032
Servera	13,79±0,142	1,32±0,015	0,92±0,001	2,4±0,008	0,9±0,001	21,94±1,61	1,92±1,41	0,644±0,014
Tagomago	19,14±0,067	1,78±0,005	0,92±0	2,71±0,003	0,92±0,001	22,22±0,05	12,37±1,07	1±0
Xot	13,21±0,073	1,23±0,008	0,94±0,002	2,42±0,001	0,90±0	23,6±1,24	9,70±1,33	0,505±0,036

Las 45 estaciones de muestreo con hábitat 0301022204 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con Dictyotales" se extienden por toda la demarcación LEBA. Se ha obtenido una riqueza específica algal media bastante elevada (14,396±0,475), pero más del 55% de las estaciones tienen valores por debajo de esta cifra, habiéndose encontrado riquezas de menos de 10 especies en Far de Barbaria, Rocas Alzamora y Santa Eulàlia. Estas tres estaciones presentan también los valores más bajos del índice de Margalef, Pielou y Simpson. Por el contrario, destaca la estación Llosa con los valores más altos para todos los índices ecológicos.

En cuanto a la cobertura de especies algales estructurantes, los resultados generales no son muy altos (media de 25,89±1,26), observándose un máximo de 52,17±6,51 (Culler) y un mínimo de 9±1,54 (Fraile). Debemos destacar que más de la mitad de las estaciones presenta una cobertura de especies sensibles inferior al 10%. Entre ellas hay seis estaciones cuyo porcentaje es nulo (Alguers, Baix de Cols, Cap Sant Antoni, Illa de l'Aire, MB2 y Santa Eulàlia) (Tabla 34).

Se ha observado un CFR promedio general de 0,727±0,028, pero menos de la mitad de las estaciones supera ese valor. No se ha encontrado ninguna estación en estado ecológico "malo", puesto que el valor más bajo obtenido

ha sido de 0,334±0,017 (Loza Payo), lo que representa un estado “moderado”. Más del 73% de las estaciones tienen valores superiores a 0,6, lo que indica que gran parte del hábitat dominado por Dictyotales muestreado se encuentra en un estado ecológico, como mínimo, “bueno”. Cabe destacar que se ha obtenido el valor 1 (máximo del índice) en tres estaciones (Cap d’es Freu, Na Foradada de Cabrera y Tagomago) (Figura 52).

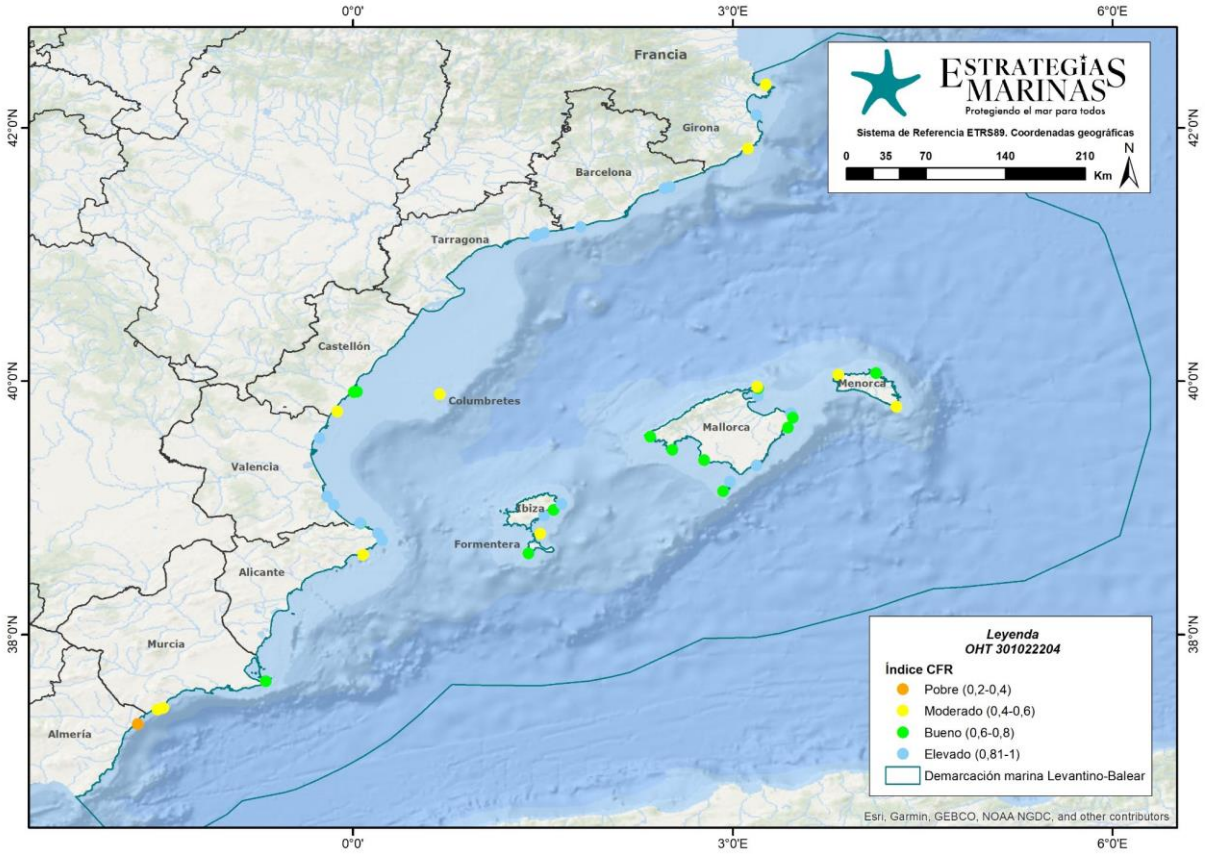


Figura 52. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301022204 “Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con Dictyotales” en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 35. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022204 “Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con Dictyotales” en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J’	H’	D
Alguers	8,5±0,5	1,7±0,29	0,78±0,1	1,67±0,26	0,76±0,08
Almadrava	13±0,82	2,39±0,09	0,64±0,05	1,63±0,13	0,66±0,06
Almadrava_2	11±1	2,02±0,21	0,65±0,07	1,54±0,19	0,67±0,07
Almassora	11,25±0,63	1,84±0,15	0,7±0,03	1,69±0,04	0,74±0,03
Baix_Cols	10,5±1,5	2,16±0,28	0,89±0,07	2,06±0,03	0,86±0,01
Balis	11±0	2,08±0,2	0,78±0,17	1,88±0,4	0,76±0,14

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Barrita_Gandia	10±0	1,84±0,01	0,75±0	1,72±0	0,76±0,01
Brut	9,67±0,88	2,12±0,1	0,76±0,04	1,7±0,05	0,75±0,03
Cabo_Palos	13,5±0,87	2,49±0,15	0,82±0,02	2,12±0,08	0,84±0,02
Calabardina	12,75±0,25	2,01±0,03	0,54±0,07	1,37±0,17	0,59±0,08
Cap_Freu	15±0,58	2,18±0,12	0,52±0,04	1,42±0,11	0,59±0,05
Cap_Martinet	10,33±0,67	1,56±0,01	0,5±0,08	1,16±0,18	0,48±0,08
Cap_Negre	9,5±0,5	1,71±0,33	0,71±0,17	1,62±0,43	0,7±0,14
Cap_Sant_Antoni	13,5±0,5	2,12±0,05	0,69±0,03	1,8±0,06	0,77±0
Creixell_2	9±1,08	2,11±0,21	0,92±0,02	2±0,13	0,87±0,02
Culler	7,33±1,86	1,5±0,36	0,85±0,04	1,67±0,29	0,77±0,06
Espardell	10,5±1,32	1,57±0,22	0,34±0,06	0,81±0,16	0,34±0,07
Far_Barbaria	9,33±0,67	1,59±0,08	0,7±0,07	1,56±0,1	0,7±0,05
Farallons	12,5±4,5	2,18±0,84	0,69±0,07	1,73±0,43	0,74±0,1
Foradada_Cabrera	14,75±1,55	2,18±0,22	0,7±0,03	1,87±0,14	0,77±0,03
Fornells	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!
Fraile	13±0,71	1,92±0,12	0,65±0,03	1,66±0,11	0,71±0,03
Ifach	9,25±2,99	1,4±0,53	0,43±0,13	0,96±0,43	0,4±0,18
Illa_Aire	14,75±1,11	2,08±0,2	0,59±0,09	1,6±0,25	0,68±0,1
Illa_Grossa	17,5±1,06	2,84±0,13	0,74±0,04	2,12±0,06	0,8±0,04
Llosa	8,5±3,5	1,52±0,66	0,56±0,1	1,19±0,45	0,53±0,18
Loza_Payo	11,5±1,47	1,78±0,21	0,55±0,06	1,35±0,21	0,61±0,09
Mataro_2	12,5±0,35	2,42±0,06	0,82±0,1	2,06±0,23	0,82±0,06
MB2	8,75±0,35	1,87±0,19	0,8±0,09	1,75±0,22	0,78±0,08
Pinar	12±1,41	1,88±0,24	0,59±0,11	1,46±0,28	0,59±0,11
Pla_Rosat	6,75±0,85	1,35±0,2	0,67±0,11	1,28±0,24	0,6±0,11
Punta_Figuera	11,75±1,03	1,56±0,16	0,54±0,05	1,32±0,11	0,63±0,04
Punta_Galinda	10,5±0,5	1,79±0,09	0,66±0,05	1,55±0,12	0,69±0,04
Punta_Nati	15±2	2,43±0,3	0,66±0,03	1,75±0,02	0,72±0,02
Punta_Vent	12,5±0,41	1,75±0,08	0,36±0,06	0,92±0,17	0,43±0,13
Rates	14,25±3,67	2,13±0,6	0,69±0,01	1,8±0,22	0,76±0,04
Ratjada	16,25±1,11	2,32±0,16	0,65±0,05	1,8±0,13	0,75±0,04
Regana	17±1	2,48±0,16	0,61±0,08	1,72±0,24	0,67±0,09
Rocas_Alzamora	8±3,04	1,44±0,62	0±0,02	1,21±0,53	0,5±0,22
Sabinar	15,25±1,44	2,14±0,26	0,54±0,06	1,47±0,18	0,63±0,06
Sagunto	6,33±0,76	1,17±0,14	0,66±0,03	1,21±0,08	0,6±0,05
Santa_Eulalia	12±1,53	1,83±0,3	0,45±0,11	1,11±0,31	0,48±0,15
Servera	16±1,05	2,15±0,16	0,45±0,05	1,26±0,14	0,55±0,07

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Tagomago	15±1,41	2,64±0,01	0,75±0,06	2,01±0,09	0,81±0,04
Xot	15,25±1,34	2,4±0,27	0,61±0,12	1,65±0,32	0,64±0,13

301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Padina pavonica*"

Tabla 36. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con Padina pavonica" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Benidorm	4,75±1,55	0,81±0,34	0,89±0,05	1,23±0,27	0,64±0,08	32,18±13,85	35,07±18,61
Loma_Pelada	4,25±0,63	0,71±0,14	0,85±0,07	1,21±0,18	0,64±0,07	40,15±13,77	40,15±13,77
Punta_Prima	10,25±1,65	2,01±0,36	0,76±0,01	1,75±0,13	0,77±0,03	25,24±6,96	24,32±6,6

Tabla 37. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con Padina pavonica" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Benidorm	18,09±0,231	1,72±0,022	0,9±0,001	2,55±0,016	0,9±0,002	16,45±2,526	0,75±0,36	0,491±0,061
Loma_Pelada	14,14±0,181	1,41±0,018	0,88±0,001	2,30±0,014	0,87±0,002	19,65±2,91	7,14±2,074	0,728±0,054
Punta_Prima	15,18±0,167	1,45±0,017	0,92±0,001	2,50±0,012	0,91±0,001	20,14±0,763	16,59±3,47	0,965±0,016

Este hábitat se encuentra poco representado en la demarcación LEBA, pero los resultados de los índices ecológicos aplicados a las algas indican una elevada diversidad y equidad de las especies en las comunidades. Por otro lado, las bajas coberturas de especies algales estructurantes y sensibles apuntan a comunidades inmaduras, puesto que en ningún caso superan el 20% (Tabla 37). No obstante, el índice CFR mínimo de 0,491±0,061 para Benidorm indica que este hábitat se encuentra al menos en un estado ecológico "moderado", aunque las otras dos estaciones tienen valores muy superiores (Figura 53).

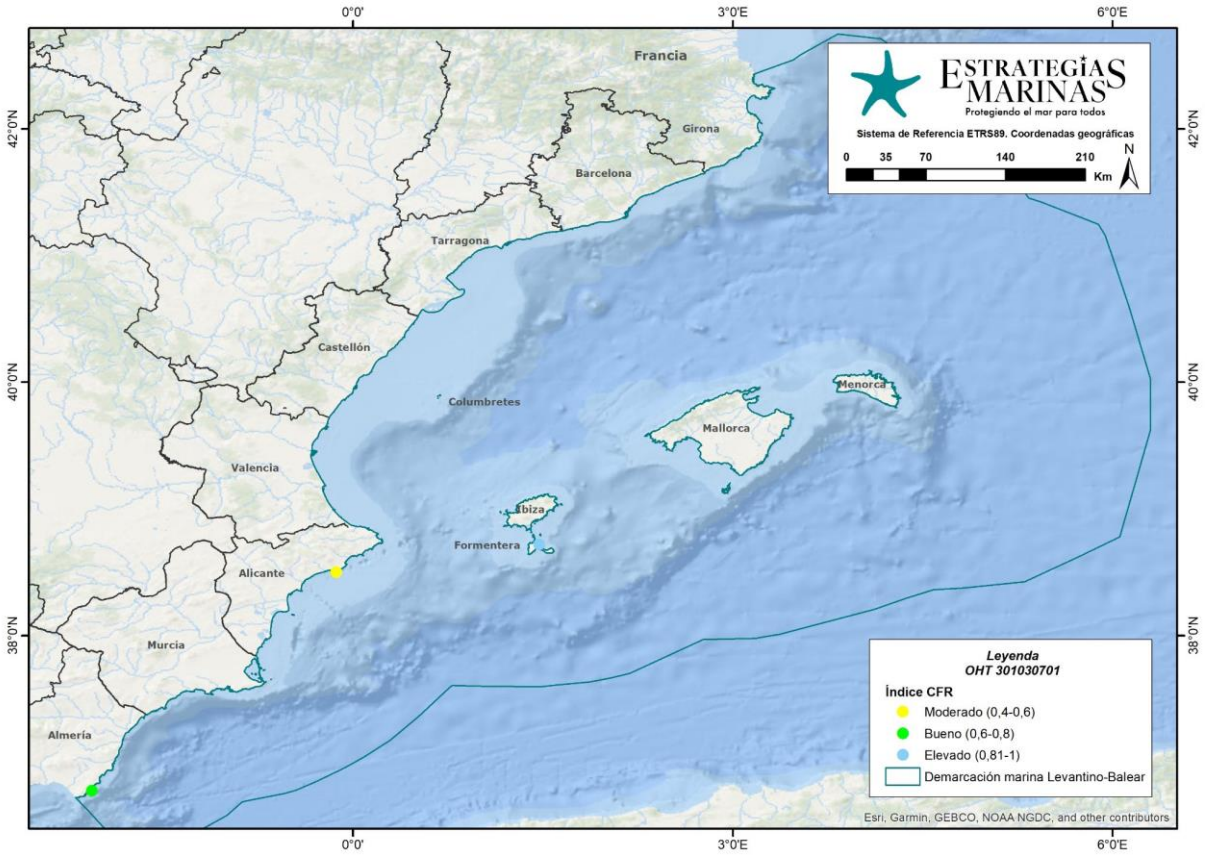


Figura 53. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con Padina pavonica" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio

Tabla 38. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030701 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con Padina pavonica" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Benidorm	15,5±0,29	2,27±0,04	0,46±0,03	1,26±0,09	0,5±0,04
Loma_Pelada	14,75±1,31	2,93±0,27	0,71±0,07	1,91±0,24	0,75±0,08
Punta_Prima	11±1,08	1,9±0,19	0,68±0,11	1,64±0,31	0,69±0,11

Hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con *Sphaerococcus coronopifolius*"

Tabla 39. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Sphaerococcus coronopifolius" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Albufera_de_Valencia	10,33±0,66	2,03±0,14	0,59±0,08	1,39±0,2	0,6±0,08	72,19±3,97	71,12±4,34
Alguers	24±1	4,99±0,22	0,82±0,01	2,6±0,06	0,89±0	29,58±9,31	26,68±7,76
Barrita_Gandia	8±0	1,52±0	0,72±0,01	1,51±0,02	0,7±0,01	58,36±11,85	58,36±11,85
Oropesa	25±2	5,21±0,43	0,79±0,05	2,55±0,1	0,87±0,04	56,24±6,87	44,77±9,33

Tabla 40. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Sphaerococcus coronopifolius" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Albufera_de_Valencia	15,12±0,139	1,43±0,014	0,90±0	2,44±0,008	0,9±0,001	19,67±0,45	7,72±1,53	0,993±0,007
Alguers	11,47±0,052	1,12±0,007	0,87±0,001	2,13±0,008	0,86±0	16,98±0,316	1,02±1,02	0,924±0,009
Barrita_Gandia	15,25±0,048	1,44±0,005	0,9±0,001	2,45±0,003	0,90±0	15,31±0,764	17,65±0,67	0,850±0,079
Oropesa	11,56±0,155	1,13±0,016	0,89±0,002	2,18±0,014	0,86±0,003	15,40±2,20	9,60±2,00	0,978±0,022

Las cuatro estaciones de muestreo con hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con *Sphaerococcus coronopifolius*" se han identificado únicamente en Castellón y Valencia. Las riquezas específicas algales obtenidas no son tan elevadas como en otros casos (alrededor de 18 en el hábitat dominado por Dictyotales), y el índice de Margalef también presenta valores bajos. No obstante, los índices de Pielou, Shannon y Simpson sí muestran valores altos. En el caso de la cobertura de especies algales estructurantes y especies sensibles, los resultados no son tampoco óptimos. Puede verse que en Alguers, las especies sensibles a penas superan el 1% de cobertura (Tabla 40).

Los resultados del índice CFR contradicen a los índices ecológicos, sugiriendo comunidades algales en estado ecológico "elevado" (CFR>0,81) en todos los casos (Figura 54). Esto es así porque las cuatro son estaciones con un bajo porcentaje de sustrato rocoso (50,4% en promedio) que, además se encuentra altamente sedimentado. En estas condiciones, no sólo son bajas las coberturas de las especies estructurantes y sensibles, sino también de las especies características, y al aplicar el índice esto se traduce en los resultados ya expuestos.

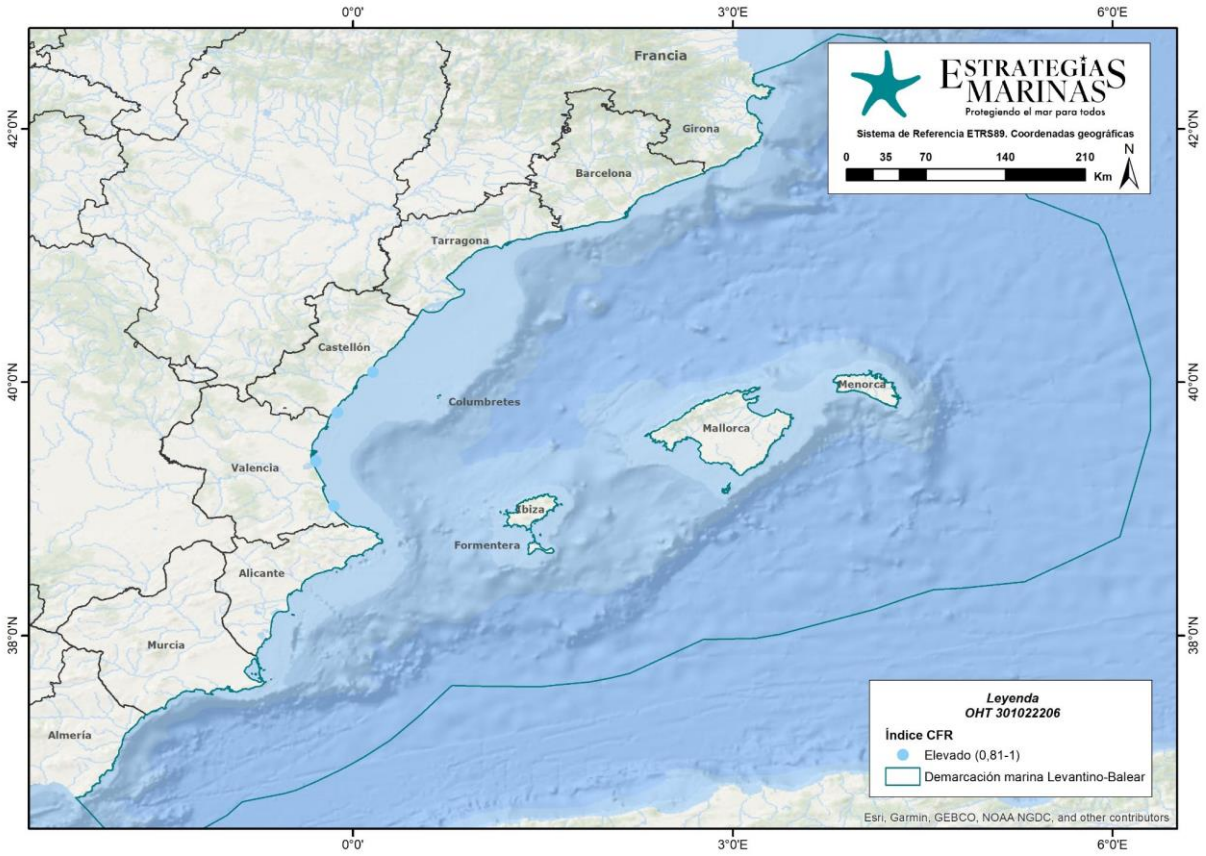


Figura 54. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Sphaerococcus coronopifolius" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 41. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301022206 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con Sphaerococcus coronopifolius" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Albufera_de_Valencia	6,67±0,33	1,24±0,12	0,68±0,11	1,28±0,2	0,65±0,07
Alguers	10±3	1,82±0,38	0,81±0,02	1,81±0,2	0,8±0,02
Barrita_Gandia	13,5±1,5	2,45±0,18	0,74±0	1,92±0,09	0,8±0,01
Oropesa	5,5±1,5	1,22±0,3	0,9±0,01	1,49±0,23	0,75±0,04

Hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus*"

Tabla 42. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Bajo_de_la_Llosa	5,5±4,5	0,98±0,98	0,89±0	1,02±1,03	0,42±0,42	6,82±6,82	6,82±6,82
Cap_Negrete	6,25±1,93	1,14±0,42	0,82±0,07	1,39±0,36	0,65±0,13	13,46±5,59	11,49±6,24
Ifach_Norte	15±1,15	3,04±0,25	0,78±0,03	2,11±0,04	0,81±0,02	35,41±14,4	32,38±12,46
Tossa	13,25±4,13	2,66±0,9	0,63±0,08	1,48±0,08	0,64±0,04	12,22±4,81	9,39±4,54

Tabla 43. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Bajo_de_la_Llosa	17,49±0,041	1,7±0,005	0,91±0,001	2,60±0	0,91±0	20,27±4,50	3,45±0,29	0,885±0,008
Cap_Negrete	14,33±0,157	1,37±0,015	0,89±0,002	2,35±0,011	0,89±0,001	40,65±8,00	0,20±0,12	0,956±0,009
Ifach_Norte	18,14±0,174	1,71±0,016	0,91±0,001	2,61±0,01	0,91±0,001	35,8±6,57	0,10±0,10	0,942±0,035
Tossa	12,64±0,10	1,25±0,012	0,93±0,002	2,36±0,01	0,89±0,001	8,56±1,76	0,12±0,12	0,639±0,067

Las estaciones de muestreo con hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con *Halopteris scoparia*/*Cladostephus spongiosus*" se han identificado en Girona y en Alicante. Las riquezas específicas algales obtenidas muestran valores intermedios (un poco por debajo de las 18 especies del hábitat dominado por Dictyotales). El índice de Margalef también presenta valores intermedios. No obstante, los índices de Pielou, Shannon y Simpson sí muestran valores altos. En el caso de la cobertura de especies algales estructurantes, se ha obtenido un máximo de 40,65±8,00 en Cap Negre y un mínimo de 8,56±1,76 en Tossa. En cuanto a la cobertura de especies sensibles, se han obtenido valores extremadamente bajos, con un máximo de 3,45±0,29 en Bajo de la Llosa y un valor que rondan el 0,15 en el resto de estaciones (Tabla 43).

Los resultados del índice CFR sugieren comunidades algales en estado ecológico "elevado" (excepto en el caso de Tossa, en estado "moderado") (Figura 55). Aunque las coberturas de especies estructurantes y sensibles no sean muy altas, las bajas coberturas de especies oportunistas encontradas hacen que este índice supere 0,81 en el 75% de las estaciones.

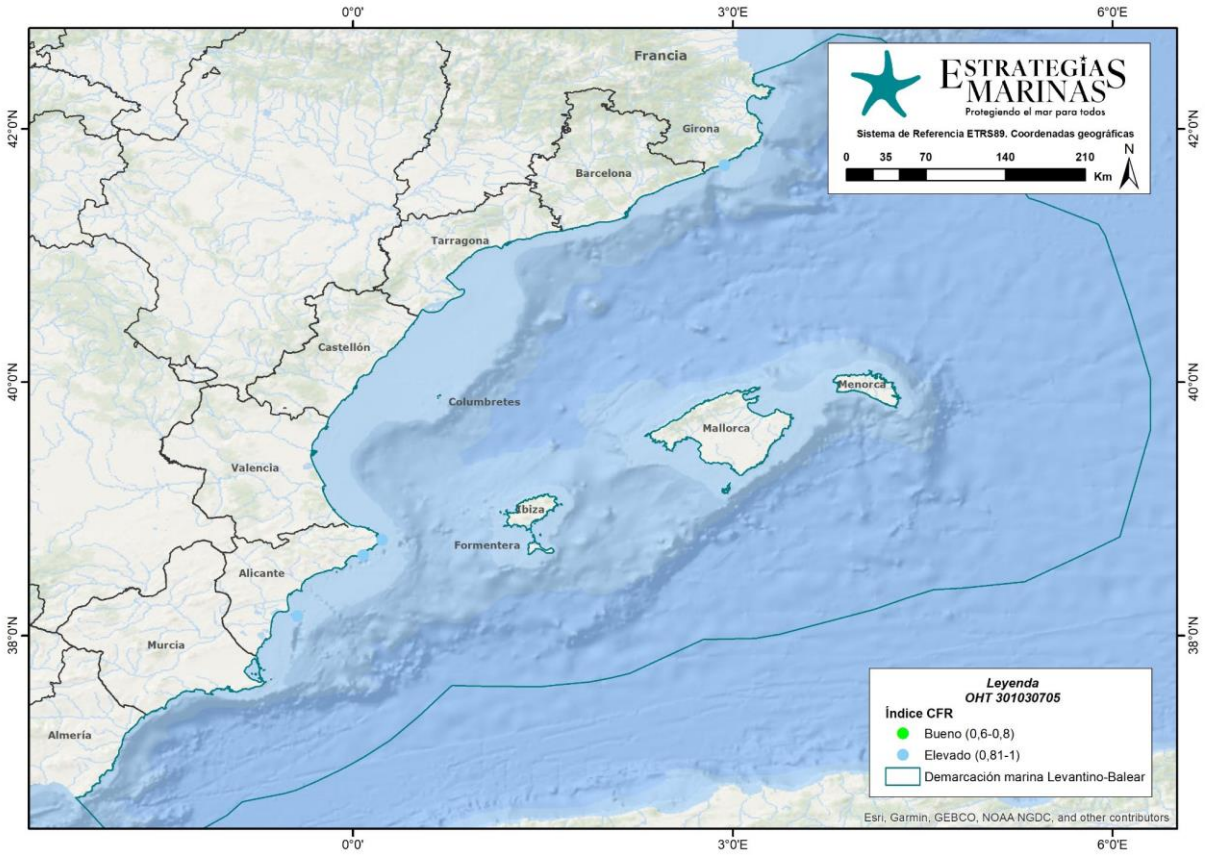


Figura 55. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 44. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301030705 "Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Bajo_de_la_Llosa	-	-	-	-	-
Cap_Negrete	12,75±1,31	2,18±0,19	0,75±0,05	1,92±0,18	0,79±0,05
Ifach_Norte	10±1,08	1,84±0,2	0,61±0,02	1,39±0,1	0,61±0,03
Tossa	8,75±0,5	1,68±0,06	0,71±0,02	1,51±0,06	0,68±0,02

Hábitat 0301041403 "Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con *Halopteris filicina*"

Tabla 45. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301041403 "Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con Halopteris filicina" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Far_Mola	10,75±0,75	2,12±0,17	0,92±0,02	2,18±0,05	0,88±0,01	38,14±5,01	32,69±5,34
Redona	8,5±0,87	1,63±0,19	0,7±0,04	1,48±0,05	0,66±0,04	4,07±1,75	5,41±1,34
Tagomago	7,00±2,00	1,3±0,43	0,78±0,11	1,52±0,43	0,71±0,13	33,32±5,81	31,14±3,64

Tabla 46. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301041403 "Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con Halopteris filicina" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (HFS), Cobertura (%) de especies sensibles, índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Far_Mola	11,46±0,034	1,12±0,006	0,92±0,002	2,24±0,003	0,88±0,001	47,65±2,31	2,20±0,53	0,963±0,024
Redona	16,42±0,042	1,53±0,005	0,92±0,001	2,56±0,001	0,91±0	18,73±2,93	14,42±1,70	1±0
Tagomago	17,62±0,104	1,64±0,01	0,94±0,001	2,69±0,003	0,92±0	22,12±5,08	8,77±5,58	1±0

El hábitat fotófilo dominado por Halopteris filicina se ha encontrado únicamente en tres estaciones de muestreo, todas ellas en las Islas Baleares (una en Mallorca y dos en Ibiza). La riqueza específica de algas y el índice de Margalef revelan niveles de diversidad alfa mediocres, pero el índice de Shannon es superior a 2 en todas ellas y los índices de Pielou y Simpson indican una gran equidad de especies. La mayor cobertura de especies estructurantes se ha encontrado en el Faro de la Mola de Formentera (47,65±2,30) y las otras dos estaciones tienen coberturas en torno al 20%. En cuanto a la cobertura de especies sensibles, los valores son más reducidos, sobre todo en el Faro de la Mola, donde no se llega al 3% (Tabla 46). Debido a la presencia casi nula de algas oportunistas, los resultados del índice CFR son muy altos (1 o cerca de 1), por lo que las tres estaciones se encuentran en estado ecológico "elevado" (Figura 56).

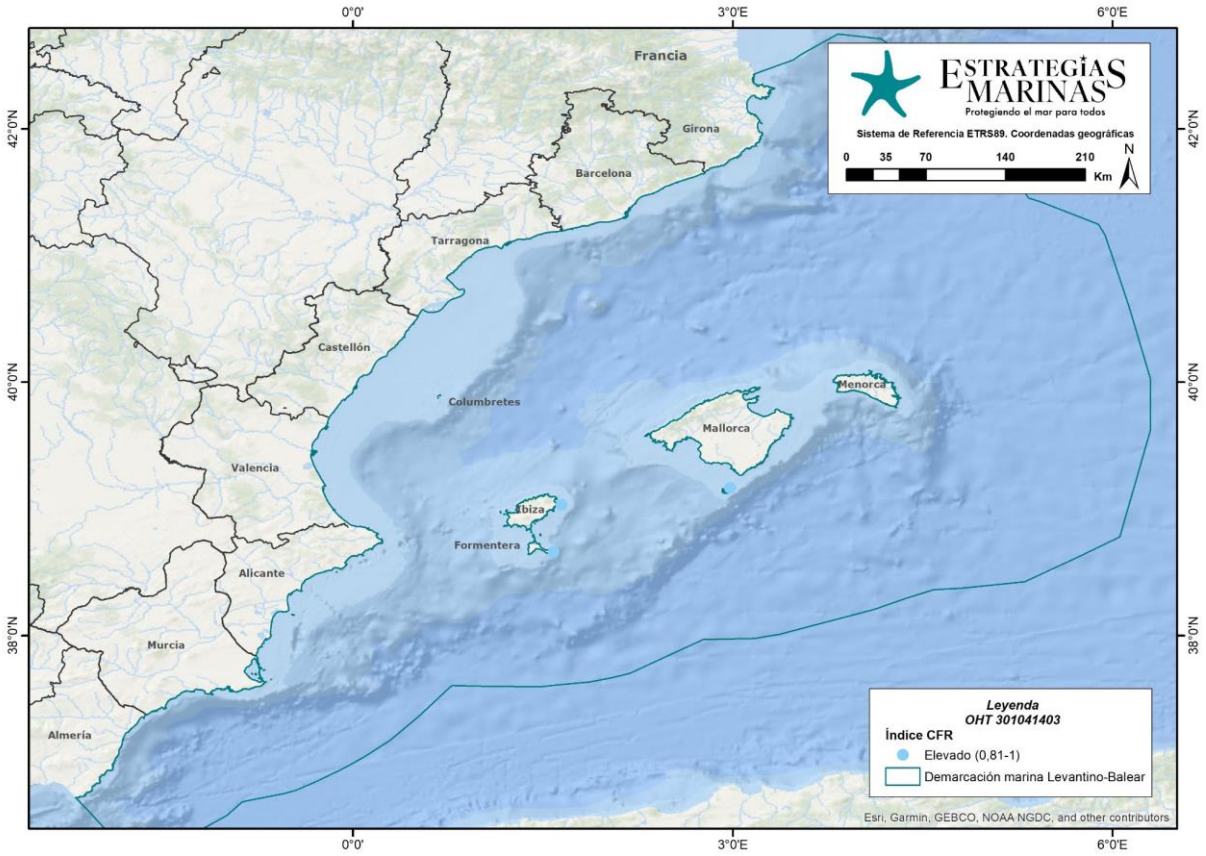


Figura 56. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301041403 "Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con Halopteris filicina" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 47. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301041403 "Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con Halopteris filicina" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Far_Mola	11,25±0,63	1,72±0,1	0,41±0,08	0,98±0,17	0,41±0,08
Redona	18,25±1,77	2,62±0,16	0,69±0,07	1,99±0,06	0,79±0,03
Tagomago	11,5±2,73	2,04±0,36	0,73±0,04	1,74±0,21	0,76±0,04

Hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con *Halimeda tuna*"

Tabla 48. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con Halimeda tuna" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Faro_Columbretes	12±1,87	2,39±0,41	0,67±0,04	1,64±0,13	0,68±0,04	48,11±7,08	4,87±3,05
Mancolibre	12,25±1,98	2,44±0,43	0,69±0,04	1,72±0,19	0,73±0,05	7,91±1,9	5,34±0,36
Placer_Barra	10±1	1,95±0,22	0,63±0,02	1,44±0,02	0,66±0,02	85,35±4,53	77,92±9,43

Tabla 49. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con Halimeda tuna" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Faro_Columbretes	12,08±0,079	1,14±0,008	0,91±0	2,27±0,006	0,88±0,001	23,31±2,66	21,01±2,34	0,801±0,070
Mancolibre	14,23±0,093	1,37±0,008	0,92±0,001	2,45±0,007	0,90±0,001	23,77±3,22	13,68±3,38	0,751±0,062
Placer_Barra	13,70±0,052	1,32±0,006	0,9±0,001	2,35±0,002	0,89±0	11,60±1,47	43,20±4,82	0,788±0,064

Este hábitat se ha encontrado únicamente en tres estaciones de las Islas Columbretes (Comunidad Valenciana). Al igual que en el caso del hábitat con *Padina pavonica*, las riquezas específicas algales y el índice de Margalef presentan valores intermedios. No obstante, los índices de Pielou, Shannon y Simpson sí muestran valores altos. En el caso de la cobertura de especies algales estructurantes, en ningún caso se ha llegado al 25%, observando un mínimo de 11,60±1,47 en Placer de la Barra Alta. En cuanto a la cobertura de especies sensibles, es precisamente en esta estación donde se ha obtenido el valor más alto (43,20±4,82) (Tabla 49). Los resultados del índice CFR obtenidos en las tres estaciones es similar dentro del rango del estado ecológico "bueno" (0,6-0,8) (Figura 57).

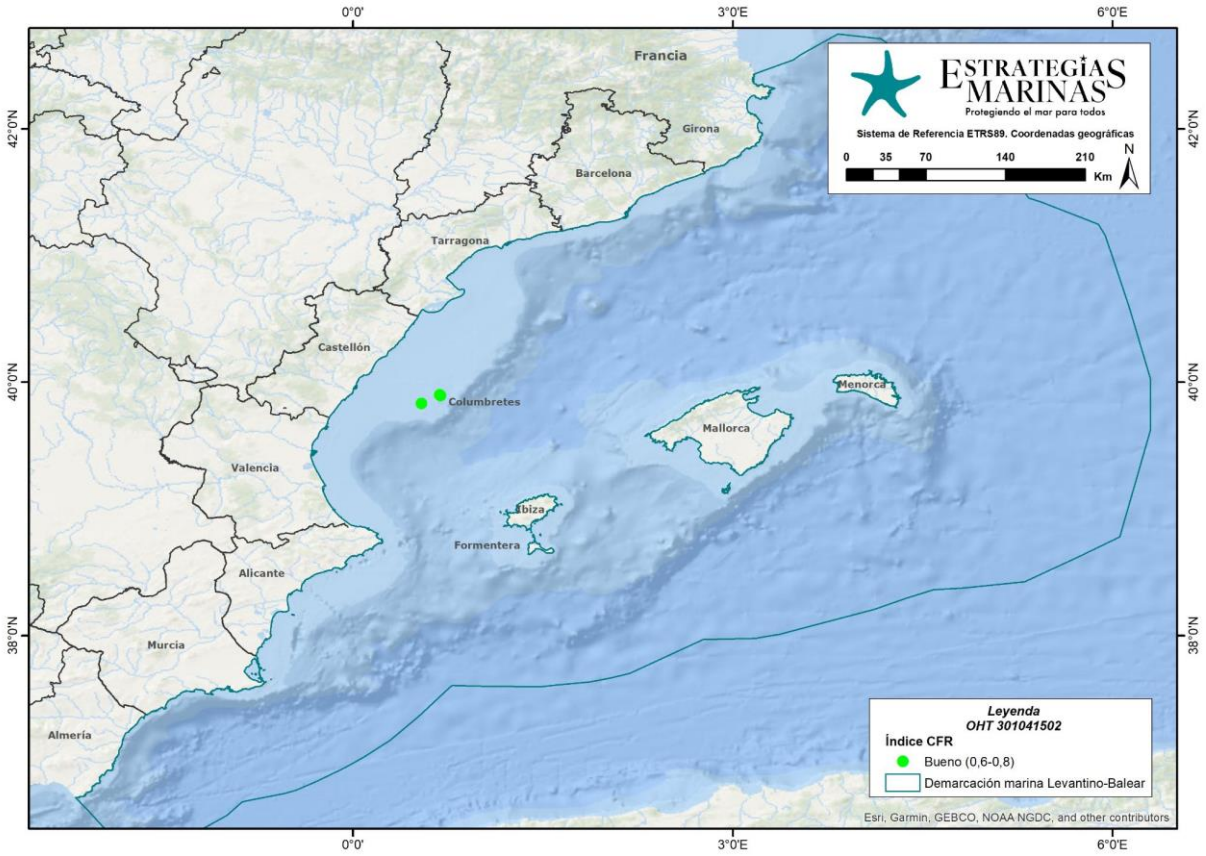


Figura 57. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con Halimeda tuna" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 50. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 0301041502 "Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con Halimeda tuna" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Faro_Columbretes	9±1,22	1,26±0,16	0,57±0,07	1,26±0,22	0,58±0,1
Mancolibre	10,75±1,65	1,85±0,36	0,69±0,08	1,65±0,29	0,71±0,09
Placer_Barra	7,33±0,88	1,47±0,34	0,57±0,04	1,13±0,14	0,54±0,05

Hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Dictyopteris polypodioides*"

Tabla 51. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con Dictyopteris polypodioides" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Bajo_de_Fuera	15,67±2,6	3,18±0,57	0,8±0,02	2,16±0,12	0,85±0,02	44,74±10,18	7,62±0,88
Cabo_Tiñoso_Arco	5,25±0,63	0,92±0,14	0,79±0,08	1,29±0,11	0,66±0,06	40,27±11,61	40,8±11,26
Garrucha	7,67±0,88	1,45±0,19	0,86±0,03	1,74±0,12	0,78±0,03	34,26±11,3	32,18±9,28
Hormiga	8,00±5,00	1,52±1,09	0,88±0,04	1,59±0,58	0,73±0,11	14,17±2,50	4,17±4,16
Isla_Palomas	7,75±2,06	1,47±0,45	0,77±0,06	1,49±0,25	0,7±0,07	14,83±8,28	27,94±9,67
Islote_Carallot	8,00±0,92	1,52±0,20	0,83±0,02	1,71±0,11	0,77±0,03	67,48±9,02	21,42±6,23
Islote_Foradada	9,75±0,48	1,9±0,11	0,8±0,06	1,81±0,13	0,77±0,06	43,15±13,00	12,81±4,15
Navarrete	10,75±0,95	2,12±0,21	0,75±0,06	1,78±0,16	0,77±0,04	62,05±6,87	36,53±6,4

Tabla 52. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a algas en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con Dictyopteris polypodioides" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Cobertura de especies de estructurantes (% HFS), Cobertura de especies sensibles (%) e índice CFR.

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	% Sensibles	CFR
Bajo_de_Fuera	10,07±0,069	0,98±0,007	0,88±0,001	2,02±0,005	0,84±0,001	34,79±3,39	63,97±3,13	0,881±0,052
Cabo_Tiñoso_Arco	17,43±0,141	1,70±0,014	0,91±0,001	2,58±0,010	0,91±0,001	39,04±5,91	44,21±5,39	0,676±0,048
Garrucha	13,43±0,174	1,30±0,016	0,89±0,001	2,30±0,011	0,88±0,001	57,60±4,04	63,49±4,24	0,887±0,033
Hormiga	16,07±0,173	1,55±0,017	0,90±0	2,50±0,007	0,90±0,001	50,60±7,00	53,80±6,60	0,762±0,003
Isla_Palomas	18,36±0,032	1,76±0,003	0,89±0,001	2,59±0,005	0,91±0,001	15,49±3,13	16,69±3,16	0,500±0,064
Islote_Carallot	15,26±0,111	1,48±0,011	0,9±0,001	2,45±0,009	0,89±0,001	28,81±2,96	50,66±4,56	0,753±0,078
Islote_Foradada	19,09±0,104	1,84±0,01	0,89±0,001	2,64±0,008	0,91±0,001	30,48±10,34	52,05±6,24	0,739±0,082
Navarrete	12,74±0,025	1,19±0,003	0,92±0,001	2,33±0,001	0,89±0	20,34±1,64	37,38±2,94	0,977±0,010

Se han encontrado ocho estaciones con hábitat fotófilo dominado por *Dictyopteris polypodioides*, todas ellas (a excepción de Garrucha) dentro de reservas marinas. Se ha obtenido una riqueza específica algal media bastante elevada (15,17±0,53), y además el 62,5% de las estaciones tienen valores por encima de esta cifra. La estación con menor riqueza de especies es el Bajo de Fuera, en Cabo de Palos (10,07±0,069), donde también se han

obtenido los valores más bajos de Margalef, Pielou, Shannon y Simpson. El índice de Margalef es, en general para todas las estaciones bastante bajo, pero los valores de Shannon son elevados (por encima de 2). Pielou y Simpson indican una distribución equitativa de las especies en todas las estaciones.

Se han obtenido valores relativamente elevados en cuanto a cobertura de especies algales estructurantes, con un máximo de 57,60±4,04 (Garrucha) y un mínimo de 15,49±3,13 (Isla Palomas). Las coberturas de algas sensibles son superiores al de estructurantes en todas las estaciones, con valores máximos que superan el 60% (Tabla 52).

Se ha observado un CFR promedio general de 0,772±0,028, pero sólo la mitad de las estaciones supera ese valor. En Isla Palomas se ha encontrado el CFR más bajo porque, además de tener bajas coberturas de especies estructurantes y sensibles, se ha registrado una cobertura media de especies oportunistas del 31%. Esto hace que su estado ecológico se sitúe en "moderado". Cabo Tiñoso Arco, con coberturas de especies oportunistas de alrededor del 16%, tiene el CFR más bajo del bloque de estaciones (en total cuatro) en estado ecológico "bueno". Las tres estaciones restantes, localizadas en reservas marinas diferentes, tienen CFRs por encima de 0,81, por lo que su estado ecológico es "elevado" (Figura 58).

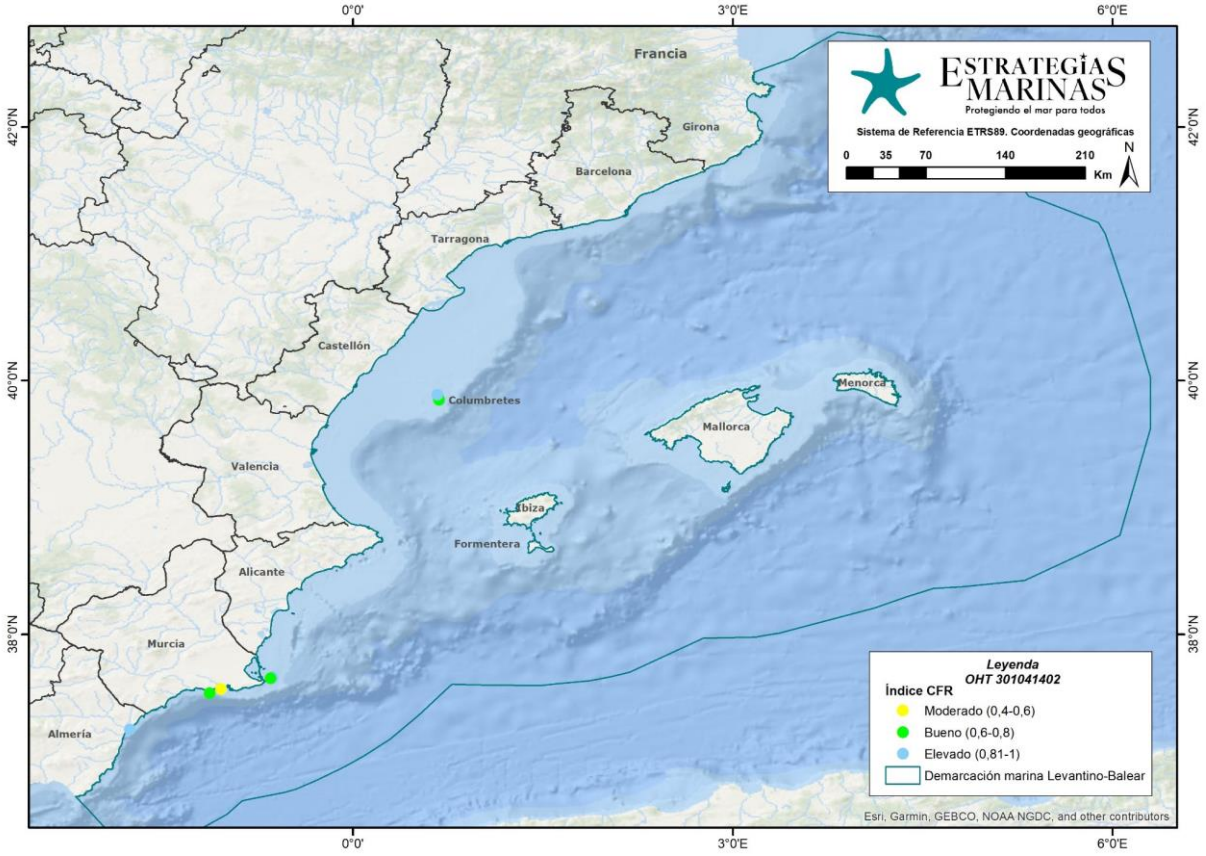


Figura 58. Resultados del índice CFR para cada una de las estaciones de muestreo del hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con Dictyopteris polypodioides" en la demarcación LEBA. En las estaciones muestreadas más de una vez se muestra el valor promedio.

Tabla 53. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a peces en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041402 "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con Dictyopteris polypodioides" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´) e Índice de Simpson (D).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D
Bajo_de_Fuera	13,67±1,45	1,95±0,19	0,45±0,07	1,15±0,14	0,49±0,07
Cabo_Tiñoso_Arco	15,5±0,5	2,61±0,05	0,72±0,02	1,98±0,08	0,8±0,02
Garrucha	13±2	2,61±0,25	0,81±0,04	2,06±0,13	0,82±0,04
Hormiga	15±0	2,14±0,13	0,34±0,05	0,92±0,14	0,39±0,08
Isla_Palomas	16,5±3,23	2,64±0,49	0,62±0,02	1,69±0,12	0,67±0,03
Islote_Carallot	11,75±0,63	2,04±0,11	0,62±0,09	1,53±0,23	0,63±0,1
Islote_Foradada	11,5±0,29	1,8±0,04	0,45±0,04	1,11±0,09	0,45±0,03
Navarrete	10,5±0,29	1,67±0,05	0,68±0,01	1,59±0,02	0,68±0,01

COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS ACOMPAÑANTES EN EL AMBIENTE HEMIESCIÁFILO-ESCIÁFILO

Hábitat 301030903 "Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con *Oculina patagonica*"

Tabla 54. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301030903 "Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con Oculina patagonica" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Algarrobico	1±0	0±0	-	0±0	0±0	0±0	0±0
Rumina	10±0	1,95±0	0,94±0	2,17±0	0,88±0	55,56±0	16,67±0

Hábitat 3010416 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados"

Tabla 55. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 3010416 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Almadrava	2±0	0,22±0	1±0	0,69±0	0,51±0	50±0	50±0
Bajo_de_Fuera	18,67±1,2	3,84±0,26	0,76±0,02	2,22±0,07	0,85±0,01	50,64±1,73	7,16±0,83
Bajo_de_la_Llosa	6±0	1,09±0	0,77±0	1,38±0	0,67±0	0±0	0±0
Banco_Fidalgo	6,5±3,5	1,19±0,76	0,98±0,02	1,65±0,55	0,78±0,11	20,24±13,1	20,24±13,1
Barrita_Gandia	1±0	0±0	-	0±0	0±0	0±0	0±0
Cabo_Palos	15±0	3,04±0	0,78±0	2,1±0	0,82±0	26,67±0	10±0
Carallot_Oeste	8,5±2,5	1,63±0,54	0,6±0,04	1,26±0,26	0,63±0,06	49,01±2,27	41,67±3,63
Estalella	6±0	1,09±0	0,82±0	1,47±0	0,74±0	3,33±0	3,33±0
Hormiga	23,5±0,5	4,89±0,11	0,85±0,01	2,69±0,04	0,91±0,01	19,64±5,36	21,24±2,45
Islote_Carallot	7±0	1,3±0	0,94±0	1,83±0	0,83±0	70±0	40±0
Islote_Foradada	6,5±0,5	1,19±0,11	0,8±0,05	1,5±0,03	0,73±0,01	57,41±9,26	16,67±5,56
Mancolibre	12,5±2,5	2,5±0,54	0,75±0,04	1,86±0,06	0,79±0,01	16,01±1,73	9,42±2,96
Navarrete	13,5±0,5	2,71±0,11	0,75±0,02	1,95±0,02	0,79±0,04	55,62±9,46	39,77±20,54
Pinar	5±0	0,87±0	0,62±0	0,99±0	0,51±0	4,17±0	4,17±0
Polacra	9±2,28	1,74±0,5	0,83±0,05	1,71±0,14	0,76±0,02	20,79±4,8	19,85±4,78

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Punta_Galinda	1±0	0±0	-	0±0	0±0	0±0	0±0

Hábitat 301041601 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Myriapora truncata*"

Tabla 56. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041601 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con Myriapora truncata" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Arenalet	12,33±1,85	2,46±0,4	0,72±0,08	1,78±0,2	0,73±0,08	22,67±12,62	15,98±8,65
Aubarca	11±2	2,17±0,43	0,45±0,03	1,07±0,01	0,48±0,03	70,79±3,45	70,79±3,45
Bajo_de_la_Llosa	6±0	1,09±0	0,81±0	1,45±0	0,73±0	31,03±0	31,03±0
Banco_Fidalgo	3±0	0,43±0	1±0	1,1±0	0,67±0	0±0	0±0
Benidorm	7,75±2,06	1,47±0,45	0,8±0,02	1,53±0,24	0,72±0,06	24,22±3,43	28,45±5,47
Calabardina	10±2	1,95±0,43	0,79±0,14	1,77±0,16	0,75±0,09	53,44±7,99	53,44±7,99
Cap_Freu	10±2,28	1,95±0,5	0,75±0,05	1,65±0,1	0,73±0,03	33,95±1,31	34,94±1,05
Cap_Martinet	13,33±1,2	2,68±0,26	0,84±0,01	2,17±0,09	0,85±0,01	24,65±6,07	24,65±6,07
Cap_Negre	5±3	0,87±0,65	0,99±0,01	1,36±0,66	0,69±0,18	36,36±36,37	22,73±22,73
Castell	17,5±0,5	3,58±0,11	0,79±0,06	2,27±0,18	0,84±0,05	52,54±4,16	49,16±2,38
Cerro_Negro	12,33±1,2	2,46±0,26	0,84±0,04	2,11±0,14	0,85±0,02	25,93±2,03	20,55±3,87
Conejera	15,5±1,5	3,15±0,33	0,58±0,09	1,59±0,31	0,67±0,12	65,22±1,67	51,89±15
Dragonera	10,67±1,2	2,1±0,26	0,82±0,03	1,92±0,04	0,82±0,01	23,27±4,88	23,11±4,77
Estels	10±1,08	1,95±0,24	0,76±0,02	1,75±0,09	0,78±0,02	12,54±3,69	14,13±3,44
Far_Mola	12±0	2,39±0	0,82±0	2,03±0	0,81±0	15,91±0	9,09±0
Foradada_Cabrera	17±2	3,47±0,43	0,74±0,01	2,1±0,07	0,8±0,01	11,83±0,83	16,33±3,67
Forat	10±1	1,95±0,22	0,78±0,03	1,79±0,07	0,79±0,02	35,86±7,1	34,88±6,13
Fornells	12±0	2,39±0	0,68±0	1,68±0	0,7±0	22,58±0	26,88±0
Fraile	7,75±1,65	1,47±0,36	0,69±0,08	1,31±0,03	0,63±0,04	53,87±9,73	52,1±8,64
Garrucha	6±2	1,09±0,43	0,67±0,17	1,21±0,52	0,57±0,23	74,72±17,27	74,72±17,27
Gavina	11±0	2,17±0	0,84±0	2,01±0	0,84±0	29,87±0	35,06±0
Guardiola	9,33±1,67	1,81±0,36	0,85±0,02	1,86±0,14	0,8±0,02	50,65±7,74	49,54±7,38
Ifach	13,5±0,29	2,71±0,07	0,77±0,03	2±0,06	0,8±0,03	49,51±9,74	31,45±5,63
Ifach_Norte	15±3	3,04±0,65	0,87±0,01	2,35±0,16	0,88±0,02	47,53±3,94	47,34±1,19
Illa_Aire	7±0	1,3±0	0,75±0	1,45±0	0,7±0	52,94±0	52,94±0
Illa_Grossa	10,25±2,36	2,01±0,51	0,7±0,11	1,56±0,26	0,67±0,11	64,11±9,87	62,81±8,91

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Isla_Grosa_Murcia	10±0	1,95±0	0,84±0,04	1,93±0,1	0,82±0,03	20,69±1,53	20,69±1,53
Isla_Palomas	13,75±0,75	2,77±0,17	0,8±0,03	2,09±0,03	0,83±0,02	9,26±3,15	32,87±9,05
Islote_Carallot	12,33±2,73	2,46±0,59	0,85±0,03	2,09±0,2	0,84±0,03	47,59±11,37	20,68±4,94
Islote_Foradada	15±0	3,04±0	0,92±0	2,48±0	0,9±0	21,82±0	16,36±0
Loma_Pelada	4,5±1,76	0,76±0,38	0,86±0,06	0,97±0,39	0,51±0,18	37,7±22,06	11,64±7,59
Loza_Payo	8±3	1,52±0,65	0,86±0,03	1,68±0,28	0,77±0,05	40,66±3,14	40,28±2,51
Materet	10,75±1,03	2,12±0,23	0,74±0,07	1,74±0,14	0,74±0,05	47,49±13,49	41,05±14,57
Mola	2±0	0,22±0	1±0	0,69±0	0,51±0	0±0	0±0
Navarrete	7,5±0,5	1,41±0,11	0,95±0,01	1,92±0,07	0,85±0,01	42,31±11,54	23,08±7,69
Nuno	7,5±1,66	1,41±0,36	0,78±0,05	1,52±0,23	0,7±0,07	45,24±9,73	45,24±9,73
Pinar	8±0	1,52±0	0,7±0	1,46±0	0,65±0	16±0	20±0
Portinatx	10,33±0,88	2,03±0,19	0,6±0,08	1,39±0,17	0,61±0,08	59,66±6,87	60,19±7,23
Portman	12,5±4,5	2,5±0,98	0,89±0,02	2,2±0,39	0,86±0,05	32,71±4,14	21,87±12,35
Punta_Figuera	13,25±1,11	2,66±0,24	0,78±0,02	2±0,07	0,82±0,02	23,61±4,69	23,51±5,32
Punta_Nati	14±0	2,82±0	0,88±0	2,32±0	0,89±0	36,21±0	29,31±0
Punta_Prima	22±0	4,56±0	0,81±0	2,49±0	0,89±0	15,2±0	13,6±0
Punta_Vent	17±0	3,47±0	0,74±0	2,09±0	0,82±0	68,22±0	60,75±0
Raco	15±0	3,04±0	0,82±0	2,21±0	0,87±0	18,03±0	19,67±0
Rates	15,5±1,5	3,15±0,33	0,73±0,04	2±0,18	0,8±0,06	26,02±9,98	26,46±7,94
Ratjoli	10,5±2,02	2,06±0,44	0,87±0,03	1,98±0,13	0,84±0,02	40,97±6,91	40,97±6,91
Redona	8,5±0,87	1,63±0,19	0,8±0,02	1,7±0,11	0,75±0,03	14,15±1,8	16,43±2,33
Refubeig	11,5±2,5	2,28±0,54	0,83±0,02	2,02±0,23	0,83±0,05	20±5,19	20±5,19
Sabinar	12,5±0,65	2,5±0,14	0,82±0,04	2,07±0,1	0,83±0,03	41,64±10,68	42,73±9,89
Santa_Eulalia	9±1,53	1,74±0,33	0,93±0,01	2,01±0,16	0,85±0,02	34,6±2,4	33,02±1,66
Ses_Formigues_Ibiza	12,5±0,5	2,5±0,11	0,75±0,04	1,89±0,12	0,8±0,02	41,52±0,45	40,01±0,73
Tabarca_Sur	21±0	4,34±0	0,78±0	2,39±0	0,86±0	22,81±0	27,19±0
Tagomago	7,75±1,11	1,47±0,24	0,71±0,11	1,42±0,26	0,66±0,1	47,66±10,52	48,12±10,93
Xot	17,5±0,5	3,58±0,11	0,83±0,03	2,37±0,11	0,88±0,01	26,52±8,34	23,77±5,59
Cabo_Tiñoso_Arco	14±1,15	2,82±0,25	0,8±0,02	2,1±0,04	0,84±0,01	30,66±4,45	36,13±9,23

Hábitat 301041602 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Parazoanthus axinellae*"

Tabla 57. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041602 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con Parazoanthus axinellae" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Cap_Negrete	6±0	1,09±0	0,76±0	1,36±0	0,68±0	41,38±0	31,03±0
Loza_Payo	8±0	1,52±0	0,95±0	1,97±0	0,85±0	36,36±0	27,27±0
Nao_Sur	10±1,73	1,95±0,38	0,8±0,03	1,83±0,2	0,77±0,05	41,47±4,35	8,97±1,28
Placer_Barra	10±0	1,95±0	0,5±0	1,15±0	0,47±0	88,52±0	78,69±0

Hábitat 301041604 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con esponjas masivas"

Tabla 58. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041604 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con esponjas masivas" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Almassora	6,67±1,77	1,23±0,38	0,85±0,04	1,57±0,28	0,73±0,08	44,83±6,29	36,15±5,89
Bledes	11±1	2,17±0,22	0,83±0,03	1,99±0,01	0,82±0,01	20,93±2,6	20,74±5,73
Cabo_Palos	16,67±3,38	3,4±0,73	0,76±0,03	2,1±0,2	0,81±0,03	13,88±0,6	11,14±0,36
Calabardina	10±0	1,95±0	0,84±0	1,95±0	0,82±0	55,88±0	55,88±0
Cap_de_les_Hortes	10±0	1,95±0	0,88±0	2,03±0	0,85±0	42,86±0	28,57±0
Cap_Negrete	13,5±4,5	2,71±0,98	0,88±0,02	2,23±0,24	0,87±0,02	24,68±3,63	41,81±0,3
Cap_Sant_Antoni	8,25±0,86	1,57±0,19	0,95±0,02	2±0,12	0,86±0,02	41,32±1,43	26,91±5,08
Cerro_Negro	30±0	6,3±0	0,86±0	2,94±0	0,94±0	41,23±0	21,05±0
Espero	13,33±2,33	2,68±0,51	0,8±0,01	2,06±0,16	0,83±0,03	22,41±7	19,99±5,37
Far_Mola	13,5±0,5	2,71±0,11	0,74±0,01	1,92±0,05	0,79±0	24,02±1,94	21,76±2,28
Farallons	17±0	3,47±0	0,93±0	2,62±0	0,91±0	48,15±0	25,93±0
Faro_Columbretes	15±0	3,04±0	0,78±0	2,1±0	0,85±0	24,14±0	22,99±0
Formigues	16,5±0,5	3,37±0,11	0,81±0,01	2,27±0,05	0,85±0,02	32,46±3,43	31,66±4,24
Fornells	12,5±2,5	2,5±0,54	0,81±0,07	2,04±0,33	0,82±0,06	17,12±7,32	29,02±2,35
Fort	14±4	2,82±0,87	0,83±0,01	2,15±0,28	0,85±0,04	31,75±8,68	38,89±10,05
Illa_Aire	15,5±2,5	3,15±0,54	0,56±0,06	1,52±0,07	0,61±0,06	17,91±12,47	16,38±9,58
Joncols_2	18,5±1,5	3,8±0,33	0,9±0,03	2,64±0,01	0,92±0	28,24±1,77	32,89±3,48
Mancolibre	7±0	1,3±0	0,94±0	1,83±0	0,83±0	10±0	10±0
MB2	12±1	2,39±0,22	0,67±0,13	1,67±0,37	0,68±0,13	13,48±6,77	17,84±7,47

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Pinar	13±0	2,61±0	0,64±0	1,63±0	0,63±0	10±0	12,5±0
Port_Salvi_2	18,33±1,77	3,76±0,38	0,79±0,03	2,29±0,16	0,85±0,02	34,08±9,2	29,54±2,33
Portman	8,5±2,5	1,63±0,54	0,81±0,06	1,72±0,37	0,76±0,09	15,46±11,46	9,69±5,69
Punta_Nati	13,5±1,5	2,71±0,33	0,76±0,07	1,98±0,28	0,79±0,08	32,54±0,79	27,16±1,41
Punta_Rasa	5±0	0,87±0	0,91±0	1,46±0	0,75±0	33,33±0	33,33±0
Punta_Vent	20±0	4,13±0	0,89±0	2,66±0	0,92±0	41,18±0	36,47±0
Rates	15±2	3,04±0,43	0,76±0,06	2,05±0,07	0,8±0,03	7,84±5,72	11,29±5,66
Ratjada	14±2,52	2,82±0,55	0,82±0,02	2,15±0,14	0,84±0,03	11,83±3,82	14,26±4,8
Regana	13±0	2,61±0	0,73±0	1,87±0	0,81±0	6,12±0	9,18±0
San_Andres	3±0,58	0,43±0,13	0,77±0,06	0,81±0,16	0,5±0,09	9,44±5,8	9,44±5,8
Servera	17,75±1,6	3,64±0,35	0,78±0,03	2,23±0,1	0,84±0,02	16,36±3,28	16,63±2,58
Tabarca_Sur	15±0	3,04±0	0,81±0	2,2±0	0,85±0	14,04±0	24,56±0
Xot	9±0	1,74±0	0,84±0,06	1,85±0,14	0,8±0,05	32,9±8,76	25,96±1,82

Hábitat 301041606 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Polycyathus muellerae*, *Hoplangia durotrix* y otros antozoos (*Caryophyllia inornata*, *Balanophyllia* europaea)"

Tabla 59. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041606 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con Polycyathus muellerae, Hoplangia durotrix y otros antozoos (Caryophyllia inornata, Balanophyllia europaea)" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Almadrava	9±0	1,74±0	0,92±0	2,03±0	0,85±0	23,08±0	30,77±0
Estalella	9±2	1,74±0,43	0,91±0,06	1,96±0,07	0,84±0,01	25,34±4,65	39,14±9,14
Foradada_Cabrera	10±0	1,95±0	0,83±0	1,92±0	0,8±0	21,88±0	28,13±0
Forat	13±0	2,61±0	0,61±0	1,57±0	0,63±0	16,67±0	20±0
Pinar	11±0	2,17±0	0,78±0	1,88±0	0,79±0	46,67±0	50±0
Placer_Barra	6±0	1,09±0	0,92±0	1,64±0	0,78±0	81,82±0	72,73±0
Punta_Rasa	10,5±0,5	2,06±0,11	0,88±0,06	2,07±0,11	0,86±0,03	16,95±0,29	21,98±3,02
Raco	7±0	1,3±0	0,83±0	1,62±0	0,76±0	16,67±0	16,67±0

Hábitat 301041607 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Cladocora caespitosa*"

Tabla 60. Valores promedio (± Error Estándar) de los índices multimétricos aplicados a invertebrados en cada una de las estaciones del seguimiento del hábitat 301041607 "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con Cladocora caespitosa" en la demarcación LEBA. Riqueza de especies (S), Riqueza de Margalef (d), Equitatividad de Pielou (J´), Diversidad de Shannon (H´), Índice de Simpson (D), Porcentaje de especies de estructurantes (HFS), Porcentaje de especies sensibles (IRIS).

Estación de muestreo	S	d	J'	H'	D	% HFS	IRIS
Arenalet	6±0	1,09±0	0,8±0	1,43±0	0,7±0	26,67±0	20±0
Castell	11±0	2,17±0	0,86±0	2,06±0	0,85±0	48,28±0	43,1±0
Espardell	10±3	1,95±0,65	0,87±0,01	1,97±0,25	0,83±0,02	32,78±10,56	32,78±10,56
Far_Barbaria	12,33±0,88	2,46±0,19	0,76±0,06	1,91±0,17	0,78±0,05	15,19±3,39	14,78±2,98
Isla_Tabarca_Cementerio	6±0	1,09±0	0,45±0	0,8±0	0,36±0	15,91±0	15,91±0
Punta_Rasa	5±0	0,87±0	0,93±0	1,49±0	0,76±0	37,5±0	37,5±0

3.2.4 Evaluación de los OHT

Según los criterios establecidos por la UE, el resultado de la evaluación de los diferentes OHT encontrados en el piso infralitoral rocoso de la demarcación LEBA es desconocido porque no se ha podido obtener una estima de la extensión espacial que ocupa cada hábitat ni las presiones físicas que afectan a estos.

No obstante, se ha hecho una evaluación de cada OHT fotófilos basada en el índice CFR y en % de estaciones de muestreo. En el caso de los OHT esciáfilos, de los cuales únicamente se tienen datos de las comunidades de invertebrados, no se ha hecho evaluación por no poder aplicar el índice CFR:

- Hábitat 03010221 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con fucales"
  - 0301011701 "Roca infralitoral superior expuesta con *Cystoseira* spp.": Una estación (6% del total) se encuentra en estado ecológico "pobre" (Llosa), una estación se encuentra en estado "moderado" (Esperó), seis estaciones (35%) en estado "bueno" y las nueve restantes (53%) en estado "elevado".
  - 0301030511 "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, con *Sargassum vulgare* (spp.)": Una estación (50% del total) se encuentra en estado ecológico "moderado" (Polacra) y la otra estación (50%) en estado "bueno" (San Andrés).
- Hábitat 03010222 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales":
  - 0301022203 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con algas coralináceas": Una estación se encuentra en un estado ecológico "malo" (Cap de les Hortes), una estación en estado "pobre" (Dragonera) y dos en estado "moderado" (Ratjolí y Castell). Siete estaciones tienen valores entre 0,6 y 0,8 (más del 19%), por lo que se encuentran en estado "bueno". El resto de estaciones (66,7%) muestran valores por encima de 0,81, por lo que su estado ecológico es "elevado".
  - 0301022204 "Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales, con Dictyotales": Se ha detectado una única estación en estado "moderado" (Loza Payo). Más del

73% de las estaciones se encuentra en un estado ecológico, como mínimo, “bueno”. Cabe destacar que se ha obtenido el valor 1 en tres estaciones (Cap d’es Freu, Na Foradada de Cabrera y Tagomago).

- 301030701 “Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Padina pavonica*”. De las tres estaciones con este hábitat, una está en estado “moderado” (Benidorm), una en estado “bueno” (Loma Pelada) y una en estado “elevado” (Punta Prima).

- Hábitat 0301022206 “Roca infralitoral superficial modo batido bien iluminada sin fucales con *Sphaerococcus coronopifolius*”: El 100% de las estaciones se encuentra en estado “elevado”.
- Hábitat 0301030705 “Roca infralitoral superior modo calmo bien iluminada sin fucales con Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus”: El 25% de las estaciones (sólo Tossa) se encuentra en estado ecológico “moderado”, y el 75% se encuentra en estado “elevado”.
- Hábitat 0301041403 “Roca infralitoral inferior medianamente iluminada sin fucales con *Halopteris filicina*”: El 100% de las estaciones se encuentran en estado ecológico “elevado”.
- Hábitat 0301041502 “Roca infralitoral inferior con fucales modo calmo medianamente iluminada con dominancia de algas con *Halimeda tuna*”: El 100% de las estaciones se encuentra en estado ecológico “bueno”.
- Hábitat 301041402 “Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Dictyopteris polypodioides*”: Una estación (20% del total) se encuentra en estado ecológico “moderado” (Isla Palomas), una estación en estado “bueno” (Cabo Tiñoso Arco); el resto de estaciones (60%) se encuentra en estado “elevado”.

4 Referencias

Aguirre, J., Riding, R. & Braga, J.C., 2000. Diversity of coralline red algae: origination and extinction patterns from the Early Cretaceous to the Pleistocene. Paleobiology, 26(4), pp.651–667.

Ballesteros, E. et al., 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55(1–6), pp.172–180.

Berning, B., 2007. The Mediterranean bryozoan Myriapora truncata: a potential indicator of (palaeo-) environmental conditions. Lethaia, 40(3), pp.221–232.

Betti, F. et al., 2019. On the effects of recreational SCUBA diving on fragile benthic species: The Portofino MPA (NW Mediterranean Sea) case study. Ocean and Coastal Management, 182(February).

Bohnsack, J.A. & Bannerot, S.P., 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. NOAA/National Marine Fisheries Service.

Bortone, S.A., Kimmel, J.J. & Bundrick, C.M., 1989. A Comparison of Three Methods for Visually Assessing Reef Fish Communities: Time and Area Compensated. Northeast Gulf Science, 10(2).

Cebrián, E., Ballesteros, E. & Canals, M., 2000. Shallow rocky bottom benthic assemblages as calcium carbonate producers in the Alboran Sea (southwestern Mediterranean). Oceanologica Acta, 23(3), pp.311–322.

Cheung, W.W.L., Pitcher, T.J. & Pauly, D., 2005. A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. Biological Conservation, 124(1), pp.97–111.

Falkenberg, L.J. et al., 2021. Biotic habitats as refugia under ocean acidification G. Raby, ed. Conservation Physiology, 9(1).

Foster, M.S., 2001. Rhodoliths: between rocks and soft places. Journal of Phycology, 37(5), pp.659–667.

Froese, R. et al., 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. Fish and Fisheries, 18(3), pp.506–526.

Froese, R. & Pauly, D., 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication. Available at: www.fishbase.org.

Gil-Díaz, T. et al., 2014. Effects of Ocean Acidification on the Brown Alga Padina pavonica: Decalcification Due to Acute and Chronic Events G. Diaz-Pulido, ed. PLoS ONE, 9(9), p.e108630.

González-Irusta, J.M. et al., 2018. Determining and mapping species sensitivity to trawling impacts: The BEnthos Sensitivity Index to Trawling Operations (BESITO). ICES Journal of Marine Science, 75(5), pp.1710–1721.

Grime, J.P., 2001. Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties 2nd ed., Wiley, Chichester, UK.

Grime, J.P., 1979. Plant strategies and vegetation processes, Chichester ; New York : Wiley.

Guarnieri, G. et al., 2012. Increasing heterogeneity of sensitive assemblages as a consequence of human impact in submarine caves. Marine Biology, 159(5), pp.1155–1164.

Guidetti, P. et al., 2014. Large-Scale Assessment of Mediterranean Marine Protected Areas Effects on Fish Assemblages. , 9(4).

Guinda, X., Juanes, J.A. & Puente, A., 2014. The Quality of Rocky Bottoms index (CFR): A validated method for the assessment of macroalgae according to the European Water Framework Directive. Marine Environmental Research, 102, pp.3–10.

Hwang, I.-K. et al., 2009. Taxonomic reappraisal of Dilophus okamurae (Dictyotales, Phaeophyta) from the western Pacific Ocean. Phycologia, 48(1), pp.1–12.

Jones, M.C. & Cheung, W.W.L., 2018. Using fuzzy logic to determine the vulnerability of marine species to climate change. Global Change Biology, 24(2).

Juanes, J.A. et al., 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. Ecological Indicators, 8(4), pp.351–359.

Kersting, D.K., 2016. Climate change in the seas of Spain: impacts, vulnerability and adaptation

Kersting, D.K., Bensoussan, N. & Linares, C., 2013. Long-Term Responses of the Endemic Reef-Builder Cladocora caespitosa to Mediterranean Warming. PLoS ONE, 8(8).

Kersting, D.K. & Linares, C., 2012. Cladocora caespitosa bioconstructions in the Columbretes Islands Marine Reserve (Spain, NW Mediterranean): Distribution, size structure and growth. Marine Ecology, 33(4), pp.427–436.

Kersting, D.K., Teixidó, N. & Linares, C., 2014. Recruitment and mortality of the temperate coral Cladocora caespitosa: implications for the recovery of endangered populations. Coral Reefs, 33(2), pp.403–407.

Lévi, C., 1973. Systématique de la classe des Demospongiaria (Démosponges). Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Spongiaires, pp.577–631.

Lombardi, C. et al., 2011. Effects of ocean acidification on growth, organic tissue and protein profile of the Mediterranean bryozoan Myriapora truncata. Aquatic Biology, 13(3), pp.251–262.

McCoy, S.J. & Kamenos, N.A., 2015. Coralline algae (Rhodophyta) in a changing world: integrating ecological, physiological, and geochemical responses to global change P. Gabrielson, ed. Journal of Phycology, 51(1), pp.6–24.

Movilla, J. et al., 2012. Calcification reduction and recovery in native and non-native Mediterranean corals in response to ocean acidification. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 438, pp.144–153.

Nelson, W.A., 2009. Calcified macroalgae - critical to coastal ecosystems and vulnerable to change: a review. Marine and Freshwater Research, 60(8), p.787.

Orfanidis, S., Panayatidis, P. & Stamatis, N., 2001. Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. Mediterranean Marine Science, 2(2), pp.45–66.

Pezzolesi, L. et al., 2017. Genetic and morphological variation in an ecosystem engineer, Lithophyllum byssoides (Corallinales, Rhodophyta) P. Gabrielson, ed. Journal of Phycology, 53(1), pp.146–160.

Ríos, P. et al., 1993. Métodos de recogida, estudio y conservación de las colecciones de poríferos. Comunicaciones sobre la situación, preservación y conservación de colecciones de historia natural, 2, pp.277–287.

Sala, E. et al., 2012. The structure of mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. PLoS ONE, 7(2).

Serrano, A. et al., 2022. Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. Ecological Indicators, 140(January), p.108979.

Serrano, E. et al., 2013. Rapid Northward Spread of a Zooxanthellate Coral Enhanced by Artificial Structures and Sea Warming in the Western Mediterranean I. Álvarez, ed. PLoS ONE, 8(1), p.e52739.

Serrano, E., Coma, R. & Ribes, M., 2012. A phase shift from macroalgal to coral dominance in the Mediterranean. Coral Reefs, 31(4), pp.1199–1199.

Thibaut, T. et al., 2005. Long-term decline of the populations of Fucales (Cystoseira spp. and Sargassum spp.) in the Albères coast (France, North-western Mediterranean). Marine Pollution Bulletin, 50(12), pp.1472–1489.

Thibaut, T. et al., 2015. Loss of the habitat-forming Cystoseira mediterranea at its northern-limit of distribution in the Mediterranean sea. European Journal of Phycology.

van der Linden, P. et al., 2012. A biological trait approach to assess the functional composition of subtidal benthic communities in an estuarine ecosystem. Ecological Indicators, 20, pp.121–133.

Verlaque, M., Steen, F. & De Clerck, O., 2009. Rugulopteryx (Dictyotales, Phaeophyceae), a genus recently introduced to the Mediterranean. Phycologia, 48(6), pp.536–542.

Wells, E. et al., 2007. The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin, 55(1–6), pp.151–161.

INFORMES D6 EVALUACION HABITATS INFRALITORALES	

Anexo 4. Biocenosis de *Posidonia oceanica*

Demarcación Levantino-Balear y Estrecho-Alborán

Autores

1 Introducción y objetivos

El hábitat bentónico *"Biocenosis de Posidonia oceanica"* se incluye en la red de datos European Marine Observation and Data Network (EMODnet) dentro del Broad Habitat Type "*Infralittoral rock and biogenic reef*", mientras que en la clasificación de hábitats de la Unión Europea (Eunis, versión 2022) aparece dentro de la categoría "*MB2-Infralittoral biogenic hábitat",* donde se identifica con un hábitat nivel 4 (código MB252). El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Estado Español asigna a este hábitat un nivel 3 dentro de su Lista Patrón (código 30512 "*Praderas de Posidonia oceanica"*). Las praderas de *P. oceanica* son además definidas como Hábitat prioritario dentro de la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/EEC), un elemento biológico de evaluación en la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/EC) y presenta diversas figuras de protección, tanto a nivel nacional ("*Especie silvestre en régimen de protección especial*" incluida dentro del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE); Ley 42/2007 del Patrimonio natural y de la Biodiversidad) como internacional (especie en "*peligro o amenazada*" en el anexo II del Convenio de Barcelona y "*flora estrictamente protegida*" por el Convenio de Berna).

Por tanto, debido a su importancia y relevancia ecológica dentro del ecosistema infralitoral mediterráneo, el hábitat "*Biocenosis de Posidonia oceanica*" ha sido evaluado de forma independiente como Other Habitat Type (OHT) en el informe de evaluación del descriptor 6 (Integridad del fondo marino) relativo al artículo 8 de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (DMEM). Desde un punto de vista metodológico, la evaluación de praderas de *P. oceanica* se encuadra dentro del Programa de Seguimiento ES-HB-5 Angiospermas. Este programa engloba tanto la demarcación Levantino-Balear (LEBA) como Estrecho-Alborán (ESAL), y es coordinado por el Grupo de Ecología de Angiospermas Marinas del Centro Oceanográfico de Murcia (GEAM-IEO-CSIC). Según dicho programa, los criterios a evaluar para este tipo de hábitats, de forma similar a otros hábitats bentónicos, son el D6C3, D6C4 y D6C5. A continuación, se describen de forma resumida las aproximaciones utilizadas para la valoración de cada uno de ellos en el caso de *P. oceanica* durante el ciclo de evaluación 2018-2024:

- **D6C3**: las praderas de *P. oceanica* se distribuyen sobre áreas del infralitoral rocoso y sedimentario de zonas costeras, donde frecuentemente se da una superposición de actividades antrópicas que generan presiones de diferente naturaleza (físicas, contaminación, etc.). Por tanto, el estado ambiental de estas praderas es producto de la acumulación y posibles sinergias que se pueden dar entre dichas presiones, por lo que es difícil atribuir, en el caso de que el hábitat este adversamente afectado, que dicho impacto sea consecuencia de una única y determinada presión. Tras el análisis de las presiones físicas identificadas en este ciclo con potencial incidencia sobre praderas de *P. oceanica*, se ha considerado que no es posible realizar la evaluación del criterio D6C3 al no ser capaces de diferenciar el impacto de esas perturbaciones respecto a otras de diferente naturaleza (por ejemplo, vertidos) en praderas cuyo estado se considera afectado adversamente.

- **D6C4**: la evaluación de este criterio se basa en la superposición de capas de presiones que generan pérdida física del fondo marino con la cartografía oficial del hábitat. A partir de ambos parámetros, se calcula el porcentaje de hábitat perdido, que representa el indicador HB-HabPerd.

- **D6C5:** la evaluación de este criterio se afrontó a través de la construcción de un índice específico de estado ambiental de las praderas (índice POSI, *Posidonia oceanica status index*) que se relaciona con las categorías de estado propuestas para hábitats bentónicos en el descriptor 6 de la DMEM. Dentro de dichas categorías, se incorporan además las superficies de pérdida total del hábitat (desaparición de la pradera) detectada durante el presente ciclo de evaluación y que, por la misma razón que la expuesta en el criterio D6C3, no pueden ser relacionadas con una presión física concreta, sino que derivan posiblemente de la presencia conjunta de multiples presiones de diversa naturaleza.

El objetivo del presente anexo es describir las diferentes actividades, aproximaciones, herramientas y metodologías desarrolladas para el análisis de los criterios de evaluación en el marco del Descriptor 6 para el OHT "*Biocenosis de Posidonia oceanica*" en las demarcaciones LEBA y ESAL, cuyos resultados se encuentran en los correspondientes informes de evaluación. En este sentido, las principales tareas acometidas durante el ciclo 2018-2024 fueron las siguientes:

- Identificación y recopilación de cartografías de referencia para la evaluación del hábitat.

- Desarrollo de un índice de estado ambiental para las praderas de *P. oceanica* del Mediterráneo español (*Posidonia oceanica status index*, POSI).

- Desarrollo de una red de estaciones de muestreo representativa sobre la que desarrollar y aplicar el índice POSI y poder evaluar el criterio D6C5. Esto se realizó a partir de programas de muestreo ya existentes y de campañas específicas del GEAM-IEO

2 Identificación y recopilación de cartografías de referencia

Para la descripción del hábitat y evaluación de los diferentes criterios se han usado cartografías del hábitat diferentes a las de EMODnet, ya que esta fuente no reproduce de forma precisa la distribución de este hábitat. Alternativamente, se han empleado aquellas fuentes cartográficas que en el ámbito nacional se consideran de referencia para la consulta sobre la distribución del hábitat.

La cartografía de la primera edición del **Atlas de praderas marinas de España** (Ruiz et al. 2015; https://www.ieo.es/documents/10192/26809/Atlas-praderas-marinas-de-Espa%C3%B1a-244-1.pdf/ee4e0dd6-e30c-443e-a6dd-14cc445068ad) constituye una fuente de información que da mucha mayor precisión sobre la distribución del hábitat que la disponible en EMODnet, ya que aglutina todo el trabajo existente hasta la fecha de publicación sobre cartografías de *P. oceanica* en cada territorio, así como una importante revisión crítica y consensuada de las mismas a través del trabajo conjunto de expertos de organismos públicos nacionales y regionales, y numerosos grupos de investigación.

A su vez, la **nueva edición de 2024** (actualmente en fase de edición y maquetación) incluye los nuevos trabajos de cartografiado realizados desde la versión de 2015 (y que abarcan todo el presente ciclo), así como trabajos de revisión de la información ya disponible realizada por expertos de las diferentes comunidades autónomas, lo que mejora aún más la precisión de las áreas de distribución. La edición de 2024 incorpora, además, las superficies con pérdida completa de la pradera (desaparición total del hábitat) respecto a la versión de 2015, estimadas durante las campañas del GEAM-IEO en el marco del programa de seguimiento ES-HB5.

Estas dos cartografías son, por tanto, las fuentes de referencia utilizadas para el análisis de los criterios de evaluación. Por un lado, la **cartografía del Atlas de 2015** es definida como ***baseline o referencia temporal*** para el presente ciclo, de manera que la estima de superficies de pérdida de pradera por presiones físicas para abordar el **criterio D6C4** ha sido realizada por la superposición de las capas de presiones sobre dicha cartografía.

Además, la nueva **versión de 2024** ha sido la cartografía utilizada para la descripción actual del hábitat y ha servido como base para la evaluación del hábitat en el caso del **criterio D6C5.** Las superficies de pradera en buen o mal estado ambiental son relativas a dicha cartografía, donde, además, se incorporan las áreas con pérdidas totales de pradera no vinculadas específicamente con presiones físicas registradas durante este ciclo.

3 Desarrollo de un índice de estado ambiental para las praderas de P. oceanica del mediterráneo español (Posidonia oceanica status index, POSI)

3.1 Marco conceptual para el desarrollo del índice POSI

En las últimas décadas, diversos índices bióticos han sido desarrollados y utilizados para la evaluación del estado de las praderas de *P. oceanica* en el Mediterráneo occidental, la mayoría de ellos en el contexto de la Directiva Marco del Agua, donde se considera estos hábitats como elementos biológicos para la determinación de la condición de las masas de agua (Fig. 1). Algunos de estos índices, como POMI (Romero et al., 2007) o CS Valenciano (Fernández-Torquemada et al., 2008), se basan en aproximaciones multimétricas que son complejas

de ejecutar e interpretar, y conllevan normalmente un trabajo adicional de análisis en laboratorio, lo que puede suponer unos costes económicos elevados (Fig. 1). Algunas de estas métricas o atributos biológicos son buenos bioindicadores de la influencia antropogénica sobre la calidad del medio a diferentes niveles de organización del hábitat (p.e. la composición elemental e isotópicas de los tejidos, la carga de epífitos o la presión de macroherbívoros). Pueden, por tanto, ser útiles para la caracterización de una masa de agua, pero pueden no estar reflejando realmente el estado ecológico o de conservación de una pradera. Por ejemplo, una pradera bajo la influencia difusa de un vertido de aguas residuales puede mostrar en sus tejidos altos contenidos en nitrógeno y/o elevada presión de herbivoría en sus tejidos foliares sin que se vea afectada su funcionalidad o haya un deterioro claro de su estado ambiental. Es decir, presiones antrópicas suaves o moderadas pueden no determinar un impacto negativo en el estado o función de la pradera (p.e. Jiménez-Casero et al., 2023), ya que se encuentran dentro de los niveles de presión ante los cuales no se sobrepasa la capacidad de resistencia del hábitat. Esto es posible gracias a la existencia de mecanismos de resiliencia características de este tipo de hábitats, como su capacidad de controlar los nutrientes del medio o su capacidad fotoaclimatativa (Ruiz & Romero, 2001; Marín-Guirao et al., 2022; Bernardeau et al., 2023). Por otro lado, muchos de los parámetros a nivel individual (morfología del haz) o composición bioquímica, presentan una alta dependencia estacional (Multu et al., 2022), lo que dificulta la comparación entre puntos de muestreo si no son obtenidos en la misma época del año. Por último, cabe destacar que la mayoría de programas existentes en el territorio español, al margen de la DMA, no incluyen la medición de estos parámetros relacionados con la morfología del haz o la fisiología y bioquímica de la planta.

Biotic Level	Metric	POMI	Valencian CS	PREI	BiPo
Community	Herbivore pressure (%)		+		
	Epiphytic biomass (mg/cm^2)		+		
	Epiphytic/Leave Biomass (E/L)			+	
	N content in epiphytes (% dw)	+			
Population	Type of lower limit			+	+
	Depth lower limit (m)			+	+
	Meadow cover (%)	+	+		
	Dead matte cover (%)		+		
	Shoot density (shoots/m^2)	+	+	+	+
	Plagiotropic rhizomes (%)	+	+		
Individual	Rhizome baring/burial (cm)		+		
	Shoot leaf surface (cm^2/shoot)	+	+	+	
	Shoot length (mm/shoot)				+
	Leaf necrosis (% leaves/shoot)	+	+		
Physiological - Biochemical	N content in rhizomes (% dw)	+			
	P content in rhizomes (% dw)	+			
	Total n-s carbohydrates (% dw)	+			
	δ^{15}N ratio in rhizomes (‰)	+			
	δ^{34}S ratio in rhizomes (‰)	+			
	Cu content in rhizomes (µg/g)	+			
	Pb content in rhizomes (µg/g)	+			
	Zn content in rhizomes (µg/g)	+			

Figura 1. Métricas utilizadas en los principales índices bióticos desarrollados para la evaluación de estado de praderas en el contexto de la DMA (extraído de Gerakaris et al., 2017).

Otros índices multimétricos, como Bipo (López y Royo et al., 2009) o PREI (Gobert et al., 2009) realizan la evaluación del estado del hábitat principalmente a partir de parámetros estructurales de la pradera (Fig. 1, nivel poblacional y paisaje), con una clara respuesta a las presiones antrópicas y poca o nula variación estacional (Multu

et al., 2022). En estos índices, la evaluación se basa en el análisis de la desviación de dichos parámetros estructurales en una determinada pradera respecto a unos valores de referencia, establecidos para todo el Mediterráneo, a partir de praderas en condiciones prístinas o con muy baja presión antrópica. De hecho, la definición de condiciones de referencia es también un concepto clave en la evaluación del estado de los hábitats en el contexto de la DMEM.

Los parámetros estructurales utilizados en estos índices están sujetos a una importante variabilidad geográfica como consecuencia de cambios en factores ambientales clave, como la luz, la temperatura o la disponibilidad de nutrientes (Gerakaris et al., 2021). Por tanto, la definición de condiciones de referencia para estas métricas debe ser establecida a nivel regional, considerando las diferencias biogeográficas de un determinado territorio. La utilización de valores de referencia no diferenciados según estas áreas biogeográficas puede, finalmente, provocar errores en la evaluación de su estado (Bakran-Petricioli et al., 2014). En el caso de la costa española del Mediterráneo, parece evidente que existen importantes diferencias biogeográficas, que deben ser consideradas para la definición adecuada de las condiciones de referencia. Por ejemplo, es muy probable que, en ausencia de presiones antrópicas, las praderas de las islas Baleares, con aguas oligotróficas y una elevada transparencia, presenten diferencias estructurales significativas respecto a las ubicadas en aguas catalanas o cercanas al delta del Ebro, con mayor carga de nutrientes y menor disponibilidad natural de luz. De hecho, los límites naturales de distribución en profundidad difieren mucho entre ambas zonas. Mientras que en Baleares las praderas pueden alcanzar profundidades próximas a los 40 m, en Cataluña o Castellón los límites inferiores rondan los 25 m.

Para el nuevo índice de evaluación para praderas españolas en el marco de la DMEM se asumió una aproximación similar a la de Bipo y PREI, aunque para su desarrollo se establecieron dos condiciones principales:

- Utilización de métricas sencillas, de fácil medición, obtenidas mediante muestreos y metodologías robustas y eficaces, que sean estandarizables y que estén disponibles en la mayoría de los programas de monitoreo existentes, de manera que permitan una elevada representatividad espacial de muestreo y que la información sea fácilmente extrapolable a toda la superficie de distribución del hábitat.

- Definición de valores de referencia reales que reflejen las variaciones naturales de los parámetros seleccionados dentro de un contexto biogeográfico amplio, como la costa española del Mediterráneo.

3.2 Selección de métricas

Para la construcción del índice de estado se seleccionaron dos descriptores de las praderas a nivel macroscópico/estructural/poblacional: la densidad de haces (número de haces por m^2) y el porcentaje de cobertura (porcentaje de fondo cubierto por pradera viva). Estos descriptores han demostrado ser indicadores excelentes de los cambios ambientales, y en particular de los causados por presiones antrópicas (Pergent et al., 2005; Borum, 2004; Montefalcone, 2009). Además, al tratarse de ecosistemas ingenieros basados en una especie fundadora, su alteración a nivel estructural implica la pérdida de funciones y servicios del ecosistema entero, entre ellas, la biodiversidad de su comunidad asociada (Pergent et al., 2005; Montefalcone, 2009).

Para ambas métricas existe un amplio consenso dentro de la comunidad científica sobre los procedimientos y metodologías con las que debe ser abordada la medición de estos parámetros estructurales, tanto a escala nacional (Ficha evaluación hábitat 1120; Díaz y Marbá, 2009) como europea (Borum, 2004) e internacional (UNEP/MAP- RAC/SPA 2011).

3.3 Definición de zonas de referencia y desarrollo de una red de estaciones de muestreo representativa en las demarcaciones LEBA y ESAL

Ante el déficit de información existente sobre presiones acumuladas en zonas costeras infralitorales al inicio del presente ciclo, así como sobre el estado de las praderas, la selección de áreas con condiciones de referencia se abordó a través de grupos de trabajo con organismos y expertos locales.

En talleres específicos con los actores implicados, y en base al conocimiento y experiencia local, se seleccionaron, dentro de cada comunidad autónoma, áreas de praderas consideradas en buen estado, y en las que actualmente el grado de presión al que estaban sometidas fuera considerado muy bajo o nulo. A su vez, en estos mismos talleres se seleccionaron casos de estudio de presión cercanos a estas zonas de referencia, caracterizados por presentar gradientes de presión en los que poder valorar y contrastar la validez del índice de estado de las praderas (ver apartado 3.5.3).

Las zonas de referencia y casos de presión preseleccionadas en los talleres de cada comunidad autónoma fueron las siguientes:

LEBA

- Cataluña:
  - Zonas de referencia: Cap de Creus, Islas Medes, Tossa de Mar, Mataró, L'Ametlla.
  - Casos de presión: Golfo de Roses, Salou-Cambrils.
- Comunidad Valenciana:
  - Zonas de referencia: Cabo Huertas, Benitatxel-Cap blanc, Isla de Tabarca, Cabo Roig.
  - Caso de presión: Bahía de Alicante.
- Islas Baleares:
  - Zonas de referencia: Ses Salines, costa de Tramuntana, Cabrera y Cala Ratjada en Mallorca; Artrutx, Son Bou, Es Grau, Cala Tirant en Menorca; Es Vedrá, Cap Martinet, S'Espardell, Mitjorn en Ibiza.
  - Caso de presión: Ibiza-Talamanca, Bahía de Palma, Ciutadella de Menorca.
- Región de Murcia
  - Zonas de referencia: Isla grosa, Cabo de Palos, Cabo Tiñoso, Cabo Cope-Calabardina.
  - Caso de presión: San Pedro del Pinatar, Calabardina-Isla del Fraile.
- Andalucía
  - Zonas de referencia: El Calón, Cabo de Gata

ESAL

- Andalucía
    - Zonas de referencia: EPunta Entinas en Almería; El Lance y Cambriles en Granada.
    - Casos de presión: Roquetas de Mar en Almería.

Como ya ha sido comentado anteriormente, uno de los pilares básicos sobre los que se asienta el programa de seguimiento ES-HB5 para la evaluación de angiospermas marinas en el contexto de la DMEM es la coordinación con programas de muestreo y monitoreo ya existentes y el aprovechamiento de la información disponible de otros estudios para la evaluación del hábitat.

A través de los grupos de trabajo establecidos se llevó a cabo una tarea de identificación y recopilación de programas de seguimiento y estudios existentes sobre praderas de *P. oceanica* en las dos demarcaciones, así como la posterior creación de una base de datos común de estaciones de muestreo de *P. oceanica* que incluyesen, al menos, los parámetros estructurales seleccionados. Solo se incluyeron aquellos programas y estudios que utilizaban metodologías contrastadas y estandarizadas de acuerdo a los criterios definidos en el apartado 3.3., de manera que los datos fueran comparables entre sí. A partir de esta base de datos, se definieron las necesidades específicas de muestreo a desarrollar durante las campañas propias del subprograma ES-HB5 durante el ciclo 2018-2024. El objetivo básico de estas campañas fue:

(i) proporcionar datos suficientes en zonas de referencia y casos de presión para la creación de modelos de referencia para los parámetros estructurales y un índice de estado contrastado (POSI). En cada zona de referencia, la localización de las estaciones estuvo determinada por la necesidad de representar el gradiente batimétrico de distribución existente (ver apartado 3.4 Modelos de referencia), así como la mayor variabilidad espacial posible. Para los casos de presión, la ubicación de las estaciones se seleccionó en función de los gradientes de presión conocidos a *priori*.

(ii) conseguir una red de estaciones representativa desde un punto de vista espacial, que permitiera la evaluación final del hábitat en toda su área de distribución.

- Cataluña:
    - Seguiment de la biodiversitat marina dels espais protegits de Catalunya. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. Generalitat de Catalunya.
    - Xarxa de Monitoratge de les Praderies de Posidònia. Direcció General de Política Marítima i Pesca Sostenible. Generalitat de Catalunya- Departamento de Biología Evolutiva, Ecología y Ciencias Ambientales. Universitat de Barcelona.
    - Directiva Marco del Agua. Agencia Catalana del Aigua. Generalitat de Catalunya-Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB).
    - Red seguimiento Alguers de Mataró. Ayto. de Mataró (Barcelona).

- Islas Baleares:
    - Red de seguimiento de praderas de Menorca. Observatori Socioambiental de Menorca de l'Institut Menorquí d'Estudis i Menorca Preservation (OBSAM-IME).
    - Red de seguimiento de las Islas Baleares. Servicio de Protección de Especies de la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Natural. Gobierno de las Islas Baleares.
    - Estudios de valoración de praderas en las islas Baleares de GEN-COB (ONG).
- Comunidad Valenciana:
    - Directiva Marco del Agua. Generalitat Valenciana.
    - Red de Espacios Protegidos. Generalitat Valenciana.
    - Red de Seguimiento de praderas de *Posidonia oceanica* de la Comunidad Valenciana. Instituto de Ecología Litoral (IEL).
    - Estudios de valoración de praderas del Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada de la Universidad de Alicante.
- Región de Murcia:
    - Red de seguimiento de praderas de *Posidonia oceanica* de la Región de Murcia. GEAM IEO.
    - Directiva Marco del Agua. Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia.
- Andalucía:
    - Red de seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* de Andalucía. Agencia de Medio Ambiente y Agua (AMAYA).
    - Centro oceanográfico de Málaga-IEO CSIC, Universidad de Málaga (Mateo et al., 2023).
    - Departamento de Biología Marina y Oceanografía, Instituto de Ciencias del Mar (ICM-CSIC), Departamento de Oceanografía, Instituto de Investigaciones Marinas (IIM-CSIC), Departamento de Biología, División de Ecología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz (UCA) (Azcárate-García et al., 2023).

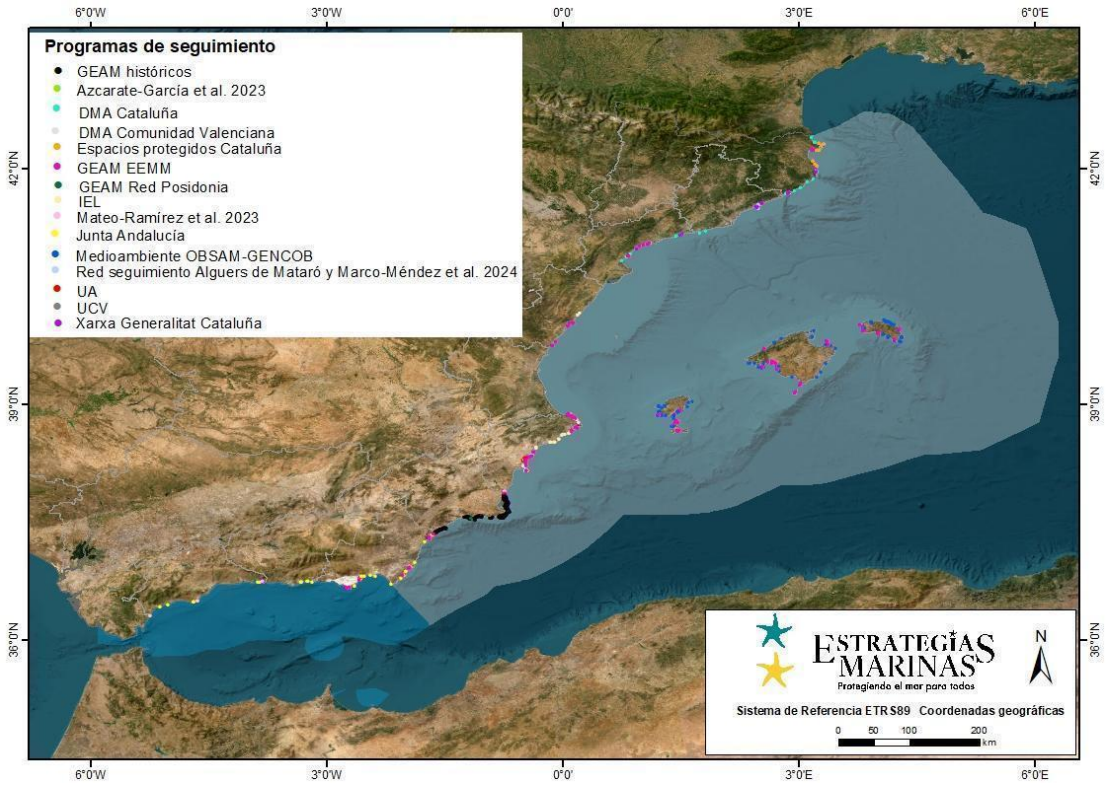


Figura 2. Estaciones de muestreo y programas de seguimiento en las dos demarcaciones, LEBA (gris) y ESAL (azul).

3.4 Construcción de modelos de referencia para densidad y cobertura

En ausencia de presiones de origen antrópico, la profundidad (y los cambios que produce en la disponibilidad de luz en el fondo) es el principal factor natural asociado a los cambios estructurales de las praderas de *P. oceanica*. Conforme la profundidad aumenta y se reduce la luz disponible, se produce una reducción natural de la abundancia de la pradera, que es observable a través de los descriptores de densidad y cobertura (Dalla Via et al., 1998). Para la obtención de valores de referencia de estos descriptores en la costa española del Mediterráneo, se desarrolló un modelo teórico que representase la variación natural espacial de los descriptores dentro del rango de profundidades en el que se distribuyen las praderas.

Como se ha comentado anteriormente, la costa mediterránea española presenta importantes variaciones oceanográficas que determinan la existencia de fuertes discontinuidades biogeográficas. En efecto, el Atlas de los hábitats de España (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datosnaturaleza/informacion-disponible/atlas_manual_habitats_espanioles.html) propone diferentes regiones naturales en el litoral español del Mediterráneo, en las que se incluye el hábitat 1120* (praderas de *Posidonia oceanica*) (Díaz y Marbá, 2009). Tanto esta publicación como otros trabajos científicos identifican importantes discontinuidades biogeográficas asociadas al Cabo San Antonio, Canal de Ibiza y Cabo de Gata (Pascual et al., 2017; de la Hoz et al., 2018). Teniendo en cuenta todo esto, se establecieron a priori cuatro unidades ambientales (UAs, Fig. 3) sobre las que desarrollar los modelos de referencia para densidad y cobertura, a saber:

- Unidad Ambiental CAVA: desde el norte de Cataluña hasta el Cabo San Antonio (Alicante).
- Unidad Ambiental BAL: Islas Baleares.

- Unidad Ambiental LEV: desde el Cabo San Antonio (Alicante) hasta Cabo de Gata (Almería).
- Unidad Ambiental ESAL: desde Cabo de Gata hasta el límite de distribución occidental de la especie en Cádiz. Se corresponde con toda la demarcación ESAL.

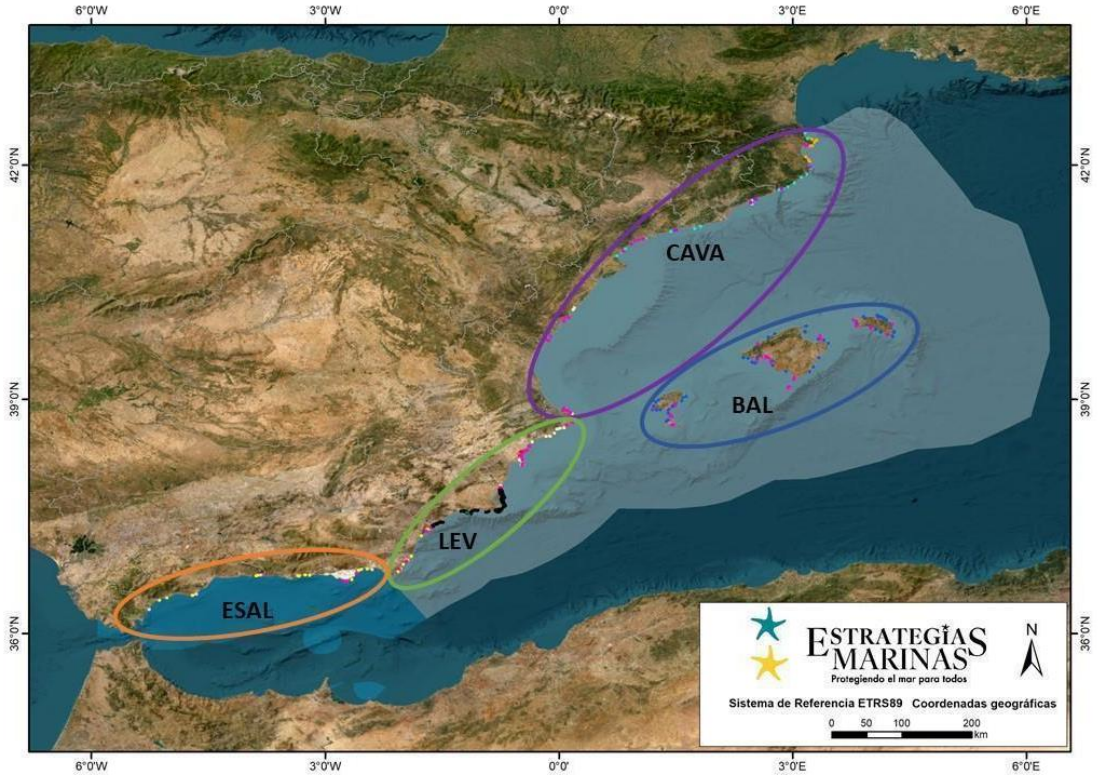


Figura 3. Representación de las unidades ambientales en las demarcaciones LEBA y ESAL.

Las relaciones entre los parámetros estructurales (densidad y cobertura) y la profundidad, se exploraron a través de regresiones múltiples mediante Modelos Aditivos Generalizados, realizados mediante el software R 4.1. (Generalized Additive Models, GAM; Woods, 2017), tanto para las distintas unidades ambientales (modelo UAs) como para todo el conjunto de datos sin diferenciar (modelo nulo). En cada uno de los modelos de referencia propuestos se incluyeron los datos de todas las estaciones de las áreas de referencia existentes. La selección del modelo se realizó mediante el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas (AICc). El AIC es una medida de la bondad del ajuste de los modelos estadísticos basada en la entropía, que estima la información perdida cuando se utiliza un modelo para describir la realidad, de forma que cuanto menor es el valor resultante, mejor es el modelo (Akaike, 1974). Además, en el caso de que la diferencia de AIC entre dos modelos fuera inferior o igual a 2, se seleccionó el modelo más sencillo (Burnham y Anderson, 2002).

De la comparación entre los modelos seleccionados para cada UA y el modelo nulo se pudo determinar que la separación en UAs generaba relaciones con un mejor ajuste estadístico entre la profundidad y los parámetros estructurales (Tabla 1). Los diferentes modelos obtenidos para cada UA se muestran en la Tabla 2 y Fig. 4.

Tabla 1. Resultados de los modelos GAM realizados para el modelo nulo y el modelo con las unidades ambientales; df se refiere a los grados de libertad.

	Densidad de haces		Cobertura	
	df	AICc	df	AICc
Modelo nulo	4,99	8392,74	4,92	4032,67
Modelo UAs	14,95	8037,1	10,95	3941,9

Tabla 2. Resultados de los modelos seleccionados para A) densidad y B) cobertura, en cada unidad ambiental, con su ecuación final y la variabilidad explicada R^2. *= la evaluación de R^2 se considera inadecuada para modelos no lineales y por tanto no ha sido incluida (Spiess et al., 2010).

Unidad Ambiental **Densidad**

A) Densidad

	Función	Ecuación	R^2
CAVA	Exponencial	$y = 1395{,}94\ e^{(-0.09\ Prof)}$	*
BAL	Exponencial	$y = 0{,}002\ e^{(-0{,}04\ Prof)}$	*
LEV	Polinomial 2 grado	$y= 667{,}4 -4550{,}8\ Prof + 2239{,}4\ Prof^2$	68,4
ESAL	Lineal	$y= 1008{,}14 – 40{,}84\ Prof$	42,64

B) Cobertura

	Función	Ecuación	R^2
CAVA	Exponencial	$y= 77{,}34\ e^{(-0{,}05\ Prof)}$	*
BAL	Lineal	$y= 70{,}69 – 1{,}53\ Prof$	63,07
LEV	Polinomial 3 grado	$y= 35{,}26 - 263{,}88\ Prof + 29{,}02\ Prof^2 + 24{,}58\ Prof^3$	64,75
ESAL	Lineal	$y = 64{,}59 – 2{,}40\ Prof$	19,43

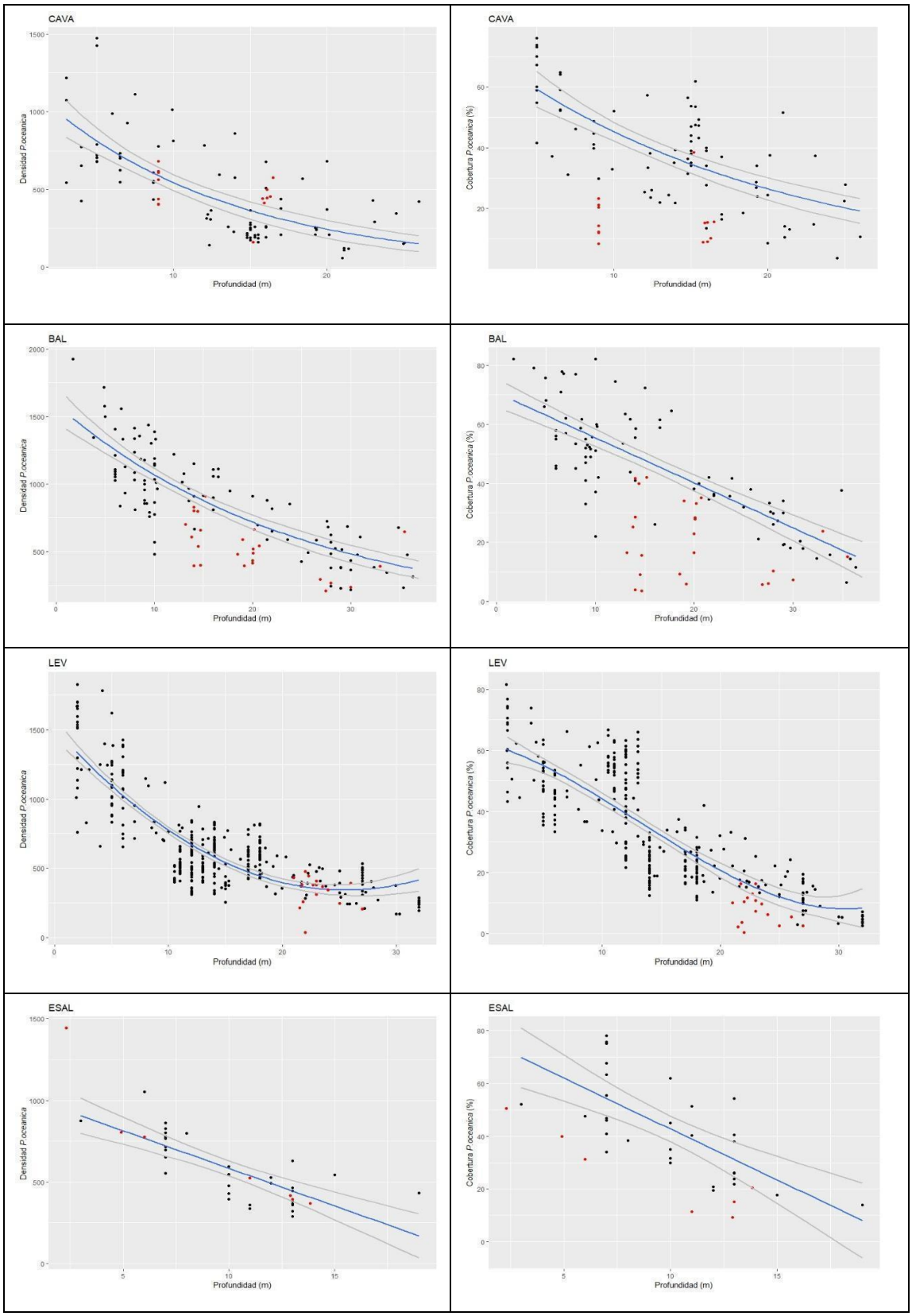


Figura 4. Modelos de referencia obtenidos para la densidad de haces (izquierda) y el porcentaje de cobertura (derecha) en las diferentes unidades ambientales propuestas (CAVA, BAL, LEV, ESAL). La línea negra representa el valor medio del modelo realizado, y las líneas grises los intervalos de confianza al 95 %, superior e inferior. Los puntos negros representan los valores de los parámetros en las estaciones de las zonas de referencia seleccionadas en cada UA y con los que se han construido los modelos. Los puntos rojos fueron añadidos posteriormente y representan estaciones de muestreo de la base de datos común con algún grado de presión antrópica.

A partir de los modelos seleccionados, se calculó el valor medio teórico del parámetro estructural en cada intervalo de profundidad (Tabla 3) en las distintas UAs.

Tabla 3. Valores medios teóricos de densidad de haces y cobertura obtenidos de los modelos de referencia para cada intervalo de profundidad en las distintas unidades ambientales.

	Valor medio teórico cobertura (%)					Valor medio teórico densidad de haces (haces m^2)			
Prof. (m)	**BAL**	**CAVA**	**LEV**	**ESAL**	**Prof. (m)**	**BAL**	**CAVA**	**LEV**	**ESAL**
1	69,16	73,57	61,50	62,18	1	1526,22	1275,79	1419,04	1007,38
2	67,63	69,98	60,10	59,78	2	1466,90	1165,99	1332,98	949,39
3	66,11	66,57	58,60	57,38	3	1409,89	1065,63	1250,51	894,75
4	64,58	63,32	56,90	54,97	4	1355,09	973,91	1171,61	843,24
5	63,06	59,16	55,10	52,57	5	1302,42	886,21	1096,30	794,71
6	61,53	56,08	53,10	50,16	6	1251,80	809,23	1024,57	748,96
7	60,00	53,15	51,00	47,76	7	1203,14	738,94	956,42	705,85
8	58,48	50,38	48,80	45,36	8	1156,38	674,75	891,85	665,22
9	56,95	47,75	46,50	42,95	9	1111,44	616,13	830,87	626,93
10	55,43	45,26	44,20	40,55	10	1068,24	562,61	773,46	590,85
11	53,90	42,90	41,80	38,14	11	1026,72	513,74	719,64	556,84
12	52,37	40,66	39,40	35,74	12	986,81	469,11	669,40	524,79
13	50,85	38,54	36,90	33,34	13	948,46	428,36	622,74	494,58
14	49,32	36,52	34,50	30,93	14	911,60	391,15	579,66	466,11
15	47,79	34,62	32,10	28,53	15	876,17	357,18	540,16	439,28
16	46,27	32,81	29,70	26,12	16	842,11	326,15	504,24	414,00
17	44,74	31,10	27,30	23,72	17	809,38	297,82	471,91	390,17
18	43,22	29,48	25,00	21,32	18	777,92	271,95	443,16	367,71
19	41,69	27,94	22,80	18,91	19	747,69	248,32	417,98	346,54
20	40,16	26,48	20,70		20	718,63	226,75	396,39	
21	38,64	25,10	18,70		21	690,70	207,06	378,38	
22	37,11	23,79	16,80		22	663,85	189,07	363,95	
23	35,59	22,55	15,00		23	638,05	172,65	353,11	
24	34,06	21,37	13,40		24	613,25	157,65	345,84	
25	32,53	20,26	12,00		25	589,42	143,95	342,16	
26	31,01	19,20	10,80		26	566,51	131,45	342,06	
27	29,48		9,80		27	544,49		345,54	
28	27,96		9,00		28	523,33		352,60	
29	26,43		8,40		29	502,99		363,24	

30	24,90	8,10	30	483,44	377,46
31	23,38	8,10	31	464,65	395,27
32	21,85	8,30	32	446,59	416,65
33	20,32		33	429,23	
34	18,80		34	412,55	
35	17,27		35	396,51	
36	15,75		36	381,10	
37	14,22		37	366,29	

3.5 Valoración de las praderas de P. oceanica mediante el índice POSI

3.5.1 Cálculo del índice POSI

POSI es un índice biótico multimétrico construido en base a la desviación de los parámetros estructurales de las praderas (densidad y cobertura) respecto al valor medio de referencia del modelo obtenido en cada una de las UAs. POSI es un índice adimensional, cuyos valores oscilan entre 1 y 0, de manera que valores próximos a 1 reflejan estados próximos a las condiciones de referencia, y cercanos a 0 representan praderas muy deterioradas.

Para una estación de muestreo determinada, el índice se calcula a través de la siguiente ecuación:

POSI= (Densidad N + Cobertura N)/2

Donde la Densidad N y la Cobertura N son los valores de los parámetros normalizados respecto a los valores de referencia, a la profundidad correspondiente a la estación de muestreo, siendo calculadas de la siguiente forma:

(Valor medido- valor mínimo) / (valor de referencia-valor mínimo)

Tanto para la densidad como para la cobertura, el valor mínimo se corresponde con 0, que equivale a la desaparición del hábitat.

Finalmente, los valores del POSI son asignados a las categorías de estado establecidas en la DMEM, que son definidas de forma arbitraria en intervalos de igual amplitud (Tabla 4):

Tabla 4. Categorías de estado de la DMEM asignadas a cada uno de los rangos definidos del índice POSI.

Valor POSI	CATEGORíAS DE ESTADO	
1-0,75	No Afectado	**BEA**
0,74-0,5	Afectado	
0,49-0,25	Adversamente Afectado	**subBEA**
0-0,24	Pérdida	

3.5.2 Integración espacial de los resultados del POSI a nivel de demarcación

Según el artículo 8 de la DMEM, la evaluación del criterio D6C5 se debe realizar a través de la relación entre la superficie del hábitat que está en buen o mal estado ambiental y el área total de distribución en la demarcación. Por tanto, una vez obtenidos los valores del índice en las diferentes estaciones de muestreo era necesario extrapolar dicha información a toda la superficie de pradera cartografiada, para lo cual se utilizaron técnicas de interpolación y álgebra de mapas raster, aplicados con el software ArcGIS 10.8. A partir de los datos puntuales del POSI y mediante la aplicación de interpolaciones con el método "vecino natural" (Sibson, 1981), se obtuvieron mapas ráster con un tamaño de pixel de 100x100 m^2 que proporcionan valores resultantes de la interpolación en cada pixel y permiten obtener datos de superficie. A continuación, se realizó una reclasificación con las 4 categorías de estado indicadas en la tabla 4 (no afectado, afectado, afectado adversamente, pérdida). Los mapas raster reclasificados se transformaron en capas de polígonos y se intersectaron con la capa de distribución de *P. oceanica* con los que se calculó el área de cada clase del índice en km^2.

A lo largo del presente ciclo se ha evaluado el 99,31 % del hábitat en la demarcación LEBA y el 99,40 % en la demarcación ESAL. En total, 18,31 km^2 en LEBA y 0,23 km^2 en ESAL han quedado sin evaluar debido a que no han podido ser cubiertas por las campañas organizadas desde el GEAM-IEO por diversos motivos (logísticos, climatológicos, etc.) y son zonas de las que no se dispone información por parte de los programas de seguimiento o investigaciones de las distintas comunidades autónomas. Las zonas sin evaluar en la demarcación LEBA han sido:

- Zona norte de Ibiza, en las Islas Baleares, con una superficie de 7,76 km^2.
- Tramo de costa entre Bolnuevo y Cabo Cope, en la Región de Murcia, con una superficie de 10,55 km^2.

En ESAL, la única zona que no se ha valorado corresponde a la zona entre el Puerto de Almería y La Garrofa (Almería; Andalucía), con una superficie de 0,23 km^2.

3.5.3 Validación del POSI mediante un índice de presiones acumuladas (SEAGRAPI)

La robustez del POSI para evaluar el estado ambiental de las praderas de *P. oceanica* fue validado a través de un índice de presiones antrópicas acumuladas desarrollado durante el ciclo 2018-2024 en el contexto de los grupos de trabajo de presiones del descriptor D6 (ver informes sobre presiones acumuladas). Este índice de presiones acumuladas (*seagrass accumulated pressure index, SEAGRAPI*) se basa en la caracterización aditiva de actividades antrópicas en zonas costeras a través del uso de las praderas de *P. oceanica* como bioindicador para estimar la extensión espacial de la influencia de dichas actividades. Por ejemplo, tiene en cuenta presiones antrópicas como los usos del suelo, vertidos, puertos, granjas de acuicultura, fondeaderos, playas artificiales o acuíferos, procedentes de diversas fuentes oficiales. Para la construcción del índice se realiza una valoración cuantitativa mediante el solapamiento de las zonas de influencia de las presiones que confluyen en una misma zona. Como superficie de referencia se utiliza una celda de 100x100m^2, de forma que a cada una de estas celdas se les asigna un valor final del índice que oscila entre 0 y 1, donde valores muy próximos a 0 reflejan situaciones con pocas

presiones acumuladas. La hipótesis de trabajo utilizada para la validación del POSI fue que aquellas praderas con mayor valor de SEAGRAPI presentarían unos valores más bajos de POSI (praderas muy deterioradas), de manera que la relación entre ambos índices pudiera ser identificada estadísticamente. Esta hipótesis se contrastó en los casos de presión estudiados durante el ciclo de evaluación 2018-2024. En estos casos, existe un gradiente de presión entre las zonas donde confluyen las principales actividades antrópicas y las áreas próximas con condiciones de referencia. A través de las estaciones de muestreo existentes en otros programas de seguimiento y estudios, así como de las estaciones de las campañas específicas del GEAM-IEO para DMEM y otros programas, se definió un diseño de muestreo que reflejase dicho gradiente, con estaciones de muestreo situadas desde el punto de máxima influencia de las presiones a distancias crecientes hacia la zona de referencia. La relación entre los dos índices, POSI y SEAGRAPI, se exploró a través de regresiones múltiples mediante el software R 4.1. (modelo lineal, exponencial, polinomial de distinto grado). La selección del modelo se realizó mediante el Criterio de Información de Akaike corregido para muestras pequeñas (AICc). A modo de ejemplo, se incluyen a continuación los resultados obtenidos en los casos de estudio de la bahía de Alicante (Comunidad Valenciana, Demarcación LEBA) y la bahía de Palma (Islas Baleares, Demarcación LEBA) (Figs. 5, 6, 7).

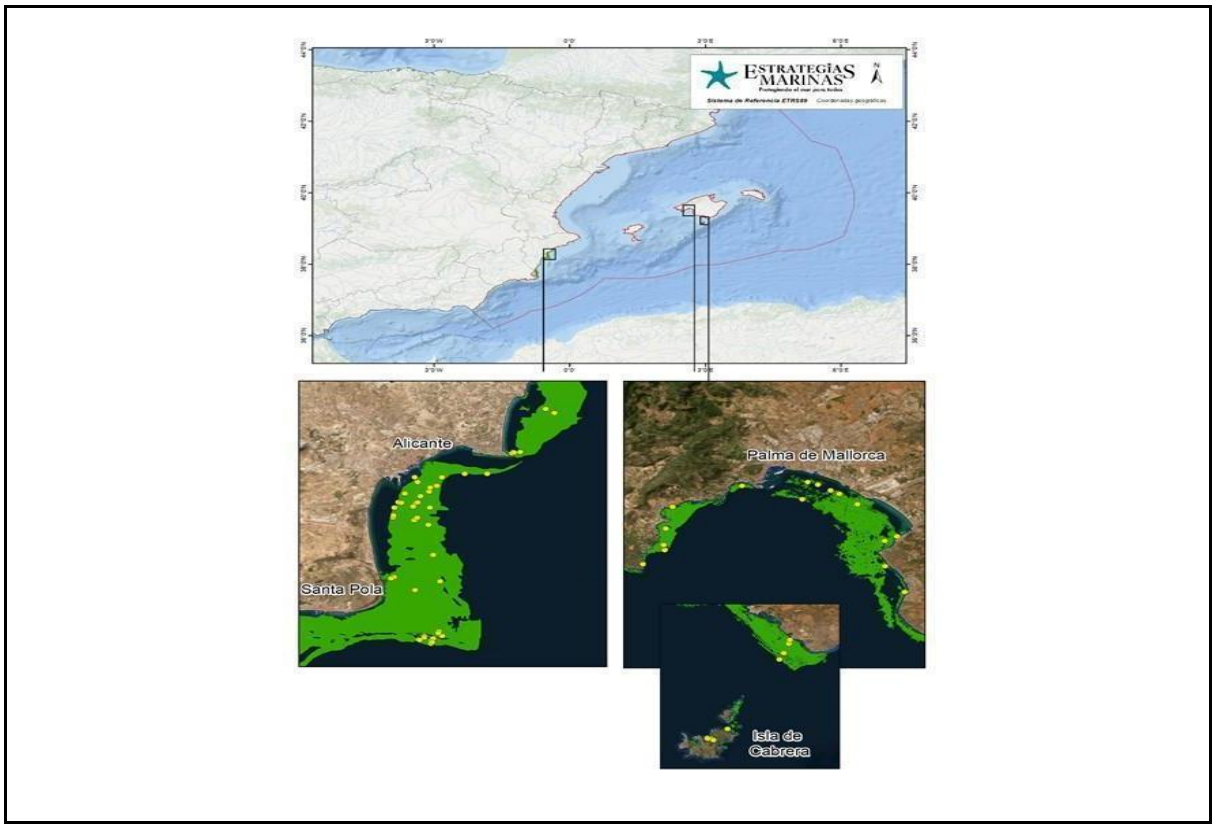


Fig. 5. Ubicación de los dos casos de presión que se muestran como ejemplo, el caso de la bahía de Alicante y el caso de la bahía de Palma. En amarillo se pueden ver las estaciones de muestreo ubicadas en cada caso.

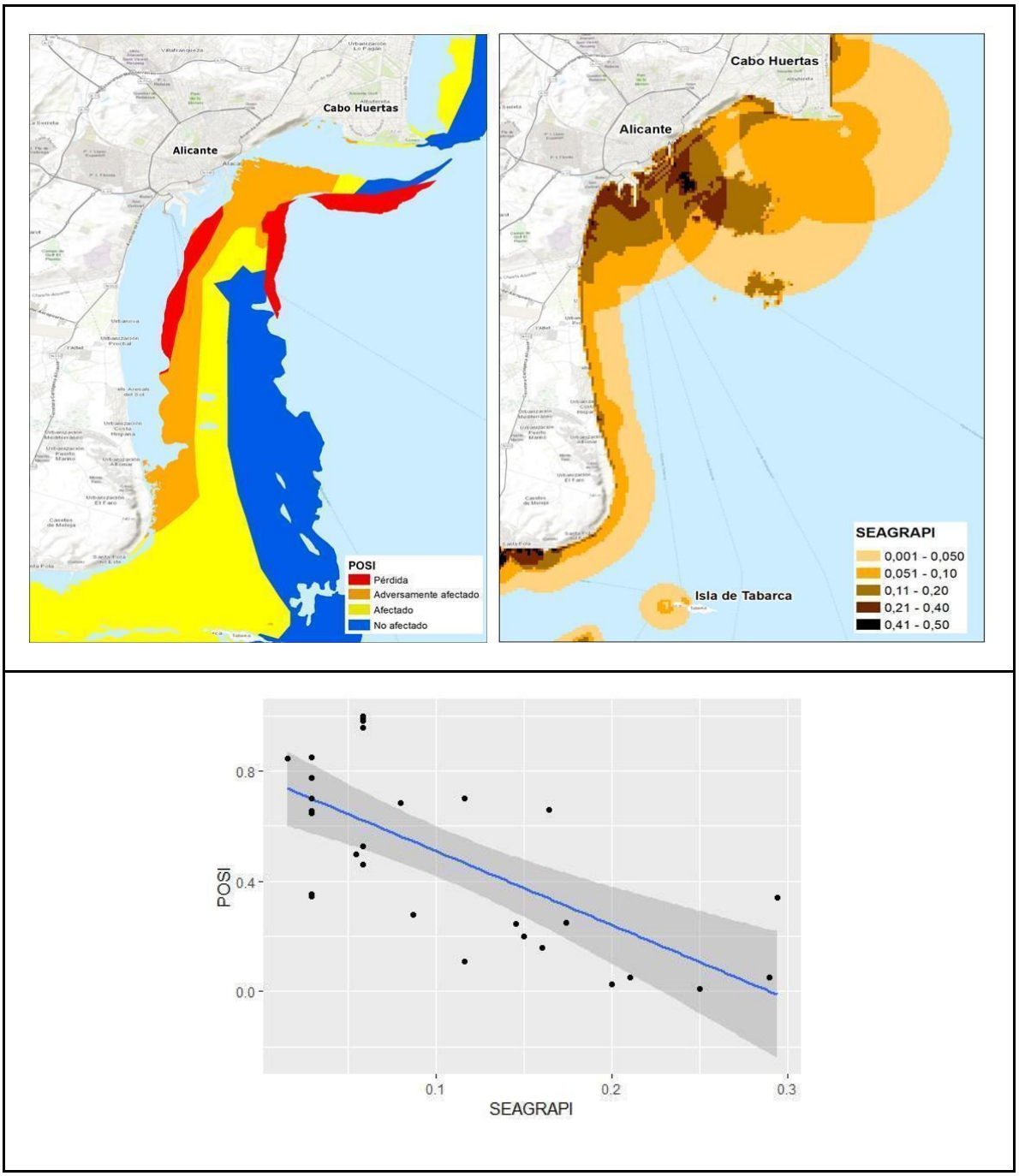


Fig. 6. Mapas mostrando los índices SEAGRAPI y POSI (arriba), así como el modelo lineal que relaciona los dos índices (abajo) en la bahía de Alicante. La ecuación del modelo lineal corresponde con SEAGRAPI = 0,19 - 0,18 POSI. El valor del porcentaje de R^2 del modelo es de 45,31 %.

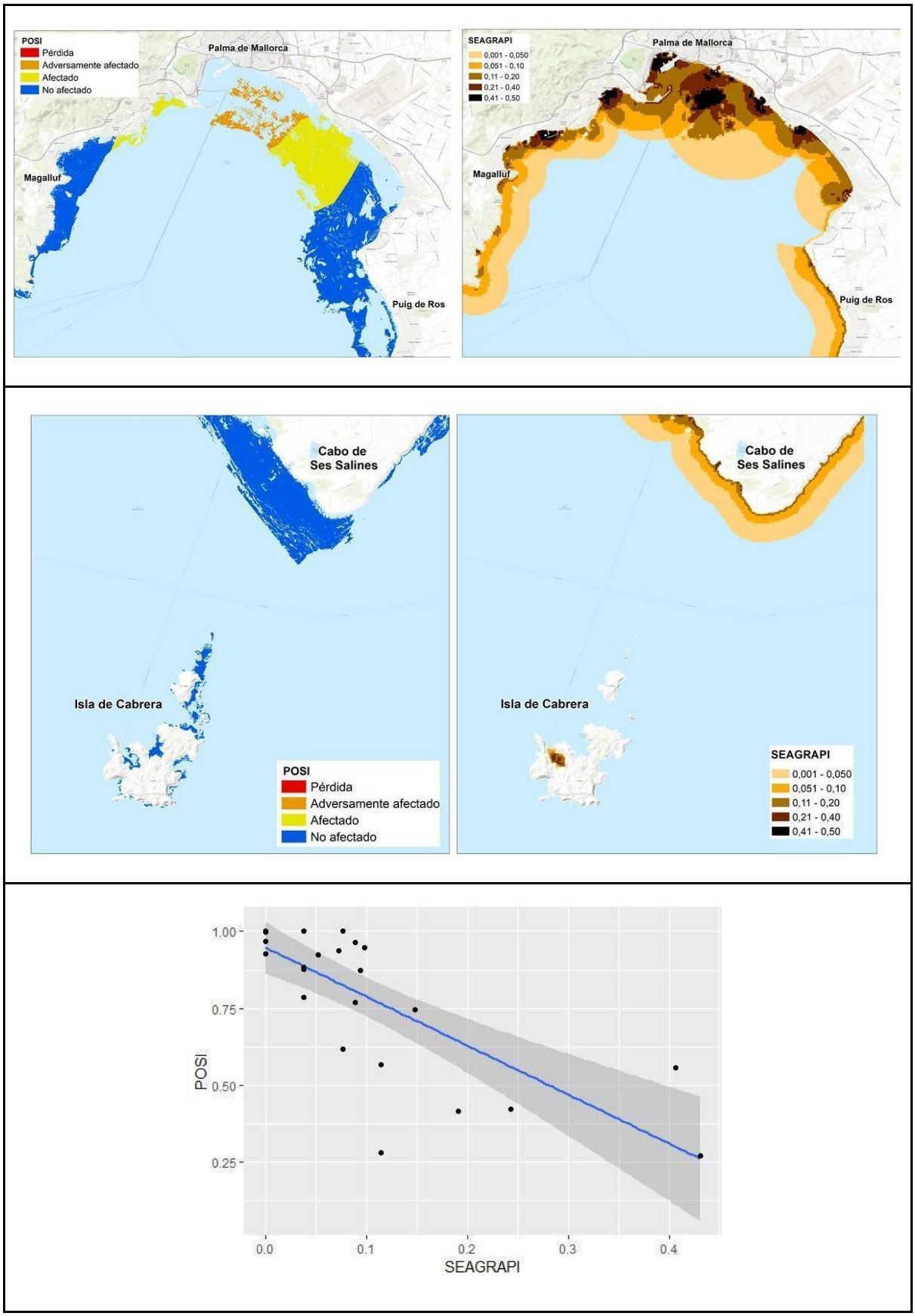


Fig. 7. Mapas mostrando los índices SEAGRAPI y POSI de la bahía de Palma y Cabrera (arriba), así como el modelo lineal que relaciona los dos índices (abajo) en la bahía de Palma. La ecuación del modelo lineal corresponde con SEAGRAPI = 0.39 - 0,37 POSI. El valor del porcentaje de R^2 del modelo es de 56,33 %.

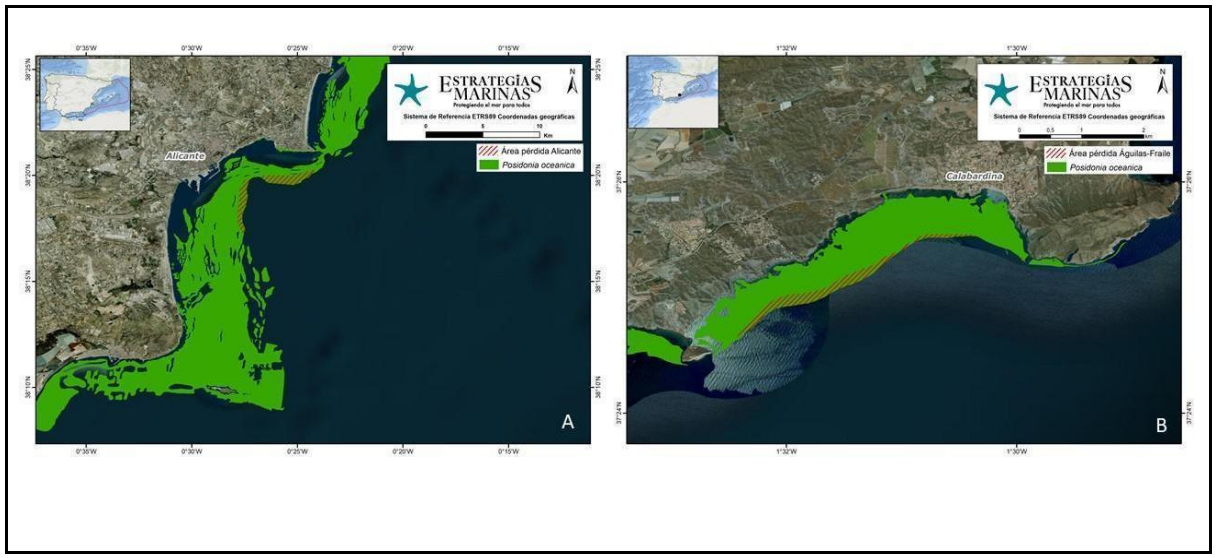
En los mapas se puede observar que las zonas con mayor índice POSI se corresponden con valores menores del índice SEAGRAPI. En el caso de la bahía de Alicante se observa claramente que las zonas donde POSI tiene valores superiores (categoría de no afectado, color azul) se corresponden principalmente con las áreas donde la influencia de las presiones no llega, y por tanto no aparece en el índice SEAGRAPI. De forma similar, en la bahía de Palma, se observa que la categoría de adversamente afectado (color naranja) coincide perfectamente con la mayoría de las zonas de influencia de la bahía, a partir de las cuales los niveles de presión disminuyen y los valores del POSI aumentan.

En ambos casos, se observó una correlación lineal negativa del SEAGRAPI con el POSI, lo que valida la hipótesis de trabajo inicial. Comprobamos así que el índice POSI está reflejando el estado de las praderas de forma coincidente con las presiones asociadas a las mismas.

4 Áreas con pérdida del hábitat identificadas durante el ciclo 2018-2024

Como ya se ha comentado en apartados anteriores (apartados 1 y 2), durante las campañas propias del GEAM-IEO en el ciclo 2018-2024 se identificaron diversas áreas de pérdida total del hábitat en los límites profundos de algunas praderas respecto a la cartografía oficial de 2015 (Atlas de las praderas marinas de España, Ruiz. et al 2015), tanto en la demarcación LEBA como en ESAL. Tras el mapeado de estas superficies, la información fue trasladada a los grupos de trabajo regionales para corroborar que las áreas de pérdida eran reales y no asociadas a la falta de precisión o errores incluidos en la cartografía oficial de 2015. Una vez validada, esta información fue utilizada para la elaboración de la nueva cartografía del hábitat (Segunda edición del Atlas de pradera marinas de España, Ruiz et al. 2024, en fase de edición y maquetación). Como las pérdidas de pradera no pudieron ser incluidas en la evaluación del criterio D6C4 al no existir un vínculo unívoco con presiones de naturaleza física, fueron finalmente incluidas en el D6C5 mediante su integración en la categoría "*Pérdida*".

A continuación, se detalla la localización (Fig. 8) y superficie (Tabla 5) identificadas como zonas de pérdida del hábitat en cada una de las demarcaciones:



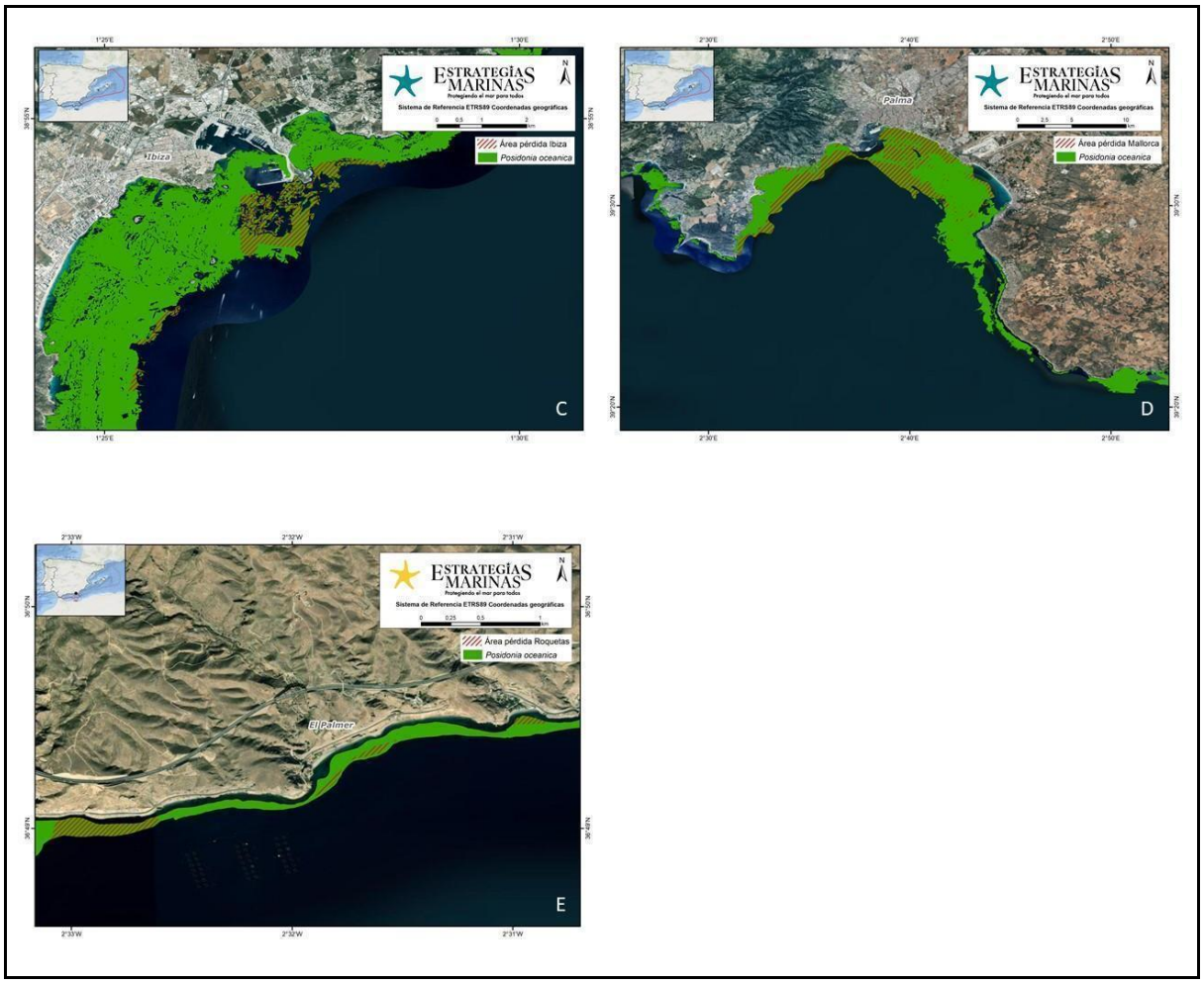


Figura 8. Localización y superficies de pradera perdida en las demarcaciones de LEBA y ESAL. A. Bahía de Alicante (Comunidad Valenciana, LEBA). B. Águilas (Región de Murcia, LEBA). C. Puerto de Ibiza (Islas Baleares, LEBA). D. Bahía de Palma (Islas Baleares, LEBA). E. Roquetas de Mar (Almería, Andalucía, ESAL).

Tabla 5. Superficie de pradera perdida (km^2) en las demarcaciones de LEBA y ESAL.

LEBA	**Superficie pérdida (km^2)**	**ESAL**	**Superficie pérdida (km^2)**
Alicante	4,57	Roquetas	0,11
Águilas-Fraile	0,34		
Palma	29,78		
Ibiza	1,78		

En los casos de Ibiza y Roquetas de Mar, la pérdida observada se puede asociar exactamente con el periodo de tiempo transcurrido desde el 2015, ya que las cartografías incluidas en la primera edición del Atlas habían sido actualizadas poco antes de la redacción del mismo. En el resto de casos (bahía de Alicante, bahía de Palma y

Águilas-Fraile), los procesos de regresión de la pradera pueden ser anteriores a la fecha de 2015, debido a que las cartografías usadas en el atlas incluyen trabajos realizados varios años o incluso décadas antes. Especialmente relevante es el caso de Bahía de Palma, donde la información sobre la distribución de las praderas procede de prospecciones realizadas en 1984 (Ruiz et al., 2015). Por tanto, las grandes áreas de pradera desaparecida en esta zona (29,78 km^2) es muy probable que sean consecuencia de un proceso progresivo histórico de pérdida y no de una regresión drástica reciente.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

1. Todos los trabajos de evaluación se han basado en las cartografías oficiales del hábitat más recientes (1ª y 2ª edición del Atlas de praderas marinas de España). En el siguiente ciclo se debería proceder a articular los instrumentos necesarios para facilitar, cuando sea posible, la actualización del hábitat en EMODnet en base a las nuevas cartografías disponibles.

2. Las estimaciones de pérdida del hábitat se han realizado teniendo como referencia la cartografía oficial de 2015. Actualmente, el GEAM-IEO está desarrollando modelos espaciales de distribución potencial del hábitat que podrían ser aplicados para cálculos teóricos de pérdida del hábitat en relación a una situación de referencia anterior en la evaluación del criterio D6C4.

3. Se ha desarrollado un nuevo índice, POSI, para la evaluación de las praderas de *P. oceanica* en las demarcaciones de LEBA y ESAL en relación al criterio D6C5. Este índice incluye únicamente dos parámetros asociados a la estructura de la pradera, la densidad y la cobertura de la pradera, con una alta sensibilidad a las presiones antrópicas y ampliamente utilizados en estudios y programas de seguimiento de la especie en el Mediterráneo. Ambos parámetros se obtienen *in situ* mediante una metodología contrastada científicamente, eliminando factores personales, temporales y económicos necesarios para el procesado de las muestras en el laboratorio. Esto hace que sea un índice que permite la evaluación del estado de las praderas de una forma rápida y poco costosa, y favorece una alta representatividad espacial de muestreo al poder usar datos de otros programas y seguimientos del hábitat al margen de la DMEM.

4. En este sentido, se ha establecido una red de cooperación con los principales grupos de trabajo de cada comunidad autónoma que ha permitido la creación de una base de datos común sobre parámetros de praderas de *P. oceanic*a en la costa española del Mediterráneo. Esta base de datos ha sido esencial para poder abordar la evaluación de la mayor parte del área de distribución del hábitat en este ciclo. En cualquier caso, en el próximo ciclo es fundamental mantener canales de comunicación para que esta base de datos siga creciendo y favorecer la incorporación de estudios y programas que no han sido contemplados en este ciclo.

5. Las campañas de muestreo propias del GEAM-IEO en el marco del programa ES-HB5 han estado principalmente enfocadas a zonas de referencia y casos de presión con el objetivo de (i) poder desarrollar modelos de referencia robustos para los parámetros incluidos en POSI que incluyan toda la variabilidad biogeográfica existente (definición de unidades ambientales), y (ii) validar la utilidad del índice para evaluar el estado ambiental de las praderas. Como consecuencia, existen áreas con praderas en cada demarcación que no han podido ser evaluadas o con una densidad de puntos de muestreo relativamente baja, lo que ha determinado que algunas interpolaciones del estado del hábitat se hayan hecho a una escala espacial grande (decenas de km^2). El diseño de muestreo del próximo ciclo debe contemplar estas situaciones para dotar de mayor precisión y certidumbre la evaluación final del hábitat según el criterio D6C5.

6. Los modelos de regresión desarrollados a partir de las relaciones entre índices POSI y SEAGRAPI pueden constituir una excelente herramienta predictiva para definir umbrales de presión a partir de los cuales se producen cambios en el estado ambiental de las praderas. Aunque esta aproximación debe ser estudiada con mayor profundidad (teniendo en cuenta factores determinantes en las respuestas de las praderas a las presiones como las diferencias geográficas entre praderas (UAs) o la profundidad) puede ser un complemento importante en la evaluación del criterio D6C5 al permitir estimar estados de las praderas mediante el análisis de las presiones existentes.

6 Referencias

Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Automat. Contr. 19, 716–723.

Azcárate-García, T., Beca-Carretero, P., & Brun, F. G. (2023). Plant and meadow structure characterisation of Posidonia oceanica in its westernmost distribution range. Diversity, 15(1), 101.

Bakran-Petricioli, T., Schultz, S., Petricioli, D., & Kruschel, C. 2014. Applicability of Mediterranean baselines of Posidonia oceanica descriptors for the assessment of its conservation status along the eastern part of the Adriatic Sea. In 5th Mediterranean Symposium on Marine Vegetation (pp. 198-199).

Bernardeau-Esteller, J., Sandoval-Gil, J. M., Belando, M. D., Ramos-Segura, A., García-Muñoz, R., Marín-Guirao, L., & Ruiz, J. M. (2023). The role of Cymodocea nodosa and Caulerpa prolifera meadows as nitrogen sinks in temperate coastal lagoons. Diversity, 15(2), 172.

Borum, J. 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management (pp. 67-71). C. M. Duarte, T. M. Greve, & D. Krause-Jensen (Eds.). M & MS project.

Burnham KP, Anderson DR, 2002. Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretic approach. New York, New York, USA: Springer-Verlag.

Dalla Via J, Sturmbauer C, Schönweger G, Sötz E, Mathekowitsch S, Stifter M, Rieger R. 1998. Light gradients and meadow structure in Posidonia oceanica: ecomorphological and functional correlates. Marine Ecology Progress Series, 163, 267-278.

Diaz E, Marba N, 2009. 1120 Posidonion oceanicae. Praderas de Posidonia oceanica. En: VVAA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitats de interés comunitario de España. Madrid. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

de la HOZ CF, Ramos E, Puente A, Méndez F, Menéndez M, Juanes JA, Losada IJ, 2018. Ecological typologies of large areas. An application in the Mediterranean Sea. Journal of Environmental Management 205, 59-72.

Fernandez-Torquemada Y, Diaz-Valdes M, Colilla F, Luna B, Sanchez-Lizaso JL, et al., 2008. Descriptors from Posidonia oceanica (L.) Delile meadows in coastal waters of Valencia, Spain, in the context of the EU Water Framework Directive. ICES Journal of Marine Science, 65, 1492-1497.

Gerakaris, V., Papathanasiou, V., Salomidi, M., Issaris, Y., & Panayotidis, P. 2021. Spatial patterns of Posidonia oceanica structural and functional features in the Eastern Mediterranean (Aegean and E. Ionian Seas) in relation to large-scale environmental factors. Marine Environmental Research, 165, 105222.

Gerakaris V, Panayotidis P, Vizzini S, Nicolaidou A, Economou-Amilli A, 2017. Effectiveness of Posidonia oceanica biotic indices for assessing the ecological status of coastal waters in Saronikos Gulf (Aegean Sea, Eastern Mediterranean). Mediterranean Marine Science, 18(1), 161-178.

Gobert S, Sartoretto SB, Rico-Raimondino VC, Andral B, Chery AD, et al., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the Posidonia oceanica Rapid Easy Index: PREI. Marine Pollution Bulletin, 58 (11), 1727-1733

Lopez y Royo C, Silvestri C, Salivas-Decaux M, Pergent G, Casazza G, 2009. Application of an angiosperm based classification system BiPO to Mediterranean coastal waters: Using spatial analysis and data on metal contamination of plants in identifying sources of pressure. Hydrobiologia, 633, 169-179

Marco-Méndez, C., Marbà, N., Amores, Á., Romero, J., Minguito-Frutos, M., García, M., ... & Alcoverro, T. 2024. Evaluating the extent and impact of the extreme Storm Gloria on Posidonia oceanica seagrass meadows. Science of The Total Environment, 908, 168404.

Mateo-Ramírez, Á., Marina, P., Martín-Arjona, A., Bañares-España, E., García Raso, J. E., Rueda, J. L., & Urra, J. 2023. Posidonia oceanica (L.) Delile at its westernmost biogeographical limit (northwestern Alboran Sea): Meadow features and plant phenology. In Oceans (Vol. 4, No. 1, pp. 27-48). MDPI.

Marín-Guirao, L., Bernardeau-Esteller, J., Belando, M. D., García-Muñoz, R., Ramos-Segura, A., Alcoverro, T., ... & Ruiz, J. M. (2022). Photo-acclimatory thresholds anticipate sudden shifts in seagrass ecosystem state under reduced light conditions. Marine Environmental Research, 177, 105636.

Montefalcone M, 2009. Ecosystem health assessment using the seagrass Posidonia oceanica: a review. Ecological Indicators 9, 595-604.

Mutlu, E., Olguner, C., Gökoğlu, M., & Özvarol, Y. 2022. Seasonal growth dynamics of Posidonia oceanica in a pristine Mediterranean gulf. Ocean Science Journal, 57(3), 381-397.

Pascual M, Rives B, Schunter C, Macpherson E, 2017. Impact of life history traits on gene flow: A multispecies systematic review across oceanographic barriers in the Mediterranean Sea. PLoS ONE 12(5): e0176419.

Pergent-Martini C, Leoni V, Pasqualini V, Ardizzone GD, Balestri E, Bedini R, et al. 2005. Descriptors of Posidonia oceanica meadows: use and application. Ecological Indicators, 5(3), 213-230.

Romero J, Martínez-Crego B, Alcoverro T, Pérez M, 2007. A multivariate index based on the seagrass Posidonia oceanica (POMI) to assess the ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD). Marine Pollution Bulletin, 55, 196-204

Ruiz J, Guillén JE, Ramos Segura A, Otero MM (Eds.). 2015. Atlas de las praderas marinas de España. IEO/IEL/ UICN, Murcia-Alicante-Málaga, 681 pp.

Ruiz, J. M., & Romero, J. (2001). Effects of in situ experimental shading on the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica. Marine Ecology Progress Series, 215, 107-120.

Sibson, R, 1981. A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation. In Interpolating multivariate data, John Wiley & Sons, New York, 1981, pp. 21-36.

Spiess, A. N., & Neumeyer, N. 2010. An evaluation of R 2 as an inadequate measure for nonlinear models in pharmacological and biochemical research: a Monte Carlo approach. BMC pharmacology, 10, 1-11.

UNEP/MAP-RAC/SPA, 2011. Draft Guidelines for the Standardization of Mapping and Monitoring Methods of Marine Magnoliophyta in the Mediterranean. Tenth Meeting of Focal Points for SPAs Marseilles, France, 17-20 May 2011, RAC/SPAPubl., UNEP(DEPI)/MED WG 359/9. 1-63.

Wood SN, 2017. Generalized Additive Models: An Introduction with R, Second Edition (Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science)

INFORMES D6 EVALUACION HABITATS CIRCALITORALES Y BATIALES SEDIMENTARIOS	

Anexo 5. Evolución del esfuerzo pesquero de la flota de arrastre en el Mediterráneo

Demarcación Levantino-Balear

Autores

1 Introducción

El Reglamento (UE) 2019/1022 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019, establece un plan plurianual para la pesca demersal en el Mediterráneo occidental (EU-MAP) y tiene como objetivo hacer realidad los objetivos de la Política Pesquera Común. En particular, alcanzar y mantener el rendimiento máximo sostenible para las poblaciones contempladas en el EU-MAP, aplicar la obligación de desembarque y promover un nivel de vida adecuado para quienes dependen de las actividades pesqueras. El EU-MAP pretende asimismo aplicar a la gestión pesquera un enfoque ecosistémico a fin de minimizar el impacto negativo de las actividades pesqueras en el ecosistema marino. La principal medida del EU-MAP se basa en la aplicación de un régimen de gestión del esfuerzo pesquero, que incluye un esfuerzo pesquero máximo admisible para cada grupo de esfuerzo y por Estado miembro. Durante los primeros cinco años de aplicación del EU-MAP, el esfuerzo pesquero máximo admisible para la flota de arrastre (en días de pesca), ha alcanzado un 40% (en 2024), respecto al período de referencia (2015-2017). El cálculo de esfuerzo se ha realizado aplicando las siguientes reducciones anuales en número de días de pesca: un 10% en 2020, un 7.5% en 2021, un 6% en 2022, un 7% en 2023 y un 9% en 2024. En todos los casos, el esfuerzo pesquero máximo admisible se ha calculado respecto al período de referencia 2015-2017, sumando así el 40% de reducción deseado.

La pesca de arrastre del Mediterráneo español es una pesquería claramente multiespecífica, que explota fondos de plataforma y talud entre 50 y 800 m de profundidad. Son numerosos los puertos cuyas flotas desarrollan varias estrategias de pesca, que se diferencian por su rango de profundidad y las especies objetivo, incluso en una misma marea o jornada de pesca. De hecho, en el régimen de gestión del esfuerzo pesquero del EU-MAP se reconocen dos grupos de esfuerzo pesquero: A) pesca de arrastre de salmonete de fango (*Mullus barbatus*), merluza (*Merluccius merluccius*), gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*) y cigala (*Nephrops norvegicus*) en la plataforma continental y el talud superior; y B) pesca de arrastre de gamba roja (*Aristeus antennatus*) en aguas profundas.

El Reglamento EU-MAP también ha supuesto la implementación de otras medidas de gestión, además de la reducción del esfuerzo de pesca. En 2020 y 2021 se establecieron cierres espacio-temporales y permanentes a lo

largo de toda la Península Ibérica y alrededor de las Islas Baleares, para la protección de juveniles y reproductores de especies objetivo de la pesca de arrastre. Asimismo, se han implementado medidas técnicas para mejorar la selectividad de las artes de pesca y la limitación de las capturas de algunas especies objetivo del Plan, como la gamba roja. Con el fin de promover la implementación de estas medidas técnicas, alternativas a la reducción de la actividad pesquera y que también deben permitir mejorar el estado de los recursos, para 2023 y 2024 se establecieron mecanismos de compensación en relación con el régimen de gestión del esfuerzo de la flota de arrastre. Como consecuencia de ello, en 2023 se llevó a cabo la asignación de un 3.5% de días adicionales a la modalidad de pesca de arrastre en la plataforma continental y el talud superior (Reglamento (UE) 2023/195), mientras que en 2024 se está pendiente de que entren en vigor los posibles mecanismos de compensación que podrían permitir una asignación adicional de 4.5, 5 o hasta 6% (Reglamento (UE) 2024/2059).

El Real Decreto 502/2022, de 27 de junio, por el que se regula el ejercicio de la pesca en los caladeros nacionales, determina que los buques de arrastre de fondo censados en el caladero Mediterráneo podrán ejercer la pesca durante 12 horas por día de pesca, con un período de descanso semanal de un mínimo 48 horas continuadas (sábado y domingo). Esta normativa, no obstante, establece que, a partir de 2022, los buques podrían estar más tiempo en la mar, hasta un máximo de 15 horas diarias (máximo recogido en el EU-MAP) teniendo en cuenta la evolución del número máximo de días de esfuerzo de pesca asignados a España por la Comisión Europea, de acuerdo al Reglamento (UE) 2019/1022. Sin embargo, este aumento no se ha producido hasta ahora.

La demarcación Levantino-Balear engloba, de forma total o parcial, tres de las sub-áreas geográficas (GSAs de las siglas en inglés) que la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) tiene establecidas en el Mediterráneo occidental (Figura 1): GSA1 (Norte del Mar de Alboran), GSA5 (Islas Baleares) y GSA6 (Norte de España). Según el informe del grupo de expertos del *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries* (STECF, 2022), durante el período 2015-2021, ha habido una reducción del esfuerzo pesquero, estimado a partir de las variables días de mar, días de pesca, horas de pesca, gt*días de pesca y kw*días de pesca, en todas las GSAs de la demarcación Levantino-Balear (Figuras 2-5).

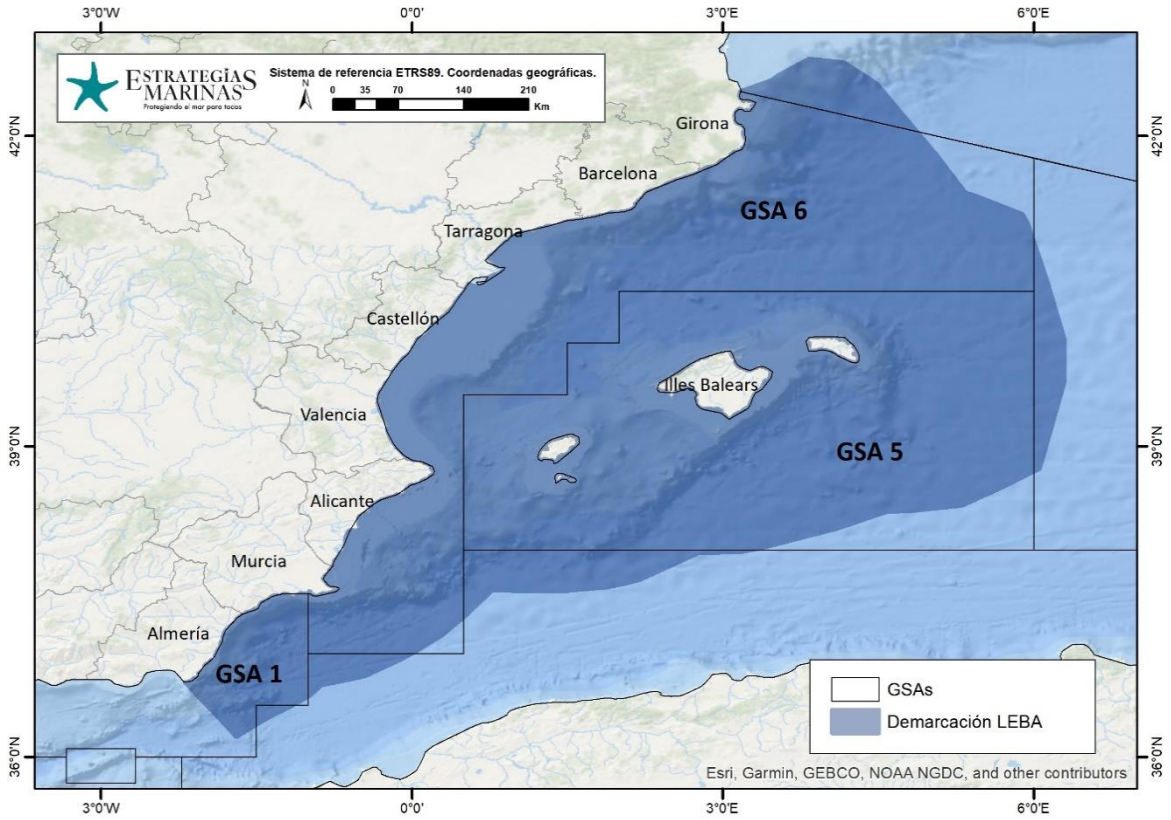


Figura 1. Mapa de la Demarcación Levantino-Balear, con las tres sub-áreas geográficas (GSAs) que la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) ha establecido en el Mediterráneo occidental: GSA1 (Norte del Mar de Alboran), GSA5 (Islas Baleares) y GSA6 (Norte de España).

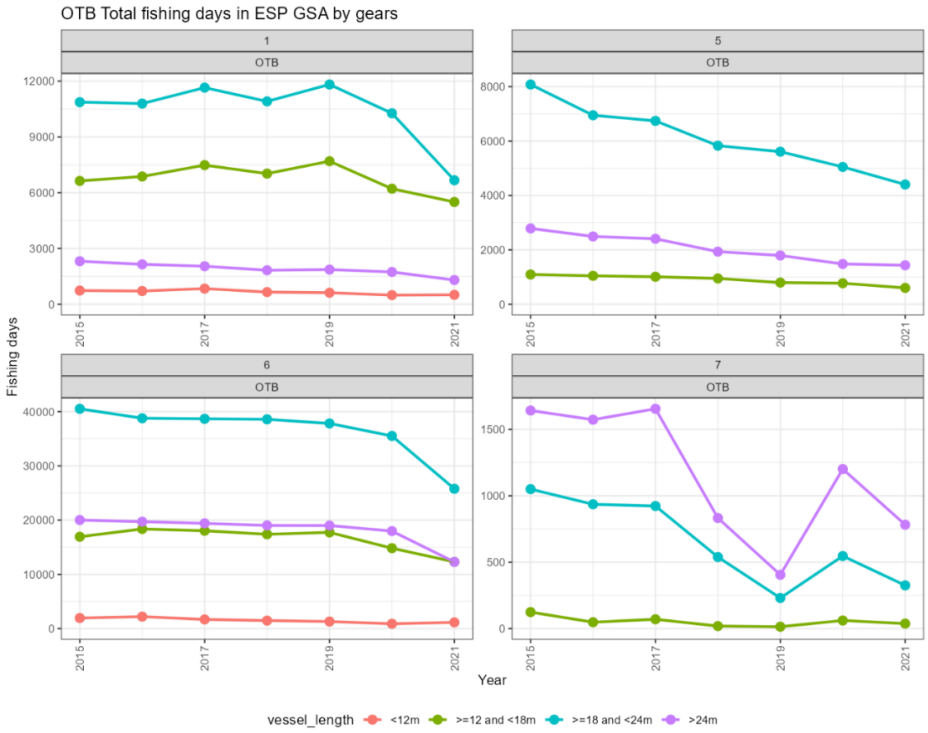


Figura 2. Evolución del esfuerzo en las GSAs de la demarcación Levantino-Balear (GSAs 1, 5 y 6), durante el período 2015-2021 en días de pesca (STECF, 2022).

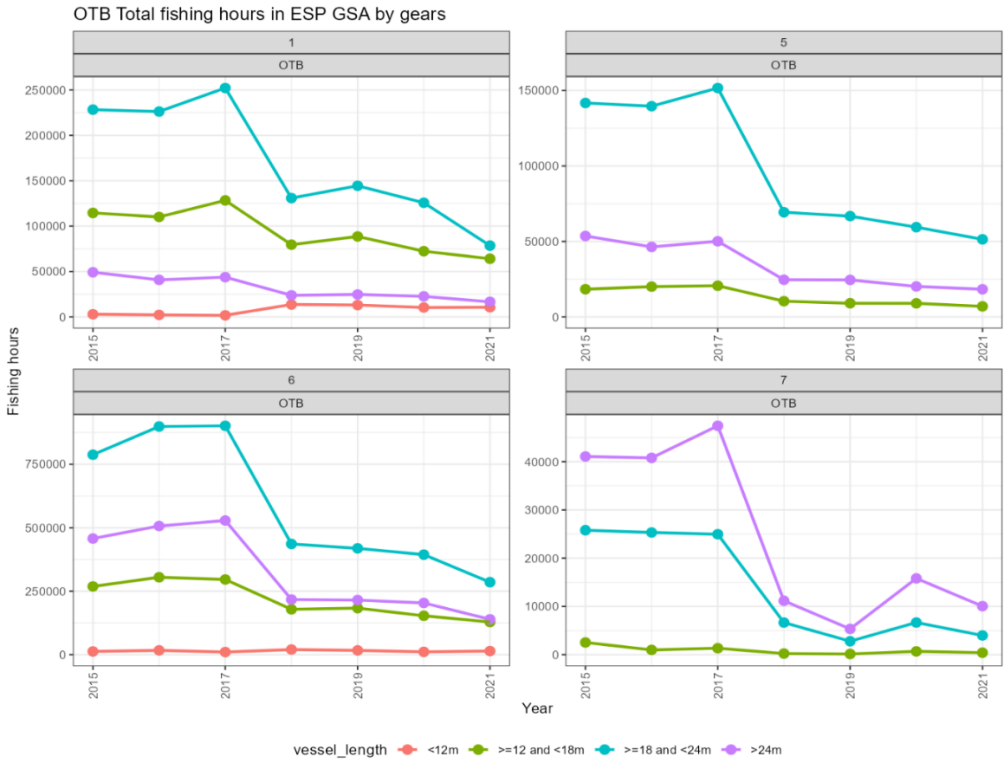


Figura 3. Evolución del esfuerzo en las GSAs de la demarcación Levantino-Balear (GSAs 1, 5 y 6), durante el período 2015-2021 en horas de pesca (STECF, 2022).

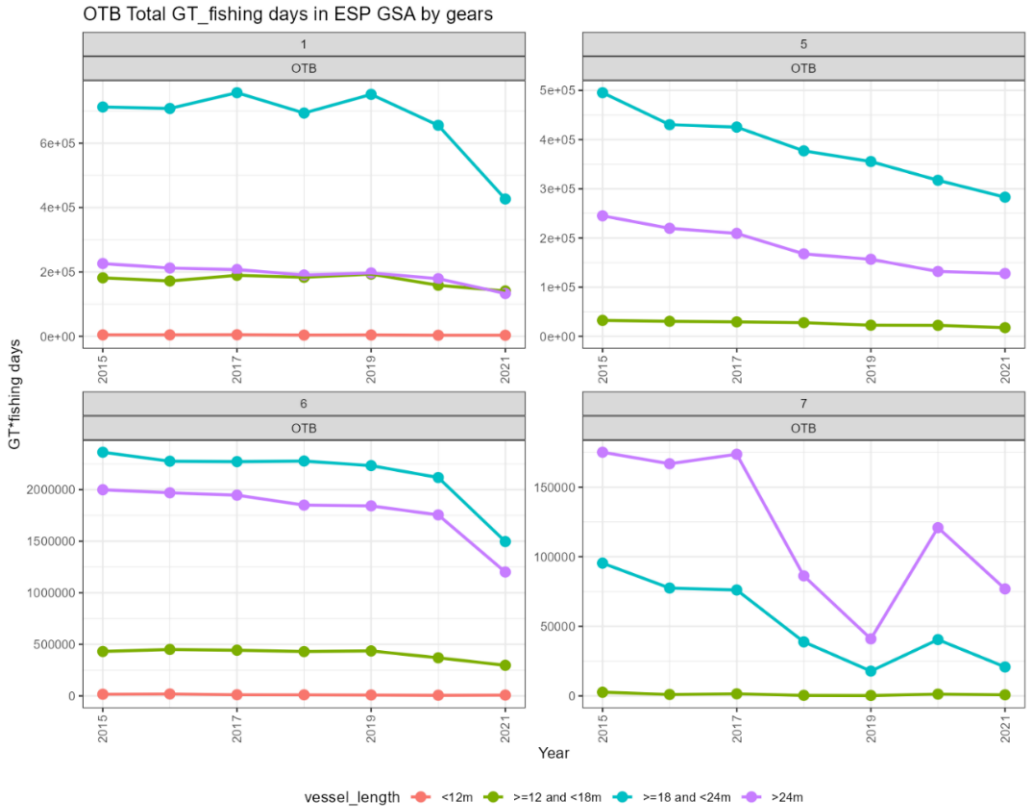


Figura 4. Evolución del esfuerzo en las GSAs de la demarcación Levantino-Balear (GSAs 1, 5 y 6), durante el período 2015-2021 en GT*días de pesca (STECF, 2022).

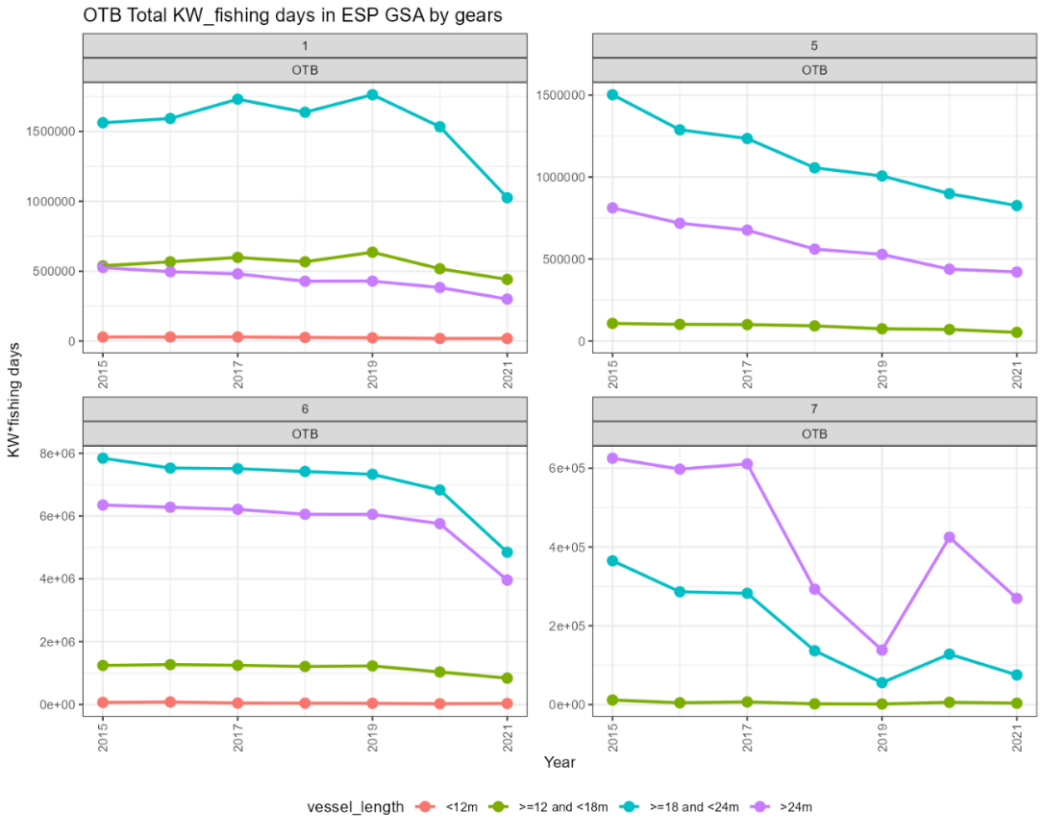


Figura 5. Evolución del esfuerzo en las GSAs de la demarcación Levantino-Balear (GSAs 1, 5 y 6), durante el período 2015-2021 en KW*días de pesca (STECF, 2022).

Los datos del censo oficial de la Secretaría General de Pesca, también muestran un descenso generalizado de la flota de arrastre. Más concretamente en el número de barcos censados en los puertos de la demarcación Levantino-Balear durante la última década (Figura 6).

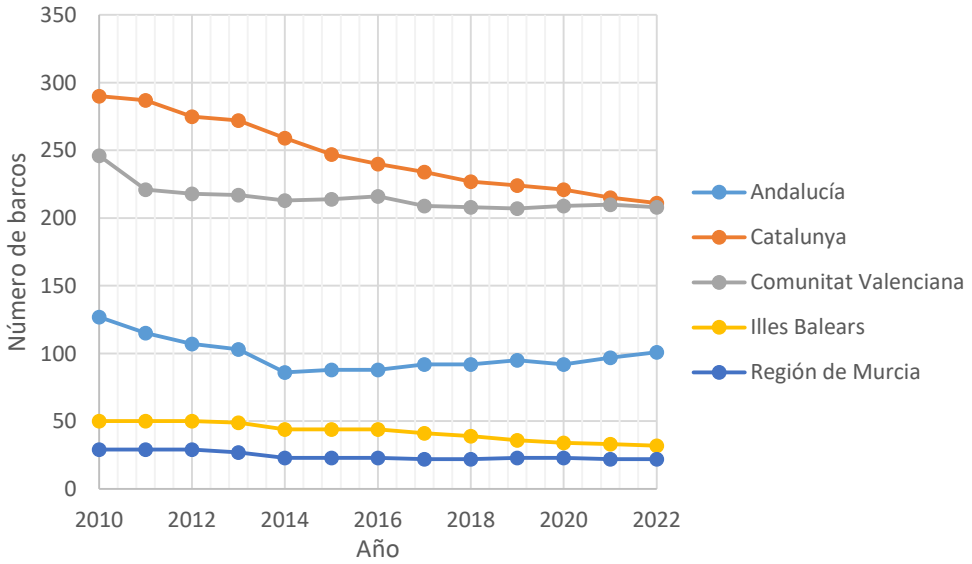


Figura 6. Número de barcos de la flota de arrastre que han faenado en la demarcación Levantino-Balear por Comunidad Autónoma según el censo oficial de la Secretaría General de Pesca durante el período 2010-2022.

Esta reducción del esfuerzo de la pesca de arrastre en las GSAs 1, 5 y 6 que ha supuesto la implementación del EU-MAP, no solo ha sido confirmado por el STECF, sino también por el *Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar* (ICATMAR), en este caso en la costa catalana (ICATMAR, 2023). Las fuentes de datos que han analizado los investigadores de ICATMAR también han sido hojas de venta diarias y registros VMS facilitados por la Secretaría General de Pesca.

Esta reducción del esfuerzo pesquero de la flota de arrastre ha dado como resultado una mejora del estado de explotación de recursos demersales. En un informe del Instituto Español de Oceanografía (IEO), elaborado en 2023, se señala que las evaluaciones realizadas en el seno de los grupos de trabajo de la CGPM muestran una mejora del estado de los recursos demersales en las GSAs 1, 5 y 6 (P2230110), tendencia que se ha confirmado en el último grupo de evaluación de especies demersales de la CGPM (Tabla 1; WGSAD, 2023). Esta mejora puede ser consecuencia de una tendencia de disminución a largo plazo del esfuerzo pesquero (debido principalmente a una reducción del número de barcos de la flota de arrastre) durante las últimas décadas, ya que aún puede que sea demasiado pronto para detectar las consecuencias de la implementación del EU-MAP. Sin embargo, debido al alcance de las medidas de gestión aplicadas en el período 2020-2022, se espera que la recuperación de las poblaciones sea más evidente en los próximos años.

Para cuantificar el esfuerzo de la flota de arrastre en la Demarcación LEBA en el marco del descriptor 6 de las Estrategias Marinas (EEMM), se ha utilizado el *Swept Area Ratio* (SAR) obtenido a partir de datos de VMS y cuadernos de bitácora durante el período 2010-2022, proporcionados por la Secretaría General de Pesca. El objetivo de este documento es contrastar los resultados del SAR, con la reducción general del esfuerzo de la flota de arrastre hasta ahora comentada, resultado de la evolución de esta pesquería durante la última década y la implementación en los últimos años del EU-MAP. Para ello, se comparan las tendencias del SAR observadas en las EEMM, con datos procedentes del sistema de localización de buques vía satélite (VMS de sus siglas en inglés), hojas de venta diaria de la Lonja de Mallorca y muestreos de observadores científicos a bordo de la flota de arrastre en la demarcación Levantino-Balear.

Tabla 1. Resultados de las evaluaciones de especies demersales validadas en el grupo de evaluación de 2022 (WGSAD, 2022) y de 2023 (WGSAD, 2023): ratio entre $F_c/F_{0.1}$ y $F_{0.1}$ (F_c: tasa de mortalidad por pesca actual; $F_{0.1}$: mortalidad por pesca utilizada como proxy de la tasa máxima de mortalidad por pesca o F_{msy}). GSA: Subáreas geográficas; 1: Norte del mar de Alborán, 5: Islas Baleares, 6: Norte de España. También se incluye la metodología utilizada (a4a: *Assessment* for All; XSA: *eXtended Survivor Analysis*) así como el período de tiempo analizado. Valores negativos en la variación de $F_c/F_{0.1}$ implican reducción de esta ratio y, por tanto, una mejora en el estado de explotación del recurso (en verde), mientras que los valores positivos implican aumento (en naranja).

GSA	Especie	Método	Años	WGSAD (2022)		WGSAD (2023)				Variación ratio
				$F_c/F_{0.1}$	$F_{0.1}$	F_c	$F_{0.1}$	$F_c/F_{0.1}$	Estado del stock	$F_c/F_{0.1}$
1	*A. antennatus*	a4a	2002-2022	0.92	0.42	0.54	0.7	0.77	Explotación sostenible	-16.1
	M. merluccius	XSA	2003-2022	6.21	0.24	1.27	0.23	5.52	En sobreexplotación	-11.1
	M. barbatus	a4a	2003-2022	2.4	0.36	0.54	0.36	1.50	En sobreexplotación	-37.5
	P. longirostris	a4a	2002-2022	1.78	0.74	0.91	0.7	1.30	En sobreexplotación	-27.0
5	*A. antennatus*	a4a	2001-2022	4.45	0.33	0.95	0.33	2.88	En sobreexplotación	-35.3
	M. merluccius	a4a	1980-2022	3.77	0.34	0.93	0.34	2.74	En sobreexplotación	-27.4
	M. surmuletus	a4a	2000-2022	2.06	0.24	0.28	0.24	1.17	En sobreexplotación	-43.4
	P. longirostris	a4a	2001-2022	2.34	0.57	1.75	0.9	1.94	En sobreexplotación	-16.9
	N. norvegicus	a4a	2002-2022	0.97	0.24	0.21	0.24	0.88	Explotación sostenible	-9.8
6	*A. antennatus*	a4a	2000-2022	4.91	0.34	1.69	0.31	5.45	En sobreexplotación	11.0
	M. merluccius	a4a	2002-2022	10.36	0.12	1.00	0.11	9.09	En sobreexplotación	-12.2
	M. barbatus	a4a	2004-2022	5.68	0.25	1.35	0.25	5.40	En sobreexplotación	-4.9
	P. longirostris	a4a	2001-2022	1.47	0.78	0.27	0.15	1.80	En sobreexplotación	22.4
	N. norvegicus	a4a	2009-2022	3.14	0.14	1.07	0.95	1.13	En sobreexplotación	-64.1

2 Material y métodos

De una parte, dentro del Descriptor 6 de las EEMM, se ha analizado la evolución temporal del esfuerzo en horas de pesca, número de barcos de la demarcación Levantino-Balear y los valores de SAR durante el período 2010-2018 y 2020-2021. Los datos de SAR de 2019 y 2022 no están disponibles para esta demarcación. El cálculo de estos indicadores se ha llevado a cabo a partir de datos VMS y cuadernos de bitácora, tal como se especifica en el Anexo XX. A partir de las horas de pesca anuales, también se han calculado los porcentajes de reducción o aumento del tiempo de pesca de un año al siguiente.

De otra, dentro del programa de seguimiento del EU-MAP que se lleva a cabo en el Área de Pesca del IEO, se han utilizado datos VMS proporcionados por la Secretaría General de Pesca, para calcular los días de pesca en cada GSA de la demarcación Levantino-Balear. Para ello, los datos VMS se han filtrado por velocidad de pesca (2-3.6 nudos), para eliminar señales correspondientes a tránsitos entre puertos. Una vez filtrados los datos se ha asignado la profundidad a cada señal obtenida de la capa de batimetría de EMODNET correspondiente. A partir de estos datos, se han calculado los días de pesca dedicados a la plataforma costera, plataforma profunda, talud superior y talud medio en las tres GSAs de la demarcación (1, 5 y 6).

En las Islas Baleares, donde el equipo que ha elaborado este documento dispone de mejor información que en la costa peninsular por lo que se refiere a registros VMS y hojas de venta diaria, así como de un mejor conocimiento de los caladeros de la flota de arrastre y su dinámica espacio-temporal (p.ej. Farriols et al., 2017; Guijarro et al., 2020), se han realizado análisis adicionales. Se ha calculado el número de registros de VMS medios por barco y año, y a modo de ejemplo, se ha elaborado un mapa donde se representa la unión de registros VMS consecutivos (filtrados según velocidad de pesca) por día y barco en 2018.

También se ha calculado el número de días que ha faenado la flota de arrastre, por estrategia de pesca, a partir de las hojas de venta diarias de Lonja de Palma, de la organización de productores pesqueros OPMALLORCAMAR que comercializa las capturas de la flota de Mallorca. A partir de las capturas correspondientes a cada hoja de venta, se ha asignado cada día de pesca a una de las estrategias de pesca identificadas y caracterizadas en la flota de arrastre de las Islas Baleares (Palmer et al., 2009), que se detallan a continuación:

- Plataforma costera: entre 50 y 100 m de profundidad, cuyas principales especies objetivo son salmonete de roca (*Mullus surmuletus*), caramel (*Spicara smaris*), pulpo (*Octopus vulgaris*), calamar (*Loligo vulgaris*) y la categoría comercial Morralla, que engloba varias especies de peces.
- Plataforma profunda: entre 100 y 250 m de profundidad, cuyas principales especies objetivo son merluza (Merluccius merluccius), gallo (*Zeus faber*), bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) y gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*).
- Talud superior: entre 250 y 500 m de profundidad, cuyas principales especies objetivo son gamba blanca, cigala (*Nephops norvegicus*), merluza, gallos (*Lepidorhombus* spp.), rapes (*Lophius* spp.) y bacaladilla.
- Talud medio: entre 500 y 800 m de profundidad, cuya especie objetivo es la gamba roja (*Aristeus antennatus*).

Además, se ha calculado el número de horas que debería trabajar la flota de arrastre al día, para lograr los porcentajes de reducción o aumento anuales en horas de pesca, estimados a partir de los datos de EEMM, considerando como válidos los días de pesca obtenidos de las hojas de venta de la Lonja de Mallorca. Para ello se necesita un valor de horas de pesca al inicio de la serie. Este valor se ha asignado como el promedio de horas de pesca obtenido de los observadores a bordo de la flota de arrastre a lo largo de la serie. Por último, se han analizado los datos de posiciones de pesca obtenidos de los observadores científicos a bordo de la flota de arrastre, para compararlos con los datos obtenidos de los VMS y su correspondencia con los principales caladeros de la flota de arrastre de las Islas Baleares (Farriols et al., 2017; Guijarro et al., 2020).

3 Resultados

La evolución temporal de las horas de pesca y el SAR durante el periodo 2010-2018 y 2020-2021, calculados a partir de los datos de las EEMM siguen un patrón muy similar (Figuras 7 y 8). Se observa una tendencia descendente de ambos indicadores durante el primer ciclo analizado (2010-2015), mientras que la tendencia es ascendente en el segundo ciclo (2016-2021).

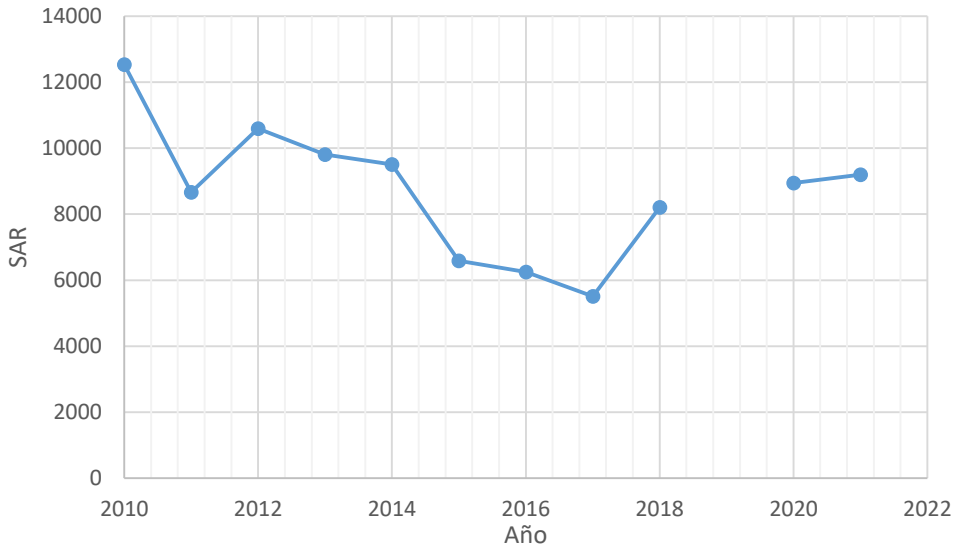


Figura 7. Evolución temporal del SAR de la demarcación Levantino-Balear durante los períodos 2010-2018 y 2020-2021, calculados en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas. Los datos para el 2019 no están disponibles para esta demarcación.

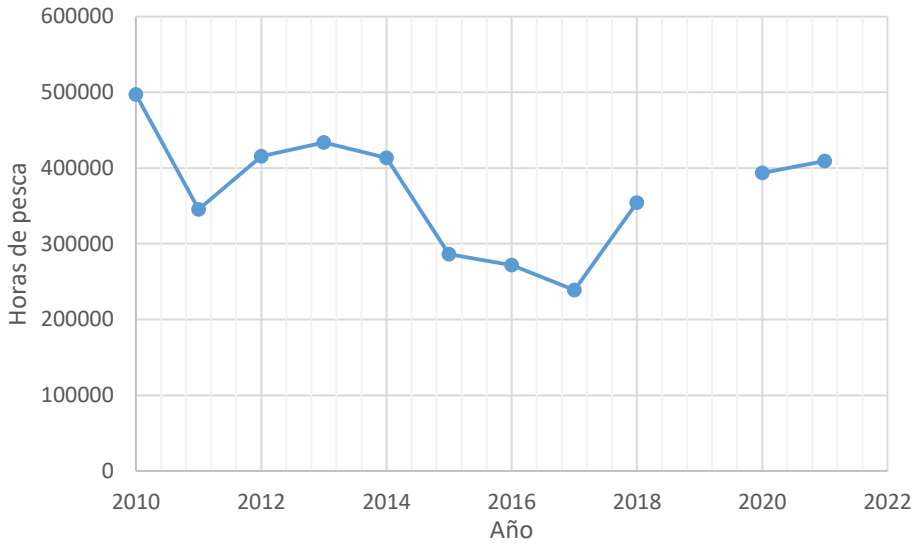


Figura 8. Evolución temporal de las horas de pesca de la demarcación Levantino-Balear durante los períodos 2010-2018 y 2020-2021, calculados en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas. Los datos para el 2019 no están disponibles para esta demarcación.

La evolución temporal del número de barcos que faenan en la demarcación Levantino-Balear, calculados a partir de la misma fuente de datos, sigue una tendencia descendente, presentando aumentos respecto al año anterior en 2012 y 2017 (Figura 9).

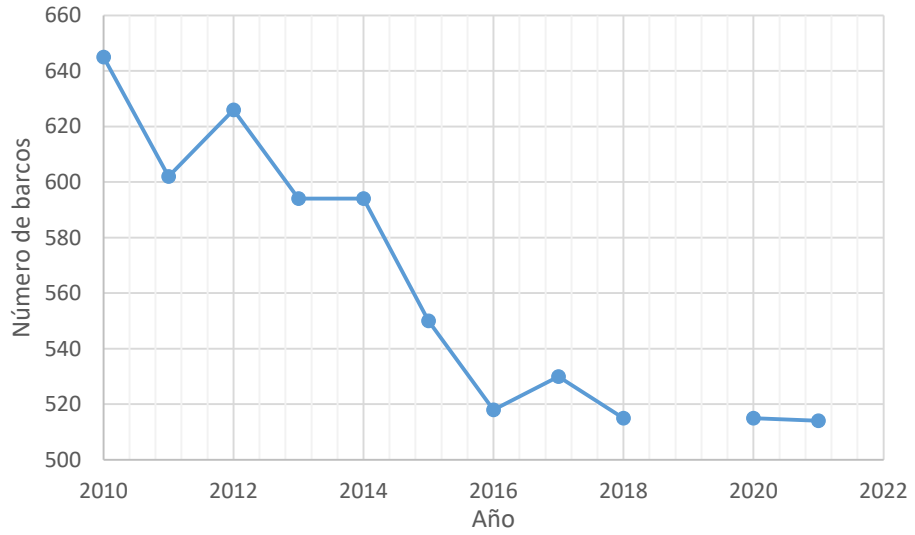


Figura 9. Evolución temporal del número de barcos de la demarcación Levantino-Balear durante los períodos 2010-2018 y 2020-2021, calculados en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas. Los datos para el 2019 no están disponibles para esta demarcación.

La evolución temporal del número de días de pesca, calculados a partir de datos VMS proporcionados por la Secretaría General de Pesca para el seguimiento del EU-MAP, muestran una tendencia descendente para las tres GSAs de la Demarcación Levantino-Balear durante el período 2015-2021 (Figura 10).

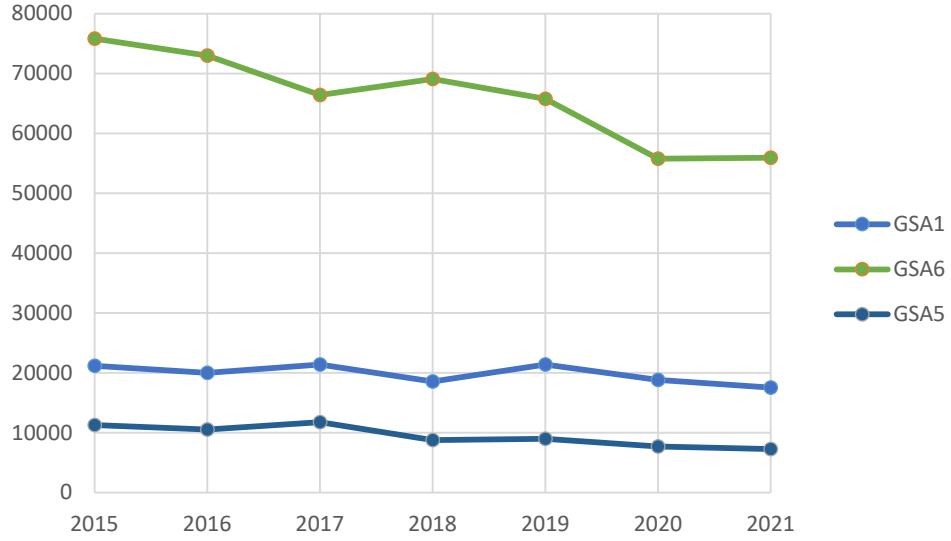


Figura 10. Evolución temporal de los días de pesca de las 3 GSAs de la demarcación Levantino-Balear durante el periodo 2015-2021, calculados a partir de los datos VMS proporcionados por la Secretaría General de Pesca. En los datos de la GSA5 se incluye la flota que faena en Ibiza y Formentera.

La evolución temporal del número de días de pesca, calculados a partir de esta misma información, también muestra una tendencia descendente para la GSA 5 durante un período más prolongado: 2010-2022 (Figuras 11 y 12). En estos gráficos, además del descenso generalizado, se observa que esta disminución se da también en los días de pesca dedicados a la plataforma costera, plataforma profunda, talud superior y talud medio. Por el contrario, no se observan cambios en las tendencias del número de días de pesca por estrategia, que pudieran haber dado lugar a un aumento del tiempo de pesca por día, resultado de la menor navegación y tiempo de maniobras que requieren las pescas en la plataforma continental respecto a las del talud. Este escenario también se observa con el análisis de las hojas de venta diarias (Figura 13).

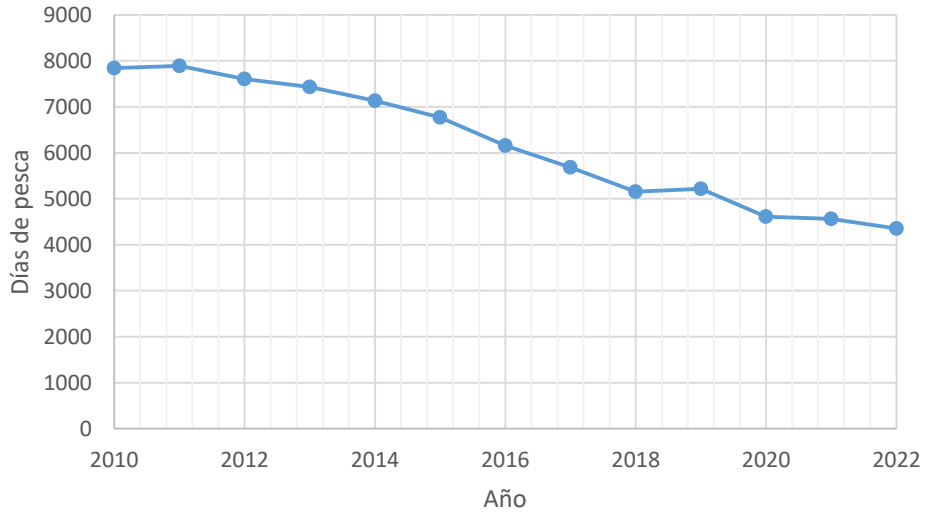


Figura 11. Evolución temporal de los días de pesca de la GSA5 durante el periodo 2010-2022, calculados a partir de los datos VMS proporcionados por la Secretaría General de Pesca.

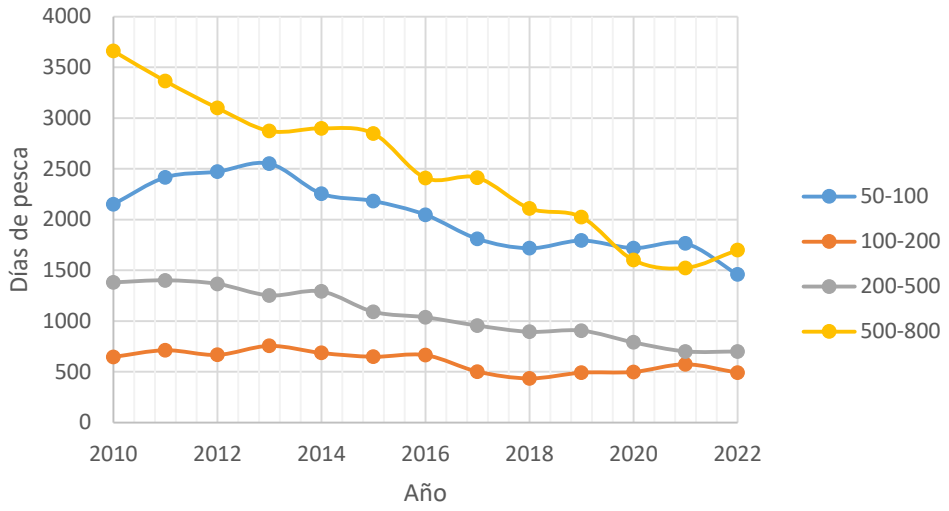


Figura 12. Evolución temporal de los días de pesca, por estrategia de pesca, en la GSA5 durante el período 2010-2022, calculados a partir de los datos VMS proporcionados por la Secretaría General de Pesca para el seguimiento científico del EU-MAP.

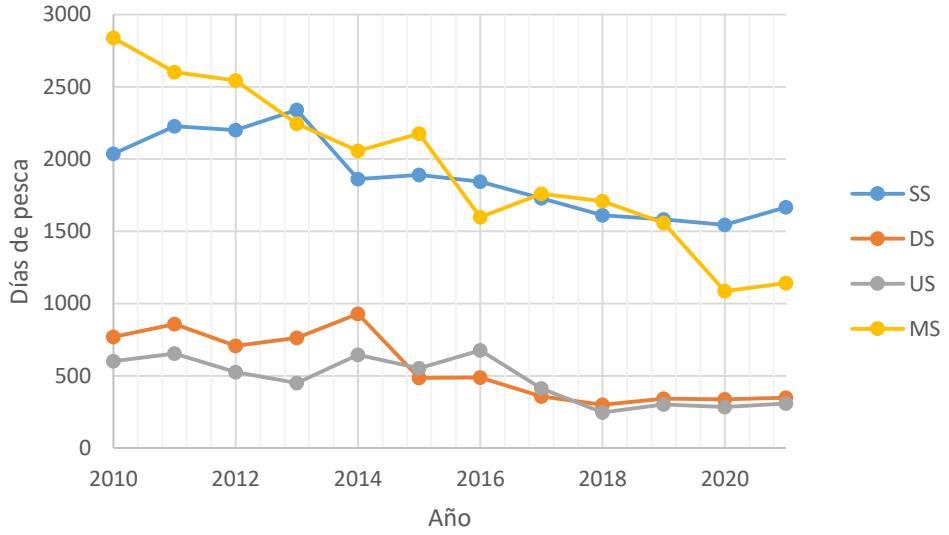


Figura 13. Evolución temporal de los días de pesca de la flota de arrastre Mallorca, por estrategia de pesca durante el período 2010-2022, estimados a partir de las hojas de venta diarias de Lonja de Palma.

El promedio anual de registros de VMS diarios por barco de arrastre en la GSA5 varía entre 2.5 y 4 (Figura 14). Un número de registros que puede resultar escaso para estimar distancias entre dos señales consecutiva, si se tiene en cuenta la dinámica de la flota de arrastre de las Islas Baleares, que puede explotar fondos de la plataforma costera y del talud medio en una misma jornada de pesca, con la consiguiente navegación entre una pesca y otra que conlleva el cambio de caladero. De hecho, en el mapa que muestra la unión de puntos VMS de cada día y barco para 2018 (Figura 15), se observa que en algunas zonas se dibujan trayectos que no se corresponden a ninguno de los principales caladeros de la flota de arrastre identificados en las Islas Baleares (Farriols et al., 2017; Guijarro et al., 2020). En cambio, las posiciones representadas a partir de los datos obtenidos de los observadores

a bordo de la flota de arrastre de las Islas Baleares, sí que se encuentran todas, dentro de dichos caladeros (Figura 16).

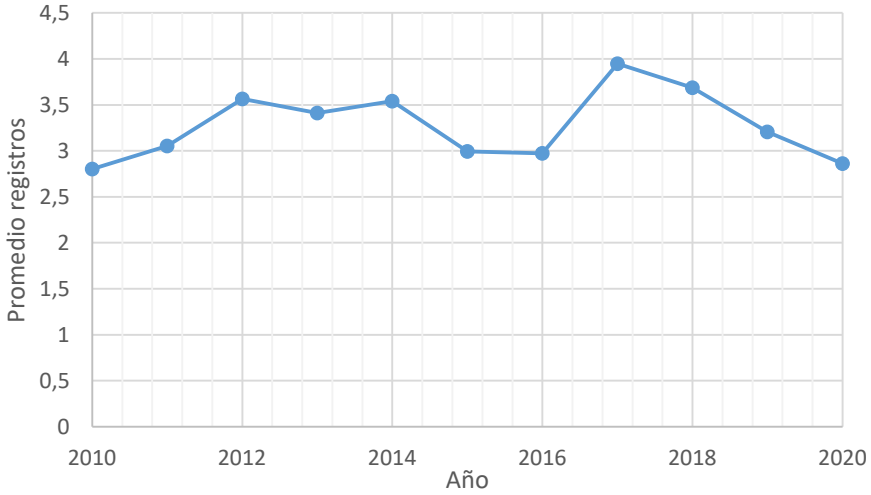


Figura 14. Evolución temporal del promedio de registros VMS diarios por barco en la GSA5 durante el período 2010-2020.

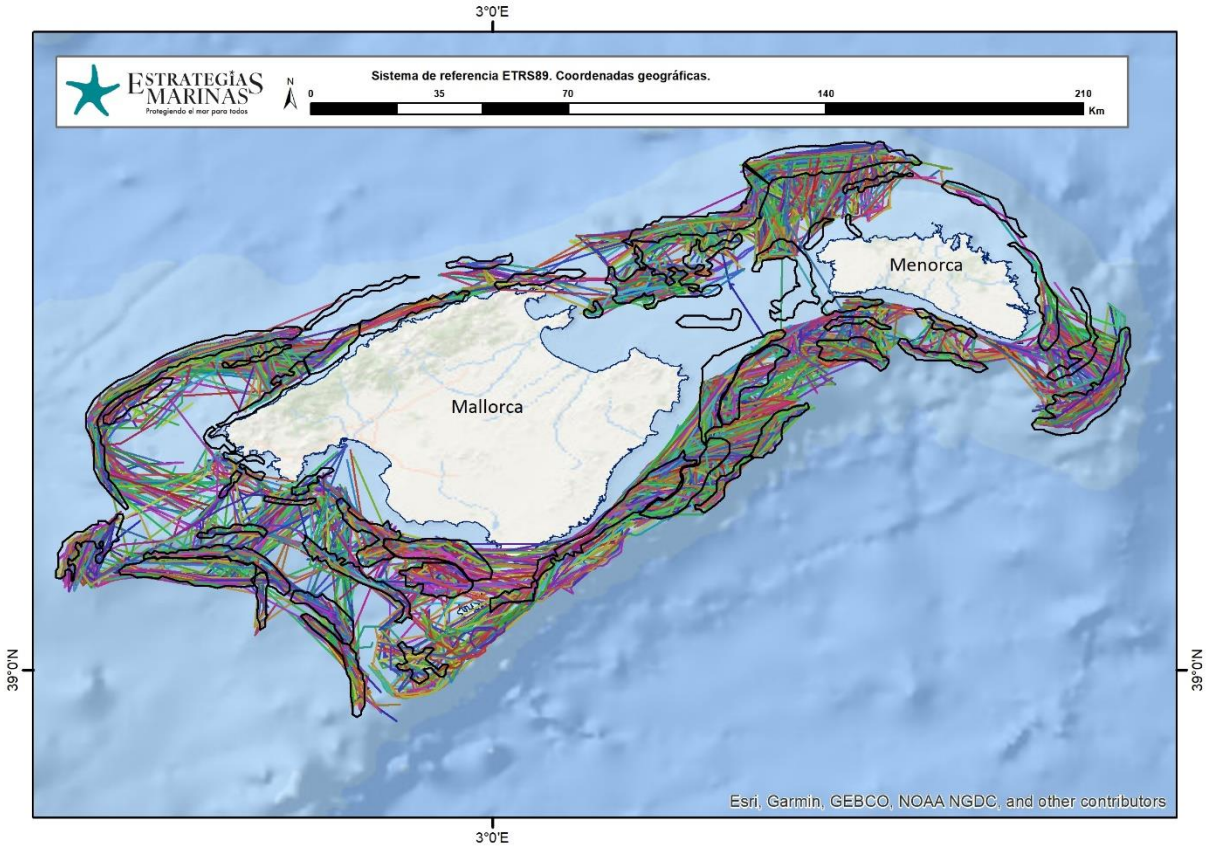


Figura 15. Mapa de la GSA5 con los trayectos resultantes de la unión de las señales VMS consecutivas por barca y día. En negro se representan los principales caladeros de las GSA5 (Farriols et al., 2017; Guijarro et al., 2020).

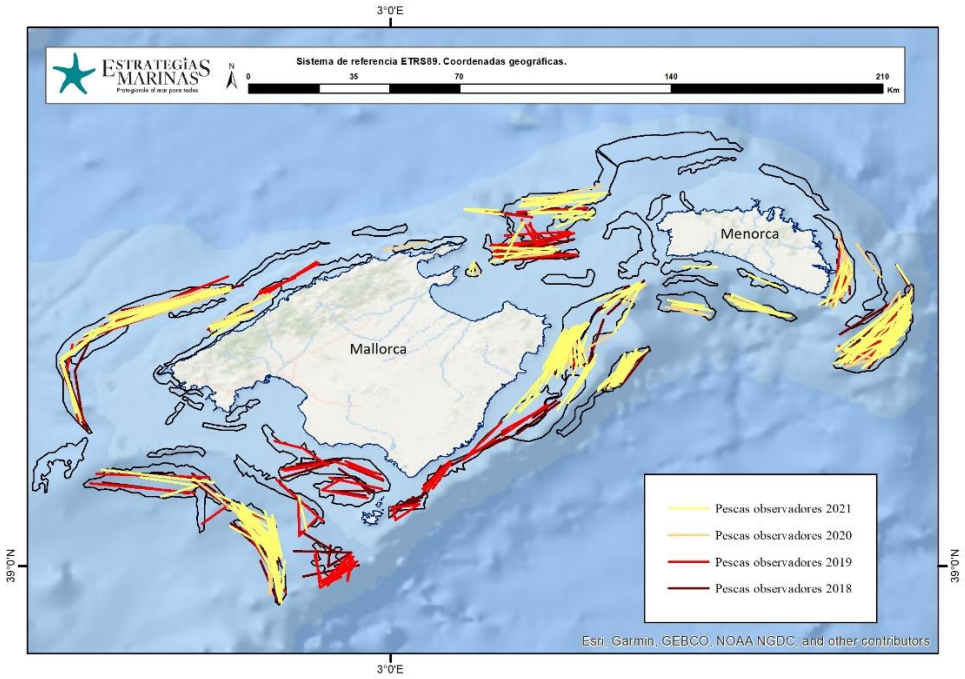


Figura 16. Mapa de la GSA5 con los trayectos resultantes de las posiciones de pesca obtenidas de los observadores científicos a bordo de la flota de arrastre de las Islas Baleares. En negro se representan los principales caladeros de la GSA5 (Farriols et al., 2017; Guijarro et al., 2020).

La representación de las posiciones de pesca obtenida de los observadores científicos a bordo de la flota de arrastre de las Islas Baleares y las señales VMS que corresponden a estos muestreos, muestra como los registros VMS no siempre se corresponden con las pescas llevadas a cabo por esta flota (Figura 17).

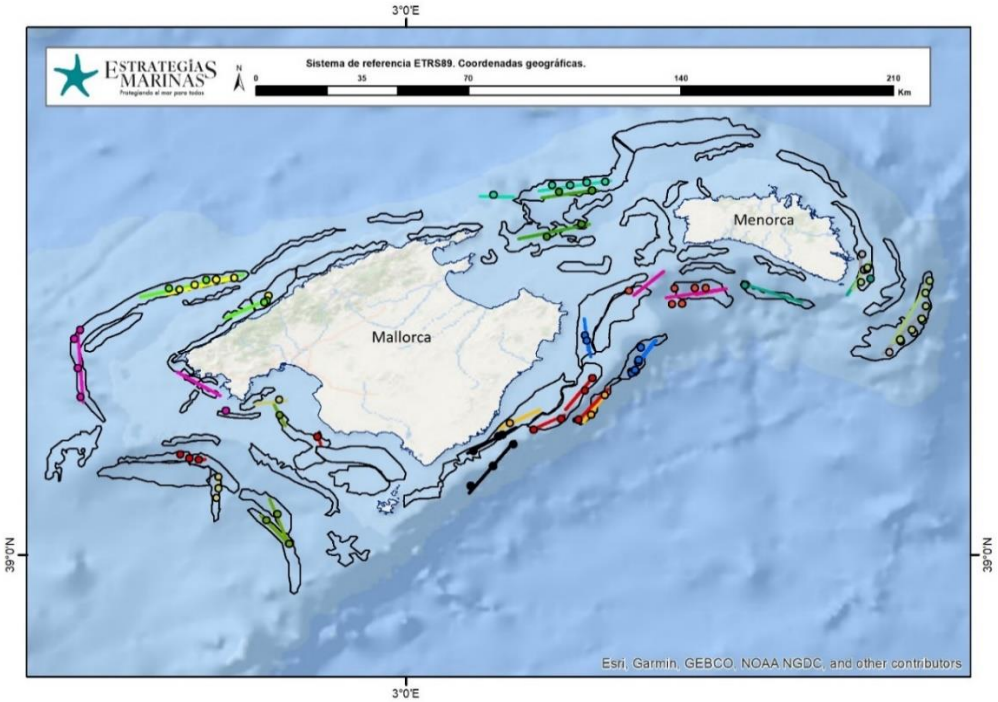


Figura 17. Mapa de la GSA5 con los trayectos resultantes de las posiciones de pesca obtenidas de los observadores a bordo de la flota de arrastre de las Islas Baleares y sus correspondientes señales VMS. En negro se representan los principales caladeros de las GSA5 (Farriols et al., 2017; Guijarro et al., 2020).

Por último, se ha calculado el número de horas que debería trabajar la flota de arrastre al día, para lograr los porcentajes de reducción o aumento anuales en horas de pesca, estimados a partir de los datos de EEMM, considerando como válidos los días de pesca obtenidos de las hojas de venta de la Lonja de Mallorca (Tabla 2). Se observa que en 2021 tendría que duplicarse el promedio de horas diarias respecto a los años 2011, 2015 y 2017. Además, a partir de los datos obtenidos de los observadores científicos a bordo de la flota, se observa que el promedio de horas diarias de pesca de la flota de arrastre de las Islas Baleares, ha variado entre 6.5 y 7.7 durante el período 2010-2021.

Tabla 2. Número de horas al día (Horas/día; Hojas de Venta Diaria–Mallorca) que debería faenar la flota de las Islas Baleares para obtener los porcentajes de reducción o aumento en horas de pesca obtenidas en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas (% Variación horas; EEMM-LEBA) considerando como válidos los días de pesca obtenidos de las hojas de venta de la Lonja de Mallorca (Días pesca; Hojas de Venta Diaria–Mallorca). Se presentan también las horas de pesca al día obtenidas de los observadores científicos a bordo de la flota de arrastre en la GSA5 (Horas/día; Observadores–GSA5) y las horas de pesca anuales calculadas en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas (Horas pesca; EEMM-LEBA).

	EEMM - LEBA		**Hojas de Venta Diaria - Mallorca**		**Observadores - GSA5**
Año	**Horas pesca**	**% Variación horas**	**Días pesca**	**Horas/día**	**Horas/día**
2010	497087	100	6244	7.0	6.6
2011	345402	-30.5	6340	4.8	6.7
2012	415448	20.3	5977	6.1	6.8
2013	433710	4.4	5799	6.6	7.2
2014	413389	-4.7	5491	6.6	6.9
2015	286338	-30.7	5106	4.9	7.3
2016	271978	-5	4605	5.2	7.1
2017	239017	-12.1	4258	4.9	6.8
2018	354151	48.2	3865	8.1	6.5
2020	393388	11.1	3784	9.1	7.7
2021	409330	4	3253	11.1	6.6

4 Observaciones finales

El aumento en horas de pesca y valores de SAR en el ciclo 2016-2021, obtenido del cálculo de esfuerzo en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas no concuerda con la reducción de días de pesca, que se ha detectado con el análisis de datos VMS, proporcionados por la Secretaría General de Pesca para el seguimiento científico del EU-MAP, las hojas de venta diarias de la Lonja de Mallorca y los datos oficiales de la Secretaría General de Pesca (STECF, 2022). Este aumento del SAR tampoco refleja la reducción del esfuerzo, en días de pesca, implementado por el EU MAP, que se estima en torno al 20% en 2021 (respecto al promedio 2015-2017).

El aumento en horas de pesca obtenido en el Descriptor 6 de las Estrategias Marinas, podría explicarse con un aumento en las horas de pesca efectiva, un incremento que no se ha detectado con los datos de observadores científicos a bordo. Tampoco se han observado cambios en las estrategias de pesca de la flota de arrastre, que hubieran supuesto una reducción de los tiempos de navegación y maniobras y, en consecuencia, un aumento del tiempo efectivo por día de pesca. Para que compensara, las horas de pesca diarias por barco deberían ser en 2021 el doble que las del promedio 2015-2017, lo que no es posible por normativa (aunque el EU-MAP permite hasta 15 h/día, actualmente toda la flota faena un máximo de 12 horas/día).

En las Islas Baleares, muchos barcos de arrastre desarrollan estrategias de pesca mixtas, realizando un lance a primera hora en la plataforma costera y desplazándose después a faenar en el talud medio. Esto podría ser una fuente de errores, si tenemos un número escaso de señales VMS por día y se analizan distancias entre registros consecutivos, lo que podría dar lugar a una sobreestimación de las horas de pesca. Esta estrategia también es habitual en bastantes puertos de la Península Ibérica.

En el marco de las Estrategias Marinas, la evaluación de los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios se basa en el cálculo de indicadores, que dependen del esfuerzo pesquero. En particular, los indicadores BH1-SoS y BH3_Ad, calculados para dar respuesta al D6C3, dan como resultado porcentajes de áreas adversamente y no adversamente afectadas por la pesca de arrastre en base a valores de SAR. Aunque las tendencias en los porcentajes de áreas adversamente afectadas por la pesca de arrastre experimentan, en general, una mejoría durante el período 2016-2022 respecto al período 2010-2015, ocho de los nueve *Broad Habitat Types* evaluados con estos indicadores en la demarcación se encuentran en mal estado ambiental (es decir, con un porcentaje de áreas adversamente afectadas superior al 25% del hábitat). Por ello, y como consecuencia de las discrepancias encontradas a lo largo del presente documento en el cálculo del esfuerzo pesquero con las distintas fuentes de datos analizadas, se recomienda precaución a la hora de interpretar los resultados de la evaluación del Descriptor 6 en la demarcación Levantino-Balear.

Asimismo, debido al escenario tan cambiante del esfuerzo pesquero en esta demarcación, resultado de la implementación del EU-MAP, se considera que cualquier propuesta de gestión debe hacerse en base a los datos de esfuerzo más recientes posibles.

5 Referencias

Farriols, M.T., Ordines, F., Somerfield, P.J., Pasqual, C., Hidalgo, M., Guijarro, B., Massutí, E. (2017). Bottom trawl impacts on Mediterranean demersal fish diversity: Not so obvious or are we too late? Continental Shelf Research, 137: 84-102.

Guijarro, B., Ordines, F., Pasqual, C., Valls, M., Quetglas, A., Massutí, E. (2020). La pesca de ròssec al voltant de l'arxipèlag de Cabrera. *In*: Grau, A.M., Fornós, J.J., Mateu, G., Oliver, P., Terrasa, B. (Eds.). Arxipèlag de Cabrera: Història Natural. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 30: 375-391.

ICATMAR (2023). Institut Català de Recerca per a la Governança del Mar (ICATMAR). Evolució de les Captures i els Preus de Venda del Sector Pesquer a Catalunya: Comparativa 2021-2022 (ICATMAR, 23-03) 184 pp, Barcelona. DOI: 10.57645/10.8080.05.3.

Palmer, M., Quetglas, A., Guijarro, B., Moranta, J., Ordines, F., Massutí, E. (2009). Performance of artificial neural networks and discriminant analysis in predicting fishing tactics from mul- tispecific fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 66: 224–237.

P2230110. Resultados preliminares de las evaluaciones del estado de explotación de especies demersales en el Mediterráneo occidental. Informe Técnico de Asesoramiento del Área de Pesquerías del Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC). Organismo solicitante: Subdirección General de Investigación Científica y Reservas Marinas (SGICRM). Dirección General de Pesca Sostenible (DGPS). Secretaria General de Pesca (SGP). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

WGSAD (2022). Working Group on Stock Assessment of Demersal Species (WGSAD). Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC). General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM). Roma, Italia, 12-17 diciembre 2022.

WGSAD (2023). Working Group on Stock Assessment of Demersal Species (WGSAD). Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC). General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM). Roma, Italia, 11-16 diciembre 2023.

INFORMES D6	

Anexo 6. Caracterización de la acumulación de presiones humanas y su interacción con los *Broad Habitat Type* (BHT)

Demarcación Levantino-Balear

Autores

1 Introducción

Para Para afrontar la evaluación del Criterio D6C5 es necesario evaluar el porcentaje de área adversamente afectada por la acumulación de presiones humanas manejables. Esto implica, además de las presiones físicas que provocan pérdida (D1/D4) y perturbación (D2) que se evalúan en el Descriptor 6 (integridad de los fondos marinos), la evaluación de los efectos de la acumulación con otras presiones como son la eutrofización (D5) o las alteraciones hidrográficas (D7) entre otras. En el presente ciclo la evaluación del BEA de cada hábitat se ha realizado solamente en aquellos hábitats donde principal o únicamente actuaba la presión física de la pesca de arrastre. En el resto de casos, bien estuvieran actuando más presiones o cuando solo había una y no era la pesca de arrastre, no se ha podido establecer el BEA del BHT o el OHT. Los inconvenientes son de distinta naturaleza, pero fundamentalmente es la no existencia de indicadores que permitan evaluar la respuesta de las distintas combinaciones de BHT-Presión para la mayoría de las presiones o no existe una propuesta estandarizada de evaluar los efectos de las presiones acumuladas sobre los BHT. La solución a la obtención de un indicador para las presiones acumuladas probablemente se derive de la combinación de 2 aproximaciones:

1. Análisis de indicadores de estado de hábitats bentónicos
2. Análisis desde la combinación de las presiones y sus efectos en los hábitats

Ambas aproximaciones deberán proporcionar el área adversamente afectada de cada BHT y cuáles son las presiones a gestionar en los programas de medidas para obtener el BEA.

En el presente anexo se caracteriza la acumulación de las presiones en la demarcación con el objeto de

1. Conocer la dimensión del área de presiones acumuladas que afectan a los BHT.
2. Identificar los BHT donde es necesario centrar los análisis de presiones acumuladas en los siguientes ciclos.
3. Identificar la combinación de presiones más frecuente a nivel de Demarcación Marina y BHT.

2 Material y Métodos

2.1 Identificación de las actividades humanas y métodos de análisis

Como es bien conocido cada una de las actividades humanas puede provocar diferentes presiones, por tanto, muchas veces no es fácil seleccionar la presión mayoritaria/preferente que genera cada una de las actividades. Con el objetivo de abordar esta problemática, se ha definido un procedimiento estandarizado para identificar las actividades que deben ser contabilizadas para la evaluación de la extensión que produce pérdida D6C1/ D6C4 o perturbación D6C2. Para ello se ha utilizado la opinión de expertos en cada una de las actividades y el diagrama de flujos publicado en la guía para evaluación de la integridad del fondo marino en el marco de EEMM (EC, 2022)[1] (Figura 59). Este diagrama fue desarrollado en el marco de una serie de grupos de trabajo dedicados a la evaluación de la pérdida física (ICES, 2019a) y las perturbaciones (ICES, 2018, 2019b, 2019c). El listado de las actividades que ejercen presión sobre cada Demarcación se encuentra en la Tabla 61, así como al criterio que cuantifica cada una de ellas.

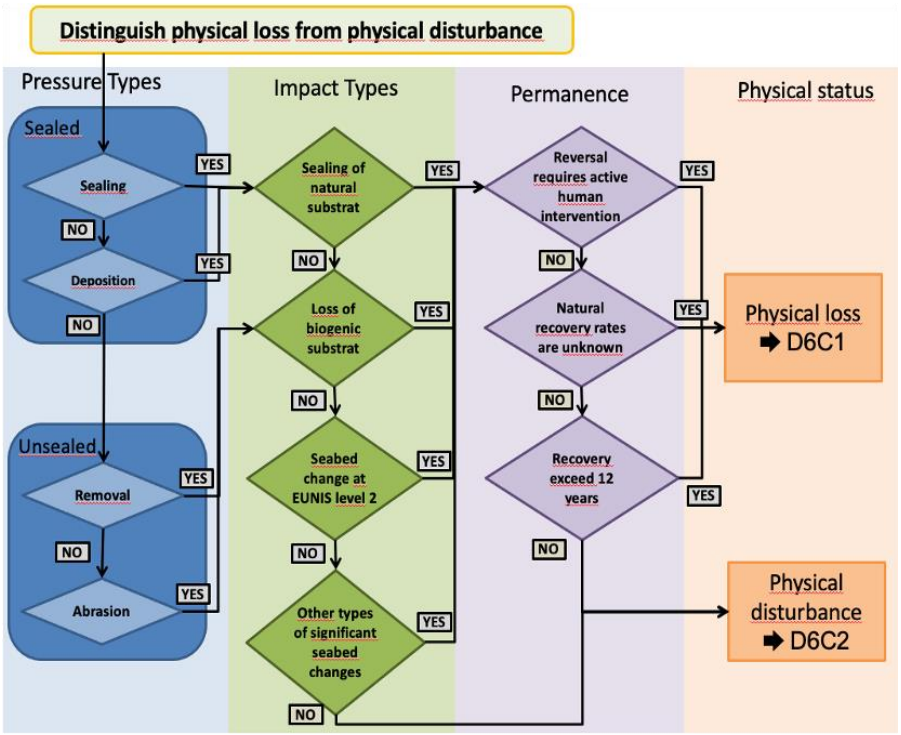


Figura 59. Diagrama de flujo utilizado para definir las actividades que generan pérdida física y perturbación.

Tabla 61. Listado de las actividades humanas consideradas para evaluar los criterios del D6 extensión espacial (km²).

CRITERIOS	CODIGO	DESCRIPCION
D6C1/C4/C5	**PF-02-01**	Superficie por nuevas infraestructuras portuarias o por modificación de las existentes
	PF-02-02	Superficie ocupada por nuevas obras de defensa o por modificación de las existentes.
	PF-02-03	Superficie del fondo marino ocupada por nuevos arrecifes artificiales
	PF-02-04	Superficie ocupada por nuevas infraestructuras de extracción de petróleo
	PF-02-05	Superficie del fondo marino ocupada por nuevos parques eólicos marinos.
	PF-02-06	Superficie del fondo marino ocupada por nuevas plataformas científico-técnicas
	PF-02-07	Superficie del fondo marino afectada por la extracción de sedimentos del fondo marino para regeneración de playas
	PF-02-08	Superficie del fondo marino afectada por dragados portuarios (1)
	PF-02-09	Playas artificiales.
	P_NoCode_E	Superficie del fondo marino perdida por Extracción de arena a playas
	PF-01-01	Superficie del fondo marino perdida a por el vertido de material dragado (2)
	PF-01-02	Superficie del fondo marino perdida por cables submarinos
D6C2/C5	**PF-01-01**	Superficie del fondo marino perturbada por el vertido de material dragado
	PF-01-02	Superficie del fondo marino perturbada por cables submarinos
	PF-01-03	Superficie del fondo marino perturbada por instalaciones de acuicultura marina
	PF-01-04	Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones comerciales
	P_3PF_01	Superficie del fondo marino perturbada por fondeo de embarcaciones deportivas
	P_NoCode_A	Superficie del fondo marino perturbada por aportes de arena a playas
	SAR	Superficie promedio (2016-2022) del fondo marino perturbada por pesca arrastre (SAR)(3)
	GNS	Superficie promedio (2016-2022) del fondo perturbada por pesca de enmalle (h/km²)(3)
	LLS	Superficie del fondo marino (2016-2022) perturbada por pesca arrastre (h/km²) (4)
	FPO	Superficie del fondo marino (2016-2022) perturbada por pesca por nasas
D6C5	**PB-02-01.**	Número de zonas con calidad de las aguas de baño insuficiente
	PB-02-02.	Número de episodios cortos de contaminación:
	PB-02-03	Número de episodios de cierre de zonas de producción de moluscos
	P_MNVIrcn	Frecuencia de micronúcleos (MN)
	P_EROD_VI	Actividad Etoxyresorufin-O-deetilasa (EROD)
	P_AChe_VI	Actividad Acetilcolinesterasa (AChE)
	CONT/CONT1	Presencia de contaminantes
	P_nMP_Dkg	Datos de concentración de micropláticos (MP) en sedimento
	P_DnsItems	Datos de densidad de basura de fondo (nº de ítems por km2)
	P_aloctona	Presencia de Especies Alóctonas
	P_Rugulopteryx	Presencia del alga invasora Rugulopteryx
	P_Alt_Hidro	Alteraciones hidrográficas

2.2 Caracterización de los efectos adversos sobre la condición del BHT (D6C5)

Para la evaluación del D6C5 se analizó la interacción existente entre cada actividad antrópica y BHT y se categorizó asignando un valor (0, 1, 2, 3, NA) en base al potencial impacto, 1, la actividad está presente pero no provoca efectos adversos sobre el BHT, o conlleva un impacto poco significativo. 2, la actividad está presente, pero se desconoce el potencial impacto que genera sobre el BHT, 3 la actividad está presente y produce cambios

permanentes en el estado del BHT (en este código se integran, entre otras, todas las presiones contabilizadas para el cálculo del D6C4 y que producen pérdida de hábitat). Además, algunas actividades que se han cuantificado de forma puntual, ejemplo, los indicadores asociados a alóctonas, contaminación y basuras (PB-02-01, PB-02-02, PB-02-03, P_MNVIrcn, P_EROD_VI, P_AChe_VI, CONT/CONT1, P_Sed_DnsT, P_nMP_Dkg, P_density, P_aloctona, P_Rugulopteryx y P_Alt_Hidro) solo se ha cuantificado en las zonas donde está la presión, en los grids donde no está presente, adquiere el valor NA. La asignación de estos valores, se realizó utilizando tanto índices cualitativos, como cuantitativos (indicador SoS para pesca de arrastre). Debido a que para la mayoría de las actividades no sé conoce la respuesta de los BHT, una gran mayoría de los valores en la base de datos fueron 2.

Una vez que para cada una de las actividades se obtuvo la capa de distribución del potencial impacto (capa en donde se incluyera una matriz con valores NA, 0,1,2 y 3 para toda la Demarcación), se agruparon todas ellas con la herramienta de intersección y se incluyeron en el grid c-square.

OBJECTID	LONGITUD	LATITUD	AREA_km2	CSQUARE	MSFD_BBHT	DEMARCACIO	Activ_1	Activ_2	Activ_3	Valor Maximo	Num. Presiones	Resultados
232	-8.975	42.425	0.80	7400:228:249:2	BHT1	NORA	1	0	2	2	2	2
233	-8.975	42.425	0.06	7400:228:249:2	BHT1	NORA	1	0	0	1	1	1
234	-8.975	42.425	0.18	7400:228:249:2	BHT1	NORA	3	0	0	3	3	3
300	-6.325	43.775	2.00	7400:236:373:3	BHT1	NORA	3	0	0	3	3	3
334	-8.075	43.975	2.63	7400:238:390:4	BHT1	NORA	0	0	0	0	0	1
352	-7.075	43.925	0.04	7400:237:390:2	BHT1	NORA	0	2	2	2	2	2
705	-7.225	43.675	3.70	7400:237:362:3	BHT4	NORA	1	0	1	1	1	2
857	-4.325	43.475	1.46	7400:134:143:3	BHT4	NORA	3	2	2	3	3	3
889	-9.325	43.325	3.13	7400:239:133:1	BHT4	NORA	2	2	2	2	2	2
953	-9.275	43.375	10.42	7400:239:132:4	BHT4	NORA	1	3	1	3	3	3

Figura 60. Imagen ejemplo de la tabla alfanuméricas asociadas a la geodatabase creada para la categorización del D6C5. Cada capa o tabla tiene un campo o columna por actividad al que se ha asociado un valor 0,1, 2, o 3 dependiendo del impacto que genera sobre el hábitat con el que se interacciona.

En la Figura 61 se incluye un ejemplo de la tabla alfanumérica asociada a la entidad de salida generada tras la intersección. Se calculó el área de la intersección geométrica de todas las entidades. Debido a que en una misma celda del grid puede estar ocupado por varios BHT así como co-exitir varias actividades humanas, cada celda se dividió en tantos fragmentos como diferentes combinaciones existan (Figura 61) y para cada fragmento se calculó su área de extensión (km2).

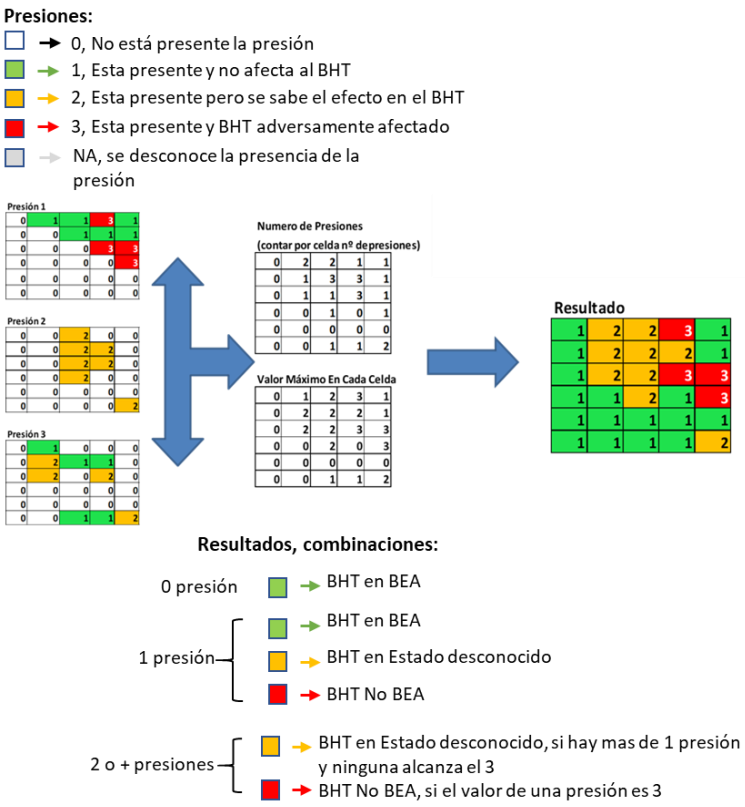


Figura 61. Imagen con el flujo de datos utilizado para la categorización del D6C5.

A partir de esta capa espacial con toda la información integrada se calcularon los valores de caracterización del D6C5, teniendo en cuenta tanto el sumatorio de número de presiones como el valor máximo de impacto de las presiones que existen en cada entidad (ver detalles en Figura 60). Las diferentes combinaciones posibles de los resultados obtenidos, se detallan en la Figura 60.

Dado que puede llevar a confusión los resultados cualitativos del presente anexo con los resultados obtenidos a nivel de BHT, el último paso para evaluar el área en BEA, NO BEA o Desconocido no se muestran en el presente anexo.

3 Resultados

Más del 50% del área de la Demarcación no está expuesta a ninguna presión, siendo muy escasa el área expuesta a más de 1 presión de forma simultánea (Figura 62). Esto se debe en gran medida a que el BHT más importante (en área) es el batial inferior (Figura 63). La mayoría de la acumulación de presiones (2 y 3 presiones) se encuentran en la zona de la plataforma continental, muy estrecha, y principalmente en los BHTs infralitorales y circalitorales (Figura 64). En los BHTs circalitoral profundo y batial, la cobertura por presión es importante, pero en todos los BHTs está ejercida por una sola presión.

El arrastre tiene una cobertura muy alta en toda la plataforma continental y por lo tanto es la presión que se solapa principalmente con otras presiones en más área, destacando el solapamiento con el palangre de fondo y especialmente con las presión de basuras en el fondo (Tabla 62). Produciéndosela mayoría de este solapamiento en los hábitat circalitorales (ver Material Suplementario). También hay que destacar el solapamiento del arrastre

con la presión de Actividad Etoxyresorufin-O-deetilasa (EROD) y Actividad Acetilcolinesterasa (AChE). Hay que destacar la acumulación de hasta 5 presiones en el Hábitat de fango infralitoral: arrastre, Actividad Etoxyresorufin-O-deetilasa (EROD) y Actividad Acetilcolinesterasa (AChE), basuras en el fondo y alóctonas.

En esta valoración de las presiones acumuladas hay que tener en cuenta que la presión derivada de la actividad pesquera se ha evaluado con un grid de 0.05º, lo que implica que a todos los hábitats que están dentro de esa área se le ha asignado esa presión. Esto tiene tres consecuencias:

- Hay BHTs que aun no siendo óptimos para la actividad pesquera figuran como afectados.
- El área afectada por la actividad pesquera esta sobre estimada

Por lo tanto, el área ocupada por la actividad pesquera y el área de solapamiento entre actividades esta sobre estimada. Además hay que tener en cuenta que la actividad con artes de fondo como el palangre o el enmalle está infraestimada ya que la mayor parte de la flota no tiene VMS.

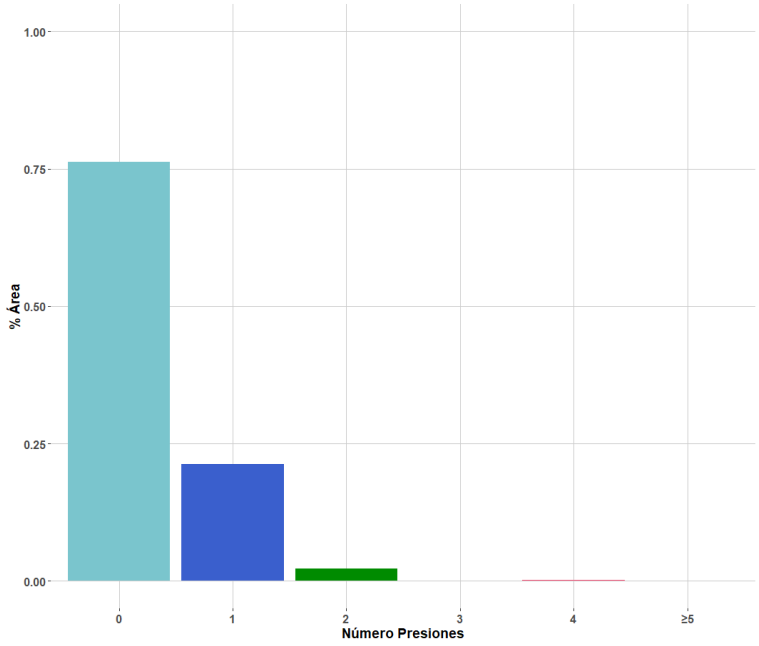


Figura 62. Superficie (%) de la demarcación afectada en función del número de presiones acumuladas

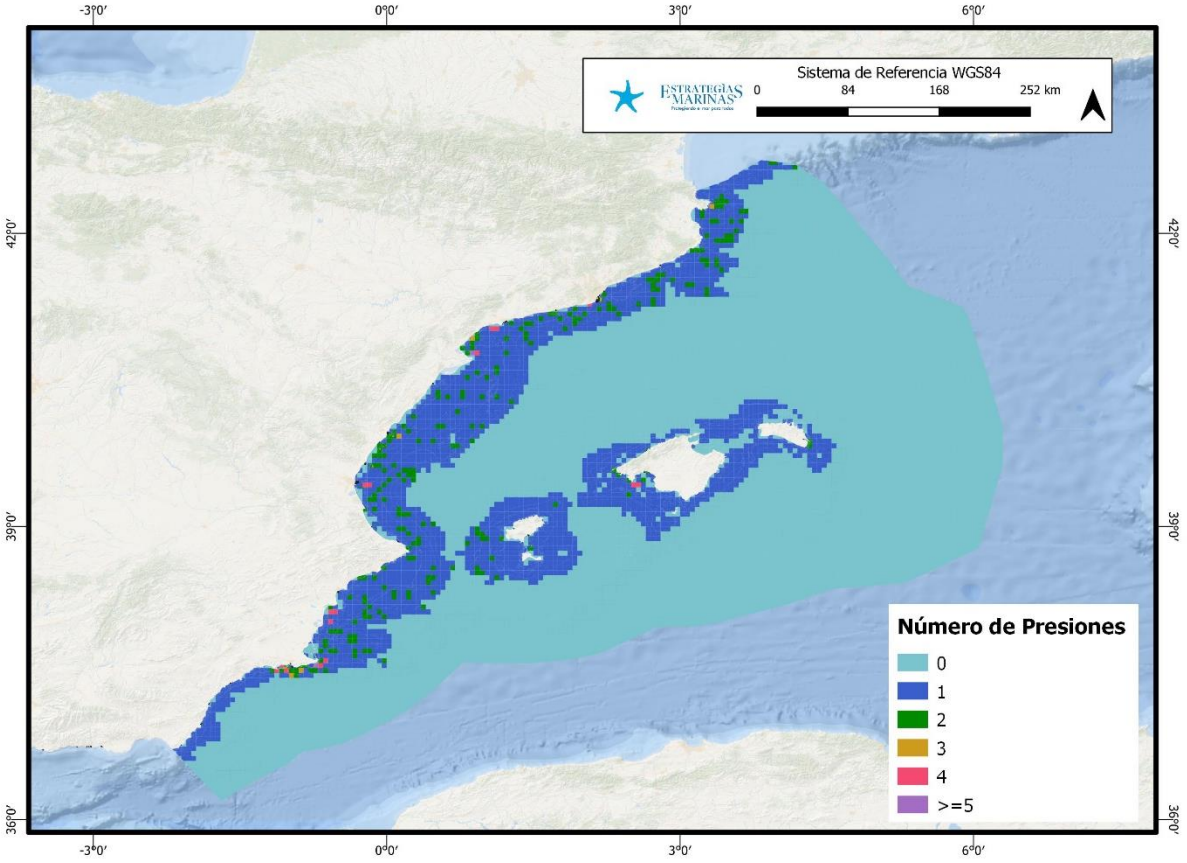


Figura 63. Área afectada de la demarcación afectada en función del número de presiones acumuladas.

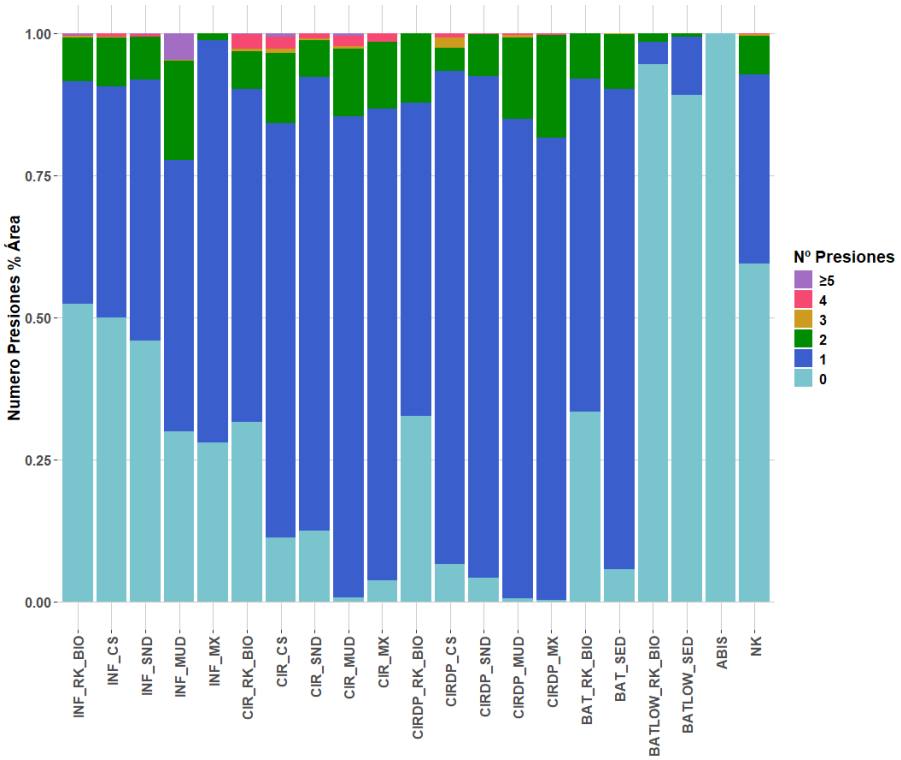


Figura 64. Superficie (%) por BHT afectada en función del número de presiones acumuladas.

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	PF_01_05	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_02	P_PF_02_07	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A																				
P_NoCode_E																				
PF_01_05																				
P_PF_01_01																				
P_PF_01_02																				
P_PF_01_03																				
P_PF_01_04																				
P_PF_02_01																				
P_PF_02_02																				
P_PF_02_07																				
P_PF_02_08																				
GNS_eff	0.006	0.024				0.300														
LLS_eff				0.924		1.695	1.608													
SAR_eff	0.264	0.073	0.500	11.815	0.210	12.151	90.395	0.048	0.004	0.086	0.429	273.182	826.316							
P_Alt_Hidr	0.042	0.001				0.262	0.155	0.004	0.007		0.004			66.037						
P_MNVIrcn	0.110					1.734	18.606					47.990		644.611						
P_EROD_VI	0.110					0.596	9.766					23.447		407.921		407.921				
P_AChe_VI	0.110					0.596	9.766					23.447		407.921		407.921	407.921			
P_DnsItems			0.403		0.003	0.097	2.540						46.627	3934.596		24.528				
P_aloctona	0.289	0.178	2.160	3.432	0.006	0.509	14.036	0.058	0.001	0.124	1.505	21.687		300.160	9.71	24.454	24.454	24.454		

[1] Unidades en km^2

Tabla 62. Matriz de interacción (km^2) entre actividades por superficie (km^2)

4 Referencias

Borja A, Elliott M, Teixeira H, Stelzenm¨uller V,Katsanevakis S, Coll M, Galparsoro I,Fraschetti S, Papadopoulou N, Lynam C, Berg T,Andersen JH, Carstensen J, Leal MC and Uyarra MC (2024) Addressing the cumulativeimpacts of multiple human pressures in marineystems, for the sustainable use of the seas.Front. Ocean Sustain. 1:1308125.doi: 10.3389/focsu.2023.1308125

Elliott, M., Borja, A., and Cormier, R. (2020). Activity-footprints, pressures-footprints and effects-footprints – Walking the pathway to determining and managing human impacts in the sea. Mar. Pollut. Bull. 155, 111201. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111201

EC, 2022. European Commission, 2022. MSFD CIS Guidance Document No. 19, Article 8 MSFD, May 2022.

5 Material suplementario I: Matrices de interacciones entre presiones por hábitats

BHT: Roca infralitoral y arrecife biogénico

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	PF_01_05	P_PF_01_01	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_02	P_PF_02_07	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_ACha_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A																			
P_NoCode_E																			
PF_01_05																			
P_PF_01_01																			
P_PF_01_03																			
P_PF_01_04																			
P_PF_02_01																			
P_PF_02_02																			
P_PF_02_07																			
P_PF_02_08																			
GNS_eff																			
LLS_eff																			
SAR_eff	0.011	0.00	0.348		0.105	0.820	0.000	0.000	0.007		19.436	22.443							
P_Alt_Hidr	0.009					0.126	0.002	0.001		0.004			5.581						
P_MNVIrcn						0.061							11.327						
P_EROD_VI						0.061							8.656		8.656				
P_ACha_VI						0.061							8.656		8.656	8.656			
P_DnsItems			0.281									0.227	28.953						
P_aloctona	0.016	0.03	1.587	0.053	0.033	6.488	0.003	0.001	0.019	0.103	3.114		49.669	3.523	5.104	5.104	5.104		

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento grueso infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	P_PF_01_01	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_02	P_PF_02_07	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_ACha_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A																		
P_NoCode_E																		
P_PF_01_01																		
P_PF_01_03																		
P_PF_01_04																		
P_PF_02_01																		
P_PF_02_02																		
P_PF_02_07																		
P_PF_02_08																		
GNS_eff	0.005	0.016																
LLS_eff																		
SAR_eff	0.114	0.027	0.031	0.069	0.679		0.001	0.018	0.008	24.230	0.704							
P_Alt_Hidr						0.001	0.001					12.804						
P_MNVIrcn	0.076			0.004	0.023							8.095						
P_EROD_VI	0.076				0.023							4.606		4.606				
P_ACha_VI	0.076				0.023							4.606		4.606	4.606			
P_DnsItems											0.018	7.214						
P_aloctona	0.038	0.058		0.001	0.096					0.535		11.464	0.006	0.328	0.328	0.328		

[1] Unidades en km^2

BHT: Arena infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	PF_01_05	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_02	P_PF_02_07	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_ACHe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A																				
P_NoCode_E																				
PF_01_05																				
P_PF_01_01																				
P_PF_01_02																				
P_PF_01_03																				
P_PF_01_04																				
P_PF_02_01																				
P_PF_02_02																				
P_PF_02_07																				
P_PF_02_08																				
GNS_eff																				
LLS_eff																				
SAR_eff	0.097	0.001	0.152	0.042		0.036	0.076	0.001	0.002	0.062	0.085	14.382	0.348							
P_Alt_Hidr	0.033	0.001						0.001	0.004					11.428						
P_MNVIrcn							0.041							10.217						
P_EROD_VI							0.041							6.858		6.858				
P_ACHe_VI							0.041							6.858		6.858	6.858			
P_DnsItems			0.122										0.017	6.478						
P_aloctona	0.212	0.033	0.573	0.026	0.001	0.378	0.228	0.005	0.000	0.093	1.025	0.028		50.428	6.063	1.799	1.799	1.799		

[1] Unidades en km^2

BHT: Fango infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	P_PF_02_01	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_ACHe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A												
P_NoCode_E												
P_PF_02_01												
GNS_eff												
LLS_eff												
SAR_eff		0.014	0.002	5.248	0.114							
P_Alt_Hidr												
P_MNVIrcn				1.922		1.922						
P_EROD_VI				1.922		1.922		1.922				
P_ACHe_VI				1.922		1.922		1.922	1.922			
P_DnsItems					0.045	0.080						
P_aloctona	0.014	0.014	0.047			3.599	0.002					

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento mixto infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_E	P_PF_02_01	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_E						
P_PF_02_01						
SAR_eff		0.007				
P_Alt_Hidr		0.000	0.592			
P_DnsItems			0.722			
P_aloctona	0.014	0.003				

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca circalitoral y arrecife biogénico

Presiones[1]	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_PF_01_02												
P_PF_01_03												
P_PF_01_04												
GNS_eff		0.048										
LLS_eff			0.490									
SAR_eff	0.014	0.072	3.149	4.427	3.058							
P_Alt_Hidr						0.870						
P_MNVIrcn			0.675			13.304						
P_EROD_VI			0.675			13.283		13.283				
P_AChe_VI			0.675			13.283		13.283	13.283			
P_DnsItems						10.928						
P_aloctona				1.303		13.945						

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento grueso circalitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	P_PF_01_01	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A															
P_NoCode_E															
P_PF_01_01															
P_PF_01_03															
P_PF_01_04															
P_PF_02_08															
GNS_eff		0.001													
LLS_eff			0.924	1.695	1.119										
SAR_eff	0.034	0.004	1.365	7.903	17.963	0.009	6.563	149.637							
P_Alt_Hidr					0.029				17.715						
P_MNVIrcn	0.034			1.108	2.597				130.764						
P_EROD_VI	0.034			0.595	0.917				73.546		73.546				
P_AChe_VI	0.034			0.595	0.917				73.546		73.546	73.546			
P_DnsItems								12.368	98.084		3.997				
P_aloctona					0.010		0.009		42.679	0.013	15.706	15.706	15.706		

[1] Unidades en km^2

BHT: Arena circalitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_07	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A																	
P_PF_01_01																	
P_PF_01_02																	
P_PF_01_03																	
P_PF_01_04																	
P_PF_02_01																	
P_PF_02_07																	
P_PF_02_08																	
GNS_eff																	
LLS_eff																	
SAR_eff	0	3.920	0.082	2.998	17.526	0.037		0.252	57.387	22.094							
P_Alt_Hidr				0.262							5.299						
P_MNVIrcn				0.622	6.337				0.045		127.491						
P_EROD_VI				0.001	2.226						77.211		77.211				
P_AChe_VI				0.001	2.226						77.211		77.211	77.211			
P_DnsItems				0.089						10.683	424.827		0.797				
P_aloctona		0.124	0.005	0.096	0.322		0.012	0.377	9.319		59.341	0.039	1.517	1.517	1.517		

[1] Unidades en km^2

BHT: Fango circalitoral

Presiones[1]	P_NoCode_E	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_E															
P_PF_01_01															
P_PF_01_02															
P_PF_01_03															
P_PF_01_04															
P_PF_02_01															
GNS_eff				0.253											
LLS_eff															
SAR_eff	0.018	3.279	0.031	0.358	44.426		117.330	82.225							
P_Alt_Hidr									11.331						
P_MNVIrcn					8.871		21.864		210.827						
P_EROD_VI					5.823		21.526		161.575		161.575				
P_AChe_VI					5.823		21.526		161.575		161.575	161.575			
P_DnsItems				0.007	2.540			3.492	602.452		15.357				
P_aloctona	0.018	1.665			4.948	0	7.378		47.027						

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento mixto circalitoral

Presiones[1]	P_NoCode_E	P_PF_01_03	P_PF_02_01	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_E											
P_PF_01_03											
P_PF_02_01											
LLS_eff											
SAR_eff		0.61	0.001	11.084							
P_Alt_Hidr					0.390						
P_MNVIrcn					24.779						
P_EROD_VI					24.779		24.779				
P_AChe_VI					24.779		24.779	24.779			
P_DnsItems					192.439						
P_aloctona	0.002				0.000						

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico

Presiones[1]	SAR_eff	P_DnsItems	P_aloctona
SAR_eff			
P_DnsItems	9.375		
P_aloctona	0.093		

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento grueso circalitoral profundo

Presiones[1]	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems
SAR_eff					
P_MNVIrcn	5.134				
P_EROD_VI	1.213	1.213			
P_AChe_VI	1.213	1.213	1.213		
P_DnsItems	8.056	2.731			

[1] Unidades en km^2

BHT: Arena circalitoral profunda

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_PF_01_02	P_PF_02_08	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_NoCode_A											
P_PF_01_02											
P_PF_02_08											
GNS_eff											
LLS_eff											
SAR_eff	0.005	0.017	0.075	2.486	43.828						
P_MNVIrcn				2.486		27.361					
P_EROD_VI						6.692	6.692				
P_AChe_VI						6.692	6.692	6.692			
P_DnsItems		0.003				289.782					
P_aloctona						8.238					

[1] Unidades en km^2

BHT: Lodos circalitorales profundos

Presiones[1]	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_04	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_PF_01_01											
P_PF_01_02											
P_PF_01_04											
GNS_eff											
LLS_eff											
SAR_eff	3.178	0.013	5.756	2.85	59.256						
P_MNVIrcn			0.000	2.85		25.504					
P_EROD_VI						18.406	18.406				
P_AChe_VI						18.406	18.406	18.406			
P_DnsItems					19.776	777.012	1.645				
P_aloctona	1.564		1.944			10.391					

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento mixto circalitoral profundo

Presiones[1]	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems
SAR_eff					
P_MNVIrcn	2.084				
P_EROD_VI	2.084	2.084			
P_AChe_VI	2.084	2.084	2.084		
P_DnsItems	122.983				

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca batial superior y arrecife biogénico

Presiones[1]	LLS_eff	SAR_eff
LLS_eff		
SAR_eff	28.39	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento batial superior

Presiones[1]	P_PF_01_02	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_DnsItems	P_aloctona
P_PF_01_02									
GNS_eff									
LLS_eff									
SAR_eff	0.014	7.712	172.277						
P_MNVIrcn		7.712		24.858					
P_EROD_VI				7.081	7.081				
P_AChe_VI				7.081	7.081	7.081			
P_DnsItems				914.187					
P_aloctona				3.088					

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca batial inferior y arrecife biogénico

Presiones[1]	LLS_eff	SAR_eff
LLS_eff		
SAR_eff	19.419	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento batial inferior

Presiones[1]	P_PF_01_02	GNS_eff	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_DnsItems
P_PF_01_02						
GNS_eff						
LLS_eff						
SAR_eff	0.038	11.112	211.436			
P_MNVIrcn		11.112		20.934		
P_DnsItems				441.022		

[1] Unidades en km^2

INFORMES D6 EVALUACION HABITATS CIRCALITORALES Y BATIALES SEDIMENTARIOS	

Anexo 7. Comparación de los resultados de la identificación y cartografiado de las comunidades epibentónicas obtenidos de las campañas de Estrategias Marinas con los obtenidos de las campañas MEDITS

Demarcación Levantino-Balear

Autores

1 Introducción

En el presente ciclo, la evaluación del efecto de la pesca de arrastre sobre los hábitats circalitorales y batiales sedimentarios de la demarcación Levantino-Balear se ha hecho mediante un indicador de estado, el indicador BH1-SoS (Serrano et al., 2022; también llamado BH1 en OSPAR, OSPAR, 2023 y Plaza-Morlote et al., 2023). Los datos biológicos para el cálculo de este indicador se han obtenido de las campañas de investigación oceanográfica con arte de arrastre experimental MEDITS.

Las campañas MEDITS (Bertrand *et al.*, 2002; Spedicato *et al.*, 2019), que se realizan desde 1994 a lo largo de la costa peninsular y desde 2001 en Mallorca-Menorca, y que en 2021 se han extendido a Ibiza-Formentera, han permitido obtener información sobre especies macro-bentónicas y necto-bentónicas de los fondos circalitorales y batiales sedimentarios entre 40 y 800 m de profundidad, principalmente explotados por la flota de arrastre. Estas campañas forman parte del Programa Nacional de Datos Básicos del sector pesquero español (PNDB), regulado por el Reglamento (UE) 2017/1004 del Parlamento y del Consejo de 17 de mayo de 217, que establece un marco comunitario (en inglés, *Data Collection Framework*), para la recopilación, gestión y uso de los datos del sector pesquero y el apoyo al asesoramiento científico, en relación con la Política Pesquera Común.

La estrategia y el protocolo de muestreo de las campañas MEDITS se aplica a lo largo de toda la costa septentrional mediterránea (Bertrand *et al.*, 2002; MEDITS Working group, 2017; Spedicato *et al.*, 2019). Ello da un valor añadido a la información actualmente disponible, ya que además de ser una de las series históricas de datos sobre ecosistemas bentónicos y recursos demersales más longevas del Mediterráneo, proporciona datos estandarizados, y por tanto directamente comparables, de un área geográfica muy extensa.

Para alcanzar los objetivos de las Estrategias Marinas (EEMM), es necesario mejorar la información obtenida en las campañas MEDITS, principalmente por lo que se refiere a las comunidades biológicas bentónicas y la estructura tridimensional de los hábitats de fondos sedimentarios. Por ello, en las EEMM se incluyeron nuevas campañas de investigación oceanográfica, dirigidas a mejorar la caracterización de la geomorfología del fondo

marino y sus sedimentos superficiales, así como la distribución, densidad y condición de especies formadoras hábitats en los fondos sedimentarios de los pisos circalitoral y batial. El primero se extiende desde el límite inferior de distribución de algas fotófilas y fanerógamas marinas hasta el borde de la plataforma, mientras el segundo va desde los inicios del talud hasta las llanuras abisales. En la demarcación Levantino-Balear los fondos circalitorales y batiales equivalen a profundidades de 50-200 y 200-1800 m, respectivamente.

El desarrollo de un programa de seguimiento científico estandarizado, permitirá comparar la evolución de estos hábitats y especies en las diferentes demarcaciones marinas españolas. Para ello. se requiere, por un lado, conocer la distribución espacial de los hábitats y su estado de conservación y, por otro, estimar el impacto de actividades antropogénicas, como la pesca o el cambio climático, sobre estas especies y hábitats. Este conocimiento científico es esencial para el diseño de medidas de gestión orientadas a la protección de los ecosistemas marinos y hacer compatible, en la medida de lo posible, su conservación con la sostenibilidad de las actividades económicas que se desarrollan en la zona.

En este documento se muestran los resultados del estudio de la identificación y caracterización de las comunidades epi-bentónicas de la demarcación Levantino-Balear obtenidas a partir de los datos de las campañas realizadas en el marco de las EEMM para analizar su correspondencia con las comunidades demersales obtenidas del análisis de datos procedentes de las campañas MEDITS. Además, se presentan los resultados de un trabajo de comparación de la eficiencia de muestreo del arte de arrastre experimental GOC-73 utilizado en las campañas MEDITS y el patín epi-bentónico Jennings utilizado en las campañas de EEMM para muestrear las comunidades epi-bentónicas y demersales de la demarcación Levantino-Balear (Farriols *et al*., en preparación). Todo ello será de gran relevancia a la hora de interpretar los resultados obtenidos a partir de datos procedentes de las campañas MEDITS para evaluar las comunidades circalitorales y batiales sedimentarias de la demarcación Levantino-Balear.

2 Material y métodos

2.1 Campañas/muestreos

Las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122 se llevaron a cabo a lo largo de la Demarcación LEBA, que incluye la costa de la Península Ibérica, entre Cabo de Gata y Cap de Creus y las Islas Baleares. Concretamente, se muestrearon los fondos sedimentarios circalitorales y del margen superior batial entre 50-200 y 200-800 m de profundidad, respectivamente. Además, se cartografiaron fondos rocosos de ambos pisos. La campaña CIRCA-LEBA-1121 se realizó entre los días 8 de noviembre y 7 de diciembre del 2021 y la campaña CIRCA-LEBA-1122 del 4 al 28 de noviembre del 2022, ambas a bordo del B/O Ramón Margalef.

Los muestreos de fondos sedimentarios se realizaron en horario diurno, utilizando patín epi-bentónico, draga Shipek y trineo fotogramétrico, para obtener muestras de la flora y fauna macro-bentónica, sedimentos superficiales e imágenes del fondo marino y las especies que lo habitan, respectivamente (Figura 1). Las estaciones de muestreo se seleccionaron entre las estaciones de las campañas MEDITS, teniendo en cuenta su distribución batimétrica y cobertura geográfica, para poder disponer de radiales de estaciones a lo largo de un gradiente batimétrico, distribuidos lo más homogéneamente posible en la costa peninsular e Islas Baleares. Para

más información sobre los muestreos llevados a cabo en estas campañas ver Farriols *et al.* (2021) y Farriols *et al*. (2022).

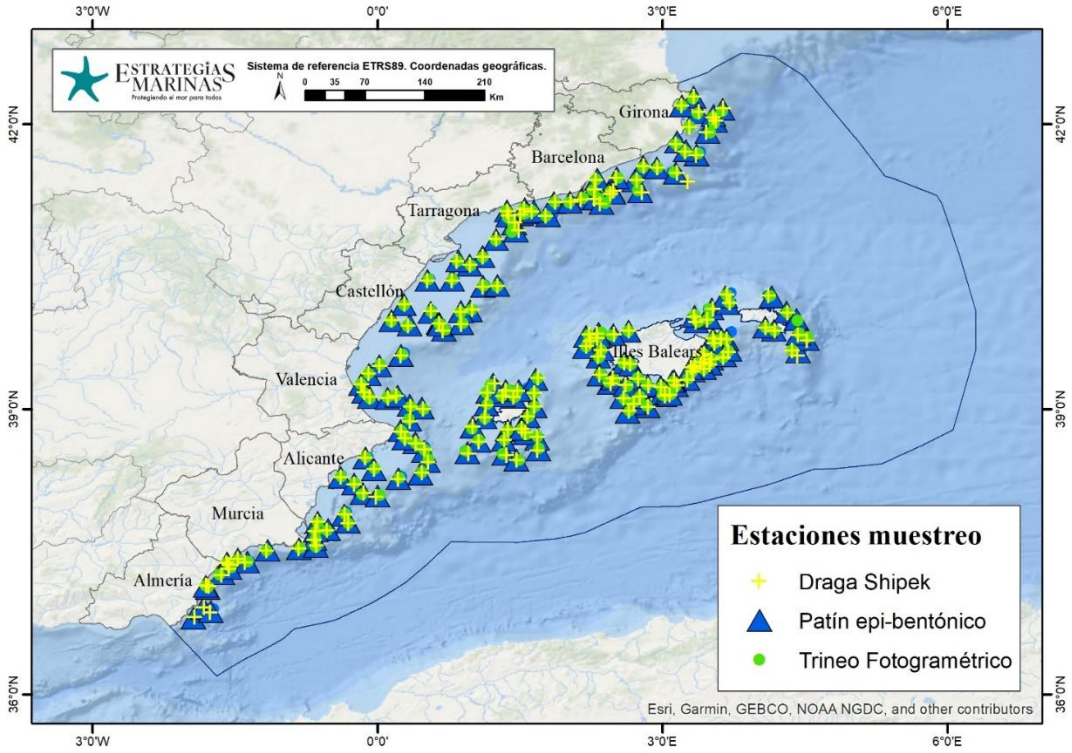


Figura 1. Estaciones de muestreo con patín epi-bentónico, trineo fotogramétrico y draga Shipek realizadas durante las campañas de investigación oceanográfica CIRCA-LEBA de 2021 y 2022, para el muestro de fondos sedimentarios circalitorales y batiales de la demarcación Levantino-Balear.

2.2 Identificación de especies, hábitats y comunidades

Para caracterizar las comunidades epi-bentónicas de los fondos del circalitoral sedimentario de la Demarcación Levantino-Balear, se utilizaron los datos de abundancia y/o biomasa de las especies recolectadas con el patín epi-bentónico, estandarizadas a 250 m^2. El área barrida se calculó a partir de la distancia recorrida por el patín sobre el fondo marino, determinada por el sensor de profundidad SCANMAR y considerando su abertura horizontal de 2 m. Las especies de carácter pelágico fueron excluidas de los análisis.

A partir de estos datos, se han estimado abundancias y/o biomasas totales y de los principales grupos taxonómicos, así como índices de diversidad por estación de muestreo. También se han estimado las abundancias y/o biomasas estandarizadas de algunas especies indicadoras de hábitat. El programa estadístico PRIMER 7 (Clarke & Gorley, 2015) se utilizó para realizar análisis multivariantes, con el objetivo de identificar las comunidades epi-bentónicas. Se realizó un análisis clúster para cada zona (Península Ibérica e Islas Baleares), así como el análisis SIMPER de los principales grupos detectados en cada clúster. Para ello, se utilizó la distancia de Bray-Curtis con los datos de abundancia y/o biomasa estandarizadas, previamente transfomados a la raíz cuadrada. Además, se han mapeado en ArcGIS v.10.8 (© ESRI) cada uno de los clúster, para ver si se podían identificar diferencias geográficas en estas comunidades.

Es importante remarcar que, para realizar estos análisis, las muestras obtenidas alrededor de las Islas Baleares y

a lo largo de la Península Ibérica han sido tratadas por separado. Esto se justifica por el hecho de que el ecosistema insular presenta una serie de características oceanográficas y de explotación pesquera respecto al margen continental, lo suficientemente importantes como para poder ser considerada un área individualizada, en términos de evaluación y gestión, en el Mediterráneo occidental (Quetglas *et al.*, 2012):

1. La Península Ibérica y las Islas Baleares están separadas por profundidades entre 800 y casi 2000 m, que pueden actuar de barrera natural para la conectividad de sus ecosistemas bentónicos.

2. La diferente estructura y composición de los fondos sedimentarios, debida a características físicas relacionadas con la geografía de las dos áreas, como pueden ser la falta de aportes terrígenos procedentes de ríos y cañones submarinos en las Islas Baleares respecto a la Península Ibérica.

3. Las diferencias entre sus comunidades faunísticas explotadas por las pesquerías, derivadas de las diferencias oceanográficas anteriormente mencionadas.

4. El mejor estado de conservación de las especies demersales y los ecosistemas bentónicos de las Islas Baleares respecto a los de la Península Ibérica, debido a la menor explotación pesquera en el Archipiélago Balear. Este hecho se ve reflejado en la estructura poblacional de sus principales especies comerciales, con tallas modales superiores y menores porcentajes de individuos de tallas pequeñas en las Islas Baleares y en su mayor abundancia y biodiversidad de elasmobranquios demersales (Massutí & Moranta, 2003; Ramírez *et al.*, 2021).

2.3 Comparación de la eficiencia de muestreo

Para determinar la eficiencia del arte de arrastre experimental con puertas GOC-73, utilizado en las campañas MEDITS, para el muestreo de las comunidades epi-bentónicas, se han comparado los datos obtenidos de las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122 con los datos de los muestreos realizados durante las campañas MEDITS en 2021 y 2022 en las mismas estaciones (Figura 2). El arte de arrastre de fondo GOC-73 fue diseñado específicamente para las campañas MEDITS (Fiorentini *et al.*, 1999; Dremière *et al.*, 1999). Se trata de un arte experimental, con puertas Morgere, de 350 kg de peso y 2.5 m^2 de superficie cada una, malletas y vientos de 100-200 y 30 m de longitud, respectivamente y una red de dimensiones reducidas (16-18 m de abertura horizontal y 2.7-3.2 m de abertura vertical), con un copo de malla rómbica de 15-20 mm (Anón, 2017). La duración efectiva de los muestreos, desde que la red llega al fondo, es de 30 y 60' para las muestras a <200 y >200 m de profundidad, respectivamente y la velocidad de arrastre de 2.7-3.0 nudos.

La Demarcación LEBA engloba, de forma total o parcial, tres de las sub-áreas geográficas (GSAs) que la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) ha establecido en el Mediterráneo occidental (Figura 3): GSA1 (*Northern Alboran Sea*), GSA5 (*Balearic Islands*) y GSA6 (*Northern Spain*). En la campaña MEDITS del 2021 y 2022 se prospectaron fondos sedimentarios de la plataforma continental y talud, entre 30 y 800 m de profundidad, mediante una estrategia de muestreo aleatorio estratificado, que considera sectores geográficos identificados en base a las GSAs y cinco estratos de profundidad: A (30-50 m), B (51-100 m), C (101-200 m), D (201-500 m) y E (501-800 m). A bordo se registraron e informatizaron los datos de las estaciones de muestreo (posiciones, profundidad y velocidad del barco), la lista de especies o taxones, así como su abundancia y biomasa, las

distribuciones de tallas de peces, crustáceos decápodos y moluscos cefalópodos, y parámetros biológicos de algunas de estas especies. Más información: http://www.sibm.it/MEDITS%202011/principale%20project.htm.

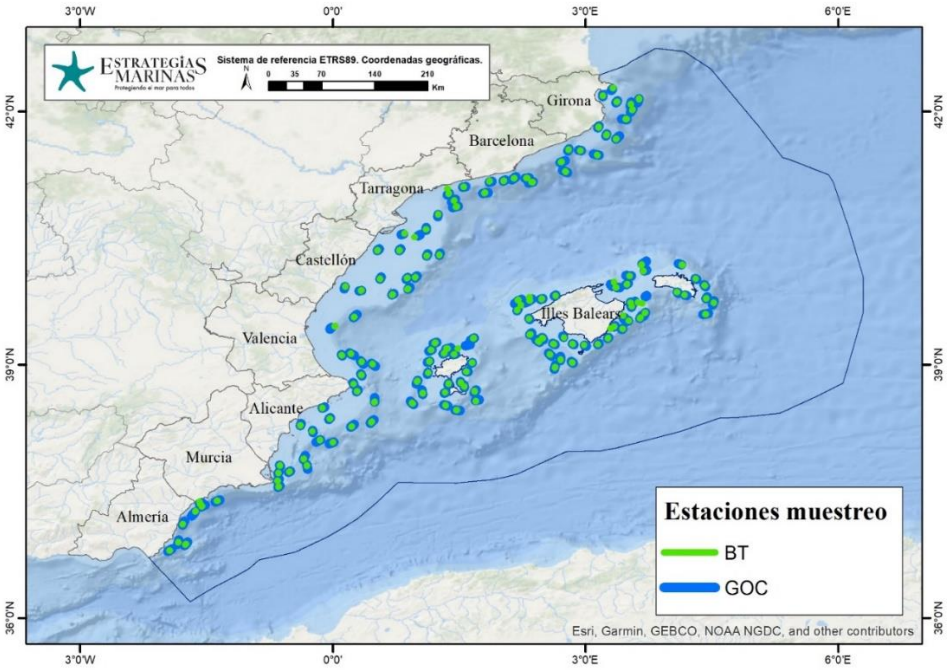


Figura 2. Mapa de las estaciones de muestreo con patín epi-bentónico (campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122; en verde) y arte de arrastre experimental GOC-73 (campañas MEDITS 2021 y 2022; en azul), seleccionadas para estimar la eficiencia de este arte de arrastre para el muestreo de la flora y fauna bentónica. Isóbatas: 50, 100, 200, 500 y 800 m.

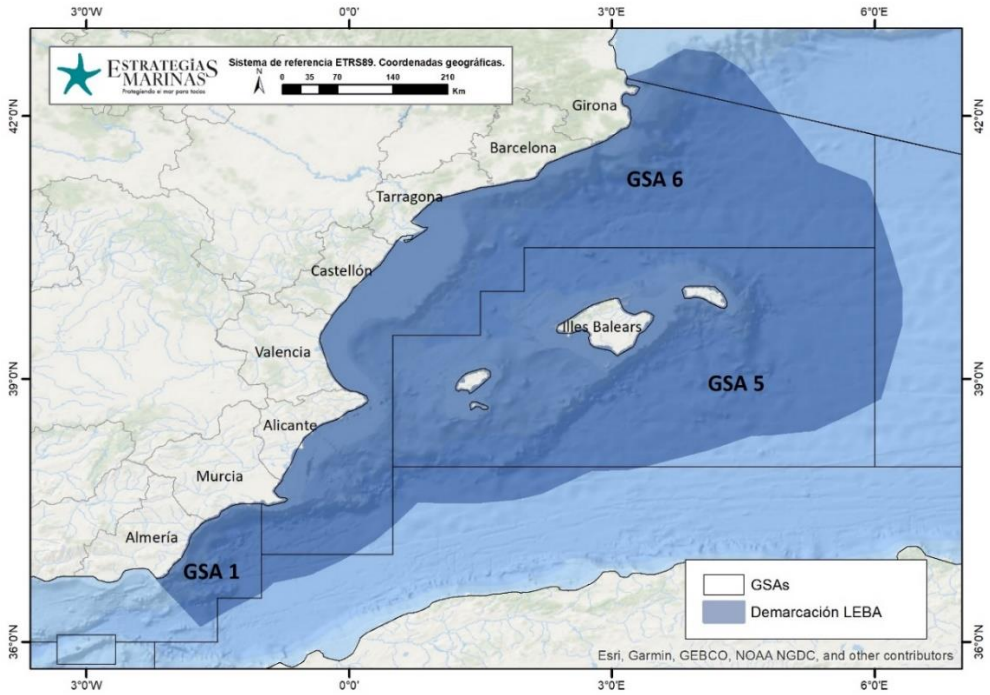


Figura 3. Mapa de la Demarcación Levantino-Balear, con las tres sub-áreas geográficas (GSAs) que la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM) ha establecido en el Mediterráneo occidental: GSA1 (Norte del Mar de Alboran), GSA5 (Islas Baleares) y GSA6 (Norte de España).

Para comparar la información obtenida con el patín epi-bentónico y el GOC, en relación a la eficiencia de muestreo de las comunidades epi-bentónicas, se han seleccionado 144 estaciones de las campañas MEDITS 2021 y 2022, correspondientes a las GSAs 1, 5 y 6, que por posición geográfica y profundidad se corresponden con las 144 estaciones seleccionadas de las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1121 (Figura 2). Las estaciones sin correspondencia no se han incluido en los análisis. La Tabla 1 muestra el total de estaciones seleccionadas y el área barrida por estrato de profundidad MEDITS (B, C, D y E) y zona (Península Ibérica e Islas Baleares). Para la comparativa se han excluido las especies con carácter pelágico. La abundancia y biomasa se han estandarizado a un área de 250 m^2, a partir de la abertura horizontal de los artes y la distancia recorrida en cada lance de muestreo.

Tabla 1. Número de estaciones consideradas para la comparativa de muestreadores. BT: patín epi-bentónico; GOC: arrastre de arrastre experimental GOC-73.

Estrato	Estaciones (n)	BT	GOC
B	53	79142	2219300
C	32	38299	1720200
D	38	57673	4431000
E	21	38070	2280200

Las especies se han clasificado según los grupos taxonómicos siguientes: algas, esponjas, cnidarios, crustáceos, bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, equinodermos, ascidiáceos, braquiópodos y peces. Se ha calculado la abundancia y la riqueza específica de cada uno de estos grupos taxonómicos por muestreador y estrato batimétrico, y el número de especies que aparecen en ambos muestreadores. A partir de la abundancia media de cada especie también se ha obtenido el listado de las 10 especies más abundantes por grupo taxonómico y estrato batimétrico para cada muestreador. En el caso de algas y esponjas, se utilizaron los valores de biomasa estandarizada (kg/250 m^2), puesto que no se dispone de datos de abundancia para todas las especies de estos grupos. El test de Mann-Whitney-Wilcoxon (WMW) para muestras apareadas se ha usado para comparar valores medios entre muestreadores.

Para comparar las propiedades de diversidad de la comunidad estimadas con ambos muestreadores, se han calculado curvas de acumulación de especies, utilizando la función *Specaccum* con método "random" del software estadístico R. El método "random" calcula la curva media de acumulación de especies y su desviación estándar, a partir de permutaciones aleatorias de las estaciones de muestreo (Gotelli & Colwell, 2001). De este modo, podemos visualizar como se incrementa la riqueza específica al aumentar el tamaño muestral (número de estaciones).

También se han comparado las densidades (ind/250 m^2) estimadas con el patín epi-bentónico y el arte de arrastre experimental con puertas GOC-73, con las observadas en los transectos de video submarino, realizados el trineo fotogramétrico, para tres especies formadoras de hábitat: *Leptometra phalangium* y *Funiculina quadrangularis*. Debido a que todavía no se ha podido iniciar el análisis de estos videos, esta comparación sólo se ha podido hacer en tres estaciones de muestreo seleccionadas.

3 Resultados

3.1 Campañas/muestreos

Durante la campaña CIRCA-LEBA-1121 se realizaron un total de 97 estaciones con draga Shipek y 108 estaciones de patín epi-bentónico, de las cuales 95 fueron válidas (Figura 1). Se tomaron imágenes a lo largo de un total de 97 trasectos, 93 de ellos válidos (Figura 1), entre 38 y 721 m de profundidad, con el B/O navegando entre 0.3 y 0.5 nudos. Con el trineo HORUS Se grabaron un total de 61 horas de video, a lo largo de 55894 m de longitud, lo que equivale a una superficie del fondo marino de 41920 m^2.

Durante la campaña CIRCA-LEBA-1122 se realizaron un total de 79 estaciones con draga Shipek y 91 estaciones de patín epi-bentónico, de las cuales 86 fueron válidas (Figura 1). De estas, 46 se realizaron en el Levante peninsular entre 37 y 759 m de profundidad, mientras que en las Islas Baleares se realizaron un total 40 estaciones entre 32 y 762 m de profundidad. De estas estaciones, 14 se realizaron en zonas excluidas a la pesca de arrastre, 9 en el Levante y 5 en las Islas Baleares. También se realizaron 85 transectos con el trineo HORUS (Figura 1) de los cuales 4 se consideraron nulos por la imposibilidad de hacer un seguimiento debido a la alta turbidez existente en la zona. Esto supone un tiempo aproximado de 28 horas 13 minutos filmadas en video, lo que corresponde a un área barrida efectiva de aproximadamente 19.673 m^2, cubriendo un rango batimétrico de entre 38 y 739 metros de profundidad.

3.2 Comunidades epi-bentónicas

Considerando las muestras de 2021 y 2022, los resultados de los análisis clúster para la zona de la Península Ibérica muestran que las comunidades epi-bentónicas están estructuradas por profundidad y por presencia de especies formadoras de hábitats (Figura 4). Once de las 46 muestras realizadas en el levante peninsular quedaron sin agrupar. A un nivel de similaridad del 30% se diferencian los siguientes grupos en el clúster: d) 46-72 m; e) 37-65 m; h) 53-78 m; l) 601-736 m; n) 96-212 m; o) 69-86 m; p) 114-146 m; q) 54-64 m; s) 37-191 m; t) 148-315 m; u: 110-372 m y w) 269-554 m de profundidad. Se observa que algunos rangos de profundidad se solapan, debido a la presencia o no de especies formadoras de hábitat, como las algas, principalmente rodolitos, que caracterizan el grupo d y e y los diferencia del grupo s, o la presencia de *Leptometra phalangium* que caracteriza al grupo n, diferenciándolo de los grupos p, t y u (Tabla 2).

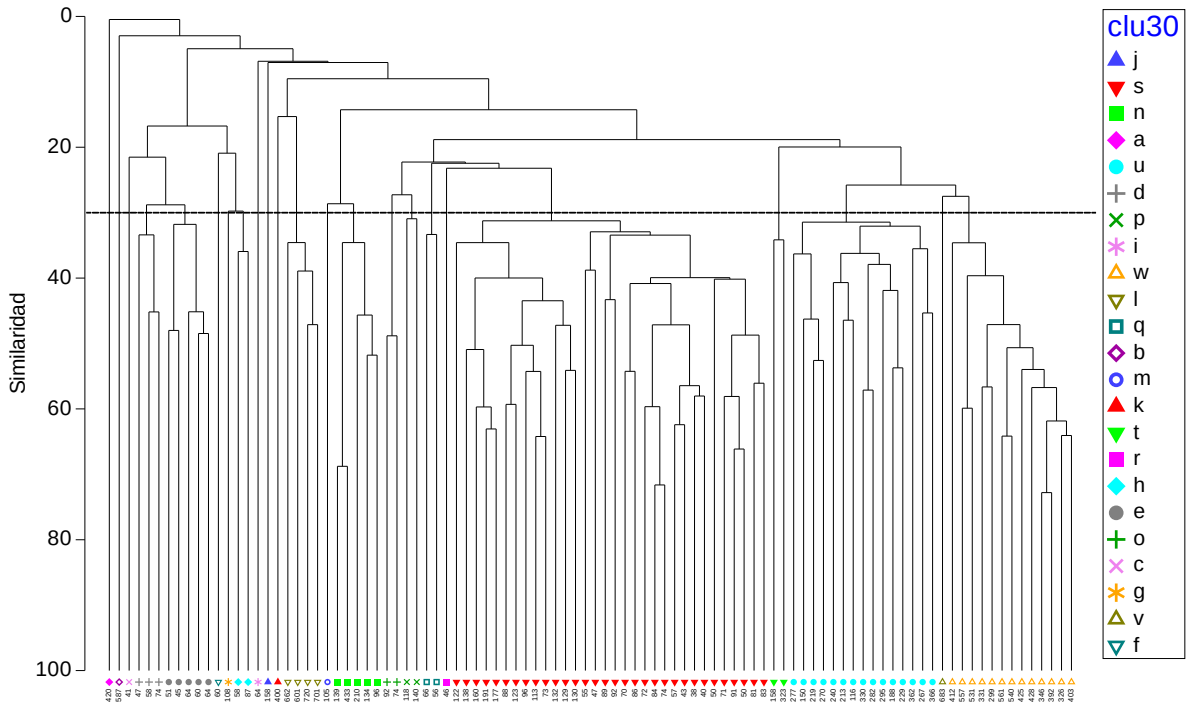


Figura 4. Análisis cluster de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico durante la campaña CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122 en la Península Ibérica, a partir de datos de abundancia estandarizada (ind/250m2). Los números y colores de las etiquetas representan la profundidad y el estrato batimétrico de cada muestra, respectivamente. Se ha utilizado la distancia de Bray-Curtis con los datos previamente transformados a la raíz cuadrada.

Las especies que caracterizan estos grupos, en términos de abundancia, obtenidas del análisis SIMPER son: los crustáceos *Inachus dorsettensis*, *Philocheras sculptus* y *Galathea intermedia* en el grupo d; el góbido *Buenia massutii* y los crustáceos *Parthenopoides massena* e *Inachus dorsettensis* en el grupo e; los crustáceos *Anapagurus laevis*, *Dardanus arrossor* y *Pagurus excavatus* en el grupo h; los crustáceos *Amalopenaeus elegans*, *Calocaris macandreae* y *Geryon longipes* en el grupo l; el crinoideo *Leptometra phalangium* en el grupo n; *Astropecten irregularis*, *Anapagurus laevis* y *Deltentosteus quadrimaculatus* en el grupo o; los peces *Symphurus nigrescens*, *Callionymus maculatus* y el crustáceo *Solenocera membranacea* en el grupo p; los peces *Arnoglossus laterna*, *Callionymus risso* y *Citharus linguatula* en el grupo q; el molusco *Turritella tricarinata, el* crustáceo *Alpheus glaber y el* equinodermo *Astropecten irregularis* en el grupo s; *Symphurus nigrescens, Parapenaeus longirostris* y *Euspira fusca* en el grupo t; Alpheus glaber, *Plesionika heterocarpus* y *Chlorotocus crassicornis* en el grupo u; y los crustáceos *Calocaris macandreae, Goneplax rhomboides* y *Monodaeus couchii* en el grupo w (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del análisis SIMPER, estimado a partir de la abundancia estandarizada (ind/250 m^2) de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico en el Levante peninsular durante las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122, de los grupos identificados mediante análisis cluster. SIM: similaridad intra-grupo; A: abundancia media; Av.Sim: similaridad especifica; Contr.%: porcentaje de contribución de cada especie a la similaridad intra-grupo; Cum.%: porcentaje acumulado de contribución.

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Grupo s: 38-191 m; SIM=24.25 %				
Turritellinella tricarinata	427.5	5.9	24.4	24.4
Alpheus glaber	54.4	3.2	13.3	37.6
Astropecten irregularis	52.3	3.0	12.4	50.0
Goneplax rhomboides	30.7	2.2	9.0	59.0
Lesueurigobius friesii	19.2	1.5	6.3	65.2
Arnoglossus laterna	23.0	1.5	6.2	71.4
Symphurus nigrescens	17.9	0.9	3.8	75.2
Solenocera membranacea	11.8	0.8	3.2	78.4
Parapenaeus longirostris	10.9	0.6	2.6	81.0
Lesueurigobius suerii	29.6	0.5	2.1	83.1
Chlorotocus crassicornis	7.9	0.4	1.6	84.7
Nucula sulcata	12.7	0.4	1.6	86.3
Callionymus maculatus	10.4	0.4	1.4	87.8
Citharus linguatula	6.7	0.3	1.3	89.0
Ascidiella sp.2	10.0	0.3	1.1	90.2
Grupo n: 96-212 m; SIM=38.69%				
Leptometra phalangium	4991.4	37.4	96.6	96.6
Grupo u: 110-372 m; SIM=23.22%				
Alpheus glaber	52.4	4.3	18.6	18.6
Plesionika heterocarpus	24.9	3.7	15.8	34.4
Chlorotocus crassicornis	46.3	3.6	15.4	49.8
Goneplax rhomboides	29.4	2.2	9.5	59.3
Symphurus nigrescens	23.6	1.9	8.2	67.5
Parapenaeus longirostris	10.8	1.0	4.4	71.9
Gadiculus argenteus	10.2	0.9	4.1	76.0
Monodaeus couchii	7.5	0.6	2.4	78.4
Iridonida speciosa	25.7	0.6	2.4	80.8
Astropecten irregularis	17.0	0.4	1.6	82.4
Funiculina quadrangularis	11.4	0.4	1.6	84.0
Solenocera membranacea	7.0	0.4	1.5	85.5
Euspira fusca	6.5	0.4	1.5	87.0
Ophiura (Dictenophiura) carnea	10.1	0.3	1.4	88.4
Processa nouveli nouveli	7.0	0.3	1.1	89.5
Scyliorhinus canicula	2.7	0.2	0.9	90.4
Grupo d: 46-72 m; SIM=16.91 %				
Inachus dorsettensis	1086.3	4.2	25.0	25.0
Philocheras sculptus	173.0	1.6	9.7	34.7
Galathea intermedia	4817.5	1.4	8.5	43.2

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Psammechinus microtuberculatus	113.5	1.0	5.7	48.9
Eurynome aspera	646.9	0.9	5.5	54.4
Neopycnodonte cochlear	433.2	0.8	4.8	59.2
Macropodia linaresi	398.1	0.8	4.7	63.9
Pagurus excavatus	119.8	0.6	3.7	67.6
Buenia massutii	110.8	0.6	3.6	71.2
Ebalia cranchii	111.6	0.6	3.3	74.5
Dardanus arrosor	80.6	0.5	2.9	77.4
Microcosmus vulgaris	60.9	0.5	2.7	80.1
Pagurus prideaux	168.4	0.4	2.4	82.5
Parthenopoides massena	146.3	0.4	2.3	84.8
Polycarpa mamillaris	191.9	0.3	1.8	86.7
Ophiura albida	197.6	0.3	1.5	88.2
Ethusa mascarone	27.5	0.2	1.2	89.3
Pyura sp.	20.4	0.2	1.0	90.3
Grupo p: 114-146 m; SIM=18.56 %				
Symphurus nigrescens	35.2	3.5	19.0	19.0
Callionymus maculatus	16.3	2.4	13.0	32.1
Solenocera membranacea	7.8	1.5	7.8	39.9
Arnoglossus laterna	5.9	1.3	7.1	47.0
Dardanus arrosor	9.0	1.3	7.1	54.1
Neopycnodonte cochlear	30.5	1.3	7.1	61.3
Serranus hepatus	7.7	1.0	5.2	66.5
Lesueurigobius friesii	38.8	0.9	4.8	71.2
Liocarcinus maculatus	6.0	0.9	4.8	76.0
Trisopterus minutus	6.0	0.9	4.8	80.8
Parapenaeus longirostris	14.1	0.5	2.6	83.4
Aegaeon lacazei	14.3	0.4	2.4	85.7
Chlorotocus crassicornis	4.0	0.4	2.4	88.1
Deltentosteus quadrimaculatus	2.0	0.4	2.4	90.5
Grupo w: 269-554 m; SIM = 33.89 %				
Calocaris macandreae	84.1	10.2	30.0	30.0
Goneplax rhomboides	27.6	3.7	11.0	41.0
Monodaeus couchii	19.2	2.8	8.4	49.4
Processa canaliculata	12.0	2.7	8.0	57.4
Processa nouveli nouveli	15.9	1.9	5.5	62.8
Alpheus glaber	16.2	1.8	5.4	68.2
Gaidropsarus biscayensis	9.8	1.4	4.2	72.4
Brissopsis lyrifera	11.2	1.3	3.9	76.4
Abra longicallus	11.3	1.2	3.5	79.9
Chlorotocus crassicornis	11.4	1.0	3.0	82.9
Aegaeon lacazei	8.8	0.9	2.8	85.7
Nucula sulcata	11.6	0.9	2.6	88.2
Solenocera membranacea	4.2	0.7	2.2	90.4

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Grupo l: 601-736 m; SIM = 37.47 %				
Amalopenaeus elegans	16.5	21.6	57.6	57.6
Calocaris macandreae	11.4	6.9	18.5	76.1
Geryon longipes	3.5	3.4	9.2	85.2
Abra longicallus	3.0	2.5	6.8	92.0
Grupo q: 54-64 m; SIM = 22.31%				
Arnoglossus laterna	63.9	6.9	30.7	30.7
Callionymus risso	75.4	6.4	28.8	59.6
Citharus linguatula	24.8	2.6	11.5	71.1
Dardanus arrosor	14.3	1.5	6.8	77.9
Serranus hepatus	18.1	1.5	6.8	84.6
Calliostoma granulatum	17.2	0.9	3.8	88.5
Lepidotrigla cavillone	10.5	0.9	3.8	92.3
Grupo t: 148-315 m; SIM = 19.87 %				
Symphurus nigrescens	40.3	7.9	39.9	39.9
Parapenaeus longirostris	121.5	2.3	11.4	51.3
Euspira fusca	8.8	1.7	8.7	60.0
Dardanus arrosor	8.8	1.7	8.6	68.6
Veretillum cynomorium	26.6	1.7	8.6	77.1
Anapagurus laevis	7.9	1.1	5.7	82.8
Fusiturris similis	2.9	0.6	2.9	85.8
Cuspidaria cuspidata	2.0	0.6	2.9	88.6
Gadiculus argenteus	2.9	0.6	2.9	91.5
Group h: 53-78 m; SIM= 18.05 %				
Anapagurus laevis	408.4	4.6	25.4	25.4
Dardanus arrosor	1642.2	3.6	19.7	45.1
Pagurus excavatus	135.5	2.3	12.9	58.0
Aegaeon cataphractus	68.1	1.3	7.3	65.3
Pagurus mbizi	70.7	1.3	7.3	72.5
Liocarcinus maculatus	75.3	0.8	4.6	77.1
Caryophyllia sp.	120.0	0.7	3.7	80.8
Ophiura ophiura	65.9	0.6	3.2	84.0
Neopycnodonte cochlear	502.6	0.5	2.8	86.8
Pagurus anachoretus	72.4	0.5	2.8	89.6
Ebalia deshayesi	55.3	0.5	2.7	92.4
Grupo e: 37-65 m; SIM = 27.66%				
Buenia massutii	827.8	4.0	14.6	14.6
Parthenopoides massena	1147.8	3.9	14.0	28.6
Inachus dorsettensis	885.1	2.9	10.5	39.1
Hyalinoecia tubicola	683.5	2.5	9.2	48.3
Eurynome aspera	379.1	2.2	7.9	56.2
Ophiura grubei	306.7	1.8	6.5	62.7
Galathea intermedia	424.6	1.2	4.4	67.1

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Inachus thoracicus	108.7	0.8	2.8	69.9
Echinaster (Echinaster) sepositus	103.7	0.8	2.8	72.7
Anapagurus laevis	748.4	0.7	2.4	75.1
Ebalia tuberosa	232.5	0.6	2.3	77.3
Dardanus arrosor	113.6	0.6	2.1	79.5
Macropodia linaresi	137.5	0.5	1.7	81.2
Pagurus forbesii	66.4	0.4	1.6	82.8
Ophiothrix fragilis	114.8	0.4	1.3	84.1
Gibbula magus	142.3	0.3	1.2	85.3
Turritella turbona	120.8	0.3	1.2	86.5
Mimachlamys varia	39.9	0.3	1.1	87.5
Lissa chiragra	59.9	0.3	1.0	88.5
Macropodia rostrata	67.1	0.3	0.9	89.4
Pisa armata	36.8	0.2	0.8	90.2
Grupo o: 69-86 m; SIM = 34.43%				
Astropecten irregularis	82.9	4.7	13.6	13.6
Anapagurus laevis	96.5	4.2	12.1	25.7
Deltentosteus quadrimaculatus	39.4	3.0	8.7	34.4
Caryophyllia sp.	56.0	2.7	7.9	42.3
Symphurus nigrescens	35.5	2.3	6.6	48.9
Antedon mediterranea	133.9	2.2	6.3	55.2
Liocarcinus depurator	82.5	2.1	6.2	61.4
Ophiothrix fragilis	29.3	1.8	5.3	66.7
Parastichopus regalis	23.2	1.2	3.5	70.2
Serranus hepatus	33.0	1.2	3.5	73.7
Turritella turbona	75.7	0.8	2.4	76.1
Pagurus prideaux	13.7	0.8	2.2	78.3
Liocarcinus maculatus	41.0	0.7	1.9	80.3
Pseudofusus pulchellus	28.1	0.7	1.9	82.2
Inachus dorsettensis	25.8	0.6	1.8	84.0
Nemertesia antennina	8.3	0.6	1.8	85.7
Ebalia deshayesi	74.5	0.5	1.5	87.2
Callionymus maculatus	7.3	0.5	1.3	88.5
Lepidotrigla cavillone	11.7	0.5	1.3	89.8
Aegaeon cataphractus	9.1	0.3	1.0	90.8

Considerando también las muestras de 2021 y 2022 para la zona de las Islas Baleares, los resultados de los análisis clúster muestran que las comunidades epi-bentónicas están estructuradas principalmente por profundidad, aunque también por la presencia de especies formadoras de hábitat (Figura 5). Además, 6 de las 40 muestras recolectadas en las Islas Baleares no han sido asignadas a ninguno de estos grupos. A un nivel de similaridad del 30%, se diferencian los siguientes grupos en el clúster: a) 36-45 m; c) 32-50 m; e) 81-92 m; i) 54-85 m; j) 121-139 m; k) 121-222 m; l) 159-254 m; m) 221-382 m; n) 108-175 m; p) 426-518 m; q) 624-759 m; y r) 423-615 m de

profundidad. En este caso no hay tanto solapamiento entre rangos de profundidad como en las muestras de la Península Ibérica. La presencia de especies asociadas a fondos de algas en el caso de las Islas Baleares es característica del grupo i, mientras que el grupo j está caracterizado por la presencia del braquiópodo *Gryphus vitreus* y el grupo l por la presencia del crinoideo *Leptometra phalangium* (Tabla 3).

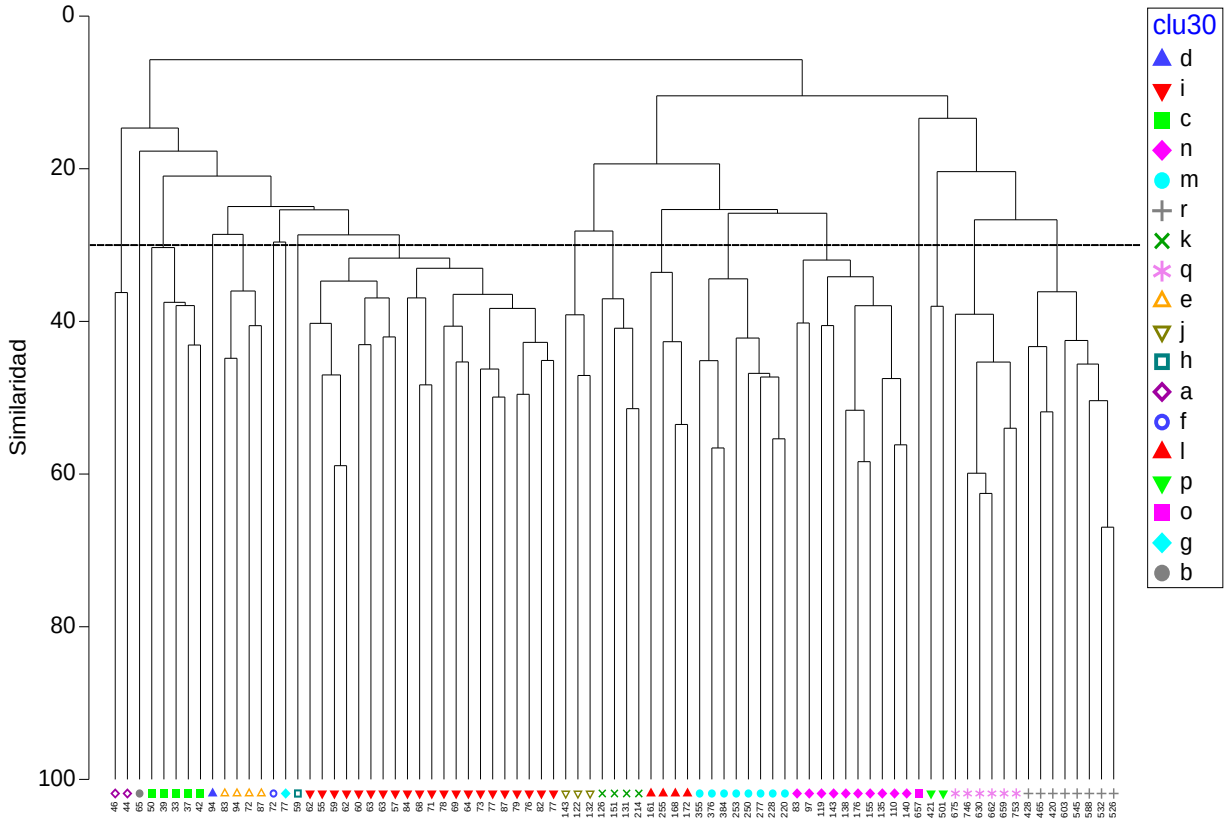


Figura 5. Análisis cluster de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico durante las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122 en las Islas Baleares, a partir de datos de abundancia estandarizada (ind/250m2). Los números y colores de las etiquetas representan la profundidad y el estrato batimétrico de cada muestra, respectivamente. Se ha utilizado la distancia de Bray-Curtis con los datos previamente transformados a la raíz cuadrada.

Las especies que caracterizan estos grupos, en términos de abundancia, obtenidos del análisis SIMPER son: *Ophiopsila aranea*, *Eurynome aspera* y *Echinaster (Echinaster) sepositus* en el grupo a; *Buenia affinis, Pagurus prideaux* y *Spatangus purpureus* en el grupo c; *Neopycnodonte cochlear*, *Ophiura ophiura* y *Buenia massutii* en el grupo e*; Inachus dorsetensis*, *Buenia massutii* y *Pagurus prideaux* en el grupo i; *Gryphus vitreus* y *Anapagurus laevis* en el grupo j; *Lophogaster typicus*, *Gryphus vitreus* y *Anapagurus laevis* en el grupo k; *Leptometra phalangium*, *Lophogaster typicus* y *Lesueurigobius friesii* en el grupo l; *Anapagurus laevis*, *Laetmonice hystrix* y *Aporrhais sessesiana* en el grupo p; *Calocaris macandreae*, *Geryon longipes* y *Polycheles typhlops* en el grupo q; *Lesueurigobius friesii*, *Anapagurus laevis* y *Alpheus glaber* en el grupo n; *Plesionika heterocarpus*, *Lophogaster typicus* y *Parapenaeus longirostris* en el grupo m; y *Calocaris macandreae*, *Parapenaeus longirostris* y *Monodaeus couchii* en el grupo r (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis SIMPER, estimado a partir de la abundancia estandarizada (ind/250 m^2) de las muestras obtenidas con patín epi-bentónico en las Islas Baleares durante la campaña CIRCA-LEBA-1121, de los grupos identificados mediante análisis cluster. SIM: similaridad intra-grupo; A: abundancia media; Av.Sim: similaridad especifica; Contr.%: porcentaje de contribución de cada especie a la similaridad intra-grupo; Cum.%: porcentaje acumulado de contribución.

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Grupo i: 54-85 m; SIM= 23.89%				
Inachus dorsettensis	478.9	4.8	20.2	20.2
Buenia massutii	234.5	2.5	10.4	30.5
Pagurus prideaux	173.1	1.7	7.2	37.8
Inachus thoracicus	192.7	1.5	6.2	43.9
Dardanus arrosor	407.2	1.4	6.1	50.0
Eurynome aspera	112.9	0.9	3.6	53.6
Axinella damicornis	384.5	0.8	3.3	56.9
Echinaster (Echinaster) sepositus	53.2	0.6	2.6	59.5
Hyalinoecia tubicola	245.0	0.6	2.6	62.1
Sphaerechinus granularis	72.6	0.6	2.4	64.5
Galathea intermedia	151.9	0.6	2.3	66.8
Ebalia tuberosa	82.0	0.5	2.3	69.1
Parthenopoides massena	90.5	0.5	1.9	71.0
Pagurus forbesii	96.3	0.4	1.7	72.8
Pilumnus spinifer	36.7	0.4	1.7	74.4
Ciona sp.	114.2	0.4	1.5	75.9
Gobius xoriguer	53.2	0.4	1.5	77.4
Pisa armata	40.2	0.3	1.4	78.8
Anapagurus laevis	121.3	0.3	1.2	80.0
Ophioconis forbesi	76.8	0.3	1.1	81.1
Ophiura albida	76.7	0.2	1.0	82.1
Odondebuenia balearica	61.3	0.2	0.9	83.0
Laetmonice hystrix	30.5	0.2	0.9	83.9
Serranus hepatus	34.0	0.2	0.7	84.6
Philocheras sculptus	30.7	0.2	0.7	85.2
Macropodia linaresi	25.1	0.2	0.6	85.8
Aequipecten opercularis	26.7	0.1	0.6	86.4
Raspaciona aculeata	153.2	0.1	0.6	87.0
Pandalina brevirostris	97.7	0.1	0.6	87.5
Polyclinella azemai	59.0	0.1	0.6	88.1
Dictyonella incisa	70.8	0.1	0.5	88.6
Gibbula magus	30.6	0.1	0.5	89.1
Synoicum blochmanni	30.6	0.1	0.5	89.6
Cestopagurus timidus	34.8	0.1	0.5	90.1
Grupo c: 32-50 m: SIM= 22.61%				
Buenia affinis	271.8	7.8	34.5	34.5
Pagurus prideaux	118.7	2.9	12.7	47.2
Spatangus purpureus	535.5	1.6	7.0	54.2
Inachus dorsettensis	30.0	1.4	6.0	60.2

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Ophiura ophiura	51.4	1.1	4.9	65.1
Laevicardium crassum	34.4	0.9	3.8	68.9
Gibbula magus	37.0	0.7	3.1	71.9
Pilumnus spinifer	17.2	0.6	2.7	74.6
Ethusa mascarone	21.0	0.5	2.3	77.0
Dardanus arrosor	97.2	0.5	2.2	79.2
Anapagurus laevis	25.4	0.4	1.8	81.0
Philocheras sculptus	33.0	0.3	1.3	82.3
Pagurus forbesii	13.8	0.3	1.3	83.6
Clausinella fasciata	9.2	0.3	1.2	84.7
Ilia nucleus	18.5	0.3	1.1	85.9
Inachus thoracicus	27.4	0.3	1.1	87.0
Ophiura albida	5.4	0.2	1.0	88.0
Parthenopoides massena	15.8	0.2	1.0	88.9
Pitar rudis	12.3	0.2	0.9	89.8
Galathea intermedia	19.0	0.2	0.8	90.7
Grupo n: 108-175 m; SIM= 22.91%				
Lesueurigobius friesii	140.3	6.5	28.2	28.2
Anapagurus laevis	56.0	3.1	13.6	41.8
Alpheus glaber	56.8	2.3	10.0	51.8
Lophogaster typicus	40.2	1.1	4.9	56.7
Arnoglossus laterna	24.8	1.1	4.8	61.5
Astropecten irregularis	29.5	1.0	4.2	65.7
Solenocera membranacea	16.2	0.7	2.8	68.5
Pomatoschistus norvegicus	16.0	0.5	2.3	70.8
Parapenaeus longirostris	36.6	0.5	2.3	73.2
Chlorotocus crassicornis	19.5	0.5	2.3	75.5
Funiculina quadrangularis	129.7	0.5	2.2	77.7
Ophiura (Dictenophiura) carnea	47.7	0.5	2.1	79.8
Serranus hepatus	13.6	0.5	2.1	81.9
Neopycnodonte cochlear	28.7	0.3	1.5	83.4
Callionymus maculatus	7.6	0.3	1.4	84.8
Processa nouveli nouveli	9.0	0.3	1.2	86.0
Paraleptopentacta tergestina	21.7	0.3	1.2	87.1
Goneplax rhomboides	10.0	0.2	1.0	88.2
Ascidiella sp.2	11.8	0.2	1.0	89.1
Alcyonium palmatum	18.6	0.2	0.8	89.9
Ebalia cranchii	8.0	0.2	0.8	90.7
Grupo m: 221-382 m; SIM= 9.37%				
Plesionika heterocarpus	76.2	6.2	21.0	21.0
Lophogaster typicus	56.9	4.5	15.3	36.3
Parapenaeus longirostris	25.8	3.3	11.2	47.6
Ophiura (Dictenophiura) carnea	84.7	2.3	7.9	55.5
Thenea muricata	61.7	1.7	5.9	61.4

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Anapagurus laevis	38.7	1.7	5.6	67.0
Buenia lombartei	30.5	1.4	4.9	71.8
Alpheus glaber	32.1	1.1	3.7	75.5
Ebalia nux	12.9	0.8	2.6	78.1
Lesueurigobius friesii	16.3	0.6	2.1	80.2
Chlorotocus crassicornis	9.2	0.6	2.0	82.1
Plesionika antigai	10.3	0.5	1.8	83.9
Solenocera membranacea	9.5	0.4	1.5	85.4
Sepietta oweniana	6.0	0.4	1.4	86.9
Iridonida speciosa	8.5	0.4	1.3	88.2
Aegaeon lacazei	3.7	0.3	1.2	89.4
Goneplax rhomboides	4.9	0.2	0.8	90.2
Grupo r: 423-615 m; SIM= 32.53%				
Calocaris macandreae	131.7	21.0	64.6	64.6
Parapenaeus longirostris	19.0	2.0	6.2	70.9
Monodaeus couchii	6.5	1.2	3.8	74.7
Alpheus glaber	4.3	1.1	3.5	78.2
Goneplax rhomboides	5.9	1.0	3.0	81.1
Plesionika martia	5.0	0.9	2.9	84.0
Cymbulia peronii	25.4	0.8	2.5	86.5
Lophogaster typicus	4.1	0.6	1.9	88.4
Abra longicallus	4.1	0.4	1.3	89.7
Plesionika acanthonotus	3.7	0.4	1.2	90.8
Grupo k: 121-222 m; SIM= 32.25%				
Lophogaster typicus	107.1	6.5	20.0	20.0
Gryphus vitreus	60.8	3.8	11.9	31.9
Anapagurus laevis	79.5	3.1	9.6	41.6
Buenia massutii	50.3	2.5	7.8	49.3
Philine monterosati	22.4	2.5	7.7	57.0
Ebalia deshayesi	27.3	2.2	6.7	63.7
Solenocera membranacea	18.2	1.3	4.0	67.7
Pseudamussium clavatum	16.1	0.8	2.6	70.3
Gracilechinus acutus	19.4	0.8	2.4	72.7
Leptometra phalangium	9.3	0.6	1.8	74.6
Macropipus tuberculatus	5.5	0.5	1.5	76.0
Iridonida speciosa	26.2	0.5	1.4	77.4
Parastichopus regalis	6.9	0.4	1.4	78.8
Calliostoma granulatum	12.9	0.4	1.4	80.1
Ophiura (Dictenophiura) carnea	31.3	0.4	1.3	81.5
Inachus dorsettensis	17.2	0.4	1.3	82.7
Ebalia nux	28.1	0.4	1.3	84.0
Arnoglossus rueppelii	5.5	0.3	1.0	85.0
Anseropoda placenta	6.8	0.3	0.9	85.9
Eurynome aspera	12.0	0.3	0.9	86.8

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Dardanus arrosor	3.5	0.3	0.9	87.6
Pagurus prideaux	14.8	0.2	0.7	88.4
Sepietta oweniana	5.1	0.2	0.7	89.1
Monodaeus couchii	11.8	0.2	0.7	89.7
Alpheus glaber	4.0	0.2	0.7	90.4
Grupo q: 624-759 m; SIM: 36.87%				
Calocaris macandreae	17.1	13.7	37.1	37.1
Geryon longipes	5.6	6.2	16.9	54.0
Polycheles typhlops	5.1	5.0	13.7	67.7
Plesionika acanthonotus	2.7	2.6	7.1	74.8
Gaidropsarus biscayensis	3.1	1.7	4.5	79.3
Nezumia aequalis	2.2	1.6	4.4	83.6
Aristeus antennatus	6.9	1.6	4.2	87.8
Robustosergia robusta	9.6	1.3	3.5	91.4
Grupo e: 81-92 m; SIM= 33.54%				
Neopycnodonte cochlear	838.9	15.5	46.1	46.1
Ophiura ophiura	103.2	3.6	10.6	56.7
Buenia massutii	226.0	2.2	6.6	63.2
Eurynome aspera	62.3	1.9	5.8	69.0
Inachus dorsettensis	70.9	1.9	5.5	74.6
Pagurus prideaux	81.5	1.0	3.1	77.7
Ascidia mentula	33.1	0.9	2.6	80.3
Arnoglossus laterna	19.6	0.7	2.0	82.3
Dardanus arrosor	56.4	0.6	1.9	84.2
Liocarcinus maculatus	15.3	0.6	1.8	86.0
Serranus hepatus	16.2	0.6	1.8	87.7
Hyalinoecia tubicola	19.7	0.5	1.6	89.4
Lepidotrigla cavillone	14.9	0.5	1.5	90.8
Grupo j: 121-139 m; SIM= 46.28%				
Gryphus vitreus	1978.6	29.3	63.2	63.2
Anapagurus laevis	2081.5	12.5	27.0	90.3
Grupo a: 36-45 m; SIM= 25.35%				
Ophiopsila aranea	4472.7	10.2	40.2	40.2
Eurynome aspera	479.1	4.2	16.7	56.9
Echinaster (Echinaster) sepositus	427.5	2.5	10.0	66.9
Halocynthia papillosa	177.2	1.7	6.6	73.6
Ophioconis forbesi	219.1	1.6	6.4	80.0
Ophiomyxa pentagona	433.7	1.5	5.8	85.8
Sphaerechinus granularis	595.7	1.2	4.6	90.4
Grupo l: 159-254 m; SIM= 25.93%				
Leptometra phalangium	2532.1	19.1	73.6	73.6
Lophogaster typicus	32.9	1.5	5.8	79.4
Lesueurigobius friesii	23.2	1.1	4.1	83.4

Especie	A	Av.Sim	Contr.%	Cum.%
Cymbulia peronii	17.7	0.9	3.6	87.0
Anapagurus laevis	11.6	0.6	2.2	89.2
Funiculina quadrangularis	7.8	0.3	1.3	90.5
Grupo p: 426-518 m; SIM= 28.08%				
Anapagurus laevis	11.9	5.1	18.1	18.1
Laetmonice hystrix	9.3	4.4	15.5	33.6
Aporrhais serresiana	21.1	2.9	10.3	43.9
Parapenaeus longirostris	12.5	2.9	10.3	54.2
Philocheras bispinosus	10.7	2.8	10.1	64.3
Ebalia nux	12.5	2.2	7.8	72.1
Plesionika gigliolii	10.7	2.1	7.6	79.7
Processa canaliculata	3.3	1.4	5.1	84.7
Aegaeon cataphractus	2.6	0.7	2.6	87.3
Meganyctiphanes norvegica	6.6	0.7	2.6	89.9
Ebalia granulosa	2.0	0.7	2.5	92.4

En cuanto a la distribución geográfica de las comunidades identificadas las muestras pertenecientes a los grupos del clúster obtenido en el margen peninsular de la demarcación Levantino-Balear pertenecen a zonas geográficas diferenciadas, encontrándose las muestras con algas en la parte sur de esta Demarcación, mientras que las muestras con el crinoideo *Leptometra phalangium* se encuentran principalmente en la zona del margen de la plataforma continental del delta del Ebro (Figura 6). En cambio, en las Islas Baleares, los grupos obtenidos del clúster están más influenciados por la distribución batimétrica de las muestras, que por la zona geográfica.

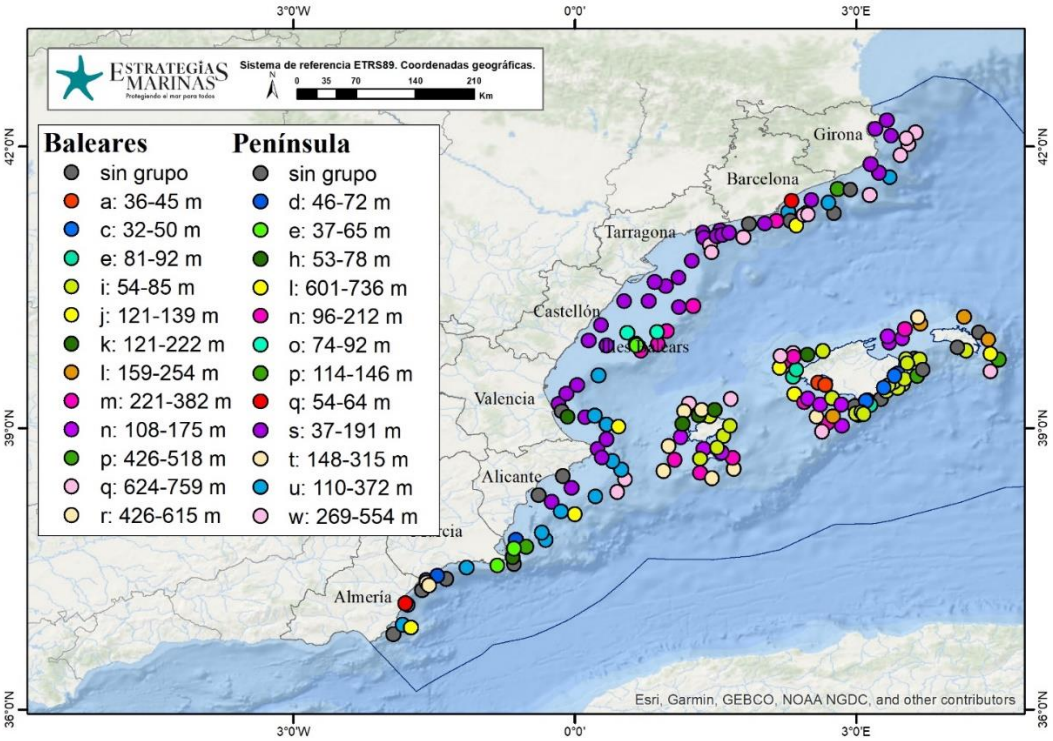


Figura 6. Mapa con las estaciones de patín epi-bentónico, realizadas durante las campañas CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122, donde se representan las muestras agrupadas en los clústers de la Península Ibérica y las Islas Baleares. Los números y colores de las etiquetas representan la profundidad y el grupo al que pertenece cada muestra. Isóbatas: 50, 100, 200, 500 y 800 m.

3.3 Comparación de la eficiencia de muestreo

En los muestreos con patín epi-bentónico se obtienen valores mayores de abundancia media estandarizada (o biomasa en el caso de esponjas y algas) por área (Figura 7) que en los muestreos con el arrastre de arrastre experimental GOC-73, para nueve grupos taxonómicos (algas, ascidias, bivalvos, cnidarios, crustáceos, equinodermos, peces, gasterópodos y esponjas) en el estrato B, ocho grupos taxonómicos (ascidias, bivalvos, braquiópodos, cnidarios, crustáceos, equinodermos, peces y gasterópodos) en el estrato C, seis grupos taxonómios (bivalvos, braquiópodos, crustáceos, equinodermos, gasterópodos y esponjas) en el estrato D, y sólo cuatro grupos taxonómicos (bivalvos, cefalópodos, crustáceos y equinodermos) en el estrato E (Figura 7).Como se ve reflejado en el rango expresado por el eje Y de la figura, los valores de abundancia obtenidos con patín epi-bentónico presentan un marcado gradiente a lo largo de los estratos. En el estrato B, los valores oscilan entre 15 y 67 ind/250 m^2 para ascidias, bivalvos, equinodermos, peces y gasterópodos, superan los 100 ind/250 m^2 en el caso de los crustáceos y son inferiores a 5 ind/250 m^2 para braquióposos, cefalópodos y cnidarios. Para las algas y para las esponjas presentan valores de 0.3 kg/250 m^2 y 23 kg/250 m^2, respectivamente. Estos valores se van reduciendo con la profundidad, hasta llegar a mínimos en el estrato E, donde los valores medios están comprendidos entre 0 y 1 ind/250 m^2 y sólo en el caso de los crustáceos alcanzan 11.8 ind/250 m^2. Este gradiente de abundancia con la profundidad no se observa en las muestras obtenidas con GOC-73, que para la mayoría de los grupos y en todos los estratos muestra valores que oscilan entre 0 y 5 ind/250 m^2. Los grupos más abundantes

en las muestras con patín son crustáceos, equinodermos, peces y gasterópodos, y en el estrato B también las algas. En las muestras con GOC-73, los grupos más abundantes son peces, equinodermos y crustáceos.

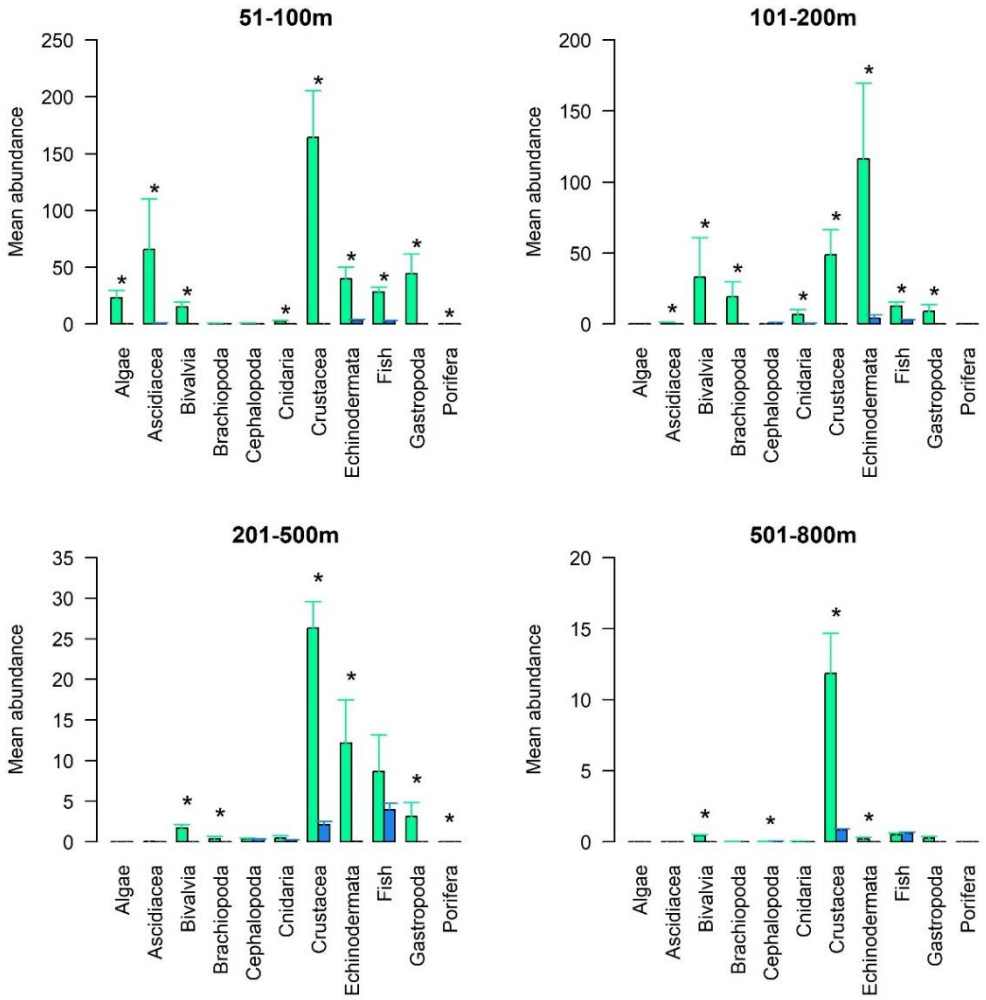


Figura 7. Abundancia media estandarizada (ind/250 m^2) y error estándar, por grupo taxonómico y estrato batimétrico. En azul se representan los datos del arte de arrastre experimental con puertas GOC-73 (GOC) y en verde los del patín epi-bentónico (BT). Algas y esponjas se presentan en kg/250 m^2.

En el caso de la riqueza específica (Figura 8), las diferencias entre muestreadores también variaron en función del grupo taxonómico. Valores significativamente superiores de *S* se observaron con el patín epi-bentónico respecto a los de GOC-73 para los bivalvos en todos los estratos de profundidad, para los crustáceos y gasterópodos en los estratos B, C y D, para los equinodermos en los estratos C, D y E, y para las esponas en el estrato D. Valores superiores de riqueza para el GOC-73 sólo se obtuvieron para los peces y cefalópodos en todos los estratos.

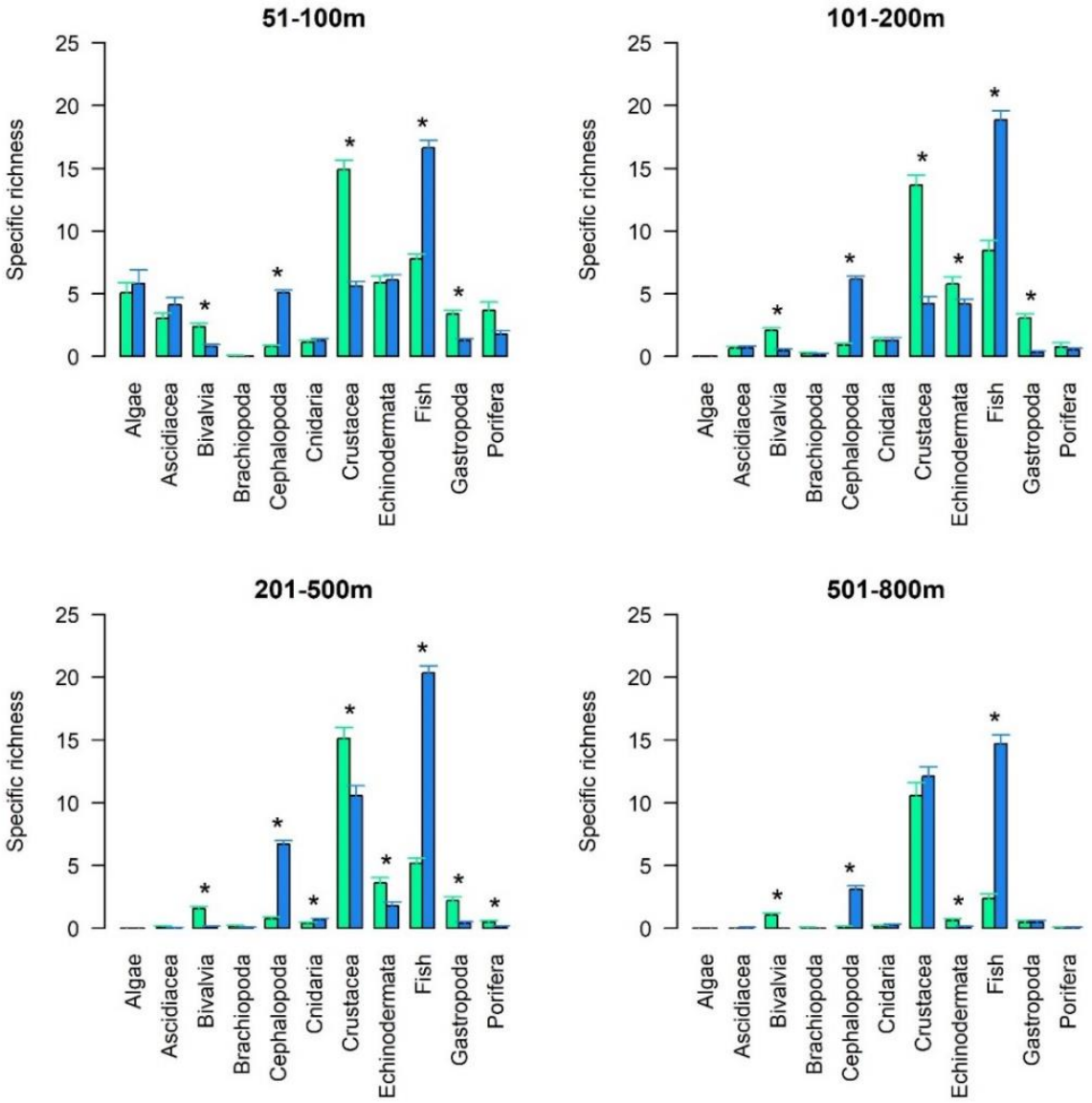


Figura 8. Riqueza específica media (número de especies o taxones) por grupo taxonómico y estrato batimétrico. En azul se representan los datos del arte de arrastre experimental con puertas GOC-73 (GOC) y en verde los del patín epi-bentónico (BT).

Sobre el total de estaciones seleccionadas para la comparativa, se registraron 428 especies con el arte de arrastre experimental GOC-73 y 605 con patín epi-bentónico, resultando un total de 595 especies (Tabla 4). De este total de especies, un 36% se registraron con ambos muestreadores, un 21% solo se detectó con GOC-73 y un 43% se detectó exclusivamente con patín. El número de especies detectado exclusivamente con patín epi-bentónico fue superior al detectado con GOC-73 para los crustáceos, equinodermos, braquiópodos y bivalvos en todos los estratos de profundidad, mientras que para peces y cefalópodos fue siempre superior para el GOC-73.

Tabla 4. Número total de especies por estrato de profundidad (B: 50-100 m, C: 101-200 m, D: 201-500 m and E: 501-800 m) y muestreador (BT: patín epibentónico; GOC: arte de arrastre experimental GOC-73).

Estrato	BT	GOC	Total	Compartidas
B	471	311	585	197
C	234	183	315	101
D	213	186	304	94
E	93	117	165	44
Total	595	428	751	272

En las Tablas S1-S4 se muestran las especies más abundantes para cada muestreador en cada estrato batimétrico. Se observan diferencias importantes en la composición de las capturas para algunos grupos taxonómicos, según que sean especies de carácter más bentónico o demersal y también debido al tamaño de las especies. En el estrato B, por ejemplo, crustáceos como *Anapagurus laevis* y *Ebalia tuberosa*, peces como *Buenia massuti* y *Odondebuenia balearica* y equinodermos como *Ophiura albida* y *Ophioconis forbesi*, de talla pequeña, aparecen entre las especies más capturadas con el patín epi-bentónico y no con el arte de arrastre experimental GOC-73. En cambio, especies de carácter demersal, como pueden ser los peces *Merluccius merluccius* o *Mullus barbatus barbatus* son de las más capturadas con el GOC-73, pero no con el patín.

A nivel general, la pendiente de la curva de acumulación de especies se suaviza con un número menor de muestras acumuladas con el arte de arrastre experimental GOC-73 que con patín epi-bentónico (Figura 9). Esta diferencia entre muestreadores es más notable en los estratos B y C, que muestran curvas más divergentes al aproximarse al número máximo de estaciones de muestreo, lo que refleja la mayor heterogeneidad de hábitats en estos estratos. Para entender estas diferencias entre muestreadores, hay que tener en cuenta que el área barrida es notablemente superior con GOC-73 (un orden de magnitud) que con patín. De hecho, para las estaciones seleccionadas se barrieron un total de 10650700 m^2 con GOC-73 y 213184 m^2 con patín epi-bentónico.

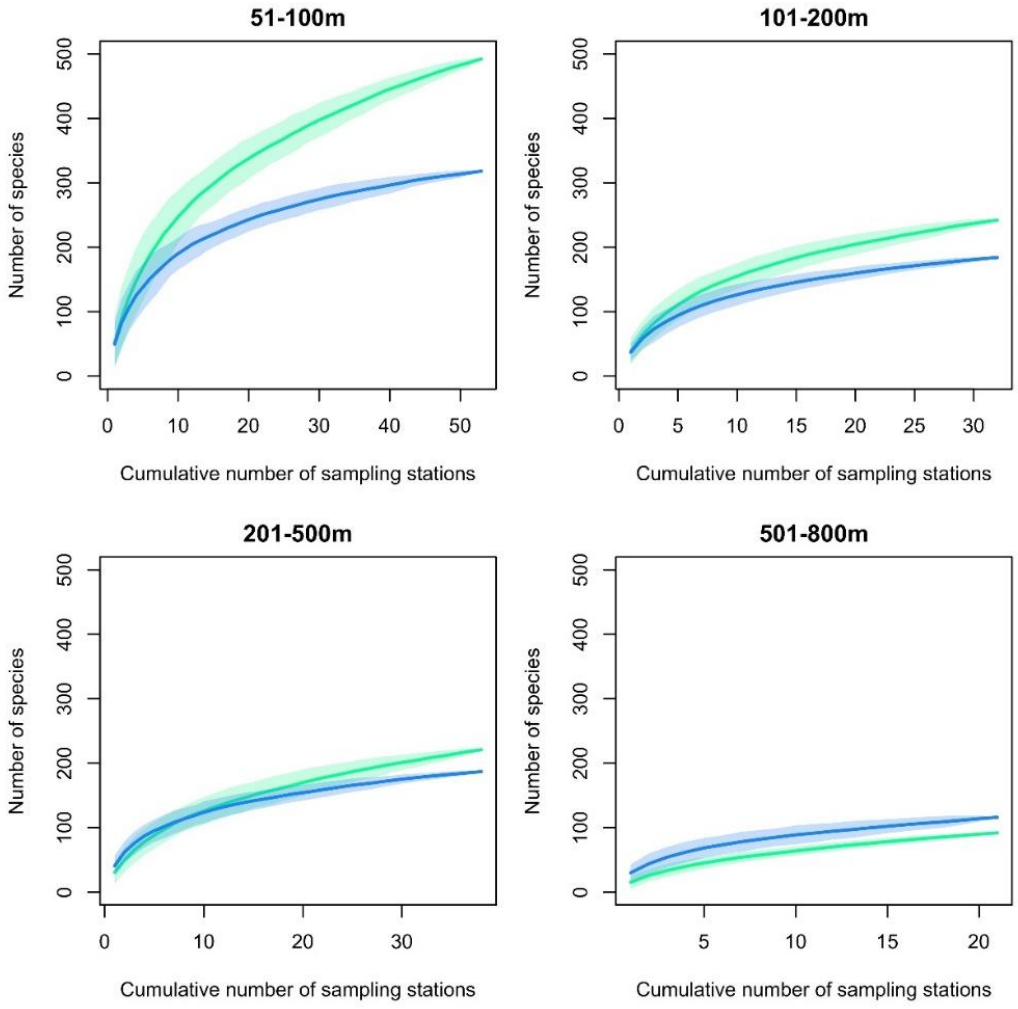


Figura 9. Curva de acumulación de especies para cada muestreador y por estrato batimétrico: B (51-100 m), C (101-200 m), D (201-500 m) y E (501-800 m). En azul se representan los datos del arte de arrastre experimental GOC-73 (GOC) y en verde los datos del patín epi-bentónico (BT).

Las densidades de las especies formadoras de hábitats, tanto en abundancia como en biomasa estandarizada, son superiores en el caso del patín epi-bentónico que con el arte de arrastre experimental con puertas GOC-73 para todas las especies consideradas. Para las estaciones seleccionadas, en las que se ha podido estimar su densidad a partir de video submarino, se observa que sus mayores densidades se obtuvieron a partir de las observaciones con trineo fotogramétrico (Tabla 5). El porcentaje de muestras en el que aparece cada una de estas especies por muestreador varía mucho, dependiendo de la especie (Figura 10). Mientras especies con altas densidades, principalmente algas, se capturan bien con ambos muestreadores, otras especies menos abundantes, como algunas ascidias, aparecen en un mayor porcentaje de las muestras con GOC-73.

Tabla 5. Abundancias (individuos/250 m^2) de *Leptometra phalangium* y *Funiculina quadrangularis* obtenidos del patín epibentónico (BT), arte de arrastre experimental GOC-73 (GOC) y trineo fotogramétrico (PS). Sólo se presentan las estaciones que presentaron valores de abundancia para cada especie con todos los muestreadores.

Especie	Estación	BT	GOC	PS
Leptometra phalangium	*1*	2.37	0.04	5.38
	2	113.04	0.03	477.86
	3	58.29	46.02	1221.64
	4	970.72	7.74	1872.03
	5	96.72	74.80	1040.21
Funiculina quadrangularis	*6*	2.22	0.05	4.31
	7	2.41	2.82	95.59
	8	1.03	0.01	10.73
	9	10.12	2.85	105.69
	10	1.64	0.67	4.76
	11	1.24	1.60	13.35
	12	35.92	4.31	2454.16
	13	0.60	0.47	32.49
	14	43.81	2.86	195.36
	15	2.15	0.10	44.45
	16	0.20	0.03	0.96

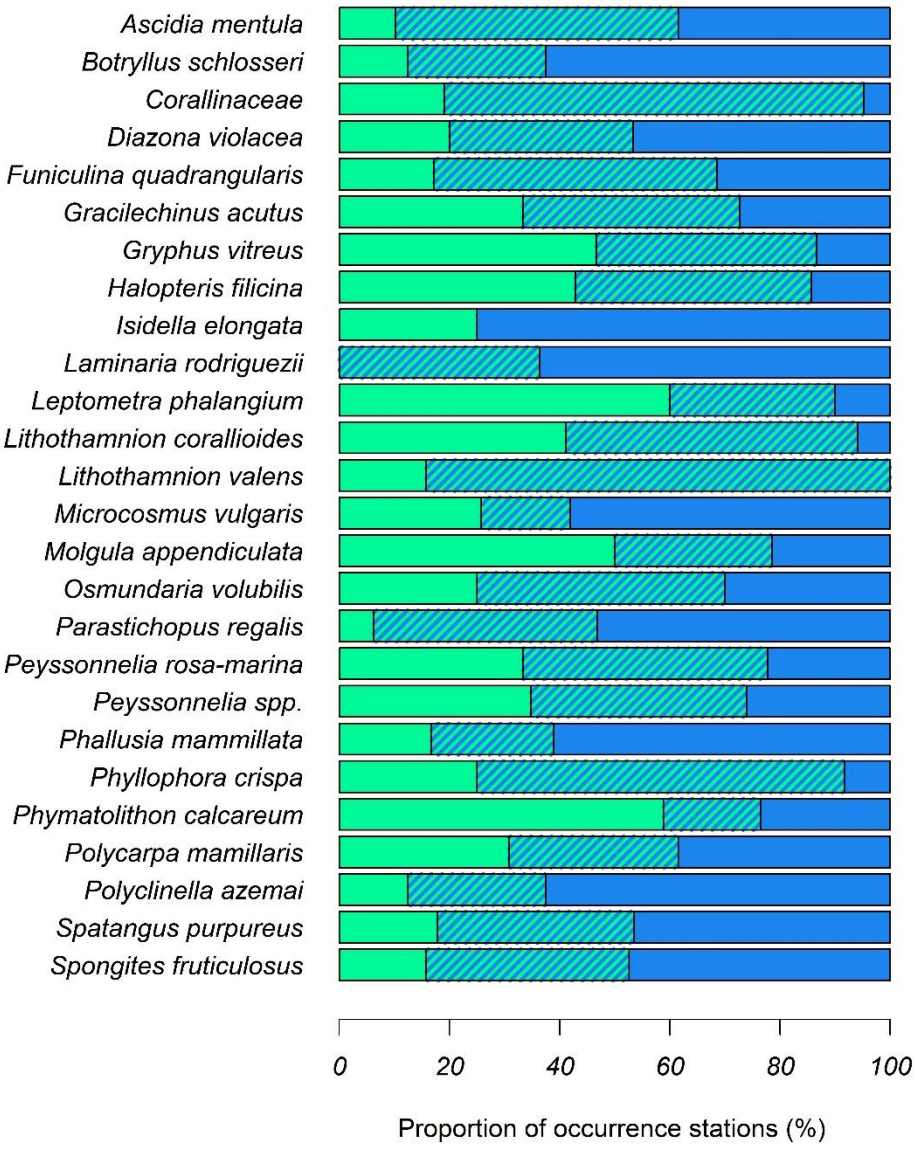


Figura 10. Porcentaje de estaciones en las que aparece cada una de las especies estructurantes consideradas en este informe. Los porcentajes de estaciones con el arte de arrastre experimental GOC-73 se representan en azul y los de patín epi-bentónico en verde. Los porcentajes de estaciones compartidas por ambos muestreadores se presentan en una trama verde y azul.

4 Conclusiones

El análisis de los resultados de las campaña CIRCA-LEBA-1121 y CIRCA-LEBA-1122 muestran que las comunidades epi-bentónicas de la Demarcación Levantino-Balear se agrupan en función de la profundidad y de especies formadoras de hábitats, como *Leptometra phalangium*, *Gryphus vitreus* y algas, principalmente rodolitos, aunque en alguno de estos fondos se han encontrado otras especies importantes para la caracterización de los hábitats epi-bentónicos, como pueden ser ascidias y otros equinodermos en el caso de los fondos de rodolitos.

Se observan diferencias entre las comunidades epi-bentónicas identificadas en las Islas Baleares y la Península Ibérica, principalmente debidas a la mayor presencia de comunidades algales en el Archipiélago Balear.

La comparativa de muestreadores de la flora y fauna bentónica, sugiere que los resultados obtenidos con el arte de arrastre experimental con puertas GOC-73 y patín epi-bentónico son complementarios y ambos necesarios para tener una buena estimación de la diversidad de las comunidades epi-bentónicas.

El patín epi-bentónico ha mostrado ser más eficiente que el GOC-73 para el muestreo de especies bentónicas, dando estimaciones más precisas de la abundancia y biomasa de especies epi-bentónicas, incluidas aquellas que son indicadoras de hábitat. No obstante, estas estimaciones son todavía inferiores a las observadas con trineo fotogramétrico.

Aunque los hábitats muestreados han sido los mismos, una importante fracción de las especies recolectadas ha sido recolectada únicamente con uno de los dos muestreadores.

La diferencia entre las áreas muestreadas con patín epi-bentónico y el arte de arrastre experimental con puertas GOC-73, confiere mayor eficiencia de muestreo al patín en el caso de especies con distribución parcheada (*patchiness distribution*).

La mayor heterogeneidad de hábitats detectada con el patín epi-bentónico, en comparación con el GOC-73, sugiere que la intensidad de muestreo debería intensificarse en el caso de querer tener bien caracterizadas las comunidades epi-bentónicas de toda la Demarcación Levantino-Balear.

El uso de ambas metodologías de muestreo implica una mejora en las estimaciones de biodiversidad y la descripción de los hábitats epi-bentónicos, permitiendo una mejor evaluación de los impactos antropogénicos sobre estos hábitats y, por tanto, mejorando los objetivos requeridos para los Descriptores 1 y 6 de las Estrategias Marinas.

5 Referencias

Bertrand, J.A., Gil de Sola, L., Papaconstantinou, C., Relini, G., Souplet, A. (2002). The general specifications of the MEDITS surveys. Scientia Marina, 66: 9-17.

Clarke, K.R., Gorley, R.N. (2015). PRIMER v7 User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRI-MER-E: Plymouth, 296 pp.

Dremière P.-Y., Fiorentini, L., Cosimi, G., Leonori, I., Sala, A., Spagnolo, A. (1999). Escapement from the main body of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS). Aquatic Living Resources, 12(3): 207.217.

Farriols, M.T., Serrat, A., Ordines, F., Frank, A., Parejo, A., Massutí, E. En preparación. Improving the efficiency of benthic species and communities sampling.

Farriols M.T., Parejo, A., Calero, B., Frank, A., Ordines, F., Farré, M., Joher, S., Parra, Z., Abelló, P., Massutí, E. (2023). Informe Campaña CIRCA-LEBA-1122. IEO, 87 pp.

Farriols M.T., Serrat, A., Frank, A., Díaz, J. Ordines, F., Farré, M., Muñoz, I.M., Guijarro, E., Massutí, E. (2022). Informe Campaña CIRCA-LEBA-1121. IEO, 87 pp.

Fiorentini L., Dremière, P.Y., Leonori, I., Sala, A., Palumbo, V. (1999). Efficiency of the bottom trawl used for the Mediterranean international trawl survey (MEDITS). Aquatic Living Resources, 12(3): 187-205.

Gotelli, N.J., Colwell, R.K. (2001). Quantifying Biodiversity: Procedures and Pitfalls in the Measurement and Comparison of Species Richness. Ecology Letters, 4: 379-391.

Massutí, E., Moranta, J. (2003). Demersal assemblages and depth distribution of elasmobranchs from the continental shelf and slope off the Balearic Islands (western Mediterranean). ICES Journal of Marine Science, 60: 753-766.

MEDITS Working Group (2017). MEDITS-Handbook. Version nº 9. MEDITS Working Group, 106 pp.

Plaza-Morlote, M., García-Alegre, A., González-Irusta, J. M., Torriente, A., Fernández-Arcaya, U., Punzón, A. and Serrano, A. (2023). Sentinels of the Seabed. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the North-East Atlantic. OSPAR Commission, London.

Quetglas, A., Guijarro, B., Ordines F., Massutí, E. (2012(. Stock boundaries for fisheries assessment and management in the Mediterranean: the Balearic Islands as a case study. Scientia Marina, 76:17-28.

Ramírez-Amaro S., Ordines, F., Esteban, A., García, C., Guijarro, B., Salmerón, F., Terrasa, B., Massutí, E. (2020). The diversity of recent trends for chondrichthyans in the Mediterranean reflects fishing exploitation and a potential evolutionary pressure towards early maturation. Scientific Reports, 10: 547.

Serrano, A., de la Torriente, A., Punzón, A., Blanco, M., Bellas, J., Durán-Muñoz, P., Murillo, F.J., Sacau, M., García-Alegre, A., Antolínez, A., Elliot, S., Guerin, L., Vina-Herbón, C., Marra, S., González-Irusta, J. M. (2022). Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. Ecological indicators, 140, 108979.

Spedicato, M.T., Massutí, E., Mérigot, B., Tserpes, G., Jadaud, A., Relini, G. (2019). The MEDITS trawl survey specifications in an ecosystem approach to fishery management. Scientia Marina, 83(S1): 9-20.

Tabla S1. Especies con mayor abundancia media (A: ind/250 m^2), por grupo taxonómico y muestreador (GOC: arte de arrastre experimental GOC-73, BT: patín epi-bentónico) en el estrato de profundidad B (51-100 m). Algas y esponjas en kg/250 m^2.

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
Algas				0.060
	Corallinaceae	8.436	*Laminaria rodriguezii*	
				0.052
	Spongites fruticulosus	3.073	*Osmundaria volubilis*	
				0.039
	Lithothamnion valens	2.904	*Corallinaceae*	
				0.029
	Peyssonnelia spp.	2.329	*Peyssonnelia spp.*	
				0.028
	Lithothamnion corallioides	1.509	*Lithothamnion valens*	
				0.022
	Phymatolithon calcareum	1.265	*Spongites fruticulosus*	
				0.020
	Osmundaria volubilis	0.679	*Phyllophora crispa*	
				0.015
	Phyllophora crispa	0.582	*Halopteris filicina*	
				0.010
	Laminaria rodriguezii	0.553	*Halopithys incurva*	
				0.008
	Peyssonnelia rosa-marina	0.506	*Udotea petiolata*	
Ascidias		24.568		0.200
	Molgula appendiculata		*Aplidium nordmanni*	
		24.535		0.177
	Polycarpa mamillaris		*Polycarpa mamillaris*	
				0.150
	Aplidium nordmanni	3.564	*Ciona spp.*	
				0.072
	Ciona spp.	3.528	*Ascidia mentula*	
				0.044
	Aplidium spp.	2.515	*Polyclinella azemai*	
				0.041
	Phallusia mammillata	1.954	*Microcosmus vulgaris*	
				0.021
	Ascidia mentula	1.580	*Molgula appendiculata*	
				0.014
	Ascidiella spp.	1.062	*Diazona violacea*	
				0.012
	Synoicum blochmanni	0.732	*Phallusia mammillata*	
				0.010
	Microcosmus vulgaris	0.683	*Botryllus schlosseri*	
Bivalvos				0.101
	Neopycnodonte cochlear	6.557	*Neopycnodonte cochlear*	
				0.006
	Aequipecten opercularis	2.807	*Aequipecten opercularis*	

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
	Mimachlamys varia	0.816	*Pteria hirundo*	0.002
	Laevicardium crassum	0.678	*Mimachlamys varia*	0.001
	Venus verrucosa	0.603	*Venus nux*	0.001
	Nucula sulcata	0.594	*Anadara gibbosa*	0.000
	Glycymeris glycymeris	0.478	*Acanthocardia aculeata*	0.000
	Palliolum incomparabile	0.392	*Chlamys flexuosa*	0.000
	Venus nux	0.344	*Pecten maximus*	0.000
	Talochlamys pusio	0.225	*Glossus humanus*	0.000
Braquiópodos	*Megerlia truncata*	0.351		
	Joania cordata	0.085		
Cefalópodos				0.122
	Sepietta oweniana	0.315	*Alloteuthis media*	0.066
	Sepia elegans	0.167	*Illex coindetii*	0.064
	Rossia macrosoma	0.100	*Loligo vulgaris*	0.062
	Octopus vulgaris	0.072	*Octopus vulgaris*	0.037
	Eledone cirrhosa	0.046	*Alloteuthis subulata*	0.013
	Sepiola robusta	0.037	*Eledone moschata*	0.008
	Sepia officinalis	0.036	*Sepia elegans*	0.008
			Sepia officinalis	0.003
			Sepietta oweniana	0.002
			Abralia veranyi	0.026
Cnidarios				0.022
	Sertularella gayi	0.867	*Alcyonium palmatum*	0.012
	Alcyonium palmatum	0.450	*Epizoanthus spp.*	0.013
	Nemertesia antennina	0.313	*Funiculina quadrangularis*	0.008
	Eunicella filiformis	0.301	*Pennatula rubra*	0.000
	Pennatula phosphorea	0.159	*Pteroeides spinosum*	0.000

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
				1
	Alcyonium coralloides	0.144	*Veretillum cynomorium*	0.001
	Funiculina quadrangularis	0.055	*Pennatula phosphorea*	0.000
	Modeeria rotunda	0.026	*Pteroeides griseum*	0.000
	Alcyonium acaule	0.023	*Cerianthus membranaceus*	0.000
	Alicia mirabilis	0.023		
Crustáceos		33.951		0.126
	Galathea intermedia		*Dardanus arrosor*	
	Dardanus arrosor	18.322	*Inachus thoracicus*	0.120
	Inachus dorsettensis	17.309	*Inachus dorsettensis*	0.094
	Eurynome aspera	10.468	*Pagurus prideaux*	0.072
	Anapagurus laevis	9.739	*Macropodia tenuirostris*	0.034
	Pagurus prideaux	8.300	*Macropodia linaresi*	0.028
	Inachus thoracicus	5.192	*Liocarcinus depurator*	0.024
	Ebalia tuberosa	4.704	*Macropodia rostrata*	0.015
	Pagurus forbesii	4.169	*Parapenaeus longirostris*	0.012
	Parthenopoides massena	3.782	*Pisa armata*	0.009
Equinodermos				1.369
	Ophiura albida	7.803	*Leptometra phalangium*	
	Ophioconis forbesi	5.706	*Spatangus purpureus*	0.793
	Spatangus purpureus	4.974	*Sphaerechinus granularis*	0.590
	Sphaerechinus granularis	3.212	*Echinaster (E.) sepositus*	0.107
	Ophiura ophiura	2.161	*Trachythyone spp.*	0.038
	Echinaster (E.) sepositus	2.032	*Hacelia attenuata*	0.036
	Astropecten irregularis	1.692	*Ophiura ophiura*	0.027
	Leptometra phalangium	1.141	*Astropecten irregularis*	0.027

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
	Hacelia attenuata	1.089	*Ophiomyxa pentagona*	0.019
	Ophiomyxa pentagona	0.948	*Parastichopus regalis*	0.019
Peces				
	Buenia massutii	8.213	*Trisopterus minutus*	0.594
	Arnoglossus laterna	2.028	*Mullus barbatus*	0.305
	Odondebuenia balearica	1.668	*Pagellus acarne*	0.230
	Gobius xoriguer	1.522	*Mullus surmuletus*	0.198
	Serranus hepatus	1.333	*Serranus hepatus*	0.176
	Lesueurigobius friesii	1.288	*Serranus cabrilla*	0.170
	Lesueurigobius suerii	1.228	*Scyliorhinus canicula*	0.170
	Diplecogaster bimaculata	1.220	*Merluccius merluccius*	0.164
	Vanneaugobius dollfusi	1.190	*Chelidonichthys lastoviza*	0.152
	Gobius gasteveni	0.870	*Lepidotrigla cavillone*	0.131
Gasterópodos		33.379		0.017
	Turritellinella tricarinata		*Berthella aurantiaca*	
	Turritella spp.	3.393	*Pleurobranchus testudinarius*	0.007
	Calyptraea chinensis	2.029	*Umbraculum umbraculum*	0.007
	Gibbula magus	1.476	*Bolma rugosa*	0.004
	Calliostoma granulatum	0.696	*Turritella spp.*	0.003
	Calliostoma conulus	0.486	*Diodora graeca*	0.002
	Bolma rugosa	0.361	*Aporrhais pespelecani*	0.002
	Ocinebrina aciculata	0.315	*Aplysia fasciata*	0.001
	Fusinus sp.	0.309	*Bolinus brandaris*	0.001
	Jujubinus exasperatus	0.245	*Xenophora crispa*	0.001
Esponjas				
	Haliclona sp2	0.073	*Suberites domuncula*	0.011

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
	Phorbas tenacior	0.046	*Chondrosia reniformis*	0.002
	Dictyonella incisa	0.040	*Axinella damicornis*	0.000
	Lissodendoryx sp2	0.036	*Cacospongia scalaris*	0.000
	Axinella damicornis	0.025	*Haliclona mediterranea*	0.000
	Siphonochalina sp.	0.011	*Mycale (A.) contarenii*	0.000
	Tethya sp2	0.009	*Desmacella annexa*	0.000
	Haliclona sp9	0.007	*Petrosia (P.) ficiformis*	0.000
	Dysidea sp1	0.007	*Aplysina aerophoba*	0.000
	Suberites domuncula	0.006	*Axinella verrucosa*	0.000

Tabla S2. Especies con mayor abundancia media (A: ind/250 m^2), por grupo taxonómico y muestreador (GOC: arte de arrastre experimental GOC-73, BT: patín epi-bentónico) en el estrato de profundidad C (101-200 m). Algas y esponjas en kg/250 m^2.

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
Ascidias	*Ascidiella spp.*	0.999	*Diazona violacea*	0.010
	Diazona violacea	0.068	*Ascidiella spp.*	0.008
	Polycarpa mamillaris	0.059	*Ascidia mentula*	0.001
	Ascidia virginea	0.012	*Dendrodoa grossularia*	0.000
	Ascidia mentula	0.006	*Microcosmus vulgaris*	0.000
			Ciona spp.	0.000
			Polycarpa mamillaris	0.000
			Phallusia mammillata	0.000
Bivalvos	*Neopycnodonte cochlear*	29.032	*Neopycnodonte cochlear*	0.058
	Pseudamussium clavatum	2.584	*Venus nux*	0.007
	Nucula sulcata	0.345	*Pteria hirundo*	0.001
	Cuspidaria cuspidata	0.172	*Donax trunculus*	0.000
	Fabulina fabula	0.154	*Anadara gibbosa*	0.000
	Peronidia albicans	0.119		
	Arcopella balaustina	0.083		
	Cuspidaria rostrata	0.082		
	Abra longicallus	0.079		
	Anomia ephippium	0.070		
Braquiópodos	*Gryphus vitreus*	19.260	*Gryphus vitreus*	0.026
	Joania cordata	0.064		
Cefalópodos	*Sepietta oweniana*	0.189	*Alloteuthis media*	0.438
	Rossia macrosoma	0.056	*Illex coindetii*	0.204
	Sepia orbignyana	0.031	*Loligo forbesii*	0.090
	Eledone cirrhosa	0.025	*Sepia orbignyana*	0.013
	Sepiola robusta	0.018	*Scaeurgus unicirrhus*	0.011
	Rondeletiola minor	0.016	*Sepietta oweniana*	0.007
	Sepia elegans	0.013	*Alloteuthis subulata*	0.006
	Scaeurgus unicirrhus	0.006	*Abralia veranyi*	0.006
			Eledone cirrhosa	0.005
			Octopus vulgaris	0.005
Cnidarios	*Funiculina quadrangularis*	5.377	*Funiculina quadrangularis*	0.404
	Alcyonium palmatum	0.708	*Alcyonium palmatum*	0.033
	Kophobelemnon stelliferum	0.238	*Pennatula rubra*	0.015
	Pennatula phosphorea	0.196	*Pennatula phosphorea*	0.013
	Veretillum cynomorium	0.148	*Veretillum cynomorium*	0.000
	Sertularella gayi	0.070	*Pteroeides spinosum*	0.000
	Nemertesia antennina	0.055	*Cerianthus membranaceus*	0.000
	Acryptolaria conferta	0.046	*Eunicella spp.*	0.000
	Sertularella polyzonias	0.012	*Pteroeides griseum*	0.000
			Epizoanthus spp.	0.000

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
Crustáceos	*Anapagurus laevis*	22.212	*Parapenaeus longirostris*	0.130
	Lophogaster typicus	3.472	*Iridonida speciosa*	0.039
	Inachus dorsettensis	2.854	*Macropodia tenuirostris*	0.025
	Alpheus glaber	2.520	*Dardanus arrosor*	0.021
	Parapenaeus longirostris	2.407	*Macropipus tuberculatus*	0.017
	Solenocera membranacea	1.331	*Pagurus prideaux*	0.010
	Ebalia cranchii	1.227	*Liocarcinus depurator*	0.005
	Pagurus prideaux	1.174	*Scalpellum scalpellum*	0.005
	Chlorotocus crassicornis	1.074	*Inachus dorsettensis*	0.003
	Ebalia deshayesi	1.045	*Chlorotocus crassicornis*	0.002
Equinodermos	*Leptometra phalangium*	102.412	*Leptometra phalangium*	3.773
	Antedon mediterranea	3.107	*Gracilechinus acutus*	0.112
	Astropecten irregularis	2.634	*Astropecten irregularis*	0.063
	Ophiura (D.) carnea	1.754	*Parastichopus regalis*	0.041
	Sclerasteriasrichardi.	1.218	*Cidaris cidaris*	0.027
	Ophiopsila annulosa	1.107	*Echinus melo*	0.008
	Gracilechinus acutus	1.020	*Ophiura ophiura*	0.008
	Psammechinus microtuberculatus	0.656	*Tethyaster subinermis*	0.006
	Paraleptopentacta tergestina	0.537	*Antedon mediterranea*	0.005
	Ophiura ophiura	0.263	*Peltaster placenta*	0.005
Peces	*Lesueurigobius friesii*	4.571	*Merluccius merluccius*	0.596
	Buenia massutii	2.496	*Trisopterus minutus*	0.373
	Symphurus nigrescens	1.169	*Scyliorhinus canicula*	0.229
	Arnoglossus laterna	0.907	*Chelidonichthys cuculus*	0.223
	Pomatoschistus norvegicus	0.732	*Gadiculus argenteus*	0.165
	Callionymus maculatus	0.587	*Serranus hepatus*	0.161
	Serranus hepatus	0.499	*Lepidotrigla dieuzeidei*	0.155
	Arnoglossus rueppelii	0.218	*Mullus barbatus*	0.127
	Deltentosteus quadrimaculatus	0.141	*Lepidotrigla cavillone*	0.127
	Diplecogaster bimaculata	0.121	*Micromesistius poutassou*	0.091
Gasterópodos	*Turritellinella tricarinata*	5.400	*Xenophora crispa*	0.011
	Calliostoma granulatum	0.976	*Scaphander lignarius*	0.001
	Turritella spp.	0.608	*Cassidaria tyrrhena*	0.001
	Xenophora crispa	0.441	*Tethys fimbria*	0.000
	Gastropteron rubrum	0.366	*Umbraculum umbraculum*	0.000
	Pseudofusus pulchellus	0.326	*Bivetiella cancellata*	0.000
	Pleurobranchaea meckeli	0.191	*Turritella spp.*	0.000
	Scaphander lignarius	0.187		
	Calliostoma gubbiolii	0.093		
	Euspira fusca	0.068		
Esponjas	*Thenea muricata*	0.006	*Haliclona poecillastroides*	0.000

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
	Penares helleri	0.000	*Desmacella annexa*	0.000
	Poecillastra compressa	0.000	*Poecillastra compressa*	0.000
	Suberites domuncula	0.000	*Chondrosia reniformis*	0.000
	Myxilla (M.) rosacea	0.000	*Suberites domuncula*	0.000
	Bubaris sp3	0.000	*Ircinia oros*	0.000
	Forcepia (L.) luciensis	0.000	*Thenea muricata*	0.000
	Calcarea sp6	0.000	*Hamacantha falcula*	0.000
	Xestospongia sp1	0.000	*Myxilla (Myxilla) rosacea*	0.000
	Hemiasterella aristoteliana	0.000		

Tabla S3. Especies con mayor abundancia media (A: ind/250 m^2), por grupo taxonómico y muestreador (GOC: arte de arrastre experimental GOC-73, BT: patín epi-bentónico) en el estrato de profundidad D (201-500 m). Algas y esponjas en kg/250 m^2.

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
Ascidias		0.019		0.000
	Polycarpa mamillaris		*Phallusia mammillata*	
	Pyura spp.	0.005		
	Microcosmus vulgaris	0.004		
Bivalvos		0.478		0.001
	Nucula sulcata		*Neopycnodonte cochlear*	
	Fabulina fabula	0.413	*Spisula solida*	0.000
	Abra longicallus	0.350	*Pteria hirundo*	0.000
	Bathyarca philippiana	0.159		
	Cuspidaria rostrata	0.082		
	Neopycnodonte cochlear	0.057		
	Cuspidaria cuspidata	0.056		
	Tropidomya abbreviata	0.048		
	Venus nux	0.019		
	Cuspidaria sp.	0.016		
Braquiópodos		0.357		0.000
	Gryphus vitreus		*Gryphus vitreus*	
	Joania cordata	0.004		
Cefalópodos		0.229		0.116
	Sepietta oweniana		*Illex coindetii*	
	Rossia macrosoma	0.067	*Sepietta oweniana*	0.081
	Rondeletiola minor	0.029	*Abralia veranyi*	0.039
	Sepia orbignyana	0.010	*Rondeletiola minor*	0.025
	Eledone cirrhosa	0.009	*Loligo forbesii*	0.007
	Loligo vulgaris	0.005	*Alloteuthis media*	0.006
	Octopus salutii	0.005	*Eledone cirrhosa*	0.005

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
	Sepia elegans	0.005	*Todaropsis eblanae*	0.005
	Bathypolypus sponsalis	0.004	*Alloteuthis subulata*	0.004
			Sepia orbignyana	0.002
Cnidarios	*Funiculina quadrangularis*	0.392	*Funiculina quadrangularis*	0.143
	Veretillum cynomorium	0.015	*Alcyonium palmatum*	0.002
	Pennatula phosphorea	0.011	*Epizoanthus spp.*	0.000
	Sertularella gayi	0.010	*Pennatula rubra*	0.000
	Alcyonium palmatum	0.005	*Cerianthus membranaceus*	0.000
	Eunicella spp.	0.005	*Veretillum cynomorium*	0.000
Crustáceos	*Alpheus glaber*	3.250	*Plesionika heterocarpus*	1.056
	Plesionika heterocarpus	2.608	*Parapenaeus longirostris*	0.386
	Plesionika antigai	2.254	*Pasiphaea sivado*	0.218
	Chlorotocus crassicornis	2.101	*Plesionika gigliolii*	0.167
	Lophogaster typicus	1.884	*Plesionika martia*	0.063
	Iridonida speciosa	1.701	*Plesionika antigai*	0.057
	Calocaris macandreae	1.421	*Nephrops norvegicus*	0.044
	Parapenaeus longirostris	1.382	*Iridonida speciosa*	0.032
	Goneplax rhomboides	1.250	*Solenocera membranacea*	0.025
	Anapagurus laevis	1.172	*Plesionika edwardsii*	0.024
Equinodermos	*Leptometra phalangium*	7.450	*Parastichopus regalis*	0.008
	Ophiura (D.) carnea	2.423	*Cidaris cidaris*	0.004
	Astropecten irregularis	0.841	*Astropecten irregularis*	0.003
	Ophiocten affinis	0.249	*Brissopsis atlantica mediterranea*	0.001
	Brissopsis lyrifera	0.220	*Leptometra phalangium*	0.000

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
		0		1
	Amphiura filiformis	0.141	*Holothuria (P.) forskali*	0.001
	Oestergrenia digitata	0.122	*Tethyaster subinermis*	0.001
	Brissopsis atlantica mediterranea	0.094	*Gracilechinus acutus*	0.001
	Ophiocten abyssicolum	0.093	*Anseropoda placenta*	0.000
	Ophiura albida	0.071	*Echinus melo*	0.000
Peces		4.822		1.248
	Gadiculus argenteus	1.051	*Gadiculus argenteus*	0.793
	Symphurus nigrescens	0.676	*Micromesistius poutassou*	0.347
	Buenia lombartei	0.499	*Chlorophthalmus agassizi*	0.255
	Lesueurigobius friesii	0.395	*Coelorinchus caelorhincus*	0.201
	Gaidropsarus biscayensis	0.206	*Scyliorhinus canicula*	0.191
	Arnoglossus rueppelii	0.117	*Helicolenus dactylopterus*	0.163
	Lepidorhombus boscii	0.098	*Phycis blennoides*	0.145
	Scyliorhinus canicula	0.096	*Galeus melastomus*	0.110
	Phycis blennoides	0.087	*Lepidotrigla dieuzeidei*	0.073
	Callionymus maculatus	1.787	*Merluccius merluccius*	0.000
Gasterópodos	*Callumbonella suturalis*	0.289	*Aporrhais serresiana*	0.000
	Euspira fusca	0.280	*Bivetiella cancellata*	0.000
	Turritellinella tricarinata	0.248	*Scaphander lignarius*	0.000
	Aporrhais serresiana	0.093	*Xenophora crispa*	0.000
	Calliostoma granulatum	0.072	*Pseudosimnia carnea*	0.000
	Scaphander lignarius	0.065	*Aporrhais pespelecani*	0.000
	Pagodula echinata	0.052	*Cassidaria tyrrhena*	0.000
	Turritella spp.		*Cassidaria echinopora*	

	BT		GOC	
Grupo	Especie	A	Especie	A
	Fusiturris similis	0.025		
	Pseudosimnia adriatica	0.025		
Esponjas		0.003		0.000
	Thenea muricata		*Desmacella annexa*	0
	Dictyonella cf marsilii	0.000	*Thenea muricata*	0.000
	Cladorhiza abyssicola	0.000	*Rhizaxinella pyrifera*	0.000
	Crella sp	0.000	*Haliclona poecillastroides*	0.000
	Heteroxya sp.	0.000		
	Sympagella sp	0.000		

Tabla S4. Especies con mayor abundancia media (A: ind/250 m^2), por grupo taxonómico y muestreador (GOC: arte de arrastre experimental GOC-73, BT: patín epi-bentónico) en el estrato de profundidad E (501-800 m. Algas y esponjas en kg/250 m^2.

	BT		GOC	
Grupo	Especies	A	Especie	A
Ascidias			*Ciona spp.*	0.000
Bivalvos		0.282		
	Abra longicallus			
	Nucula sulcata	0.097		
	Palliolum incomparabile	0.007		
	Cuspidaria rostrata	0.006		
	Nucula nitidosa	0.006		
	Bathyarca philippiana	0.006		
	Cuspidaria cuspidata	0.006		
	Delectopecten vitreus	0.006		
Braquiópodos	*Gryphus vitreus*	0.012		
Cefalópodos		0.009		0.015
	Sepietta oweniana		*Abralia veranyi*	
	Bathypolypus sponsalis	0.006	*Histioteuthis reversa*	0.007
			Todarodes sagittatus	0.004
			Illex coindetii	0.004
			Sepietta oweniana	0.002
			Loligo forbesii	0.001
			Bathypolypus sponsalis	0.001
			Histioteuthis bonnellii	0.001
			Heteroteuthis dispar	0.000
			Octopus salutii	0.000
Cnidarios		0.019		0.001
	Alcyonium palmatum		*Isidella elongata*	
	Sertularella gayi	0.006	*Funiculina quadrangularis*	0.000

	BT		GOC	
Grupo	Especies	A	Especie	A
	Isidella elongata	0.006	*Veretillum cynomorium*	0.000
Crustáceos	*Calocaris macandreae*	7.411	*Plesionika martia*	0.243
	Amalopenaeus elegans	0.507	*Aristeus antennatus*	0.157
	Geryon longipes	0.354	*Geryon longipes*	0.096
	Monodaeus couchii	0.344	*Plesionika acanthonotus*	0.074
	Robustosergia robusta	0.304	*Plesionika gigliolii*	0.070
	Processa nouveli	0.281	*Pasiphaea multidentata*	0.046
	Plesionika acanthonotus	0.260	*Parapenaeus longirostris*	0.036
	Polycheles typhlops	0.251	*Polycheles typhlops*	0.024
	Aristeus antennatus	0.230	*Nephrops norvegicus*	0.023
	Alpheus glaber	0.196	*Robustosergia robusta*	0.019
Equinodermos	*Brissopsis lyrifera*	0.096	*Astropecten irregularis*	0.000
	Oestergrenia digitata	0.022	*Tethyaster subinermis*	0.000
	Astropecten irregularis	0.019		
	Ophiura (Dictenophiura) carnea	0.013		
	Ophiocten abyssicolum	0.013		
	Brissopsis atlantica mediterranea	0.012		
	Molpadia musculus	0.006		
	Amphiura filiformis	0.006		
	Amphiura chiajei	0.006		
Peces	*Gaidropsarus biscayensis*	0.198	*Galeus melastomus*	0.166
	Nezumia aequalis	0.075	*Phycis blennoides*	0.146
	Phycis blennoides	0.056	*Hymenocephalus italicus*	0.085

	BT		GOC	
Grupo	Especies	A	Especie	A
	Symphurus ligulatus	0.045	*Nezumia aequalis*	0.058
	Callionymus maculatus	0.019	*Coelorinchus caelorhincus*	0.055
	Hymenocephalus italicus	0.019	*Hoplostethus mediterraneus*	0.022
	Symphurus nigrescens	0.019	*Etmopterus spinax*	0.010
	Gadella maraldi	0.013	*Gadiculus argenteus*	0.008
	Mora moro	0.013	*Stomias boa boa*	0.007
	Galeus melastomus	0.013	*Notacanthus bonaparte*	0.006
Gasterópodos	*Aporrhais serresiana*	0.204	*Aporrhais serresiana*	0.004
	Euspira fusca	0.032	*Ranella olearium*	0.000
	Cavolinia inflexa	0.009	*Phalium saburon*	0.000
			Cassidaria tyrrhena	0.000
			Euspira fusca	0.000
Esponjas	*Thenea muricata*	0.000	*Penares helleri*	0.000