EVALUACIÓN DEL MEDIO MARINO
DM ESTRECHO Y ALBORÁN

Tercer ciclo de estrategias marinas

DESCRIPTOR 6

Anexo



Cofinanciado por la Unión Europea

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Fondos Europeos

ESTRATEGIAS MARINAS
Protegiendo el mar para todos

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Aviso legal: Los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados citando la fuente, y la fecha, en su caso, de la última actualización.

Edita: © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid 2025.

NIPO: 665-25-050-2

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado: https://cpage.mpr.gob.es

MITECO: www.miteco.es



Autores del documento

INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Emilio González-García
- Ana Mena-Torres
- Marina Gallardo-Núñez
- Javier Valenzuela
- Adrián Martín-Taboada
- Ángel Mateo-Ramírez
- José L. Rueda
- Cristina García-Ruiz
- María González-Aguilar
- Alejandro Martín Arjona
- Pablo Marina Ureña
- José Antonio Caballero Herrera

COORDINACIÓN GENERAL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO (SUBDIRECCIÓN GENERAL PARA LA PROTECCIÓN DEL MAR)

- Itziar Martín Partida
- Marta Martínez-Gil Pardo de Vera
- Lucía Martínez García-Denche
- Francisco Martínez Bedia
- Carmen Francoy Olagüe

COORDINACIÓN INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (IEO-CSIC)

- Antonio Punzón
- Jose Manuel González-Irusta
- Jose Luis Rueda
- Javier Urra Recuero
- Sandra Mallol Martínez
- David Díaz Viñolas
- Alberto Serrano López (Coordinación)
- Paula Valcarce Arenas (Coordinación)
- Mercedes Rodríguez Sánchez (Coordinación)
- Paloma Carrillo de Albornoz (Coordinación)

COORDINACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS. CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS (CEDEX-CEPYC)

- José Francisco Sánchez González

CARTOGRAFÍA Y BASES DE DATOS ESPACIALES (IEO-CSIC)

- Mº Olvido Tello Antón
- Luis Miguel Agudo Bravo
- Gerardo Bruque Carmona
- Paula Gil Cuenca



ÍNDICE

Autores del documento 3

CARACTERIZACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE PRESIONES HUMANAS Y SU INTERACCIÓN CON LOS BHT

1. Introducción 8
2. Material y métodos 9
2.1. Identificación de las actividades humanas y métodos de análisis 9
2.2. Caracterización de los efectos adversos sobre la condición del BHT (D6C5) 12
3. Resultados 14
4. Referencias 17
5. Material suplementario I: Matrices de interacciones entre presiones por hábitats 18

HÁBITATS DEL INFRALITORAL ROCOSO Y ARRECIFE BIOGÉNICO

1. Introducción 26
2. Métodos 27
2.1. Muestreo 27
2.1.1. Campañas 27
2.1.2. Metodología de muestreo 29
2.2. Identificación taxonómica 32
2.3. Análisis de los datos 35
2.3.1. Identificación de hábitats 35
2.3.2. Identificación de las especies características 36
2.3.3. Indicadores de BEA analizados 37
3. Resultados 47
3.1. Broad Habitat Type: "Roca infralitoral y arrecife biogénico" 47
3.1.1. Descripción del hábitat 47
3.1.2. Comparativa mapas EMODNET 49
3.1.3. Caracterización ambiental 51
3.1.4. Comunidades biológicas 54
3.1.5. Principales presiones 67
3.1.6. Indicadores e índices ecológicos 70
3.1.7. Evaluación preliminar 90
3.2. Other Habitat Types 97
4. Discusión 162
5. Referencias 164



ANEXO I: FLORA **168**
ANEXO II: FAUNA INVERTEBRADOS **173**
ANEXO III: FAUNA PECES **186**

HÁBITATS CIRCALITORALES Y BATIALES ROCOSOS (C2S3 – ESTRECHO Y ALBORÁN) BH2 Y APROXIMACIÓN BH1 - SoS

1. Introducción, antecedentes y objetivos **191**
2. Material y métodos **193**

2.1. Expediciones realizadas para la obtención de imágenes submarinas 194
2.2. Adquisición de imágenes submarinas con el ROV LIROPUS 2000 y Trineo fotogramétrico TASIFE 2013 200
2.3. Procesado de imágenes submarinas y muestras recolectadas con el ROV y TASIFE durante la campaña 204
2.4. Adquisición y procesado de datos acústicos durante la campaña 210
2.5. Procesado de imágenes submarinas y muestras recolectadas tras la campaña 214
2.6. Análisis de los datos 218

2.6.1. Identificación y caracterización de los hábitats 218
2.6.2. Nomenclatura de los hábitats y vinculación de éstos y de las especies con listados de hábitats y especies vulnerables y/o amenazadas 219
2.6.3. Cálculo de Indicadores 220

3. Resultados circalitoral y batial rocoso D6 ..... **225**

3.1. Benthic Broad Habitat Type (BBHT): "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" 225

3.1.1. Descripción 225
3.1.2. Especies catalogadas 231
3.1.3. Especies formadoras de hábitats 234
3.1.4. Especies sensibles 235
3.1.5. Índices multimétricos 237
3.1.6. Principales presiones en "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) 241
3.1.7. Imágenes representativas del BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" en la DMESAL 244

3.2. Benthic Broad Habitat Type (BBHT): Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico 250

3.2.1. Descripción 250
3.2.2. Especies catalogadas 252
3.2.3. Especies formadoras de hábitats 258
3.2.4. Especies sensibles 260
3.2.5. Indices Multimétricos 261
3.2.6. Principales presiones en "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" 265
3.2.7. Imágenes representativas del BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico superior o batial inferior" en la DMESAL 268

3.3. Benthic Broad Habitat Type (BBHT): "Roca circalitoral y arrecife biogénico" 273

3.3.1. Descripción 273
3.3.2. Especies catalogadas 274
3.3.3. Especies formadoras de hábitat 278
3.3.4. Especies sensibles 280
3.3.5. Indices multimétricos 280



3.3.6. Principales presiones en "Roca circalitoral y arrecife biogénico" 281
3.3.7. Imágenes representativas del BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" en la DMESAL....283
3.4. Other Habitat Type (OHT) 286
3.4.1. Other Habitat Type (OHT): "Roca batial con esponjas y gorgonias"....286
3.4.2. Other Habitat Type (OHT): "Roca batial con escleractinias"....300
3.4.3. Other Habitat Type (OHT): "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" 311
3.4.4. Other Habitat Type (OHT): "Roca circalitoral dominada por esponjas" 324
4. Conclusiones 332
5. Referencias 333

HÁBITATS CIRCALITORALES Y BATIALES SEDIMENTARIOS SoS (BH1-SoS Y BH3 INFORMADO POR BH1-SoS)

1. Introducción....336
2. Material y métodos....337
2.1. Preparación de datos 337
2.1.1. Distribución de los BHTs 337
2.1.2. Distribución de la intensidad de pesca 338
2.1.3. Datos de muestreo biológico de la abundancia (biomasa) de especies bentónicas 339
2.2. Aplicación del indicador SoS 346
2.3. Selección del umbral de calidad.... 347
2.4. Evaluación del indicador BH1-SoS 348
2.5. Aplicación del BH3 informado por BH1-SoS 349
3. Resultados....350
3.1. BBHTs evaluados con BH1-SoS 350
3.1.1. Especies centinela 350
3.1.2. Curvas de presión-estado, umbrales y evaluación cruzada....351
3.1.3. Mapas finales del grado de perturbación obtenidos con el indicador BH1-SoS 357
3.2. BBHTs evaluados con BH3 informado por BH1-SoS.... 359
3.3. Evaluación final 361
4. Referencias 364
Anexos.... 365



CARACTERIZACIÓN DE LA ACUMULACIÓN DE PRESIONES HUMANAS Y SU INTERACCIÓN CON LOS BHT



1. Introducción

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 (D6C1/D6C4) y perturbación (D6C2) 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 buen estado ambiental (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 (broad hábitat types) o el OHT (other hábitat types). 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 las estrategias marinas (EC, 2022)1 (). 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 1, así como al criterio que cuantifica cada una de ellas.

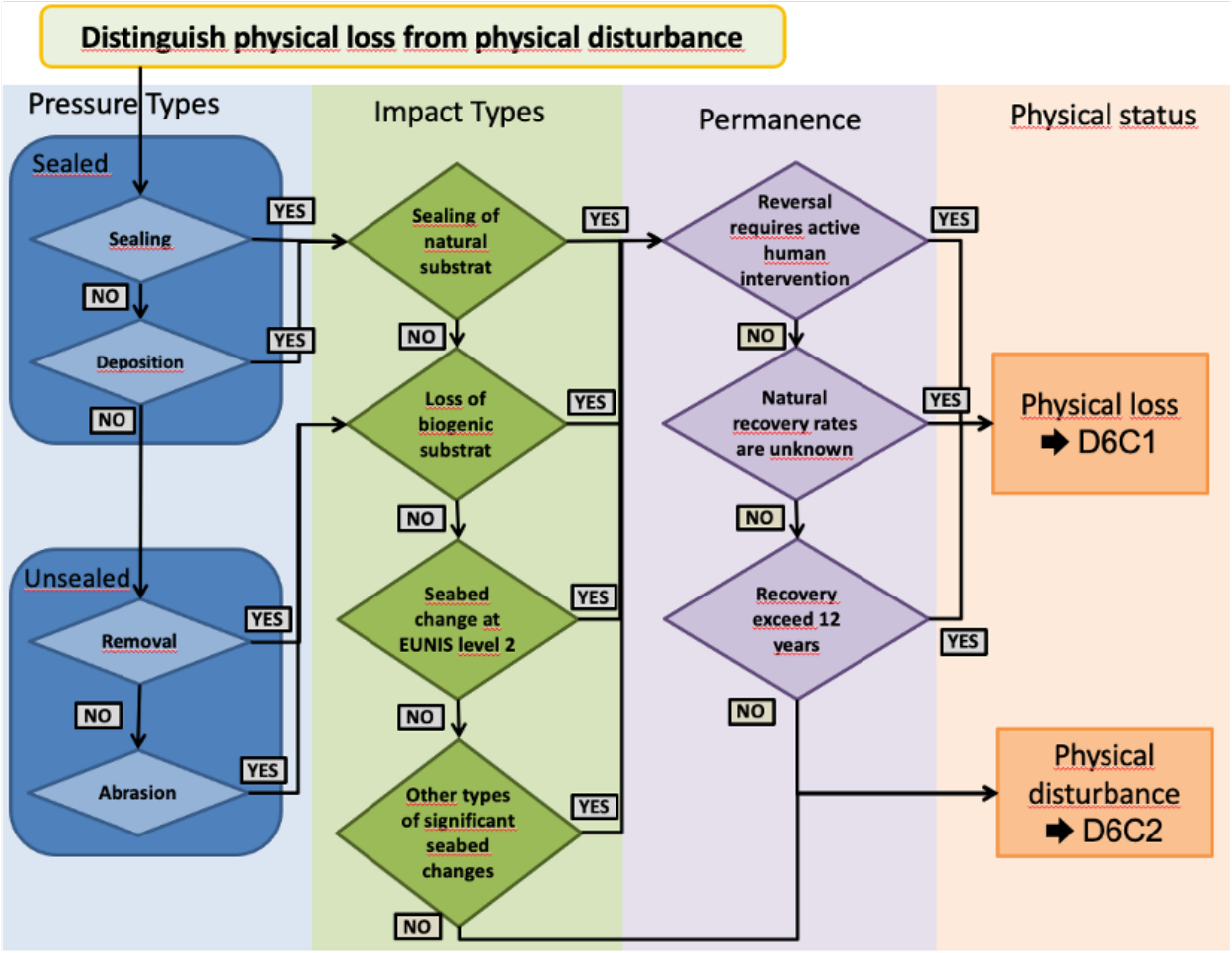


Figura 1. Diagrama de flujo utilizado para definir las actividades que generan pérdida física y perturbación.



Tabla 1. Listado de las actividades humanas consideradas para evaluar los criterios del D6 extensión espacial (km²).

Criterios	Código	Descripción
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



Criterios	Código	Descripción
D6C2/C5	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/km^2)[3]
	LLS	Superficie del fondo marino (2016-2022) perturbada por pesca arrastre (h/km^2)[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_Sed_DnsT	Datos de densidad de basura observada en sedimento
	P_nMP_Dkg	Datos de concentración de microplásticos (MP) en sedimento
	P_density	Datos de densidad de basura de fondo (nº de ítems por km^2)
	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 se 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 2. Imagen ejemplo de la tabla alfanumérica 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 2 e 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 una misma celda del grid puede estar ocupada por varios BHT, así como coexitir varias actividades humanas, cada celda se dividió en tantos fragmentos como diferentes combinaciones existan (para cada fragmento se calculó su área de extensión (km^2).

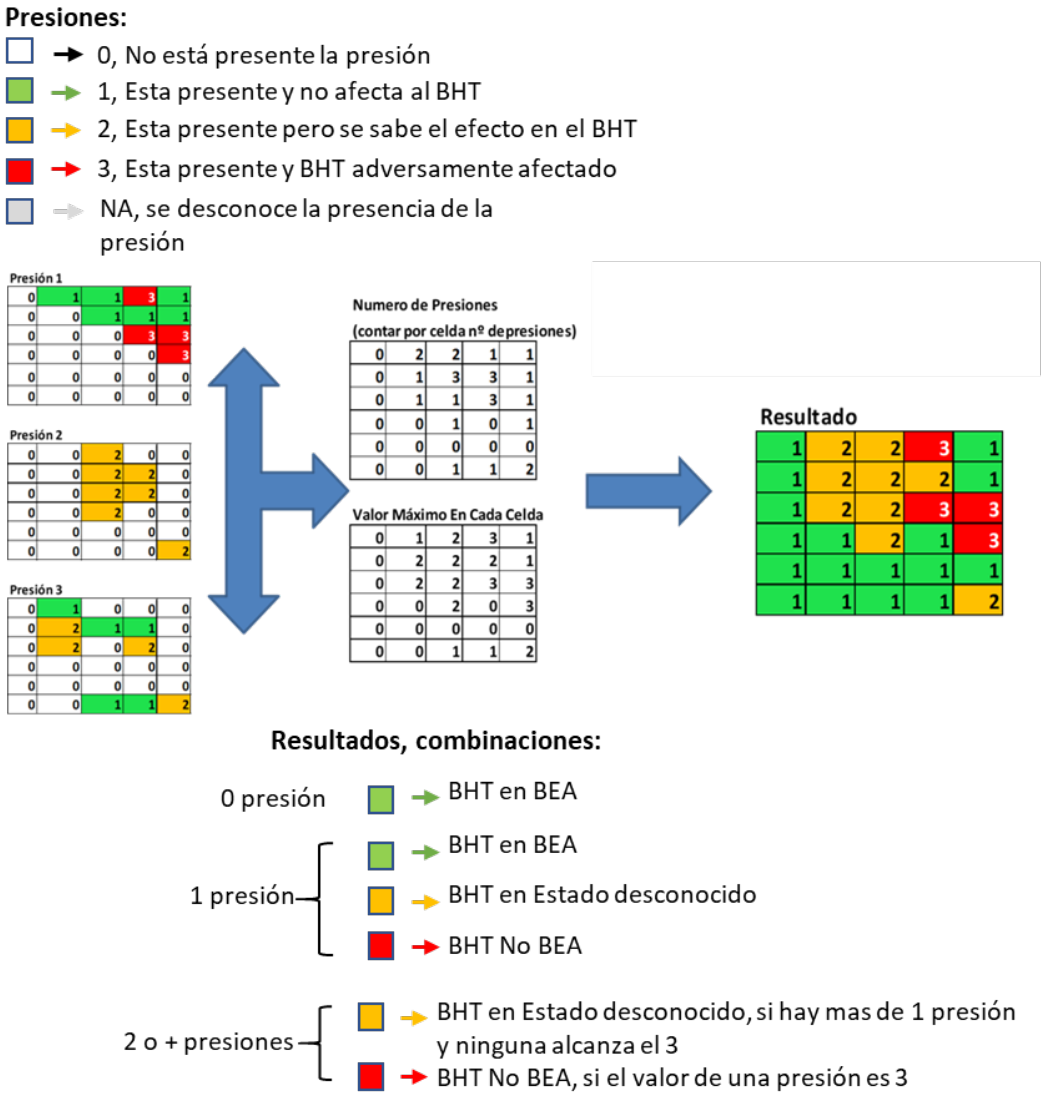


Figura 3. Imagen con el flujo de datos utilizado para la categorización del D6C5.

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 existe en cada entidad (ver detalles en). Las diferentes combinaciones posibles de los resultados obtenidos se detallan en la .

Para evitar confusiones entre los resultados cualitativos de este anexo y los obtenidos a nivel de BHT en el documento de evaluación, el último paso de evaluación del área como BEA, no BEA o desconocido no se muestra 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 (). Esto se debe en gran medida a que el BHT más importante (en área) es el batial inferior (). 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 6) n donde se concentran. En los BHTs circalitoral profundo y batial, la cobertura por presión es importante, pero en todos los BHTs está ejercida por una sola presión.

Las presiones que principalmente coinciden en el espacio son la actividad pesquera tanto palangre, enmalle como arrastre con la presión ejercida por las especies alóctonas y la presencia del alga invasora Rugulopteryx (Tabla 2) ver Material Suplementario).

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 0,05°, lo que implica que a todos los hábitats que están dentro de ese 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.

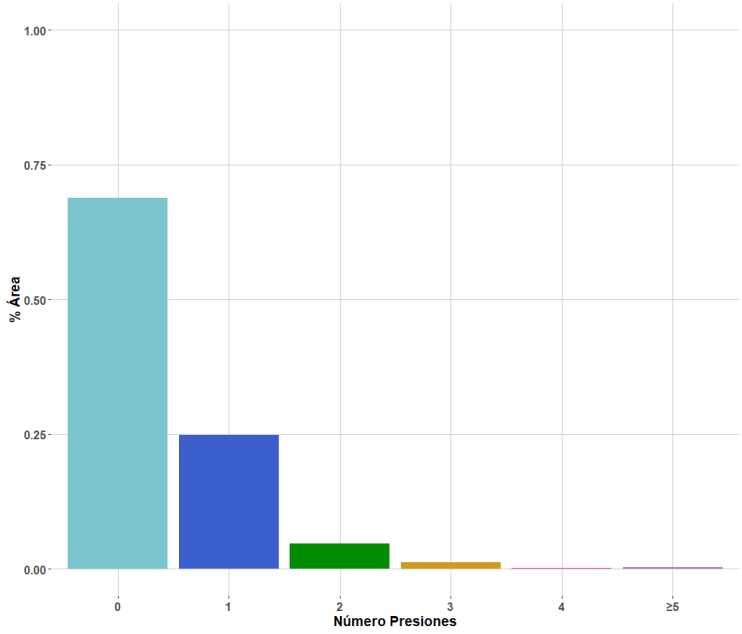


Figura 4. Superficie (%) de la demarcación afectada en función del número de presiones acumuladas.

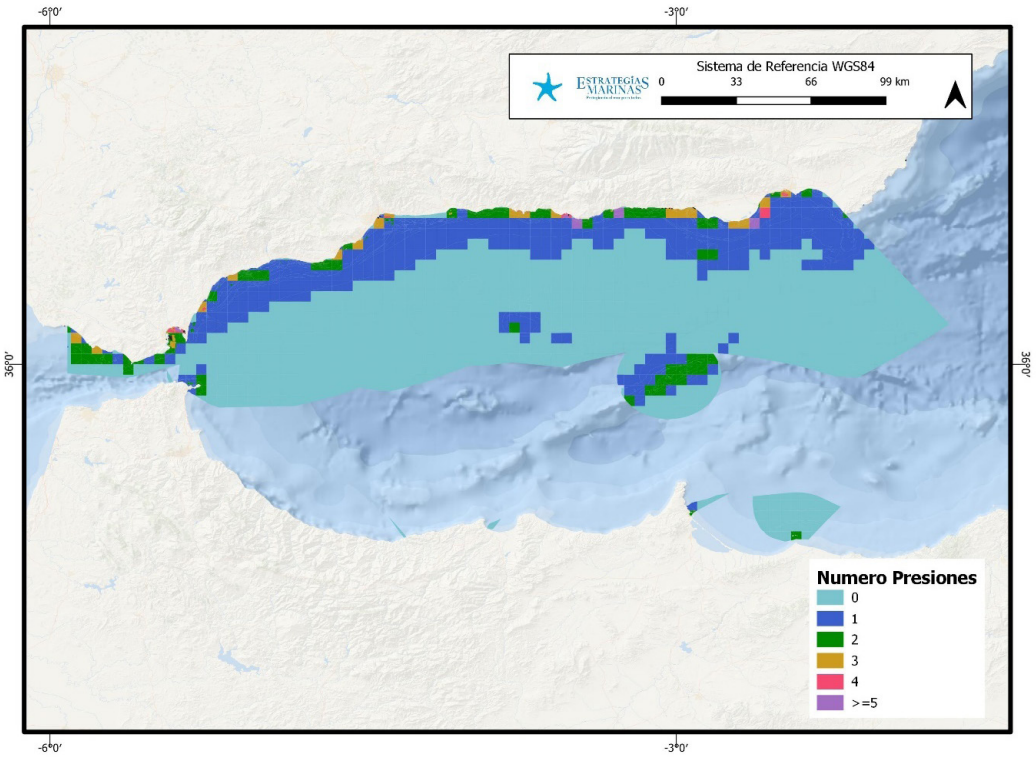


Figura 5. Área afectada de la demarcación en función del número de presiones acumuladas.

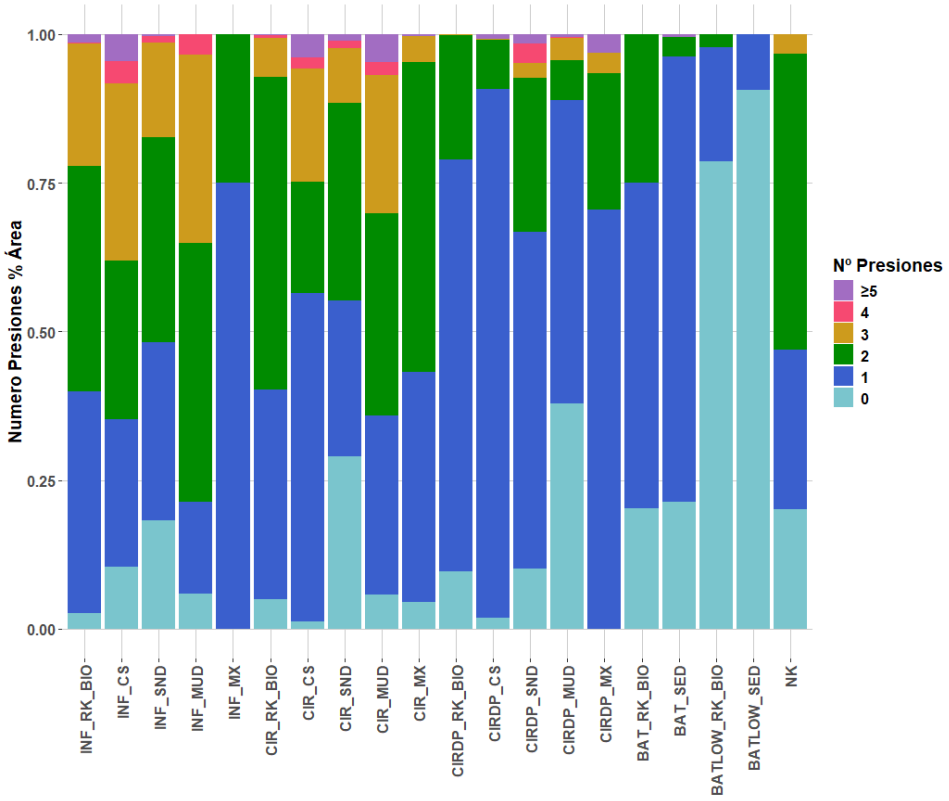


Figura 6. Superficie (%) por BHT afectada en función del número de presiones acumuladas.

Tabla 2. Matriz de interacción (km²) entre actividades por superficie (km²)

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	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
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																			
LLS_eff																			
SAR_eff	0.554	0.179	0.701	2.023	0.049	16.780	10.418	0.006	0	0.042		509.947							
P_Alt_Hidr							4.200		0		0.004		22.754						
P_MNVIrcn	0.062	0.037					15.694	0.011			0.028		95.971	9.125					
P_EROD_VI	0.062	0.037					5.133						95.971		127.483				
P_AChe_VI	0.062	0.037					5.133						95.971		127.483	127.483			
P_aloctona	0.304	0.093	0.701	0.247	0.047	5.687	31.442	0.019	0	0.008	0.391	15.167	314.738	31.880	74.376	34.146	34.146		
P_Rugulopt	0.808	0.279	0.701	0.247	0.022	6.733	26.623	0.006		0.008	0.353	133.077	813.467	9.125	89.995	71.188	71.188	474.272	

[1] Unidades en 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 J.H., Carstensen J., Leal M.C., Uyarra M.C. 2024. Addressing the cumulative impacts of multiple human pressures in marineystems, for the sustainable use of the seas. Front Ocean Sustain

EC. 2022. European Commission. MSFD CIS Guidance Document No. 19, Article 8 MSFD

Elliott M., Borja, A., 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

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_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_07	P_PF_02_08	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_NoCode_A																	
P_NoCode_E																	
PF_01_05																	
P_PF_01_02																	
P_PF_01_03																	
P_PF_01_04																	
P_PF_02_01																	
P_PF_02_07																	
P_PF_02_08																	
LLS_eff																	
SAR_eff	0.071	0.009	0.012		0.012			0.001		7.737							
P_Alt_Hidr											0.002						
P_MNVIrcn											2.160						
P_EROD_VI											2.160		2.214				
P_AChe_VI											2.160		2.214	2.214			
P_aloctona	0.053	0.004	0.012	0.001		0.25	0	0.001	0.001	5.051	23.041	0.002	1.722	1.722	1.722		
P_Rugulopt	0.161	0.030	0.012	0.000	0.012			0.000		27.031	46.993		2.019	2.019	2.019	42.268	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento grueso infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	PF_01_05	P_PF_01_03	P_PF_02_01	P_PF_02_07	P_PF_02_08	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_NoCode_A															
P_NoCode_E															
PF_01_05															
P_PF_01_03															
P_PF_02_01															
P_PF_02_07															
P_PF_02_08															
LLS_eff															
SAR_eff	0.052	0.048	0.516	0.096	0.006	0.000		2.058							
P_Alt_Hidr									0.023						
P_MNVIrcn	0.008	0.007							3.718						
P_EROD_VI	0.008	0.007							3.718		8.612				
P_AChe_VI	0.008	0.007							3.718		8.612	8.612			
P_aloctona	0.043	0.055	0.516		0.006	0.000	0.007		21.274	0.023	2.539	2.539	2.539		
P_Rugulopt	0.060	0.081	0.516	0.096	0.006	0.002		2.058	42.106		3.716	3.716	3.716	24.705	

[1] Unidades en km^2

BHT: Arena infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	P_PF_01_02	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_02	P_PF_02_07	P_PF_02_08	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_NoCode_A																
P_NoCode_E																
P_PF_01_02																
P_PF_01_04																
P_PF_02_01																
P_PF_02_02																
P_PF_02_07																
P_PF_02_08																
LLS_eff																
SAR_eff	0.426	0.122				0	0.033		9.662							
P_Alt_Hidr				0.105		0				1.422						
P_MNVIrcn	0.033	0.018		0.105	0.011					0.766	2.158					
P_EROD_VI	0.033	0.018								0.766		1.374				
P_AChe_VI	0.033	0.018								0.766		1.374	1.374			
P_aloctona	0.208	0.034	0.005	1.476	0.012	0	0.007	0.022	4.053	25.253	3.579	3.471	0.670	0.670		
P_Rugulopt	0.587	0.168		0.269	0.000		0.006	0.022	19.275	64.798	2.158	3.106	0.669	0.669	57.526	

[1] Unidades en km^2

BHT: Fango infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	PF_01_05	P_PF_01_03	P_PF_02_01	P_PF_02_08	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_NoCode_A												
P_NoCode_E												
PF_01_05												
P_PF_01_03												
P_PF_02_01												
P_PF_02_08												
SAR_eff			0.108	0.029								
P_MNVIrcn	0.008	0.011										
P_EROD_VI	0.008	0.011						0.573				
P_AChe_VI	0.008	0.011						0.573	0.573			
P_aloctona			0.108		0	0.01	0.715					
P_Rugulopt			0.108	0.029			2.118				0.692	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento mixto infralitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	SAR_eff	P_Rugulopt
P_NoCode_A			
SAR_eff	0.006		
P_Rugulopt		0.222	

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca circalitoral y arrecife biogénico

Presiones[1]	PF_01_05	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
PF_01_05												
P_PF_01_02												
P_PF_01_03												
P_PF_01_04												
LLS_eff												
SAR_eff	0		0.003	0.569	17.289							
P_Alt_Hidr						0.002						
P_MNVIrcn				0.007		0.197						
P_EROD_VI				0.007		0.197		0.257				
P_AChe_VI				0.007		0.197		0.257	0.257			
P_aloctona	0	0.014		1.157	3.826	14.547	0.002	0.060	0.060	0.060		
P_Rugulopt	0	0.002		0.987	14.906	10.590		0.192	0.192	0.192	23.439	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento grueso circalitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	PF_01_05	P_PF_01_03	P_PF_01_04	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_NoCode_A												
PF_01_05												
P_PF_01_03												
P_PF_01_04												
LLS_eff												
SAR_eff		0.061	0.931	2.212	9.609							
P_Alt_Hidr				0.002		0.621						
P_MNVIrcn	0.007			0.400		17.833						
P_EROD_VI	0.007			0.400		17.833		23.974				
P_AChe_VI	0.007			0.400		17.833		23.974	23.974			
P_aloctona		0.061	0.720	2.583		89.535	0.621	13.300	13.300	13.300		
P_Rugulopt		0.061	0.873	2.181	9.609	154.096		15.617	15.617	15.617	79.34	

[1] Unidades en km^2

BHT: Arena circalitoral

Presiones[1]	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_07	P_PF_02_08	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_01														
P_PF_01_02														
P_PF_01_03														
P_PF_01_04														
P_PF_02_07														
P_PF_02_08														
LLS_eff														
SAR_eff		0.000	4.785	1.314	0.008		99.203							
P_Alt_Hidr				1.009		0.004		2.658						
P_MNVIrcn				2.850		0.028		8.986	1.800					
P_EROD_VI				0.108				8.986		9.239				
P_AChe_VI				0.108				8.986		9.239	9.239			
P_aloctona	0.136	0.003	2.324	8.157		0.331	2.238	42.582	4.458	12.207	5.014	5.014		
P_Rugulopt	0.136	0.001	2.388	6.927		0.331	47.308	131.126	1.800	11.764	6.661	6.661	80.005	

[1] Unidades en km^2

BHT: Fango circalitoral

Presiones[1]	P_NoCode_A	P_NoCode_E	PF_01_05	P_PF_01_03	P_PF_01_04	P_PF_02_01	P_PF_02_08	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_NoCode_A														
P_NoCode_E														
PF_01_05														
P_PF_01_03														
P_PF_01_04														
P_PF_02_01														
P_PF_02_08														
SAR_eff			0.004	6.372	3.658									
P_Alt_Hidr					0.013			14.831						
P_MNVIrcn	0.007	0.002			4.619			6.708						
P_EROD_VI	0.007	0.002			4.619			6.708		24.218				
P_AChe_VI	0.007	0.002			4.619			6.708		24.218	24.218			
P_aloctona			0.004	1.984	2.385	0	0.02	44.865	14.831	3.985	3.985	3.985		
P_Rugulopt			0.004	2.676				67.421		6.708	6.708	6.708	13.656	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento mixto circalitoral

Presiones[1]	P_PF_01_03	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_03								
LLS_eff								
SAR_eff	0.213	0.072						
P_MNVIrcn			0.210					
P_EROD_VI			0.210	0.21				
P_AChe_VI			0.210	0.21	0.21			
P_aloctona			2.864					
P_Rugulopt			37.237	0.21	0.21	0.21	2.864	

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico

Presiones[1]	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	LLS_eff	SAR_eff	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_01								
P_PF_01_02								
P_PF_01_03								
P_PF_01_04								
LLS_eff								
SAR_eff	0.018	0.005	0.003		23.398			
P_aloctona		0.007		0.141		0.357		
P_Rugulopt		0.005		0.141	2.401	6.864	10.589	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento grueso circalitoral profundo

Presiones[1]	P_PF_01_04	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_04							
SAR_eff	0.001						
P_MNVIrcn		1.027					
P_EROD_VI		1.027	1.027				
P_AChe_VI		1.027	1.027	1.027			
P_aloctona		0.324					
P_Rugulopt		10.994	1.027	1.027	1.027	0.132	

[1] Unidades en km^2

BHT: Arena circalitoral profunda

Presiones[1]	P_PF_01_01	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_01												
P_PF_01_02												
P_PF_01_03												
P_PF_01_04												
LLS_eff												
SAR_eff	0.472	0.010	3.029		119.460							
P_Alt_Hidr				2.908								
P_MNVIrcn				7.072		29.459	3.24					
P_EROD_VI						29.459		29.459				
P_AChe_VI						29.459		29.459	29.459			
P_aloctona	0.111	0.001	0.659	14.027		18.552	3.24	20.631	6.857	6.857		
P_Rugulopt	0.111		0.659	14.980	10.491	74.787	3.24	18.078	9.462	9.462	43.542	

[1] Unidades en km^2

BHT: Lodos circalitorales profundos

Presiones[1]	P_PF_01_03	P_PF_01_04	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_ACHe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_03									
P_PF_01_04									
SAR_eff	1.303	2.664							
P_Alt_Hidr		0.070	3.195						
P_MNVIrcn		0.258	3.483	0.086					
P_EROD_VI			3.483		4.903				
P_ACHe_VI			3.483		4.903	4.903			
P_aloctona		0.458	22.976	3.281	1.158				
P_Rugulopt		0.497	60.857	0.086	3.816	3.483	3.483	20.255	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento mixto circalitoral profundo

Presiones[1]	P_PF_01_01	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_ACHe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_01								
LLS_eff								
SAR_eff	1.533	0.164						
P_MNVIrcn			6.688					
P_EROD_VI			6.688	6.688				
P_ACHe_VI			6.688	6.688	6.688			
P_aloctona			7.461					
P_Rugulopt			61.143	6.688	6.688	6.688	7.461	

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca batial superior y arrecife biogénico

Presiones[1]	P_PF_01_02	LLS_eff	SAR_eff	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_02					
LLS_eff					
SAR_eff	0.005	142.966			
P_aloctona	0.002				
P_Rugulopt	0.002			13.514	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento batial superior

Presiones[1]	P_PF_01_02	P_PF_01_03	P_PF_01_04	LLS_eff	SAR_eff	P_Alt_Hidr	P_MNVIrcn	P_EROD_VI	P_AChe_VI	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_02											
P_PF_01_03											
P_PF_01_04											
LLS_eff											
SAR_eff	0.016	0.004		35.685							
P_Alt_Hidr			0.092								
P_MNVIrcn			0.384		14.735	1.842					
P_EROD_VI					14.735		14.735				
P_AChe_VI					14.735		14.735	14.735			
P_aloctona	0.014		0.809		0.387	1.842	15.185				
P_Rugulopt	0.010		0.640		42.109	1.842	17.054	14.735	14.735	41.294	

[1] Unidades en km^2

BHT: Roca batial inferior y arrecife biogénico

Presiones[1]	LLS_eff	SAR_eff	P_aloctona	P_Rugulopt
LLS_eff				
SAR_eff	38.505			
P_aloctona				
P_Rugulopt			0.053	

[1] Unidades en km^2

BHT: Sedimento batial inferior

Presiones[1]	P_PF_01_02	LLS_eff	SAR_eff	P_MNVIrcn	P_aloctona	P_Rugulopt
P_PF_01_02						
LLS_eff						
SAR_eff	0.014	4.137				
P_MNVIrcn						
P_aloctona	0.001			0.119		
P_Rugulopt	0.003				12.846	

[1] Unidades en km^2



HÁBITATS DEL INFRALITORAL ROCOSO Y ARRECIFE BIOGÉNICO



1. Introducción

En el tercer ciclo de las estrategias marinas (EEMM) se ha hecho una actualización de los programas de seguimiento. Para ello, el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) 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 que servirán para una futura evaluación del descriptor 6 (integridad de los fondos marinos y hábitats bentónicos). El programa de seguimiento para el piso infralitoral rocoso (Programa HB-1) se desarrolla en el marco del proyecto 17-ESMARES2-INFRA que lleva a cabo el Instituto Español de Oceanografía-CSIC como parte del encargo del MITERD denominado "Asesoramiento Científico y Técnico para la protección del medio marino: evaluación y seguimiento de las estrategias marinas, seguimiento de los espacios marinos protegidos de competencia estatal".

El Programa HB-1 tiene como objetivo describir el estado de las comunidades bentónicas, hábitats singulares y especies catalogadas dentro del piso infralitoral rocoso y su distancia respecto al BEA. En este tercer ciclo de las EEMM, 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 junto con otras zonas conocidas, se han determinado los diferentes puntos a monitorizar.

2) Seguimiento: se han empezado a monitorizar una serie de parámetros en los puntos seleccionados.

Según la Decisión (UE) 2017/848 de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, por la que se establecen los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas, así como especificaciones y métodos normalizados de seguimiento y evaluación, y por la que se deroga la Decisión 2010/477/UE, 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 HB-1, la ausencia de una serie histórica de datos únicamente permite hacer una evaluación por puntos o estaciones de muestreo a lo largo de la costa, por lo que el resultado de dicha evaluación es oficialmente "estado desconocido". El objetivo de este anexo es documentar y poner en conocimiento del MITECO todo el trabajo que se ha realizado en cuanto al seguimiento de los hábitats y comunidades del piso infralitoral rocoso en la demarcación marina del Estrecho y Alborán (DMESAL). También se realiza una evaluación no oficial expresada en porcentaje de estaciones de muestreo



2. Métodos

2.1. Muestreo

2.1.1. Campañas

El programa de seguimiento para el piso infralitoral rocoso incluye el desarrollo de campañas 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 (DMNOR), sudatlántica (DMSUD), del Estrecho y Alborán (DMESAL), levantino-balear (DMLEBA) y canaria (DMCAN). 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 en 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 mediante censos visuales sirve para estimar la condición de los hábitats (especies asociadas, estructura y funcionalidad de las comunidades, especies alóctonas y catalogadas) y el efecto de las presiones humanas en las áreas estudiadas. Además, se obtiene información de basuras marinas y posibles daños causados por la actividad antrópica, dando así respuesta a diferentes indicadores de la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva marco sobre la estrategia marina, 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.

Los principales objetivos de las campañas son:

1. Evaluación del estado de las poblaciones de peces y cefalópodos en el piso infralitoral rocoso (Capítulo 1, Subprograma PC-1).
2. Evaluación del estado de las comunidades bentónicas en el piso infralitoral rocoso (Capítulo 2, Subprograma HB-1).
3. Evaluación del estado de las especies protegidas bentónicas en el piso infralitoral rocoso (Capítulo 2, Subprograma HB-6).
4. Obtención de datos de presencia de especies alóctonas (Capítulo 3).

Las campañas de investigación del programa se han desarrollado en dos formatos:

– A bordo de buques oceanográficos (B/O), en las que el equipo científico ha trabajado y convivido durante los días de embarque. En este caso, es el buque el que se desplaza diariamente por la demarcación hasta las estaciones de muestreo establecidas.
– "Salida a la mar", en la cual el equipo científico tiene base logística en tierra y se desplaza diariamente a las estaciones de muestreo en coche y embarcación rápida, la cual es contratada normalmente a centros de buceo locales.

Los buques utilizados durante los muestreos del programa han sido:

– 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 (). 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 15 m^2, con zonas seca y húmeda, con preinstalación para aparatos de medida, filtración, etc. y en cubierta mesa de triado.



Figura 7. 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) 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.

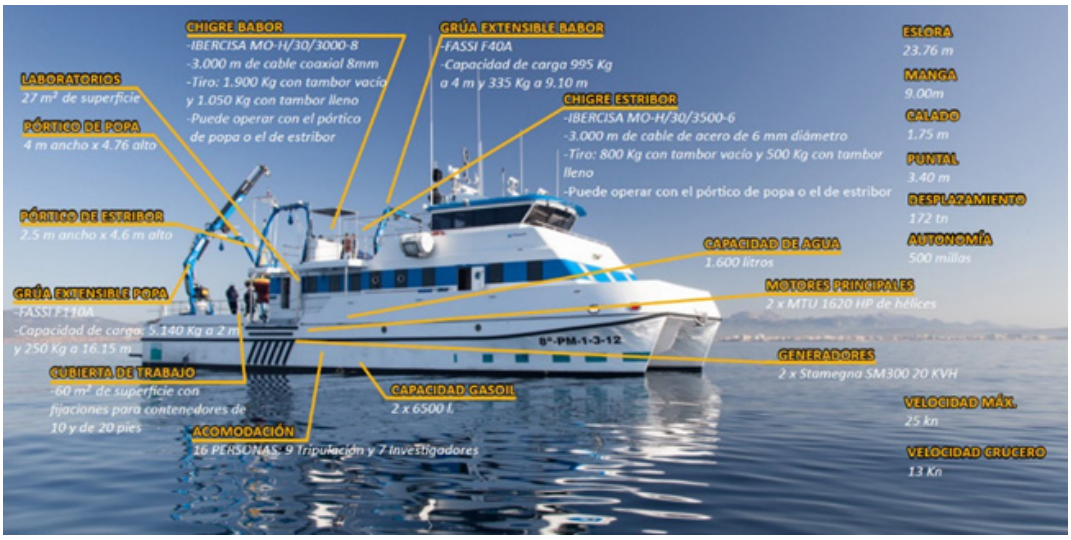


Figura 8. Buque oceanográfico SOCIB.

En la Tabla 3 se describe información sobre las campañas llevadas a cabo en la demarcación ESAL durante el tercer ciclo del Programa de Seguimiento del piso infralitoral rocoso.

Tabla 3. Información de las campañas realizadas en el programa de seguimiento en la demarcación del Estrecho y Alborán (ESAL) durante los años 2020-2023.

Campaña	Plataforma trabajo	Días	Número Buceos	Número transectos	Censos Algas	Censos Invert.	Censos Peces
INFRAROCK_0521	B/O SOCIB	8	15	166	49	46	71
INFRAESAL_0621	Salida a la mar	4	5	42	14	14	14
INFRAROCK_0721	B/O SOCIB	2	3	22	5	5	12
INFRAROCK3D_0522	B/O Fco. Paula Navarro	6	10	129	38	38	53
INFRAROCK3D_0623	B/O SOCIB	12	23	270	80	80	110
INFRAESAL_0923	Salida a la mar	9	12	146	44	44	58
INFRASUD_0923	Salida a la mar	1	1	12	4	4	4
TOTAL		**42**	**69**	**787**	**234**	**231**	**322**

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 utilizada por Cebrian *et al*. (2000) y Sala *et al*. (2012). Los 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 contiguas.

- Censo de algas: mediante la metodología no intrusiva del "punto de contacto" (Ballesteros, 2007). Cada 20 cm se anota la especie presente a lo largo del transecto. (Figura 9). A lo largo de cada transecto (50 m) se toman 250 datos.
- Censo de invertebrados: se muestrea una cuadrícula de 50×50 cm cada 2 m a lo largo del transecto (50 m), anotando las especies de invertebrados presentes, su abundancia, porcentaje de cobertura y la talla de especies estructurantes del hábitat (Figura 9). A lo largo de cada transecto se toman datos en 25 cuadrantes.

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 0,5 m a cada lado de la cinta (50 m^2 cada uno).

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

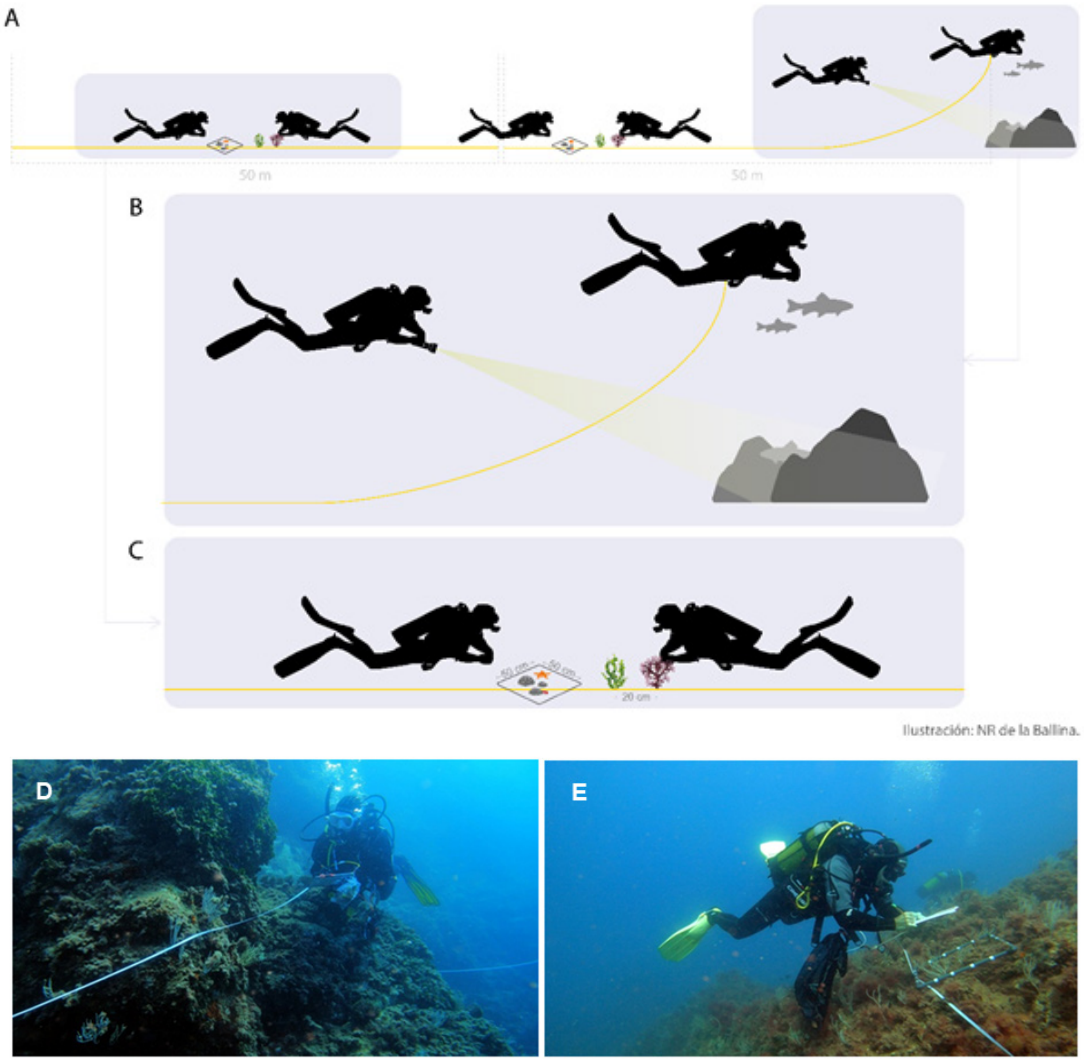


Figura 9. Esquema general de la metodología utilizada en los muestreos con escafandra autónoma (A), de los censos de peces y cefalópodos (B) y de invertebrados y algas (C). Escena de un censo de algas mediante la técnica del "punto de contacto" (D) y de invertebrados en cuadrículas (E), a lo largo de 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.

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) sobre una superficie delimitada por un cuadrante de 25×25 cm (625 cm^2). Los organismos son desprendidos del sustrato rocoso con la ayuda de una espátula, introduciendo las muestras en bolsas plásticas con cierre rápido tipo zip 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 ambientales

En cada uno de los transectos realizados, la pareja que censa los peces se encarga, además, de anotar información importante relativa a las características ambientales del 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, 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

Procesado de imágenes y videos submarinos: la toma de macrofotografía y vídeos submarinos de ciertos especímenes, principalmente de invertebrados, es de gran ayuda a la hora de una identificación correcta de las especies que presentan dudas. Las imágenes se procesan y se visualizan a bordo para ser cotejadas con una base de datos de imágenes propias de invertebrados marinos, así como con bibliografía especializada.

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. Ciertas especies presentan una especial dificultad en su identificación, como es el caso del alga dictiotal alóctona invasora *Rugulopteryx okamurae*, que presenta diferentes morfotipos y una gran semejanza morfológica con otras dictiotales, especialmente con la especie autóctona *Dictyota dichotoma,* lo que requiere una atención especial a ciertas estructuras anatómicas para realizar una identificación fiable de la especie, siendo muy difícil de hacer bajo el agua.

Para la correcta identificación de *R. okamurae* se realizará un examen macroscópico donde se diferenciarán 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, un análisis de secuenciación genómica. La característica principal que diferencia a *R. okamurae* de otras dictiotales nativas es que presentan una capa medular central monoestratificada, siendo pluriestratificada en las partes laterales del talo (Hwang *et al.*, 2009; MITECO, 2022) (Figura 10). En las especies nativas, la médula monoestratificada se mantiene en los bordes laterales del talo.

Para la preparación fresca de cortes de frondes de *R. okamurae* se tomará una porción húmeda de la parte basal de las misma y se dispondrá totalmente estirada sobre un portaobjetos. Bajo lupa binocular a suficientes aumentos, se realizarán cortes transversales de la fronde los más cerca posible al borde, obteniéndose láminas lo suficientemente delgadas como para apreciar al microscopio si la médula es mono o pluriestratificada en sus bordes.



Figura 10. Pliego de Rugulopteryx okamurae recolectado en la estación "Escollera" de Melilla (izquierda), y detalle al microscopio de un corte transversal de la fronde en la que se observa la capa medular central monoestratificada y la capa pluriestratificada en el extremo lateral (derecha).

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. De esta forma se conservan las muestras con las características más similares a las de los ejemplares frescos, preservando además el carbonato cálcico presente en algunas de ellas.

Es fundamental que las muestras queden almacenadas en recipientes opacos o protegidos de la exposición directa a la luz, dado que la formalina, al entrar en contacto con la luz, puede causar decoloración de los ejemplares.

En el caso de muestras destinadas a análisis genéticos con fines de identificación taxonómica, se opta por almacenar los ejemplares en alcohol al 96 %.

Conservación en seco de algas*:* existen dos métodos principales para la preservación en seco de los ejemplares de algas. 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 para adoptar la forma que tendría en su forma natural en el agua, y se deja secar mediante prensado sobre una cartulina destinada a formar parte del herbario. Para proteger el alga durante este proceso, se coloca una tela porosa (tipo visillo) sobre la cartulina seguida de una capa de papel absorbente (como por ejemplo 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 (Figura 11).



Figura 11. Ejemplar de Dictyota fasciola recolectado en campaña y prensado a bordo, con una etiqueta que indica los datos básicos para el etiquetado definitivo.



Conservación de muestras para taxonomía**:** se han recolectado ejemplares de algas, esponjas, gorgonias, hidrozoos y moluscos no cefalópodos para su conservación y futura identificación. Para ello, se ha utilizado 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 %.

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 (Leví, 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 (Cristobo *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 en el 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 al 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, la cual se protege con un cubreobjetos, pasando directamente a su observación 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 (p. 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 hábitats

La identificación de hábitats del piso infralitoral rocoso se ha basado en el análisis multivariante de los datos recolectados durante las campañas, lo que ha permitido generar agrupaciones de transectos en función de la similaridad de las especies y las abundancias observadas en cada uno de ellos. La asignación de cada grupo a un tipo de hábitat de la Lista patrón de hábitat marinos presentes en España (LPHME) se llevó a cabo haciendo uso de la Guía interpretativa del inventario español de hábitats marinos; además, se realizó una pasarela con 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 (5-18 m prof.) corresponde con la zona fotófila (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 piso infralitoral rocoso, apoyado por los datos obtenidos en los muestreos de invertebrados.

Los datos han sido analizados mediante el programa de análisis estadísticos Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research (PRIMER-E). Previo al análisis estadístico y debido a la gran dificultad que presenta la identificación taxonómica de algunas especies durante el muestreo de *visu*, éstas se han agrupado a nivel de género o de grupo funcional para facilitar su análisis. En primer lugar, se ha realizado un análisis CLUSTER para identificar grupos de transectos utilizando los datos cuantitativos del grupo de las algas. A éste se le ha aplicado el test SIMPROF (Similarity Profiles) para comprobar la significancia estadística de las diferencias en términos de similitud entre los grupos de muestras resultantes. Los resultados de estos análisis se muestran en un gráfico tipo dendrograma donde cada clado terminal muestra una agrupación identificada como significativa, y considerada como un tipo de hábitat. Para conocer qué especies contribuyen en mayor medida a las agrupaciones resultantes se realiza un análisis SIMPER (Similarity Percentages), el cual además calcula el porcentaje de contribución de cada especie a la similitud intra-grupo. Combinando la información sobre los conjuntos de especies de algas "características", complementado en algunos casos con los datos de la comunidad de invertebrados asociada, y la información relativa a las variables ambientales, se determinó si podía considerarse que los grupos representaban tipos de hábitat diferentes, o simplemente variaciones dentro del mismo tipo de hábitat (facies). Con los resultados obtenidos se asigna un tipo de hábitat de la LPHME y su correspondencia en la lista EUNIS (si existiera) a cada una de las agrupaciones de transectos identificadas por el SIMPROF.

Características del paisaje: la caracterización del hábitat observado en cada transecto se ha complementado con ciertas características del paisaje como son la morfología y tipo de sustrato (proporción de arena, roca incluyendo bloques pequeños (<1 m de altura), medianos (1-2 m) y grandes (>2 m), angiospermas marinas (fundamentalmente *Posidonia oceanica*), etc., a lo largo del transecto), la rugosidad (sustrato liso, irregular o con huecos), la pendiente (inclinación) y la profundidad, así como la temperatura y la visibilidad el día del muestreo.

A continuación, se muestran los rangos cualitativos y categorías utilizados durante el muestreo para caracterizar algunas características del paisaje como rugosidad (Tabla 4) y pendiente, así como el grado de sedimentación (Tabla 5).



Tabla 4. Rangos empleados para valorar la rugosidad en el muestreo del infralitoral rocoso.

Característica ambiental	Categoría 1	2	3	4
Rugosidad	Roca<1 m Sin oquedades	Roca 1-2 m Numerosos huecos	Roca >2 m Hasta un 25 % de huecos	Roca >2m Más del 25 % de huecos
Pendiente	0°	20°	45°	90°

Tabla 5. Rangos empleados para valorar el grado de sedimentación en cada transecto de muestreo.

Característica ambiental	Categoría 1	2	3	4
Sedimentación	No	Leve	Moderada	Mucha

2.3.2. 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. Por ello 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, o reflejar ciertos efectos/impactos de las actividades humanas.

Para identificar las especies características de peces, algas e invertebrados fotófilos y esciáfilos de los hábitats del piso 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 para completar la lista con aquellas especies que no llegaban al 10 % de ocurrencia en la demarcación pero que vienen reflejadas en la bibliografía científica como importantes para la definición del hábitat.
- **Especies de los OHT:** se consideraron aquellas que contribuyeron en mayor medida (hasta un 90 % de similitud intragrupo en base al análisis SIMPER) a las agrupaciones de los transectos muestreados identificadas de forma significativa con el test SIMPROF al realizar el análisis CLUSTER. Estos análisis se realizaron con el software de análisis multivariante para ecología PRIMER.



2.3.3. Indicadores de BEA analizados

2.3.3.1. 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* (Serrano *et al.*, 2022), con el fin de determinar la condición de los hábitats bentónicos mediante la identificación de grupos de especies "centinela" (especies que son características de un hábitat y sensibles a una determinada presión) en cada demarcación. La selección de estas especies centinela tiene dos etapas: en primer lugar, se define un conjunto de especies "características", 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 características. 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) (Wells *et al.*, 2007, Orfanidis *et al.*, 2001), atendiendo a características biológicas o rasgos que las definen, y que suelen relacionarse con su mayor o menor tolerancia a las presiones antropogénicas (Tabla 6). Hasta la fecha, se han establecido las categorías elegidas por Orfanidis *et al.* (2011), 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 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. El objetivo 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. Esto es importante especialmente 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 recogidas en su respuesta general a las presiones antropogénicas. Se han propuesto unos "grupos de sensibilidad" generales en base a estos rasgos, con los que se continuará el proceso de testado del indicador BH-1 para las macroalgas, realizándose simulaciones *ad hoc* en las distintas demarcaciones para probar su validez.

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 hábitats de macroalgas en el infralitoral rocoso son las asociadas a procesos de sedimentación, aumento de la materia orgánica y la eutrofización. 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 6 recoge los principales rasgos que definen las categorías propuestas, que incluye:

- **Grupo I:** especies oportunistas. Algas 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. Aparecen siempre en pequeñas densidades, sin mostrar respuesta a la eutrofización y sus efectos, ni 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 6. Categorías de sensibilidad propuestas para la aplicación del BH1/SOS a las macroalgas. Relación con los principales rasgos biológicos asociados a su definición. La estrategia de crecimiento se ha basado en los trabajos de Grime (1979, 2001).

Categorías	Grupo morfo-funcional	Tamaño (m)	Morfología externa	Anatomía interna	Posición/hábito	Ciclo de vida	Reproducción asexual	Longevidad (sucesión)	Estrategia de crecimiento
Grupo I. Especies oportunistas	microalgas, cianobacterias	pequeño 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, inter-genículos 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		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	diferenciadasmuy corticadas de paredes gruesas	formadoras del dosel, especies estructurantes	largo	no	perennes (últimas etapas sucesionales)	competidoras



Durante este tercer 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 *et al*. (2011). 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 6. 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-HB1" 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, se han considerado las especies sensibles o "centinela" (Serrano *et al*., 2022) y su utilidad para informar de la condición de un hábitat. La lista de especies centinela se ha obtenido a partir de la identificación de las especies características de cada demarcación, las cuales se han seleccionado en función de su frecuencia de ocurrencia en las estaciones de muestreo (> 10 %F). De ellas, se han seleccionado aquellas especies con una sensibilidad elevada al conjunto de las presiones físicas (fondeo, buceo, dragado, construcción de infraestructuras, etc.) mediante el análisis de sus rasgos o características biológicas (*Biological Traits* en inglés). Este análisis permite estimar la capacidad de impacto de diversas actividades humanas sobre las especies y los ecosistemas, y su resistencia y resiliencia 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 científica disponible, manteniendo aquellos rasgos considerados en el indicador BESITO para el piso circalitoral rocoso y sedimentario (González-Irusta *et al*., 2018) que pudieran ser compatibles con las especies encontradas en el piso infralitoral rocoso. Se han seleccionado 17 rasgos biológicos, desde el contenido en carbonato cálcico, el hábito alimentario o el rango batimétrico. De estos, se han seleccionado aquellos rasgos que ofrecen información valiosa o que son más sensibles a 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 7).

Tabla 7. Categorías de sensibilidad (1-4) propuestas para la aplicación del BH-1/SOS a los invertebrados observados en los hábitats del piso infralitoral rocoso. Relación con los principales rasgos biológicos asociados a su definición.

Rasgo biológico	Categoría asignada			
	1	2	3	4
MOVILIDAD				
Fijación al sustrato	Sin fijación (vagil)	Ninguna (sésil-excavador ocasional)	Temporal	Permanente
MORFOLOGÍA Y ESQUELETO				
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



Rasgo biológico	Categoría asignada			
	1	2	3	4
Fragilidad	Cuerpo duro/ Concha dura	Duro	Sin protección	Concha frágil
LONGEVIDAD				
Longevidad	1-5 años	5-10 años	11-50 años	>50 años

El cálculo de la sensibilidad de cada especie se ha realizado mediante la elaboración de un índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*), cuya fórmula matemática tiene en cuenta cinco rasgos o características biológicas:

IRIS= ((10 × tamaño) + (3 × fijación al sustrato) + (5 × forma corporal) + (2 × longevidad) + (3 × fragilidad)) / 8

La combinación de estos cinco rasgos ponderados según el nivel al que pueden verse afectados por las presiones físicas resulta en un valor que permite conocer el grado de sensibilidad de cada especie a dichas presiones. Valores altos corresponderían a especies que muestran una alta sensibilidad a las presiones físicas, mientras que valores bajos corresponderían a aquellas especies poco sensibles o que se ven poco afectadas. El valor resultante de este índice incluye los intervalos siguientes:

- <8: correspondería a especies poco sensibles
- ≥ 8: correspondería a especies sensibles

La aplicación de este índice permite conocer el porcentaje relativo de especies sensibles (tanto número de especies como abundancia) a las presiones en cada transecto muestreado para cada hábitat identificado y, por tanto, la condición de los hábitats: cuanto menor es la proporción de especies sensibles, se entiende que el hábitat está sometido a alguna presión que impide su desarrollo, estando en peor condición.

Además, se ha calculado el porcentaje de especies formadoras de hábitats (*Habitat Forming Species*-HFS, en inglés) en cada transecto mediante la selección de las especies potencialmente formadoras de hábitats (aquellas que presentan una estructura corporal tridimensional que proporciona una mayor complejidad al hábitat), y su porcentaje relativo de abundancia con respecto al total de las especies en cada transecto. La selección de las especies formadoras de hábitat se realiza mediante el estudio de sus características biológicas, especialmente aquellas que posibilitarían 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 indicador ayudaría a entender la condición del hábitat, ya que una mayor proporción de especies formadoras de hábitats estaría relacionada con una mejor condición, puesto que las especies que lo conforman son capaces de aumentar su complejidad, permitiendo el establecimiento de más especies y aumentando la biodiversidad a escala local. 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 los rasgos biológicos de los peces. El índice de resiliencia (Froese *et al*., 2017) proporciona una medida de la capacidad de renovación de las poblaciones de una especie; la vulnerabilidad pesquera (Froese & Pauly, 2023) refleja la sensibilidad intrínseca de los peces a la pesca; y la vulnerabilidad al cambio climático (Jones & Cheung, 2018) permite analizar la sensibilidad al cambio climático. En este tercer ciclo, se han probado estos tres índices de sensibilidad para caracterizar aquellas especies que pueden considerarse sensibles *versus* aquellas resistentes, como medio de evaluación de la condición de los hábitats del piso infralitoral rocoso.

Según las categorías de resiliencia que establece Froese *et al*. (2017) en su índice, se han considerado "sensibles" a aquellas especies características del hábitat con una resiliencia entre "muy baja" y "media", ya que requieren más de un año (15 meses) para duplicar el tamaño de sus poblaciones; "resistentes" a aquellas especies de resiliencia "alta" y "muy alta", ya que duplican sus poblaciones en menos de un año. Respecto a los índices de Vulnerabilidad Pesquera y al Cambio Climático, aquellas especies con una vulnerabilidad entre "moderada-alta" y "muy alta" han sido clasificadas como especies "sensibles". En base a esta clasificación, se ha calculado el porcentaje de especies sensibles en cada estación de muestreo.

A continuación, se amplía la información sobre estos índices:

- Resiliencia (Froese *et al*., 2017): 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.

Se establecen cuatro categorías de resiliencia, cuya información está disponible en la plataforma FishBase (https://www.fishbase.se/search.php). Estas categorías son:

- Muy baja: la especie necesita más de 14 años para duplicar sus poblaciones.
- Baja: la especie necesita al menos de 4,5-14 años para 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 (Cheung *et al*., 2005): este índice hace referencia a la vulnerabilidad de las especies a la presión pesquera. 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, se considera interesante su inclusión dado que se asume que la presión pesquera comercial a gran escala influye tanto a las especies demersales como a las infralitorales, considerando la conectividad natural de las especies ícticas. Los valores de este índice están disponibles en la plataforma FishBase (https://www.fishbase.se/search.php). El índice de vulnerabilidad intrínseca se expresa 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 *et al*. (2005) en cuatro categorías, que representan diferente grado de sensibilidad:

- Baja (1- 20)
- Moderada (21-40)
- Alta (41-80)
- Muy Alta (> 81)

- Vulnerabilidad al clima (Jones & Cheung, 2018): 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. El índice se basa en las características biológicas y ecológicas de unas mil especies objeto de explotación comercial (tanto de peces como de invertebrados demersales y costeros). Este índice se ha incluido dada la importancia de la presión CC en el ecosistema infralitoral al ser uno de los más afectados 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 de las especies, 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, se tiene 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 en cuatro categorías:

- Baja (1-30)
- Moderada (31-50)
- Alta (51-80)
- Muy Alta (> 81).

2.3.3.2. BH-2: Índices multimétricos

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

Los indicadores e índices utilizados en el programa HB1 para la demarcación ESAL, son:

-Riqueza de especies (S): medida del número total de especies presentes en cada muestra. A mayor número de especies, mayor la diversidad potencial. Esta medida es dependiente por tanto del tamaño muestral.

-Diversidad de Margalef (d*)*: medida para estimar la diversidad de una comunidad basada en el número total de individuos, y por tanto independiente del tamaño muestral:

$$d = (S-1)/\log N$$

siendo S el número de especies presentes, y N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). 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.

-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, siguiendo la fórmula:

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

siendo p_i es la proporción del número total de cada especie con respecto al total de todas las especies. 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. El cálculo de estos índices se realizó con el software PRIMER-E.

2.3.3.3. HB-DMA: CFR (Calidad de fondos rocosos)

Se ha utilizado el índice CFR (Juanes *et al.*, 2008) para evaluar el estado ambiental de cada una de las estaciones de muestreo. Este índice 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 inter-calibración científico-técnica a nivel del Atlántico norte. Se considera, por tanto, un indicador común tanto para el intermareal como el submareal rocoso (Guinda *et al.*, 2014). En este ciclo de estrategias marinas 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, es decir, los datos de punto de contacto a lo largo de los transectos realizados en cada estación (habitualmente 4 transectos de 50 m).

Las métricas que utiliza este índice son:

- Cobertura de "macroalgas características" (C)
- Fracción de especies oportunistas (F)
- 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 especies sucesionales tardías o las macroalgas perennes. La segunda métrica (F) estima la fracción de especies oportunistas calculada según la ecuación 1:

$$F = (O/[C+O]) \times 100$$

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 las secciones 2.3.2. y 2.3.3., utilizando los puntos prístinos (o menos impactados) de cada demarcación, pero también bibliografía científica referente a la composición de las comunidades predominantes en cada zona. Las especies características identificadas en la demarcación ESAL se recogen en la Tabla 10.

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, muestran un aumento en sus abundancias. Todas las especies alóctonas (independientemente de si muestran carácter invasor o no) se consideraron como oportunistas, puesto que representan un grado de deterioro del sistema.

Una vez obtenidas las métricas para el cálculo del índice, se aplicó la siguiente ecuación, 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):

$$CFR = (0{,}45 \times C)+(0{,}35 \times F)+(0{,}2 \times R)$$



Los valores obtenidos 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 *et al.* (2014) (Tabla 9), siguiendo las ecuaciones indicadas en la Tabla 9.

De forma general, y salvo en el caso de la demarcación noratlántica (DMNOR), donde las condiciones de referencia (CR) ya fueron establecidas por Guinda *et al.* (2014), para la determinación de dichos umbrales 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 (RC_1) a partir de la mediana en las estaciones prístinas, y otro para el estado malo (RC_0) a partir de la mediana en las estaciones consideradas impactadas. Sin embargo, en la demarcación ESAL, la elevada dominancia de *R. okamurae* en la mayoría de las estaciones muestreadas desvirtúa el resultado aumentando el valor de referencia obtenido para las zonas degradadas (RC_0), por lo que se han mantenido los establecidos para la demarcación DMNOR.

Se han mantenido los valores de referencia de la fracción de especies oportunistas (F), tanto de zonas prístinas (RC_1) como de zonas degradadas (RC_0), establecidos para la demarcación noratlántica. La elevada dominancia de *R. okamurae* en la mayoría de las estaciones muestreadas desvirtúa el resultado aumentando el valor de referencia obtenido para las zonas degradadas.

Para la selección de las estaciones prístinas, se utilizaron los resultados de los índices de diversidad calculados para todas las estaciones de muestreo, combinados con el criterio experto y la lista de especies muestreadas. En los casos en que se haya muestreado en una Reserva Marina Integral, estas estaciones se incluyen directamente como estaciones prístinas.

En el caso de la DMESAL, se consideraron como estaciones prístinas las estaciones de muestreo "Garrofa", "Derrumbe 340" y "Laja de Cabo de Gata" de la provincia de Almería, muestreadas en 2021 previa a la llegada del alga invasora *Rugulopteryx okamurae*; las dos estaciones de la isla de Alborán y las diez estaciones de las islas Chafarinas muestreadas en 2023.

Tabla 8. Condiciones de Referencia (RC) aplicadas a las métricas del índice CFR en las cinco demarcaciones españolas para el piso infralitoral rocoso (5-15m). RC1 y RC0: Condiciones de referencia para los estados ambientales bueno/elevado y malo, respectivamente. CM: Macroalgas características. NOR: demarcación noratlántica; SUD: sudatlántica; LEBA: levantino-balear; ESAL: Estrecho y Alborán; CAN: canaria.

Métrica	Condición referencia	NOR	SUD	ESAL	LEBA	CAN
C: Cobertura de CM (%)	RC1	90	90	80	76	80
F: Fracción de oportunistas (%)	RC1	2	2	2	2	10
	RC0	30	30	30	22	30
R: Riqueza de CM	RC1	6	7	8	9	6



Tabla 9. 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 ≥ RC1	Cpunt. = 1	$C_{punt.} = C/RC_1$
F: Fracción de oportunistas (%)	$F \leq RC_1$ $F \geq RC_0$	$F_{punt.} = 1$	$F_{punt.} = (RC_0 - F) / (RC_0 - RC_1)$
R: Riqueza de CM	$R \geq RC_1$	$R_{punt.} = 1$	$R_{punt.} = R / RC_1$

Para cada estación de muestreo, se obtuvo el valor del indicador por transecto realizado, hallándose después el valor medio (± ES) para la estación. Estas puntuaciones de CFR 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 10), 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).

Tabla 10. 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..

CFR = EQR	EQ
[0,81 – 1]	Elevado
[0,61 – 0,80)	Bueno
[0,41 – 0,6)	Moderado
[0,21 – 0,4)	Pobre
[0 – 0,2)	Malo

Finalmente, se calculó el porcentaje de estaciones en cada uno de los niveles de calidad ecológica.



3. Resultados

En el presente anexo se muestran los resultados obtenidos durante las campañas de investigación llevadas a cabo desde 2021 en el marco del programa de seguimiento de las estrategias marinas para los hábitats del piso infralitoral rocoso (Programa BH-1), en la demarcación marina del Estrecho y Alborán (DMESAL). Estos hábitats se encuadran en el BHT de EMODNET "Roca infralitoral y arrecife biogénico"; sin embargo, los resultados que se presentan se limitan al sustrato "roca y otros sustratos duros" de dicho BHT, cuya correspondencia en la lista EUNIS 2022 es "MB1 roca infralitoral".

Durante este programa se han llevado a cabo 61 muestreos en un total de 50 estaciones distribuidas por toda la DMESAL (la estación "Punta de la Mona" corresponde a un muestreo de perfil vertical, y no se ha incluido en este análisis). De los 61 muestreos, 11 han correspondido a estaciones muestreadas en 2021 y 2023 (Tabla 11, Figura 12).

3.1. Broad Habitat Type: "Roca infralitoral y arrecife biogénico"

3.1.1. Descripción del hábitat

El sustrato rocoso del piso infralitoral presenta una amplia distribución a lo largo de la demarcación, con una extensión de 137 km^2; sin embargo, existen ciertos sectores (p. ej. bahía de Málaga) donde predominan los fondos sedimentarios y no se ha encontrado roca infralitoral con una extensión y/o profundidad suficiente como para hacer el muestreo planificado dentro del programa. Los núcleos de distribución de la roca infralitoral se han localizado fundamentalmente (de oeste a este) en los sectores de Tarifa (Cádiz), costa occidental de Málaga, Maro (Málaga)-punta de la Mona (Granada), Calahonda-Castell de Ferro (Granada) y Aguadulce-Almería en el margen norte de la demarcación, así como en Ceuta, la plataforma de la isla de Alborán y las islas Chafarinas en el margen sur (Tabla 11, Figura 12).

Tabla 11. Estaciones muestreadas durante el tercer ciclo del programa de seguimiento (2021-2023) en el piso infralitoral rocoso de la DMESAL ordenadas de oeste a este

Provincia	Estación	Latitud	Longitud
Cádiz	Barbate	36,1552	-5,8929
Cádiz	Bolonia	36,07663	-5,7968
Cádiz	Bajo_Cabezos	36,0196	-5,7229
Cádiz	Isla_Tarifa_Oeste	36,0018	-5,6129
Cádiz	Isla_Tarifa_Este	36,00205	-5,60706
Cádiz	Guadalmesi	36,04293	-5,49994
Cádiz	Bajo_Perla	36,0567	-5,4289
Cádiz	Punta_Carnero	36,083	-5,4231
Ceuta	Farfu	35,91967	-5,37319
Granada	Cabo_Sacratif	36,69508	-3,47918
Granada	Embarcadero	36,70155	-3,40903
Granada	Punta_Melonar	36,71218	-3,374694
Granada	Caserones	36,73811	-3,32865
Granada	Pozuelo	36,74855	-3,19142
Isla Alborán	Isla_Alboran_Norte	35,9423	-3,03428
Isla Alborán	Isla_Alboran_Sur	35,93945	-3,03019
Melilla	Aguadu	35,31853	-2,94693
Melilla	Escollera	35,29383	-2,92855



Provincia	Estación	Latitud	Longitud
Ceuta	Chiclon	35,90276	-5,29783
Ceuta	Ceuta_S	35,88864	-5,292139
Ceuta	Desnarigado	35,89282	-5,2839
Málaga	Punta_Chullera	36,307	-5,2419
Málaga	Casares	36,3767	-5,20776
Málaga	Placer_Bovedas	36,41	-4,9931
Málaga	Laja_Almirante	36,47781	-4,72372
Málaga	Punta_Calaburras	36,50342	-4,634467
Málaga	Laja_Bermeja	36,58847	-4,51261
Málaga	Mezquitilla	36,74025	-4,03185
Málaga	Cañuelo	36,73907	-3,785183
Granada	Cerro_Gordo	36,72919	-3,76442
Granada	Cala_Perro	36,7222	-3,7357
Granada	Punta_Mona	36,7193	-3,728
Granada	Marina_Este	36,72039	-3,72727
Granada	Peñon_San_ Cristobal	36,7256	-3,694233
Granada	Velilla	36,74188	-3,63843

Provincia	Estación	Latitud	Longitud
Almería	Punta_Entinas	36,6697	-2,7712
Almería	Derrumbe_340	36,8172	-2,5461
Almería	Diver_Hotel	36,81856	-2,53399
Almería	Garrofa	36,82444	-2,508888
Islas Chafarinas	Cueva_Lobo	35,17804	-2,44425
Islas Chafarinas	Pedregal	35,18088	-2,44314
Islas Chafarinas	Italiano	35,18117	-2,43863
Islas Chafarinas	Punta_ Cormoran	35,17731	-2,43737
Islas Chafarinas	Laja_Cantil	35,18572	-2,43718
Islas Chafarinas	Polvorin	35,18217	-2,43187
Islas Chafarinas	Faro_ Chafarinas	35,18373	-2,42947
Islas Chafarinas	ReyNW	35,1838	-2,42462
Islas Chafarinas	Punta_Halcon	35,18172	-2,42198
Islas Chafarinas	Buticlan	35,17937	-2,41853
Almería	Sirenas	36,7196	-2,19141
Almería	Laja_CaboGata	36,713	-2,1898

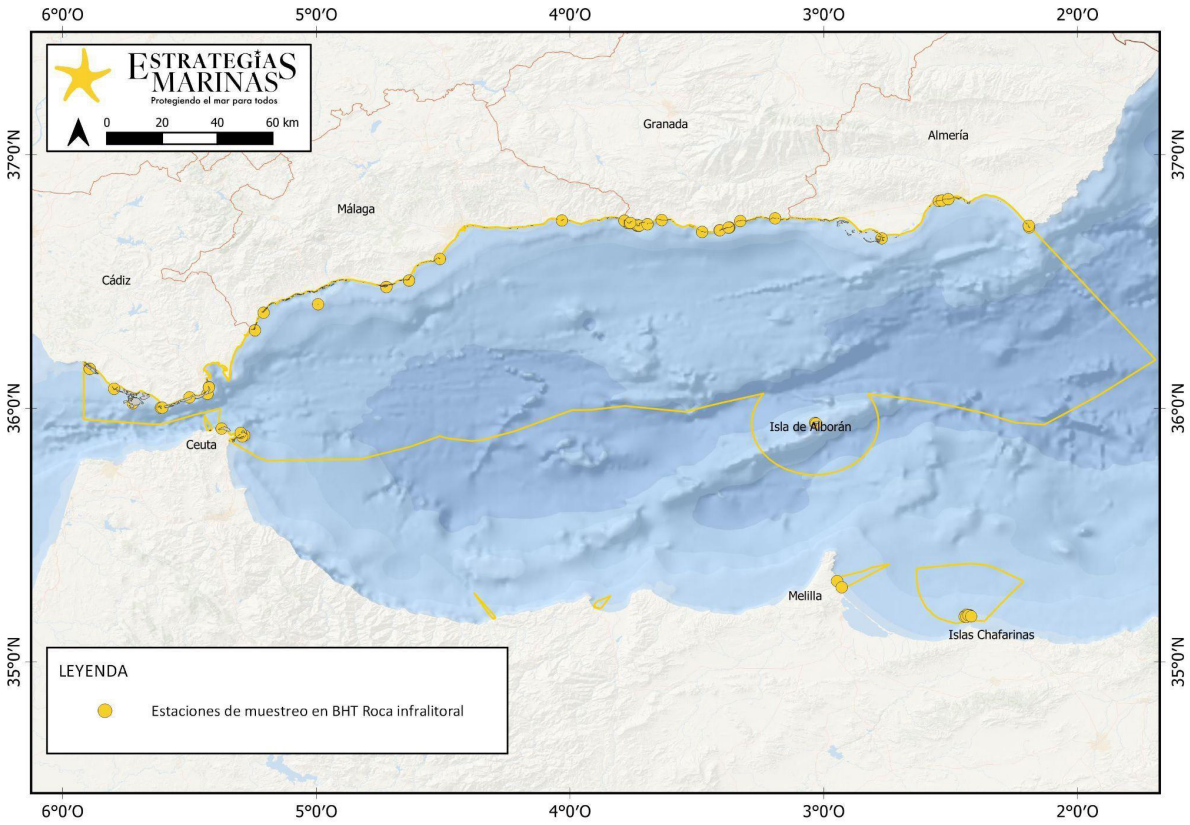


Figura 12. Localización de las estaciones muestreadas durante el tercer ciclo del programa de seguimiento (2021-2023) en el piso infralitoral rocoso de la DMESAL.

3.1.2. Comparativa mapas EMODNET

Para la selección de las estaciones de muestreo se han utilizado tanto la capa de sustrato duro del BHT de EMODNET "Roca infralitoral y arrecifes biogénicos", como otras cartografías regionales (Ecocartografía MITECO), así como conocimiento experto de fondos rocosos infralitorales no contemplados en ninguna de las anteriores.

De las 51 estaciones muestreadas a lo largo de la demarcación, únicamente 27 (53 %) corresponden a fondo rocoso según la capa de EMODNET (Figura 13 y Figura 14). Esto refleja la incongruencia de la información disponible y pone de manifiesto la necesidad de disponer de información cartográfica precisa sobre los tipos de fondos litorales para poder realizar una correcta evaluación del estado ambiental del BHT.

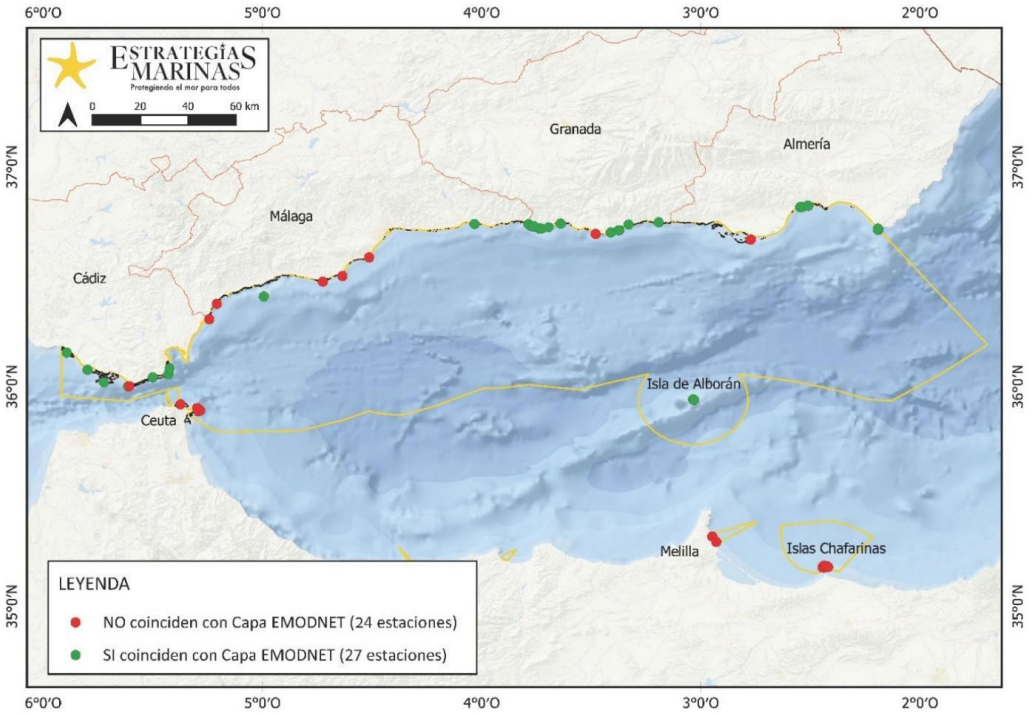


Figura 13. Mapa de la DMESAL mostrando en color verde las estaciones de muestreo que coinciden con roca infralitoral según EMODNET (o a menos de 50 m lineales, para eliminar un posible error del sistema de referencia de coordenadas), y en color rojo las estaciones que no cumplen las condiciones anteriores.

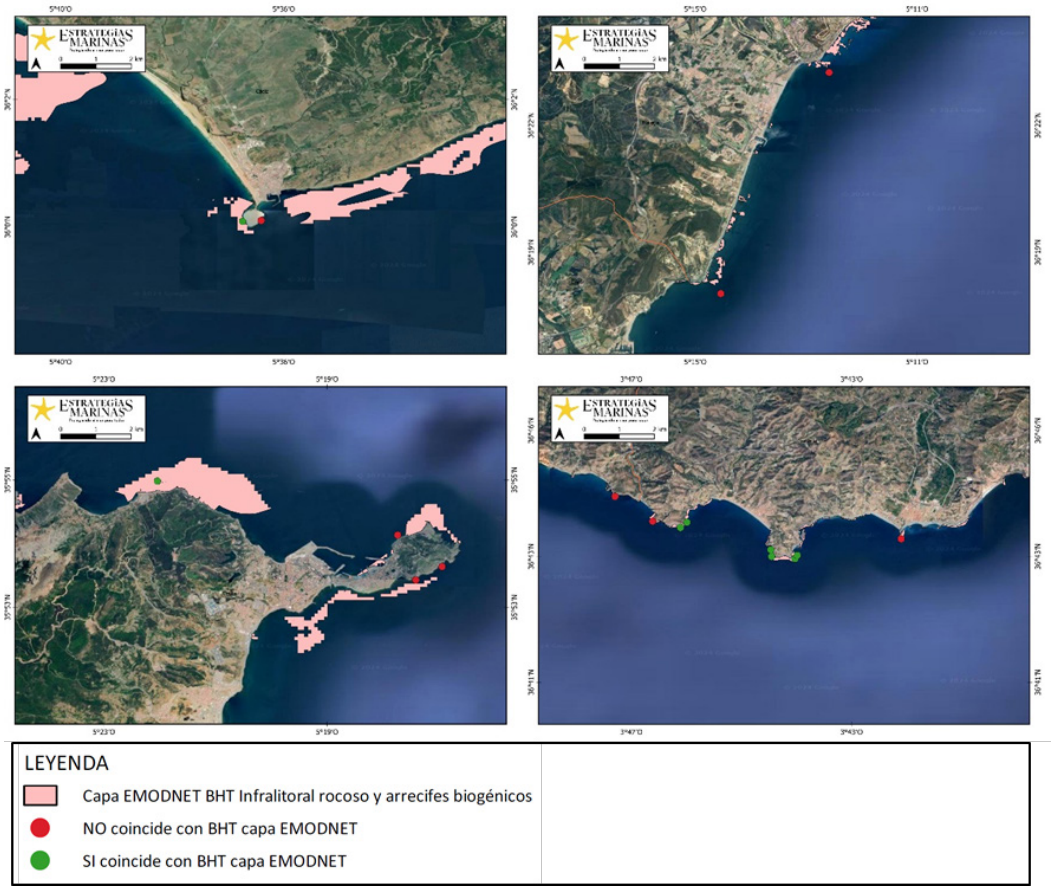


Figura 14. Detalle de algunas de las estaciones de muestreo que coinciden con roca infralitoral según EMODNET (verde) y de otras que no lo hacen (rojo).

3.1.3. Caracterización ambiental

Las estaciones muestreadas en el piso infralitoral rocoso muestran un tipo de fondo configurado fundamentalmente por afloramientos rocosos con cierta pendiente (hasta unos 30°) o planos (corresponde a lajas horizontales), y de forma minoritaria por paredes verticales. Considerando la rugosidad (es decir, la presencia de agujeros, grietas, huecos entre rocas, resaltes, etc.), la mayoría de las estaciones presentan un fondo rocoso bastante rugoso, con huecos entre uno y varios metros de amplitud que llegan a ocupar hasta el 25 % de la superficie sobre la que se hacen los transectos. En este sentido, cabe señalar que en aquellas estaciones cuyo fondo está principalmente compuesto por bloques rocosos, una gran parte de ellos presentan bloques de un tamaño mediano (1-2 m de alto) o grande (>2 m de alto). En cuanto a la composición del fondo, la mitad de las estaciones no presenta arena, y la mayoría no presenta grava ni cantos, estando en estos casos constituido únicamente por sustrato rocoso (Figura 15 y Figura 16); por otro lado, las estaciones cuyo fondo muestreado presenta una superficie arenosa mayor al 25 % son minoritarias. En casos puntuales, entre el sustrato rocoso se observan rodales de la angiosperma marina *Posidonia oceanica*, fundamentalmente en estaciones de Almería y las islas Chafarinas.

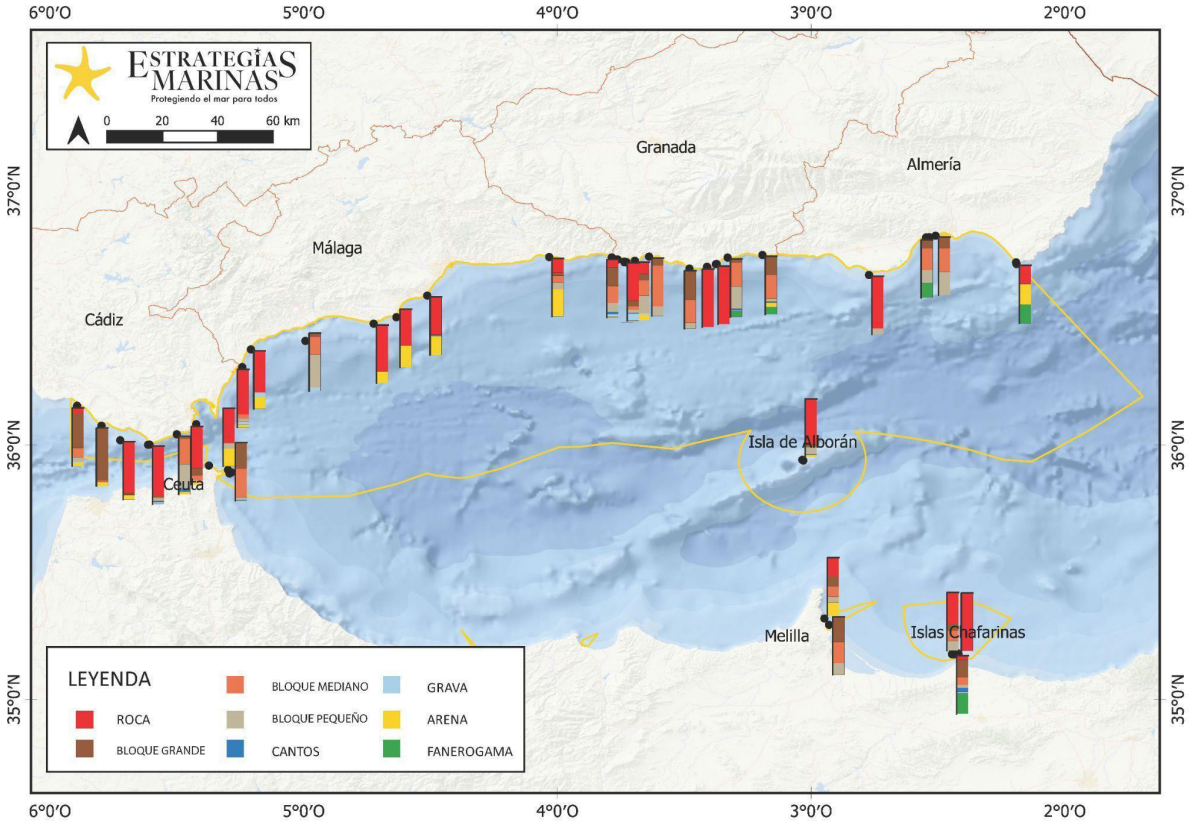


Figura 15. Proporción (%) de los tipos de sustrato encontrado en las estaciones del programa de seguimiento.

De forma particular, el sustrato rocoso muestreado en las diferentes estaciones se ha configurado de la siguiente manera:

Sector Barbate: las estaciones "Barbate" y "Bolonia" muestran un fondo rocoso compuesto fundamentalmente por bloques grandes, que favorecen la presencia de huecos y oquedades de gran tamaño.

Sector Tarifa: en este sector se ha muestreado en 6 estaciones, presentando la mayoría de ellas (estaciones "Bajo cabezos", "Bajo Perla", "isla Tarifa este", "isla Tarifa oeste" y "Punta Carnero") un



fondo rocoso continuo en forma de acantilado submarino o laja con bloques, salvo en la estación "Guadalmesí", la cual presenta un fondo compuesto por rocas de mediano y pequeño tamaño.

Sector Ceuta: las estaciones muestreadas en el sector norte ("Farfú", Chiclón") presentan un afloramiento rocoso irregular que se eleva puntualmente hasta varios metros por encima del fondo blando que lo rodea. Por su parte, las estaciones del sector sur ("Ceuta sur", "Desnarigado") presentan un fondo rocoso compuesto por bloques grandes y medianos, probablemente procedentes de los acantilados costeros.

Sector Málaga occidental: la mayoría de las estaciones presenta un afloramiento rocoso horizontal (tipo "laja") y parcheado sobre un fondo sedimentario (estaciones "Chullera", "Laja Almirante", "Calaburras", "Laja Bermeja"). Dicho afloramiento, que presenta una cierta sedimentación, se eleva entre 50 cm y varios metros por encima del fondo. En la estación "Placer de las Bóvedas", el fondo rocoso muestreado se compone de numerosos bloques rocosos de distinto tamaño, dispuestos en forma de pináculo que se eleva desde 60 m de profundidad hasta unos -20 m.

Sector Maro-Almuñécar: el fondo rocoso se configura fundamentalmente como acantilados submarinos verticales o con cierta pendiente, los cuales llegan a unos 50 m de profundidad en la estación "Punta de la Mona" y a unos 20 m de profundidad en las estaciones "Cañuelo", "Cerro Gordo", "Cala Perro" y "Marina del Este", donde se observan bloques de distintos tamaños en la base. En "Marina del Este", además, el fondo de bloques medianos continúa prácticamente hasta la orilla de la playa. La estación "Peñón San Cristobal" se configura como un afloramiento rocoso constituido por un peñón de paredes escarpadas hasta los 14 m de profundidad, con bloques en la base.

Sector Calahonda: el fondo rocoso de las estaciones "Embarcadero" y "Punta Melonar" está configurado fundamentalmente por acantilados submarinos verticales o con cierta pendiente, en algunos casos con bloques de tamaño variable dispuestos en la base del acantilado, el cual da paso a un fondo arenoso.

Entre Granada y Almería hay una serie de estaciones cuyo fondo rocoso está configurado por bloques medianos y grandes dispuestos unos sobre otros (estaciones "Velilla", "Caserones" y "Pozuelo"), en algunos casos con apariencia de escollera submarina artificial (estación "Sacratif") o como material de derrubio de la construcción de carreteras costeras (estaciones "Garrofa", "Derrumbe 340" y "Diver Hotel"). Esta configuración proporciona muchos huecos, algunos de gran tamaño.

Sector Almería: la estación "Punta Entinas" presenta un afloramiento rocoso horizontal (tipo "laja") de gran extensión y escalonado, sobre el que se desarrolla una pradera de la angiosperma marina *Posidonia oceanica*. Las estaciones "Sirenas" y "Laja Cabo de Gata" presentan un sustrato rocoso parcheado sobre un fondo sedimentario y praderas de *Posidonia oceanica*.

Sector isla de Alborán: las estaciones muestreadas en la Reserva Marina, "isla Alborán norte" e "isla Alborán sur", presentan un fondo configurado como una plataforma rocosa horizontal que se extiende por todo el piso infralitoral. Esta plataforma presenta irregularidades y escarpes que permiten la existencia de huecos, grietas y oquedades, en algunos casos de gran tamaño.

Sector Melilla: la estación "Aguadú" presenta un afloramiento rocoso horizontal (tipo "laja") y parcheado sobre un fondo sedimentario, que presenta una cierta sedimentación, elevándose entre 50 cm y varios metros por encima del fondo. Por otro lado, la estación "Escollera" se sitúa sobre la propia escollera norte del puerto de Melilla, cuyo sustrato rocoso lo conforman bloques de hormigón de gran tamaño que dejan huecos entre ellos.

Sector islas Chafarinas: las estaciones "Polvorín", "Faro Chafarinas", "Rey NW", "Buticlán" y "Punta Halcón", presentan un sustrato rocoso configurado fundamentalmente por acantilados submarinos verticales o con cierta pendiente, en algunos casos con bloques de tamaño variable dispuestos en la base del acantilado. Las estaciones "Cueva Lobo", "Pedregal", "Italiano" y "Punta Cormorán" presentan un fondo mixto de bloques de diversos tamaños que dejan huecos amplios, en algunos casos parchea-

dos con praderas de *Posidonia oceanica*, junto con afloramientos rocosos más o menos verticales. Por último, la estación "Laja Cantil" presenta un afloramiento rocoso aplacerado e irregular en torno a unos 5-7 metros de profundidad, que cae en vertical hasta los 40 m hacia el norte.

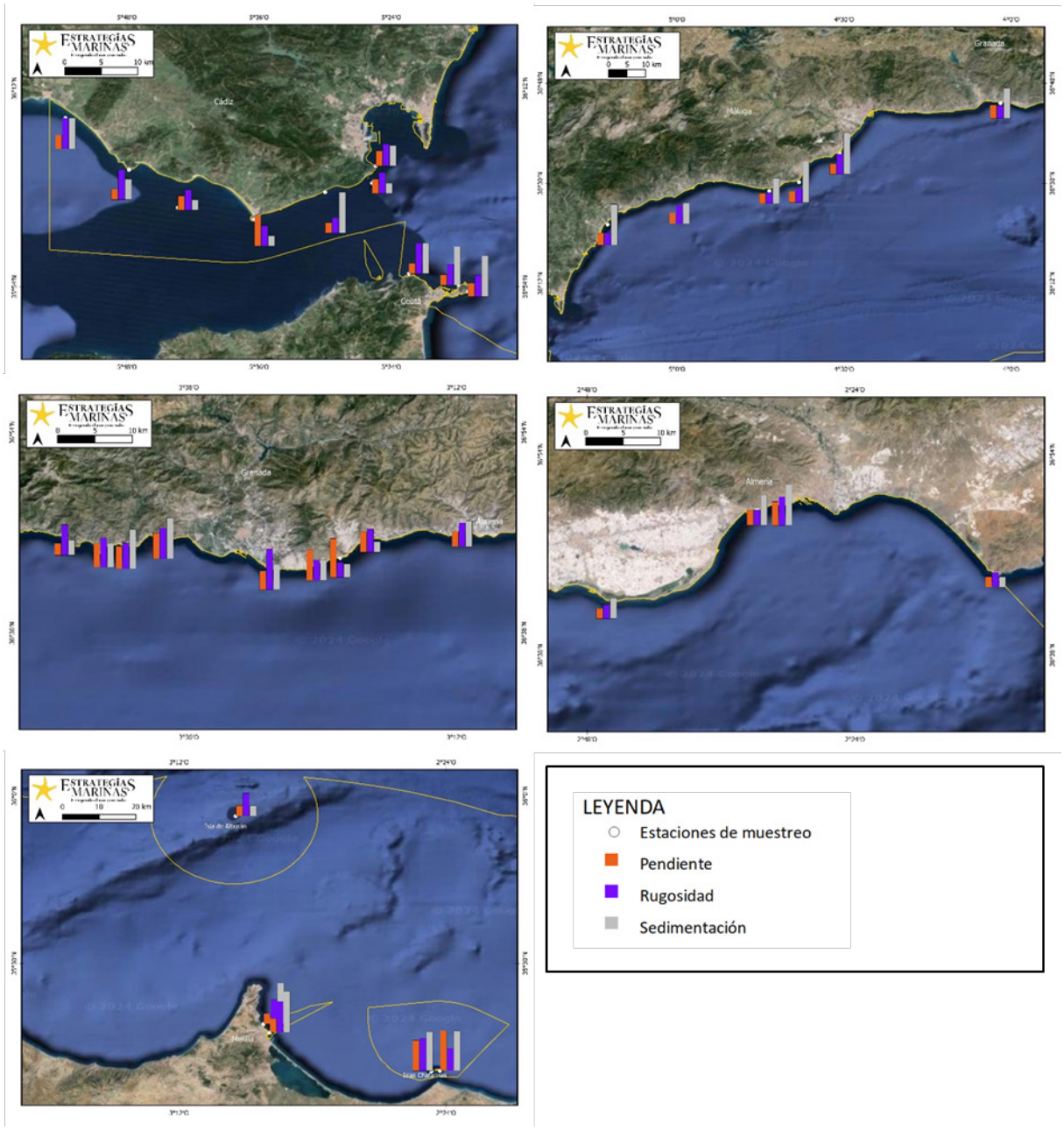


Figura 16. Grado de pendiente, rugosidad y sedimentación registradas en las estaciones de muestreo del programa de seguimiento de la DMESAL.

3.1.4. Comunidades biológicas

Se han censado un total de 112 taxones de algas (además del turf) y 1 de cianofíceas, siendo las algas rojas (Rhodophyta) el filo mejor representado con 48 taxones, seguido de las algas pardas (Ochrophyta) con 39 taxones y las algas verdes (Chlorophyta) con 25 taxones; sin embargo, las algas pardas fueron el grupo más abundante con 46.036 individuos contabilizados (Anexo I) (Figura 17).

Las familias mejor representadas fueron Rhodomelaceae (6 especies) entre las algas rojas, Dictyotaceae (10 taxones) y Sargassaceae (8 taxones) entre las algas pardas, y finalmente Codiaceae (7 especies) entre las algas verdes, mientras que las más abundantes fueron Dictyotaceae (34.160 ind.; algas pardas) principalmente debido a la alta abundancia del alga invasora *Rugulopteryx okamurae*, Stypocaulaceae (6.243 ind.; algas pardas), Halimedaceae (4.025 ind.; algas verdes) y Bonnemaisoniaceae (3.756 ind.) debido a las altas abundancias de las algas invasoras *Asparagopsis armata* y *Asparagopsis taxiformis*. La especie dominante de la comunidad de algas de la demarcación fue *R. okamurae* (28,2 % de los ejemplares observados), seguida del turf (8,5 %) y el complejo de especies calcáreas *Lithophyllum-Mesophyllum* (7 %) (Anexo I).

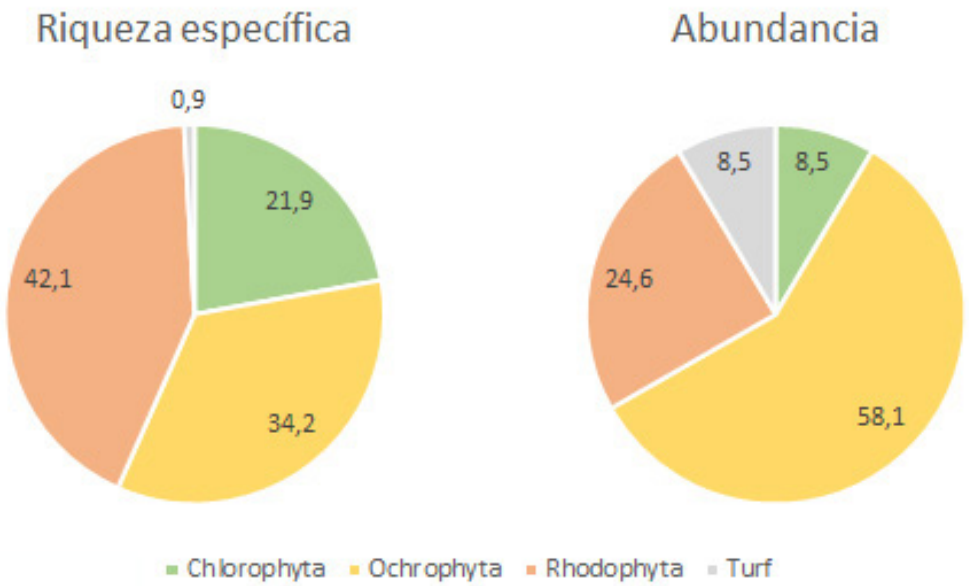


Figura 17. Proporción de la riqueza específica y la abundancia de individuos registrados por cada filo de algas observado en la DMESAL, además del turf.

En cuanto a los invertebrados, se censaron un total de 321 taxones pertenecientes a un mínimo 21 clases y 11 filos (anexo II). El filo mejor representado fue Porifera (65 taxones), seguido de Cnidaria (64 taxones) y Mollusca (63 taxones); sin embargo, Cnidaria fue el filo más abundante y por tanto dominante con 9.621 individuos/colonias contabilizadas (39 % de la abundancia total de invertebrados registrada; %D) (Figura 18).

Las familias mejor representadas en cuanto a riqueza de especies y abundancia fueron Serpulidae (9 taxones, 1.017 ind.) entre Annelida; Diogenidae (4 especies, 42 ind.) entre Arthropoda; Bugulidae (3 especies) y Myriaporidae (1.041 col. de la especie *Myriapora truncata*) entre Bryozoa; Didemnidae (11 taxones, 642 ind.) entre Chordata; Aglaopheniidae (7 taxones) y Dendrophylliidae (3.998 col.; fundamentalmente del coral naranja *Astroides calycularis*) entre Cnidaria; Holothuriidae (5 especies) y Parechinidae (958 ind. de la especie *Paracentrotus lividus*) entre Echinodermata; Chromodorididae (10 taxones) y Cerithiidae (132 ind.) entre Mollusca; y finalmente Irciniidae (6 taxones) y Crambeidae (2.140 ind. de la especie *Crambe crambe*) entre Porifera. La especie dominante de la comunidad de invertebrados asociada a la roca infralitoral fue el coral naranja *A. calycularis* (13,5 %D), seguido de la esponja incrustante *C. crambe* (8,7 %D) y la gorgonia *Eunicella singularis* (6,3 %D) (Anexo II).

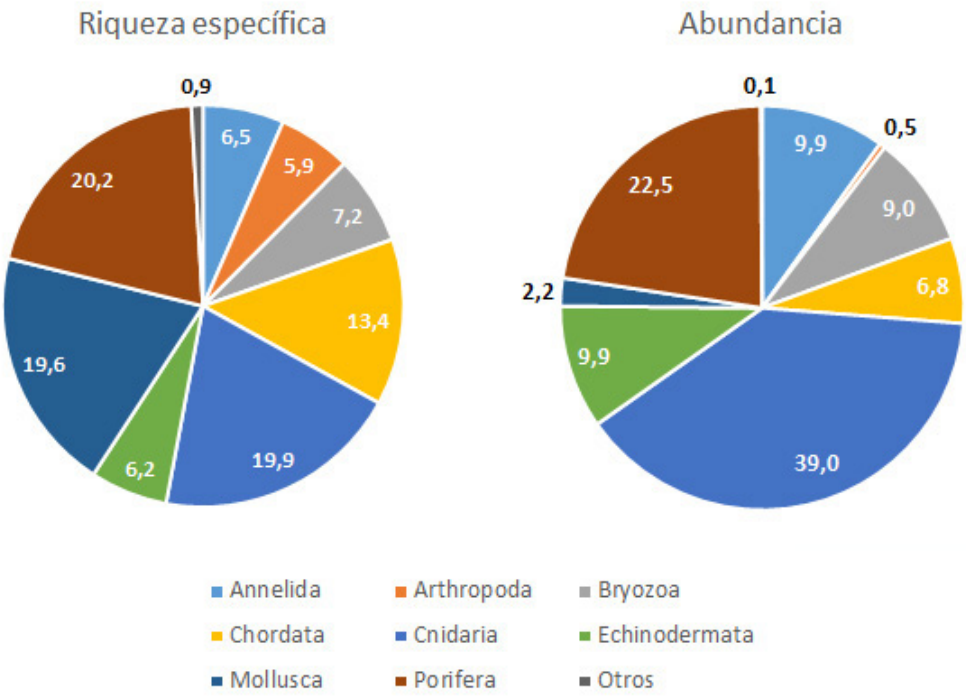


Figura 18. Proporción de la riqueza específica y la abundancia de individuos registrados por cada filo de invertebrados observado en la DMESAL.

Por último, se han censado un total de 102 taxones de peces pertenecientes a las clases Teleosti (99 taxones de 26 familias) y Elasmobranchii (3 especies de 3 familias), representadas por 129.503 y 38 individuos, respectivamente (Anexo III).

Las familias mejor representadas de Teleosti fueron Labridae (19 especies) y Sparidae (17 especies), las cuales incluyeron el 36,4 % de todos los taxones registrados (Figura 19). Sin embargo, la familia más abundante fue Pomacentridae con 45.053 ind. (34,8 % de la abundancia total) debido a la gran abundancia presentada por la especie *Chromis chromis*, siendo éste el pez dominante de la comunidad. Las familias Labridae (25,7 %) y Sparidae (19,4 %) también presentaron valores elevados de abundancia. Además de *C. chromis*, las especies *Boops boops* y *Coris julis* destacaron por sus altas abundancias, incluyendo entre las tres especies el 55,1 % de la abundancia total de peces.

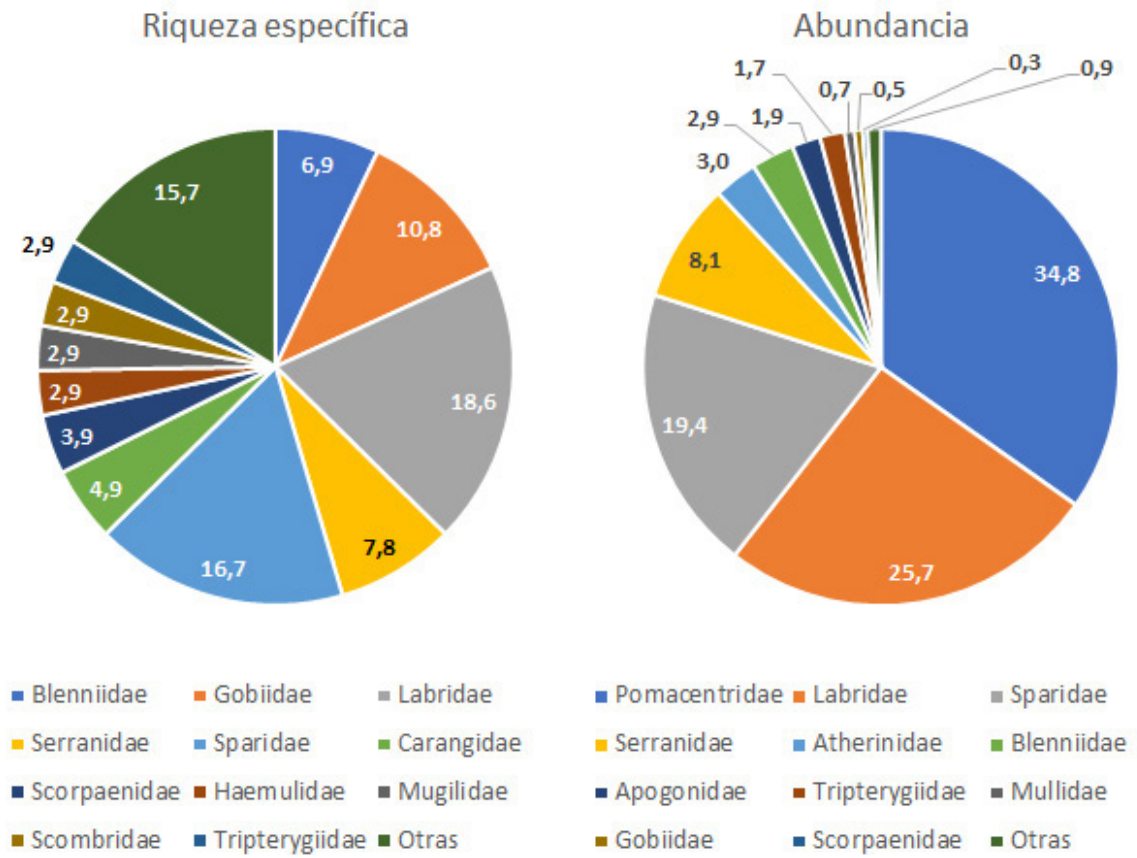


Figura 19. Proporción de la riqueza específica y la abundancia de individuos registrados de las principales familias de peces de la clase Teleostei.

3.1.4.1. Especies características

Las algas consideradas como características del BHT han sido aquellas especies perennes o que representan una etapa de sucesión tardía de la comunidad algal, y que cumplan al menos una de las dos siguientes premisas:

- Que presenten una frecuencia de ocurrencia mayor del 10 % por estación muestreada.
- Que aparezcan en la bibliografía científica (Luque & González 2004, Flores-Moya *et al.* 2021) como características para las comunidades de macrófitos del mar de Alborán, aunque su frecuencia de ocurrencia sea menor al 10 %.

En esta selección de especies recogida en la Tabla 12 no se han incluido aquellas que, aun cumpliendo con las premisas antes mencionadas, representan especies oportunistas y/o alóctonas. En la Tabla 13 se mencionan las especies oportunistas consideradas para el cálculo del índice CFR.

Tabla 12. Algas identificadas como características para el BHT "Roca infralitoral y arrecife biogénico" en la DMESAL.

Filo	Clase	Taxón	%F
Rhodophyta	Florideophyceae	Complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*	80,43
Rhodophyta	Florideophyceae	*Sphaerococcus coronopifolius*	53,62



Filo	Clase	Taxón	%F
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Dictyota* sp.	45,96
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Halopteris filicina*	45,96
Rhodophyta	Florideophyceae	*Peyssonnelia* spp.	43,4
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Codium bursa*	37,02
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Halopteris scoparia*	36,6
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Padina pavonica*	36,17
Rhodophyta	Florideophyceae	*Jania* sp.	32,77
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Flabellia petiolata*	26,81
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Cystoseira* spp.	25,53
Rhodophyta	Florideophyceae	*Ellisolandia elongata*	25,53
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Dictyota dichotoma*	21,7
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Cladostephus spongiosus*	20
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Colpomenia sinuosa*	17,87
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Dictyota implexa*	17,45
Rhodophyta	Florideophyceae	*Corallina* sp.	15,74
Rhodophyta	Florideophyceae	*Plocamium cartilagineum*	14,89
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Zonaria tournefortii*	14,47
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Dictyopteris polypodioides*	13,19
Rhodophyta	Florideophyceae	*Amphiroa rigida*	< 10
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Codium vermilara*	< 10
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Halimeda tuna*	< 10
Rhodophyta	Florideophyceae	*Halopithys incurva*	< 10
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Phyllariopsis brevipes*	< 10
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Sargasum* sp.	< 10
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Taonia atomaria*	< 10
Rhodophyta	Florideophyceae	*Tricleocarpa fragilis*	< 10
Rhodophyta	Florideophyceae	*Wrangelia penicillata*	< 10



Tabla 13. Algas identificadas como oportunistas para el BHT "Roca infralitoral y arrecife biogénico" en la DMESAL.

Filo	Clase	Taxón
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Blidingia minima*
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Bryopsis plumosa*
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Caulerpa cylindracea*
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Cladophora* sp.
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Codium fragile*
Chlorophyta	Ulvophyceae	*Ulva* spp.
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Acinetospora crinita*
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Dictyota cyanoloma*
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Feldmannia lebelii*
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Rugulopteryx okamurae*
Ochrophyta	Phaeophyceae	*Sporochnus* sp
Rhodophyta	Florideophyceae	*Acrothamnion preissii*
Rhodophyta	Florideophyceae	*Asparagopsis armata*
Rhodophyta	Florideophyceae	*Asparagopsis taxiformis*
Rhodophyta	Florideophyceae	*Lophocladia lallemandii*
Rhodophyta	Florideophyceae	*Womersleyella setacea*
Cyanobacteria	Cyanophyceae	*Cyanophycea* sp
		Turf

En cuanto a los invertebrados, se han considerado como característicos en el BBHT aquellas especies o taxones que presentan una frecuencia de ocurrencia en el conjunto de las estaciones de muestreo mayor del 10 % (Tabla 14).



Tabla 14. Invertebrados identificados como característicos para el BBHT "Roca infralitoral y arrecife biogénico" en la demarcación ESAL.

Filo	Clase	Taxón	% F
Porifera	Demospongiae	*Crambe crambe*	85,2
Bryozoa	Gymnolaemata	*Myriapora truncata*	60,4
Echinodermata	Echinoidea	*Paracentrotus lividus*	43,9
Cnidaria	Anthozoa	*Astroides calycularis*	42,2
Echinodermata	Echinoidea	*Arbacia lixula*	35,7
Porifera	Demospongiae	*Cliona viridis*	35,2
Porifera	Demospongiae	*Sarcotragus spinosulus*	34,3
Porifera	Demospongiae	*Sarcotragus fasciculatus*	33,9
Bryozoa	Gymnolaemata	*Reptadeonella violacea*	33,0
Porifera	Demospongiae	*Chondrosia reniformis*	30,9
Cnidaria	Anthozoa	*Aiptasia mutabilis*	29,6
Porifera	Demospongiae	*Phorbas tenacior*	28,7
Echinodermata	Echinoidea	*Sphaerechinus granularis*	28,3
Annelida	Polychaeta	*Polycirrus* sp.	27,4
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria sanctori*	27,0
Cnidaria	Hydrozoa	*Aglaophenia pluma*	26,5
Annelida	Polychaeta	*Protula tubularia*	26,5
Annelida	Polychaeta	*Protula intestinum*	25,2
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria tubulosa*	24,3
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria poli*	21,7
Annelida	Polychaeta	*Serpula vermicularis*	20,0
Mollusca	Gastropoda	*Cerithium vulgatum*	19,6
Cnidaria	Anthozoa	*Clavularia crassa*	19,1
Cnidaria	Anthozoa	*Eunicella singularis*	18,7
Mollusca	Gastropoda	*Thylacodes arenarius*	18,7



Filo	Clase	Taxón	% F
Porifera	Demospongiae	*Cliona celata*	17,8
Cnidaria	Hydrozoa	*Aglaophenia kirchenpaueri*	17,0
Cnidaria	Anthozoa	*Leptogorgia sarmentosa*	17,0
Echinodermata	Asteroidea	*Echinaster sepositus*	16,1
Cnidaria	Anthozoa	Complejo *Anemonia sulcata/viridis*	15,7
Annelida	Polychaeta	Errantia	15,2
Annelida	Polychaeta	Complejo *Filograna/Salmacina*	14,8
Mollusca	Gastropoda	*Hexaplex trunculus*	14,8
Echinodermata	Asteroidea	*Ophidiaster ophidianus*	14,8
Annelida	Polychaeta	*Eupolymnia nebulosa*	14,3
Annelida	Polychaeta	*Bonellia viridis*	13,9
Annelida	Polychaeta	*Sabella discifera*	13,0
Cnidaria	Anthozoa	*Balanophyllia regia*	12,6
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae sp.	12,6
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria forskali*	12,6
Porifera	Demospongiae	*Ircinia variabilis*	11,7
Bryozoa	Gymnolaemata	*Schizomavella mamillata*	11,7
Porifera	Demospongiae	Complejo *Phorbas fictitius/topsenti*	11,3
Mollusca	Gastropoda	*Bolma rugosa*	10,9
Cnidaria	Anthozoa	*Cladocora caespitosa*	10,9
Chordata	Ascidiacea	*Clavelina dellavallei*	10,4
Cnidaria	Anthozoa	*Eunicella verrucosa*	10,4
Porifera	Demospongiae	*Dysidea avara*	10,0

Por último, la identificación de los peces característicos del BBHT ha seguido el mismo criterio que para los invertebrados, quedando reflejado en la Tabla 15.



Tabla 15. Peces identificados como característicos para el BHT "Roca infralitoral y arrecife biogénico" en la DMESAL.

Filo	Clase	Taxón	% F
Chordata	Teleostei	*Coris julis*	90,6
Chordata	Teleostei	*Chromis chromis*	84
Chordata	Teleostei	*Serranus cabrilla*	78
Chordata	Teleostei	*Thalassoma pavo*	64,2
Chordata	Teleostei	*Diplodus vulgaris*	62,3
Chordata	Teleostei	*Symphodus ocellatus*	59,1
Chordata	Teleostei	*Serranus scriba*	52,8
Chordata	Teleostei	*Diplodus sargus*	50,9
Chordata	Teleostei	*Symphodus mediterraneus*	42,1
Chordata	Teleostei	*Tripterygion delaisi*	41,2
Chordata	Teleostei	*Symphodus tinca*	39,9
Chordata	Teleostei	*Parablennius pilicornis*	38,4
Chordata	Teleostei	*Boops boops*	37,4
Chordata	Teleostei	*Apogon imberbis*	37,1
Chordata	Teleostei	*Symphodus roissali*	30,2
Chordata	Teleostei	*Mullus surmuletus*	24,5
Chordata	Teleostei	*Epinephelus marginatus*	22,3
Chordata	Teleostei	*Epinephelus costae*	22
Chordata	Teleostei	*Oblada melanurus*	21,1
Chordata	Teleostei	*Parablennius rouxi*	20,8
Chordata	Teleostei	*Symphodus doderleini*	20,4
Chordata	Teleostei	*Ctenolabrus rupestris*	19,2
Chordata	Teleostei	*Diplodus cervinus*	17,3
Chordata	Teleostei	*Sarpa salpa*	16
Chordata	Teleostei	*Diplodus puntazzo*	15,7



Filo	Clase	Taxón	% F
Chordata	Teleostei	*Centrolabrus exoletus*	14,8
Chordata	Teleostei	*Anthias anthias*	14,2
Chordata	Teleostei	*Symphodus rostratus*	11,9
Chordata	Teleostei	*Centrolabrus melanocercus*	10,4
Chordata	Teleostei	*Labrus bergylta*	10,4

3.1.4.2. Ictiofauna de interés comercial o recreativo

Una vez elaborado el listado de peces observados en el programa de seguimiento para los hábitats del piso infralitoral rocoso, y tras analizar su interés para el sector pesquero (tanto comercial como recreativo), las principales especies objetivo incluirían el mero (*Epinephelus marginatus*), el dentón (*Dentex dentex*), el cabracho (*Scorpaena scrofa*), el corvallo (*Sciaena umbra*), la lubina (*Dicentrarchus labrax*), la dorada (*Sparus aurata*), el sargo (*Diplodus sargus*), el falso abadejo (*Epinephelus costae*) y el abade (*Mycteroperca rubra*).

Esta lista se podría completar con los peces que tienen un mayor interés para la flota pesquera comercial, como el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*), la brótola (*Phycis phycis*) y los jureles (*Trachurus* spp.), junto con los que tienen un mayor interés para los pescadores recreativos como serían la mojarra (*Diplodus vulgaris*), la urta (*Pagrus auriga*), el sargo picudo (*Diplodus puntazzo*) y sargo breado (*Diplodus cervinus*), y el borriquete (*Plectorhinchus mediterraneus*).

3.1.4.3. Especies catalogadas

A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para los hábitats del piso infralitoral rocoso de la DMESAL se han observado numerosas especies que figuran en convenios y/o listas nacionales e internacionales de protección.

Entre la flora catalogada observada en las campañas llevadas a cabo en el marco del programa de seguimiento (Tabla 16), destacan los macrófitos estructurantes de hábitats como las especies tradicionalmente conocidas del género *Cystoseira* (muchas de estas han sufrido cambios de género en las últimas décadas), que viven en el piso mesolitoral inferior y el infralitoral superior en ambientes de modo batido, y la fanerógama marina *Posidonia oceanica*, que tiene la capacidad de colonizar sustratos rocosos, habiendo sido observada en ciertas estaciones de muestreo repartidas por la demarcación. En la Figura 20 y Figura 21 se muestran la distribución y abundancia de las especies catalogadas observadas.

Tabla 16. Algas y fanerógamas marinas observadas en el Programa de Seguimiento llevado a cabo para el piso infralitoral rocoso en la DMESAL incluidas en convenios, catálogos o listas nacionales e internacionales de protección. HD: Directiva Hábitats; BC: Convenio de Barcelona; BeC: Convenio de Berna; BoC: Convenio de Bonn; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. OSPAR: CONVENIO OSPAR; LC: Preocupación Menor; VU: Vulnerable;–Población en disminución; Sin símbolo: Población estable; I: Anexo I; II: Anexo II, V: Anexo V

Especies	Figuras de protección nacional e internacional						
	HD	BC	BeC	BoC	CNEA	LESRPE	UICN
Algas							
Cystoseira nodicaulis		II					
Cystoseira cf spinosa		II					
Cystoseira usneoides		II			X		
Fanerógamas							
Posidonia oceanica		II	I		X		LC-

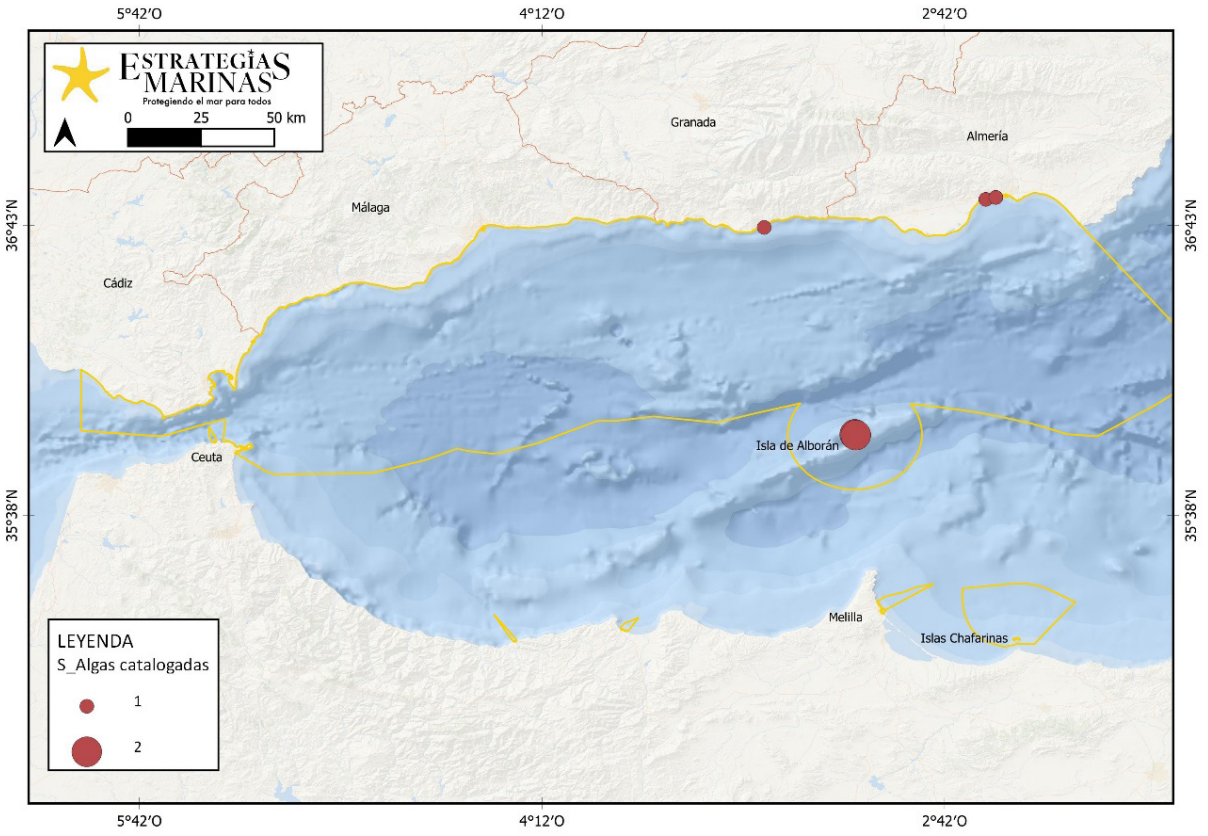


Figura 20. Riqueza específica acumulada de especies de algas catalogadas y observadas en la demarcación.

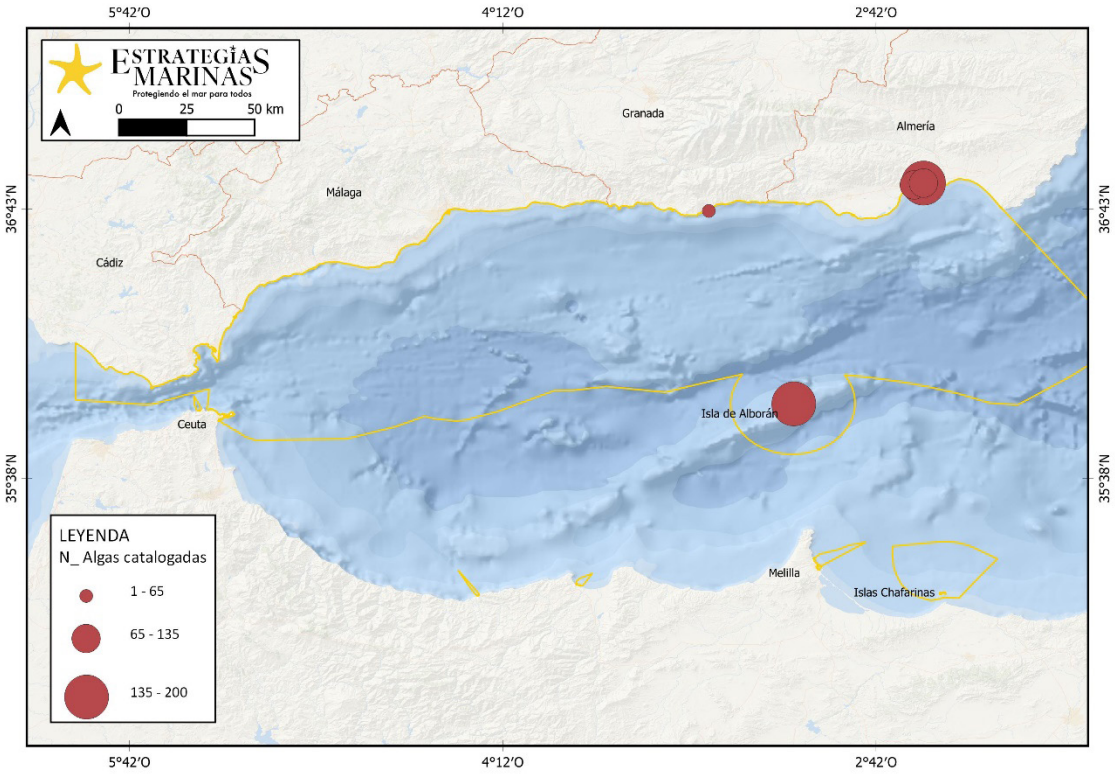


Figura 21. Abundancia acumulada de especies de algas catalogadas y observadas en la demarcación.

Entre los invertebrados catalogados más sobresalientes de la demarcación se pueden mencionar al equinodermo *Centrostephanus longispinus*, el coral *Astroides calycularis*, y el gasterópodo *Charonia lampas*, todos clasificados como "Vulnerables" en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) y Anexo VI de la Directiva Hábitats, así como la escasa porcelana *Luria lurida* (en "Peligro de Extinción" en el Convenio de Barcelona). La lista completa de invertebrados catalogados se muestra en la Tabla 17. En la Figura 22 y Figura 23 se muestran su distribución y abundancia.

Tabla 17. Invertebrados observados en los censos del programa de seguimiento llevado a cabo para el piso infralitoral rocoso en la DMESAL incluidos en convenios, catálogos o listas nacionales e internacionales de protección. HD: Directiva Hábitats; BC: Convenio de Barcelona; BeC: Convenio de Berna; BoC: Convenio de Bonn; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. OSPAR: CONVENIO OSPAR; DD: Datos Insuficientes; LC: Preocupación Menor; NT: Casi Amenazada; VU: Vulnerable; EN: En Peligro; CR: En Peligro Crítico; + Población en aumento;–Población en disminución; ? Desconocido; Sin símbolo: Población estable I: Anexo I; II: Anexo II; III: Anexo III; IV: Anexo IV; V: Anexo V.

Taxones	Figuras de protección nacional e internacional								
	HD	BD	BC	BeC	BoC	CNEA	LESRPE	OSPAR	UICN
Cnidarios									
Phyllangia americana mouchezii									
Astroides calycularis			II	II			VU		LC
Cladocora caespitosa			II			X			EN-



Taxones	Figuras de protección nacional e internacional								
	HD	BD	BC	BeC	BoC	CNEA	LESRPE	OSPAR	UICN
Cribrinopsis crassa									LC?
Dendrophyllia ramea			II						VU?
Eunicella singularis									NT-
Eunicella verrucosa									NT-
Leptogorgia sarmentosa									LC?
Crustaceos									
Maja squinado			III	III					
Equinodermos									
Centrostephanus longispinus	IV		II	II		X			
Hacelia attenuata									
Ophidiaster ophidianus			II	II		X			
Paracentrotus lividus			III	III					
Moluscos									
Charonia lampas			II	II			VU		
Lithophaga lithophaga	IV		II	II		X			
Luria lurida			II	II		X			
Pinna rudis			II	II		X			
Poríferos									
Aplysina sp.			II			X			
Axinella polypoides			II	II		X			
Spongia (Spongia) agaricina		III							

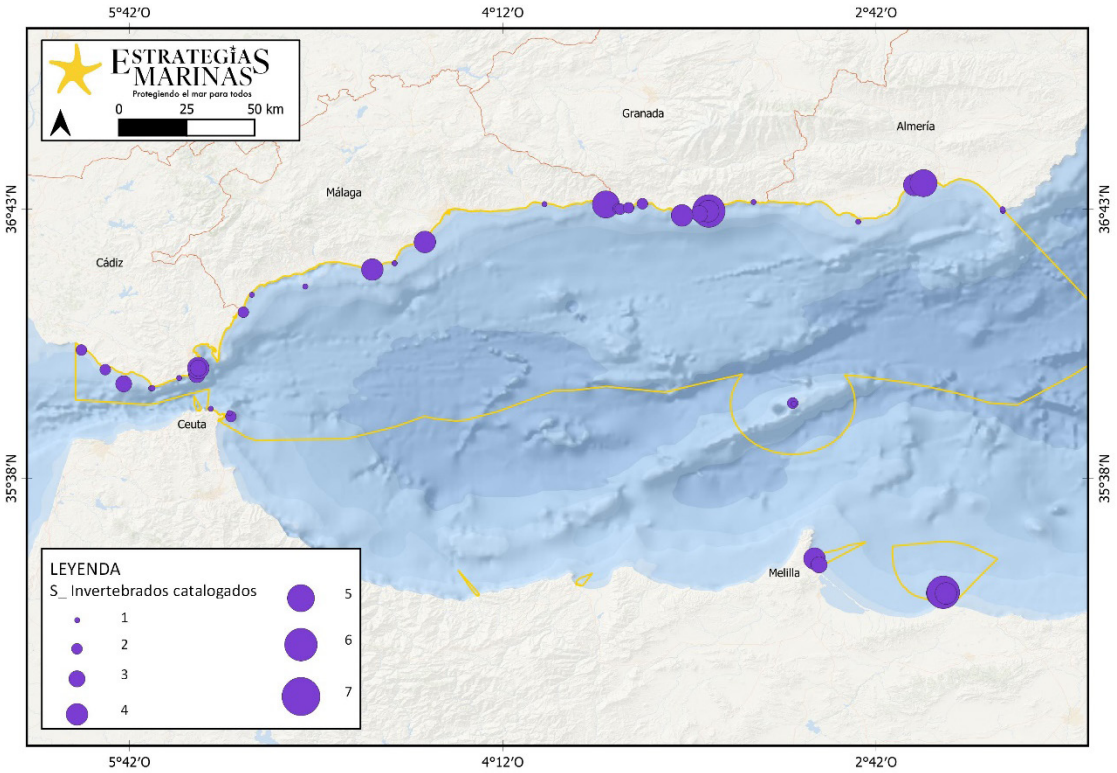


Figura 22. Riqueza específica acumulada de especies de invertebrados catalogados y observados en la demarcación.

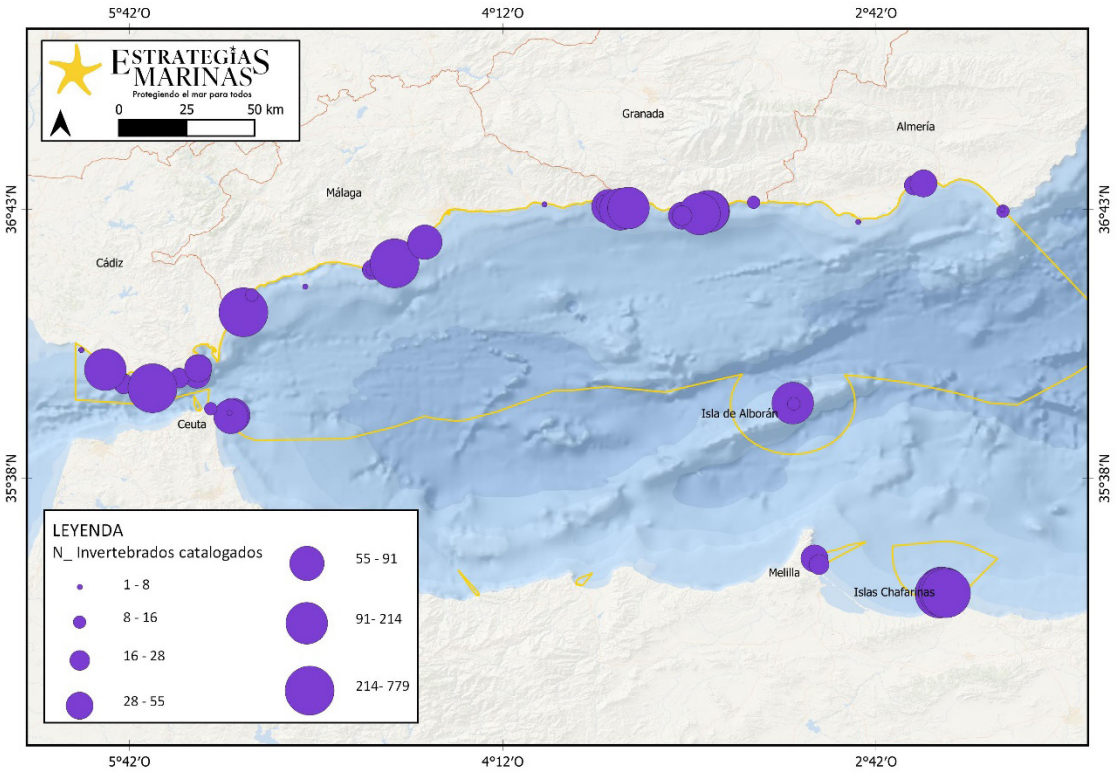


Figura 23. Abundancia acumulada de especies de invertebrados catalogados y observados en la demarcación.



3.1.5. Principales presiones

Los hábitats del piso infralitoral rocoso de la DMESAL, al igual que ocurre en el resto de demarcaciones marinas españolas, sufren el efecto combinado de múltiples presiones generadas por las actividades humanas que se llevan a cabo fundamentalmente en la franja litoral. La mayoría de estas actividades tienen efectos potencialmente perjudiciales sobre el medio ambiente marino, como son la liberación de aguas residuales, las aguas de escorrentía enriquecidas con ciertos elementos químicos provenientes de zonas de agricultura intensiva y que generan eutrofización, el vertido de basuras, la modificación del fondo marino o la pesca.

El análisis de la información sobre presiones litorales que ha proporcionado el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) se ha realizado a través de un sistema de información geográfica (SIG). Para ello, se han seleccionado las principales presiones antrópicas que potencialmente pueden afectar al BHT "Roca infralitoral y arrecifes biogénicos" (Tabla 18). En el caso de las especies alóctonas, y concretamente para el alga *Rugulopteryx okamurae,* se han utilizado los datos recolectados en este Programa de Seguimiento y se han complementado con los datos de la Junta de Andalucía disponibles online.

La información se ha representado en formato C-square de presencia acumulada de presiones en polígonos establecidos a lo largo de la DMESAL, lo cual ha permitido observar la distribución de las presiones litorales consideradas a lo largo de prácticamente todas las zonas costeras de la demarcación. De forma general, una gran parte del litoral presenta pocas presiones acumuladas (1 ó 2); sin embargo, se han identificado cuatro núcleos donde se concentran un elevado número de presiones (Figura 24).

Estos núcleos de concentración de presiones incluirían:

Bahía de Algeciras: donde se encuentra el puerto marítimo de Algeciras que representa el primer puerto de España en tráfico total de mercancías, y el complejo industrial más grande de Andalucía que incluye la refinería de Gibraltar-San Roque de CEPSA y la factoría de acero inoxidable de ACERINOX.

Bahía de Málaga: presenta un área metropolitana donde residen aproximadamente un millón de personas de forma permanente, multiplicándose la población en época estival, y alberga uno de los puertos comerciales, de pasajeros y pesqueros más importantes del Mediterráneo español.

Sector Almuñécar-Motril: representa un importante centro turístico, donde proliferan las actividades náuticas y de buceo recreativo, siendo la zona que mayor número de buceadores atrae del sur de España, además de un importante productor de frutos subtropicales. Por otro lado, alberga el puerto de Motril, con una conexión marítima con Melilla y Marruecos muy intensa.

Sector Roquetas de Mar-Almería: presenta una de las zonas con mayor actividad agrícola intensiva de España, a la vez que representa un importante centro turístico, donde proliferan las actividades náuticas. Por otro lado, alberga el puerto de Almería, con una conexión marítima tanto de pasajeros como de mercancías con Melilla, Marruecos y Argelia muy intensa.

Tabla 18. Presiones antrópicas detectadas en el infralitoral rocoso de la demarcación marina Estrecho y Alborán.

Categoría	Tipo	Nombre	Fuente
Biológicas	Perturbación	Presencia *Rugulopteryx okamurae*	EEMM JUNTA ANDALUCIA
		Presencia otras especies alóctonas	EEMM
Contaminación	Perturbación	Presencia contaminantes biomarcadores	EEMM

Categoría	Tipo	Nombre	Fuente
Pesca	Perturbación	Redes de enmalle	EEMM
		Palangre de fondo	EEMM
		Pesca de arrastre	EEMM
Físicas	Perturbación	Cables submarinos	CEDEX
		Instalaciones de acuicultura	CEDEX
		Fondeo de buques comerciales	CEDEX
		Fondeo de buques recreativos	CEDEX
		Alteraciones hidrográficas	EEMM
		Puntos de Buceo	EEMM
	Pérdida	Infraestructuras portuarias o modificación de existentes	CEDEX
		Extracción de sedimentos para regeneración de playas	CEDEX
		Dragados portuarios	CEDEX

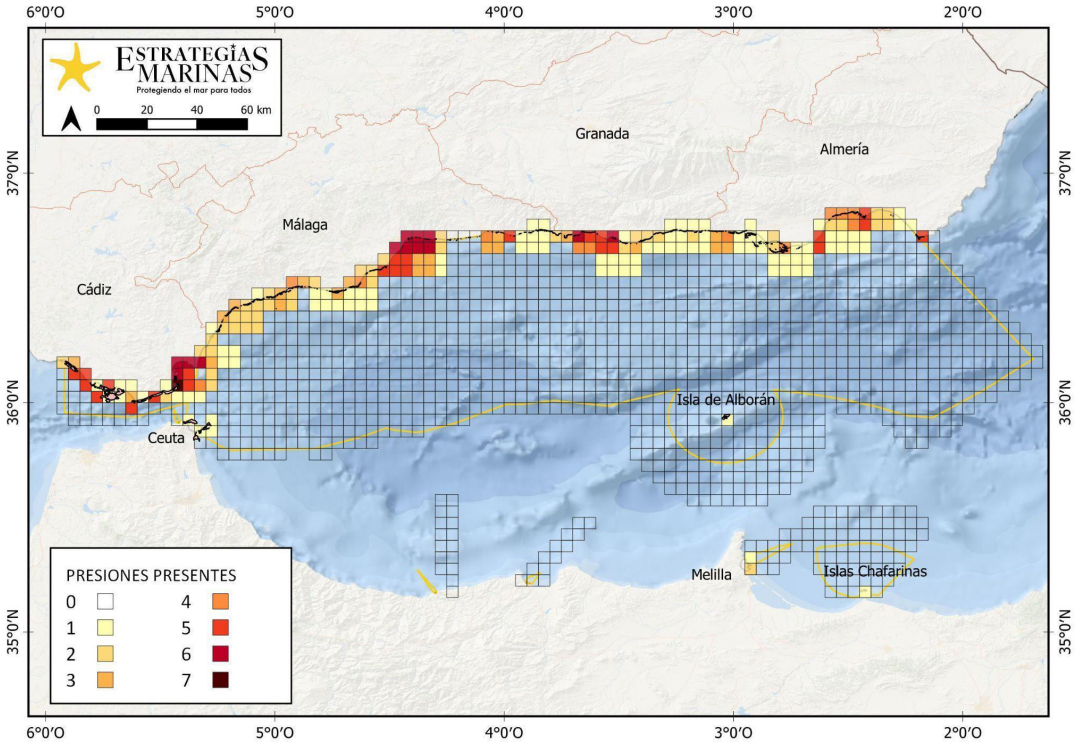


Figura 24. Mapa de la DMESAL mostrando la información relativa a presiones acumuladas en formato C-square. El color rojo oscuro indica los polígonos con una mayor acumulación de presiones. Información procedente del CEDEX y propia.

Es importante señalar que la demarcación ESAL ha experimentado en los últimos años la aparición de una nueva especie exótica que ha transformado drásticamente los hábitats del piso infralitoral rocoso, enmascarando el efecto del resto de presiones debido a su carácter altamente invasivo. Se trata del alga de origen asiático *Rugulopteryx okamurae*, la cual ha colonizado gran parte de la roca infralitoral de DMESAL. Su presencia fue documentada en 2016 en ambas orillas del estrecho de Gibraltar (Altamirano *et al.*, 2016; Ocaña *et al.*, 2016) y, a partir de ese momento, la especie ha ido ampliando su rango de distribución y cobertura a lo largo y ancho de la demarcación, modificando sustancialmente la composición y estructura de las comunidades biológicas asociadas a los fondos rocosos litorales (Figura 25, Figura 26), y desplazando a numerosas especies autóctonas.

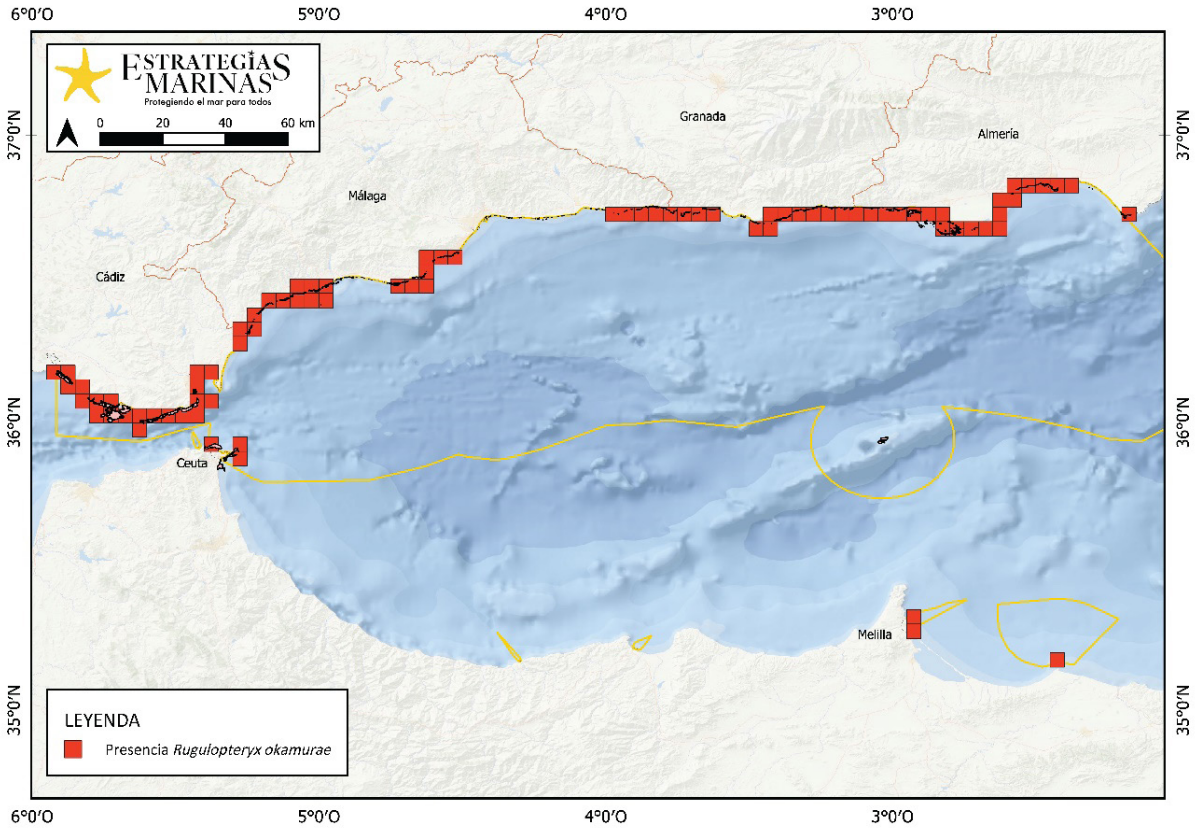


Figura 25. Mapa de la DMESAL mostrando la información relativa a la presencia de Rugulopteryx okamurae en formato C-square a partir de las observaciones del programa de seguimiento de EEMM y del programa de medio marino de la Junta de Andalucía.



Figura 26. Aspecto que presentan los fondos rocosos infralitorales tapizados por Rugulopteryx okamurae en las estaciones de muestreo del área del estrecho de Gibraltar (izquierda) y en la costa de Granada (derecha), donde únicamente algunos ejemplares de gran porte de las algas Sphaerococcus coronopifolius y Asparagopsis armata resisten a la presión de esta especie invasora.

Actualmente, de las 51 estaciones muestreadas en el piso infralitoral rocoso de la DMESAL durante el programa de seguimiento, *R. okamurae* ha sido detectada en 43 de ellas (84 %) (Figura 27), siendo en 22 estaciones (51 %) la especie algal dominante que estructura el hábitat. Esto convierte a esta especie invasora en la macroalga que estructura la roca infralitoral en un mayor número de las estaciones muestreadas a lo largo de la demarcación.

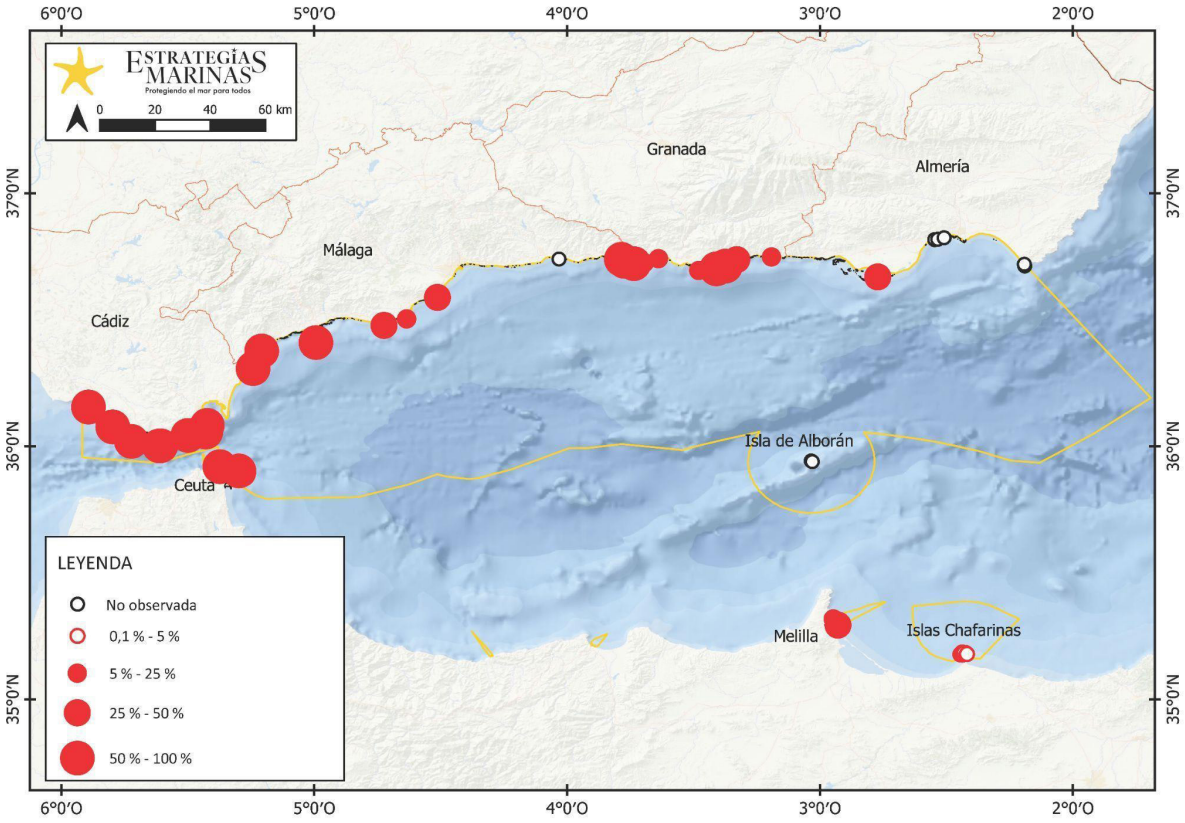


Figura 27. Rango de distribución y de dominancia (%) de la especie alóctona invasora Rugulopteryx okamurae observado en las diferentes estaciones muestreadas en el programa de seguimiento de estrategias marinas durante los años 2021-2023.

3.1.6. Indicadores e índices ecológicos

Los indicadores e índices calculados para las comunidades de algas, invertebrados y peces de las estaciones muestreadas en DMESAL durante el programa de seguimiento hábitats de fondos infralitorales rocosos (HB1) permiten valorar del estado actual de los hábitats del piso infralitoral rocoso, siendo de especial interés para observar tendencias en futuras series históricas.

BH1-TSC (*Typical species composition*)

El concepto de especie típica proviene del artículo 1 de la Directiva Hábitat (92/43/CEE) donde se relaciona el estado de conservación con la supervivencia a largo plazo de especies típicas. Se consideran típicas las especies estructurantes, bioconstructoras, las de requerimientos de hábitats muy específicos, las indicadoras de buena calidad ambiental, las sensibles a cambios ambientales, las de vida larga y baja tasa de reproducción.



Dentro del BH1-TSC encontramos varios indicadores que ofrecen información que permite evaluar el estado ambiental del hábitat desde distintas perspectivas. En el presente documento se han considerado las especies sensibles y las especies estructurantes observadas en el hábitat, y se han indicado en la Tabla 19 como la proporción de la abundancia de dichos grupos con respecto al total.

Las especies sensibles ofrecen información sobre la vulnerabilidad de la comunidad a las presiones antropogénicas (p.ej. eutrofización, contaminación), de forma que un valor bajo del indicador refleja un estado ambiental degradado, con la baja abundancia o ausencia de las especies características y sensibles a dichas presiones (especies "centinela"), fundamentalmente el grupo de las macroalgas. En la DMESAL, la invasión del alga *Rugulopteryx okamurae* ha enmascarado el efecto que puedan tener otras presiones sobre los hábitats del piso infralitoral. Así, aquellas estaciones donde se ha observado una abundancia muy alta de la presión "especies alóctonas", concretamente de *R. okamurae*, presentan un valor muy bajo para este indicador. En el caso contrario, cabe mencionar las estaciones muestreadas dentro de la Reserva Marina de la isla de Alborán y de la ZEC de las islas Chafarinas, donde el porcentaje de algas sensibles es superior al 20 %.

Por fauna estructurante se entiende aquellas especies formadoras de hábitats marinos que representan parámetros que influyen notablemente en la complejidad de dichos hábitats, en su estado y en los servicios ecológicos que pueden ofrecer a los organismos asociados. Cabe destacar valores muy elevados en estaciones como "Punta Chullera" y "Punta Calaburras" (Málaga) donde el sustrato rocoso está colonizado por una alta densidad de gorgonias, o la estación "Isla Tarifa Este" (Cádiz) donde se han observado altas densidades del coral naranja *Astroides calycularis*, esta última una comunidad muy sensible a presiones físicas como puede ser una actividad intensa de buceo (Ballesteros, 2006).

BH2-CBH (*Condition of benthic habitats*)

Los indicadores de la condición del hábitat permiten medir cambios en las comunidades bentónicas a través de índices de diversidad (p.ej. Shannon-Wiener, Margalef), índices basados en características biológicas (*biological traits*) o cambios en la composición y estructura de las comunidades (análisis multivariante), a lo largo de un gradiente de presiones antropogénicas.

Los indicadores considerados en la presente evaluación se han calculado para las comunidades de algas, invertebrados y peces por separado, aportando información sobre la estructura ecológica en las estaciones muestreadas. Estos indicadores han sido: riqueza específica (HB-RIQ), que representa el número de especies presentes en el hábitat; y diversidad (HB-DIV), que definen el estado y estructura de las comunidades biológicas asociadas a los hábitats. En el caso del HB-DIV, se han calculado los índices de Margalef y Shannon-Weaver (ver sección 2.3.3.2. para más detalles). Es importante señalar que los valores de riqueza específica y de diversidad están influenciados por el esfuerzo de muestreo, el tipo de metodología empleada, el tipo de hábitat y su heterogeneidad, la estación del año, la resolución taxonómica en la identificación de organismos o la talla mínima de estudio para dichos organismos incluidos en la estimación de la riqueza específica.

Los valores promedio de riqueza específica por estación para macroalgas han oscilado entre 4 y 18,5 especies (Tabla 19), con los mayores valores observados en estaciones consideradas prístinas con comunidades en buen estado, como las localizadas en la Reserva Marina de la isla de Alborán. En el caso de los índices de diversidad, estas estaciones han presentado valores elevados (>3 bits). Por el contrario, las estaciones cuyo fondo rocoso está muy colonizado por *R. okamurae*, como en "Isla Tarifa Oeste" (Cádiz), muestran unos valores de riqueza muy bajos, así como de diversidad ya que la comunidad está totalmente desequilibrada (Tabla 19).

En el caso de los invertebrados, para el cálculo de los índices se ha tenido en cuenta los hábitats fotófilos y esciáfilos por separado. En ambientes fotófilos, los valores promedio de riqueza oscilan entre 4,5 y 29 especies por estación, siendo estos rangos similares a los observados en ambientes esciáfilos (5-27 especies por estación) (Tabla 19). Se han observado valores altos de diversidad en estaciones repartidas por toda la demarcación, como "Ceuta Sur", "Laja del Almirante" (Málaga) o



"Velilla" (Granada). Cabe destacar que en los fondos rocosos con una alta invasión de *R. okamurae* se ha observado un valor promedio de diversidad bajo para ambientes fotófilos y alto para ambientes esciáfilos, como en el caso de "Isla Tarifa Este".

Con respecto a la ictiofauna, los mayores valores promedio se han registrado en estaciones como "Barbate" (Cádiz), "Cerro Gordo" (Granada) y varias estaciones de las islas Chafarinas. En cuanto a la diversidad, destacan estas mismas estaciones junto con "Isla Alborán Norte" (Tabla 19). Hay que reseñar que no todos los valores bajos de riqueza y diversidad reflejan necesariamente una comunidad perturbada, ya que en ocasiones el muestreo se realizó bajo condiciones de baja visibilidad debido a una elevada turbidez de la columna de agua, lo cual ha podido generar una subestimación de las especies presentes. Este sería el caso de las estaciones "Placer Bóvedas", "Laja Almirante" o "Punta Calaburras" (Málaga) cuyos valores de riqueza oscilan entre 2 y 4 especies (Tabla 19).



Tabla 19. Valores de indicadores e índices ecológicos calculados en las estaciones de muestreo durante el presente programa de seguimiento para los grupos taxonómicos considerados: algas, invertebrados tanto esciáfilos (Inv_ESCI) como fotófilos (Inv_FOTO) y peces. Para el BH1 se indica la proporción de la abundancia de las especies sensibles (%N sens) de algas e invertebrados fotófilos y de las especies estructurantes acompañantes (%N estruc). Para el BH2 se indica la riqueza específica (S), el índice de Margalef (d) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H' (log_2)), dando el valor como promedio±error estándar. Se muestran los valores del indicador CFR (Calidad de Fondos Rocosos) procedente de la Directiva Marco del Agua (DMA) y su correspondencia de Calidad Ecológica (EQ).

		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S±ES**	**d±ES**	**H'(log2)±ES**	**CFR±ES**	**EQ**
Barbate 2021	Algas	0,00		5,33 ±1,33	0,79 ±0,24	1,22 ±0,22	0,11 ±0,02	Malo
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	48,48	57,14	5,66 ±0,33	1,70 ±0,13	2,13 ±0,05		
	Peces			12,5 ±0,42	1,95 ±0,11	2,47 ±0,10		
Barbate 2023	Algas	0,00		12,7 ±1,43	2,15 ±0,25	2,95 ±0,05	0,52 ±0,08	Moderada
	Inv_ESCI		63,22	12 ±0	2,85 ±0,09	2,80 ±0,14		
	Inv_FOTO	55,39	68,13	13,7 ±1,10	3,35 ±0,44	2,91 ±0,18		
	Peces			21 ±0,70	3,10 ±0,17	2,99 ±0,28		
Bolonia	Algas	0,00		5,25 ±0,25	0,78 ±0,04	1,43 ±0,17	0,10 ±0,04	Malo
	Inv_ESCI		67,20	19 ±3	3,58 ±0,46	2,51 ±0,36		
	Inv_FOTO	48,31	33,87	8 ±2,19	1,97 ±0,49	2,02 ±0,53		
	Peces			15,2 ±1,11	2,38 ±0,14	3,02 ±0,13		
Bajo_Cabezos	Algas	0,00		4,5 ±0,28	0,63 ±0,05	0,98 ±0,05	0,12 ±0,10	Malo
	Inv_ESCI		68,42	5 ±0	1,73 ±0	2,17 ±0		
	Inv_FOTO	48,84	71,64	9 ±2,54	2,79 ±0,54	2,80 ±0,38		
	Peces			9,5 ±0,61	1,90 ±0,10	2,28 ±0,15		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Isla_Tarifa_Oeste	Algas	0,00		4 ±0,40	0,54 ±0,07	1,25 ±0,06	0,14 ±0,16	Malo
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	45,83	58,06	5,5 ±1,70	2,11 ±0,48	2,13 ±0,46		
	Peces			13 ±1,87	2,53 ±0,29	3,05 ±0,14		
Isla_Tarifa_Este	Algas	0,00		4,5 ±0,28	0,63 ±0,05	1,58 ±0,13	0,13 ±0,03	Mala
	Inv_ESCI		69,35	20 ±2,64	3,58 ±0,42	2,22 ±0,29		
	Inv_FOTO	71,61	93,51	4,5 ±0,64	0,82 ±0,14	0,91 ±0,23		
	Peces			10,8 ±1,49	1,57 ±0,20	2,40 ±0,21		
Guadalmesi	Algas	0,00		6 ±0,70	0,91 ±0,12	1,24 ±0,07	0,10 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	15,08	12,15	16,7 ±3,54	3,71 ±0,78	2,63 ±0,63		
	Peces			10 ±1,14	1,71 ±0,15	2,01 ±0,15		
Bajo_Perla	Algas	0,00		5 ±0,57	0,72 ±0,10	1,15 ±0,07	0,10 ±0,10	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	63,56	75,79	8,5 ±1,32	2,32 ±0,34	2,45 ±0,24		
	Peces			12,2 ±0,48	1,97 ±0,04	2,37 ±0,09		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Punta_Carnero 2021	Algas	0,00		5,75 ±0,94	0,86 ±0,17	0,88 ±0,13	0,07 ±0,05	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	32,19	38,17	16,5 ±1,93	3,91 ±0,33	3,42 ±0,12		
	Peces			13,8 ±0,96	2,34 ±0,17	2,70 ±0,10		
Punta_Carnero 2023	Algas	7,69		8,25 ±0,85	1,31 ±0,15	1,68 ±0,15	0,11 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI		73,88	12 ±0	3,50 ±0	3,25 ±0		
	Inv_FOTO	25,56	43,18	11,5 ±1,70	2,96 ±0,19	2,97 ±0,15		
	Peces			12,1 ±1,47	1,99 ±0,24	2,32 ±0,24		
Farfu	Algas	0,00		5 ±0,40	0,72 ±0,07	1,24 ±0,09	0,09 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI		23,43	16 ±0	3,34 ±0	2,31 ±0		
	Inv_FOTO	11,87	29,55	6,5 ±1,84	2,30 ±0,28	2,41 ±0,37		
	Peces			11,5 ±0,67	1,80 ±0,09	2,39 ±0,18		
Chiclon	Algas	0,00		4,75 ±0,75	0,69 ±0,14	1,08 ±0,13	0,09 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	47,17	56,79	6,75 ±1,93	1,93 ±0,44	2,15 ±0,33		
	Peces			6,75 ±1,03	1,08 ±0,16	1,54 ±0,22		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Ceuta_S	Algas	6,25		10,5 ±1,19	1,73 ±0,22	2,31 ±0,21	0,17 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	20,28	24,71	23,2 ±4,19	4,57 ±0,49	2,94 ±0,29		
	Peces			11,8 ±1,27	1,92 ±0,19	2,55 ±0,15		
Desnarigado	Algas	11,11		11,2 ±1,88	1,85 ±0,34	2,16 ±0,34	0,10 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI		51,19	21 ±0	4,34 ±0	3,08 ±0		
	Inv_FOTO	37,73	39,02	19,7 ±4,00	4,29 ±0,76	3,22 ±0,27		
	Peces			13,8 ±0,79	2,21 ±0,12	2,70 ±0,08		
Punta_Chullera	Algas	10,00		6,5 ±0,64	1,02 ±0,12	1,42 ±0,09	0,18 ±0,04	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	76,22	85,71	17,7 ±1,60	3,25 ±0,27	1,75 ±0,19		
	Peces			11 ±0,54	2,02 ±0,07	2,83 ±0,11		
Casares	Algas	16,67		7,5 ±0,86	1,19 ±0,15	1,17 ±0,29	0,19 ±0,05	Mala
	Inv_ESCI		28,77	17 ±0	4,43 ±0	3,76 ±0		
	Inv_FOTO	25,11	23,38	12,5 ±3,70	3,10 ±0,72	2,70 ±0,33		
	Peces			5,83 ±1,13	1,12 ±0,24	2,03 ±0,29		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S±ES**	**d±ES**	**H'(log2)±ES**	**CFR±ES**	**EQ**
Placer_Bovedas	Algas	0,00		7 ±1	1,08 ±0,18	1,53 ±0,22	0,26 ±0,28	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	4,17	18,02	15 ±1	3,46 ±0,23	3,31 ±0,22		
	Peces			4,33 ±0,88	0,76 ±0,19	1,79 ±0,22		
Laja_Almirante 2021	Algas	0,00		7 ±0,81	1,21 ±0,13	1,83 ±0,20	0,22 ±0,29	Pobre
	Inv_ESCI		44,83	25 ±0	6,10 ±0	4,29 ±0		
	Inv_FOTO	18,69	36,43	19 ±2,48	4,95 ±0,62	3,92 ±0,21		
	Peces			4,4 ±1,91	0,94 ±0,30	1,20 ±0,32		
Laja_Almirante 2022	Algas	7,69		8 ±1,87	1,41 ±0,30	1,69 ±0,28	0,14 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	12,62	20,82	23,6 ±6,35	5,11 ±1,01	3,51 ±0,28		
	Peces			6 ±1,87	1,02 ±0,35	1,36 ±0,44		
Punta_Calaburras 2021	Algas	8,33		7 ±0,40	1,17 ±0,06	2,24 ±0,11	0,31 ±0,06	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	49,57	67,56	14,2 ±3,92	3,26 ±0,77	2,70 ±0,60		
	Peces			2,6 ±0,24	0,48 ±0,06	0,95 ±0,14		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Punta_Calaburras 2023	Algas	20,00		7,75 ±0,75	1,40 ±0,20	2,23 ±0,10	0,25 ±0,03	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	69,54	84,01	17 ±3,76	3,47 ±0,59	2,35 ±0,25		
	Peces			4,25 ±0,85	0,80 ±0,19	1,77 ±0,32		
Laja_Bermeja	Algas	0,00		7,75 ±0,75	1,22 ±0,13	2,09 ±0,08	0,23 ±0,03	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	30,72	42,07	29 ±4	5,93 ±0,61	3,91 ±0,31		
	Peces			8,5 ±0,86	1,49 ±0,16	2,58 ±0,17		
Mezquitilla	Algas	0,00		8,5 ±1,44	1,45 ±0,27	1,91 ±0,38	0,36 ±0,01	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	8,21	27,32	27,5 ±4,64	5,84 ±0,77	4,15 ±0,18		
	Peces			4,83 ±0,98	0,97 ±0,11	1,19 ±0,15		
Cañuelo 2021	Algas	5,56		10 ±1,08	1,64 ±0,20	1,43 ±0,34	0,20 ±0,05	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	33,74	29,59	14,3 ±0,88	3,58 ±0,06	3,59 ±0,08		
	Peces			15,1 ±1,01	2,43 ±0,17	3,09 ±0,18		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Cañuelo 2023	Algas	0,00		6,25 ±0,47	0,95 ±0,08	0,53 ±0,06	0,11 ±0,01	Mala
	Inv_ESCI		56,60	18,6 ±2,13	4,46 ±0,37	3,61 ±0,12		
	Inv_FOTO	36,02	48,78	9,5 ±0,95	2,63 ±0,34	2,87 ±0,21		
	Peces			13,8 ±0,98	1,97 ±0,16	2,22 ±0,10		
Cerro_Gordo 2021	Algas	9,09		12 ±1,29	1,99 ±0,23	2,49 ±0,12	0,35 ±0,03	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	19,51	20,43	21,2 ±2,01	4,90 ±0,36	3,88 ±0,17		
	Peces			15 ±1,03	2,50 ±0,12	2,95 ±0,14		
Cerro_Gordo 2023	Algas	0,00		7,25 ±0,25	1,13 ±0,04	0,73 ±0,13	0,14 ±0,01	Mala
	Inv_ESCI		61,98	16 ±1	3,36 ±0,14	2,93 ±0,29		
	Inv_FOTO	36,36	45,81	14 ±3,62	3,38 ±0,70	3,22 ±0,40		
	Peces			16,6 ±1,68	2,60 ±0,24	3,05 ±0,18		
Cala_Perro 2021	Algas	4,76		11,2 ±2,32	1,86 ±0,41	2,43 ±0,34	0,63 ±0,11	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	37,01	38,10	18,2 ±2,25	4,27 ±0,51	3,75 ±0,20		
	Peces			11,5 ±0,56	2,10 ±0,15	2,57 ±0,17		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Cala_Perro 2023	Algas	0,00		7,75 ±0,75	1,22 ±0,13	1,18 ±0,21	0,17 ±0,03	Mala
	Inv_ESCI		62,82	15,6 ±2,60	3,75 ±0,67	2,98 ±0,43		
	Inv_FOTO	42,64	30,61	17,2 ±3,90	3,81 ±0,65	3,46 ±0,21		
	Peces			15,6 ±1,33	2,40 ±0,19	2,90 ±0,19		
Marina_Este	Algas	6,67		9,5 ±0,64	1,54 ±0,11	2,17 ±0,30	0,33 ±0,05	Pobre
	Inv_ESCI		77,71	17 ±0	3,45 ±0	2,72 ±0		
	Inv_FOTO	42,63	34,29	22,2 ±7,02	4,35 ±1,06	3,47 ±0,52		
	Peces			15,8 ±0,94	2,44 ±0,14	2,78 ±0,14		
Peñon_San_Cristobal 2021	Algas	0,00		9,25 ±1,25	1,55 ±0,21	2,16 ±0,12	0,21 ±0,12	Pobre
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	3,23	77,64	19,2 ±2,83	3,44 ±0,51	1,77 ±0,28		
	Peces			10,6 ±1,11	1,83 ±0,19	2,67 ±0,16		
Peñon_San_Cristobal 2023	Algas	7,69		7,5 ±0,95	1,19 ±0,17	1,21 ±0,15	0,16 ±0,003	Mala
	Inv_ESCI		71,93	8 ±0	1,67 ±0	2,10 ±0		
	Inv_FOTO	23,85	68,00	24 ±2,67	4,59 ±0,60	2,94 ±0,41		
	Peces			11,5 ±1,64	1,69 ±0,24	1,95 ±0,12		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Velilla	Algas	11,11		15,7 ±3,19	2,69 ±0,56	3,00 ±0,28	0,57 ±0,04	Moderada
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	14,96	38,52	27 ±1,47	5,71 ±0,29	4,15 ±0,07		
	Peces			11,6 ±1,42	1,68 ±0,23	1,41 ±0,25		
Cabo_Sacratif 2021	Algas	14,29		6,5 ±0,5	1,01 ±0,08	1,70 ±0,27	0,77 ±0,06	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	32,93	26,67	13 ±2	2,82 ±0,54	2,92 ±0,38		
	Peces			14,5 ±0,5	2,41 ±0,11	2,15 ±0,14		
Cabo_Sacratif 2023	Algas	16,67		9,5 ±0,5	1,58 ±0,11	2,50 ±0,13	0,46 ±0,03	Moderada
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	8,26	28,92	20,7 ±2,21	4,17 ±0,44	3,30 ±0,25		
	Peces			14,5 ±0,92	1,88 ±0,14	1,60 ±0,14		
Embarcadero_Calahonda	Algas	0,00		9,75 ±1,18	1,58 ±0,21	1,60 ±0,27	0,25 ±0,04	Pobre
	Inv_ESCI		52,80	27 ±0	5,53 ±0,41	3,82 ±0,55		
	Inv_FOTO	37,21	30,40	18,7 ±2,80	4,06 ±0,63	3,41 ±0,32		
	Peces			13,3 ±0,76	1,94 ±0,13	2,43 ±0,18		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S±ES**	**d±ES**	**H'(log2)±ES**	**CFR±ES**	**EQ**
Punta_Melonar 2021	Algas	11,76		11,6 ±0,33	1,93 ±0,06	2,63 ±0,02	0,61 ±0,06	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	38,35	40,49	24,3 ±2,40	4,75 ±0,41	3,92 ±0,06		
	Peces			9,33 ±2,90	1,54 ±0,48	2,31 ±0,25		
Punta_Melonar 2023	Algas	0,00		5 ±0,70	0,72 ±0,12	1,10 ±0,23	0,21 ±0,05	Pobre
	Inv_ESCI		66,67	15,2 ±3,27	3,71 ±0,82	3,23 ±0,45		
	Inv_FOTO	54,00	47,46	15,5 ±1,32	3,42 ±0,36	2,96 ±0,30		
	Peces			10,8 ±1,13	1,62 ±0,21	2,04 ±0,21		
Caserones	Algas	5,88		11,2 ±0,85	1,90 ±0,15	2,16 ±0,16	0,41 ±0,02	Moderada
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	20,58	56,46	19,5 ±3,09	4,18 ±0,56	3,35 ±0,20		
	Peces			8,66 ±0,49	1,31 ±0,12	0,86 ±0,14		
Pozuelo	Algas	8,00		17,2 ±1,37	3,01 ±0,25	3,34 ±0,06	0,52 ±0,01	Moderada
	Inv_ESCI		20,00	21 ±0	5,49 ±0	3,73 ±0		
	Inv_FOTO	18,69	30,56	20 ±2,73	4,22 ±0,53	3,50 ±0,25		
	Peces			7,5 ±0,99	1,24 ±0,17	1,51 ±0,24		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Punta_Entinas	Algas	13,33		10 ±1	1,66 ±0,19	2,37 ±0,09	0,41 ±0,01	Moderada
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	42,23	39,58	13,6 ±2,60	3,19 ±0,46	3,30 ±0,26		
	Peces			12,3 ±0,88	1,97 ±0,09	1,89 ±0,24		
Derrumbe_340	Algas	7,14		11 ±0	1,88 ±0,06	2,72 ±0,14	0,96 ±0,01	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	18,60	19,68	21,6 ±2,60	5,04 ±0,23	3,91 ±0,07		
	Peces			13 ±1	2,10 ±0,11	1,38 ±0,29		
Diver_Hotel	Algas	9,52		14 ±1,35	2,42 ±0,19	2,89 ±0,23	0,40 ±0,04	Moderada
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	17,08	37,58	18,6 ±0,88	3,84 ±0,14	3,40 ±0,19		
	Peces			10,7 ±1,18	1,82 ±0,22	1,97 ±0,12		
Garrofa 2021	Algas	10,00		14,6 ±1,33	2,50 ±0,24	3,26 ±0,09	0,95 ±0,01	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	18,93	21,03	22 ±3,51	4,80 ±0,69	3,89 ±0,14		
	Peces			11,3 ±1,20	2,22 ±0,09	2,09 ±0,46		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S±ES**	**d±ES**	**H'(log2)±ES**	**CFR±ES**	**EQ**
Garrofa 2023	Algas	8,33		15,7 ±1,10	2,72 ±0,19	3,17 ±0,05	0,85 ±0,05	Buena
	Inv_ESCI		23,97	11,3 ±1,33	3,02 ±0,04	2,97 ±0,11		
	Inv_FOTO	27,05	34,48	19 ±1,87	4,01 ±0,34	3,56 ±0,10		
	Peces			14 ±1,15	2,24 ±0,19	2,86 ±0,17		
Isla_Alboran_Norte	Algas	33,33		16,5 ±2,06	2,81 ±0,37	3,19 ±0,21	0,99 ±0,003	Buena
	Inv_ESCI		61,72	17,5 ±2,5	3,05 ±0,34	2,24 ±0,26		
	Inv_FOTO	10,35	30,76	16,5 ±4,19	3,00 ±0,76	3,00 ±0,41		
	Peces			14 ±0,57	2,16 ±0,09	3,11 ±0,13		
Isla_Alboran_Sur	Algas	33,33		13,7 ±0,25	2,30 ±0,04	2,94 ±0,10	0,99 ±0,001	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	10,95	11,41	20,5 ±1,19	3,55 ±0,13	3,03 ±0,04		
	Peces			12,6 ±1,02	2,00 ±0,17	2,73 ±0,17		
Aguadu	Algas	6,67		12,5 ±0,64	2,21 ±0,16	2,86 ±0,13	0,67 ±0,05	Buena
	Inv_ESCI		29,41	17 ±0	4,33 ±0	3,63 ±0		
	Inv_FOTO	35,12	39,42	12,2 ±2,95	3,12 ±0,67	2,85 ±0,47		
	Peces			13,7 ±1,65	1,90 ±0,16	2,13 ±0,16		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Escollera	Algas	0,00		9,66 ±0,66	1,56 ±0,12	2,40 ±0,02	0,36 ±0,01	Pobre
	Inv_ESCI		46,15	7 ±0	2,16 ±0	2,25 ±0		
	Inv_FOTO	12,09	16,13	13,3 ±1,85	3,27 ±0,40	3,08 ±0,15		
	Peces			15 ±1,52	2,17 ±0,23	2,74 ±0,20		
Cueva_Lobo	Algas	11,76		11,2 ±0,75	1,86 ±0,13	2,62 ±0,07	0,97 ±0,01	Buena
	Inv_ESCI		75,69	6,66 ±1,76	1,48 ±0,29	1,30 ±0,33		
	Inv_FOTO	63,56	52,30	9,75 ±0,47	2,09 ±0,07	2,30 ±0,20		
	Peces			18,5 ±1,47	2,57 ±0,18	2,42 ±0,15		
Pedregal	Algas	14,29		14,5 ±0,95	2,50 ±0,17	3,10 ±0,15	0,95 ±0,02	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	32,53	21,57	15,5 ±1,65	3,65 ±0,29	3,33 ±0,12		
	Peces			9,6 ±1,28	1,51 ±0,17	2,33 ±0,25		
Italiano	Algas	12,00		18,5 ±0,64	3,16 ±0,11	3,37 ±0,09	0,72 ±0,09	Buena
	Inv_ESCI		27,45	10,5 ±1,5	3,20 ±0,17	3,01 ±0,02		
	Inv_FOTO	27,43	31,25	17 ±2,12	3,70 ±0,39	3,29 ±0,12		
	Peces			16,6 ±0,91	2,27 ±0,09	2,51 ±0,18		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
Punta_Cormoran	Algas	5,56		10 ±1,68	1,76 ±0,27	2,28 ±0,19	0,91 ±0,02	Buena
	Inv_ESCI		21,95	7 ±0	1,58 ±0	2,19 ±0		
	Inv_FOTO	19,25	16,19	8 ±1,52	2,33 ±0,42	2,68 ±0,16		
	Peces			15,2 ±1,70	2,25 ±0,25	2,97 ±0,21		
Laja_Cantil	Algas	23,53		14,6 ±0,33	2,47 ±0,06	3,24 ±0,10	0,98 ±0,01	Buena
	Inv_ESCI		81,09	15,5 ±3,5	3,29 ±0,54	2,30 ±0,38		
	Inv_FOTO	69,01	66,19	19 ±0,57	3,59 ±0,04	3,02 ±0,04		
	Peces			12,6 ±1,45	1,97 ±0,17	2,68 ±0,26		
Polvorin	Algas	18,18		15 ±2	2,53 ±0,36	3,08 ±0,14	0,97 ±0,01	Buena
	Inv_ESCI		47,06	12 ±0	2,53 ±0	2,20 ±0		
	Inv_FOTO	38,56	37,00	18,6 ±0,88	3,84 ±0,26	3,06 ±0,21		
	Peces			15,1 ±0,98	2,25 ±0,14	2,46 ±0,21		
Faro_Chafarinas	Algas	11,11		13,3 ±1,20	2,26 ±0,21	3,08 ±0,05	0,79 ±0,10	Buena
	Inv_ESCI		81,33	9 ±3	1,72 ±0,51	1,34 ±0,05		
	Inv_FOTO	67,82	65,46	22 ±2,51	3,66 ±0,33	2,93 ±0,08		
	Peces			12 ±0,73	1,62 ±0,10	2,22 ±0,09		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	Grupo	%N sens	%N estruc	S±ES	d±ES	H'(log2)±ES	CFR±ES	EQ
ReyNW	Algas	18,18		15,7 ±0,85	2,69 ±0,14	3,15 ±0,15	0,79 ±0,11	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	57,59	57,83	18,2 ±2,52	3,40 ±0,50	2,64 ±0,29		
	Peces			15,5 ±0,71	2,18 ±0,08	2,71 ±0,12		
Punta_Halcon	Algas	13,33		11 ±1,52	1,81 ±0,27	2,58 ±0,04	0,81 ±0,11	Buena
	Inv_ESCI		79,84	9 ±0	1,87 ±0	1,55 ±0		
	Inv_FOTO	70,98	71,08	18,3 ±2,33	3,26 ±0,32	2,94 ±0,12		
	Peces			12 ±1,15	1,78 ±0,21	2,60 ±0,17		
Buticlan	Algas	12,50		11,7 ±0,47	1,95 ±0,08	2,57 ±0,05	0,95 ±0,02	Buena
	Inv_ESCI		71,30	8 ±0	1,96 ±0	2,07 ±0		
	Inv_FOTO	60,09	60,85	20,2 ±1,25	3,92 ±0,25	3,15 ±0,18		
	Peces			15,3 ±1,30	2,16 ±0,14	2,90 ±0,13		
Sirenas	Algas	13,79		15,7 ±1,31	2,74 ±0,23	3,16 ±0,17	0,59 ±0,16	Moderada
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	11,02	22,04	12 ±2,08	2,72 ±0,52	2,63 ±0,44		
	Peces			12 ±1,58	2,10 ±0,23	2,69 ±0,21		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Estación	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S±ES**	**d±ES**	**H'(log2)±ES**	**CFR±ES**	**EQ**
Laja_Cabo_de_Gata	Algas		15,63	17,5 ±0,28	3,26 ±0,05	3,26 ±0,08	0,91 ±0,06	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	28,95	40,43	14,2 ±3,70	3,72 ±0,67	3,36 ±0,32		
	Peces			8 ±1,03	1,53 ±0,13	1,98 ±0,16		

Índice CFR

Las comunidades de macroalgas muestreadas en 21 estaciones (33,3 % del total) muestran una calidad ecológica (EQ) "elevada" (14 estaciones) o "buena" (7 estaciones), lo que indica una buena condición ambiental de los fondos rocosos. Estas estaciones corresponden a zonas de gran importancia ecológica como son las incluidas en la ZEC de las islas Chafarinas y en la Reserva Marina de la isla de Alborán, así como ciertas estaciones de la costa almeriense ("Garrofa", "Derrumbe 340", "Laja de Cabo de Gata") (Tabla 19, Figura 28).

Cabe destacar que más del 50 % de las estaciones muestreadas presentan comunidades de macroalgas con una calidad ecológica "pobre" o "mala", lo que indica una mala condición ambiental (Tabla 19). La principal razón por la que predominan estaciones con valores de CFR por debajo de una calidad ecológica "moderada" es la elevada dominancia del alga invasora *Rugulopteryx okamurae*. En aquellas estaciones en las que la dominancia de *R. okamurae* supera el 50 %, el indicador de CFR cae drásticamente a valores que indican una mala condición de las comunidades de macroalgas, reflejando de esta forma que el hábitat se ha degradado. En otros casos, como ocurre en ciertas estaciones de las islas Chafarinas, la presencia de *R. okamurae* no llega dominar sobre la cobertura algal autóctona, mostrando valores de dominancia por debajo del 5 %. Aquí, el índice CFR muestra valores elevados con categorías de calidad ecológica de buena condición (Tabla 19). Por otro lado, otras ocho estaciones presentan una calidad de las comunidades "moderada", indicando una cierta degradación del hábitat (Tabla 19).

En cuanto a las estaciones en las que el muestreo se ha repetido en 2021 y 2023, todas salvo una han mostrado un descenso de la categoría EQ, a la vez que se detecta un aumento en la dominancia de *R. okamurae* como ha sido el caso de "Cala Perro" y "Punta Melonar" (Granada), donde el paisaje submarino ha cambiado drásticamente entre 2021 y 2023. La excepción es "Garrofa", donde no se ha observado la presencia del alga invasora y las comunidades nativas de *Cystoseira* se encuentran en buen estado.

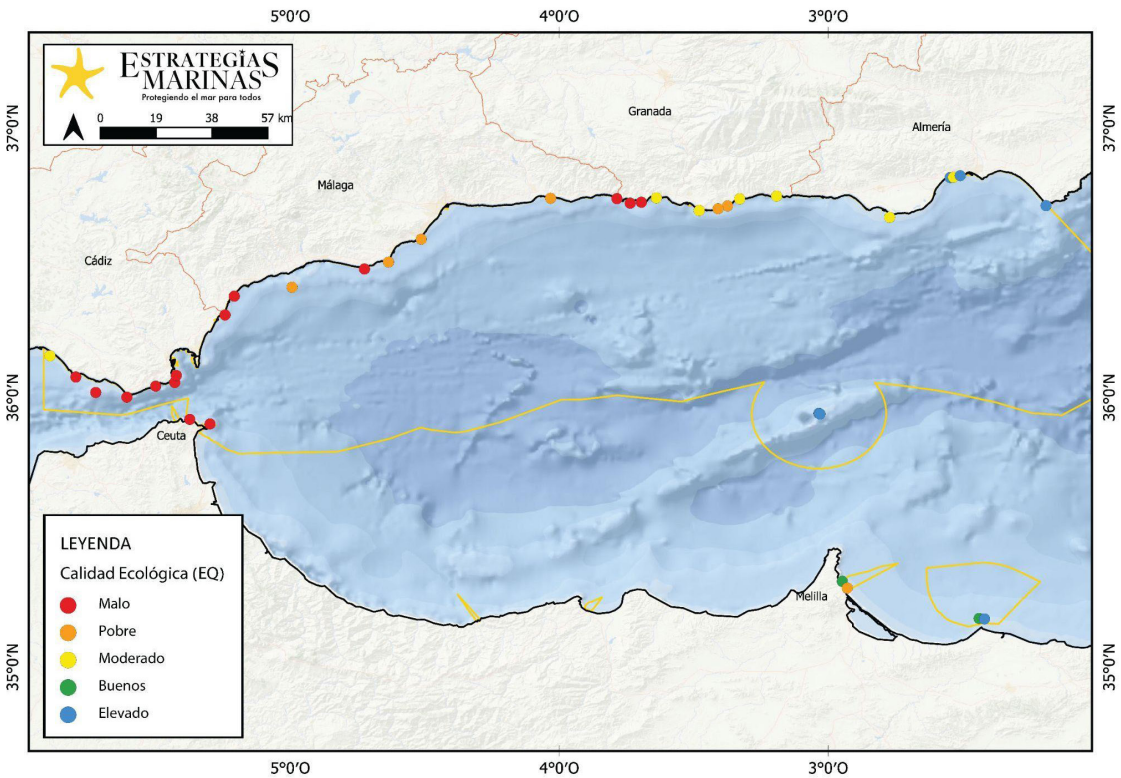


Figura 28. Estaciones de muestreo del programa de seguimiento HB1 con indicación de la categoría de Calidad Ecológica (EQ) de los fondos rocosos asignada en base a los resultados obtenidos con el índice CFR. Malo [CFR= 0-0,2]; Pobre [0,21-0,4]; Moderado [0,41-0,60]; Bueno [0,61-0,80]; Elevado [0,81-1].

3.1.7. Evaluación preliminar

La evaluación del estado del BHT en la DMESAL se ha llevado a cabo en respuesta a varios criterios de evaluación como son el D6C4 y el D6C5.

El criterio D6C4 hace referencia a la extensión de la pérdida física del hábitat. A este respecto, el CEDEX ha recopliado la información referente a varias presiones o actividades humanas que producirían una pérdida física de la roca infralitoral, como son la construcción de nuevas estructuras portuarias y los dragados portuarios. En este contexto, la superficie del fondo marino afectado por dichas actividades durante el presente periodo de evaluación habría generado una pérdida física del 0,026 % de la superficie del BHT, por lo que al no haberse superado el 2 % (umbral establecido para asignar BEA o no BEA) se alcanza el BEA del hábitat para este criterio.

El criterio D6C5 evalúa la extensión del hábitat adversamente afectado por presiones antropogénicas. En el presente informe, y a pesar de haberse registrado en la demarcación diversas actividades que pueden afectar potencialmente al BBHT (Figura 24, Tabla 18), se ha considerado la invasión del alga asiática *Rugulopteryx okamurae* como la principal presión que actualmente está afectando a las comunidades nativas asociadas a la roca infralitoral. Esta decisión se basa en el cambio drástico que han sufrido dichas comunidades como consecuencia de la llegada de esta alga, las cuales han pasado a estar ampliamente dominadas por una especie alóctona que ha llegado a enmascarar el efecto del resto de presiones. En esta línea, se ha tratado de hacer una evaluación del estado ambiental de los hábitats en las estaciones muestreadas; sin embargo, al no haberse podido obtener una medida de la extensión del área afectada, el resultado es desconocido. Por ello se ha utilizado el valor del índice CFR como indicador de estado para evaluar de forma preliminar la condición ambiental de los hábitats observados en las estaciones muestreadas.

Hay que tener en consideración que para desarrollar dicha evaluación preliminar se parte de los datos obtenidos durante las campañas realizadas en el actual programa de seguimiento (2021 a 2023), siendo inexistente o muy difusa la información asociada a dichas estaciones de muestreo con anterioridad a la invasión de *R. okamurae*. Esta información permitiría evaluar el antes y el después de dicha invasión en cada estación, determinando en qué medida la colonización de *R. okamurae* ha afectado a los diferentes grupos biológicos considerados (algas, invertebrados, peces) y a los índices ecológicos de las comunidades asociadas.

Los muestreos llevados a cabo en la DMESAL durante el programa de seguimiento han permitido obtener información sobre el gradiente longitudinal de dominancia de *R. okamurae* sobre el resto de la comunidad de algas fotófilas, y evaluar preliminarmente la condición de los hábitats. En este sentido, los valores de riqueza específica (S) y de diversidad de Margalef (d) y Shannon-Weaver (H´) obtenidos en los censos de algas muestran una correlación negativa con el aumento de dominancia *de R. okamurae*, a la vez que los valores del índice CFR decrecen progresivamente (Figura 29).

Del mismo modo, se observa una relación negativa moderada tanto con S como con d de los macroinvertebrados censados a lo largo de este gradiente de dominancia de *R. okamurae* (Figura 30). En el caso de los peces, no se ha observado ninguna correlación significativa entre la dominancia de *R. okamurae* y los índices ecológicos asociados. Estos resultados indicarían que las comunidades de algas y de macroinvertebrados asociadas a los fondos rocosos dominados por *R. okamurae* se ven afectados negativamente por *R. okamurae*, empeorando su estado de conservación.

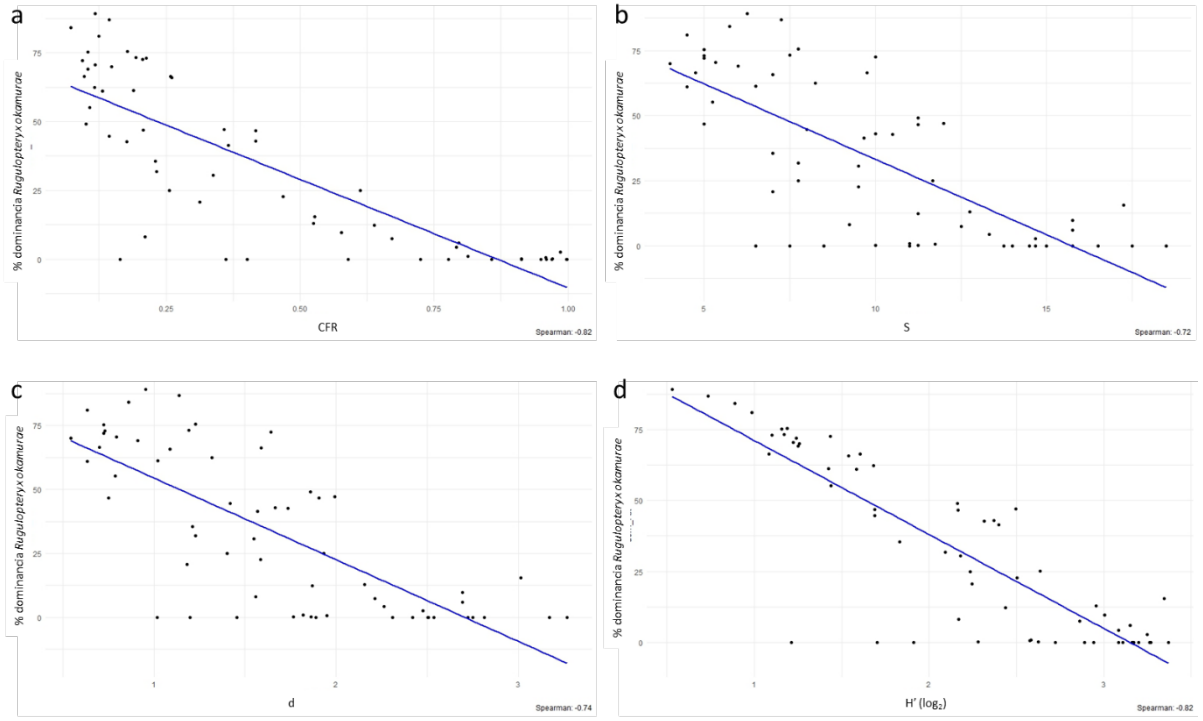


Figura 29. Gráfico de correlación de Spearman entre el porcentaje de dominancia de Rugulopteryx okamurae y los principales índices ecológicos de las comunidades algales: (a) CFR, (b) S (riqueza específica), (c) d (índice de Margalef), (d) H´ (diversidad de Shannon-Weaver).

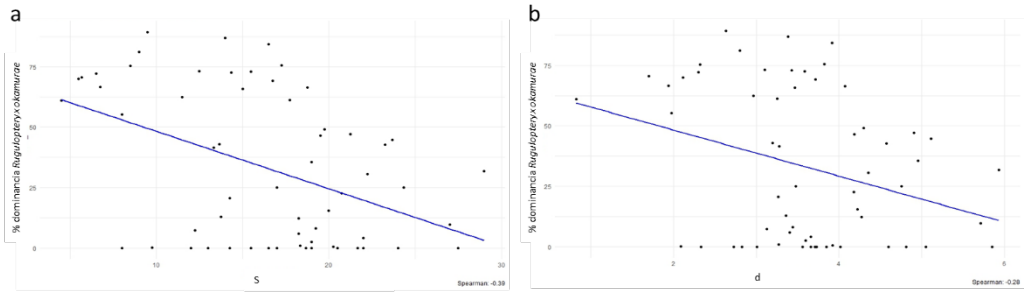


Figura 30. Gráfico de correlación de Spearman entre el porcentaje de dominancia de Rugulopteryx okamurae y los índices ecológicos de la comunidad de invertebrados: (a) S (riqueza específica), (b) d (índice de Margalef).

Como se ha comentado anteriormente, para definir la condición ambiental de los hábitats y las comunidades asociadas en las estaciones muestreadas durante el programa, se han tenido en cuenta los valores resultantes del índice CFR como indicador de estado, y el porcentaje de dominancia de *R. okamurae* como principal presión observada en la roca infralitoral de DMESAL. Para ello se han establecido tres categorías de condición que responden a ambos parámetros, y que quedan recogidos en la Tabla 20.

Tabla 20. Matriz de perturbación basada en un criterio de doble entrada para determinar la condición ambiental de los hábitats del piso infralitoral rocoso de la DMESAL a partir de los valores del índice CFR (5 valores de calidad ecológica -EQ) y de la dominancia (%) de Rugulopteryx okamurae (3 intervalos de dominancia).

	% *Rugulopteryx okamurae*		
CFR	0_10	10_25	>25
ALTO	BUENA	ALTERADA	DEGRADADA
BUENO			
MODERADO			
POBRE			
MALO			

Como se puede observar en la Tabla 21, 28 de las 50 estaciones (56 % del total) en las que se han realizado muestreos dirigidos a la evaluación del fondo marino mediante censos de algas e invertebrados presentan hábitats en estado degradado, en 6 estaciones (12 %) los hábitats se encuentran en estado alterado, y en 16 estaciones (32 %) los hábitats se encuentran en una buena condición ambiental. Cabe destacar, tal y como se observa en el mapa de la Figura 31, que las 16 estaciones que presentan una buena condición ambiental se localizan en 3 zonas concretas de la demarcación, el litoral oriental de Almería (4 estaciones), la Reserva Marina de la isla de Alborán (2 estaciones), y la ZEC de las islas Chafarinas (10 estaciones). En el caso concreto de las islas Chafarinas, se muestrearon 10 estaciones con la intención de caracterizar con el mayor detalle posible una de las zonas prístinas de la DMESAL, que servirá de referencia para una futura evaluación utilizando la serie histórica que ha comenzado a construirse en este programa.

De las 11 estaciones en las que se ha podido realizar un muestreo en 2021 y 2023, 7 de ellas han empeorado su condición ambiental como resultado de la invasión de *R. okamurae*. Esto refleja la velocidad con la que el alga invasora modifica la comunidad preexistente, empeorando la condición del hábitat. Únicamente la estación "Barbate" ha pasado de una condición "degradada" a "alterada". Esto hace pensar, siendo la zona del estrecho de Gibraltar la más afectada por la invasión de *R. okamurae*, que se haya producido un error en la identificación de ciertas especies de macroalgas por su elevada dificultad a diferenciarlas *de visu*, como sería el caso de la propia *R. okamurae* al presentar una morfología muy similar al de otras Dictyotales autóctonas como *Dyctiota dichotoma*. Por ello es necesario que las campañas del programa de seguimiento se lleven a cabo por personal altamente especializado y con experiencia en identificación de este tipo de algas, ya que un error en la identificación de esta especie puede llevar a pensar en una condición ambiental totalmente diferente a la real.

En el mapa de la Figura 31 se puede observar el gradiente longitudinal de la condición ambiental de las estaciones muestreadas a lo largo de la DMESAL, que refleja la tendencia de la invasión de *R. okamurae* hacia el este. Como se ha comentado anteriormente, únicamente los fondos rocosos muestreados en las estaciones orientales y en las islas se mantienen a fecha de 2023 libres de una profunda alteración de la comunidad fotófila del piso infralitoral.

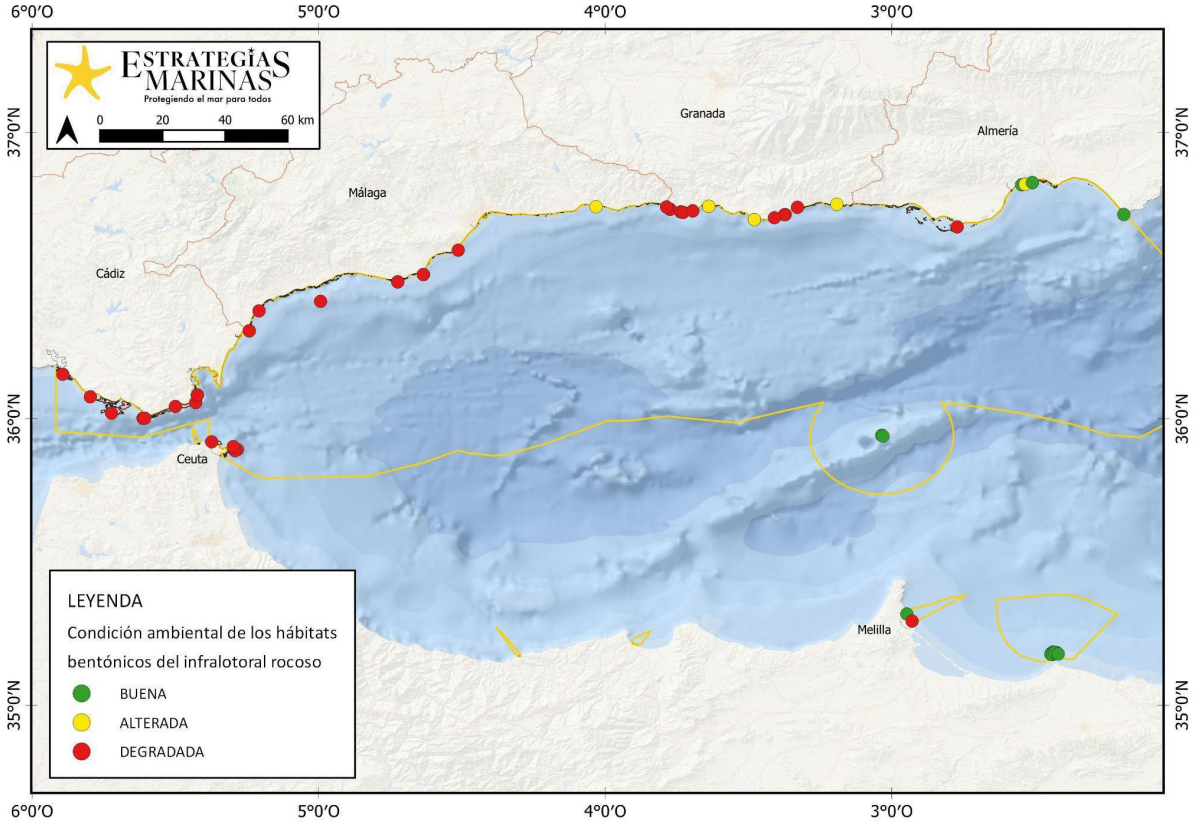


Figura 31. Condición ambiental de los hábitats en las estaciones muestreadas durante el programa de seguimiento HB1 entre 2021 y 2023, a partir de los valores del índice CFR y de la dominancia (%) de Rugulopteryx okamurae.



Tabla 21. Listado de estaciones muestreadas en la DMESAL durante el programa de seguimiento HB1 entre 2021 y 2023, con indicación de su condición ambiental determinada a partir de los valores del índice CFR y de la dominancia de Rugulopteryx okamurae (% R. oka).

Estación	CFR/EQ	% R. oka	Condición
Barbate 2021	Mala	70,53	DEGRADADA
Bolonia	Mala	55,20	DEGRADADA
Bajo_Cabezos	Mala	81,00	DEGRADADA
Isla_Tarifa_Oeste	Mala	70,00	DEGRADADA
Isla_Tarifa_Este	Mala	61,10	DEGRADADA
Guadalmesi	Mala	69,13	DEGRADADA
Bajo_Perla	Mala	75,30	DEGRADADA
Punta_Carnero 2021	Mala	84,20	DEGRADADA
Punta_Carnero 2023	Mala	62,40	DEGRADADA
Farfu	Mala	72,10	DEGRADADA
Chiclon	Mala	66,50	DEGRADADA
Ceuta_S	Mala	42,70	DEGRADADA
Desnarigado	Mala	49,10	DEGRADADA
Punta_Chullera	Mala	61,30	DEGRADADA
Casares	Mala	73,20	DEGRADADA
Barbate 2023	Moderada	12,92	ALTERADA
Cala_Perro 2021	Buena	12,30	ALTERADA
Velilla	Moderada	9,70	ALTERADA
Cabo_Sacratif 2023	Moderada	22,70	ALTERADA
Pozuelo	Moderada	15,5	ALTERADA
Diver_Hotel	Moderada	0,00	ALTERADA
Sirenas	Moderada	0	ALTERADA
Cabo_Sacratif 2021	Buena	0,00	BUENA
Isla_Alboran_Norte	Alta	0,00	BUENA
Isla_Alboran_Sur	Alta	0,00	BUENA
Aguadu	Buena	7,40	BUENA
Derrumbe_340	Alta	0,00	BUENA
Garrofa 2021	Alta	0,00	BUENA
Garrofa 2023	Alta	0,00	BUENA
Cueva_Lobo	Alta	0,20	BUENA



Estación	CFR/EQ	% *R. oka*	Condición
Placer_Bovedas	Pobre	65,87	DEGRADADA
Laja_Almirante 2021	Pobre	35,50	DEGRADADA
Laja_Almirante 2022	Mala	44,67	DEGRADADA
Punta_Calaburras 2021	Pobre	20,70	DEGRADADA
Punta_Calaburras 2023	Pobre	25,00	DEGRADADA
Laja_Bermeja	Pobre	31,80	DEGRADADA
Mezquitilla	Pobre	0,00	DEGRADADA
Cañuelo 2021	Pobre	72,60	DEGRADADA
Cañuelo 2023	Mala	89,30	DEGRADADA
Cerro_Gordo 2023	Mala	86,90	DEGRADADA
Cerro_Gordo 2021	Pobre	47,10	DEGRADADA
Cala_Perro 2023	Mala	75,50	DEGRADADA

Estación	CFR/EQ	% *R. oka*	Condición
Pedregal	Alta	0,00	BUENA
Italiano	Buena	0,00	BUENA
Punta_Cormoran	Alta	0,10	BUENA
Laja_Cantil	Alta	2,67	BUENA
Polvorin	Alta	0,00	BUENA
Faro_Chafarinas	Buena	4,27	BUENA
ReyNW	Buena	5,90	BUENA
Punta_Halcon	Alta	0,93	BUENA
Buticlan	Alta	0,60	BUENA
Laja_Cabo_de_Gata	Alta	0,00	BUENA
Marina_Este	Pobre	30,60	DEGRADADA
Peñon_San_Cristobal 2023	Mala	0	DEGRADADA



Estación	CFR/EQ	*% R. oka*	Condición
Peñon_San_Cristobal 2021	Pobre	8,1	DEGRADADA
Embarcadero_Calahonda	Pobre	66,40	DEGRADADA
Punta_Melonar 2023	Pobre	73,00	DEGRADADA
Punta_Melonar 2021	Buena	25,10	DEGRADADA
Caserones	Moderada	46,60	DEGRADADA
Escollera	Pobre	41,47	DEGRADADA
Punta_Entinas	Moderada	42,93	DEGRADADA



3.2. Other Habitat Types

La enorme variabilidad de la biodiversidad marina requiere la definición de unidades operativas que permitan caracterizar, describir, organizar y clasificar los distintos agrupamientos de las especies. Estas unidades, definidas como "hábitats", permiten conocer la biodiversidad de una zona y plasmar su distribución a grandes escalas espaciales. En el presente documento, se ha utilizado el término OHT (del inglés *Other Habitat Type*) para referirse a los tipos de hábitats que se han observado e identificado en la DMESAL durante los muestreos realizados en el Programa de Seguimiento del tercer ciclo de estrategias marinas (Tabla 22).

Las políticas de conservación y manejo de la diversidad, así como las de explotación de recursos naturales, precisan de clasificaciones de hábitats y ecosistemas más o menos homogéneas. Con esta finalidad se han ido estableciendo diversos sistemas de clasificación de hábitats a distintos niveles geográficos, si bien, el principal problema es la ambigüedad de la definición de "hábitat"-que se solapa con la de otros términos como "biotopo", "biocenosis" o "comunidad"-a la hora de su interpretación y/o grado de detalle empleado en las distintas clasificaciones existentes. Por ello, lo primero que debe precisarse es la definición y diferenciación de estas unidades operativas, la equivalencia o solapamiento entre los distintos términos existentes, así como las relaciones jerárquicas de cara a establecer una clasificación lo menos ambigua posible.

Según la Directiva Hábitats (92/43/EEC), un hábitat se define como el "área terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, ya sean enteramente naturales o seminaturales, en las cuales viven las especies en cualquier estado de su ciclo de vida". Esta definición, muy general, tiende a ignorar la biota y a considerar el hábitat sólo como el lugar donde viven los organismos. En contraposición, el concepto "biocenosis" se refiere al conjunto de organismos que pueblan un determinado hábitat; término que a su vez se solapa con la definición de comunidad o conjunto de poblaciones u organismos que conviven en un hábitat determinado. Normalmente, las especies estructuradoras de hábitats son macrófitos dominantes y diversos animales sésiles filtradores (gorgonias, corales o grandes briozoos, etc.), entre los que se encuentran los denominados organismos bioconstructores.

Tabla 22. Listado de OHTs observados e identificados en la DMESAL durante el programa de seguimiento del tercer ciclo de estrategias marinas. Se detallan las pasarelas al sistema de clasificación EUNIS (https://eunis.eea.europa.eu/) y la Lista Patrón de los hábitats marinos presentes en España (Templado et al., 2012).

OHT observado	Clasificación EUNIS	Lista Patrón
Roca infralitoral con *Astroides calycularis*	MB151Q-Facies with *Astroides calycularis*	301041610-Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Astroides calycularis*
Roca infralitoral con *Myriapora truncata*	MB151α-Facies and association of coralligenous biocenosis (in enclave)	301041601-Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Myriapora truncata*
Roca infralitoral con poríferos	MB151α-Facies and association of coralligenous biocenosis (in enclave)	301041604-Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con esponjas masivas (*Ircinia variabilis, Dysidea avara*)
Roca infralitoral con antozoos	MB151α-Facies and association of coralligenous biocenosis (in enclave)	301041606-Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Polycyathus muellerae, Hoplangia durotrix* y otros antozoos



OHT observado	Clasificación EUNIS	Lista Patrón
Roca infralitoral sin fucales con *Halopteris filicina*	MB151-Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	301041403-Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Halopteris filicina*
Roca infralitoral sin fucales con *Halopteris scoparia*	MB151U-Association with *Halopteris scoparia*	301030705-Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus*
Roca infralitoral con *Cladostephus spongiosus*	MB151-Biocenosis of Mediterranean infralittoral algae	301030705-Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus*
Roca infralitoral con *Dictyopteris polypodioides*	MB151M-Association with *Dictyopteris polypodioides*	301041402-Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Dictyopteris polypodioides/Dictyopteris lucida*
Roca infralitoral con *Cystoseira* c.f. *spinosa*	MB151K-Association with *Cystoseira spinosa*	301041301-Roca infralitoral medianamente iluminada con *Cystoseira spinosa*
Roca infralitoral con *Cystoseira nodicaulis* y *C. usneoides*	MC1512-Association with *Cystoseira usneoides*	301041303-Roca infralitoral medianamente iluminada con *Cystoseira usneoides/ Saccorhiza polyschides/Laminaria ochroleuca*
Blanquizal con *Anemonia sulcata*	MB1511-Overgrazing facies with incrustant algaes and sea urchins	301030904-Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con *Anemonia sulcata*
Roca infralitoral con *Eunicella singularis*	MC151A-Facies with *Eunicella singularis*	301041407-Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Eunicella singularis*
Roca infralitoral afectada por sedimentación con gorgonias	MC151-Coralligenous biocenosis	301041706-Roca infralitoral afectada por sedimentación con *Eunicella gazella, Eunicella singularis, Eunicella labiata* y *Leptogorgia* spp.
Turf	Sin correspondencia	Sin correspondencia
Roca infralitoral sin fucales dominado por *Rugulopteryx okamurae*	Sin correspondencia	Sin correspondencia

En este documento se presentan todos los OHT observados e identificados en la demarcación durante el presente programa de seguimiento, con su correspondiente descripción ambiental y caracterización biológica. De esta lista de OHTs (Tabla 22), varios han sido incluidos en la ficha de reporting en texto para su evaluación preliminar por presentar un elevado número de muestras, y/o una amplia representación espacial a lo largo de la demarcación, y/o importancia ecológica. Sin embargo, como se ha comentado para el BHT, la falta de información referente a la extensión de los hábitats hace



que el resultado de la evaluación del criterio D6C5 (extensión del hábitat adversamente afectado) sea *desconocido*. No obstante, y al igual que en el caso del BHT, se ha hecho una evaluación preliminar de la condición ambiental de los OHTs observados en las estaciones muestreadas utilizando los valores del índice CFR y la dominancia de *R. okamurae*. Dicha evaluación preliminar se muestra para los siguientes OHTs:

- Roca infralitoral sin fucales con *Halopteris filicina* y Roca infralitoral sin fucales con *Halopteris scoparia*, evaluados en la ficha de forma conjunta como "Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/*Halopteris* spp.".
- Roca infralitoral con *Cystoseira* c.f. *spinosa* y Roca infralitoral con *Cystoseira nodicaulis* y *C. usneoides*, evaluados en la ficha de forma conjunta como "Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/*Cystoseira* spp.".
- Roca infralitoral con *Eunicella singularis* y Roca infralitoral afectada por sedimentación con gorgonias, evaluados en la ficha de forma conjunta como "Biocenosis de coralígeno/gorgonias".
- Roca infralitoral con *Astroides calycularis*, evaluados en la ficha como "MB151Q_ Facies with *Astroides calycularis*".

El resto de OHTs no han sido incluidos en la ficha de reporting en texto al no haber podido recolectar datos suficientes para su evaluación en el presente programa, por lo que se han tratado como hábitats minoritarios y no se presenta una evaluación preliminar de los mismos. Además, en este documento se han incluido aquellos fondos rocosos muestreados que están alterados/degradados y que presentan un componente algal dominado por el turf o por el alga invasora *Rugulopteryx okamurae* (la cual domina cuantitativamente el 45 % de las estaciones de muestreo).

OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/ *Cystoseira* spp

Las especies tradicionalmente conocidas del género *Cystoseira*, cuya secuenciación evidenció la existencia de un grupo polifilético que engloba varios géneros de fucales (Orellana *et al.*, 2019), muestran una elevada complejidad estructural. Estas algas pardas conforman hábitats infralitorales formando bosques en miniatura que albergan una gran diversidad de algas en diferentes estratos, además de servir como refugio tanto para la fauna sésil como móvil, y la ictiofauna (Piazzi *et al.*, 2018). Estos macrófitos son altamente sensibles a perturbaciones ambientales, principalmente a la eutrofización, y actualmente se encuentran en un estado de regresión en todo el Mediterráneo (Sales *et al.*, 2011).

En la DMESAL, los hábitats de *Cystoseira* son reducidos, estando el sustrato infralitoral rocoso mayoritariamente cubierto con algas de porte arbustivo como especies del género *Halopteris*, u otras dictiotales como *Padina pavonica, Dictyopteris polypodioides*, o especies del género *Dictyota*, entre otras. Se desconoce si las comunidades de algas fotófilas en zonas no contaminadas, con ausencia de fucales, suponen un estado de regresión de los bosques de *Cystoseira* o representan la etapa clímax en esas zonas (Luque & Templado, 2004). Además, cabe destacar la fuerte presión que ejerce el alga invasora *Rugulopteryx okamurae* sobre el piso infralitoral rocoso a lo largo de la demarcación, que coloniza ampliamente el sustrato fotófilo pudiendo ocasionar una grave amenaza en las escasas comunidades de fucales que quedan en la demarcación.

Bajo la clasificación de hábitats marinos en los listados de EUNIS, los hábitats de *Cystoseira* se nombran a un nivel 5, determinado por la especie dominante, es decir, no existe una categoría superior que agrupe los hábitats configurados por estas fucales. De manera que, este OHT se nombra en el presente anexo con un nivel EUNIS superior como (MB151) "Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/*Cystoseira* spp."

En el programa de seguimiento del proyecto ESMARES-INFRA, este OHT se ha detectado en estaciones puntuales de la costa granadina y almeriense, zonas concretas de las islas Chafarinas, y en la isla de Alborán, donde colonizan ampliamente el sustrato rocoso infralitoral (Figura 32). Estos hábitats se asientan sobre sustratos completamente rocosos, ausentes de sedimento, con la presencia de bloques de diversos tamaños, generalmente con más de 1 m de altura. Son fondos con una rugosidad moderada, con huecos y agujeros de entre 1 y 2 m, y con una ligera pendiente hasta alcanzar el fondo sedimentario.

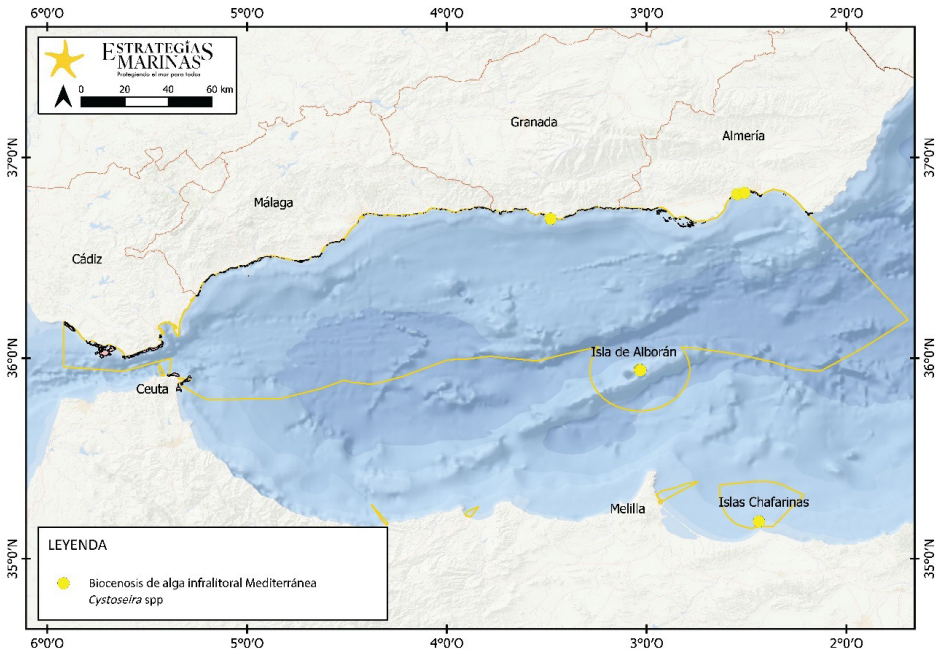


Figura 32. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.



Tabla 23. Especies características del OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/Cystoseira spp. en la DMESAL de los tres principales grupos taxonómicos basados en el análisis SIMPER. Av. Abund, abundancia media; Contrib%, porcentaje de contribución de las especies a la identidad del grupo taxonómico dentro del OHT.

Taxón	Av. Abund	Contrib%
Algas		
Cystoseira spp.	21,32	31,98
Padina pavonica	8,75	9,78
Halopteris scoparia	7	9,57
Halopteris filicina	6,78	7,91
Complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*	4,95	7,8
Dictyopteris polypodioides	7,22	5,89
Asparagopsis taxiformis	4,14	4,94
Sphaerococcus coronopifolius	3,73	3,69
Zonaria tournefortii	3,42	2,85
Dictyota sp.	3,23	2,8
Jania sp.	3,31	2,15
Flabellia petiolata	2,42	2,1
Peces		
Chromis chromis	3,42	26,17
Symphodus ocellatus	1,47	10,89
Thalassoma pavo	1,53	10,25
Coris julis	1,6	9,77
Serranus cabrilla	1,22	8,27
Serranus scriba	0,94	5,51
Symphodus tinca	0,89	5,15
Tripterygion delaisi	0,67	3,42
Diplodus vulgaris	0,81	3,21
Parablennius pilicornis	0,68	2,9
Boops boops	1,1	2,57
Symphodus mediterraneus	0,51	2

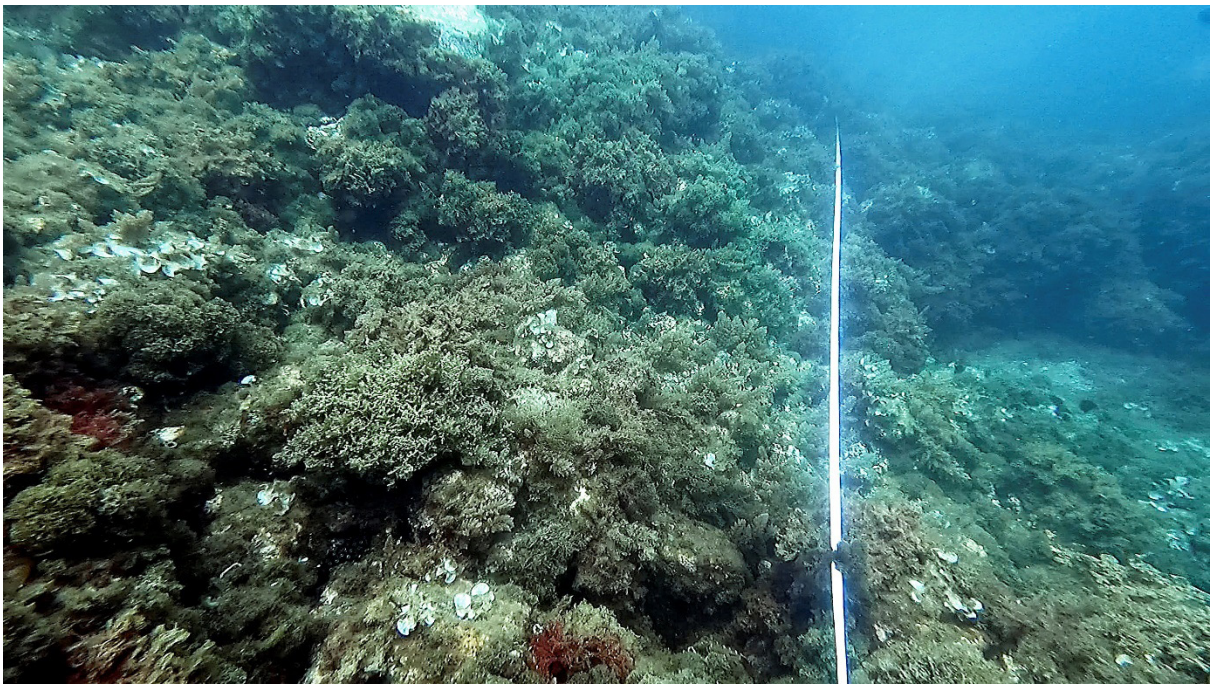


Taxón	Av. Abund	Contrib%
Invertebrados		
Crambe crambe	15,76	32,44
Arbacia lixula	5,5	8,34
Paracentrotus lividus	5,65	8,3
Myriapora truncata	7,8	6,61
Holothuria sanctori	3,59	4,91
Dendrophyllidae sp.	17,74	4,7
Aiptasia mutabilis	3,49	4,66
Polycirrus sp.	4,7	2,81
Didemnidae sp.	6,5	2,42
Haliclona sp.	6,35	2,25
Echinaster sepositus	1,31	2,17
Cerithium vulgatum	1,69	1,71
Phorbas tenacior	1,22	1,47
Sarcotragus spinosulus	2,53	1,31
Cliona celata	1,6	1,29
Reptadeonella violacea	1,2	1,24
Astroides calycularis	6,89	1,13
Aglaophenia pluma	1,21	1,07
Cystodytes sp.	4,63	1,05
Sphaerechinus granularis	0,8	0,98

En cuanto a especies características y acompañantes de este OHT en la DMESAL, caben destacar macrófitos típicos del sotobosque como las algas pardas *P. pavonica, Halopteris* spp., *D. polypodioides*, algas rojas como *Sphaerococcus coronopifolius*, la alóctona *Asparagopsis taxiformis,* y algas rojas incrustantes del sustrato rocoso (Tabla 23). En cuanto a los invertebrados, las especies mejor representadas son la esponja *Crambe crambe*, los erizos de mar *Arbacia lixula, Paracentrotus lividus* y el briozoo *Myriapora truncata*, entre otros (Tabla 23). Con respecto a peces, las castañuelas (*Chromis chromis*), los lábridos (*Symphodus ocellatus, Thalassoma pavo, Coris julis*), y los serránidos (*Serranus cabrilla, S. scriba*) muestran una elevada representación en la comunidad (Tabla 23).

Dependiendo de las condiciones hidrodinámicas (según la exposición al oleaje y las corrientes), la variación de la salinidad (debido a las lluvias, aporte fluvial o evaporación) y la luminosidad o irradiancia (condicionada a su vez por la orientación del sustrato rocoso, la profundidad y la turbidez del agua) estas comunidades pueden ser dominadas por una especie u otra. Las estaciones de la costa norte de DMESAL, en Granada y Almería, y de las islas Chafarinas dominadas por fucales, se reconoce *Cystoseira* c.f. *spinosa* como la especie que configura potencialmente el hábitat (Figura 33, A). Debido a las dificultades para la identificación de las especies de este grupo se requiere de una revisión taxonómica más exhaustiva para su confirmación. Esta especie tiene una cierta tolerancia batimétrica, estando representada principalmente en la franja de los 15-25 m de profundidad, y está ampliamente distribuida por todo el Mediterráneo. Es una especie muy sensible a cualquier alteración del hábitat (Gomez Garreta 2000). El sustrato de estas estaciones es completamente rocoso, con una pendiente pronunciada que termina en un fondo arenoso, con bloques de más de 1 metro de altura en su mayoría, los cuales generan grandes oquedades. Este OHT queda reflejado en los listados como "Asociación con *Cystoseira spinosa*" (MB151K), y en LPHME bajo la denominación "Roca infralitoral medianamente iluminada con *Cystoseira spinosa*" (0301041301).

La isla de Alborán, posee unas características fisiográficas muy singulares debido a su posición geográfica, lejos de las costas y con una notable exposición a fuertes corrientes. Además, se caracteriza por tener aguas transparentes, debido a la ausencia de aportes de sedimentos continentales, permitiendo el desarrollo vegetal hasta profundidades superiores a los 50 m (Gofas *et al*., 2014). El sustrato de las estaciones muestreadas, en la franja entre los 10-15 m, es aplanado y rocoso casi en su totalidad con pocos agujeros, algunos bloques de roca dispersos y pequeños parches de arenas, principalmente en la zona norte de la isla. El fondo está completamente cubierto por especies del género *Cystoseira*, entre las que destacan *C. usneoides* y *C. nodicaulis*, especies de gran porte acompañadas de una elevada diversidad de algas de menor porte como *Dictyopteris polypodiodes, Sphaerococcus coronopifolius, Zonaria tournefortii, Halopteris* spp., etc. (Figura 33 B). La clasificación EUNIS incluye este hábitat en los niveles del piso circalitoral como "Asociación con *Cystoseira usneoides*" (MC1512) y en la LPHME corresponde a "Roca infralitoral medianamente iluminada con *Cystoseira usneoides/ Saccorhiza polyschides/Laminaria ochroleuca*" (0301041303).



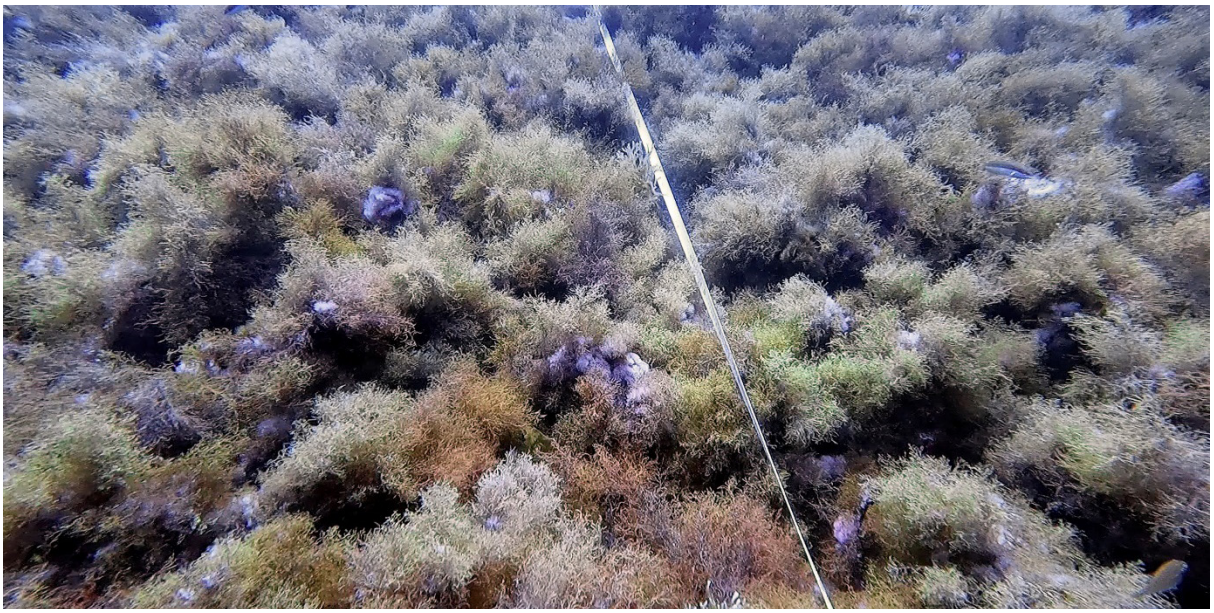


Figura 33. Fondos rocosos configurados por especies del género Cystoseira spp. en Cabo Sacratif (Granada) (arriba) y en la Isla de Alborán (abajo) observados durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

Indicadores e índices ecológicos

El análisis de los indicadores e índices calculados indica que las estaciones muestreadas en la Reserva Marina de la isla de Alborán ("Isla Alborán norte", "Isla Alborán sur") y en la ZEC de las islas Chafarinas ("Laja Cantil") presentan la mayor proporción de especies de algas sensibles, destacando las estaciones de la isla de Alborán (Tabla 24); mientras que la proporción de invertebrados sensibles y de especies estructurantes es mayor en "Laja Cantil" (Tabla 24).

El número promedio de especies de algas fue mayor en las estaciones de la isla de Alborán, "Garrofa" y "Laja Cantil", y similar para el caso de invertebrados y peces (Tabla 24). La diversidad de algas presentó un patrón similar al de la riqueza, destacando las mismas estaciones. En el caso de los invertebrados, la mayor diversidad se observó en las estaciones "Derrumbe 340", "Cabo Sacratif" y "Garrofa". Finalmente, los peces mostraron el mayor valor promedio de diversidad (Shannon) en la estación "Isla Alborán norte" (Tabla 24).

Por último, el valor actual del CFR fue elevado en todas las estaciones, lo que corresponde a una buena/alta calidad del fondo rocoso, a excepción de la estación "Cabo Sacratif" muestreada en 2023, donde el valor del CFR fue moderado y refleja la dominancia de *Rugulopteryx okamurae* (22,7 %) (Tabla 24).

Los fondos rocosos de las estaciones "Garrofa" y "Cabo Sacratif" han sido muestreados en el año 2021 y 2023. En "Garrofa" los valores de los indicadores de especies sensibles y estructurantes han sido mayores en 2023 para los invertebrados, los valores de los índices ecológicos (S, d, H´) se han mantenido, y el valor del CFR ha sido ligeramente menor, aunque sigue reflejando una calidad alta del fondo rocoso en ausencia de *R. okamurae* (Tabla 24). En "Cabo Sacratif", el indicador de especies sensibles ha sido ligeramente mayor en 2023 para algas, pero ha sido menor para invertebrados; sin embargo, la proporción de invertebrados estructurantes ha sido ligeramente mayor en 2023 (Tabla 24). La riqueza y la diversidad observada ha sido mayor en 2023 para algas e invertebrados, mientras que ha sido similar y menor, respectivamente, para peces. En el caso del CFR, el valor ha sido menor en 2023 como consecuencia de la llegada de *R. okamurae* (0 % de dominancia en 2021, 22,7 % en 2023), pasando de una calidad del fondo rocoso buena a moderada (Tabla 24).



Evaluación preliminar

Para la evaluación del OHT se ha tenido en cuenta el valor del indicador CFR y la dominancia de *Rugulopteryx okamurae* en cada estación, como se ha indicado en la sección 3.1.4. En base a este criterio, 5 de las 6 estaciones muestreadas donde está presente el OHT presentan una condición del hábitat buena, lo cual representa el 83,33 % de las estaciones muestreadas para este OHT. Por otro lado, el muestreo de la estación "Cabo Sacratif" del 2023 mostró un hábitat con una condición alterada, habiendo empeorado su condición respecto al muestreo del 2021. En vista a estos resultados, el OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/*Cystoseira* spp. presenta una buena condición en 2023 (Tabla 25, Figura 34).

Tabla 24. Valores de indicadores e índices ecológicos calculados en las estaciones de muestreo durante el presente Programa de Seguimiento para los grupos taxonómicos considerados: algas, invertebrados fotófilos (Inv_FOTO) y peces. Para el BH1 se indica la proporción de la abundancia de las especies sensibles (%N sens) de algas e invertebrados fotófilos y de las especies estructurantes acompañantes (%N estruc). Para el BH2 se indica la riqueza específica (S), el índice de Margalef (d) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H' (log_2)), dando el valor como promedio±error estándar. Se muestran los valores del indicador CFR (Calidad de Fondos Rocosos) procedente de la Directiva Marco del Agua (DMA) y su correspondencia de Calidad Ecológica (EQ).

		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
ZONA	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Garrofa 2021	Algas	10,00	21,03	14,6 ±1,33	2,50 ±0,24	3,26 ±0,09	0,95 ±0,01	Alta
	Inv_FOTO	18,93		22 ±3,51	4,80 ±0,69	3,89 ±0,14		
	Peces			11,3 ±1,20	2,22 ±0,09	2,09 ±0,46		
Garrofa 2023	Algas	8,33	34,48	15,7 ±1,10	2,72 ±0,19	3,17 ±0,05	0,85 ±0,05	Alta
	Inv_FOTO	27,05		19 ±1,87	4,01 ±0,34	3,56 ±0,10		
	Peces			14 ±1,15	2,24 ±0,19	2,86 ±0,17		
Derrumbe_340	Algas	7,14	19,68	11 ±0	1,88 ±0,06	2,72 ±0,14	0,96 ±0,01	Alta
	Inv_FOTO	18,60		21,6 ±2,60	5,04 ±0,23	3,91 ±0,07		
	Peces			13 ±1	2,10 ±0,11	1,38 ±0,29		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
ZONA	Grupo	%N sens	%N estruc	S ±ES	d ±ES	H'(log2) ±ES	CFR ±ES	EQ
Cabo_Sacratif 2021	Algas	14,29	26,67	6,5 ±0,5	1,01 ±0,08	1,70 ±0,27	0,77 ±0,06	Buena
	Inv_FOTO	32,93		13 ±2	2,82 ±0,54	2,92 ±0,38		
	Peces			14,5 ±0,5	2,41 ±0,11	2,15 ±0,14		
Cabo_Sacratif 2023	Algas	16,67	28,92	9,5 ±0,5	1,58 ±0,11	2,50 ±0,13	0,46 ±0,03	Moderada
	Inv_FOTO	8,26		20,7 ±2,21	4,17 ±0,44	3,30 ±0,25		
	Peces			14,5 ±0,92	1,88 ±0,14	1,60 ±0,14		
Isla_Alboran_Norte	Algas	33,33	30,76	16,5 ±2,06	2,81 ±0,37	3,19 ±0,21	0,99 ±0,003	Alta
	Inv_FOTO	10,35		16,5 ±4,19	3,00 ±0,76	3,00 ±0,41		
	Peces			14 ±0,57	2,16 ±0,09	3,11 ±0,13		
Isla_Alboran_Sur	Algas	33,33	11,41	13,7 ±0,25	2,30 ±0,04	2,94 ±0,10	0,99 ±0,001	Alta
	Inv_FOTO	10,95		20,5 ±1,19	3,55 ±0,13	3,03 ±0,04		
	Peces			12,6 ±1,02	2,00 ±0,17	2,73 ±0,17		
Laja_Cantil	Algas	23,53	66,19	14,6 ±0,33	2,47 ±0,06	3,24 ±0,10	0,98 ±0,01	Alta
	Inv_FOTO	69,01		19 ±0,57	3,59 ±0,04	3,02 ±0,04		
	Peces			12,6 ±1,45	1,97 ±0,17	2,68 ±0,26		

Tabla 25. Condición ambiental del OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/Cystoseira spp., determinada a partir de la calidad ecológica (EQ) reflejada por el índice CFR y de la dominancia de Rugulopteryx okamurae (% R. oka) en las estaciones en las que se ha detectado su presencia.

Estación	CFR/EQ	% R. oka	Condición
Cabo_Sacratif 2021	Buena	0	BUENA
Cabo_Sacratif 2023	Moderada	22,70	ALTERADO
Isla_Alboran_Norte	Alta	0	BUENA
Isla_Alboran_Sur	Alta	0	BUENA
Derrumbe_340	Alta	0	BUENA
Garrofa 2021	Alta	0	BUENA
Garrofa 2023	Alta	0	BUENA
Laja_Cantil	Alta	2,67	BUENA

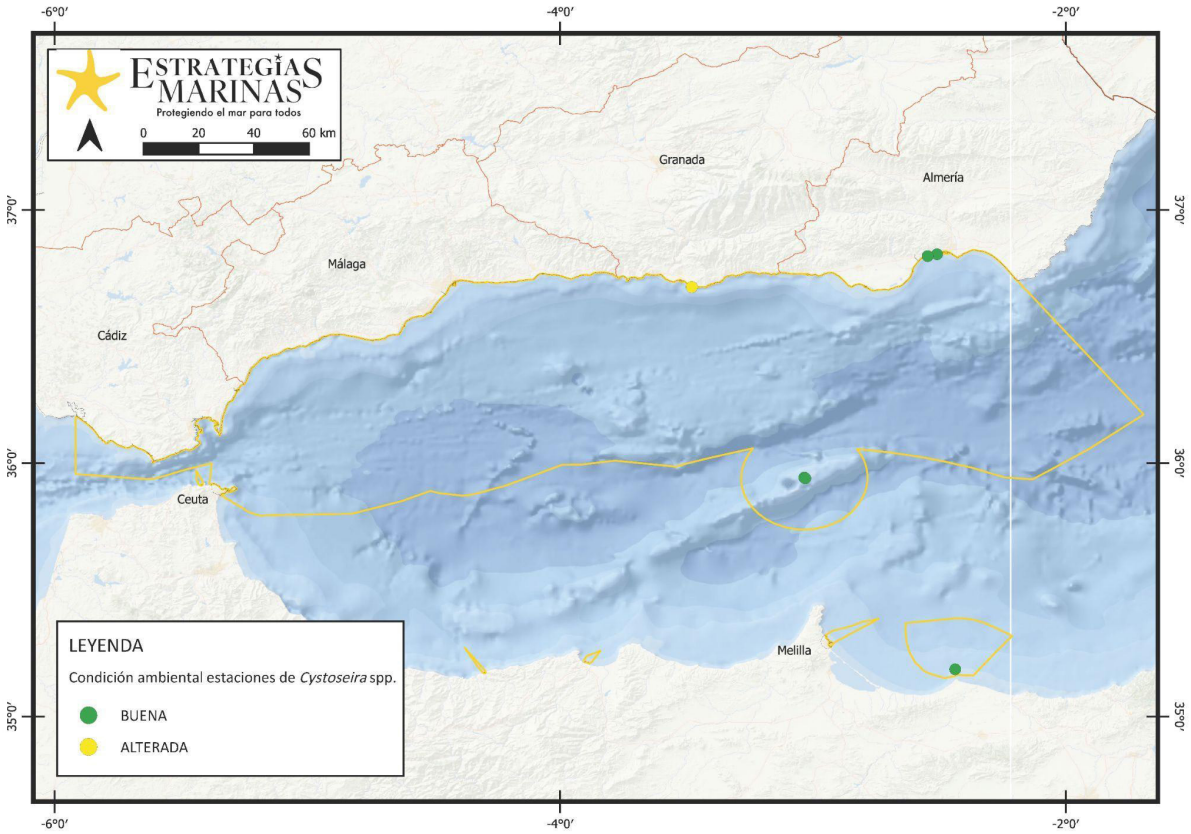


Figura 34. Condición ambiental de las estaciones donde se observó el hábitat "Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/Cystoseira spp." entre 2021 y 2023, a partir de los valores del índice CFR y de la dominancia (%) de Rugulopteryx okamurae.



OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/ *Halopteris* spp

Uno de los hábitats más abundantes y ampliamente distribuidos del piso infralitoral rocoso en las costas atlánticas y mediterráneas son los "bosques" de algas pardas del género *Halopteris,* concretamente *H. scoparia* y *H. filicina* (Ballesteros *et al.*, 1993; Guiry, 2001; Cormaci *et al.*, 2012). Estos macrófitos perennes muestran un porte arbustivo de hasta 15 cm de altura, con frondes muy ramificadas, dejando pequeños espacios o intersticios entre sus ramas, que generan un microhábitat para diversos invertebrados epífitos de pequeño tamaño (Sánchez-Moyano *et al.*, 2000).

En EUNIS, los hábitats de *Halopteris* están nombrados a nivel de especie. En la región mediterránea se nombra como "*Asociación con Halopteris scoparia*" (MB151U), y en la atlántica se describe como "Roca infralitoral moderadamente expuesta con *Halopteris filicina* con coralináceas" (MB121K). En la LPHE se definen hábitats mediterráneos para ambas especies bajo la denominación "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus* (0301030705)" y "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Halopteris filicina* (301041403)".

En DMESAL, este OHT se ha observado en estaciones del litoral malagueño, granadino y almeriense al norte de la demarcación, y estaciones de las islas Chafarinas y el sur de Melilla (Figura 35). Muestra preferencia por fondos completamente rocosos con escasa pendiente, entre los que se pueden observar bloques de rocas de diversos tamaños y generalmente homogéneos, es decir, con pocos huecos de entre 1 y 2 metros de diámetro. Actualmente, debido a la invasión del alga asiática *Rugulopteryx okamurare*, estos hábitats están sufriendo una fuerte regresión en DMESAL. En las zonas occidentales de la demarcación, dónde constituía uno de los principales hábitats infralitorales, los fondos están ampliamente colonizados por el alga invasora. Además, se han observado importantes cambios en estaciones puntuales de la costa malagueña y granadina, entre el 2021 y 2023, en las que el OHT de *Halopteris* spp. ha sido completamente sustituido por la monopolización de *R. okamurae.*

Entre las especies de algas acompañantes de los hábitats de *Halopteris*, destacan algas rojas coralináceas arborescentes, como especies del género *Jania* y *Ellisolandia elongata,* e incrustantes referentes al complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*, así como las dictiotales *Padina pavonica* y otras especies del género *Dictyota*, entre otras (Tabla 26). En cuanto a invertebrados, son muy comunes las esponjas *Crambe crambe, Sarcotragus spinosolus, S. fasciculatus,* los erizos de mar *Paracentrotus lividus* y *Arbacia lixula*, entre otras especies de briozoos, cnidarios y moluscos (Tabla 26). En la ictiofauna acompañante son muy habituales las castañuelas (*Chromis chromis*), los lábridos (*Coris julis, Thalassoma pavo, Symphodus ocellatus, S. tinca*), los serránidos (*Serranus cabrilla, S. scriba*), etc. (Tabla 26).

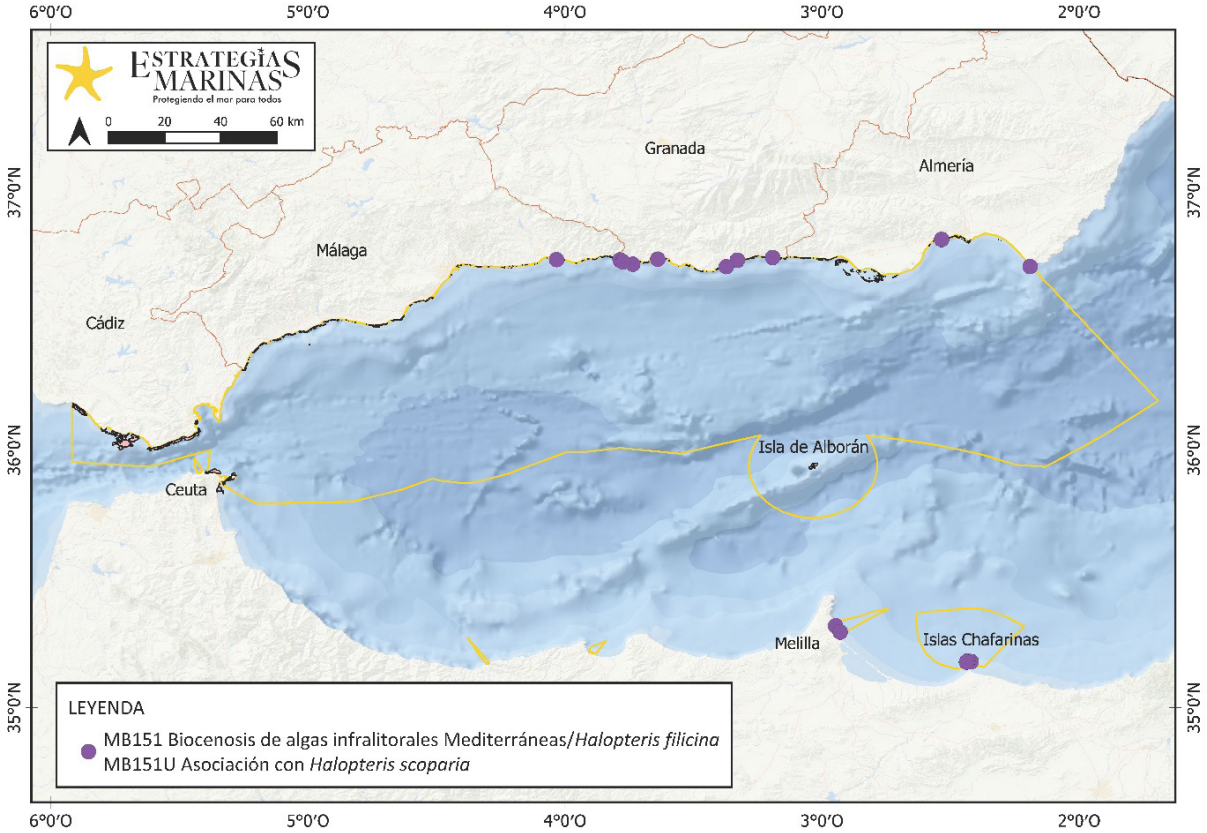


Figura 35. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

Las especies de *Halopteris scoparia* y *H. filicina*, aunque pueden convivir en un mismo espacio, muestran preferencias por distintos tipos de fondo. Las comunidades configuradas por *H. scoparia* generalmente se instalan en zonas bien iluminadas del piso infralitoral, normalmente a poca profundidad, acompañadas de algas como *Padina pavonica,* especies del género *Codium* y *Cladostephus spongiosus*, típicas de ambientes fotófilos. Los OHT de *Halopteris* dominados por *H. scoparia* han sido detectados en las estaciones de la costa norte de ESAL (Figura 36). En la transición de ambientes bien iluminados a otros con menor grado de irradiancia (zonas hemiesciáfilas), ya sea por el aumento de la profundidad o una mayor turbidez del agua, se desarrollan las comunidades de *H. filicina*. Aquí aparecen especies de algas acompañantes adaptadas a una menor luminosidad como *Flabellia petiolata*. Estas comunidades se han encontrado en estaciones del sur de la demarcación, en las islas Chafarinas y Melilla.

Tabla 26. Especies características del OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/Halopteris spp. en la DMESAL de los tres principales grupos taxonómicos basados en el análisis SIMPER. Av. Abund, abundancia media; Contrib%, porcentaje de contribución de las especies a la identidad del grupo taxonómico dentro del OHT.

Taxón	Av. Abund	Contrib%
Algas		
Halopteris filicina	11,63	19,68
Jania sp.	12,29	17,53



Taxón	Av. Abund	Contrib%
Halopteris scoparia	10,2	14,23
Dictyota implexa	9,48	10,73
Complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*	5,24	6,14
Asparagopsis taxiformis	2,39	4,04
Padina pavonica	3,3	3,66
Dictyota sp.	4,28	3,02
Codium bursa	2,03	2,49
Turf	4,12	2,43
Ellisolandia elongata	2,13	2,21
Flabellia petiolata	3,47	2,2
Rugulopteryx okamurae	3,41	1,95
Invertebrados		
Crambe crambe	6,76	27,33
Paracentrotus lividus	4,86	19,61
Sarcotragus spinosulus	2,34	8,26
Cliona viridis	2,86	8,08
Sarcotragus fasciculatus	2,75	7,88
Reptadeonella violacea	5,73	7,72
Arbacia lixula	2,15	2,53
Aglaophenia pluma	2,56	2,26
Holothuria sanctori	1,67	2,12
Aiptasia mutabilis	2,73	1,53
Phorbas tenacior	0,88	1,17
Eudendrium rameum	0,88	1,14
Thylacodes arenarius	0,39	0,82

Taxón	Av. Abund	Contrib%
Peces		
Chromis chromis	2,98	23,45
Coris julis	1,92	15,18
Thalassoma pavo	1,59	14,88
Diplodus vulgaris	1,31	8,9
Serranus cabrilla	0,98	7,73
Serranus scriba	1,01	6,74
Symphodus ocellatus	1,04	4,46
Symphodus tinca	0,79	2,96
Diplodus sargus	0,67	2,16
Parablennius rouxi	0,49	1,88
Apogon imberbis	0,58	1,85

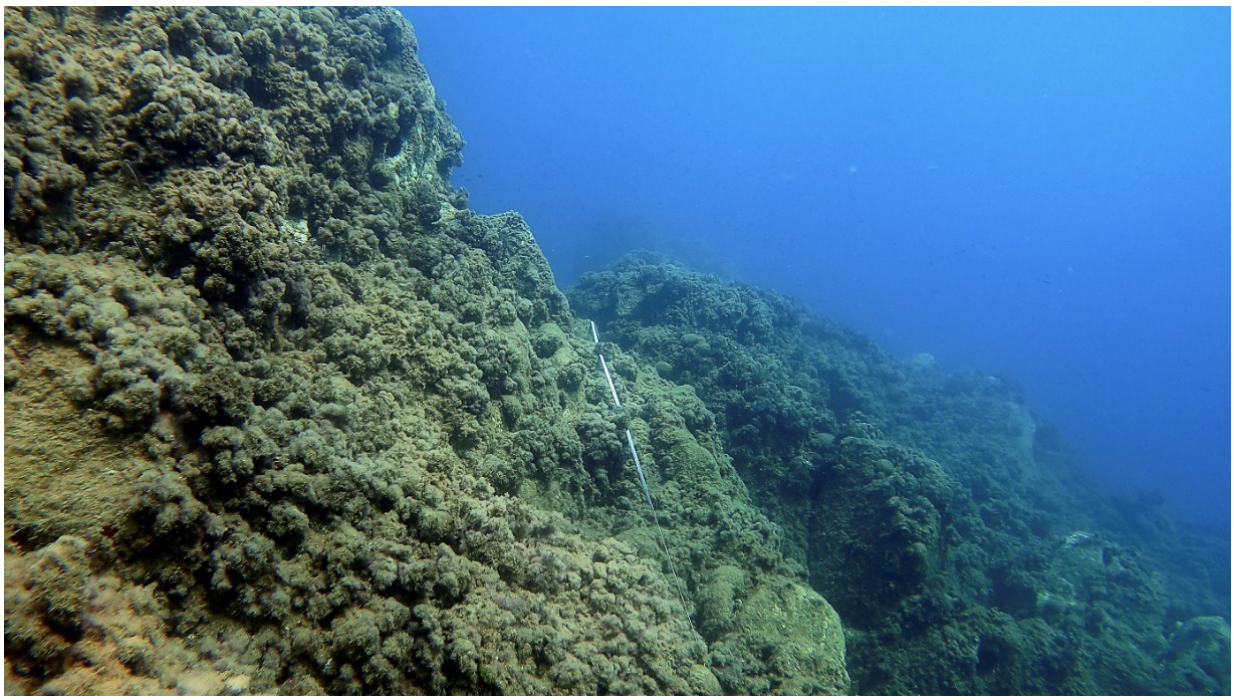


Figura 36. Fondo rocoso configurado por Halopteris spp. observado en las Islas Chafarinas durante el programa de seguimiento en la DMESAL.



Indicadores e índices ecológicos

Las estaciones configuradas por este OHT a lo largo de la DMESAL muestran valores de indicadores e índices muy variables, indicando diferentes estados de condición de las comunidades asociadas al hábitat. Estaciones como "Laja Cabo de Gata" (Almería), "Polvorín" y "Buticlan" (islas Chafarinas) o "Aguadú" (Melilla) muestran valores elevados en el porcentaje de especies sensibles de algas e invertebrados, así como de especies estructurantes. En otras estaciones como "Escollera" (Melilla) y "Mezquitilla" (Málaga) estos valores de especies sensibles, tanto de algas como invertebrados, y especies estructurantes son más bajos (Tabla 27).

En cuanto a los valores de diversidad, estaciones como "Laja Cabo de Gata", "Polvorín" y "Pozuelo" muestran valores de riqueza e índices de Margalef y Shannon elevados en las comunidades algales, a diferencia de estaciones como "Cañuelo", "Mezquitilla" y "Escollera"; sin embargo, los invertebrados muestran valores de diversidad totalmente inversos, siendo más elevados en las zonas más pobres en diversidad de macrófitos (Tabla 27). Con respecto a la ictiofauna, las comunidades fueron muy diversas en las estaciones de las islas Chafarinas, "Cañuelo" y "Cerro Gordo", y muy empobrecidas en "Mezquitilla", "Pozuelo" y "Caserones".

Los valores del índice de calidad CFR indican que 7 de las 15 estaciones (46,6 %) se encuentran en un buen estado, correspondiendo a las estaciones "Polvorín", "Punta Cormorán" y "Buticlan" (islas Chafarinas), "Aguadú" (Melilla), "Laja Cabo de Gata" (Almería), "Cala Perro" y "Punta Melonar" (Granada), aunque en estas últimas se registran valores de dominancia de *R. okamurae* por encima del 10 %. Las estaciones con valores más bajos de CFR son "Cañuelo" y "Mezquitilla" (Málaga), "Cerro Gordo" (Granada) y "Escollera" (Melilla) (Tabla 27). Todas las estaciones muestreadas en 2021 y 2023 ("Cañuelo", "Cerro Gordo", "Cala Perro" y "Punta Melonar") han mostrado una tendencia hacia valores de CFR más bajos, indicado un empeoramiento de la calidad ecológica del fondo marino.



Tabla 27. Valores de indicadores e índices ecológicos calculados en las estaciones de muestreo durante el presente Programa de Seguimiento para los grupos taxonómicos considerados: algas, invertebrados fotófilos (Inv_FOTO) y peces. Para el BH1 se indica la proporción de la abundancia de las especies sensibles (%N sens) de algas e invertebrados fotófilos y de las especies estructurantes acompañantes (%N estruc). Para el BH2 se indica la riqueza específica (S), el índice de Margalef (d) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H' (log_2)), dando el valor como promedio±error estándar. Se muestran los valores del indicador CFR (Calidad de Fondos Rocosos) procedente de la Directiva Marco del Agua (DMA) y su correspondencia de Calidad Ecológica (EQ).

		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Mezquitilla	Algas	0,00	27,32	8,5 ±1,44	1,45 ±0,27	1,91 ±0,38	0,36 ±0,01	Pobre
	Inv_FOTO	8,21		27,5 ±4,64	5,84 ±0,77	4,15 ±0,18		
	Peces			4,83 ±0,98	0,97 ±0,11	1,19 ±0,15		
Cañuelo 2021	Algas	5,56	29,59	10 ±1,08	1,64 ±0,20	1,43 ±0,34	0,20 ±0,05	Pobre
	Inv_FOTO	33,74		14,3 ±0,88	3,58 ±0,06	3,59 ±0,08		
	Peces			15,1 ±1,01	2,43 ±0,17	3,09 ±0,18		
Cañuelo 2023	Algas	0,00	48,78	6,25 ±0,47	0,95 ±0,08	0,53 ±0,06	0,11 ±0,01	Mala
	Inv_FOTO	36,02		9,5 ±0,95	2,63 ±0,34	2,87 ±0,21		
	Peces			13,8 ±0,98	1,97 ±0,16	2,22 ±0,10		
Cerro_Gordo 2021	Algas	9,09	20,43	12 ±1,29	1,99 ±0,23	2,49 ±0,12	0,35 ±0,03	Pobre
	Inv_FOTO	19,51		21,2 ±2,01	4,90 ±0,36	3,88 ±0,17		
	Peces			15 ±1,03	2,50 ±0,12	2,95 ±0,14		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Cerro_Gordo 2023	Algas	0,00	45,81	7,25 ±0,25	1,13 ±0,04	0,73 ±0,13	0,14 ±0,01	Mala
	Inv_FOTO	36,36		14 ±3,62	3,38 ±0,70	3,22 ±0,40		
	Peces			16,6 ±1,68	2,60 ±0,24	3,05 ±0,18		
Cala_Perro 2021	Algas	4,76	38,10	11,2 ±2,32	1,86 ±0,41	2,43 ±0,34	0,63 ±0,11	Buena
	Inv_FOTO	37,01		18,2 ±2,25	4,27 ±0,51	3,75 ±0,20		
	Peces			11,5 ±0,56	2,10 ±0,15	2,57 ±0,17		
Cala_Perro 2023	Algas	0,00	30,61	7,75 ±0,75	1,22 ±0,13	1,18 ±0,21	0,17 ±0,03	Mala
	Inv_FOTO	42,64		17,2 ±3,90	3,81 ±0,65	3,46 ±0,21		
	Peces			15,6 ±1,33	2,40 ±0,19	2,90 ±0,19		
Velilla	Algas	11,11	38,52	15,7 ±3,19	2,69 ±0,56	3,00 ±0,28	0,57 ±0,04	Moderada
	Inv_FOTO	14,96		27 ±1,47	5,71 ±0,29	4,15 ±0,07		
	Peces			11,6 ±1,42	1,68 ±0,23	1,41 ±0,25		
Punta_Melonar 2021	Algas	11,76	40,49	11,6 ±0,33	1,93 ±0,06	2,63 ±0,02	0,61 ±0,06	Buena
	Inv_FOTO	38,35		24,3 ±2,40	4,75 ±0,41	3,92 ±0,06		
	Peces			9,33 ±2,90	1,54 ±0,48	2,31 ±0,25		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Punta_Melonar 2023	Algas	0,00		5 ±0,70	0,72 ±0,12	1,10 ±0,23	0,21 ±0,05	Pobre
	Inv_FOTO	54,00	47,46	15,5 ±1,32	3,42 ±0,36	2,96 ±0,30		
	Peces			10,8 ±1,13	1,62 ±0,21	2,04 ±0,21		
Caserones	Algas	5,88		11,2 ±0,85	1,90 ±0,15	2,16 ±0,16	0,41 ±0,02	Moderada
	Inv_FOTO	20,58	56,46	19,5 ±3,09	4,18 ±0,56	3,35 ±0,20		
	Peces			8,66 ±0,49	1,31 ±0,12	0,86 ±0,14		
Pozuelo	Algas	8,00		17,2 ±1,37	3,01 ±0,25	3,34 ±0,06	0,52 ±0,01	Moderada
	Inv_FOTO	18,69	30,56	20 ±2,73	4,22 ±0,53	3,50 ±0,25		
	Peces			7,5 ±0,99	1,24 ±0,17	1,51 ±0,24		
Aguadu	Algas	6,67		12,5 ±0,64	2,21 ±0,16	2,86 ±0,13	0,67 ±0,05	Buena
	Inv_FOTO	35,12	39,42	12,2 ±2,95	3,12 ±0,67	2,85 ±0,47		
	Peces			13,7 ±1,65	1,90 ±0,16	2,13 ±0,16		
Escollera	Algas	0,00		9,66 ±0,66	1,56 ±0,12	2,40 ±0,02	0,36 ±0,01	Pobre
	Inv_FOTO	12,09	16,13	13,3 ±1,85	3,27 ±0,40	3,08 ±0,15		
	Peces			15 ±1,52	2,17 ±0,23	2,74 ±0,20		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Diver_Hotel	Algas	9,52	37,58	14 ±1,35	2,42 ±0,19	2,89 ±0,23	0,40 ±0,04	Moderada
	Inv_FOTO	17,08		18,6 ±0,88	3,84 ±0,14	3,40 ±0,19		
	Peces			10,7 ±1,18	1,82 ±0,22	1,97 ±0,12		
Punta_Cormoran	Algas	5,56	16,19	10 ±1,68	1,76 ±0,27	2,28 ±0,19	0,91 ±0,02	Alta
	Inv_FOTO	19,25		8 ±1,52	2,33 ±0,42	2,68 ±0,16		
	Peces			15,2 ±1,70	2,25 ±0,25	2,97 ±0,21		
Polvorin	Algas	18,18	37,00	15 ±2	2,53 ±0,36	3,08 ±0,14	0,97 ±0,01	Alta
	Inv_FOTO	38,56		18,6 ±0,88	3,84 ±0,26	3,06 ±0,21		
	Peces			15,1 ±0,98	2,25 ±0,14	2,46 ±0,21		
Buticlan	Algas	12,50	60,85	11,7 ±0,47	1,95 ±0,08	2,57 ±0,05	0,95 ±0,02	Alta
	Inv_FOTO	60,09		20,2 ±1,25	3,92 ±0,25	3,15 ±0,18		
	Peces			15,3 ±1,30	2,16 ±0,14	2,90 ±0,13		
Laja_Cabo_de_Gata	Algas	15,63	40,43	17,5 ±0,28	3,26 ±0,05	3,26 ±0,08	0,91 ±0,06	Alta
	Inv_FOTO	28,95		14,2 ±3,70	3,72 ±0,67	3,36 ±0,32		
	Peces			8 ±1,03	1,53 ±0,13	1,98 ±0,16		



Evaluación preliminar

Para la evaluación del OHT se ha tenido en cuenta el valor del indicador CFR y la dominancia de *Rugulopteryx okamurae* en cada estación, como se ha indicado en la sección 3.1.4. Un total de 5 de las 15 estaciones (33,3 %) muestran un estado de buena condición ambiental (Tabla 28, Figura 37). Dos de las estaciones que mostraron una buena condición del hábitat en 2021 han pasado a presentar una condición mala ("Cala Perro") o pobre ("Punta Melonar") en 2023, debido a la presencia de *R. okamurae* en ambas estaciones con unos valores de dominancia del 12,3 % y 25,07 %, respectivamente. Esto hace que dichas estaciones sean consideradas como alterada y degradada.

Cabe destacar otras estaciones donde el índice CFR muestra una categoría ecológica pobre o moderada, como "Mezquitilla" y "Diver Hotel", siendo estaciones donde no se ha detectado la presencia de *R. okamurae*. Por lo tanto, el hábitat en estas estaciones podría estar en un estado de degradación debido a otras presiones antropogénicas.

Los resultados obtenidos durante el programa de seguimiento ponen de manifiesto una grave situación del estado de hábitats autóctonos como los configurados por *Halopteris* spp., siendo este uno de los hábitats más comunes y ampliamente distribuidos por todo el infralitoral rocoso de la demarcación. Actualmente, este tipo de hábitat queda restringido a zonas con muy bajo impacto antropogénico y en las que aún el alga asiática no ha alcanzado su comportamiento invasor, concretamente zonas orientales de ESAL como las estaciones "Laja Cabo de Gata", situado en el Parque Natural Cabo de Gata-Níjar (Almería), "Aguadú" situada en la ZEC Acantilados de Aguadú (Melilla) y en las estaciones de la ZEC Islas islas Chafarinas (Figura 37).

Tabla 28. Condición ambiental del OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/Halopteris spp., determinada a partir de la calidad ecológica (EQ) reflejada por el índice CFR y de la dominancia de Rugulopteryx okamurae (% R. oka) en las estaciones en las que se ha detectado su presencia.

Estación	CFR/EQ	% *R. oka*	Condición
Mezquitilla	Pobre	0,00	DEGRADADO
Cañuelo 2021	Pobre	72,60	DEGRADADO
Cañuelo 2023	Mala	89,30	DEGRADADO
Cerro_Gordo 2023	Mala	86,90	DEGRADADO
Cerro_Gordo 2021	Pobre	47,10	DEGRADADO
Cala_Perro 2021	Buena	12,30	ALTERADO
Cala_Perro 2023	Mala	75,50	DEGRADADO
Velilla	Moderada	9,70	ALTERADO
Punta_Melonar 2023	Pobre	73,00	DEGRADADO
Punta_Melonar 2021	Buena	25,10	DEGRADADO
Caserones	Moderada	46,60	DEGRADADO
Pozuelo	Moderada	15,5	ALTERADO
Aguadu	Buena	7,40	BUENA

Estación	CFR/EQ	% *R. oka*	Condición
Escollera	Pobre	41,47	DEGRADADO
Diver_Hotel	Moderada	0,00	ALTERADO
Punta_Cormoran	Alta	0,10	BUENA
Polvorin	Alta	0,00	BUENA
Buticlan	Alta	0,60	BUENA
Laja_Cabo_de_Gata	Alta	0,00	BUENA

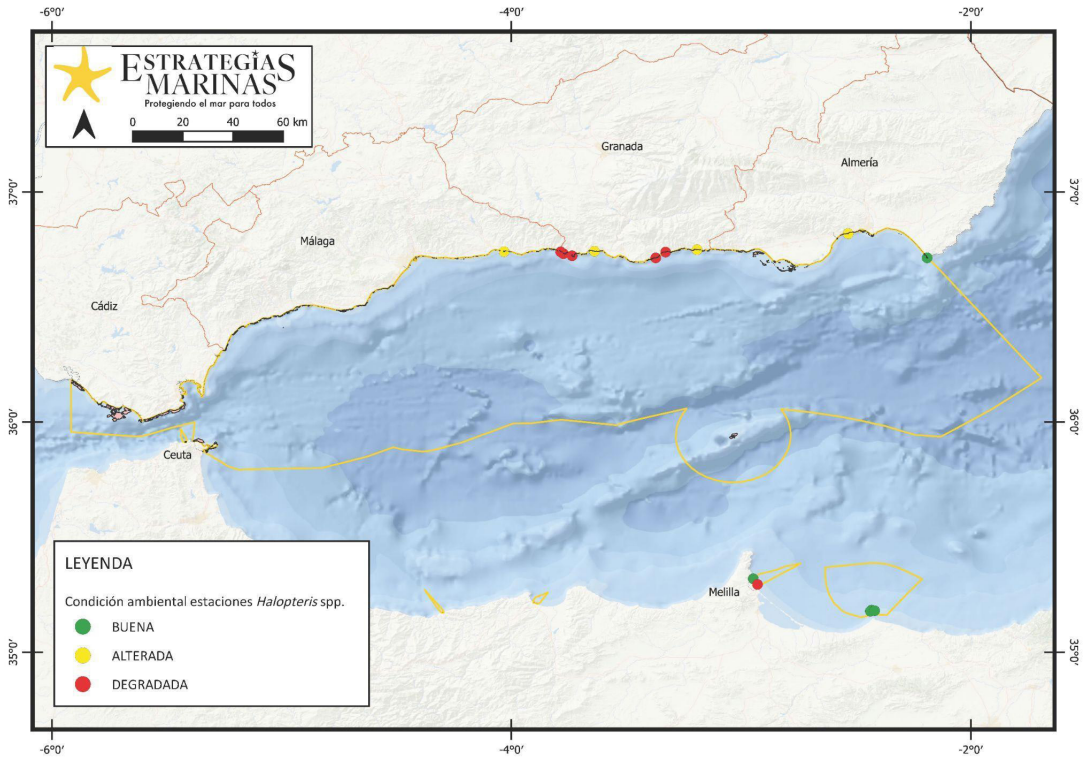


Figura 37. Condición ambiental de las estaciones donde se observó el hábitat Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/Halopteris spp entre 2021 y 2023, a partir de los valores del índice CFR y de la dominancia (%) de Rugulopteryx okamurae.

OHT Biocenosis de coralígeno/gorgonias

Los fondos del coralígeno se caracterizan por la dominancia de animales invertebrados sésiles, y destacan por la presencia de especies constructoras de hábitats como son algunos cnidarios, ascidias, briozoos, gusanos poliquetos, etc., llegando a proporcionar nichos ecológicos importantes para diversas especies marinas. Estas comunidades suelen desarrollarse en el piso circalitoral, generalmente a partir de los 40 m, donde la poca cantidad de energía lumínica limita el desarrollo de la cobertura vegetal. Sin embargo, cuando las aguas son turbias o la topografía del fondo genera ambientes muy sombríos, estos hábitats aparecen a una menor profundidad (a partir de los 10/15 m).

Uno de los hábitats del coralígeno más relevante en el Mediterráneo está configurado por gorgonias, que desempeñan un papel fundamental como especies estructurantes del hábitat. Estas especies están sometidas a fuertes presiones antropogénicas, destacando principalmente la contaminación y la invasión de especies alóctonas. Además, se han detectado recientemente en el mar Mediterráneo occidental episodios de mortalidad masiva asociadas a las olas de calor (Garrabou *et al.*, 2009; Bevilacqua *et al.*, 2021). En los últimos años, estas olas de calor han ido aumentando en intensidad, frecuencia y con periodos cada vez más prolongados, afectando a comunidades marinas hasta 30 m de profundidad y a grandes escalas espaciales (Darmaraki *et al.*, 2019; Garrabou *et al.*, 2022). Otra amenaza que puede incidir sobre estas comunidades es el alga asiática *R. okamurae*, la cual presenta un fuerte carácter invasor. Durante los temporales, se generan grandes arribazones de esta especie alóctona que las corrientes pueden desplazar y llegar a estos hábitats del coralígeno. El recubrimiento de las gorgonias por frondes de *R. okamurae* puede potencialmente afectar a la alimentación de los pólipos y, por tanto, llegar a debilitar las colonias. Estos OHT configurados por especies con una elevada complejidad estructural, una dinámica poblacional lenta y gran longevidad, muestran una alta vulnerabilidad a presiones antropogénicas. Estas características ponen de manifiesto la necesidad de llevar a cabo un seguimiento del estado ambiental de estos hábitats (Figuerola-Ferrando *et al.*, 2024).

Este OHT dominado por gorgonias se nombra en la clasificación EUNIS como "Biocenosis de coralígeno" (MC151) y ha sido detectado en tres enclaves dentro la demarcación ESAL, concretamente en fondos rocosos del litoral occidental de Málaga, en Ceuta, y en las islas el sector norte de las islas Chafarinas (Figura 38).

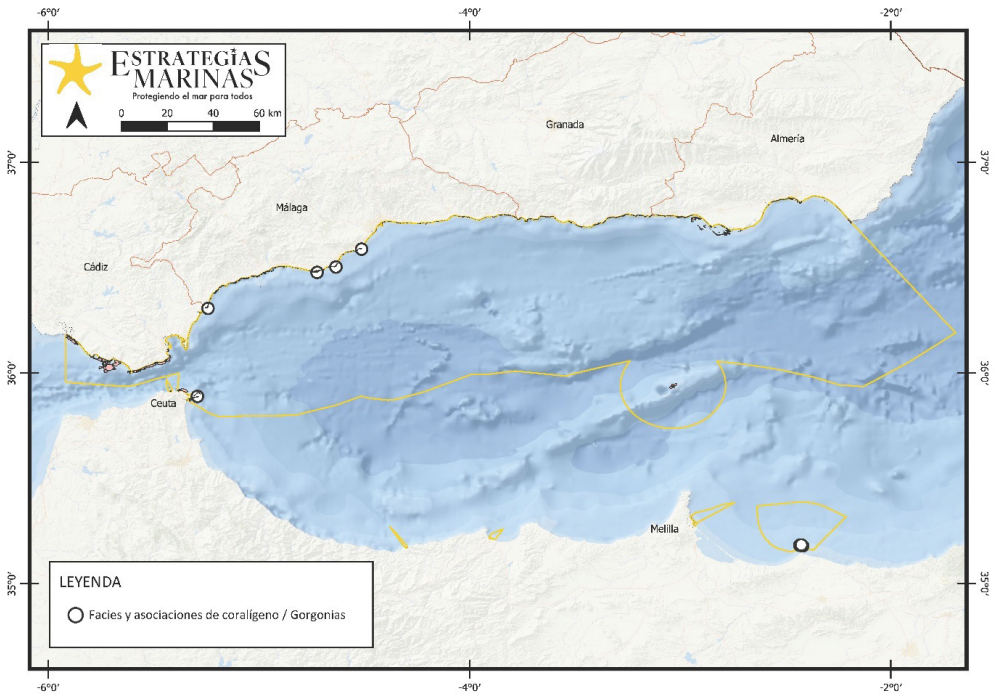


Figura 38. Localización del OHT en la demarcación ESAL observada durante el programa de seguimiento del tercer ciclo de estrategias marinas.



En la DMESAL, estos hábitats se desarrollan en fondos configurados por afloramientos rocosos y lajas con grietas, mostrando grandes oquedades situadas en torno a los 12 m de profundidad con una baja irradiancia y elevado grado de sedimentación. Estas condiciones ambientales y del sustrato permiten el desarrollo de comunidades esciáfilas que normalmente aparecen a mayor profundidad, dónde gorgonias con un porte de hasta 60 cm de altura, siendo especies de los géneros Eunicella y Leptogorgia las principales responsables de aportar tridimensionalidad al hábitat. Otros grupos de invertebrados que contribuyen a la tridimensionalidad del hábitat son los briozoos *Myriapra truncata* y *Pentapora fascialis* o el porífero *Chondrosia reniformis*.

En este OHT se identifican otras especies que aún sin ser estructurantes, son características del mismo, presentando elevados valores de abundancia y contribuyendo a la identidad de la comunidad animal que alberga (Tabla 29). En este sentido, aunque el alga *Rugulopteryx okamurae* contribuye a la conformación de la comunidad algal presente en el OHT, es necesario matizar el origen alóctono y carácter invasor de esta especie. Entre el resto de algas características de este OHT se encuentran algunas especies de carácter hemiesciáfilo como el complejo Lithophyllum-Mesophyllum formado por algas rojas calcareas incrustantes o especies de coralináceas del género Jania, el alga parda Halopteris filicina o la verde *Flabellia petiolata* (Tabla 29). El grupo de los peces es el menos exclusivo dentro del OHT, pues las especies que lo componen son compartidas con gran parte del resto de hábitats identificados en la demarcación ESAL. Esto es debido en gran medida a la alta movilidad que poseen la mayoría de las especies pertenecientes a este grupo animal (Tabla 29).

Tabla 29. Especies características del OHT Biocenosis de coralígeno/gorgonias en la DMESAL de los tres principales grupos taxonómicos basados en el análisis SIMPER. Av. Abund, abundancia media; Contrib%, porcentaje de contribución de las especies a la identidad del grupo taxonómico dentro del OHT.

Taxón	Av. Abund	Contrib%
Algas		
Rugulopteryx okamurae	26,97	35,05
Complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*	8,54	11,84
Halopteris filicina	8,98	10,88
Turf	9,49	9,45
Jania sp.	10,44	9,17
Flabellia petiolata	6,87	6,68
Dictyota sp.	6,01	4,89
Dictyota cyanoloma	5,5	4,57
Invertebrados		
Eunicella singularis	49,93	45,08
Leptogorgia sarmentosa	13,32	13,88
Crambe crambe	9,86	9,22
Astroides calycularis	19,67	6,34

Taxón	Av. Abund	Contrib%
Paracentrotus lividus	10,33	5,85
Myriapora truncata	4,42	4,44
Chondrosia reniformis	2,6	1,92
Phorbas tenacior	2,97	1,33
Cliona viridis	1,77	1,08
Aglaophenia kirchenpaueri	1,63	1,02
Peces		
Serranus cabrilla	1,53	24,13
Coris julis	1,67	21,53
Chromis chromis	2,17	16,25
Parablennius pilicornis	0,98	6,4
Thalassoma pavo	1,05	4,8
Diplodus sargus	0,87	4,01
Serranus scriba	0,68	3,1
Tripterygion delaisi	0,71	3,07
Symphodus mediterraneus	0,6	3,06
Epinephelus costae	0,62	2,01
Oblada melanurus	0,85	1,8

En DMESAL, dentro de este OHT se integran dos hábitats reconocidos en la LPHME, "Roca infralitoral afectada por sedimentación con *Eunicella gazella*, *Eunicella singularis*, *Eunicella labiata* y *Leptogorgia sarmentosa*" (0301041706) y "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Eunicella singularis*" (0301041407), ambos sin equivalencia en EUNIS, e incluidos bajo el hábitat MC151 "Biocenosis de coralígeno". El primero de ellos (0301041706) aparece asociado a fondos rocosos presentes en la costa norte de la demarcación, detectado en un rango batimétrico entre los -8 y los -15 m con una turbidez y un grado de sedimentación elevado (Figura 39). El sustrato rocoso está constituido por lajas de roca homogénea que dan soporte a especies de gorgonias entre las que dominan *Leptogorgia sarmentosa*, *Eunicella singularis*, *E. gazella* y *E. labiata* que, junto al briozoo *Myriapora truncata*, proporcionan un elevado grado de complejidad estructural al hábitat. Otras especies de invertebrados características presentes en este hábitat son los poríferos *Crambe crambe*, el poliqueto *Sabella spallanzanii* o el hidrozoo *Aglaophenia kirchenpaueri*.

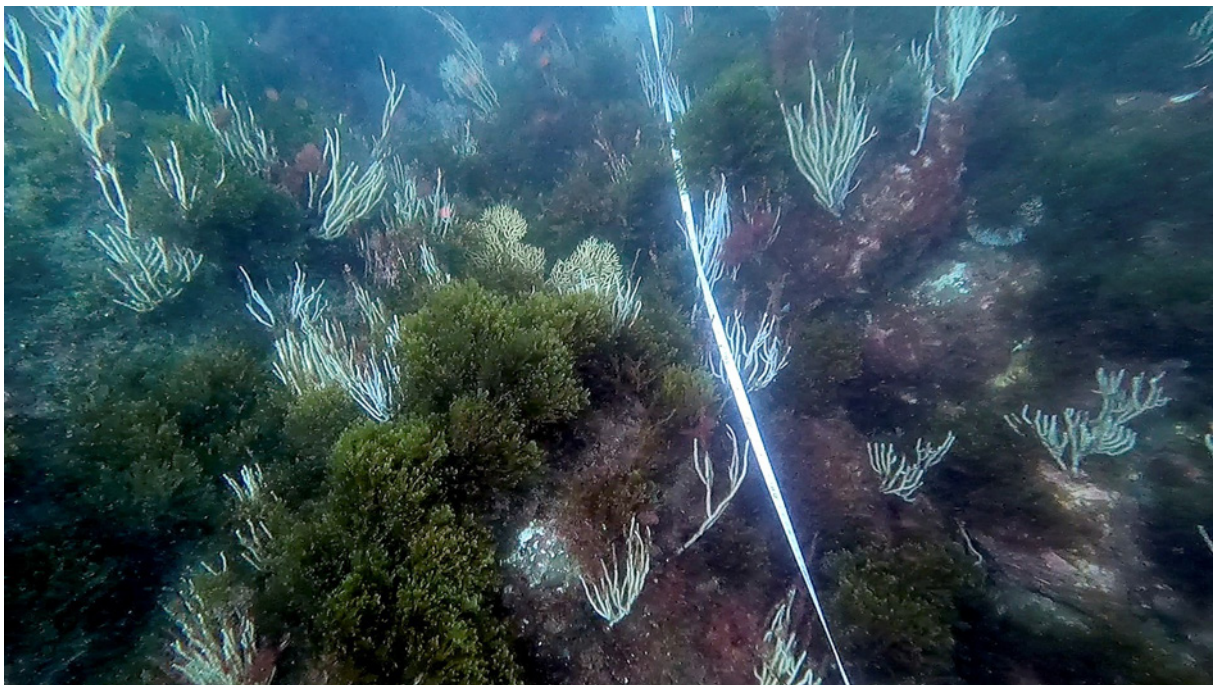
En el caso del hábitat "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Eunicella singularis* (0301041407)", ha sido identificado en el entorno de las Islas Chafarinas en un rango batimétrico

entre los -8 y los -16 m (Figura 39). En este hábitat el sustrato está formado por roca homogénea con bloques de tamaño mediano y cierta pendiente, donde la gorgonia *Eunicella singularis* es la especie de invertebrado más abundante, llegando a alcanzar elevadas densidades aportando una importante tridimensionalidad al hábitat. Otras especies de invertebrados características presentes en considerable abundancia son el hexacoral *Astroides calycularis*, el porífero *Crambe crambe* o el equinodermo *Paracentrotus lividus*.

Indicadores e índices ecológicos

Las estaciones que presentan una mayor proporción de especies estructurantes son "Punta Calaburras" y "Punta Chullera" (Málaga) en la parte continental, con valores en torno al 80 % que reflejan una gran abundancia de gorgonias y otros macroinvertebrados con porte (Tabla 30). Por otro lado, la mayoría de las estaciones situadas en el sector norte de las islas Chafarinas de Isabel II y Rey presentaron valores elevados de este indicador, entre 57 %-85 %. El indicador sobre proporción de especies sensibles presentó un patrón muy similar al anterior (Tabla 30). El número de especies y la diversidad promedio de algas y de peces fue mayor en las islas Chafarinas, mientras que para los invertebrados fue similar en el conjunto de las estaciones (Tabla 30).

Por último, el valor del CFR fue menor en las estaciones continentales, correspondiendo a una mala calidad del fondo rocoso que refleja la dominancia de *Rugulopteryx okamurae* en estos fondos muestreados, al contrario de lo observado en las estaciones de las islas Chafarinas donde la presencia de *R. okamurae* sigue siendo muy baja. La única estación muestreada en 2021 y 2023, "Punta Calaburras", mostró un ligero descenso del valor del índice CFR, aunque no fue suficiente como para cambiar la calidad ecológica del fondo, manteniéndose como "pobre".



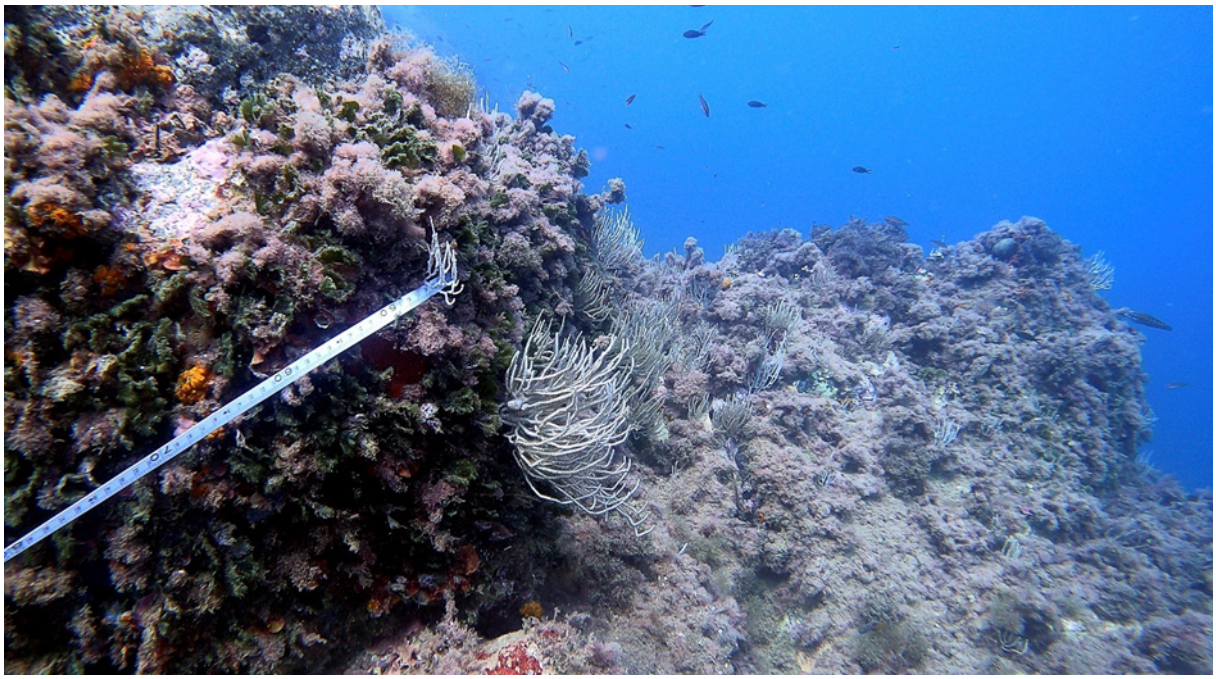


Figura 39. Fondo rocoso configurado por gorgonias del género Eunicella junto con Leptogorgia sarmentosa observado en la estación "Punta Chullera" (arriba), y fondo rocoso configurado por la gorgonia Eunicella singularis, observado en la estación "Buticlan" de las islas Chafarinas (abajo) durante el programa de seguimiento del tercer ciclo de estrategias marinas en la DMESAL.



Tabla 30. Valores de indicadores e índices ecológicos calculados en las estaciones de muestreo durante el presente programa de seguimiento para los grupos taxonómicos considerados: algas, invertebrados fotófilos (Inv_FOTO) y peces. Para el BH1 se indica la proporción de la abundancia de las especies sensibles (%N sens) de algas e invertebrados fotófilos y de las especies estructurantes acompañantes (%N estruc). Para el BH2 se indica la riqueza específica (S), el índice de Margalef (d) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H' (log_2)), dando el valor como promedio±error estándar. Se muestran los valores del indicador CFR (Calidad de Fondos Rocosos) procedente de la Directiva Marco del Agua (DMA) y su correspondencia de Calidad Ecológica (EQ).

		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Laja_Almirante	Algas	0,00		7 ±0,81	1,21 ±0,13	1,83 ±0,20	0,22 ±0,29	Pobre
	Inv_FOTO	18,69	36,43	19 ±2,48	4,95 ±0,62	3,92 ±0,21		
	Peces			4,4 ±1,91	0,94 ±0,30	1,20 ±0,32		
Punta_Calaburras 2021	Algas	8,33		7 ±0,40	1,17 ±0,06	2,24 ±0,11	0,31 ±0,06	Pobre
	Inv_FOTO	49,57	67,56	14,2 ±3,92	3,26 ±0,77	2,70 ±0,60		
	Peces			2,6 ±0,24	0,48 ±0,06	0,95 ±0,14		
Punta_Calaburras 2023	Algas	20,00		7,75 ±0,75	1,40 ±0,20	2,23 ±0,10	0,25 ±0,03	Pobre
	Inv_FOTO	69,54	84,01	17 ±3,76	3,47 ±0,59	2,35 ±0,25		
	Peces			4,25 ±0,85	0,80 ±0,19	1,77 ±0,32		
Ceuta_S	Algas	6,25		10,5 ±1,19	1,73 ±0,22	2,31 ±0,21	0,17 ±0,02	Mala
	Inv_FOTO	20,28	24,71	23,2 ±4,19	4,57 ±0,49	2,94 ±0,29		
	Peces			11,8 ±1,27	1,92 ±0,19	2,55 ±0,15		
Laja_Bermeja	Algas	0,00		7,75 ±0,75	1,22 ±0,13	2,09 ±0,08	0,23 ±0,03	Pobre
	Inv_FOTO	30,72	42,07	29 ±4	5,93 ±0,61	3,91 ±0,31		
	Peces			8,5 ±0,86	1,49 ±0,16	2,58 ±0,17		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices ecológicos)			HB-DMA	
Zona	Grupo	%N sens	%N estruc	S ±ES	d ±ES	H'(log2) ±ES	CFR ±ES	EQ
Punta_Chullera	Algas	10,00		6,5 ±0,64	1,02 ±0,12	1,42 ±0,09	0,18 ±0,04	Mala
	Inv_FOTO	76,22	85,71	17,7 ±1,60	3,25 ±0,27	1,75 ±0,19		
	Peces			11 ±0,54	2,02 ±0,07	2,83 ±0,11		
Polvorin	Algas	18,18		15 ±2	2,53 ±0,36	3,08 ±0,14	0,97 ±0,01	Alta
	Inv_FOTO	38,56	37,00	18,6 ±0,88	3,84 ±0,26	3,06 ±0,21		
	Peces			15,1 ±0,98	2,25 ±0,14	2,46 ±0,21		
ReyNW	Algas	18,18		15,7 ±0,85	2,69 ±0,14	3,15 ±0,15	0,79 ±0,11	Buena
	Inv_FOTO	57,59	57,83	18,2 ±2,52	3,40 ±0,50	2,64 ±0,29		
	Peces			15,5 ±0,71	2,18 ±0,08	2,71 ±0,12		
Punta_Halcon	Algas	13,33		11 ±1,52	1,81 ±0,27	2,58 ±0,04	0,81 ±0,11	Alta
	Inv_FOTO	70,98	71,08	18,3 ±2,33	3,26 ±0,32	2,94 ±0,12		
	Peces			12 ±1,15	1,78 ±0,21	2,60 ±0,17		
Faro_Chafarinas	Algas	11,11		13,3 ±1,20	2,26 ±0,21	3,08 ±0,05	0,79 ±0,10	Buena
	Inv_FOTO	67,82	65,46	22 ±2,51	3,66 ±0,33	2,93 ±0,08		
	Peces			12 ±0,73	1,62 ±0,10	2,22 ±0,09		
Buticlan	Algas	12,50		11,7 ±0,47	1,95 ±0,08	2,57 ±0,05	0,95 ±0,02	Alta
	Inv_FOTO	60,09	60,85	20,2 ±1,25	3,92 ±0,25	3,15 ±0,18		
	Peces			15,3 ±1,30	2,16 ±0,14	2,90 ±0,13		



Evaluación preliminar

Para la evaluación del OHT se ha tenido en cuenta el valor del indicador CFR y la dominancia de *Rugulopteryx okamurae* en cada estación, como se ha indicado en la sección 3.1.4. En base a este criterio, 5 de las 11 estaciones muestreadas (45,45 %) donde está presente el OHT presentan una condición del hábitat buena, mientras que las otras seis el hábitat presenta una condición degradada (Figura 40). Las estaciones donde el OHT presenta una buena condición se localizan en las islas Chafarinas y corresponden a las estaciones prístinas del OHT, mientras que el resto de estaciones se distribuyen en la costa continental. Como el hábitat está degradado en más del 25 % de las estaciones muestreadas en la demarcación, fundamentalmente debido a la alta dominancia que presenta *R. okamurae*, se considera que el OHT Biocenosis de coralígeno/gorgonias presenta una condición degradada en 2023.

Tabla 31. Condición ambiental del OHT Biocenosis de coralígeno/gorgonias, determinada a partir de la calidad ecológica (EQ) reflejada por el índice CFR y de la dominancia de Rugulopteryx okamurae (% R. oka) en las estaciones en las que se ha detectado su presencia.

Estación	CFR/EQ	% *R. oka*	Condición
Ceuta_S	Mala	42,70	DEGRADADA
Punta_Chullera	Mala	61,30	DEGRADADA
Laja_Almirante	Pobre	35,50	DEGRADADA
Punta_Calaburras 2021	Pobre	20,70	DEGRADADA
Punta_Calaburras 2023	Pobre	25,00	DEGRADADA
Laja_Bermeja	Pobre	31,80	DEGRADADA
Polvorin	Alta	0,00	BUENA
Faro_Chafarinas	Buena	4,27	BUENA
ReyNW	Buena	5,90	BUENA
Punta_Halcon	Alta	0,93	BUENA
Buticlan	Alta	0,60	BUENA

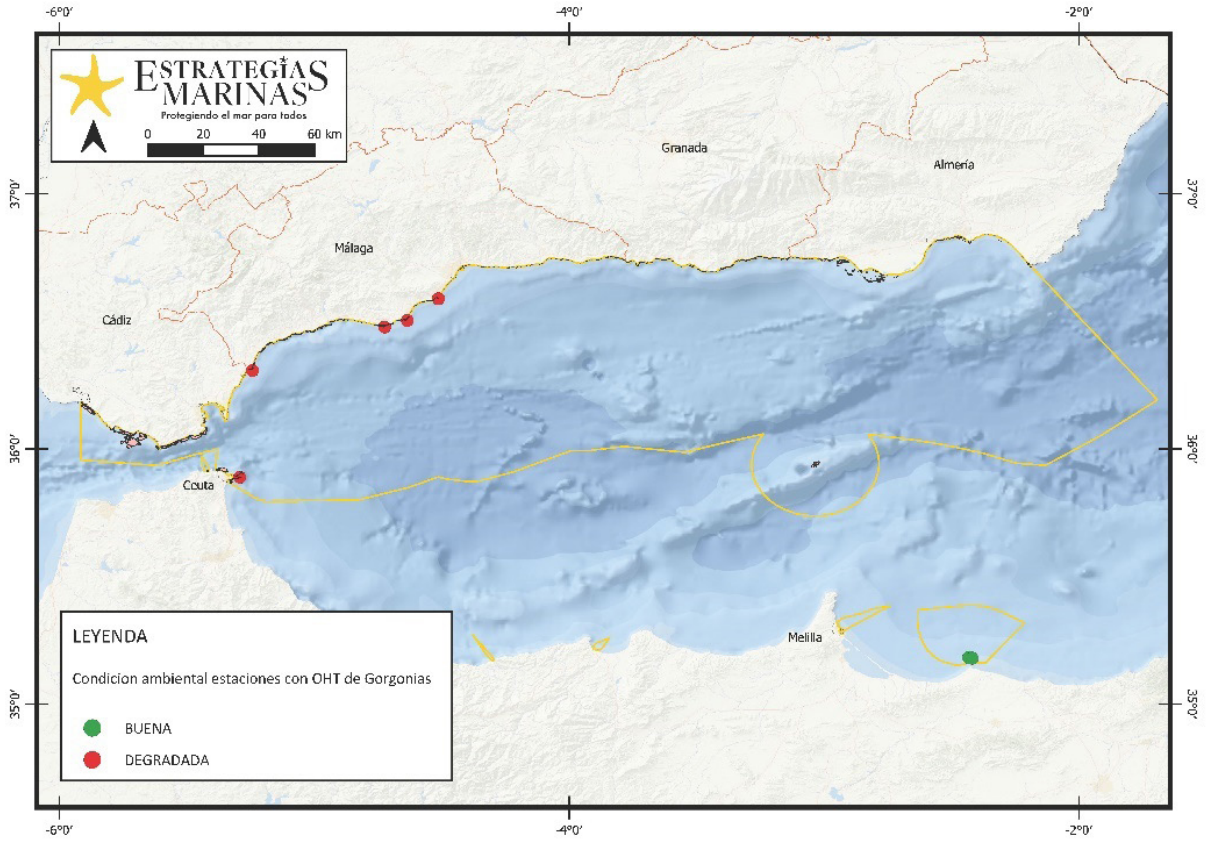


Figura 40. Condición ambiental de las estaciones donde se observó el hábitat Biocenosis de coralígeno/gorgonias entre 2021 y 2023, a partir de los valores del índice CFR y de la dominancia (%) de Rugulopteryx okamurae.



OHT Facies con *Astroides calycularis*

El coral *Astroides calycularis* es una especie que forma colonias de aspecto variable, generalmente masivas, caracterizadas por un marcado color naranja. Su hábitat lo constituyen los sustratos rocosos umbríos, desde aguas superficiales hasta unos 50 m de profundidad, en zonas de aguas limpias y bien oxigenadas, por lo que su presencia se considera como un buen indicador de la calidad ambiental del entorno. Puede llegar a cubrir grandes superficies en lugares donde las condiciones son favorables, principalmente en paredes umbrías, extraplomos y entradas de grietas y cuevas, llegando a ser la especie dominante en el recubrimiento del sustrato.

Las colonias más habituales de este coral son de aspecto globoso y redondeado, dispuestos unos juntos a otros, con un esqueleto de color blanco y de estructura porosa muy característica. Las formas de crecimiento corresponden a diferentes condiciones ambientales, de forma que cerca de la superficie (elevado hidrodinamismo), se encuentran colonias con morfología "masiva", con cálices poligonales; mientras que en lugares de menor hidrodinamismo (ej. cuevas y salientes), las colonias tienen una morfología de aspecto arborescente con coralitos mostrando un cáliz circular (Kruzic *et al.*, 2002). Este OHT está listado en EUNIS como "Facies con *Astroides calycularis*" (MB151Q), y presenta su correspondencia en LPHME como "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Astroides calycularis*" (0301041610).

Esta especie endémica del Mediterráneo, además de su elevada importancia ecológica, tiene un alto valor estético que genera gran interés en actividades como el buceo recreativo y el esnórquel (o snorkel), llegando a representar una amenaza potencial. Estas actividades, sumadas a otras fuentes de perturbación humana como la contaminación costera, el cambio climático o las artes de pesca, pueden impactar negativamente sobre estas comunidades debido a la alta fragilidad y bajo ritmo de crecimiento de los organismos calcáreos (Ballesteros, 2006).

En la DMESAL, durante el programa de seguimiento, este OHT se ha observado en los sectores de Tarifa (Cádiz), Nerja (Málaga)-Almuñécar (Granada) y Motril-Castell de Ferro (Granada), además de Ceuta y las islas Chafarinas (Figura 41), principalmente en paredes umbrías, extraplomos y entradas de grietas y cuevas. Sin embargo, este hábitat también se ha observado en ambientes fotófilos, en ocasiones en una misma estación de muestreo.

Las especies de invertebrados que se han observado habitualmente y han caracterizado el hábitat estructurado por *A. calycularis* en la DMESAL se citan en la Tabla 32.

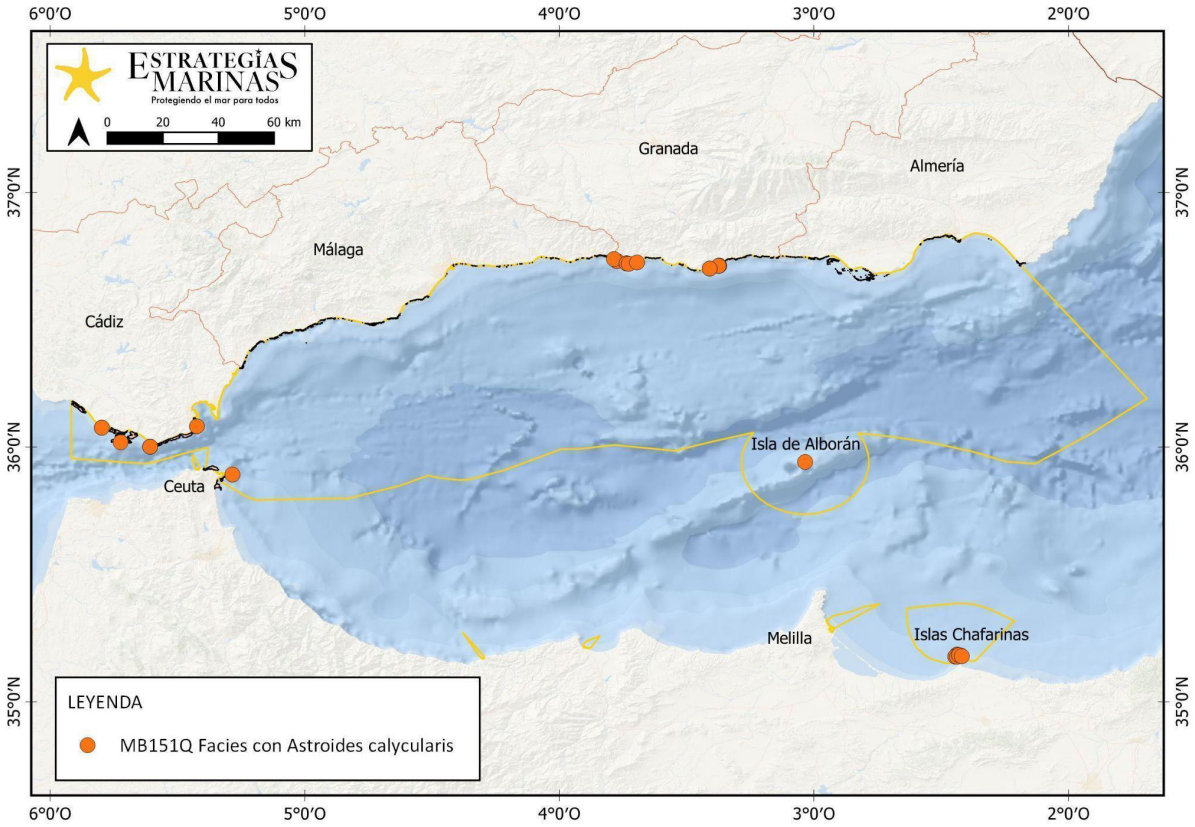


Figura 41. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

Tabla 32. Invertebrados característicos del OHT "Facies con Astroides calycularis" en la DMESAL basados en el análisis SIMPER. Av. Abund, abundancia media; Contrib%, porcentaje de contribución de las especies a la identidad del grupo taxonómico dentro del OHT.

Taxón	Av. Abund	Contrib%
Astroides calycularis	2,16	53,48
Crambe crambe	0,66	14,68
Phorbas tenacior	0,49	6,86
Protula intestinum	0,27	2,76
Chondrosia reniformis	0,28	2,53
Myriapora truncata	0,25	1,87
Oscarella lobularis	0,28	1,8
Clavularia crassa	0,17	1,56
Dysidea avara	0,19	1,39



Taxón	Av. Abund	Contrib%
Serpula vermicularis	0,13	1,05
Arbacia lixula	0,19	1,01
Aglaophenia pluma	0,13	0,95
Holothuria sanctori	0,14	0,9

Indicadores e índices ecológicos

Los fondos rocosos muestreados que presentan una mayor proporción de especies estructurantes asociados a este hábitat corresponden a ciertas estaciones muestreadas en las islas Chafarinas ("Laja Cantil", "Faro Chafarinas" y "Punta Halcón") donde el hábitat ha aparecido en ambientes hemiesciáfilos y esciáfilos acompañado muchas veces de gorgonias, esponjas y briozoos (Tabla 33). Este hábitat también se ha observado en ambientes fotófilos de ciertas estaciones, como en "Isla Tarifa Este" (Cádiz), donde la proporción de especies estructurantes fue elevada y similar al de ambientes hemiesciáfilos. Estas estaciones también han presentado la mayor proporción de especies sensibles (Tabla 33), junto con la estación "Isla Alborán Norte", donde se observó puntualmente este hábitat en ciertas grietas y micro escarpes.

El componente faunístico que acompañó al coral naranja en los ambientes umbríos muestreados estuvo representado por los invertebrados sésiles como esponjas, briozoos, poliquetos serpúlidos, etc., resaltando la riqueza de éstos en estaciones situadas en la zona del estrecho de Gibraltar ("Bolonia", "Desnarigado") y en "Embarcadero Calahonda" (Granada) (Tabla 33). Sin embargo, los mayores valores de diversidad se observaron en ambientes fotófilos de varias estaciones muestreadas en las islas Chafarinas, así como en la isla de Alborán (Tabla 33).

Los fondos rocosos donde se observó el hábitat han presentado un cierto, y a veces elevado, componente algal, por lo que se ha calculado el índice CFR para todas las estaciones con presencia de facies con *Astroides calycularis*. Los resultados de este índice han mostrado valores bajos en las estaciones claramente invadidas por *Rugulopteryx okamurae*, en ocasiones con las frondes dispuestos directamente sobre las colonias de *A. calycularis*. Estas estaciones se han distribuido desde la zona del Estrecho por todo el margen norte de la demarcación (Tabla 33, Figura 43). Por el contrario, las estaciones situadas en la isla de Alborán y las islas Chafarinas han presentado valores altos del índice (Tabla 33, Figura 43).

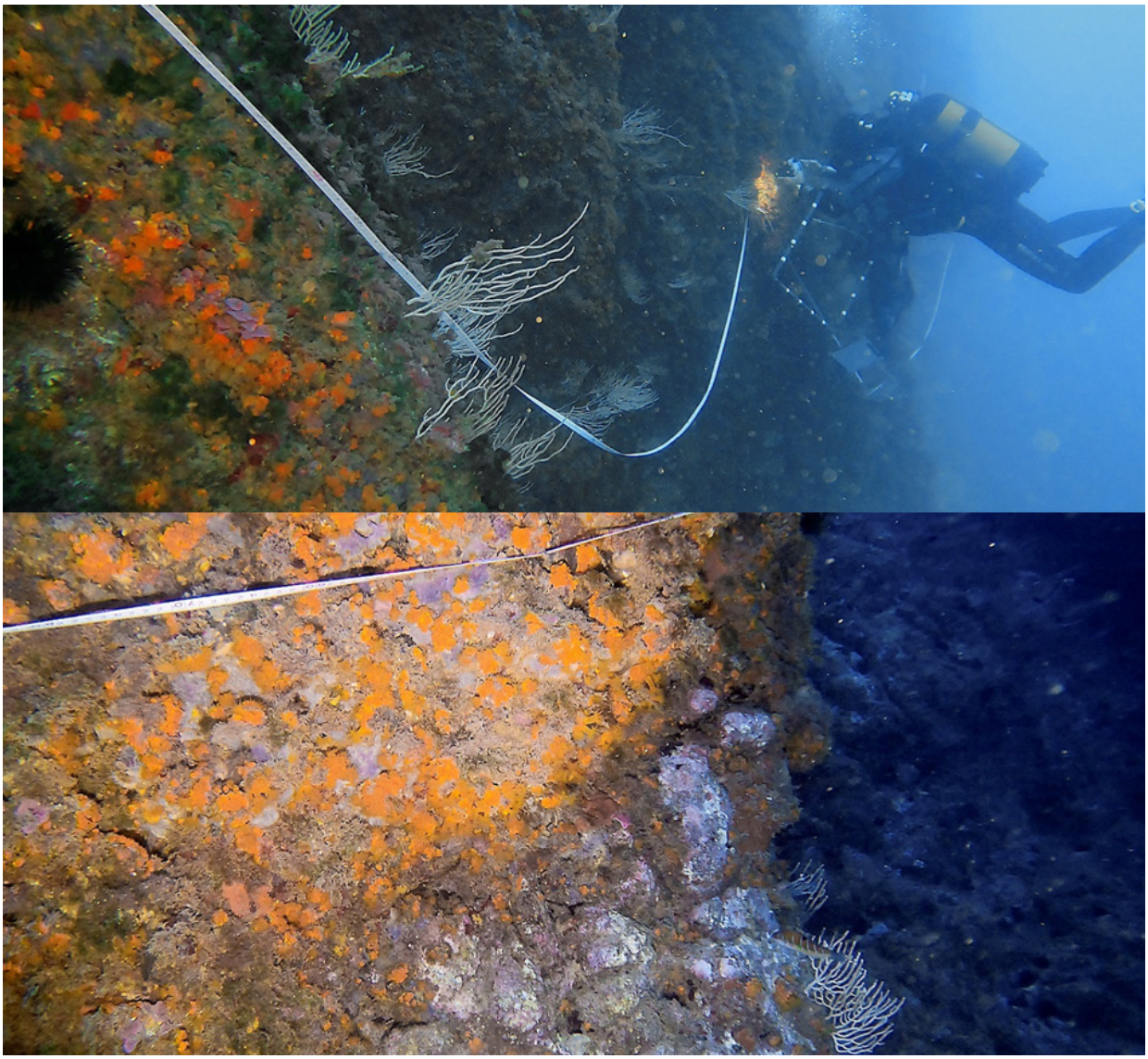


Figura 42. Fondos rocosos de ambientes hemiesciáfilos (zona de transición entre el ambiente fotófilo y esciáfilo) de las islas Chafarinas estructurados por el coral naranja Astroides calycularis.



Tabla 33. Valores de indicadores e índices ecológicos calculados en las estaciones de muestreo durante el presente Programa de Seguimiento para los grupos taxonómicos considerados: algas, invertebrados tanto esciáfilos (Inv_ESCI) como fotófilos (Inv_FOTO) y peces. Para el BH1 se indica la proporción de la abundancia de las especies sensibles (%N sens) de algas e invertebrados fotófilos y de las especies estructurantes acompañantes (%N estruc). Para el BH2 se indica la riqueza específica (S), el índice de Margalef (d) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H' (log_2)), dando el valor como promedio±error estándar. Se muestran los valores del indicador CFR (Calidad de Fondos Rocosos) procedente de la Directiva Marco del Agua (DMA) y su correspondencia de Calidad Ecológica (EQ).

		HB-BH1		HB-BH2 (índices multimétricos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Bolonia	Algas	0,00		5,25 ±0,25	0,78 ±0,04	1,43 ±0,17	0,10 ±0,04	Mala
	Inv_ESCI		67,20	19 ±3	3,58 ±0,46	2,51 ±0,36		
	Inv_FOTO	48,31	33,87	8 ±2,19	1,97 ±0,49	2,02 ±0,53		
	Peces			15,2 ±1,11	2,38 ±0,14	3,02 ±0,13		
Bajo_Cabezos	Algas	0,00		4,5 ±0,28	0,63 ±0,05	0,98 ±0,05	0,12 ±0,10	Mala
	Inv_ESCI		68,42	5 ±0	1,73 ±0	2,17 ±0		
	Inv_FOTO	48,84	71,64	9 ±2,54	2,79 ±0,54	2,80 ±0,38		
	Peces			9,5 ±0,61	1,90 ±0,10	2,28 ±0,15		
Isla_Tarifa_Este	Algas	0,00		4,5 ±0,28	0,63 ±0,05	1,58 ±0,13	0,13 ±0,03	Mala
	Inv_ESCI		69,35	20 ±2,64	3,58 ±0,42	2,22 ±0,29		
	Inv_FOTO	71,61	93,51	4,5 ±0,64	0,82 ±0,14	0,91 ±0,23		
	Peces			10,8 ±1,49	1,57 ±0,20	2,40 ±0,21		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices multimétricos)			HB-DMA	
Zona	Grupo	%N sens	%N estruc	S ±ES	d ±ES	H'(log2) ±ES	CFR ±ES	EQ
Punta_Carnero	Algas	7,69		8,25 ±0,85	1,31 ±0,15	1,68 ±0,15	0,11 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI		73,88	12 ±0	3,50 ±0	3,25 ±0		
	Inv_FOTO	25,56	43,18	11,5 ±1,70	2,96 ±0,19	2,97 ±0,15		
	Peces			12,1 ±1,47	1,99 ±0,24	2,32 ±0,24		
Desnarigado	Algas	11,11		11,2 ±1,88	1,85 ±0,34	2,16 ±0,34	0,10 ±0,02	Mala
	Inv_ESCI		51,19	21 ±0	4,34 ±0	3,08 ±0		
	Inv_FOTO	37,73	39,02	19,7 ±4,00	4,29 ±0,76	3,22 ±0,27		
	Peces			13,8 ±0,79	2,21 ±0,12	2,70 ±0,08		
Cerro_Gordo	Algas	0,00		7,25 ±0,25	1,13 ±0,04	0,73 ±0,13	0,14 ±0,01	Mala
	Inv_ESCI		61,98	16 ±1	3,36 ±0,14	2,93 ±0,29		
	Inv_FOTO	36,36	45,81	14 ±3,62	3,38 ±0,70	3,22 ±0,40		
	Peces			16,6 ±1,68	2,60 ±0,24	3,05 ±0,18		
Cala_Perro 2021	Algas	4,76		11,2 ±2,32	1,86 ±0,41	2,43 ±0,34	0,63 ±0,11	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	37,01	38,10	18,2 ±2,25	4,27 ±0,51	3,75 ±0,20		
	Peces			11,5 ±0,56	2,10 ±0,15	2,57 ±0,17		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices multimétricos)			HB-DMA	
Zona	Grupo	%N sens	%N estruc	S ±ES	d ±ES	H'(log2) ±ES	CFR ±ES	EQ
Cala_Perro 2023	Algas	0,00		7,75 ±0,75	1,22 ±0,13	1,18 ±0,21	0,17 ±0,03	Mala
	Inv_ESCI		62,82	15,6 ±2,60	3,75 ±0,67	2,98 ±0,43		
	Inv_FOTO	42,64	30,61	17,2 ±3,90	3,81 ±0,65	3,46 ±0,21		
	Peces			15,6 ±1,33	2,40 ±0,19	2,90 ±0,19		
Marina_Este	Algas	6,67		9,5 ±0,64	1,54 ±0,11	2,17 ±0,30	0,33 ±0,05	Pobre
	Inv_ESCI		77,71	17 ±0	3,45 ±0	2,72 ±0		
	Inv_FOTO	42,63	34,29	22,2 ±7,02	4,35 ±1,06	3,47 ±0,52		
	Peces			15,8 ±0,94	2,44 ±0,14	2,78 ±0,14		
Peñon_San_Cristobal	Algas	7,69		7,5 ±0,95	1,19 ±0,17	1,21 ±0,15	0,16 ±0,003	Mala
	Inv_ESCI		71,93	8 ±0	1,67 ±0	2,10 ±0		
	Inv_FOTO	23,85	68,00	24 ±2,67	4,59 ±0,60	2,94 ±0,41		
	Peces			11,5 ±1,64	1,69 ±0,24	1,95 ±0,12		
Embarcadero_Calahonda	Algas	0,00		9,75 ±1,18	1,58 ±0,21	1,60 ±0,27	0,25 ±0,04	Pobre
	Inv_ESCI		52,80	27 ±0	5,53 ±0,41	3,82 ±0,55		
	Inv_FOTO	37,21	30,40	18,7 ±2,80	4,06 ±0,63	3,41 ±0,32		
	Peces			13,3 ±0,76	1,94 ±0,13	2,43 ±0,18		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices multimétricos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Punta_Melonar 2023	Algas	0,00		5 ±0,70	0,72 ±0,12	1,10 ±0,23	0,21 ±0,05	Pobre
	Inv_ESCI		66,67	15,2 ±3,27	3,71 ±0,82	3,23 ±0,45		
	Inv_FOTO	54,00	47,46	15,5 ±1,32	3,42 ±0,36	2,96 ±0,30		
	Peces			10,8 ±1,13	1,62 ±0,21	2,04 ±0,21		
Punta_Melonar 2021	Algas	11,76		11,6 ±0,33	1,93 ±0,06	2,63 ±0,02	0,61 ±0,06	Buena
	Inv_ESCI							
	Inv_FOTO	38,35	40,49	24,3 ±2,40	4,75 ±0,41	3,92 ±0,06		
	Peces			9,33 ±2,90	1,54 ±0,48	2,31 ±0,25		
Isla_Alboran_Norte	Algas	33,33		16,5 ±2,06	2,81 ±0,37	3,19 ±0,21	0,99 ±0,003	Alta
	Inv_ESCI		61,72	17,5 ±2,5	3,05 ±0,34	2,24 ±0,26		
	Inv_FOTO	10,35	30,76	16,5 ±4,19	3,00 ±0,76	3,00 ±0,41		
	Peces			14 ±0,57	2,16 ±0,09	3,11 ±0,13		
Cueva_Lobo	Algas	11,76		11,2 ±0,75	1,86 ±0,13	2,62 ±0,07	0,97 ±0,01	Alta
	Inv_ESCI		75,69	6,66 ±1,76	1,48 ±0,29	1,30 ±0,33		
	Inv_FOTO	63,56	52,30	9,75 ±0,47	2,09 ±0,07	2,30 ±0,20		
	Peces			18,5 ±1,47	2,57 ±0,18	2,42 ±0,15		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices multimétricos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Punta_Cormoran	Algas	5,56		10 ±1,68	1,76 ±0,27	2,28 ±0,19	0,91 ±0,02	Alta
	Inv_ESCI		21,95	7 ±0	1,58 ±0	2,19 ±0		
	Inv_FOTO	19,25	16,19	8 ±1,52	2,33 ±0,42	2,68 ±0,16		
	Peces			15,2 ±1,70	2,25 ±0,25	2,97 ±0,21		
Laja_Cantil	Algas	23,53		14,6 ±0,33	2,47 ±0,06	3,24 ±0,10	0,98 ±0,01	Alta
	Inv_ESCI		81,09	15,5 ±3,5	3,29 ±0,54	2,30 ±0,38		
	Inv_FOTO	69,01	66,19	19 ±0,57	3,59 ±0,04	3,02 ±0,04		
	Peces			12,6 ±1,45	1,97 ±0,17	2,68 ±0,26		
Polvorin	Algas	18,18		15 ±2	2,53 ±0,36	3,08 ±0,14	0,97 ±0,01	Alta
	Inv_ESCI		47,06	12 ±0	2,53 ±0	2,20 ±0		
	Inv_FOTO	38,56	37,00	18,6 ±0,88	3,84 ±0,26	3,06 ±0,21		
	Peces			15,1 ±0,98	2,25 ±0,14	2,46 ±0,21		
Faro_Chafarinas	Algas	11,11		13,3 ±1,20	2,26 ±0,21	3,08 ±0,05	0,79 ±0,10	Buena
	Inv_ESCI		81,33	9 ±3	1,72 ±0,51	1,34 ±0,05		
	Inv_FOTO	67,82	65,46	22 ±2,51	3,66 ±0,33	2,93 ±0,08		
	Peces			12 ±0,73	1,62 ±0,10	2,22 ±0,09		



		HB-BH1		HB-BH2 (índices multimétricos)			HB-DMA	
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S ±ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**
Punta_Halcon	Algas	13,33		11 ±1,52	1,81 ±0,27	2,58 ±0,04	0,81 ±0,11	Alta
	Inv_ESCI		79,84	9 ±0	1,87 ±0	1,55 ±0		
	Inv_FOTO	70,98	71,08	18,3 ±2,33	3,26 ±0,32	2,94 ±0,12		
	Peces			12 ±1,15	1,78 ±0,21	2,60 ±0,17		
Buticlan	Algas	12,50		11,7 ±0,47	1,95 ±0,08	2,57 ±0,05	0,95 ±0,02	Alta
	Inv_ESCI		71,30	8 ±0	1,96 ±0	2,07 ±0		
	Inv_FOTO	60,09	60,85	20,2 ±1,25	3,92 ±0,25	3,15 ±0,18		
	Peces			15,3 ±1,30	2,16 ±0,14	2,90 ±0,13		



Evaluación preliminar

Para la evaluación del OHT y ante la falta de información específica de las colonias de Astroides, se ha tenido en cuenta el valor del indicador CFR y la dominancia de *Rugulopteryx okamurae* en cada estación, como se ha indicado en la sección 3.1.4. Como puede observarse en la Tabla 34, 11 de las 19 estaciones (58 %) presentan una mala condición del hábitat, correspondiendo a un estado degradado fundamentalmente por presentar una alta dominancia de *R. okamurae*, reflejada en un estado ecológico malo en base al índice CFR (Tabla 34, Figura 43).

El resto de estaciones han presentado un estado ecológico alto, además de una baja o nula presencia de *R. okamurae*, y por tanto se han considerado en buena condición ambiental (Tabla 34, Figura 43). Al encontrarse el hábitat degradado en más del 25 % de las estaciones muestreadas en la demarcación, se considera que el OHT Facies con *Astroides calycularis* presenta una condición degradada en 2023.

Tabla 34. Condición ambiental del OHT Facies con Astroides calycularis, determinada a partir de la calidad ecológica (EQ) reflejada por el índice CFR y de la dominancia de Rugulopteryx okamurae (% R. oka) en las estaciones en las que se ha detectado su presencia

Estación	CFR/EQ	% *R. oka*	Condición
Bolonia	Mala	55,20	DEGRADADA
Bajo Cabezos	Mala	81,0	DEGRADADA
Isla_Tarifa_Este	Mala	61,10	DEGRADADA
Punta_Carnero	Mala	62,40	DEGRADADA
Desnarigado	Mala	49,10	DEGRADADA
Cerro_Gordo	Mala	86,90	DEGRADADA
Cala_Perro 2021	Buena	12,30	ALTERADA
Cala_Perro 2023	Mala	75,50	DEGRADADA
Marina_Este	Pobre	30,60	DEGRADADA
Peñon_San_Cristobal	Mala	0	DEGRADADA
Embarcadero_Calahonda	Pobre	66,40	DEGRADADA
Punta_Melonar 2021	Buena	73,0	DEGRADADA
Punta_Melonar 2023	Pobre	25,10	DEGRADADA
Isla_Alboran_Norte	Alta	0	BUENA
Cueva_Lobo	Alta	0,20	BUENA
Punta_Cormoran	Alta	0,10	BUENA
Laja_Cantil	Alta	2,67	BUENA
Polvorin	Alta	0	BUENA
Faro_Chafarinas	Buena	4,27	BUENA
Punta_Halcon	Alta	0,93	BUENA
Buticlan	Alta	0,60	BUENA

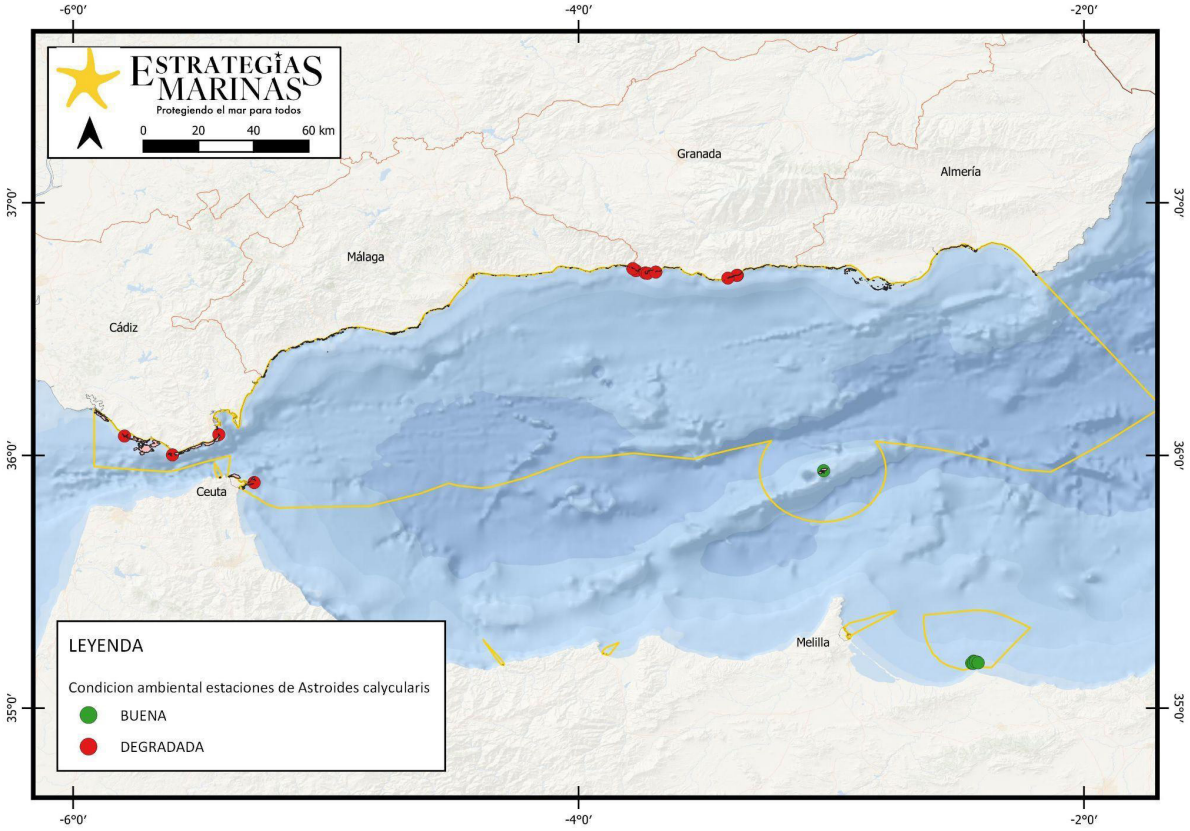


Figura 43. Condición ambiental de las estaciones donde se observó el hábitat OHT Facies con Astroides calycularis entre 2021 y 2023, a partir de los valores del índice CFR y de la dominancia (%) de Rugulopteryx okamurae.

OHT Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/*Cladostephus spongiosus*

El alga parda *Cladostephus spongiosus*, perteneciente al orden Sphacelariales, está ampliamente distribuida por las costas mediterráneas, atlánticas y zonas del indo-pacífico pudiendo llegar a configurar hábitats en el piso infralitoral rocoso. Este OHT ha sido detectado únicamente en una estación de la DMESAL, concretamente frente al conocido mirador del arrecife de las sirenas, en el cabo de Gata (Almería) (Figura 44). La estación muestreada ("Sirenas", entre 6 y 8 m de profundidad) se caracteriza por la presencia de afloramientos rocosos delimitados por sedimentos, principalmente arenosos, que generan un entorno con una sedimentación considerable. El sustrato rocoso presenta una ligera inclinación (< 30°) y pequeños agujeros de menos de 2 m. Cabe destacar la abundante presencia de *Posidonia oceanica*.

La clasificación de hábitats EUNIS no recoge a nivel 5 este tipo de hábitat, por lo que la única opción es nombrarlo en un nivel 4 "Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas" (MB151). En LPHME, para la región mediterránea, se nombra como "Roca infralitoral de modo calmo, bien iluminada, sin fucales con *Halopteris scoparia/Cladostephus spongiosus* (301030705)". Sin embargo, para la región macaronésica existe un hábitat específico de *C. spongiosus* denominado "Roca infralitoral superior moderadamente expuesta con *Cladostephus spongiosus* (0301021703)".

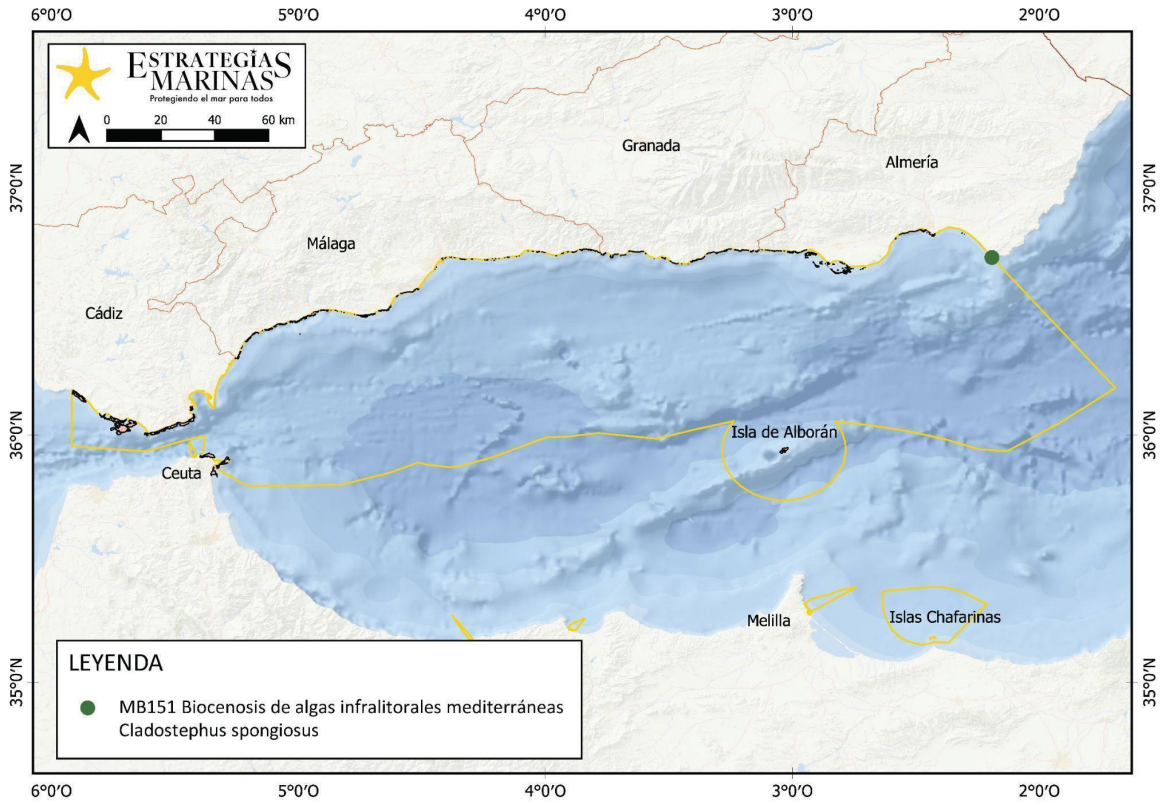


Figura 44. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

Como especies de algas características destacan las algas pardas *Padina pavonica* y *Dictyota dichotoma*, así como especies típicas de estos ambientes sedimentarios como *Halopteris filicina* o *Halopithy incurva* o la alóctona *Caulerpa cylindracea*, y otras algas verdes como *Blidingia minima* y *Flabellia petiolata*. En cuanto a invertebrados, fueron muy comunes el hidroide *Aglaophenia acacia*, las es-



ponjas *Sarcotragus spinosulus, S. spinosulus, Crambe crambe,* y colonias incrustantes de la ascidia *Diplosoma spongiforme*. El coral no autóctono *Oculina patagonica* también fue característico en la estación muestreada de este OHT. Los peces acompañantes más comunes fueron las castañuelas (*Chromis chromis*), espáridos como la morraja (*Diplodus vulgaris*), el sargo (*D. sargus*) y sargo picudo (*D. puntazzo*), la salema (*Sarpa salpa*), el salmonete de roca (*Mullus surmuletus*), y la oblada (*Oblada melanurus*) entre otros.

Indicadores e índices ecológicos

Los valores de especies de fauna estructurante acompañante no fueron muy elevados (22,04 %) en la única estación muestreada con presencia de este hábitat en comparación a otras estaciones de la demarcación, en las que se superan el 50 %. Los porcentajes de especies sensibles de algas e invertebrados fotófilos tampoco mostraron grandes valores (13,79 % y 11,02 %, respectivamente). Sin embargo, los valores de riqueza específica e índices de diversidad de algas, invertebrados y peces fueron relativamente elevados, destacando las algas con un promedio de 15,7 ± 1,31, y valores de diversidad de 2,74 ± 0,23 y 3,16 ± 0,17 en los índices de Margalef y Shannon, respectivamente. La diversidad de invertebrados y peces alcanzan un promedio de 12 especies y valores de diversidad de Margalef y Shannon superior a 2 en ambas comunidades (Tabla 19).

El sustrato rocoso de la estación "Sirenas" está completamente bordeado de un fondo sedimentario arenoso, y fue muy frecuente encontrar parches de arena colmatando la roca, impidiendo el desarrollo de las comunidades algales y la fijación de invertebrados bentónicos. Es probable que los valores de cobertura de macrófitos no fueran muy elevados por la presencia de estos parches de arena, lo que conlleva un descenso de los valores del indicador CFR. Cabe destacar que el alga invasora *R. okamurae* no fue detectada en los censos de algas.

Este OHT configurado por *Cladostephus spongiosus* suele encontrarse en zonas del infralitoral rocoso superior y en ambientes algo sedimentados, en un rango de profundidad menor del que se suele emplear en los muestreos del programa de seguimiento. Es por ello que únicamente se ha detectado en una de las estaciones de la DMESAL, siendo insuficiente la información para concluir el estado de condición ambiental del OHT en la demarcación.

OHT Asociación con *Dictyopteris polypoides*

En la DMESAL, el hábitat configurado por el alga parda *Dictyopteris polypodioides* se ha detectado en las islas Chafarinas, concretamente en tres estaciones contiguas de la cara norte de la isla Congreso: "Cueva lobo", "Pedregal" e "Italiano" (Figura 45). Estos fondos exhiben afloramientos rocosos de pendiente pronunciada con diversos bloques de roca de tamaño mediano y grandes, superando los dos metros de altura. Este tipo de relieve en particular genera una cierta rugosidad en el sustrato, dejando oquedades de gran tamaño entre los bloques y el lecho rocoso. A pesar de la ausencia de sedimentación sobre la roca, se observó una alta turbidez en estos puntos de muestreo, dando lugar a un ambiente hemiesciáfilo típico de ambientes donde se desarrollan comunidades de *Dictyopteris polypolioides*.

Entre las algas acompañantes adaptadas a condiciones hemiesciáfilas se observaron *Halopteris filicina*, *Flabellia petiolata* y *Sphaerococcus coronopifolius* que fueron muy comunes, además de la epífita *Dictyota implexa*. La especie exótica *Culerpa cylindracea* también fue muy frecuente en las estaciones de este OHT. En cuanto a invertebrados, destacan tanto las esponjas incrustantes *Crambe crambe*, *Cliona viridis* y *Phorbas tenacior*, como especies masivas *Sarcotragus fasciculatus* y *Chondrosia reniformis*, entre otras. Fueron muy frecuentes el erizo *Paracentrotus lividus*, el coral anaranjado *Astroides calycularis* y el briozoo *Reptadeonella violacea*. La comunidad de peces acompañantes fue muy diversa, entre los que resaltaron por su abundancia las castañuelas (*Chromis chromis*), los lábridos *Symphodus ocellatus, Coris julis*, el espárido *Diplodus vulgaris*, el mero (*Epinephelus marginatus*) y otros serránidos como *Serranus scriba* o *E. costae*.

Este OHT se denomina en los listados de hábitats marinos de EUNIS como "Asociación con *Dictyopteris polypodioides*" (MB151M). En el LPHE se recoge bajo la denominación "Roca infralitoral medianamente iluminada, sin fucales con *Dictyopteris polypodioides/Dictyopteris lucida*" (0301041402).

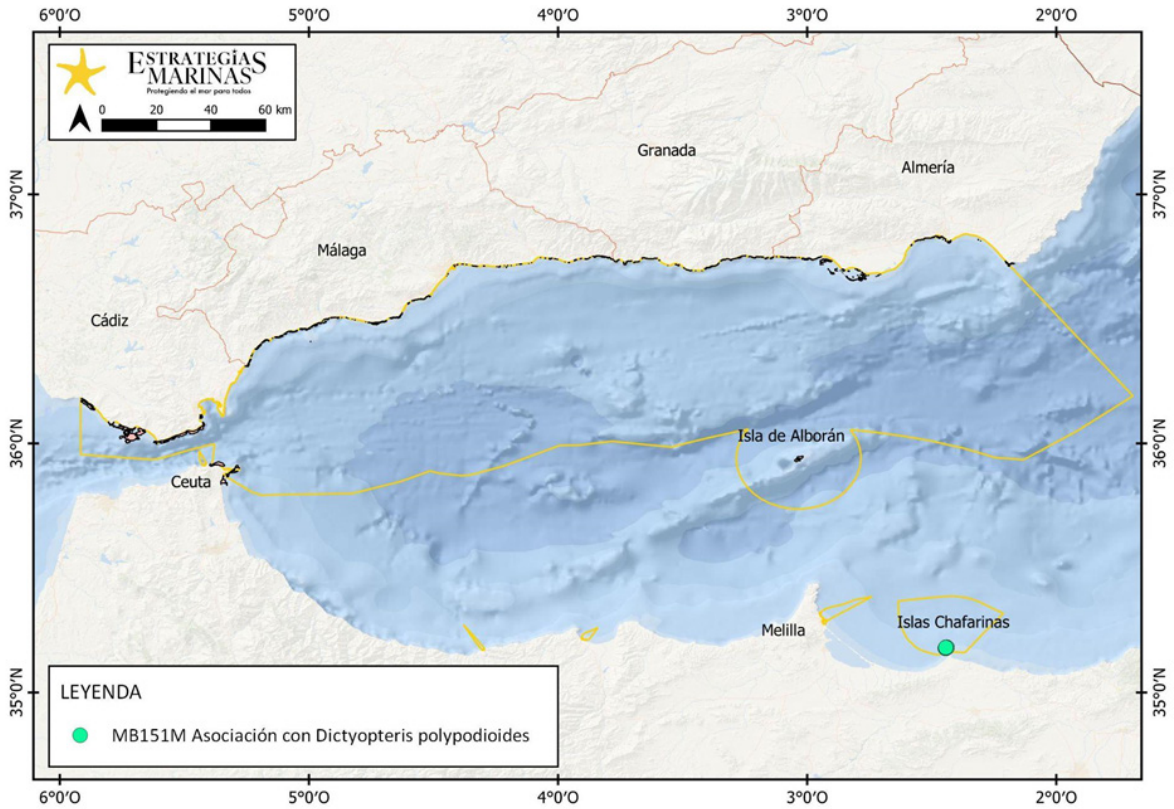


Figura 45. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.



Indicadores e índices ecológicos

Los valores de los indicadores e índices calculados variaron ligeramente entre las estaciones con presencia de este hábitat. El porcentaje promedio de especies de fauna acompañante estructurante es de 35,04 %; el porcentaje promedio de especies sensibles de invertebrados fotófilos fue de 41,17 especies por estación, y el de algas 18,68 %.

En cuanto a la riqueza, las algas muestran un promedio de 14,73 especies por estación, siendo "Italiano" la estación con mayor riqueza específica y de diversidad de Margalef y Shannon. Este índice sigue un patrón similar para las comunidades de invertebrados con un promedio de 14,08 especies por estación, y registrándose los mayores valores en "Italiano". Sin embargo, la ictiofauna fue ligeramente más rica en "Cueva lobo" con 18,5 especies, siendo la estación donde se registró una menor riqueza de algas e invertebrados.

Los resultados del índice CFR mostraron una categoría de buen estado ecológico en las tres estaciones con presencia de este OHT. Únicamente se registró la presencia de *R. okamurae* en la estación "Cueva lobo", con una proporción de ab undancia muy baja (0,20 %) que no llega a afectar a las comunidades nativas.

El buen estado ecológico mostrado por el CFR, junto con los valores elevados en los índices ecológicos de las comunidades asociadas al OHT y la presencia minoritaria de *R. okamurae*, indican una buena condición ambiental en las estaciones muestreadas. Sin embargo, cabe señalar que este OHT se localiza puntualmente en la DMESAL, con tan solo tres estaciones con presencia del hábitat en las islas Chafarinas. Cabe destacar la abundante presencia de *D. polypodioides* en las estaciones muestreadas de la isla de Alborán, formando grandes parches entre las comunidades de *Cystoseira* spp. Es posible que dicho hábitat estuviera presente en zonas del infralitoral rocoso a lo largo de la DMESAL, previo a la invasión de *R. okamurae,* quedando totalmente restringido a fecha de 2023 a zonas no alteradas y de gran valor ecológico como son las islas Chafarinas.

OHT Facies de sobrepastoreo con algas incrustantes y erizos de mar

Los hábitats infralitorales de blanquizales se caracterizan por el recubrimiento de algas calcáreas incrustantes sobre el sustrato rocoso, con la ausencia de vegetación erecta. Estos fondos sin vegetación se deben al ramoneo de erizos, en el Mediterráneo provocados por *Arbacia lixula* y *Paracentrotus lividus*. Mientras que algunas especies sésiles como la anémona *Anemonia sulcata* se ven favorecidas en estos fondos desnudos, otras se ven afectadas por la ausencia de refugios, por lo que la diversidad de especies suele ser baja. En la clasificación EUNIS, este OHT se hace referencia bajo la denominación "Facies de sobrepastoreo con algas incrustantes y erizos de mar" (MB1511), y en la LPHME bajo la denominación "Blanquizales en roca infralitoral superior protegida con *Anemonia sulcata*" (0301030904).

Este tipo de hábitat ha sido encontrado en una única estación de ESAL durante los dos años muestreados en 2021 y 2023, denominada "Peñón San Cristóbal" (Figura 46). Se trata de una formación rocosa o peñón ubicado en la línea de costa en la localidad de Almuñécar (Granada). En las zonas someras (5-6 m de profundidad) y cercanas a costa, el sustrato rocoso muestra una ligera pendiente, y está principalmente configurado por bloques de roca mayoritariamente pequeños y medianos (menores de 2 metros de altura), y puntualmente bloques grandes, que generan oquedades entre ellos. En las zonas más alejadas a la costa, el sustrato rocoso alcanza una mayor profundidad, hasta los 12 m aproximadamente, donde comienzan los fondos sedimentarios. Estos tramos muestran una pendiente acentuada, con algunas paredes verticales.

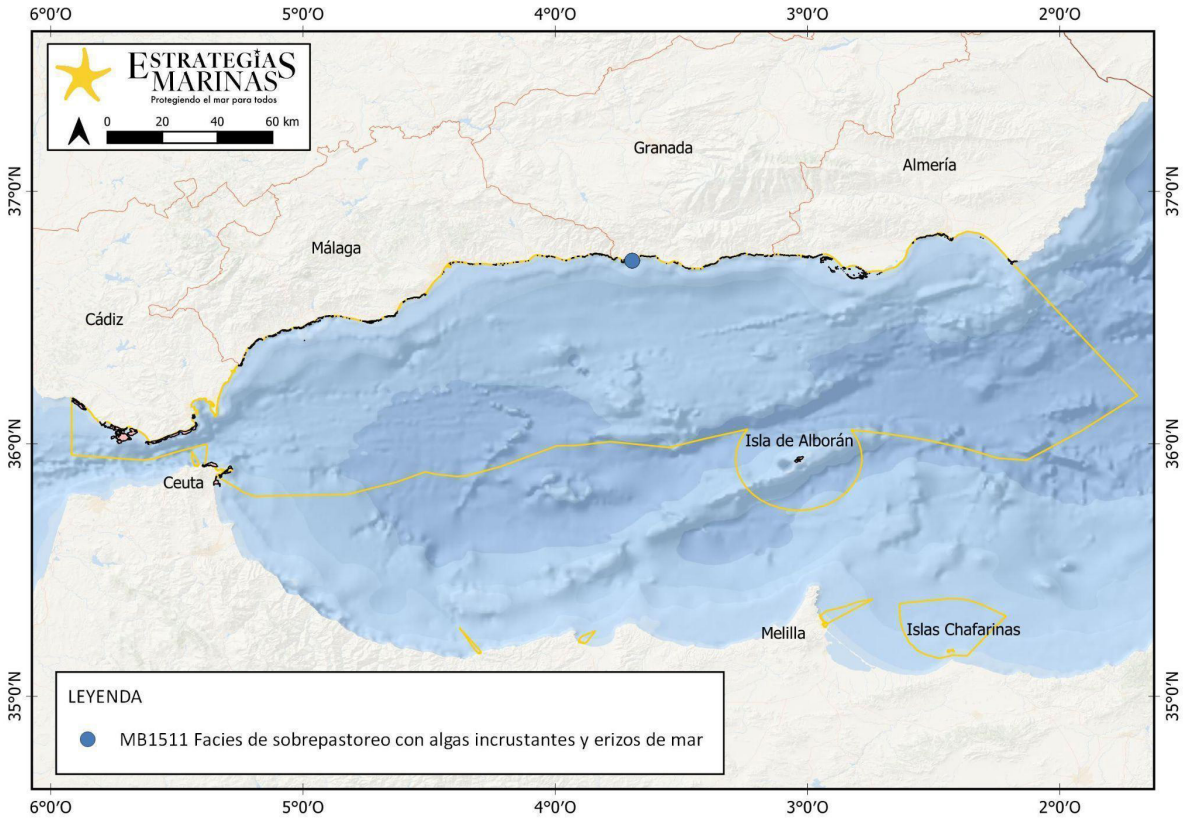


Figura 46. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

En los censos de algas predomina el turf, seguido de *Dictyota* sp. (por confirmar si se trata de *Rugulopteryx okamurae*) y la dictiotal alóctona *D. cyanoloma*. Entre los invertebrados, la especie dominante es el complejo de especies *Anemonia sulcata-viridis*, la esponja incrustante *Crambe crambe*, el pepino de mar *Holoturia poli*, el erizo de mar *Arbacia lixula*, y en las paredes verticales predomina el coral



naranja *Astroides calycularis*. La ictiofauna asociada estuvo compuesta por la boga (*Boops boops*), las castañuelas (*Chromis chromis*), los espáridos *Diplodus vulgaris* y *D. sargus*, los lábridos *Coris julis* y *Thalassoma pavo*. También se registraron los serránidos *Serranus cabrilla* y *Epinephelus costae*.

Indicadores e índices ecológicos

Los índices de diversidad en este OHT mostraron generalmente valores por debajo del resto de hábitats fotófilos. El porcentaje de especies de fauna estructurante se mantuvo elevado (entorno al 70 %), pues en los tramos verticales de la estación de muestreo muestran altas densidades del coral *Astroides calycularis*. Con respecto al porcentaje de especies sensibles, tanto de algas como invertebrados, fueron muy bajos y decrecientes entre el 2021 y 2023.

Los valores de riqueza de las comunidades de algas y peces fueron inferiores a otros OHT detectados en la demarcación, con valores en los índices de Margalef y Shannon relativamente bajos. Sin embargo, las comunidades de invertebrados mantienen valores de riqueza y diversidad mayores, quedando de manifiesto que es el componente dominante del OHT (ver más en detalle Tabla 19) de índices del BBHT, en estaciones "Peñon San Cristobal" 2021, 2023).

El resultado de CFR para ambos años indican categorías de mal estado, que empeoró incluso en el 2023. La poca cobertura de algas y la ausencia de especies características/ sensibles caen drásticamente los valores del índice. Cabe destacar la poca dominancia de *R. okamurae*, no habiéndose detectado en los censos del 2023.



OHT Facies y asociaciones de coralígeno

En los entornos rocosos infralitorales protegidos de la iluminación directa por su orientación, inclinación, relieve o profundidad y conocidos como ambientes esciáfilos, y sometidos a una leve corriente, se encuentran comunidades dominadas por invertebrados sésiles, principalmente esponjas, briozoos, ascidias, cnidarios y poliquetos serpúlidos. Esta biocenosis, típica del coralígeno en el piso circalitoral, puede encontrarse en forma de enclave en entrada de cavidades, extraplomos u oquedades sobre hábitats de algas infralitorales. Este tipo de OHT se describe en la clasificación EUNIS como "Facies y asociaciones de coralígeno" (MB151α). A continuación, se describen alguna de las facies identificadas durante el programa de seguimiento en la DMESAL.

Facies y asociaciones de coralígeno/*Myriapora truncata*

Una de las principales facies del coralígeno identificadas en la DMESAL es la configurada por el falso coral *Myriapora truncata*. Se trata de un briozoo arborescente que alcanza los 20 cm de altura y se encuentra asociado a fondos rocosos de ligera pendiente en torno a los 10 m de profundidad, donde el relieve submarino está formado principalmente por bloques de roca de mediano y gran tamaño sobre un lecho de roca homogénea. Este relieve proporciona multitud de grandes oquedades y la protección a la iluminación necesaria para el desarrollo de la comunidad asociada. Este tipo de hábitat es susceptible a la presión generada por el buceo recreativo (Casoli *et al*., 2017), debido a la alta fragilidad de las colonias y su bajo ritmo de crecimiento. Estos enclaves se han detectado en 4 zonas distribuidas espacialmente a lo largo del gradiente longitudinal del litoral de la demarcación: Cádiz, Málaga, Granada y Almería (Figura 47).

Además de las colonias de *M. truncata*, cabe destacar la abundante presencia de otros invertebrados sésiles como el porífero *Crambe crambe* y el poliqueto serpúlido *Protula tubularia*. Otras especies presentes en este hábitat que contribuyen de manera significativa a la entidad de la comunidad son las algas *Sphaerococcus coronopifolius*, *Halopteris filicina* o las que integran el complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*. Los peces, aunque son numerosos, es el grupo menos característico, cuyas especies están compartidas con otras comunidades cercanas, y de las que únicamente destaca *Apogon imberbis* y *Muraena helena*, ambas especies de marcado carácter esciáfilo.

Este OHT se recoge en la LPHME como "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Myriapora truncata*" (0301041601).

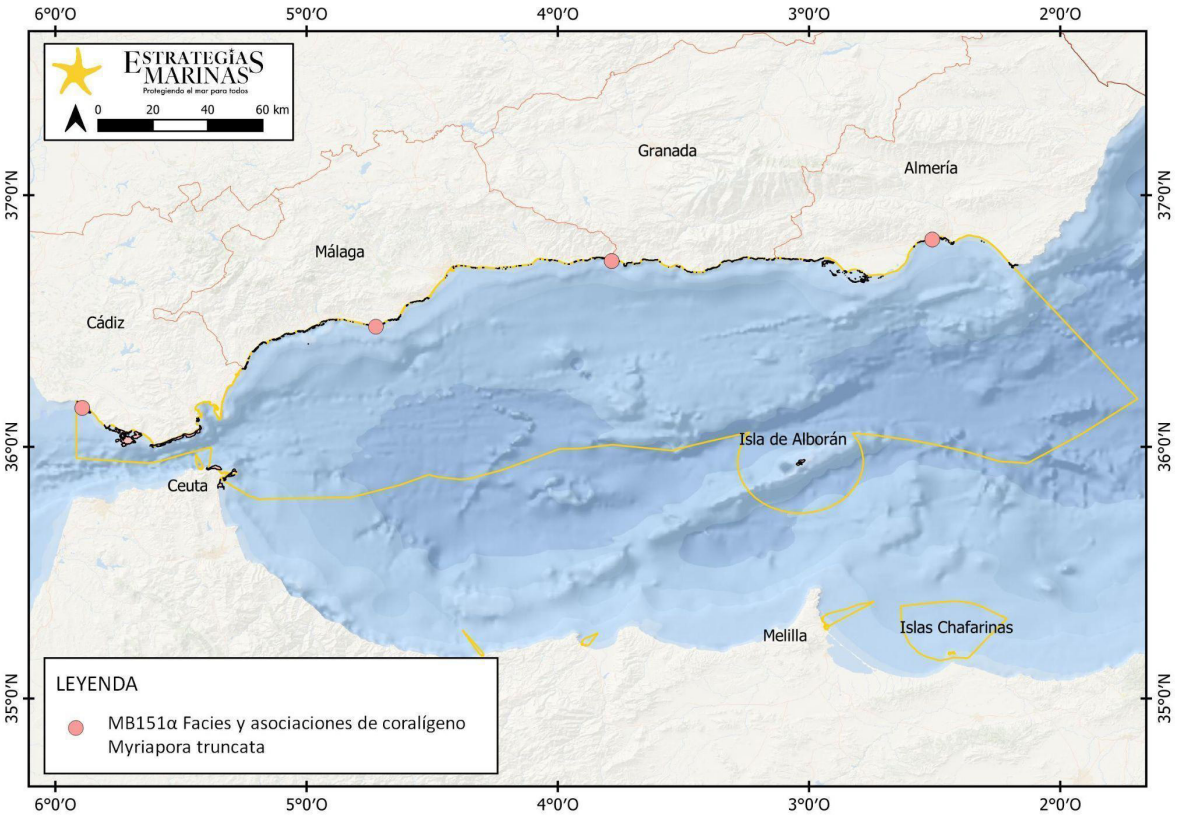


Figura 47. Localización del OHT en la demarcación ESAL observada durante el programa de seguimiento de EEMM.

Indicadores e índices ecológicos

Se han calculado los índices ecológicos específicos para la comunidad de invertebrados que habita las zonas esciáfilas con el objetivo de poder determinar y comparar el estado de este hábitat. La estación "Laja del Almirante" (Málaga) presenta unos valores mayores tanto de riqueza específica (S), como de los índices de diversidad de Margalef (d) y Shannon (H'). Por otro lado, la estación "Barbate" presenta una mayor abundancia de especies de invertebrados estructurantes.

En 3 de las 4 estaciones donde aparece esta facies de *M. truncata* ("Laja almirante", "Cañuelo" y "Barbate") aparece *R. okamurae* con valores de dominancia superiores al 50 %. Esto supone una importante modificación de la comunidad algal preexistente que se refleja en valores del índice CFR muy bajos. Los talos a la deriva de esta alga se observan enredados en la estructura de *M. truncata*, lo que puede afectar negativamente a su capacidad de alimentación.

Por el contrario, la estación "Garrofa", en la provincia de Almería, donde no se detectó la presencia del alga asiática, presenta unos valores de especies de algas sensibles y CFR elevados. Además, la comunidad de invertebrados asociados a la zona fotófila presenta la mayor diversidad y abundancia de especies.

OHT Facies y asociaciones de coralígeno/esponjas esciáfilas

Otra asociación de coralígeno observada e identificada en la DMESAL está configurada por esponjas esciáfilas. Las esponjas constituyen uno de los grupos más conspicuos y con diversidad morfológica, desde especies de pequeño porte y recubrientes, hasta aquellas masivas que forman estructuras tridimensionales aportando una elevada complejidad al hábitat. La LPHME describe un hábitat específico nombrado como "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con esponjas masivas (*Ircinia variabilis, Dysidea avara*)" (301041604).

En la DMESAL este OHT se ha detectado en la costa norte del mar de Alborán, en zonas del litoral de Málaga, Granada y Almería y en la costa sur de las islas Chafarinas, Melilla y Ceuta (Figura 48). Estos hábitats se desarrollan en fondos rocosos de ligera pendiente en torno a los 9 m de profundidad, donde el relieve submarino está formado principalmente por bloques de roca de tamaño mediano a grande (de uno a más de dos metros) que resaltan en un fondo de roca homogénea con cierto grado de sedimentación, sobre el que se pueden encontrar parches de arena, grava, cantos o pequeños bloques de menos de un metro. Esta configuración genera gran cantidad de grietas, oquedades y grandes cavidades protegidas de la iluminación directa que permiten el desarrollo de una comunidad esciáfila dominada, en este caso, por esponjas.

Entre las esponjas observadas cabe destacar por su abundancia, tamaño y/o tridimensionalidad las especies *Oscarella lobularis*, *Crambe crambe*, *Phorbas tenacior*, *Chondrosia reniformis*, *Ircinia variabilis* y *Disidea avara*, siendo las tres últimas esponjas masivas que aportan mayor grado de complejidad al hábitat, desempeñando roles fundamentales en la estructura y la función del ecosistema. Otros invertebrados que contribuyen a la singularidad de la comunidad son los poliquetos serpúlidos *Protula intestinum* y *P. tubularia,* y los equinodermos *Paracentrotus lividus* y *Ophidiaster ophidianus*. Entre las algas presentes en este OHT se encuentran especies de carácter hemiesciáfilo, como el alga parda *Halopteris filicina,* la verde *Flabellia petiolata*, el complejo *Lithophyllum-Mesophyllum* formado por algas rojas calcáreas incrustantes o especies de coralináceas del género *Jania*. El grupo de los peces es muy numeroso en esta comunidad y aunque la mayoría de ellos son habituales en todos los OHT rocosos infralitorales, algunas de las especies más características registradas en estos enclaves umbríos son el llamado reyezuelo *Apogon imberbis* o la moma *Tripterygion delaisi*.

Indicadores e índices ecológicos

Se ha constatado la presencia de este hábitat en 9 de las estaciones muestreadas, siendo Cañuelo (Málaga) y Pozuelo (Granada) las que presentan los mayores valores de riqueza específica y diversidad, como de porcentaje de especies estructurantes de estos ambientes esciáfilos.

Cuatro de las estaciones ("Isla Alborán Norte", "Garrofa", "Aguadú", "Italiano") corresponden con zonas bien conservadas en las que la especie invasora *R. okamurae* está ausente o con dominancia baja, lo que se traduce en valores altos del índice CFR. Además, estos fondos presentan valores altos de los índices de diversidad y riqueza específica tanto de la fauna de invertebrados estructurantes como de los peces asociados a dichas comunidades.

Por el contrario, las estaciones cercanas al Estrecho "Farfu" y "Casares", además de "Cañuelo" y "Escollera", presentan una elevada presencia de *R. okamurae*, con valores que oscilan entre el 50 % y el 90 % de dominancia, lo que parece no suponer una importante afección sobre la comunidad de invertebrados que componen este hábitat de esponjas, ya que todas estas estaciones ofrecen valores altos de los índices ecológicos de la comunidad esciáfila

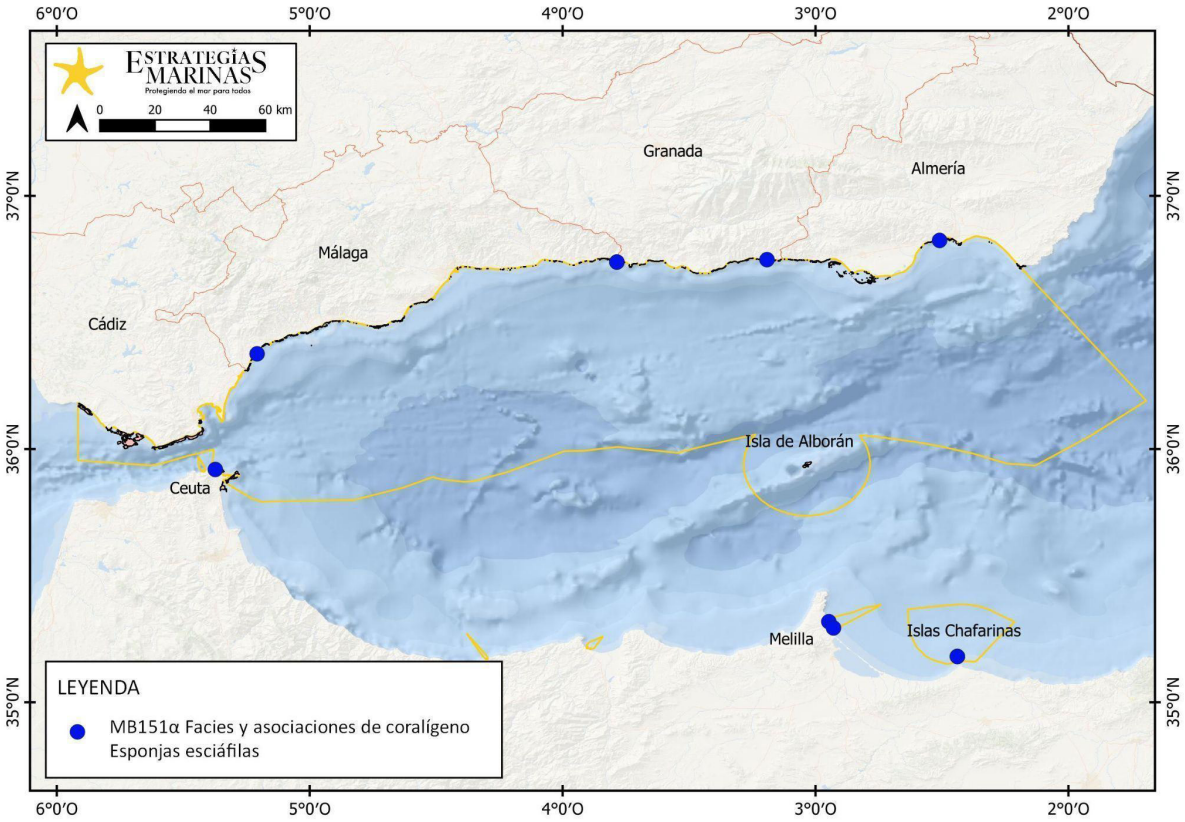


Figura 48. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

Facies y asociaciones de coralígeno/antozoos

En los pequeños extraplomos y paredes umbrías de los fondos que circundan la isla de Alborán se observa con frecuencia un enclave esciáfilo caracterizado por la presencia del madreporario *Astroides calycularis* (Pallas, 1766) y, en los bordes de los extraplomos el alcionáceo *Alcyonium acaule* Marion, 1878 con un morfotipo particular. Este morfotipo aparece de forma muy abundante y se caracteriza por presentar un pequeño tamaño (se le conoce como "forma enana"), sin ramificaciones y ser de color violeta. Este tipo de hábitat alberga una interesante comunidad acompañante de invertebrados sésiles como esponjas (*Crambe crambe* e *Ircinia variabilis*), briozoos (*Myriapora truncata*) y otros cnidarios. Este OHT se ha observado únicamente en un transecto realizado en la plataforma de la estación "isla Alborán norte" (Figura 49).

Este hábitat se contempla en la LPHME como "Roca infralitoral de modo calmo, escasamente iluminada, dominada por invertebrados con *Polycyathus muellerae, Hoplangia durotrix* y otros antozoos" (0301041606).

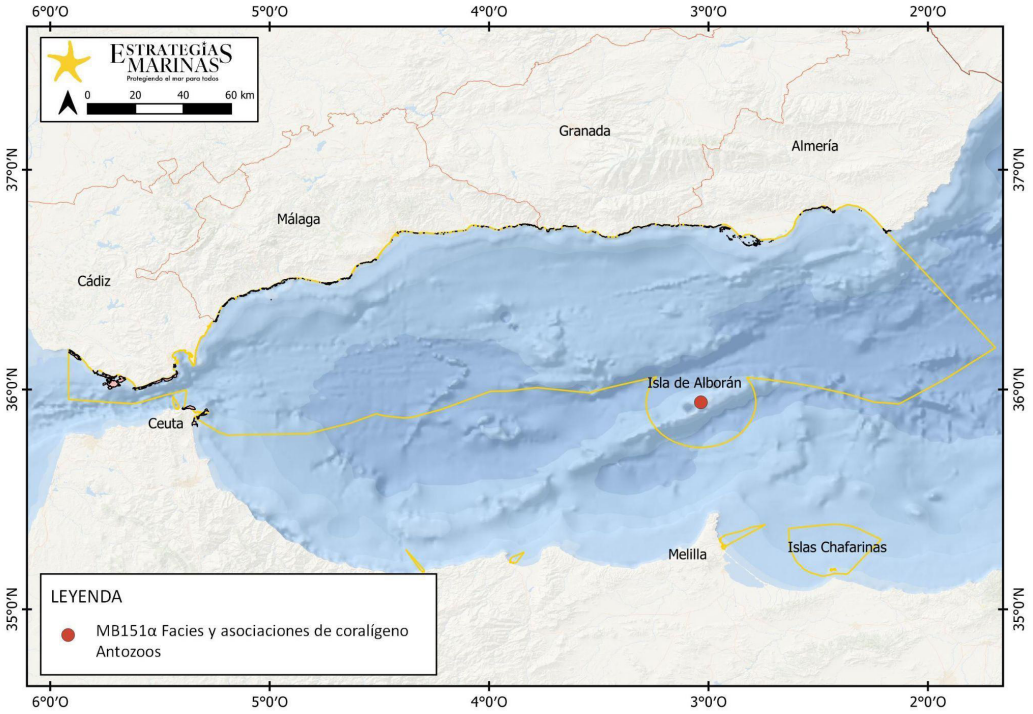


Figura 49. Localización del OHT en la DMESAL observada durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.

Indicadores e índices ecológicos

Este hábitat singular únicamente se ha observado en la estación "Isla Alborán Norte", la cual se encuentra alejada de presiones humanas destacables. En esta estación, todos los índices calculados para los diferentes grupos de fauna y flora presentan valores altos, destacando el valor del índice CFR (0,99 bits) y un 33 % de abundancia de especies algales sensibles, además de un 61 % y 31 % de abundancia de especies de fauna estructurantes de ambientes esciáfilos y fotófilos, respectivamente. Se corresponde con una de las estaciones consideradas prístinas de la DMESAL, la cual servirá de referencia para determinar valores umbrales de hábitats bien conservados, debiendo realizarse un correcto seguimiento a largo plazo.

Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/turf

El turf de algas se refiere a conjuntos heterogéneos de algas pequeñas, de menos de 15 cm de altura, a menudo filamentosas (corticadas y no corticadas), foliosas y calcáreas articuladas que forman estructuras densas en forma de tapete sobre diversos sustratos en el medio marino. Se considera que la composición específica del turf incluye diversos grupos, entre ellos diatomeas cianobacterias, Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta, que suelen ser de difícil identificación. Es un tipo de asociación que aparece tras una fase de degradación de la comunidad algal que forma dosel al estar sometida a algún tipo de presión de origen antrópico (Airoldi 2008).

En la DMESAL se han identificado transectos dominados por turf en las estaciones" Mezquitilla" y "Marina del Este" cerca de la costa de Málaga y Granada (Figura 50). Se encuentra a una profundidad en torno a -8 m en fondos con ligera pendiente compuestos por roca homogénea y bloques de pequeño y mediano tamaño, donde también aparecen frecuentes parches de arena. En los tapetes de turf identificados aparecen vestigios de otras especies de algas como *Dictyota dichotoma*, *Halopteris scoparia* o *H. filicina*. Entre los invertebrados más abundantes registrados se encuentran los poliquetos tubícolas *Sabella discifera* y *S. espallanzanii*, la esponja *Crambe crambe*, el equinodermo *Holothuria tubulosa* o el hidrozoo *Aglaophenia pluma*.

Indicadores e índices ecológicos

En estas estaciones donde el turf ha dominado alguno de sus transectos, se han registrado porcentajes de especies de fauna estructurante en torno al 30 %. En cuanto al porcentaje de especies sensibles de algas, el valor fue inferior al 7 % en la estación "Marina Este" y 0 en "Mezquitilla"; mientras que al considerar invertebrados, los valores fueron 42,63 % y 8,21 %, respectivamente. Al igual que en OHT de blanquizal con algas calcáreas y erizos, en estas estaciones predominan los invertebrados, mostrando valores de riqueza específica e índices de diversidad superiores a la de algas y peces.

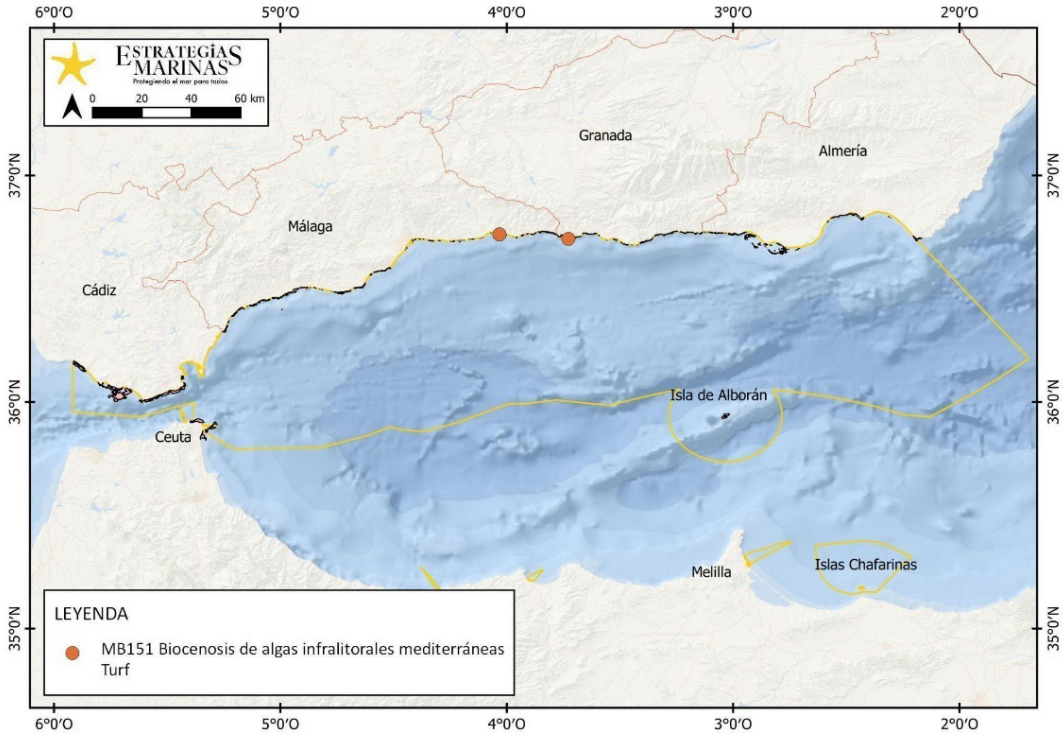


Figura 50. Localización de los fondos rocosos dominados por turf en la DMESAL observados durante el programa de seguimiento de estrategias marinas.



Los resultados del CFR en estas estaciones son bajos, indicando una categoría pobre del estado ecológico. El análisis de los datos sugiere que estas comunidades representan un estado degradado de algún hábitat fotófilo, pudiendo ser uno configurado por *Halopteris* spp. al haberse observado la presencia de especies de este género en otros transectos de las mismas estaciones.

Biocenosis de algas infralitorales mediterráneas/ *Rugulopterix okamurae* y comunidades de algas o fauna sobre roca infralitoral atlántica/ *Rugulopterix okamurae*

Se corresponde con los sustratos rocosos del piso infralitoral fotófilo dominados por la especie invasora *Rugulopteryx okamurae*. Se trataría del hábitat con mayor representación a lo largo del litoral de la DMESAL, habiéndose observado en un total de 23 estaciones (45 % del total) repartidas entre las provincias de Cádiz y Almería, además de Ceuta (Figura 51).

La mayoría de las estaciones muestreadas que conforman este hábitat presentan una cobertura de esta especie muy elevada, llegando al 75-95 % en la zona del Estrecho y en los acantilados de Calahonda-Castell de Ferro (Granada). Por ello resulta muy difícil identificar qué especie o grupo de especies estructuraban el hábitat antes de la llegada de *R. okamurae* y enmarcarlos dentro de una nomenclatura EUNIS o Lista Patrón de mayor resolución. En este documento, estos fondos se presentan como un hábitat de nivel 3 de EUNIS que actualmente están fuertemente degradadas por esta invasión. La correspondencia con nivel 3 de LPHME sería "Roca infralitoral superior expuesta (030101)".

En un contexto general, las particulares condiciones oceanográficas de la demarcación se traducen en la existencia de comunidades de algas y especies asociadas muy diversas, convirtiendo al mar de Alborán en un "hotspot" de biodiversidad (Floras Moya *et al.*, 2021; Rueda *et al.*, 2021). La llegada de especies alóctonas con carácter invasor suponen un gran riesgo para la conservación de estos hábitats ya que resulta imposible controlar su proliferación una vez asentadas. Esta degradación del hábitat autóctono por una especie alóctona supone un desplazamiento de las especies preexistentes, tanto estructurantes como acompañantes, que pueden ser reemplazadas parcialmente por otras especies que encuentran en las frondes de *R. okamurae* sustrato y refugio. Por ello aquí se presenta información relativa tanto a la distribución de las comunidades asociadas como el listado de especies características, así como los valores de los indicadores e índices ecológicos obtenidos. Estos resultados permiten visualizar la situación actual, y pueden ser la base de una futura evaluación sin perder de vista que se trata de un hábitat actualmente considerado como alterado y/o degradado.

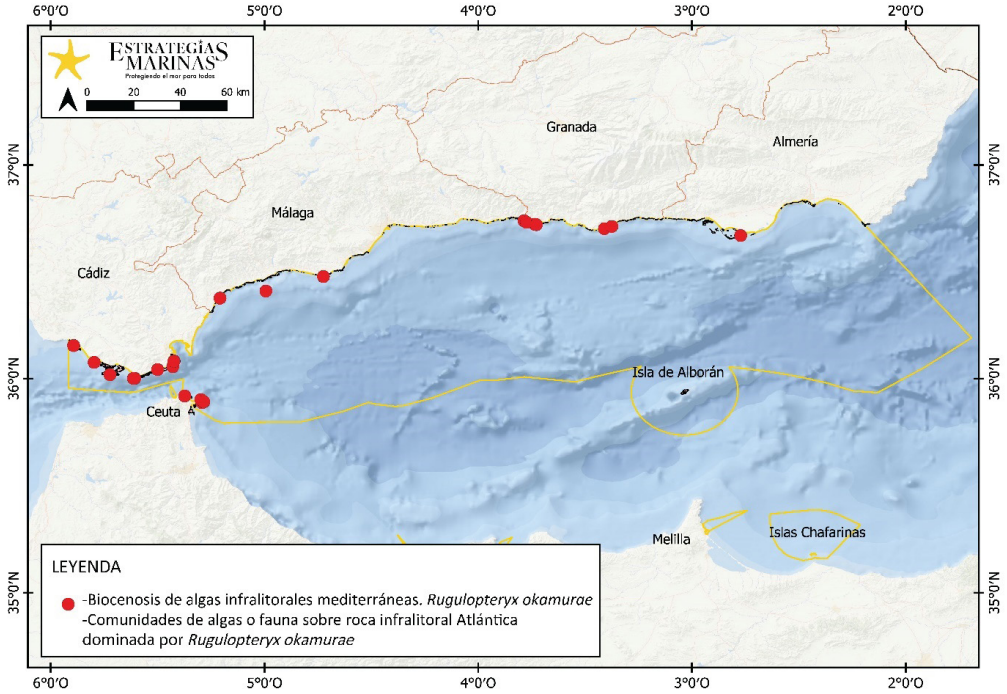


Figura 51. Localización de los fondos rocosos dominados por Rugulopteryx okamurae en la DMESAL observados durante el programa de seguimiento.

Los fondos donde *R. okamurae* domina el sustrato rocoso ofrecen muy pocas opciones a que otros macrófitos estructurantes se asienten, con la excepción de pocas algas donde cabe destacar *Sphaerococcus coronopifolius* y la invasora *Asparagopsis armata* como especies acompañantes de *Rugulopteryx* (Tabla 35, Figura 52). El listado de invertebrados característicos de estas estaciones es algo más amplio, mostrando 26 especies de diversos filos (Tabla 35). Entre ellos cabe destacar especies muy comunes en la DMESAL como son las esponjas incrustantes *Crambe crambe* y *Chondrosia reniformis,* el coral anaranjado *Astroides calycularis*, los briozoos *Myriapora truncata* y *Reptadeonella violacea,* las anémonas *Aiptasia mutabilis* y el complejo *Anemonia sulcata-viridis*, los poliquetos *Polycirrus* sp., *Protula tubularia, P. intestinum,* etc (Tabla 35). En cuanto a la ictiofauna acompañante, también incluye muchas especies típicas de la demarcación como son los lábridos *Coris julis, Symphodus ocellatus, S. mediterraneus* y *Thalassoma pavo*, las castañuelas (*Chromis chromis*), el serránidos *Serranus cabrilla,* el espárido *Diplodus vulgaris* y la boga (*Boops boops*) (Tabla 35).



Figura 52. Fondos rocosos infralitorales dominados por R. okamurae en la DMESAL (junio 2023). Acantilados de Calahonda-Castell de Ferro (arriba) y fondos de la isla de Tarifa (abajo).



Tabla 35. Especies características del OHT Biocenosis de algas infralitorales en la DMESAL de los tres principales grupos taxonómicos basados en el análisis SIMPER. Av. Abund, abundancia media; Contrib%, porcentaje de contribución de las especies a la identidad del grupo taxonómico dentro del OHT.

Taxón	Av.Abund	Contrib%
Algas		
Rugulopteryx okamurae	60,24	84,35
Sphaerococcus coronopifolius	5,03	3,77
Asparagopsis armata	5,77	3,33
Invertebrados		
Crambe crambe	*5,85*	*32,2*
Myriapora truncata	*4,65*	*22,34*
Astroides calycularis	*4,69*	*9,52*
Chondrosia reniformis	*1,41*	*2,52*
Paracentrotus lividus	*1,78*	*1,9*
Aiptasia mutabilis	*1,06*	*1,64*
Polycirrus sp.	1,37	1,61
Protula tubularia	0,63	1,55
Protula intestinum	1,15	1,51
Cerithium vulgatum	0,65	1,49
Errantia spp.	0,89	1,43
Sarcotragus spinosulus	0,59	1,42
Clavelina dellavallei	1,14	1,07
Eupolymnia nebulosa	1,59	1,07
Reptadeonella violacea	1,87	0,99
Complejo *Filograna* sp-*Salmacina* sp	0,71	0,96
Holothuria tubulosa	0,57	0,92
Arbacia lixula	0,68	0,88
Holothuria poli	0,51	0,82
Clavularia crassa	1,19	0,82
Cliona viridis	0,73	0,72
Sphaerechinus granularis	0,4	0,72
Sarcotragus fasciculatus	0,74	0,71
Eunicella singularis	0,82	0,61
Holothuria sanctori	0,39	0,54



Taxón	Av.Abund	Contrib%
Complejo *Anemonia sulcata-viridis*	1,29	0,52
Peces		
Coris julis	2,03	25,08
Chromis chromis	1,92	14,43
Serranus cabrilla	1,07	11,96
Diplodus vulgaris	0,97	6,5
Boops boops	1,33	6,35
Symphodus ocellatus	0,93	5,52
Thalassoma pavo	0,81	4,57
Diplodus sargus	0,68	3,57
Symphodus mediterraneus	0,57	2,84
Serranus scriba	0,46	2,2
Anthias anthias	0,7	2,13
Apogon imberbis	0,49	1,86
Symphodus roissali	0,45	1,79
Symphodus tinca	0,42	1,55

Indicadores e índices ecológicos

Los valores del porcentaje de fauna estructurante acompañante son muy variables entre las estaciones donde se han observado fondos rocosos dominados por *R. okamurae*, desde valores de 12,5 % a otras que superan el 90 %. En aquellas estaciones donde se registran altas densidades del coral naranja *Astroides calycularis*, junto con otras especies, el porcentaje de fauna acompañante representa más de un 70 %, alcanzando 93,51 % en "Isla Tarifa Este". En cuanto a macrófitos sensibles, en la mayoría de las estaciones no se detectan o tienen valores muy bajos, como en el caso de "Casares" o "Desnarigado", sin llegar a superar el 20 %. No sucede lo mismo con respecto a invertebrados, en el que hay estaciones como "Bajo Perla", "Isla Tarifa Este" o "Barbate" que superan el 50 % (Tabla 36).

Considerando los índices ecológicos, la comunidad de algas muestra valores muy empobrecidos con una riqueza específica baja, inferior a 10 especies en la mayoría de estaciones. Además, dada la alta dominancia que muestra *R. okamurae,* los valores de diversidad son generalmente bajos. Con respecto a la comunidad de invertebrados, existe una mayor variabilidad de la diversidad entre las estaciones; sin embargo, como se muestra en la sección 3.1.4., los índices de diversidad (para algas e invertebrados) descienden significativamente con el aumento de dominancia de *R. okamurae.* Por otro lado, no parece existir una relación clara entre las comunidades de peces y la dominancia de *R. okamurae*, con valores de los índices de riqueza y diversidad mostrando una alta variabilidad (Tabla 36).

Todas las estaciones con la presencia de este tipo de comunidad dominada por una especie oportunista invasora presentan un mal estado ecológico según los valores del índice CFR (Tabla 36).



Tabla 36. Valores de indicadores e índices ecológicos calculados en las estaciones de muestreo durante el presente programa de seguimiento para los grupos taxonómicos considerados: algas, invertebrados fotófilos (Inv_FOTO) y peces. Para el BH1 se indica la proporción de la abundancia de las especies sensibles (%N sens) de algas e invertebrados fotófilos y de las especies estructurantes acompañantes (%N estruc). Para el BH2 se indica la riqueza específica (S), el índice de Margalef (d) y el índice de diversidad de Shannon-Weaver (H' (log_2)), dando el valor como promedio±error estándar. Se muestran los valores del indicador CFR (Calidad de Fondos Rocosos) procedente de la Directiva Marco del Agua (DMA) y su correspondencia de Calidad Ecológica (EQ). Además, se indica el % de dominancia de Rugulopteryx okamurae.

		HB-BH1		HB-BH2 (indices multimétricos)			HB-DMA		Presiones
Zona	Grupo	%N sens	%N estruc	S± ES	d ±ES	H'(log2) ±ES	CFR ±ES	EQ	% *R. okamurae*
Barbate 2021	Algas	57,14	48,48	5,33 ±1,33	0,79 ±0,24	1,22 ±0,22	0,11 ±0,06	Mala	70,53
	Inv_FOTO			5,66 ±0,33	1,70 ±0,13	2,13 ±0,05			
	Peces			12,5 ±0,42	1,95 ±0,11	2,47 ±0,10			
Barbate 2023	Algas	68,13	55,39	12,7 ±1,43	2,15 ±0,25	2,95 ±0,05	0,52 ±0,06	Moderada	12,92
	Inv_FOTO			13,7 ±1,10	3,35 ±0,44	2,91 ±0,18			
	Peces			21 ±0,70	3,10 ±0,17	2,99 ±0,28			
Bolonia	Algas	33,87	48,31	5,25 ±0,25	0,78 ±0,04	1,43 ±0,17	0,10 ±0,06	Mala	55,20
	Inv_FOTO			8 ±2,19	1,97 ±0,49	2,02 ±0,53			
	Peces			15,2 ±1,11	2,38 ±0,14	3,02 ±0,13			
Isla_Tarifa_Este	Algas	93,51	71,61	4,5 ±0,28	0,63 ±0,05	1,58 ±0,13	0,13 ±0,06	Mala	61,10
	Inv_FOTO			4,5 ±0,64	0,82 ±0,14	0,91 ±0,23			
	Peces			10,8 ±1,49	1,57 ±0,20	2,40 ±0,21			
Isla_Tarifa_Oeste	Algas	58,06	45,83	4 ±0,40	0,54 ±0,07	1,25 ±0,06	0,14 ±0,06	Mala	70,00
	Inv_FOTO			5,5 ±1,70	2,11 ±0,48	2,13 ±0,46			
	Peces			13 ±1,87	2,53 ±0,29	3,05 ±0,14			



		HB-BH1		HB-BH2 (indices multimétricos)			HB-DMA		Presiones
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S± ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**	***% R. okamurae***
Bajo_Cabezos	Algas	71,64	48,84	4,5 ±0,28	0,63 ±0,05	0,98 ±0,05	0,12 ±0,06	Mala	81,00
	Inv_FOTO			9 ±2,54	2,79 ±0,54	2,80 ±0,38			
	Peces			9,5 ±0,61	1,90 ±0,10	2,28 ±0,15			
Bajo_Perla	Algas	75,79	63,56	5 ±0,57	0,72 ±0,10	1,15 ±0,07	0,10 ±0,06	Mala	75,30
	Inv_FOTO			8,5 ±1,32	2,32 ±0,34	2,45 ±0,24			
	Peces			12,2 ±0,48	1,97 ±0,04	2,37 ±0,09			
Guadalmesi	Algas	12,15	15,08	6 ±0,70	0,91 ±0,12	1,24 ±0,07	0,10 ±0,06	Mala	69,13
	Inv_FOTO			16,7 ±3,54	3,71 ±0,78	2,63 ±0,63			
	Peces			10 ±1,14	1,71 ±0,15	2,01 ±0,15			
Punta_Carnero 2021	Algas	38,17	32,19	5,75 ±0,94	0,86 ±0,17	0,88 ±0,13	0,07 ±0,06	Mala	84,20
	Inv_FOTO			16,5 ±1,93	3,91 ±0,33	3,42 ±0,12			
	Peces			13,8 ±0,96	2,34 ±0,17	2,70 ±0,10			
Punta_Carnero 2023	Algas	43,18	25,56	8,25 ±0,85	1,31 ±0,15	1,68 ±0,15	0,11 ±0,06	Mala	62,40
	Inv_FOTO			11,5 ±1,70	2,96 ±0,19	2,97 ±0,15			
	Peces			12,1 ±1,47	1,99 ±0,24	2,32 ±0,24			



		HB-BH1		HB-BH2 (indices multimétricos)			HB-DMA		Presiones
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S± ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**	***% R. okamurae***
Chiclon	Algas	56,79	47,17	4,75 ±0,75	0,69 ±0,14	1,08 ±0,13	0,09 ±0,06	Mala	66,50
	Inv_FOTO			6,75 ±1,93	1,93 ±0,44	2,15 ±0,33			
	Peces			6,75 ±1,03	1,08 ±0,16	1,54 ±0,22			
Farfu	Algas	29,55	11,87	5 ±0,40	0,72 ±0,07	1,24 ±0,09	0,09 ±0,06	Mala	72,10
	Inv_FOTO			6,5 ±1,84	2,30 ±0,28	2,41 ±0,37			
	Peces			11,5 ±0,67	1,80 ±0,09	2,39 ±0,18			
Desnarigado	Algas	39,02	37,73	11,2 ±1,88	1,85 ±0,34	2,16 ±0,34	0,10 ±0,06	Mala	49,10
	Inv_FOTO			19,7 ±4,00	4,29 ±0,76	3,22 ±0,27			
	Peces			13,8 ±0,79	2,21 ±0,12	2,70 ±0,08			
Ceuta_S	Algas	24,71	20,28	10,5 ±1,19	1,73 ±0,22	2,31 ±0,21	0,17 ±0,06	Mala	42,70
	Inv_FOTO			23,2 ±4,19	4,57 ±0,49	2,94 ±0,29			
	Peces			11,8 ±1,27	1,92 ±0,19	2,55 ±0,15			
Casares	Algas	23,38	25,11	7,5 ±0,86	1,19 ±0,15	1,17 ±0,29	0,19 ±0,06	Mala	73,20
	Inv_FOTO			12,5 ±3,70	3,10 ±0,72	2,70 ±0,33			
	Peces			5,83 ±1,13	1,12 ±0,24	2,03 ±0,29			



		HB-BH1		HB-BH2 (indices multimétricos)			HB-DMA		Presiones
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S± ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**	***% R. okamurae***
Placer_Bovedas	Algas	18,02	4,17	7 ±1	1,08 ±0,18	1,53 ±0,22	0,26 ±0,06	Pobre	65,87
	Inv_FOTO			15 ±1	3,46 ±0,23	3,31 ±0,22			
	Peces			4,33 ±0,88	0,76 ±0,19	1,79 ±0,22			
Laja_Almirante 2021	Algas	36,43	18,69	7 ±0,81	1,21 ±0,13	1,83 ±0,20	0,22 ±0,06	Pobre	35,50
	Inv_FOTO			19 ±2,48	4,95 ±0,62	3,92 ±0,21			
	Peces			4,4 ±1,91	0,94 ±0,30	1,20 ±0,32			
Laja_Almirante 2022	Algas	20,82	12,62	8 ±1,87	1,41 ±0,30	1,69 ±0,28	0,14 ±0,06	Mala	44,67
	Inv_FOTO			23,6 ±6,35	5,11 ±1,01	3,51 ±0,28			
	Peces			6 ±1,87	1,02 ±0,35	1,36 ±0,44			
Cañuelo 2023	Algas	48,78	36,02	6,25 ±0,47	0,95 ±0,08	0,53 ±0,06	0,11 ±0,06	Mala	89,30
	Inv_FOTO			9,5 ±0,95	2,63 ±0,34	2,87 ±0,21			
	Peces			13,8 ±0,98	1,97 ±0,16	2,22 ±0,10			
Cerro_Gordo 2023	Algas	45,81	36,36	7,25 ±0,25	1,13 ±0,04	0,73 ±0,13	0,14 ±0,06	Mala	86,90
	Inv_FOTO			14 ±3,62	3,38 ±0,70	3,22 ±0,40			
	Peces			16,6 ±1,68	2,60 ±0,24	3,05 ±0,18			



		HB-BH1		HB-BH2 (indices multimétricos)			HB-DMA		Presiones
Zona	**Grupo**	**%N sens**	**%N estruc**	**S± ES**	**d ±ES**	**H'(log2) ±ES**	**CFR ±ES**	**EQ**	***% R. okamurae***
Cala_Perro 2023	Algas	30,61	42,64	7,75 ±0,75	1,22 ±0,13	1,18 ±0,21	0,17 ±0,06	Mala	75,50
	Inv_FOTO			17,2 ±3,90	3,81 ±0,65	3,46 ±0,21			
	Peces			15,6 ±1,33	2,40 ±0,19	2,90 ±0,19			
Marina_Este	Algas	34,29	42,63	9,5 ±0,64	1,54 ±0,11	2,17 ±0,30	0,33 ±0,06	Pobre	30,60
	Inv_FOTO			22,2 ±7,02	4,35 ±1,06	3,47 ±0,52			
	Peces			15,8 ±0,94	2,44 ±0,14	2,78 ±0,14			
Embarcadero_Calahonda	Algas	30,40	37,21	9,75 ±1,18	1,58 ±0,21	1,60 ±0,27	0,25 ±0,06	Pobre	66,40
	Inv_FOTO			18,7 ±2,80	4,06 ±0,63	3,41 ±0,32			
	Peces			13,3 ±0,76	1,94 ±0,13	2,43 ±0,18			
Punta_Melonar 2023	Algas	47,46	54,00	5 ±0,70	0,72 ±0,12	1,10 ±0,23	0,21 ±0,06	Pobre	73,00
	Inv_FOTO			15,5 ±1,32	3,42 ±0,36	2,96 ±0,30			
	Peces			10,8 ±1,13	1,62 ±0,21	2,04 ±0,21			
Punta_Entinas	Algas	39,58	42,23	10 ±1	1,66 ±0,19	2,37 ±0,09	0,41 ±0,06	Moderada	42,93
	Inv_FOTO			13,6 ±2,60	3,19 ±0,46	3,30 ±0,26			
	Peces			12,3 ±0,88	1,97 ±0,09	1,89 ±0,24			



4. Discusión

La localización biogeográfica de la DMESAL, junto a su particular oceanografía y la gran variedad de sustratos y hábitats que presenta, ha favorecido el desarrollo de una gran diversidad de comunidades marinas, algunas de las cuales son de gran importancia ecológica, constituyendo áreas de excepcional biodiversidad (Cebrián & Ballesteros, 2004; Rueda *et al*., 2021). Respecto a las comunidades de macroalgas, ya los primeros estudios florísticos pusieron de manifiesto la gran diversidad de especies presentes en estas costas, fundamentalmente en la cuenca de Alborán, y que incluían una presencia remarcable de especies de afinidad atlántica (Conde, 1989; Conde & Seoane, 1982; Báez *et al*., 2004).

Las macroalgas estructuran los hábitats fotófilos asociados al sustrato rocoso del piso infralitoral de DMESAL. Dependiendo del grado de hidrodinamismo, se pueden diferenciar entre comunidades de zonas expuestas y resguardadas. En ambos casos, se desarrollaba una comunidad de algas fotófilas muy diversa, constituyendo una biocenosis dominada por algas pardas del orden Fucales, principalmente especies de *Cystoseira* como elementos dominantes y característicos que formaban pequeños bosques parcheados en la parte peninsular, y cordones continuos en la isla de Alborán y las islas Chafarinas (Luque & Templado, 2004).

Sin embargo, estas comunidades dominadas por fucales han regresionado mucho en los últimos 20 años en ESAL (Ballesteros & Pinedo, 2004), estando actualmente restringidas a ciertas áreas como cabo Sacratif en la costa granadina y zonas muy localizadas en la costa almeriense en la parte peninsular, junto con la isla de Alborán e islas Chafarinas. Las causas de esta desaparición son múltiples, y muchas de ellas están relacionadas con actividades humanas. Entre éstas cabe destacar la contaminación, como las aguas residuales no tratadas y la escorrentía de aguas enriquecidas en ciertos elementos químicos y que generan eutrofización, el sobrepastoreo por erizos de mar y la competencia con especies alóctonas invasoras (Ballesteros & Pinedo, 2004). Esta regresión ha dado lugar a una comunidad dominada principalmente por algas pardas de menor porte y complejidad estructural (p. ej. *Cladostephus spongiosus*, *Halopteris scoparia*, *Halopteris filicina*).

Actualmente, los hábitats sobre sustrato rocoso del piso infralitoral han sufrido una transformación drástica debido a la llegada del alga invasora *Rugulopteryx okamurae*, cuyos enormes arribazones se documentaron hace casi 10 años en el área del estrecho de Gibraltar (Ceuta, Tarifa) (Altamirano *et al*., 2016; Ocaña *et al*., 2016). Esta alga ha invadido gran parte de los fondos duros infralitorales de ESAL (García Gómez *et al*., 2020), siendo la principal, y en ocasiones casi única, representante de las "nuevas comunidades" algales presentes en la demarcación, con coberturas cercanas al 100 % en muchos casos y con valores de biomasa muy elevados. Esta especie, junto a otras macroalgas invasoras conspicuas como *Asparagopsis taxiformis, A. armata* y *Caulerpa cylindracea*, representan uno de los factores causantes de la pérdida de biodiversidad autóctona de las comunidades marinas originales de DMESAL.

La presencia masiva de *R. okamurae* en la roca infralitoral de la DMESAL, como se ha observado en muchas de las estaciones de muestreo prospectadas en las campañas de investigación realizadas en el programa de seguimiento de las estrategias marinas (EEMM), es incompatible con el buen estado ambiental del BBHT de EMODNET "Roca infralitoral y arrecifes biogénicos". La evaluación preliminar realizada tanto para el BBHT como para los OHT mayoritarios, y mostrada en el presente informe, pone de manifiesto la mala calidad ambiental de la roca infralitoral en gran parte de la demarcación, siendo actualmente muy pocos los lugares donde no encontrar un hábitat alterado o degradado por la presencia de *R. okamurae*. Es por ello que uno de los principales objetivos del Programa de Seguimiento para el piso infralitoral rocoso de la DMESAL en el siguiente ciclo de las EEMM, será el seguimiento detallado de las estaciones "prístinas" para evaluar la progresión y el potencial efecto de la llegada de *R. okamurae* sobre las comunidades autóctonas.

Los efectos de la invasión de *R. okamurae* sobre las comunidades asociadas a la roca infralitoral incluyen una disminución significativa en la riqueza y cobertura de especies de algas autóctonas, como se ha documentado en este anexo, así como efectos potenciales sobre diferentes organismos



macro-bentónicos, algunos de los cuales representan especies estructurantes de hábitats con tasas de crecimiento lenta como gorgonias y corales (Rueda *et al.*, 2023). En cuanto a los efectos sobre la fauna asociada directamente al hábitat generado por la fronde del alga, fundamentalmente micro-invertebrados como crustáceos peracáridos y moluscos, existen varios trabajos que han documentado una alteración de la comunidad una vez el alga invasora domina el fondo marino (Navarro-Barranco *et al.*, 2018, 2019). El alcance de dicho efecto depende tanto del alga autóctona como del alga invasora, presentando en algunos casos una disminución tanto de riqueza como de diversidad, y por lo tanto disminuyendo la diversidad asociada a escala local y regional.

Cabe mencionar que una de las especies de invertebrados que caracteriza la roca infralitoral de la demarcación es el madreporario *Astroides calycularis*. Este coral, incluido en el Catálogo Español y Andaluz de Especies Amenazadas (LESRPE y LAESPE), forma microarrecifes de gran singularidad, estructurando uno de los hábitats esciáfilos más conspicuos y emblemáticos en los fondos duros someros de la demarcación. El impacto potencial de *R. okamurae* sobre las colonias de *A. calycularis* todavía no se ha analizado y evaluado, y constituiría uno de los objetivos a tratar de cubrir en el próximo ciclo de EEMM ya que una gran cantidad de frondes de *Rugulopteryx* sobre las colonias de *Astroides* dificultaría la alimentación de los pólipos, poniendo en riesgo la supervivencia de las colonias, especialmente en aquellos fondos donde la cobertura del alga invasora es muy elevada.



5. Referencias

Airoldi, L., Balata, D. Beck, M.W. 2008. The gray zone: relationships between habitat loss and marine diversity and their applications in conservation. J Exp Mar Biol Ecol 366(1-2):8-15

Altamirano Jeschke M., De la Rosa Álamos J., Martínez Medina FJ. 2016. Arribazones de la especie exótica Rugulopteryx okamurae (E.Y. Dawson) Hwang I.K., Lee W.J., Kim H.S., 2009 (Dictyotales, Ochrophyta) en el estrecho de Gibraltar: primera cita para el Atlántico y España. Algas 52, 20

Báez, JC., Real, R., Vargas, JM. *et al*., 2004. A biogeographical analysis of the genera Audouinella (Rhodophyta), Cystoseira (Phaeophyceae) and Cladophora (Chlorophyta) in the western Mediterranean Sea and Adriatic Sea. Phycologia 43:404–415

Ballesteros E. 1993. Species composition and structure of a photophilic algal community dominated by Halopteris scoparia (L.) Sauvageau from the North-Western Mediterranean. Collec Bot 22:5-24

Ballesteros E., Pinedo S. 2004. Los bosques de algas pardas y rojas. In: Luque AA, Templado J (coord) Praderas y bosques marinos de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, pp 199–222

Ballesteros E., Torras X., Pinedo S., García M., Mangialajo L., de Torres, M. 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. Mar Poll Bull 55: 172-180

Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. Oceanogr Mar Biol 44:123–195

Bevilacqua S., Airoldi L., Ballesteros E., Benedetti-Cecchi L., *et al*., 2021. Mediterranean rocky reefs in the Anthropocene: present status and future concerns. Adv Mar Biol 89:1–51.

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

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. Gulf Mex Sci 10(2): 85-96

Casoli E., Nicoletti L., Mastrantonio G., Jona-Lasinio G., Belluscio A., Ardizzone G.D. 2017. Scuba diving damage on coralligenous builders: Bryozoan species as an indicator of stress. Ecol Indic 74:441-450

Cebrian E., Ballesteros E. 2004. Zonation patterns of benthic communities in an upwelling area from the western Mediterranean (La Herradura, Alboran Sea). Sci Mar 68:69–84

Cebrian E., Ballesteros E., Canals M. 2000. Shallow rocky bottom benthic assemblages as calcium carbonate producers in the Alboran Sea (southwestern Mediterranean). Oceanologica Acta, 23: 311-322

Cheung W.W., Pitcher T.J., Pauly D. 2005. A fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. Biol Conserv, 124(1), 97-111

Clarke K., Marwink R. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation

Conde F. 1989. Ficogeografía del mar de Alborán en el contexto del Mediterráneo occidental. Anales Jard Bot Madrid 46:21–26

Conde F., Seoane JA. 1982. Corologia de las especies de algas en relación a ciertos factores ecológicos en el litoral malagueño. Collect Bot 13:783–802

Cormaci M., Furnari G., Catra M., Alongi G., Giaccone G. 2012. Flora marina bentónica del Mediterraneo: Phaeophyceae. Boll Accad Gioenia Sci Nat Catania 45:1-508

Cristobo J., Urgorri V., Solorzano Ronald Ríos P. 1993. Métodos de recogida, estudio y conservación de las colecciones de Poríferos. Int. Symp. & First World Congress on Preserv. and Conserv. of Nat. Hist. Col. 2. 277-287

Darmaraki S., Somot S., Sevault F., Nabat P., Cabos Narvaez W.D., Cavicchia L. *et al.*, 2019. Future evolution of marine heatwaves in the Mediterranean Sea. Clim Dyn 53(3–4): 1371–1392

Falkenberg L.J, Scanes E., Ducker J., Ross PM. 2021. Biotic habitats as refugia under ocean acidification. Conserv Physiol 9(1): coab077

Figuerola-Ferrando L., Garrabou J., Linares, C. 2024. A rapid assessment method to monitor the health status of habitat-forming species in coastal benthic ecosystems. Aquat Conserv 34(3): e4120

Flores-Moya A., Moreno D., de la Rosa J., Altamirano M., Bañares-España E. 2021. Seaweeds and seagrasses: the marine forests from the Alboran Sea. In: Báez J.C., Vázquez J.T, Camiñas J.A., Malouli M. (eds), Alboran Sea-Ecosystems and Marine Re-sources. Springer, Cham, pp. 247-284

Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K.M. Winker H. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. Fish and Fisheries 18(3), 506-526

Froese R., Pauly D. 2023. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2023)

García-Gómez J.C., Sempere-Valverde J., González A.R., Martínez-Chacón M., Olaya-Ponzone L., Sánchez-Moyano E., Ostalé-Valriberas E., Megina C. 2020. From exotic to invasive in record time: the extreme impact of Rugulopteryx okamurae (Dictyotales, Ochrophyta) in the strait of Gibraltar. Sci Total Environ 704:135408

Garrabou J., Coma R., Bensoussan N., Bally M., Chevaldonné P., Cigliano M., Diaz A., Harmelin, J.G., et al., 2009. Mass mortality in northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave. Glob Change Biol 15(5):1090–1103

Garrabou J., Gomez-Gras D., Medrano A., Cerrano C., Ponti M., Schlegel R. *et al.*, 2022. Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean Sea. Glob Change Biol 28(19):5708–5725

Gofas S., Goutayer J., Luque Á.A., Salas C., Templado J. 2014. Espacio marino de Alborán.

Gómez Garreta A., Barceló Martí M.C., Ribera Siguan M.A., Rull Lluch J. 2000. Cystoseiraceae. In: Gómez Garreta, A., (ed) Flora phycologica ibérica: Fucales Vol. I. Universidad de Murcia, Murcia, pp 89-166

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 Jour Mar Sci, 75(5), 1710-1721

Guidetti P., Baiata P., Ballesteros E., Di Franco A., Hereu B., Macpherson E., Micheli F., Pais A., Panzalis P., Rosenberg A.A, Zabala M., Sala E. 2014. Large-scale assessment of Mediterranean marine protected areas effects on fish assemblages. PLoS One, 9(4), e91841

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. Mar Envir Res, 102, 3-10

Guiry M.D. 2001. Macroalgae of Rhodophycota, Phaeophycota, Chlorophycota, and two genera of Xanthophycota. In: Costello M.J. *et al.*, (eds) European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. Coll Patrim Nat 50, pp 20-38.

Hwang I.K., Lee W.J., Kim H.S., de Clerck O. 2009. Taxonomic reappraisal of Dilophus okamurae (Dictyotales, Phaeophyta) from the Western Pacific Ocean. Phycologia, 48 (1), 1-12



Jones M.C., Cheung W.W. 2018. Using fuzzy logic to determine the vulnerability of marine species to climate change. Glob Chang Biol, 24(2), e719-e731.

Juanes, J.A., Guinda, X., Puente, A., Revilla, J.A. 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. Ecol Ind, 8, 351-359

Kruzic P., Zibrowius H., Pozar-Domac A. 2002. Actiniaria and Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa) from the Adriatic Sea: first records, confirmed occurrences and significant range extensions of certain species. Ital J Zool, 69:345- 353

Leví C. 1973. Systématique de la classe des Demospongiaria (Démosponges). Spongiaires, pp. 577-632

Luque Á.A., González J.T. 2004. Praderas y bosques marinos de Andalucía. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. 2022. Estrategia de control del alga Rugulopteryx okamurae en España

Navarro-Barranco C., Florido M., Ros M., González-Romero P., Guerra-García J.M. 2018. Impoverished mobile epifaunal assemblages associated with the invasive macroalga Asparagopsis taxiformis in the Mediterranean Sea. Mar Environ Res, 141:44-52

Navarro-Barranco C., Muñoz-Gómez B., Saiz D., Ros M., Guerra-García J.M., Altamirano M., Ostalé-Valriberas E., Moreira J. 2019. Can invasive habitat-forming species play the same role as native ones? The case of the exotic marine macroalga Rugulopteryx okamurae in the Strait of Gibraltar. Biol Inv, 21:3319-3334. https://doi.org/10.1007/s10530-019-02049-y

Nelson, W.A. 2009. Calcified macroalgae–critical to coastal ecosystems and vulnerable to change: a review. Mar Fres Res, 60(8): 787-801

Ocaña Ó, Afonso-Carrillo J, Ballesteros E. 2016. Massive proliferation of a dictyotalean species (Phaeophyceae, Ochrophyta) through the Strait of Gibraltar. Rev Acad Canar Cienc, Vol. XXVIII, 165-170

Orellana S., Hernández M., Sansón M. 2019. Diversity of Cystoseira sensu lato (Fucales, Phaeophyceae) in the eastern Atlantic and Mediterranean based on morphological and DNA evidence, including Carpodesmia gen. emend. Treptacantha gen. emend. Eur J Phycol, 54(3):447-465

Orfanidis S., Panayotidis P., Ugland K. 2011. Ecological Evaluation Index continuous formula (EEI-c) application: a step forward for functional groups, the formula and reference condition values. Med Mar Scie, 12(1), 199-232

Piazzi L., Bonaviri C., Castelli A., Ceccherelli G., Costa G., Curini-Galletti M., Langeneck J., Manconi R., Montefalcone M., Pipitone C., Rosso A., Pinna, S. 2018. Biodiversity in canopy-forming algae: Structure and spatial variability of the Mediterranean Cystoseira assemblages. Estuar Coast Shelf Sci, 207:132-141

Rueda J.L., Gofas S., Aguilar R., de la Torriente A., García Raso J.E., Lo Iacono C., Luque A., *et al.*, 2021. Benthic fauna of littoral and deep-sea habitats of the Alboran Sea: A hotspot of biodiversity. In: Báez J.C., Vázquez J.T, Camiñas J.A., Malouli M. (eds), Alboran Sea-Ecosystems and Marine Re-sources. Springer, Cham, pp. 285-358

Rueda J.L., Mena-Torres A., Gallardo-Núñez M., González-García E., Martín-Arjona A., Valenzuela J., *et al.*, 2023. Spatial Distribution and Potential Impact of Drifted Thalli of the Invasive Alga Rugulopteryx okamurae in Circalittoral and Bathyal Habitats of the Northern Strait of Gibraltar and the Alboran Sea. Diversity, 15(12):1206

Sala E., Ballesteros E., Dendrinos P., Di Franco A., Ferretti F., Foley D., Fraschetti S., *et al.*, 2012. The structure of mediterranean rocky reef ecosystems across environmental and human gradients, and conservation implications. PLoS One, 7(2): e32742



Sales M., Cebrian E., Tomas F., Ballesteros E. 2011. Pollution impacts and recovery potential in three species of the genus Cystoseira (Fucales, Heterokontophyta). Estuar Coast Shelf Sci, 92(3): 347-357

Sánchez-Moyano J.E., Estacio F.J., García-Adiego E.M., García-Gómez J.C. 2000. The molluscan epifauna of the alga Halopteris scoparia in southern Spain as a bioindicator of coastal environmental conditions. J Mol Stud, 66(4):431-448

Serrano A, de la Torriente A, Punzón A, *et al*., 2022. Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. Ecol Indic, 140:108979

Van der Linden P., Patricio J., Marchini A., Cid N., Neto J., Marques J. 2012. A biological trait approach to assess the functional composition of subtidal benthic communities in an estuarine ecosystem. Ecol Indic, 20, 121–133

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

Wells E., Wilkinson M., Wood P., Scanlan C. 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. Mar Poll Bull, 55(1-6), 151-161.



ANEXO I: FLORA

Anexo 1. Listado florístico de las algas observadas en el presente programa de seguimiento en la DMESAL.

Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chlorophyta	Ulvophyceae	Anadyomenaceae	*Microdictyon umbilicatum*	1	0,001
Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidaceae	*Bryopsis plumosa*	52	0,066
Chlorophyta	Ulvophyceae	Caulerpaceae	*Caulerpa cylindracea*	1087	1,372
Chlorophyta	Ulvophyceae	Caulerpaceae	*Caulerpa prolifera*	3	0,004
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophoraceae	*Cladophora* sp.	241	0,304
Chlorophyta	Ulvophyceae	Cladophoraceae	*Lychaete pellucida*	23	0,029
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium adhaerens*	1	0,001
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium bursa*	409	0,516
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium decorticatum*	159	0,201
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium effusum*	139	0,175
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium fragile*	18	0,023
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium tomentosum*	12	0,015
Chlorophyta	Ulvophyceae	Codiaceae	*Codium vermilara*	89	0,112
Chlorophyta	Ulvophyceae	Dasycladaceae	*Dasycladus vermicularis*	56	0,071
Chlorophyta	Ulvophyceae	Derbesiaceae	*Derbesia* sp.	7	0,009
Chlorophyta	Ulvophyceae	Halimedaceae	*Flabellia petiolata*	4005	5,055
Chlorophyta	Ulvophyceae	Halimedaceae	*Halimeda tuna*	20	0,025
Chlorophyta	Ulvophyceae	Kornmanniaceae	*Blidingia minima*	34	0,043
Chlorophyta	Ulvophyceae	Polyphysaceae	*Acetabularia acetabulum*	335	0,423
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvaceae	*Ulva compressa*	16	0,020
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvaceae	*Ulva rigida*	3	0,004
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulvaceae	*Ulva* sp.	6	0,008
Chlorophyta	Ulvophyceae	Valoniaceae	*Valonia macrophysa*	5	0,006
Chlorophyta	Ulvophyceae	Valoniaceae	*Valonia utricularis*	1	0,001



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Cyanobacteria	Cyanophyceae		Cyanophycea sp.	186	0,235
Ochrophyta	Phaeophyceae	Acinetosporaceae	*Acinetospora crinita*	124	0,157
Ochrophyta	Phaeophyceae	Acinetosporaceae	*Feldmannia lebelii*	641	0,809
Ochrophyta	Phaeophyceae	Acinetosporaceae	*Feldmannia mitchelliae*	82	0,104
Ochrophyta	Phaeophyceae	Arthrocladiaceae	*Arthrocladia villosa*	1	0,001
Ochrophyta	Phaeophyceae	Chordariaceae	*Liebmannia leveillei*	2	0,003
Ochrophyta	Phaeophyceae	Chordariaceae	*Mesogloia vermiculata*	8	0,010
Ochrophyta	Phaeophyceae	Cladostephaceae	*Cladostephus spongiosus*	770	0,972
Ochrophyta	Phaeophyceae	Cutleriaceae	*Cutleria multifida*	3	0,004
Ochrophyta	Phaeophyceae	Cutleriaceae	*Zanardinia typus*	9	0,011
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Dictyopteris lucida*	54	0,068
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Dictyopteris polypodioides*	2411	3,043
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Dictyota cyanoloma*	875	1,104
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Dictyota implexa*	1261	1,592
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Dictyota* sp.	4378	5,526
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Lobophora* sp.	18	0,023
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Padina pavonica*	2034	2,567
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Rugulopteryx okamurae*	22309	28,160
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Taonia atomaria*	480	0,606
Ochrophyta	Phaeophyceae	Dictyotaceae	*Zonaria tournefortii*	340	0,429
Ochrophyta	Phaeophyceae	Ectocarpaceae	*Ectocarpus siliculosus*	4	0,005
Ochrophyta	Phaeophyceae	Phyllariaceae	*Phyllariopsis brevipes*	12	0,015
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Cystoseira compressa*	11	0,014
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Cystoseira foeniculacea*	2	0,003
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Cystoseira mediterranea*	395	0,499
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Cystoseira nodicaulis*	254	0,321



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Cystoseira* spp.	2369	2,990
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Cystoseira usneoides*	73	0,092
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Sargassum* sp.	414	0,523
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sargassaceae	*Treptacantha abies-marina*	64	0,081
Ochrophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	*Colpomenia peregrina*	38	0,048
Ochrophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	*Colpomenia sinuosa*	130	0,164
Ochrophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	*Colpomenia* sp.	8	0,010
Ochrophyta	Phaeophyceae	Scytosiphonaceae	*Hydroclathrus clathratus*	3	0,004
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sphacelariaceae	*Sphacelaria plumula*	13	0,016
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sphacelariaceae	*Sphacelaria tribuloides*	89	0,112
Ochrophyta	Phaeophyceae	Sporochnaceae	*Sporochnus* sp.	114	0,144
Ochrophyta	Phaeophyceae	Stypocaulaceae	*Halopteris filicina*	3620	4,569
Ochrophyta	Phaeophyceae	Stypocaulaceae	*Halopteris scoparia*	2448	3,090
Ochrophyta	Phaeophyceae	Stypocaulaceae	*Halopteris* sp.	175	0,221
Rhodophyta	Florideophyceae	Bonnemaisoniaceae	*Asparagopsis armata*	2046	2,583
Rhodophyta	Florideophyceae	Bonnemaisoniaceae	*Asparagopsis taxiformis*	1449	1,829
Rhodophyta	Florideophyceae	Bonnemaisoniaceae	*Bonnemaisonia asparagoides*	261	0,329
Rhodophyta	Florideophyceae	Calosiphoniaceae	*Calosiphonia vermicularis*	19	0,024
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiaceae	*Acrothamnion preissii*	5	0,006
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiaceae	*Pterothamnion plumula*	3	0,004
Rhodophyta	Florideophyceae	Champiaceae	*Champia parvula*	1	0,001
Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinaceae	*Corallina* sp.	46	0,058
Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinaceae	*Ellisolandia elongata*	646	0,815
Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinaceae	*Jania* sp.	2724	3,438
Rhodophyta	Florideophyceae	Cystocloniaceae	*Hypnea musciformis*	1	0,001



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Rhodophyta	Florideophyceae	Cystocloniaceae	*Hypnea spinella*	81	0,102
Rhodophyta	Florideophyceae	Delesseriaceae	*Cottoniella filamentosa*	168	0,212
Rhodophyta	Florideophyceae	Faucheaceae	*Gloiocladia* sp.	28	0,035
Rhodophyta	Florideophyceae	Galaxauraceae	*Tricleocarpa fragilis*	10	0,013
Rhodophyta	Florideophyceae	Gelidiaceae	*Gelidium pectinatum*	19	0,024
Rhodophyta	Florideophyceae	Gelidiaceae	*Gelidium spinosum*	2	0,003
Rhodophyta	Florideophyceae	Grateloupiaceae	*Mariaramirezia lapathifolia*	3	0,004
Rhodophyta	Florideophyceae	Halymeniaceae	*Halymenia floresii*	70	0,088
Rhodophyta	Florideophyceae	Halymeniaceae	*Halymenia* sp.	9	0,011
Rhodophyta	Florideophyceae	Hildenbrandiaceae	*Hildenbrandia* sp.	60	0,076
Rhodophyta	Florideophyceae	Hydrolithaceae	*Hydrolithon farinosum*	17	0,021
Rhodophyta	Florideophyceae	Kallymeniaceae	*Kallymenia* sp.	5	0,006
Rhodophyta	Florideophyceae	Liagoraceae	*Liagora distenta*	1	0,001
Rhodophyta	Florideophyceae	Liagoraceae	*Liagora viscida*	19	0,024
Rhodophyta	Florideophyceae	Lithophyllaceae	*Amphiroa beauvoisii*	26	0,033
Rhodophyta	Florideophyceae	Lithophyllaceae	*Amphiroa rigida*	86	0,109
Rhodophyta	Florideophyceae	Lithophyllaceae	*Amphiroa rubra*	11	0,014
Rhodophyta	Florideophyceae	Lithophyllaceae	*Amphiroa* sp.	7	0,009
Rhodophyta	Florideophyceae	Nemastomataceae	*Predaea ollivieri*	3	0,004
Rhodophyta	Florideophyceae	Peyssonneliaceae	*Peyssonnelia* spp.	1379	1,741
Rhodophyta	Florideophyceae	Plocamiaceae	*Plocamium cartilagineum*	860	1,086
Rhodophyta	Florideophyceae	Pterocladiaceae	*Pterocladiella capillacea*	21	0,027
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	*Halopithys incurva*	92	0,116
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	*Laurencia chondrioides*	6	0,008
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	*Lophocladia lallemandii*	178	0,225
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	*Osmundea pelagosae*	2	0,003



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	*Vertebrata byssoides*	46	0,058
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodomelaceae	*Womersleyella setacea*	176	0,222
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodymeniaceae	*Botryocladia* sp.	6	0,008
Rhodophyta	Florideophyceae	Rhodymeniaceae	*Chrysymenia ventricosa*	2	0,003
Rhodophyta	Florideophyceae	Scinaiaceae	*Scinaia complanata*	7	0,009
Rhodophyta	Florideophyceae	Sebdeniaceae	*Sebdenia dichotoma*	5	0,006
Rhodophyta	Florideophyceae	Sphaerococcaceae	*Sphaerococcus coronopifolius*	3206	4,047
Rhodophyta	Florideophyceae	Wrangeliaceae	*Bornetia secundiflora*	4	0,005
Rhodophyta	Florideophyceae	Wrangeliaceae	*Wrangelia penicillata*	107	0,135
Rhodophyta	Florideophyceae		Complejo *Lithophyllum-Mesophyllum*	5573	7,035
Rhodophyta			Alga roja filamentosa	17	0,021
			Turf	6765	8,539



ANEXO II: FAUNA INVERTEBRADOS

Anexo 2. Listado faunístico de los invertebrados observados en el presente programa de seguimiento en la DMESAL.

Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Annelida	Polychaeta	Amphinomidae	*Hermodice carunculata*	3	0,012
Annelida	Polychaeta	Bonelliidae	*Bonellia viridis*	72	0,292
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Bispira volutacornis*	1	0,004
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Branchiomma luctuosum*	2	0,008
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Myxicola aesthetica*	2	0,008
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Sabella discifera*	478	1,938
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Sabella pavonina*	4	0,016
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Sabella* sp.	13	0,053
Annelida	Polychaeta	Sabellidae	*Sabella spallanzanii*	53	0,215
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	Complejo *Filograna-Salmacina*	145	0,588
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Ficopomatus enigmaticus*	2	0,008
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Filograna implexa*	31	0,126
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Janua pagenstecheri*	110	0,446
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Protula intestinum*	270	1,094
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Protula* sp.	21	0,085
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Protula tubularia*	176	0,713
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Serpula vermicularis*	146	0,592
Annelida	Polychaeta	Serpulidae	*Spirobranchus triqueter*	116	0,470
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Eupolymnia nebulosa*	225	0,912
Annelida	Polychaeta	Terebellidae	*Polycirrus* sp.	429	1,739
Annelida	Polychaeta		Errantia sp.	152	0,616
Arthropoda	Malacostraca	Diogenidae	*Calcinus tubularis*	16	0,065
Arthropoda	Malacostraca	Diogenidae	*Clibanarius erythropus*	15	0,061
Arthropoda	Malacostraca	Diogenidae	*Dardanus arrosor*	1	0,004



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Arthropoda	Malacostraca	Diogenidae	*Dardanus calidus*	10	0,041
Arthropoda	Malacostraca	Eriphiidae	*Eriphia* sp.	1	0,004
Arthropoda	Malacostraca	Galatheidae	*Galathea* sp.	1	0,004
Arthropoda	Malacostraca	Galatheidae	*Galathea strigosa*	4	0,016
Arthropoda	Malacostraca	Inachidae	*Inachus phalangium*	4	0,016
Arthropoda	Malacostraca	Inachidae	*Macropodia longirostris*	1	0,004
Arthropoda	Malacostraca	Majidae	*Maja squinado*	4	0,016
Arthropoda	Malacostraca	Paguridae	Paguridae sp.	3	0,012
Arthropoda	Malacostraca	Paguridae	*Pagurus anachoretus*	13	0,053
Arthropoda	Malacostraca	Paguridae	*Pagurus cuanensis*	4	0,016
Arthropoda	Malacostraca	Palaemonidae	*Periclimenes sagittifer*	1	0,004
Arthropoda	Malacostraca	Palaemonidae	*Pontonia pinnophylax*	1	0,004
Arthropoda	Malacostraca	Pilumnidae	*Pilumnus* sp.	1	0,004
Arthropoda	Thecostraca	Balanidae	*Amphibalanus amphitrite*	20	0,081
Arthropoda	Thecostraca	Balanidae	*Perforatus perforatus*	11	0,045
Arthropoda	Thecostraca	Pyrgomatidae	*Adna anglica*	3	0,012
Bryozoa	Gymnolaemata	Adeonidae	*Adeonella calveti*	1	0,004
Bryozoa	Gymnolaemata	Adeonidae	*Reptadeonella violacea*	634	2,570
Bryozoa	Gymnolaemata	Bitectiporidae	*Pentapora fascialis*	37	0,150
Bryozoa	Gymnolaemata	Bitectiporidae	*Schizomavella mamillata*	73	0,296
Bryozoa	Gymnolaemata	Bugulidae	*Bugula neritina*	21	0,085
Bryozoa	Gymnolaemata	Bugulidae	*Bugulina calathus*	12	0,049
Bryozoa	Gymnolaemata	Bugulidae	*Bugulina turbinata*	3	0,012
Bryozoa	Gymnolaemata	Candidae	*Caberea boryi*	65	0,263
Bryozoa	Gymnolaemata	Cellariidae	*Cellaria fistulosa*	1	0,004
Bryozoa	Gymnolaemata	Celleporidae	*Cellepora pumicosa*	20	0,081



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Bryozoa	Gymnolaemata	Celleporidae	*Turbicellepora magnicostata*	101	0,409
Bryozoa	Gymnolaemata	Flustridae	*Chartella tenella*	44	0,178
Bryozoa	Gymnolaemata	Margarettidae	*Margaretta cereoides*	1	0,004
Bryozoa	Gymnolaemata	Membraniporidae	*Membranipora membranacea*	1	0,004
Bryozoa	Gymnolaemata	Myriaporidae	*Myriapora truncata*	1041	4,220
Bryozoa	Gymnolaemata	Pherusellidae	*Pherusella tubulosa*	2	0,008
Bryozoa	Gymnolaemata	Phidoloporidae	*Reteporella grimaldii*	10	0,041
Bryozoa	Gymnolaemata	Phidoloporidae	*Rhynchozoon neapolitanum*	36	0,146
Bryozoa	Gymnolaemata	Schizoporellidae	*Schizobrachiella sanguinea*	33	0,134
Bryozoa	Gymnolaemata	Schizoporellidae	*Schizoporella dunkeri*	29	0,118
Bryozoa	Gymnolaemata		Briozoa sp.1	11	0,045
Bryozoa	Gymnolaemata		Briozoa sp.2	44	0,178
Bryozoa	Gymnolaemata		Bryozoa sp.3	5	0,020
Chordata	Ascidiacea	Ascidiidae	*Ascidia mentula*	5	0,020
Chordata	Ascidiacea	Ascidiidae	*Phallusia fumigata*	37	0,150
Chordata	Ascidiacea	Ascidiidae	*Phallusia mammillata*	9	0,036
Chordata	Ascidiacea	Cionidae	*Ciona intestinalis*	3	0,012
Chordata	Ascidiacea	Clavelinidae	*Clavelina dellavallei*	146	0,592
Chordata	Ascidiacea	Clavelinidae	*Clavelina lepadiformis*	62	0,251
Chordata	Ascidiacea	Clavelinidae	*Pycnoclavella aurilucens*	38	0,154
Chordata	Ascidiacea	Clavelinidae	*Pycnoclavella communis*	189	0,766
Chordata	Ascidiacea	Clavelinidae	*Pycnoclavella nana*	19	0,077
Chordata	Ascidiacea	Diazonidae	*Diazona violacea*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Diazonidae	*Rhopalaea neapolitana*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	Didemnidae sp.	334	1,354
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Didemnum commune*	135	0,547



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Didemnum coriaceum*	1	0,004
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Didemnum fulgens*	3	0,012
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Didemnum lahillei*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Didemnum maculosum*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Diplosoma spongiforme*	79	0,320
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Lissoclinum perforatum*	69	0,280
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Lissoclinum weigelei*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Polysyncraton bilobatum*	1	0,004
Chordata	Ascidiacea	Didemnidae	*Polysyncraton lacazei*	14	0,057
Chordata	Ascidiacea	Polycitoridae	*Cystodytes* sp.	112	0,454
Chordata	Ascidiacea	Polycitoridae	*Polycitor adriaticus*	96	0,389
Chordata	Ascidiacea	Polycitoridae	*Polycitor* sp.	3	0,012
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Aplidium conicum*	12	0,049
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Aplidium elegans*	22	0,089
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Aplidium nordmanni*	5	0,020
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Aplidium punctum*	82	0,332
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Aplidium* sp.	57	0,231
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Aplidium tabarquensis*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Polyclinidae	*Synoicum blochmanni*	9	0,036
Chordata	Ascidiacea	Pseudodistomidae	*Pseudodistoma crucigaster*	50	0,203
Chordata	Ascidiacea	Pseudodistomidae	*Pseudodistoma cyrnusense*	1	0,004
Chordata	Ascidiacea	Pseudodistomidae	*Pseudodistoma obscurum*	26	0,105
Chordata	Ascidiacea	Pyuridae	*Halocynthia papillosa*	33	0,134
Chordata	Ascidiacea	Pyuridae	*Microcosmus sabatieri*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Pyuridae	*Pyura dura*	2	0,008
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Botrylloides leachii*	1	0,004



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Botryllus schlosseri*	1	0,004
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Botryllus* sp.	1	0,004
Chordata	Ascidiacea	Styelidae	*Stolonica socialis*	3	0,012
Chordata	Ascidiacea		Ascidiacea sp.	10	0,041
Cnidaria	Hexacorallia	Actiniidae	*Actinia striata*	1	0,004
Cnidaria	Hexacorallia	Actiniidae	Complejo *Anemonia sulcata-viridis*	1239	5,022
Cnidaria	Hexacorallia	Actiniidae	*Cribrinopsis crassa*	2	0,008
Cnidaria	Hexacorallia	Aiptasiidae	*Aiptasia mutabilis*	304	1,232
Cnidaria	Hexacorallia	Aiptasiidae	Complejo *Aiptasia couchii-diaphana*	68	0,276
Cnidaria	Hexacorallia	Aiptasiidae	*Exaiptasia diaphana*	124	0,503
Cnidaria	Hexacorallia	Aliciidae	*Alicia mirabilis*	6	0,024
Cnidaria	Hexacorallia	Caryophylliidae	*Caryophyllia inornata*	7	0,028
Cnidaria	Hexacorallia	Caryophylliidae	*Caryophylliidae sp*	30	0,122
Cnidaria	Hexacorallia	Caryophylliidae	*Phyllangia americana*	20	0,081
Cnidaria	Hexacorallia	Caryophylliidae	*Polycyathus muellerae*	70	0,284
Cnidaria	Hexacorallia	Cerianthidae	*Cerianthus membranaceus*	26	0,105
Cnidaria	Hexacorallia	Cladocoridae	*Cladocora caespitosa*	52	0,211
Cnidaria	Hexacorallia	Corallimorphidae	*Corynactis viridis*	20	0,081
Cnidaria	Hexacorallia	Dendrophylliidae	*Astroides calycularis*	3325	13,478
Cnidaria	Hexacorallia	Dendrophylliidae	*Balanophyllia europaea*	33	0,134
Cnidaria	Hexacorallia	Dendrophylliidae	*Balanophyllia regia*	147	0,596
Cnidaria	Hexacorallia	Dendrophylliidae	Dendrophylliidae *sp*	480	1,946
Cnidaria	Hexacorallia	Dendrophylliidae	*Leptopsammia pruvoti*	13	0,053
Cnidaria	Hexacorallia	Epizoanthidae	*Epizoanthus arenaceus*	46	0,186
Cnidaria	Hexacorallia	Epizoanthidae	*Epizoanthus paxii*	5	0,020



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Cnidaria	Hexacorallia	Hormathiidae	*Adamsia palliata*	1	0,004
Cnidaria	Hexacorallia	Oculinidae	*Oculina patagonica*	29	0,118
Cnidaria	Hexacorallia	Parazoanthidae	*Parazoanthus axinellae*	186	0,754
Cnidaria	Hexacorallia	Phymanthidae	*Phymanthus pulcher*	3	0,012
Cnidaria	Hexacorallia	Pocilloporidae	*Madracis pharensis*	2	0,008
Cnidaria	Hexacorallia	Sagartiidae	*Actinothoe sphyrodeta*	15	0,061
Cnidaria	Hexacorallia	Sagartiidae	*Cereus pedunculatus*	36	0,146
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Aglaophenia acacia*	41	0,166
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Aglaophenia kirchenpaueri*	146	0,592
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Aglaophenia octodonta*	53	0,215
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Aglaophenia pluma*	268	1,086
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Aglaophenia* sp.	21	0,085
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Aglaophenia tubiformis*	5	0,020
Cnidaria	Hydrozoa	Aglaopheniidae	*Cladocarpus sigma*	1	0,004
Cnidaria	Hydrozoa	Campanulariidae	*Obelia dichotoma*	2	0,008
Cnidaria	Hydrozoa	Eudendriidae	*Eudendrium racemosum*	50	0,203
Cnidaria	Hydrozoa	Eudendriidae	*Eudendrium rameum*	32	0,130
Cnidaria	Hydrozoa	Eudendriidae	*Eudendrium* sp.	3	0,012
Cnidaria	Hydrozoa	Halopteridídae	*Antennella siliquosa*	3	0,012
Cnidaria	Hydrozoa	Oceaniidae	*Turritopsis dohrnii*	10	0,041
Cnidaria	Hydrozoa	Pennariidae	*Pennaria disticha*	6	0,024
Cnidaria	Hydrozoa	Sertularellidae	*Sertularella ellisii*	10	0,041
Cnidaria	Hydrozoa	Sertularellidae	*Sertularella gayi*	1	0,004
Cnidaria	Hydrozoa	Sertularellidae	*Sertularella mediterranea*	29	0,118
Cnidaria	Hydrozoa	Sertularellidae	Sertularellidae sp.	18	0,073
Cnidaria	Hydrozoa	Sertulariidae	*Sertularia marginata*	12	0,049



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Cnidaria	Hydrozoa	Sertulariidae	*Sertularia perpusilla*	3	0,012
Cnidaria	Hydrozoa	Sertulariidae	*Sertularia* sp.	16	0,065
Cnidaria	Hydrozoa		Hydrozoa sp.	5	0,020
Cnidaria	Octocorallia	Alcyoniidae	*Alcyonium palmatum*	190	0,770
Cnidaria	Octocorallia	Alcyoniidae	*Alcyonium* sp.	3	0,012
Cnidaria	Octocorallia	Clavulariidae	*Clavularia carpediem*	19	0,077
Cnidaria	Octocorallia	Clavulariidae	*Clavularia crassa*	210	0,851
Cnidaria	Octocorallia	Cornulariidae	*Cornularia cornucopiae*	13	0,053
Cnidaria	Octocorallia	Eunicellidae	*Eunicella cavolini*	1	0,004
Cnidaria	Octocorallia	Eunicellidae	*Eunicella gazella*	35	0,142
Cnidaria	Octocorallia	Eunicellidae	*Eunicella labiata*	20	0,081
Cnidaria	Octocorallia	Eunicellidae	*Eunicella singularis*	1547	6,271
Cnidaria	Octocorallia	Eunicellidae	*Eunicella verrucosa*	59	0,239
Cnidaria	Octocorallia	Gorgoniidae	*Leptogorgia sarmentosa*	474	1,921
Cnidaria	Octocorallia	Paralcyoniidae	*Maasella edwardsii*	18	0,073
Cnidaria	Octocorallia	Sarcodictyonidae	*Sarcodictyon catenatum*	1	0,004
Cnidaria	Octocorallia		*Rolandia coralloides*	6	0,024
Echinodermata	Asteroidea	Asteriidae	*Coscinasterias tenuispina*	4	0,016
Echinodermata	Asteroidea	Asteriidae	*Marthasterias glacialis*	5	0,020
Echinodermata	Asteroidea	Echinasteridae	*Echinaster sepositus*	86	0,349
Echinodermata	Asteroidea	Ophidiasteridae	*Hacelia attenuata*	1	0,004
Echinodermata	Asteroidea	Ophidiasteridae	*Ophidiaster ophidianus*	71	0,288
Echinodermata	Crinoidea	Antedonidae	*Antedon mediterranea*	34	0,138
Echinodermata	Echinoidea	Arbaciidae	*Arbacia lixula*	407	1,650
Echinodermata	Echinoidea	Diadematidae	*Centrostephanus longispinus*	2	0,008
Echinodermata	Echinoidea	Echinidae	*Gracilechinus acutus*	7	0,028



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Echinodermata	Echinoidea	Parechinidae	*Paracentrotus lividus*	958	3,883
Echinodermata	Echinoidea	Toxopneustidae	*Sphaerechinus granularis*	104	0,422
Echinodermata	Holothuroidea	Cucumariidae	*Aslia lefevrei*	129	0,523
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriidae	*Holothuria arguinensis*	12	0,049
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriidae	*Holothuria forskali*	93	0,377
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriidae	*Holothuria poli*	142	0,576
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriidae	*Holothuria sanctori*	235	0,953
Echinodermata	Holothuroidea	Holothuriidae	*Holothuria tubulosa*	144	0,584
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiodermatidae	*Ophioderma longicauda*	3	0,012
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiotrichidae	*Ophiothrix fragilis*	3	0,012
Echinodermata	Ophiuroidea		Ophiuroidea sp.	1	0,004
Mollusca	Bivalvia	Arcidae	*Arca noae*	8	0,032
Mollusca	Bivalvia	Gastrochaenidae	*Rocellaria dubia*	3	0,012
Mollusca	Bivalvia	Limidae	*Lima lima*	6	0,024
Mollusca	Bivalvia	Limidae	*Limaria hians*	2	0,008
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	*Lithophaga lithophaga*	7	0,028
Mollusca	Bivalvia	Pinnidae	*Pinna rudis*	17	0,069
Mollusca	Bivalvia	Spondylidae	*Spondylus gaederopus*	2	0,008
Mollusca	Cephalopoda	Octopodidae	*Octopus vulgaris*	3	0,012
Mollusca	Gastropoda	Calliostomatidae	*Calliostoma zizyphinum*	13	0,053
Mollusca	Gastropoda	Calycidoridae	*Diaphorodoris alba*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Calycidoridae	*Diaphorodoris papillata*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Cassidae	*Semicassis granulata*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Cerithiidae	*Cerithium lividulum*	3	0,012
Mollusca	Gastropoda	Cerithiidae	*Cerithium* sp.	3	0,012
Mollusca	Gastropoda	Cerithiidae	*Cerithium vulgatum*	126	0,511



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Mollusca	Gastropoda	Charoniidae	*Charonia lampas*	6	0,024
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare bilineata*	8	0,032
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare fontandraui*	10	0,041
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare orsinii*	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare picta*	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare* sp.	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare tricolor*	32	0,130
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimare villafranca*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimida binza*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimida krohni*	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Chromodorididae	*Felimida purpurea*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Columbellidae	*Columbella rustica*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Conidae	*Conus ventricosus*	5	0,020
Mollusca	Gastropoda	Cypraeidae	*Luria lurida*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Discodorididae	*Peltodoris atromaculata*	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Discodorididae	*Platydoris argo*	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Facelinidae	*Caloria elegans*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Facelinidae	*Cratena peregrina*	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Flabellinidae	*Edmundsella pedata*	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Flabellinidae	*Flabellina affinis*	13	0,053
Mollusca	Gastropoda	Flabellinidae	*Flabellina ischitana*	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Flabellinidae	*Flabellina* sp.	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Flabellinidae	*Paraflabellina ischitana*	6	0,024
Mollusca	Gastropoda	Goniodorididae	*Trapania maculata*	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Lottiidae	*Tectura virginea*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Mitridae	*Episcomitra cornicula*	1	0,004



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Mollusca	Gastropoda	Mitridae	*Mitra zonata*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	*Coralliophila meyendorffii*	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	*Hexaplex trunculus*	50	0,203
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	*Ocenebra edwardsii*	10	0,041
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	*Ocinebrina aciculata*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	*Stramonita haemastoma*	3	0,012
Mollusca	Gastropoda	Myrrhinidae	*Dondice banyulensis*	2	0,008
Mollusca	Gastropoda	Nassariidae	*Tritia incrassata*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Nassariidae	*Tritia neritea*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Ovulidae	*Simnia spelta*	5	0,020
Mollusca	Gastropoda	Patellidae	*Patella* sp.	3	0,012
Mollusca	Gastropoda	Plakobranchidae	*Thuridilla hopei*	10	0,041
Mollusca	Gastropoda	Polyceridae	*Tambja ceutae*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Samlidae	*Luisella babai*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Tudiclidae	*Buccinulum corneum*	1	0,004
Mollusca	Gastropoda	Tudiclidae	*Euthria cornea*	4	0,016
Mollusca	Gastropoda	Turbinidae	*Bolma rugosa*	36	0,146
Mollusca	Gastropoda	Vermetidae	*Thylacodes arenarius*	70	0,284
Mollusca	Gastropoda	Vermetidae	*Vermetus* spp.	30	0,122
Mollusca	Polyplacophora	Acanthochitonidae	*Acanthochitona fascicularis*	1	0,004
Mollusca	Polyplacophora	Chitonidae	*Rhyssoplax olivacea*	2	0,008
Mollusca	Polyplacophora	Tonicellidae	*Lepidochitona caprearum*	1	0,004
Nemertea	Pilidiophora	Lineidae	*Notospermus geniculatus*	1	0,004
Phoronida		Phoronidae	*Phoronis hippocrepia*	1	0,004
Platyhelminthes		Euryleptidae	*Prostheceraeus roseus*	24	0,097
Porifera	Calcarea	Clathrinidae	*Clathrina clathrus*	36	0,146



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Porifera	Calcarea	Clathrinidae	*Clathrina coriacea*	52	0,211
Porifera	Calcarea	Dendyidae	*Ascandra contorta*	2	0,008
Porifera	Calcarea	Syconidae	*Sycon raphanus*	5	0,020
Porifera	Demospongiae	Agelasidae	*Agelas oroides*	17	0,069
Porifera	Demospongiae	Aplysinidae	*Aplysina* sp.	3	0,012
Porifera	Demospongiae	Axinellidae	*Axinella damicornis*	47	0,191
Porifera	Demospongiae	Axinellidae	*Axinella polypoides*	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Axinellidae	Axinellidae sp.	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Chalinidae	*Haliclona fulva*	43	0,174
Porifera	Demospongiae	Chalinidae	*Haliclona mediterranea*	9	0,036
Porifera	Demospongiae	Chalinidae	*Haliclona mucosa*	11	0,045
Porifera	Demospongiae	Chalinidae	*Haliclona* sp.	158	0,640
Porifera	Demospongiae	Chondrosiidae	*Chondrosia reniformis*	430	1,743
Porifera	Demospongiae	Clionaidae	*Cliona celata*	110	0,446
Porifera	Demospongiae	Clionaidae	*Cliona schmidtii*	62	0,251
Porifera	Demospongiae	Clionaidae	*Cliona viridis*	329	1,334
Porifera	Demospongiae	Crambeidae	*Crambe crambe*	2140	8,675
Porifera	Demospongiae	Crellidae	*Crella elegans*	41	0,166
Porifera	Demospongiae	Darwinellidae	*Aplysilla rosea*	20	0,081
Porifera	Demospongiae	Darwinellidae	*Aplysilla sulfurea*	8	0,032
Porifera	Demospongiae	Darwinellidae	Complejo *Aplysilla-Chelonaplysilla*	11	0,045
Porifera	Demospongiae	Darwinellidae	Darwinellidae sp.	4	0,016
Porifera	Demospongiae	Dictyonellidae	*Acanthella acuta*	23	0,093
Porifera	Demospongiae	Dictyonellidae	*Dictyonella incisa*	18	0,073
Porifera	Demospongiae	Dictyonellidae	*Dictyonella* sp.	11	0,045



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Porifera	Demospongiae	Dysideidae	*Dysidea avara*	95	0,385
Porifera	Demospongiae	Dysideidae	*Dysidea fragilis*	33	0,134
Porifera	Demospongiae	Dysideidae	*Dysidea* sp.	5	0,020
Porifera	Demospongiae	Dysideidae	*Pleraplysilla* sp.	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Dysideidae	*Pleraplysilla spinifera*	12	0,049
Porifera	Demospongiae	Geodiidae	*Pachymatisma johnstoni*	6	0,024
Porifera	Demospongiae	Halichondriidae	*Axinyssa digitata*	3	0,012
Porifera	Demospongiae	Hymedesmiidae	Complejo *Phorbas fictitius-topsenti*	80	0,324
Porifera	Demospongiae	Hymedesmiidae	*Hemimycale columella*	24	0,097
Porifera	Demospongiae	Hymedesmiidae	*Hymedesmia paupertas*	6	0,024
Porifera	Demospongiae	Hymedesmiidae	*Phorbas tenacior*	588	2,383
Porifera	Demospongiae	Ianthellidae	*Hexadella crypta*	4	0,016
Porifera	Demospongiae	Ianthellidae	*Hexadella racovitzai*	13	0,053
Porifera	Demospongiae	Irciniidae	*Ircinia oros*	34	0,138
Porifera	Demospongiae	Irciniidae	*Ircinia variabilis*	65	0,263
Porifera	Demospongiae	Irciniidae	*Irciniidae* sp.	8	0,032
Porifera	Demospongiae	Irciniidae	*Sarcotragus fasciculatus*	281	1,139
Porifera	Demospongiae	Irciniidae	*Sarcotragus foetidus*	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Irciniidae	*Sarcotragus spinosulus*	284	1,151
Porifera	Demospongiae	Merliidae	*Merlia normani*	2	0,008
Porifera	Demospongiae	Petrosiidae	*Petrosia ficiformis*	29	0,118
Porifera	Demospongiae	Raspailiidae	*Raspaciona aculeata*	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Spirastrellidae	*Spirastrella cunctatrix*	62	0,251
Porifera	Demospongiae	Spongiidae	*Spongia (Spongia) agaricina*	4	0,016
Porifera	Demospongiae	Spongiidae	*Spongia lamella*	4	0,016



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Porifera	Demospongiae	Spongiidae	*Spongia* sp.	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Suberitidae	*Protosubierites* sp.	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Suberitidae	*Pseudosuberites sulphureus*	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Suberitidae	*Terpios fugax*	9	0,036
Porifera	Demospongiae	Suberitidae	*Terpios gelatinosus*	2	0,008
Porifera	Demospongiae	Suberitidae	*Terpios* sp.	1	0,004
Porifera	Demospongiae	Thorectidae	*Scalarispongia scalaris*	18	0,073
Porifera	Demospongiae		*Astrophorida* sp.	2	0,008
Porifera	Demospongiae		*Halichondrida* sp.	1	0,004
Porifera	Homoscleromorpha	Oscarellidae	*Oscarella lobularis*	179	0,726
Porifera	Homoscleromorpha	Plakinidae	*Plakina* sp.	1	0,004
Porifera			Porifera sp.1	64	0,259
Porifera			Porifera sp.2	14	0,057
Porifera			Porifera sp.3	23	0,093



ANEXO III: FAUNA PECES

Anexo 3. Listado faunístico de los peces observados en el presente programa de seguimiento en la DMESAL.

Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chordata	Elasmobranchii	Arhynchobatidae	*Bathyraja brachyurops*	1	0,001
Chordata	Elasmobranchii	Dasyatidae	*Dasyatis pastinaca*	16	0,012
Chordata	Elasmobranchii	Torpedinidae	*Torpedo marmorata*	21	0,016
Chordata	Teleostei	Apogonidae	*Apogon imberbis*	2510	1,938
Chordata	Teleostei	Atherinidae	*Atherina boyeri*	100	0,077
Chordata	Teleostei	Atherinidae	*Atherina* sp.	3850	2,972
Chordata	Teleostei	Balistidae	*Balistes capriscus*	12	0,009
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Blennius* sp.	5	0,004
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Parablennius*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Parablennius gattorugine*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Parablennius pilicornis*	3091	2,386
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Parablennius rouxi*	656	0,506
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Parablennius ruber*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Blenniidae	*Parablennius zvonimiri*	15	0,012
Chordata	Teleostei	Carangidae	*Lichia amia*	1	0,001
Chordata	Teleostei	Carangidae	*Seriola* sp.	10	0,008
Chordata	Teleostei	Carangidae	*Trachurus mediterraneus*	7	0,005
Chordata	Teleostei	Carangidae	*Trachurus picturatus*	30	0,023
Chordata	Teleostei	Carangidae	*Trachurus* sp.	80	0,062
Chordata	Teleostei	Congridae	*Conger conger*	60	0,046
Chordata	Teleostei	Gobiesocidae	*Lepadogaster*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Awaous commersoni*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Gobiidae	Gobiidae sp.	15	0,012
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius cobitis*	20	0,015



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius cruentatus*	110	0,085
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius fallax*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius geniporus*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius incognitus*	285	0,220
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius paganellus*	30	0,023
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius* sp.	5	0,004
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius vittatus*	130	0,100
Chordata	Teleostei	Gobiidae	*Gobius xanthocephalus*	90	0,069
Chordata	Teleostei	Haemulidae	*Parapristipoma octolineatum*	257	0,198
Chordata	Teleostei	Haemulidae	*Plectorhinchus mediterraneus*	38	0,029
Chordata	Teleostei	Haemulidae	*Pomadasys incisus*	4	0,003
Chordata	Teleostei	Labridae	*Acantholabrus palloni*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Labridae	*Centrolabrus exoletus*	1687	1,302
Chordata	Teleostei	Labridae	*Centrolabrus melanocercus*	813	0,628
Chordata	Teleostei	Labridae	*Coris julis*	11324	8,742
Chordata	Teleostei	Labridae	*Ctenolabrus rupestris*	737	0,569
Chordata	Teleostei	Labridae	*Labrus bergylta*	113	0,087
Chordata	Teleostei	Labridae	*Labrus merula*	110	0,085
Chordata	Teleostei	Labridae	*Labrus mixtus*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Labridae	*Labrus viridis*	11	0,008
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus bailloni*	81	0,063
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus cinereus*	45	0,035
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus doderleini*	956	0,738
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus mediterraneus*	1486	1,147
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus melops*	147	0,113
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus ocellatus*	7466	5,763



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus roissali*	1186	0,916
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus rostratus*	193	0,149
Chordata	Teleostei	Labridae	*Symphodus tinca*	1589	1,227
Chordata	Teleostei	Labridae	*Thalassoma pavo*	5392	4,162
Chordata	Teleostei	Moronidae	*Dicentrarchus labrax*	28	0,022
Chordata	Teleostei	Mugilidae	*Chelon auratus*	1	0,001
Chordata	Teleostei	Mugilidae	*Chelon labrosus*	226	0,174
Chordata	Teleostei	Mugilidae	*Mugil cephalus*	1	0,001
Chordata	Teleostei	Mullidae	*Mullus surmuletus*	865	0,668
Chordata	Teleostei	Muraenidae	*Gymnothorax unicolor*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Muraenidae	*Muraena helena*	100	0,077
Chordata	Teleostei	Phycidae	*Phycis phycis*	20	0,015
Chordata	Teleostei	Pomacentridae	*Chromis chromis*	45053	34,779
Chordata	Teleostei	Sciaenidae	*Sciaena umbra*	108	0,083
Chordata	Teleostei	Scombridae	*Auxis thazard*	4	0,003
Chordata	Teleostei	Scombridae	*Sarda sarda*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Scombridae	Scombridae sp.	2	0,002
Chordata	Teleostei	Scorpaenidae	*Scorpaena maderensis*	25	0,019
Chordata	Teleostei	Scorpaenidae	*Scorpaena notata*	151	0,117
Chordata	Teleostei	Scorpaenidae	*Scorpaena porcus*	163	0,126
Chordata	Teleostei	Scorpaenidae	*Scorpaena scrofa*	94	0,073
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Anthias anthias*	4252	3,282
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Epinephelus costae*	654	0,505
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Epinephelus marginatus*	387	0,299
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Mycteroperca rubra*	22	0,017
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Serranus atricauda*	37	0,029



Filo	Clase	Familia	Taxa	N	%D
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Serranus cabrilla*	3363	2,596
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Serranus scriba*	21	0,016
Chordata	Teleostei	Serranidae	*Serranus scriba*	1761	1,359
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Boops boops*	14998	11,578
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Dentex dentex*	10	0,008
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Diplodus annularis*	32	0,025
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Diplodus bellottii*	8	0,006
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Diplodus cervinus*	124	0,096
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Diplodus puntazzo*	193	0,149
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Diplodus sargus*	1388	1,071
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Diplodus vulgaris*	2629	2,029
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Oblada melanurus*	3548	2,739
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Pagellus acarne*	40	0,031
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Pagellus erythrinus*	3	0,002
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Pagrus auriga*	7	0,005
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Pagrus pagrus*	1	0,001
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Sarpa salpa*	1817	1,403
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Sparus aurata*	6	0,005
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Spicara smaris*	35	0,027
Chordata	Teleostei	Sparidae	*Spondyliosoma cantharus*	253	0,195
Chordata	Teleostei	Sphyraenidae	*Sphyraena viridensis*	55	0,042
Chordata	Teleostei	Triglidae	*Chelidonichthys lastoviza*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Tripterygiidae	*Tripterygion delaisi*	2096	1,618
Chordata	Teleostei	Tripterygiidae	*Tripterygion melanurus*	75	0,058
Chordata	Teleostei	Tripterygiidae	*Tripterygion tripteronotum*	5	0,004
Chordata	Teleostei	Uranoscopidae	*Uranoscopus scaber*	5	0,004



HÁBITATS CIRCALITORALES Y BATIALES ROCOSOS (C2S3 – ESTRECHO Y ALBORÁN) BH2 Y APROXIMACIÓN BH1 - SOS



1. Introducción, antecedentes y objetivos

La DMESAL es una zona de confluencia oceanográfica y biológica, situada entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico, y entre Europa y África, que presenta un complejo relieve submarino, con una alta diversidad de hábitats, especies y recursos marinos explotados comercialmente (Rueda *et al.*, 2021). Lamentablemente, se trata también de una zona sometida a una elevada presión antrópica, con zonas costeras ampliamente urbanizadas, intenso tráfico marítimo y alta actividad de flotas pesqueras tanto industriales como artesanales, lo cual conllevan una compleja gestión espacial y temporal. Recientemente, se ha publicado una extensa revisión de los hábitats marinos, sus recursos naturales, su marco geológico y oceanográfico, sus principales presiones y sus Áreas Marinas Protegidas en el marco del libro "*Alboran Sea-Ecosystems and Marine Resources*" de Springer Nature Switzerland (Báez *et al.*, 2001).

El estudio de los hábitats y las comunidades biológicas de hábitats profundos en la DMESAL se remonta fundamentalmente a mediados del siglo pasado, con la campaña a bordo del Calypso de Jacques Cousteau (1958), ya que campañas míticas de exploración de los márgenes europeos y africanos como Porcupine (1870) y Talisman (1883) pasaron de largo por el mar de Alborán (ver más información en Rueda *et al.,* 2021). Posteriormente, se realizaron muestreos en el marco de "Polymede II" (1972) y BALGIM (1984) entre 80 y 1.700 m de profundidad, aumentándose considerablemente el conocimiento de diferentes grupos bentónicos de aguas profundas (esponjas, octocorales, antipatarios, hidrozoos, briozoos, decápodos, cirrípedos, cumáceos, picnogónidos, bivalvos, equinoideos y tunicados (más detalle en Rueda *et al.,* 2021)). En 1985 y 1986 el Instituto Español de Oceanografía (IEO) evaluó los fondos explotados de coral rojo (*Corallium rubrum*), entre 75 y 130 m de profundidad, principalmente en la plataforma que rodea la isla de Alborán, incrementando el conocimiento sobre las esponjas, moluscos y decápodos asociados. Posteriormente, otro gran avance llegó con el proyecto de investigación "Fauna Ibérica" coordinado por el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC, España), con el objetivo de actualizar datos de taxonomía y distribución para todos los grupos de fauna desarrollándose, de este modo, las expediciones FAUNA I (1989) y FAUNA IV (julio de 1996) (Templado *et al.,* 1993; Templado *et al.,* 2006; Rueda *et al.,* 2021). Desde 1994, las expediciones anuales "MEDITS", financiadas por la *Data Collection Framework* de la DG MARE de la UE, proporcionan información sobre fauna demersal y epibentónica de los caladeros de arrastre de la Demarcación marina ESAL. Si bien, el objetivo principal de estas expediciones es realizar la evaluación de recursos demersales explotados por métodos directos, también se ha recopilado abundante y detallada información sobre la presencia, abundancia y biomasa de especies epibentónicas y especies formadoras de hábitat, así como sobre especies invasoras y basuras (ver más información en Rueda *et al.,* 2021). Actualmente, estos datos se están utilizando en la evaluación de hábitats circalitorales y batiales sedimentarios en el contexto de la Directiva Marco sobre Estrategia Marina (Directiva 2008/56/CE) (en adelante DMEM) (Rueda *et al.,* 2021). A principios del presente siglo (2008), la expedición TTR financiada por la UNESCO, en el marco del proyecto europeo HERMES, exploró montículos de coral y surgencias frías de la demarcación marina. Posteriormente (2009), una expedición a bordo del B/O "Cornide de Saavedra" en el marco del proyecto DEEPER del IEO exploró los poco conocidos Bancos de Djibouti. Al mismo tiempo (2009), el crucero alemán POSEIDON POS 385 investigó la distribución y composición de los hábitats compuestos por corales de aguas frías en los montículos de Málaga, el Banco Al Idrissi, la dorsal de Alborán y Adra y el Seco de los Olivos (también conocido como Banco Chella). En la década pasada (2011 y 2012) se realizaron expediciones y cartografía detallada de hábitats en el marco del proyecto INDEMARES "Inventario y denominación de Espacio Red Natura 2000 en zonas marinas del estado español", un proyecto LIFE + destinado a documentar áreas de valor para la Red Natura 2000. Se llevaron a cabo investigaciones alrededor de la isla de Alborán con el R/V "Isla de Alborán" en 2011 y 2012 y alrededor del Seco de los Olivos por OCEANA a bordo su catamarán "OCEANA Ranger". Los resultados se resumieron en dos monografías de INDEMARES (Gofas *et al.,* 2014a; De la Torriente *et al.,* 2014). Además, OCEANA también exploró otras partes del mar de Alborán como fue el Banco de Cabliers, los Bancos de Djibouti (El Algarrobo/Avempace) y el Banco de Sabinar (Avenzoar) (Pardo *et al.,* 2011). Otras expediciones de menor envergadura y que pudieron adquirir información sobre el fondo marino profundo, tanto a nivel geológico como biológico de zonas concretas de la DMESAL

fueron VIATAR 1113 (2013, estrecho de Gibraltar), MONCARAL 0615 (2015, montículos carbonatados), MEDWAVES 0916 (2016, Seco de los Olivos) y ALSSOMAR 0818 (2018, cañones submarinos de Motril, Carchuna y Calahonda).

A principios de esta década (2021 y 2023) comienzan las primeras expediciones de evaluación de hábitats circalitorales y batiales de la DMESAL (CIRCAESAL 0721 y CIRCAESAL 1123) en el marco del encargo del IEO con el MITECO para dar respuesta a la DMEM, dentro de las actividades de seguimiento y evaluación de los hábitats bentónicos tanto en el descriptor 1 (Biodiversidad) como en el descriptor 6 (Fondos Marinos). Las campañas se realizaron en el marco del proyecto "*Asesoramiento Científico y Técnico para la protección del medio marino: evaluación y seguimiento de las estrategias marinas, seguimiento de los espacios marinos protegidos de competencia estatal (2018-2021)*" (Subproyecto 18-ESMARES2-CIRCA) y están vinculadas a la Actividad 2 del Capítulo 2 del Encargo con el MITERD. Anteriormente, el IEO llevaba a cabo anualmente, en los meses de primavera, la campaña de evaluación de los *stocks* pesqueros "MEDITS" usando un arte de arrastre de fondo en hábitats sedimentarios, y proporcionando información sobre el estado de algunos componentes faunísticos de los hábitats sedimentarios circalitorales y batiales, incluyendo el *stock* de muchas especies comerciales. Pero la información sobre los hábitats y las comunidades bentónicas asociadas necesitaba ser contrastada y complementada por campañas y que usasen muestreadores dirigidos al estudio de la epifauna y endofauna de estos hábitats, tanto de los sedimentarios como de los hábitats rocosos en el marco de campañas específicas a través del estudio multidisciplinar de estos fondos marinos. Por ello, los objetivos de las expediciones CIRCAESAL incluían ampliar el conocimiento de los ecosistemas de fondos sedimentarios y rocosos de los dominios circalitoral y batial con métodos y muestreos más específicos y, así, poder evaluar el estado de los hábitats, complementarios a los utilizados en la serie de campañas "MEDITS". Las campañas CIRCAESAL han constituido las primeras campañas específicas del programa de seguimiento de los hábitats rocosos (HB3) y sedimentarios (HB4) del circalitoral y batial en la DMESAL. La información adquirida será muy útil para poder avanzar en la localización de los hábitats profundos, las estimaciones del área de dichos hábitats, su condición (especies asociadas, estructura y funcionalidad de las comunidades) y el efecto que pueda tener las presiones relacionadas con las actividades antrópicas que se realizan en la DMESAL. El objetivo final será poder realizar una evaluación de los hábitats, fundamentalmente a escala de "*Benthic Broad Habitat Type*" (BBHT) y, si fuese posible, a una resolución mayor incluyendo "*Other Habitat Types*" (OHT) para, de este modo, conocer si alcanzan el buen estado ambiental (BEA) o no lo alcanzan o si, por el contrario, no es posible realizar una evaluación sobre los hábitats con la información adquirida hasta la fecha.

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 de seguimiento de hábitats circalitorales y batiales rocosos, la metodología aplicada y el conocimiento previo únicamente permiten hacer una evaluación por puntos a lo largo del margen de la DMESAL, por lo que el resultado de dicha evaluación es oficialmente "estado desconocido". El objetivo de este anexo es poner en conocimiento del MITECO todo el trabajo que se ha realizado en cuanto al seguimiento de los hábitats del circalitoral y batial rocoso en DMESAL durante este ciclo. También se ha intentado realizar una aproximación de evaluación expresada en porcentaje de estaciones de muestreo que alcanzan o no el buen estado ambiental, en base a los diferentes indicadores y proxies ambientales o de presión contemplados en dicho análisis.



2. Material y métodos

Las actividades desarrolladas se enmarcan en las actividades de seguimiento de los hábitats bentónicos tanto en el descriptor 1 (Biodiversidad) como en el descriptor 6 (Integridad de los Fondos Marinos). En concreto y durante este periodo, la evaluación de "Hábitats Circalitorales y Batiales" de la DMESAL se desarrolla en el marco del subproyecto 18-ESMARES2-CIRCA. Las actividades están incluidas en el Capítulo 2 y Actividad 2 (Hábitats rocosos) y 3 (Hábitats sedimentarios) del pliego del encargo con el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) al IEO-CSIC denominado "Asesoramiento Científico y Técnico para la protección del medio marino: evaluación y seguimiento de las Estrategias Marinas, seguimiento de los espacios marinos protegidos de competencia estatal". En este capítulo y actividades se incluyen tres tareas principales:

1. Recopilación de información previa sobre la DMESAL, principalmente se han recopilado datos sobre el relieve y tipología del fondo marino (batimetría, reflectividad, datos granulométricos), así como, faunísticos procedentes de muestras e imágenes submarinas de campañas previas ("MEDITS", MONCARAL0515, VIATAR1113, DEEPER, ALSSOMAR, entre otras).
2. Adquisición de nuevos datos durante las expediciones CIRCAESAL 0721 (B/O Ángeles Alvariño, 24 julio al 15 agosto 2021, dirigida a los hábitats rocosos y datos procesados para este ciclo de evaluación de estos hábitats) y CIRCAESAL 1123 (B/O Ramón Margalef, 1 al 15 de noviembre 2023, dirigida a los hábitats sedimentarios y datos en procesamiento para el próximo ciclo de evaluación de hábitats circalitorales y batiales). Además, se han adquirido nuevos datos de hábitats sedimentarios en el marco de las campañas "MEDITS" del 2017 al 2023 (excepto 2020 debido a la pandemia del COVID-19) (datos procesados para este ciclo de evaluación de hábitats sedimentarios). En estas expediciones se llevaron a cabo inventarios y censos de las comunidades de algas (sólo para el piso circalitoral) e invertebrados bentónicos, incluyendo especies alóctonas y catalogadas. Por lo tanto, se obtiene información sobre los hábitats y sus comunidades asociadas, así como de basuras marinas y posibles daños causados por la actividad antrópica mediante diferentes técnicas de muestreo y, de esta forma, dar respuesta a diferentes indicadores de la DMEM. La información adquirida es de gran utilidad para estimar el área de los hábitats, su condición (especies asociadas, estructura y funcionalidad de las comunidades) y el efecto de las presiones humanas en relación con las actividades antrópicas que se realizan en a lo largo del litoral español en las áreas estudiadas.
3. Análisis de la información adquirida con el objetivo de obtener indicadores para evaluar el estado de los hábitats circalitorales y batiales de DMESAL. Estos indicadores de BEA de los hábitats bentónicos tienen en cuenta tanto su área (sólo para hábitats sedimentarios) o distribución (Hábitats sedimentarios y rocosos), como su estado y condición. En este caso se analizan las especies presentes, su función y estructura, cómo se asocian en comunidades y su sensibilidad a las principales presiones de las que se ha podido obtener información.

Pero en el marco de este periodo de evaluación y del desarrollo de las campañas CIRCAESAL, las actividades desarrolladas han estado también vinculadas al Capítulo 12-Actividad 2 del pliego del encargo con el MITECO, basadas en tres tareas principales: 1) recopilación de información geológica previa, de gran importancia para poder obtener en un futuro próximo datos en continuo de la geomorfología y tipología de los fondos a escala de demarcación, y así poder usar estos datos para el cartografiado extensivo de los hábitats a dicha escala; 2) procesado de nuevos datos adquiridos durante las campañas y 3) análisis morfosedimentario de los datos obtenidos.

2.1. Expediciones realizadas para la obtención de imágenes submarinas

Para la caracterización, identificación y posible evaluación de los hábitats circalitorales y batiales rocosos del presente ciclo de evaluación, se han usado principalmente los transectos adquiridos de imágenes submarinas con el vehículo submarino ROV (*Remotely Operated Vehicle*) LIROPUS 2000 durante la expedición CIRCAESAL 0721 (B/O Ángeles Alvariño, 24 julio al 15 agosto 2021) (Figura 53). Para el diseño de muestreo y la selección de las zonas de adquisición de la información, se partió de un conocimiento previo de la geomorfología y sedimentología de algunas de estas zonas a partir de los datos obtenidos en otras campañas y de publicaciones científicas, así como de EMODNET. Anteriormente, en algunas de estas zonas, se realizaron las campañas INDEMARES (2011-2012, plataforma de la dorsal de Alborán -Gofas *et al.,* 2014- y Seco de los Olivos -de la Torriente *et al.,* 2014, 2018) y DEEPER (2009, Banco de Avempace, La Herradura y Ville de Djibouti, información disponible en http://www.ma.ieo.es/deeper/PagPrincipal.htmv; García Muñoz *et al.,* 2012; Gofas *et al.,* 2014).

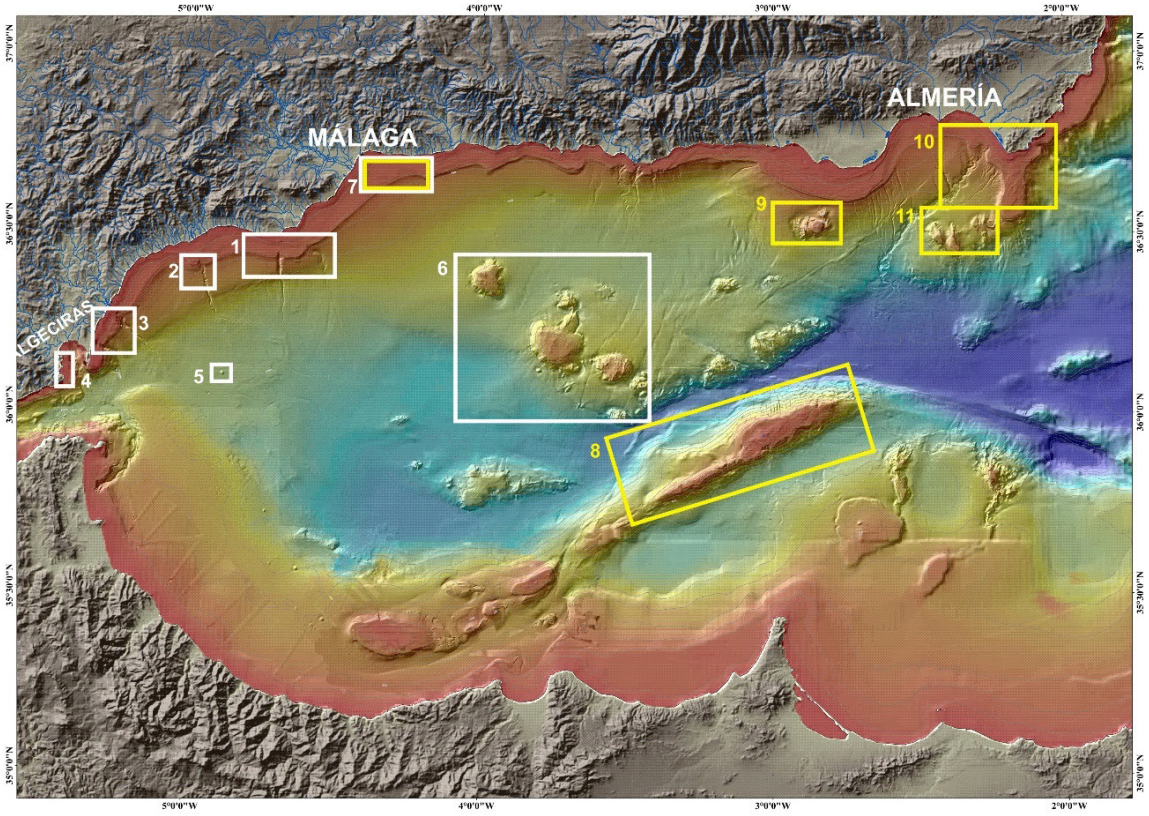


Figura 53. Zonas de trabajo donde se realizaron los transectos de imágenes submarinas, así como la adquisición de nuevos datos batimétricos y perfiles de subsuelo en la DMESAL dentro de la campaña CIRCAESAL 0721. En blanco se muestran las zonas de la primera fase y en amarillo las de la segunda fase. En la Tabla 37 se encuentran detalles sobre las zonas y las fechas de exploración durante la campaña.

Varias de estas zonas estaban situadas en espacios marinos protegidos (de la Red Natura 2000 o Reservas Marinas-ej. plataforma de la dorsal de Alborán) mientras que otras, se situaban en zonas con un alto grado de antropización y de presión pesquera. Para los muestreos en espacios marinos protegidos (Zona de Especial Conservación (ZECs) y Lugar de Importancia Comunitaria (LICs) de la demarcación) se solicitaron permisos a las administraciones de tutela: Subdirección General de Biodiversidad terrestre y marina del MITECO y a la Dirección General de Pesca Sostenible de la Secretaría General de Pesca del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Reserva pesquera). El esfuerzo de muestreo no se pudo repartir de forma proporcional a la superficie (km^2) de cada una de las áreas a prospectar, sino en función del conocimiento previo de la geomorfología y, en la medida de lo posible, de los hábitats de éstas, a fin de tener muestras representativas de cada uno de ellos.



Durante la ejecución de CIRCAESAL 0721, se combinaron las actividades de transectos de imágenes submarinas y, en algunas zonas, muestreos con draga Van Veen/Shipek durante el día, combinando dicha actividad con la adquisición de datos acústicos del fondo marino (batimetría y reflectividad principalmente) (Figura 54) durante las últimas horas de la tarde y las noches. En aquellos días donde hubo mal tiempo, no se pudieron realizar los transectos de imágenes submarinas, pero sí se realizaron muestreos puntuales o tomaron datos acústicos del fondo marino. Las zonas prioritarias para adquisición de datos acústicos se establecieron en base a una recopilación de información previa a la campaña, teniendo en cuenta la calidad y la resolución y cobertura de los datos acústicos existentes (Villar *et al.*, 2021) y, también, sobre el desarrollo de trabajos futuros en esas zonas. Algunos de estos datos acústicos fueron de gran utilidad para poder realizar los muestreos con ROV en días posteriores.

La posición detallada de los transectos de imágenes submarinas en cada zona de estudio se muestra en la Figura 54 y Tabla 37.

Tabla 37. Zonas de trabajo de la campaña CIRCAESAL 0721, donde se muestra el rango de profundidad aproximado y los tipos de muestreadores que se utilizaron para adquirir imágenes submarinas y datos acústicos de los fondos marinos. La localización de estas zonas se muestra en la Figura 1.

Nº Zona Mapa	Nombre	Rango de profundidad aproximada (metros)	Tipo de datos/muestras adquiridas	Fechas (DD/MM)	Fase
1	Fuengirola-Calaburras	40–300	Transectos TRINEO Datos acústicos	24/07	1
2	Placer de las Bóvedas	35–350	Transectos ROV	25/07	1
3	Cañón de La Línea-Guadiaro	40–350	Transectos ROV	26 – 27/07	1
4	Cañón de Algeciras	40–400	Transectos ROV	28/07	1
5	Volcán Perejil	900	Datos acústicos	28/07	1
6	Bancos de Avempace, La Herradura, Ville de Djibouti	250 – 800	Transectos ROV Datos acústicos	29-30/07 01-02/08	1
7	Bahía de Málaga	40 – 100	Transectos ROV Datos acústicos	31/07 1 y 16/08	1 y 2
8	Dorsal Alborán	80 – 1200	Transectos ROV Datos acústicos	04 – 06/08	2
9	Seco de los Olivos	100 – 600	Transectos ROV Datos acústicos	11 – 13/08	2
10	Plataforma Campo de Dalías – Cabo de Gata	100–350	Transectos ROV	07/08	2
11	Bancos de Pollux – El Sabinar	300 – 600	Transectos ROV Datos acústicos	14 – 15/08 11 – 13/08	2

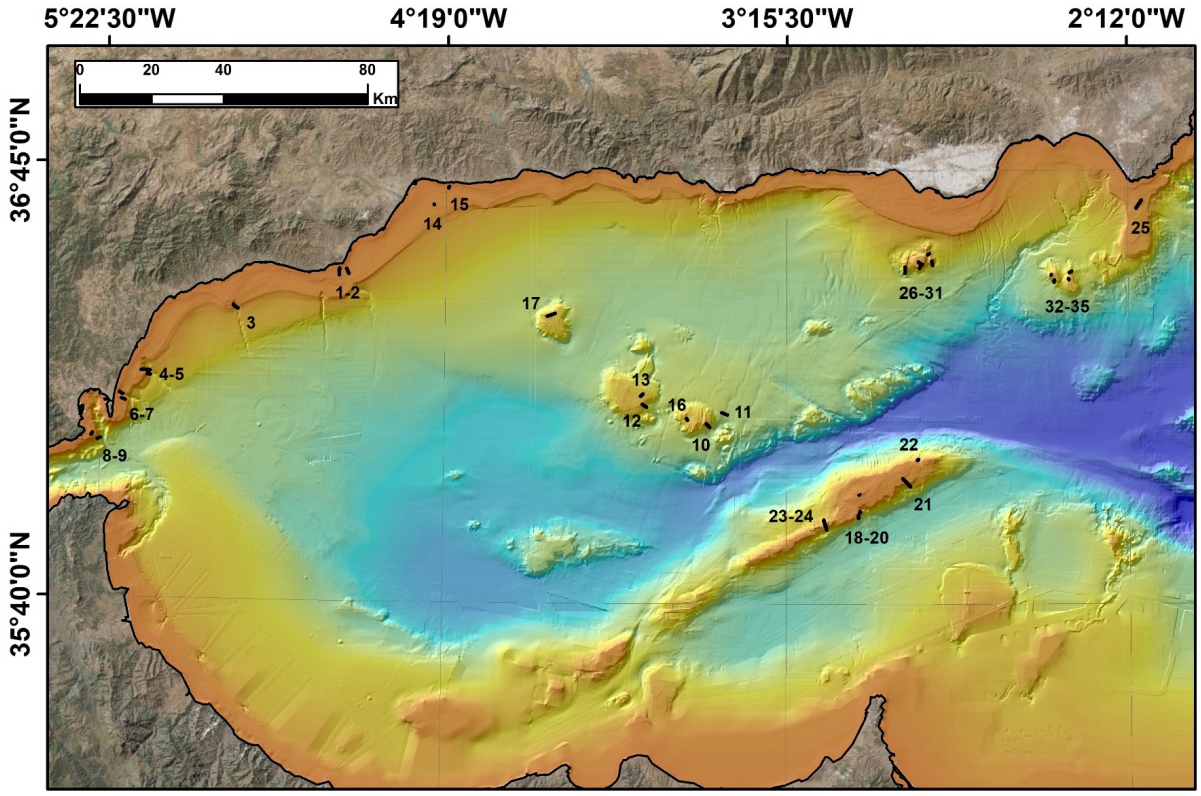


Figura 54. Zonas de trabajo donde se realizaron los transectos de imágenes submarinas, así como la adquisición de nuevos datos batimétricos y perfiles de subsuelo en la DMESAL dentro de la campaña CIRCAESAL 0721. En la Tabla 37 se encuentran detalles sobre las zonas y las fechas de exploración durante la campaña.



Tabla 38. Localización y duración de los transectos de ROV LIROPUS 2000 y Trineo TASIFE realizados durante la campaña CIRCAESAL 0721. Ident: Identificados; Vehíc: Vehículo; Prof: Profundidad; Dur: Duración.

Ident	Vehíc	Transecto	Clave	Fecha	Latitud Inicial	Longitud Inicial	Prof. Inicial (m)	Latitud Final	Longitud Final	Prof. Final (m)	Dur (h)
1	TASIFE	Calaburras 2	TR-01_09	24/07/2021	36,47917	-4,64617	41	36,49595	-4,64617	44	3:04
2	TASIFE	Calaburras 1	TR-02_12	24/07/2021	36,49567	-4,62368	55	36,48333	-4,61667	57	1:08
3	ROV	Placer de las Bóvedas	ROV_1	25/07/2021	36,39135	-4,95873	222	36,40065	-4,97288	97	5:10
4	ROV	Guadiaro 4	ROV_2	26/07/2021	36,23270	-5,22600	184	36,23363	-5,25360	58	3:33
5	ROV	Guadiaro 3	ROV_3	26/07/2021	36,22255	-5,22460	290	36,22332	-5,23472	173	4:02
6	ROV	La Línea 1	ROV_4	27/07/2021	36,15842	-5,30202	93	36,16148	-5,31275	63	3:26
7	ROV	La Línea 2	ROV_5	27/07/2021	36,17177	-5,30825	227	36,17626	-5,31804	61	4:07
8	ROV	Algeciras 1	ROV_6	28/07/2021	36,06215	-5,37473	395	36,05880	-5,38418	140	4:42
9	ROV	Algeciras 1	ROV_7	28/07/2021	36,07428	-5,39920	72	36,06837	-5,40400	63	2:51
10	ROV	Djibouti 1	ROV_8	29/07/2021	36,10827	-3,49503	467	36,11708	-3,50670	257	5:52
11	TASIFE	Djibouti	TR-03_17	29/07/2021	36,14478	-3,45807	716	36,13935	-3,44145	718	1:56
12	ROV	Herradura 1	ROV_9	30/07/2021	36,15800	-3,69085	452	36,16473	-3,70410	286	4:06



Ident	Vehíc	Transecto	Clave	Fecha	Latitud Inicial	Longitud Inicial	Prof. Inicial (m)	Latitud Final	Longitud Final	Prof. Final (m)	Dur (h)
13	ROV	Herradura 1	ROV_10	30/07/2021	36,18553	-3,70908	307	36,19050	-3,70178	313	3:21
14	ROV	Submarino	ROV_11	31/07/2021	36,65855	-4,35522	73	36,65887	-4,35512	59	2:41
15	ROV	Arrecife artificial	ROV_12	01/08/2021	36,70402	-4,30868	31	36,69996	-4,31120	34	2:37
16	ROV	Djibouti 3	ROV_13	01/08/2021	36,12585	-3,56358	343	36,13025	-3,56785	335	1:03
17	ROV	Avempace 2	ROV_14	02/08/2021	36,38333	-4,00000	366	36,39018	-3,97588	341	4:58
18	ROV	Alborán 1	ROV_15	04/08/2021	35,88183	-3,03600	499	35,88317	-3,03550	375	2:08
19	ROV	Alborán 1	ROV_16	04/08/2021	35,88317	-3,03550	385	35,88967	-3,03583	72	2:45
20	ROV	Alborán 1	ROV_17	04/08/2021	35,89917	-3,03033	127	35,89517	-3,03233	69	1:38
21	ROV	Alborán 15	ROV_18	05/08/2021	35,96067	-2,87567	419	35,98158	-2,89967	87	5:40
22	ROV	Alborán Calypso	ROV_19	05/08/2021	36,02899	-2,85167	173	36,02712	-2,85413	148	1:23
23	ROV	Alborán 6	ROV_20	06/08/2021	35,87753	-3,14278	221	35,86660	-3,13980	72	4:05
24	ROV	Alborán 6	ROV_21	06/08/2021	35,85328	-3,13348	408	35,87753	-3,14278	86	3:55
25	ROV	Cabo de Gata	ROV_22	07/08/2021	36,65427	-2,17412	106	36,67438	-2,15700	85	5:48
26	ROV	Seco 4	ROV_23	11/08/2021	36,49450	-2,89177	353	36,50908	-2,89157	167	8:32
27	ROV	Seco 5	ROV_24	12/08/2021	36,51375	-2,80664	462	36,52408	-2,80856	132	3:55



Ident	Vehíc	Transecto	Clave	Fecha	Latitud Inicial	Longitud Inicial	Prof. Inicial (m)	Latitud Final	Longitud Final	Prof. Final (m)	Dur (h)
28	ROV	Seco 3	ROV_25	12/08/2021	36,54290	-2,81652	375	36,54004	-2,82159	298	3:41
29	ROV	Seco 1	ROV_26	13/08/2021	36,51521	-2,83798	113	36,51685	-2,84143	82	1:20
30	ROV	Seco 1	ROV_27	13/08/2021	36,52294	-2,85031	88	36,51937	-2,84541	70	2:44
31	ROV	Seco 2	ROV_28	13/08/2021	36,50633	-2,84706	115	36,51041	-2,84483	106	1:59
32	ROV	Sabinar 1	ROV_29	14/08/2021	36,49800	-2,37445	432	36,49460	-2,38229	329	2:42
33	ROV	Sabinar 1	ROV_30	14/08/2021	36,47939	-2,38469	288	36,47657	-2,38403	279	1:06
34	ROV	Sabinar 3	ROV_31	15/08/2021	36,47118	-2,43018	500	36,47611	-2,42828	298	2:52
35	ROV	Sabinar 4	ROV_32	15/08/2021	36,48846	-2,43832	260	36,48921	-2,43865	256	0:27

2.2. Adquisición de imágenes submarinas con el ROV LIROPUS 2000 y Trineo fotogramétrico TASIFE 2013

La toma de imágenes submarinas dirigidas a la caracterización de los hábitats se realizó con el vehículo submarino ROV LIROPUS 2000 (modelo Super Mohawk II) desde unos 30 a unos 500 m de profundidad, y/o el trineo fotogramétrico TASIFE 2013 (en zonas más profundas o de alta complejidad para maniobrar el ROV) (Figura 55). En ambos casos, los equipos se largaron por el costado de estribor y, para el ROV, no se utilizó el TMS ("Tether Management System") que suele dar problemas si el mar no está absolutamente en calma. La adquisición de imágenes submarinas se obtuvo con una cámara de alta resolución y se georreferenciaron mediante un transponder (HiPAP 500) adjunto al ROV que transmitía en cada momento las posiciones del vehículo submarino con relación al buque. En aquellos casos en los que el ROV tomaba imágenes de gran aumento o muestras, éste se posaba sobre el fondo marino.



Figura 55. Detalle del ROV LIROPUS 2000 y de los trabajos realizados por los técnicos durante la campaña CIRCAESAL 0721 a bordo del B/O Ángeles Alvariño.

Los transectos usando el ROV LIROPUS 2000 permitieron la obtención de imágenes submarinas escaladas (usando dos punteros láser espaciados de 10 cm). Se tomaron tanto vistas panorámicas como detalles usando para ello el zoom sobre los organismos, estructuras del fondo marino o indicadores de la actividad antrópica que se iban encontrando a lo largo de los transectos (Figura 56). Se priorizó el uso del zoom sobre aquellos organismos dominantes, difíciles de identificar en una vista panorámica

o que resultaron ser raros o de relevancia ecológica/taxonómica. En dichos transectos también se recolectaron muestras de especies que eran de interés ecológico/taxonómico o que eran estructurantes y dominantes en los hábitats. En estos casos, para la correcta identificación de la especie (ej. esponjas, algunas gorgonias, ascidias) es necesario estudiar caracteres no visibles/internos de los ejemplares y, por ello, se tuvieron que coger este tipo de muestras.



Figura 56. Visionado de las imágenes submarinas y toma de datos durante los transectos de ROV en la sala de acústica del B/O Ángeles Alvariño durante la campaña CIRCAESAL 0721.

Estos transectos exploratorios (uno o dos al día) generalmente se realizaron desde las 8:00 de la mañana hasta la tarde, hora que se determinaba con el capitán y los técnicos del ROV, en base del estado de la mar y del equipamiento, el fin de la toma de imágenes. En los transectos se intentó, siempre que era posible, mantener una altura al fondo marino (idealmente 1 metro) y una velocidad lo más baja y constante posible. También se intentó seguir un rumbo que no fuese muy cambiante o que se centrase en los hábitats de fondos rocosos. Los punteros láser permanecieron siempre encendidos (excepto en algunos momentos cuando se hacían zoom sobre organismos de interés con el fin de no distorsionar la calidad de la imagen) y, mayoritariamente, estaban localizados en la mitad de la imagen que se visualizaba. La cámara de alta definición siempre estuvo encendida con el resultado de obtener numerosos archivos de imágenes submarinas de cientos de gigabytes que se almacenaban en discos duros externos al final del día. Las paradas del ROV, toma de muestras, zoom, y demás eventos se anotaron por el personal científico en los estadillos correspondientes (Figura 56 y Figura 57).



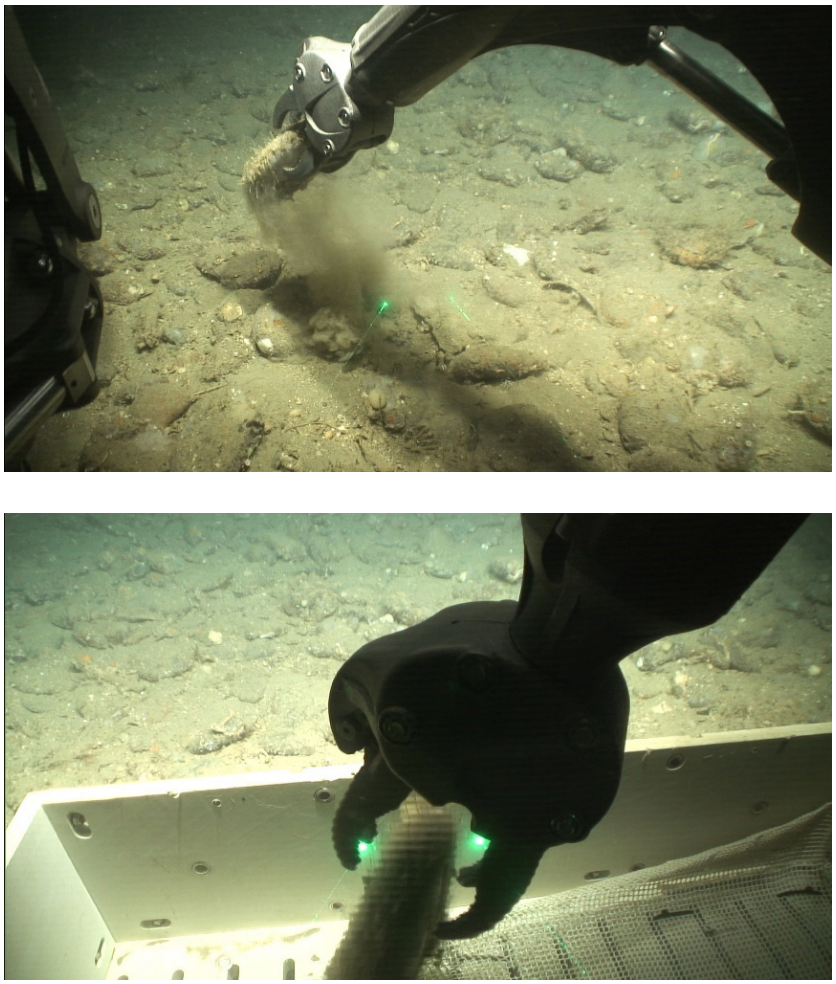


Figura 57. Recolección de muestras de rocas colonizadas por organismos incrustantes durante los transectos de ROV durante la campaña CIRCAESAL 0721.

Después de cada parada para recoger muestras o realizar un zoom, se volvía a colocar la cámara y punteros en su posición original, así como el rumbo como se tenían antes de la parada. Previamente a cada inmersión, se sincronizaron los relojes del puente, ordenadores y ROV para la toma de datos, usándose la hora UTC. La visualización de las imágenes submarinas durante las inmersiones se realizó desde el container de los técnicos de ROV (generalmente sólo el jefe de campaña o algún experto designado por el mismo accedía al container) y también desde la sala de acústica del buque, usando el sistema Matrix del buque.

El trineo fotogramétrico TASIFE se largó también por el costado de estribor del buque y, en este caso, se usó el cable de sonda de red (1.500 m y diámetro de 11 mm) para su desplazamiento, por lo que se debía hacer un retorno del cable desde la maquinilla de sonda de red (Figura 58). Este cable permitió la visualización en tiempo real de las imágenes tomadas durante el transecto del trineo mediante un monitor que se instaló en el laboratorio multipropósito. La velocidad de desplazamiento del trineo se intentó que fuese lo más baja posible y constante, no más de 0,7 nudos a un rumbo más o menos fijo y en cada una de las estaciones para pasar lo más cerca posible de las estaciones de muestreo correspondientes. El trineo TASIFE permitió también la obtención de imágenes escaladas mediante el uso de 3 punteros láser distanciados 10 y 23,5 cm. El trineo, al igual que el ROV, llevó acoplado un transponder del HiPAP para poder tener la posición exacta del mismo en el fondo marino.



Figura 58. Largada del Trineo TASIFE por la banda de estribor durante la campaña CIRCAESAL 0721.

En aquellas zonas donde el ROV LIROPUS no pudo ser largado porque había mal tiempo o era muy profunda, se largaba el trineo TASIFE. El trineo TASIFE, una vez permanecía estable sobre el fondo, comenzaba a realizar grabaciones de video de duración variable en función de la visibilidad y las características del fondo. Si las condiciones durante el transecto no eran las adecuadas (baja visibilidad o inestabilidad del trineo) o no se alcanzaba la zona de interés, se añadía algo de tiempo extra para finalizar el transecto de los videos. Las operaciones con el trineo de adquisición de imágenes submarinas se realizaron usando el laboratorio húmedo y una parte del laboratorio multipropósito. Se registraron datos de la hora UTC al comienzo y final de la grabación, tiempo de grabación, profundidad, cable largado, cable antes del virado, coordenadas de inicio y final del transecto y distancia recorrida. Además, se anotaron datos cualitativos sobre visibilidad del fondo y tipo de fondo, abundancia de las diferentes especies, presencia de peces u otra fauna y evidencia de la actividad pesquera sobre el fondo. Asimismo, cualquier incidencia durante el transecto con el trineo se registró como observaciones en el estadillo.

Una vez el trineo estaba a bordo, se descargaban las imágenes grabadas, se chequeaban los videos y se copiaban en un disco duro externo para su posterior análisis en el laboratorio. También se chequeaban el estado de las baterías. Los datos de navegación del trineo y del barco se revisaron y almacenaron inmediatamente después de cada transecto.

La nomenclatura de los videos de ROV fue *ROV* y Número de orden de la campaña y, en algunas ocasiones, contenía también el número de la estación del plan de campaña. Por ejemplo*: ROV 05*. La nomenclatura de los videos de trineo fue *TR* (Trineo) y Número de orden de la campaña y, en algunas ocasiones, número de la estación del plan de campaña. Por ejemplo*: TR 03-17*.

2.3. Procesado de imágenes submarinas y muestras recolectadas con el ROV y TASIFE durante la campaña

Durante la campaña se intentó realizar un análisis preliminar de algunos de los videos obtenidos usando monitores que se llevaron para tal fin y también en tiempo real, cuando no era posible realizar un post-procesado (Figura 59). Durante el procesado, se anotaron las características referentes al tipo de fondo, visibilidad y bioturbación a intervalos de tiempo variable en base a una clave proporcionada por los estadillos.

Durante los transectos de ROV se tomaron, en tiempo real, datos del tipo de fondo, especies estructurantes (usando rango de abundancia) y restos antrópicos en intervalos de tiempos (entre 1 y 10 minutos) (anotando la hora UTC correspondiente), y cada vez que se producía un cambio de tipo de fondo-hábitat. Además, se anotó la hora de los eventos que se producían (ROV al agua, toma de fotos, toma de muestras, zoom, imágenes curiosas o de buena calidad para ser publicadas, etc.). En los transectos de TASIFE, y en relación con la fauna, se cuantificaron de forma similar los individuos de la misma especie a intervalos de tiempo en cada uno de los videos. Las marcas de arrastre y basura se registraron usando un código de rangos.



Figura 59. Imágenes de ROV tomadas en tiempo real durante los transectos y datos de las diferentes sondas durante la campaña CIRCAESAL 0721

Las muestras de organismos, rocas o sedimento recolectados con el ROV se depositaron en bandejas y se fotografiaron a la sombra junto con una etiqueta con una escala, el nombre de la campaña y el número del ROV/Dive/Código transecto (Figura 60 y Figura 61). Los ejemplares más delicados se depositaron en bandejas más pequeñas o en cubetas con agua de mar, para evitar un posible deterioro

que pudiera dificultar su posterior identificación. En los casos en los que las especies no se podía identificar o medir a bordo, éstas se fotografiaban junto con etiquetas donde se indicaba el código dado a dicha especie, el nombre de la campaña y el número de ROV/Dive/transecto junto con una escala. Dichos ejemplares se conservaron en diferentes fijadores (etanol 96 %, etanol 70 % y formaldehido 4 %) para estudios más detallados en el laboratorio de Biología del Centro Oceanográfico de Málaga.



Figura 60. Fotografiado de muestras recolectadas por el ROV y de su fauna asociada, previa a la fijación.



Figura 61. Fotografiado y mediciones de tallas de muestras recolectadas por el ROV, previa a la fijación.

Generalmente, se conservaron con etanol 70 % (moluscos, poríferos, cnidarios, equinodermos, crustáceos, briozoos, tunicados), etanol 96 % (briozoos para biología molecular, moluscos específicos, especies raras o que pudiesen ser nuevas para la ciencia) o formaldehido 4 % (anélidos, sipuncúlidos, equiúridos, peces) según el grupo al que pertenezcan para su posterior identificación en el laboratorio. Además, algunas especies se sometieron a otros fijadores como glutaraldehído para poder hacer estudios anatómicos posteriores.

Para el etiquetado se usó papel vegetal donde se especificó la campaña, código de transecto y muestra (ej. ROV10-Dive10-muestra4), fecha (ej. 10/08/2021) y especie/muestra dentro de cada bote (ej. Eunicella sp., Porifera 23). Además, la información se rotuló en los botes por fuera con un indeleble negro, excepto en aquellos botes que fueron sumergidos en recipientes más grandes con etanol. La rotulación incluía el nombre de campaña, código de transecto y de estación, fecha y material que contiene (nombre especie, tipo de muestra, etc.). Por motivos de seguridad, se rotularon aquellos botes y etiquetas con una F rodeada por un círculo si el fijador era formol o una A rodeada de un círculo si era etanol, esto permitía saber el tipo de fijador que contenía el bote y evitar accidentes innecesarios.



Figura 62. Traspaso de una muestra de sedimento succionado por el ROV desde para su procesado por parte del equipo científico de la campaña CIRCAESAL 0721.



Figura 63. Algunos ejemplos de hábitats de sustrato rocoso, y de sus especies características, detectados durante la campaña CIRCAESAL 0721.

Las muestras de sedimento o pequeños organismos succionadas por el ROV fueron fotografiadas y tamizadas a 0,5 mm (Figura 62). Posteriormente, se tomaba otra foto del material retenido y se fijaba en etanol al 70 %, en la siguiente proporción 1/3 del bote con sedimento y 2/3 con etanol. A continuación, se etiquetaba los botes siguiendo un protocolo similar al de las muestras de organismos.

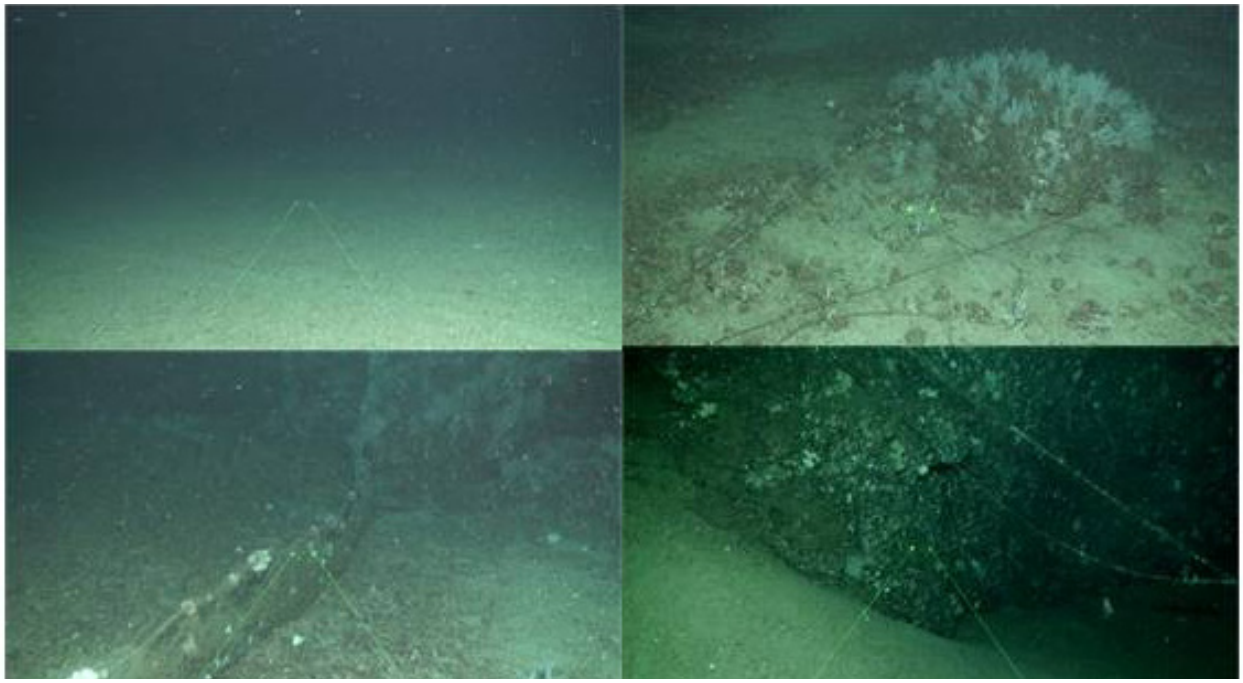


Figura 64. Algunos ejemplos de indicios de la actividad humana detectados en hábitats explorados durante la campaña CIRCAESAL 0721 cómo son los restos de palangres (arriba), las marcas de arrastre (abajo izquierda) o los restos de redes de trasmallos (abajo derecha) o de artes de arrastre.

Durante la campaña CIRCAESAL 0721, se realizaron un total de 32 transectos con el ROV LIROPUS 2000 y 3 transectos con el trineo TASIFE, lo que ha supuesto conseguir 118 horas de grabación de imágenes submarinas (Figura 63). Las coordenadas, profundidad y demás datos asociados se incluyen en la Tabla 38. Durante la primera fase se realizaron 3 transectos con el trineo TASIFE y 14 transectos de ROV y, durante la segunda fase, se realizaron 18 transectos de ROV. Se pudieron realizar transectos a lo largo de toda la demarcación y en un rango de profundidad entre 30 y 500 metros para el ROV y de 40 a 718 metros para el TASIFE. En ellos se detectaron indicios de la actividad humana, lo cual seguramente esté causando un impacto en la actualidad (Figura 64). Los indicios más frecuentes estaban relacionados con la actividad pesquera, fundamentalmente la pesca de palangre de fondo (alta presencia de bloques, cabos y sedales), la pesca de arrastre (marcas de arrastre y restos de redes) y la pesca con nasas (restos de nasas y cabos), entre otros tipos de pesca. Otros tipos de indicios de la actividad humana que han sido detectados en los diferentes hábitats explorados son restos de basura como plásticos (bolsas, envases), vidrio (principalmente botellas) y restos de aparejos de embarcaciones (anclas, carreteles).

En determinadas zonas, fundamentalmente del sector noroccidental de la DMESAL, se ha detectado la presencia masiva de restos del alga alóctona e invasora *Rugulopteryx okamurae*, desde el nivel circalitoral hasta el batial. En algunos casos, los restos de esta macroalga tapizaban casi la totalidad del fondo marino y, en otros, se encontraban enredados entre gorgonias y esponjas, lo cual podría estar causando un impacto indirecto.

A lo largo de los transectos de ROV se recolectaron unas setenta muestras de organismos, muchas de ellas constructoras de hábitats o especies que pueden ser potencialmente nuevas para la ciencia. La mayor parte de estos organismos han sido poríferos y cnidarios (que se recogieron por la necesidad de estudiar caracteres de pequeño tamaño para poder identificar a nivel de especie, en muchos casos dominantes y estructurantes de algunos hábitats), así como moluscos y equinodermos. También se han recolectado una decena de muestras de sedimento succionado, las cuales han sido de gran



utilidad para el estudio de la microfauna en algunos de los hábitats explorados y así, poder completar la información sobre la biodiversidad y el cálculo de algunos indicadores. Los datos oceanográficos de temperatura y salinidad se tomaron con sensores acoplados al ROV en cada una de las estaciones de muestreo. Al finalizar las inmersiones se descargó toda la información registrada, y se añadió en una carpeta con el número de ROV y *Dive*.

2.4. Adquisición y procesado de datos acústicos durante la campaña

La adquisición de nuevos datos acústicos se realizó en las campañas CIRCAESAL0721 y 1123, tras la realización de un perfil de velocidad del sonido, con el objetivo de completar la información sobre la morfología y tipología del fondo marino, para así poder hacer nuevos transectos de imágenes submarinas y, en el futuro, tener una capa mejorada de tipos de fondos (Figura 65 y Figura 66). Para ello, se comenzaba realizando una estación usando el perfilador de velocidad del sonido en el agua (AML SVP+). A continuación, se realizaba la adquisición de datos acústicos con la ecosonda multihaz y paramétrica. Dicho perfil se realizaba en la zona de mayor profundidad que se tenía planeado alcanzar en cada zona, para tener el registro de la velocidad de propagación del sonido a lo largo de toda la columna de agua. Cuando se permanecía en un área más de dos días o con condiciones oceanográficas cambiantes, se realizaba un nuevo perfil de velocidad del sonido para así mejorar el dato que se tenía.

Para la obtención de los datos batimétricos (y de reflectividad) se usó la ecosonda multihaz EM710, cubriendo líneas paralelas a una distancia que aseguraba un solape de, al menos, el 30 % de la cobertura de la sonda (Figura 65 y Figura 66), con el objetivo de realizar mosaicos con 100 % de cobertura de cada zona de trabajo. La velocidad del buque se mantuvo aproximadamente a 4-5 nudos, pero ésta, en ocasiones, variaba en función del estado de la mar y de la calidad de los datos adquiridos. En diferentes circunstancias, se adquirieron perfiles geológicos del fondo marino con la ecosonda paramétrica TOPAS PS18, en perfiles paralelos y perpendiculares a las estructuras geológicas (Figura 66 y Figura 67). La velocidad de adquisición fue igualmente baja, entre 4 y 5 nudos (10 nudos durante los tránsitos) y, a veces, adaptada a la calidad de los datos y al estado de la mar. La obtención de estos perfiles se llevó a cabo tanto de manera exclusiva (en las zonas de particular interés) como simultáneamente con la ecosonda multihaz, utilizando para ello la unidad de sincronía del buque. Además, se llevó a cabo el registro con TOPAS durante los tránsitos entre las diferentes zonas de prospección para contar con información extra que pueda ayudar a la ampliación de conocimiento de las zonas de estudio y a su interconectividad como un área continua.

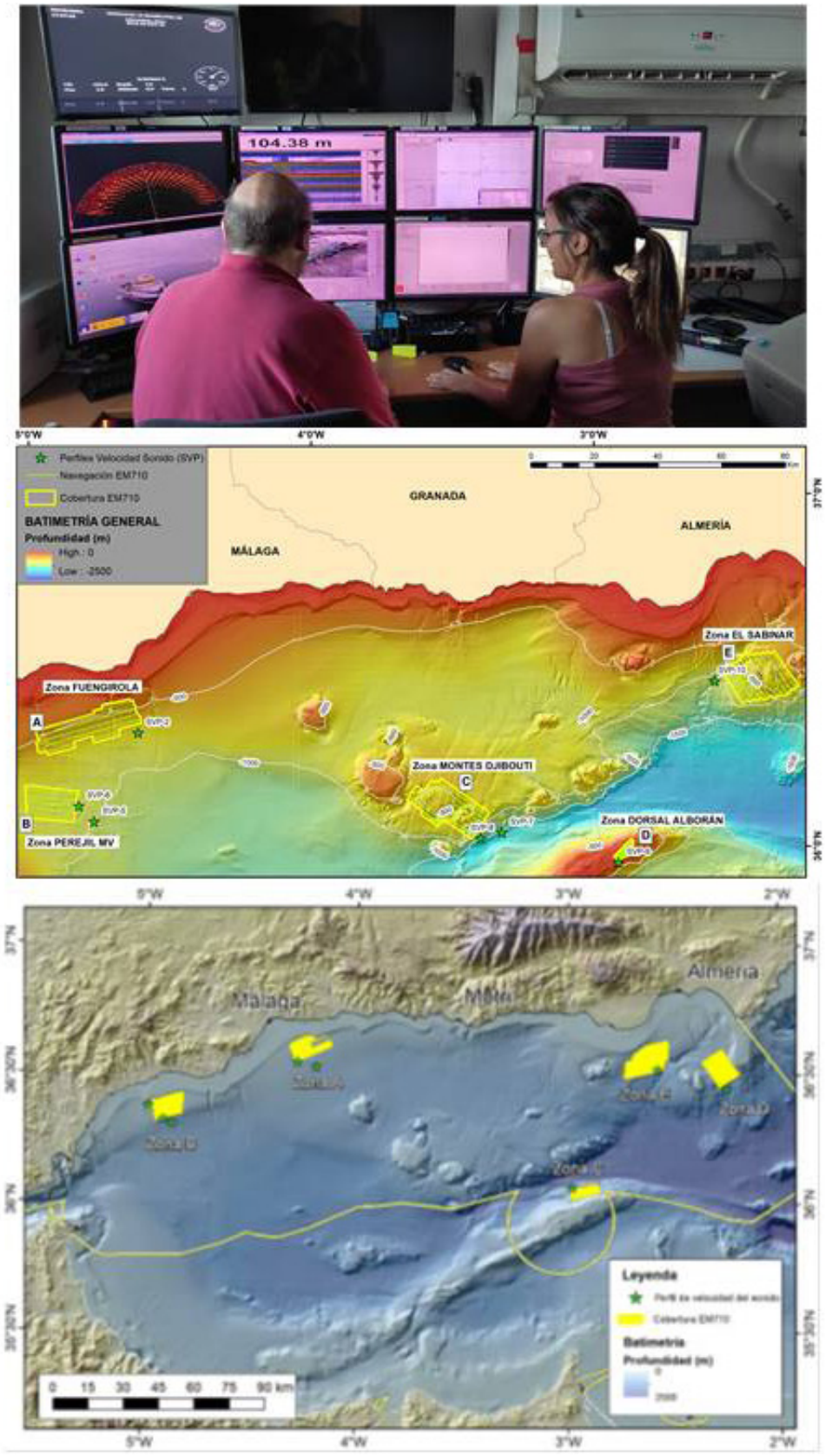


Figura 65. Adquisición de datos acústicos (arriba) y área de estudio de las campañas CIRCAESAL 0721 y 1123, con la localización de las zonas prospectadas con ecosonda multihaz (EM710) y situación de los perfiles de velocidad del sonido (SVP) (abajo) (mapas tomados de Sayago-Gil et al., 2021 y Palomino et al., 2023).

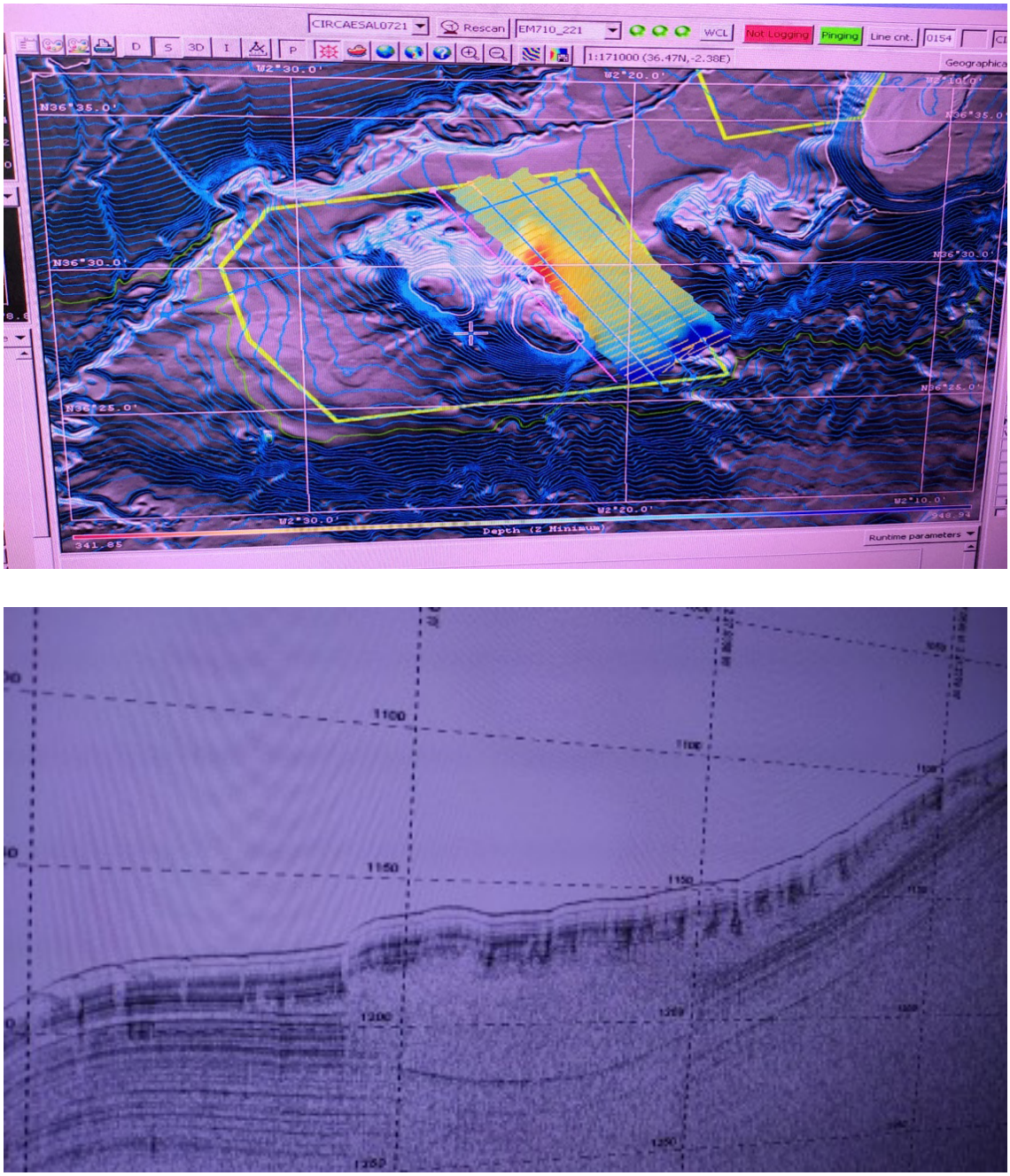
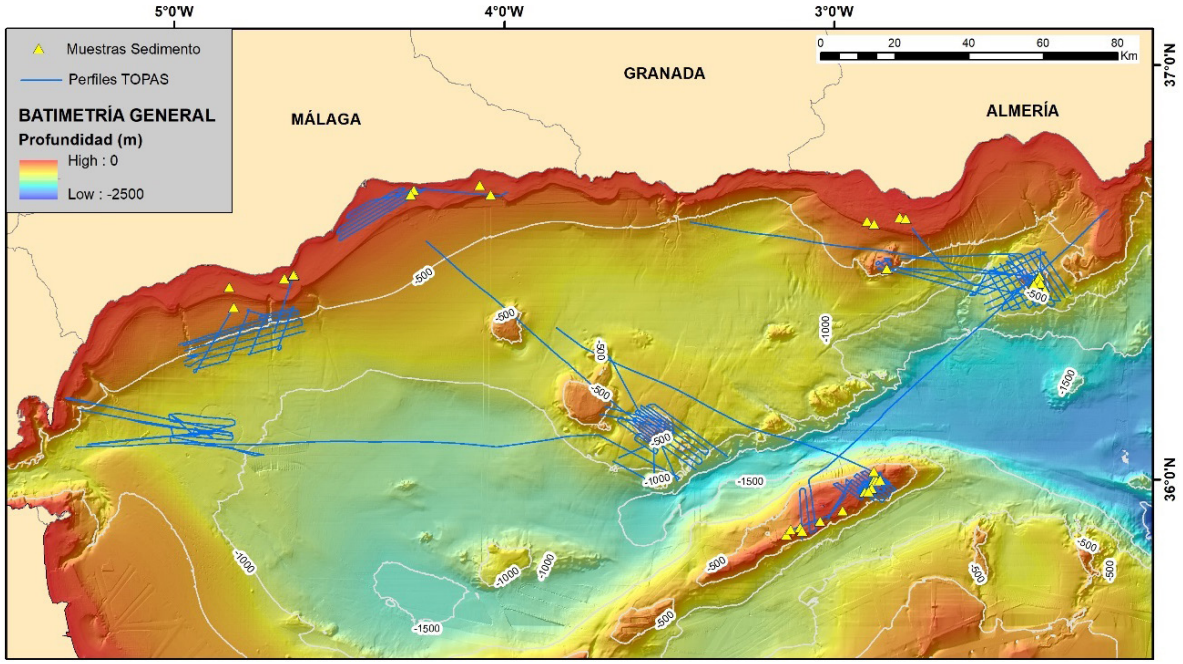


Figura 66. Pantalla de adquisición del software Seafloor Information System de la ecosonda multihaz EM710 en la zona de El Sabinar (arriba) y perfil de TOPAS adquirido en zona de especial interés por su composición geológica durante la campaña CIRCAESAL 0721 (abajo).



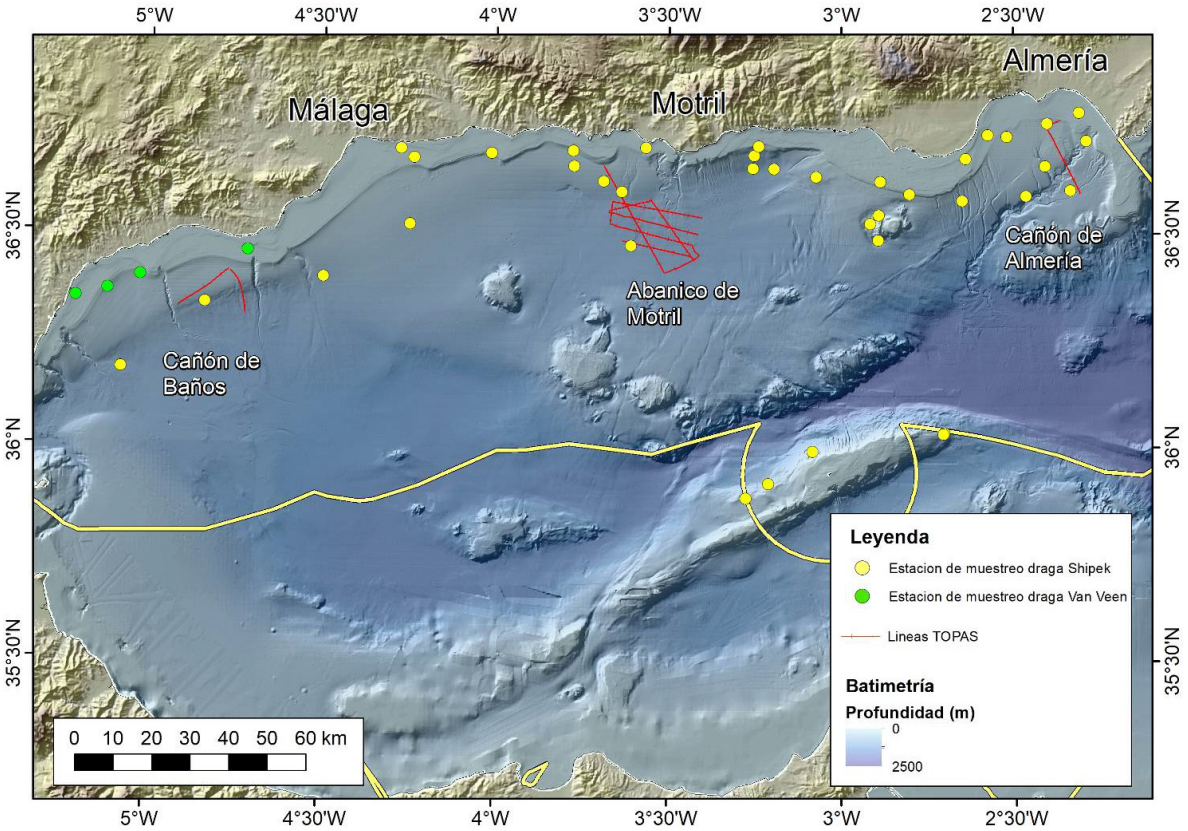


Figura 67. Área de estudio de las campañas CIRCAESAL0721 y 1123 con el posicionamiento de los perfiles obtenidos con ecosonda paramétrica TOPAS y la localización de las muestras de sedimento tomadas con draga Van Veen (mapa tomado de Sayago-Gil et al., 2021).

2.5. Procesado de imágenes submarinas y muestras recolectadas tras la campaña

Las imágenes submarinas de cada transecto fueron guardadas en discos duros externos y transportadas al Centro Oceanográfico de Málaga del IEO-CSIC donde se procesaron con mayor detalle tras las campañas. Lo primero que se realizó fue el posicionamiento, georreferenciando de los transectos en relación con los archivos TXT obtenidos con el HiPAP mediante el dato de hora UTC de posición proporcionado por el HiPAP y el dato de hora UTC del archivo de video obtenido con el ROV o Trineo TASIFE. Luego se representaron dichos transectos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) usando para ello el software ArcGIS y QGIS, pudiendo así conocer el transecto real realizado por el ROV y/o el TASIFE.

En algunos transectos, la adquisición de imágenes submarinas fue complicada con numerosos cortes de dichas imágenes en diferentes archivos de video de pequeño tamaño y de corta duración, por lo que dichos fragmentos de video se unieron concatenadamente mediante el software DaVinci. Además, cuando el archivo de video resultante tenía un tamaño de memoria demasiado grande para poder analizarlo, se realizó una fragmentación del archivo en 2 o 3 videos o una randerización del mismo para así obtener un nuevo archivo de video menos pesado, pero con una resolución suficiente para poder ser procesado por los diferentes lectores.

El procesado de las imágenes submarinas se realizó mediante el software OFOP (Ocean Floor Observation Protocol) en el cual se cargaba el archivo TXT de posicionamiento del transecto a procesar, así como el video de dicho transecto para que los datos obtenidos durante el procesado estuviesen vinculados a los campos de posicionamiento en un nuevo archivo (Figura 68). Se crearon categorías de los principales organismos presentes en los transectos, para facilitar su anotación y también a lo largo del transecto se anotaron características del tipo de sustrato predominante, abundancia de basuras y/o restos de artes de pesca, así como también de especies invasoras. Durante el procesado de las imágenes submarinas, algunos de los organismos pudieron ser identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible (idealmente a nivel de especie o género) pero, en muchos casos, no se pudo identificar hasta este nivel, por lo que se decidió nombrarlos en base a características morfológicas y de coloración, e incluso del sustrato preferente donde se encontraban (ej. esponja pedunculada amarillenta de fondos blandos, esponja incrustante grisácea de fondos duros, etc.). Esto se tuvo que realizar debido a la imposibilidad de visualizar los caracteres taxonómicos necesarios para identificar dichas especies a partir de las imágenes submarinas, por tanto, sin poder hacer un reconocimiento visual de caracteres morfológicos internos y/o externos (ej. espículas en esponjas, escleritos en gorgonias, etc.) que permitiesen confirmar cada una de dichas especies. No obstante, en algunos casos se pudieron recoger ejemplares y poder hacer el análisis de estos caracteres en laboratorio y, así, poder identificar a un nivel taxonómico de mayor resolución y extrapolar a ejemplares que fuesen similares y en condiciones ambientales similares a los recolectados en ese y otros transectos de imágenes submarinas. Paralelamente, a lo largo del procesado de las imágenes submarinas se tomaron fotogramas mediante los softwares VLC y OFOP para ser contrastados con expertos en diferentes grupos taxonómicos o con ejemplares recolectados en la zona. También, y debido a que las imágenes submarinas eran procesadas por diferentes personas, se realizaban sesiones de estandarización de la nomenclatura de los organismos y manualillos de fotos con cada uno de estos organismos que eran complicados de identificar. En conclusión, muchos de los organismos que no pudieron ser recolectados o identificados en las imágenes submarinas tuvieron que ser tratados como Unidades Taxonómicas Operacionales (Operational Taxonomic Units, OTUs) (Howell et al., 2019; Lacharité and Metaxas, 2017; Puerta et al., 2022), pues a veces comprendían entidades identificables a diferentes niveles taxonómicos que compartían una misma morfología y coloración sobre tipos de sustratos similares también.

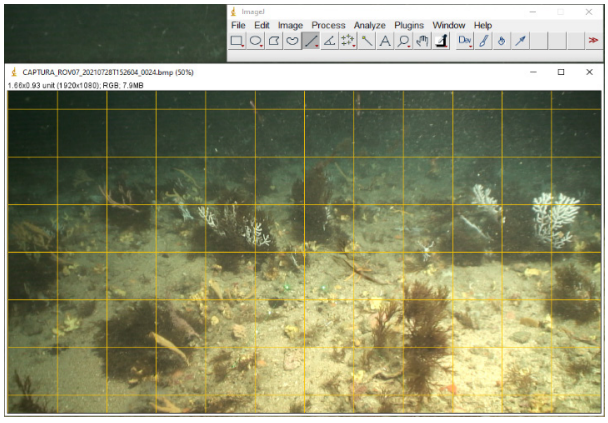
La anotación de basuras y de restos de artes pesqueros se realizó al nivel más alto de resolución posible, indicando la cantidad, el material del resto encontrado (ej. vidrio, metal, plástico, tela, etc.) y la posible procedencia del tipo de arte encontrado (ej. lastre de palangre de fondo, red de arte de arrastre, barra italiana, etc.). En algunos casos se realizaron mediciones de basuras y restos de artes mediante el software de análisis de imagen ImageJ. La presencia y abundancia de especies invasoras (ej. talos sueltos de la macroalga *Rugulopteryx okamurae*) fue anotada a lo largo de los diferentes

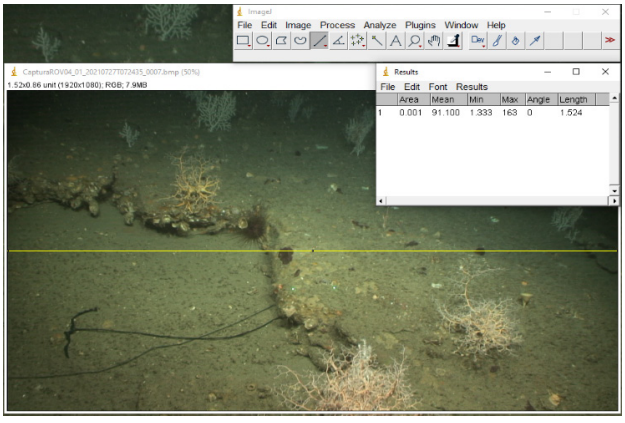
transectos de imágenes submarinas considerados en el análisis, mediante una semicuantificación usando un sistema de rangos (0: Ausencia de talos; 1: 1 talo de *R. okamurae*; 2: de 2 a 5 talos; 3: de 6 a 25 talos; 4: de 26 a 100 talos; 5: de 101 a 500 talos; 6: más de 501 talos) en fotogramas tomados a lo largo de los transectos. Además, se tomaron fotogramas de estas zonas (tomados a 1-2 m de altura) y se realizaron mediciones de la cobertura de los talos de *R. okamurae* sobre el fondo marino usando el programa ImageJ para así poder tener estimaciones en diferentes zonas y contextos ambientales, y construir una capa de presión de talos a la deriva de esta especie. También, se han obtenido datos de biomasa de talos a la deriva procedentes de las campañas "MEDITS", para así completar la distribución de esta especie en hábitats circalitorales y batiales a escala de la DMESAL, y completar la capa de presión de dicha especie, la cual fue entregada al departamento de SIG de SSCC de Madrid y a los compañeros del descriptor 2 de Especies Alóctonas.

En cada transecto se tomaron al menos 30 fotogramas al azar que sirvieron para estimar la anchura del campo de visión del ROV y TASIFE en las imágenes procesadas a lo largo de cada transecto, con el objetivo de estimar el área procesada. Estas mediciones fueron realizadas mediante el software ImageJ usando los punteros láser como escala. Estos valores de anchuras fueron multiplicados por la longitud de los transectos y, con ello, se pudo calcular el área procesada en cada caso.

Por otro lado, cada tramo se georreferenció y se le asignó el BBHT (Benthic Broad Habitat Type) que le correspondía en base a los datos de EMODNET, pero la información del tipo de sustrato predominante observado en cada video y profundidad del tramo del transecto sirvió más tarde para contrastar esta información y reasignar cada tramo a un nuevo BBHT (BBHT corregido, BBHTcor). Con ello se calcularon número de tramos que se encontraban en un BBHT que no correspondía con el establecido por EMODNET y se realizaron mapas correspondientes indicando la validez del BBHT que originalmente le asignaba EMODNET. En posteriores análisis se utilizó el campo de BBHT corregido como el válido e indicativo de cada tramo para poder caracterizarlo y evaluarlo.

Finalmente, se obtuvieron mediciones en continuo de variables ambientales, fundamentalmente la temperatura y la salinidad a partir de los sensores que tenía el ROV, y se calcularon los valores medios en cada tramo para realizar una caracterización ambiental de los mismos. Ello fue añadido a la información adquirida sobre el tipo de fondo predominante y a diferentes indicadores de actividad antrópica (basuras, restos de artes, etc.).





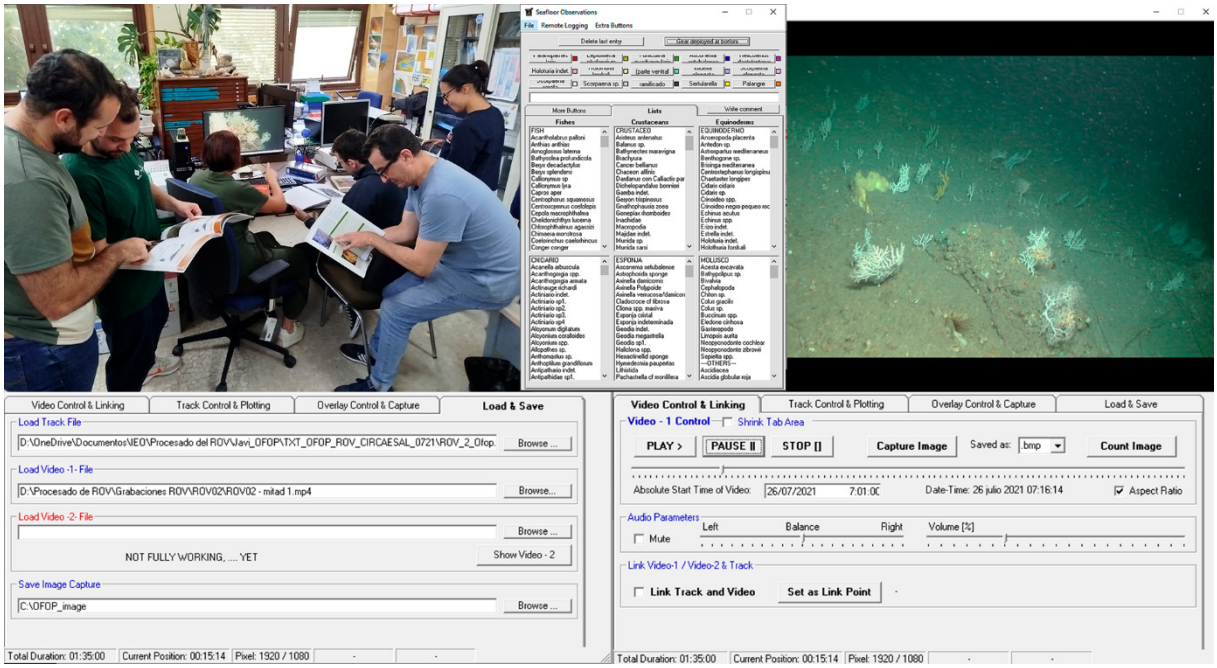


Figura 68. Procesado de imágenes submarinas mediante (1) ImageJ (arriba) para estimaciones de cobertura de Rugulopteryx okamurae (arriba izquierda) y de la anchura del campo de visión (arriba derecha) y (2) el software OFOP (abajo y centro derecha). En varias sesiones se realizaron reuniones para estandarizar la identificación de especies y nomenclatura de OTUs por parte de diferentes procesadores de imágenes submarinas (centro izquierda).

El procesado de las muestras faunísticas recogidas en las campañas se realizó fundamentalmente en el laboratorio del Centro Oceanográfico de Málaga, priorizándose en especies que fueran dominantes, constructoras de hábitats o posiblemente nuevas para la ciencia (Figura 69). Entre estos, se priorizó fundamentalmente en mejorar la identificación de especies de poríferos, cnidarios, equinodermos, moluscos y tunicados. Para la conservación de las muestras de invertebrados recogidas durante las campañas se ha procedido a su relajación con mentol en aquellos grupos en los que es necesario este proceso seguido de su fijación en etanol 70 %, 96 % (biología molecular) o formaldehido 10 % utilizando el método correspondiente según su grupo taxonómico.

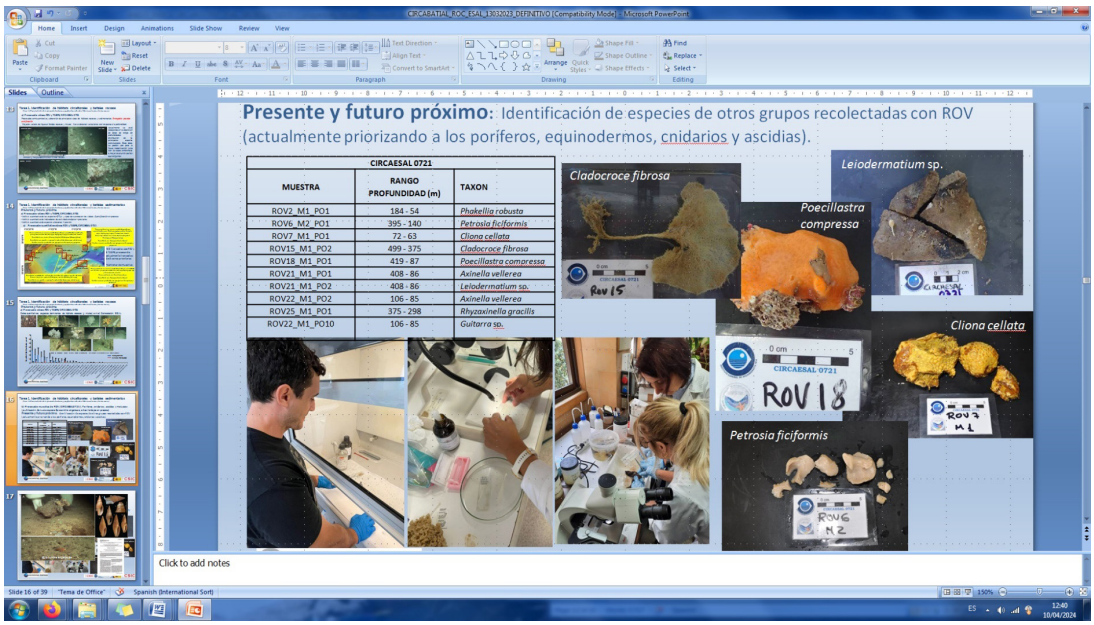


Figura 69. Procesado de muestras de invertebrados recolectados en las campañas y avance taxonómico conseguido.



A la hora de la determinación específica de los poríferos y cnidarios, a veces no es suficiente con la simple observación de los caracteres macroscópicos ya que, por lo general, son invertebrados con una gran plasticidad morfológica. Esto es más acusado en ciertas especies para las que además existe una gran similitud morfológica y de coloración. Los caracteres utilizados en la diagnosis de poríferos 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. 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. Para las 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 en el fondo, 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 finalmente se lava con alcohol etílico de 96° y se deja que las espículas sedimenten de nuevo tras lo cual, 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. En esponjas con esqueleto de espongina, se emplea una metodología diferente, ya que las fibras de espongina se destruyen con los reactivos de ataque empleados con las esponjas 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. Para las gorgonias, se tomaron diferentes partes de la colonia y se introdujeron en lejía diluida al 10 %, cada una de ellas en un portaobjetos distinto bien identificado. Pasados unos segundos, se observaba la muestra al microscopio para comprobar si la lejía había eliminado la materia orgánica y se observaban claramente los diferentes tipos de escleritos. Si no se observaban, se añadía lejía diluida poco a poco hasta conseguir diferenciar dichos escleritos.

Las muestras con especies dudosas de holoturoideos también fueron identificadas en el laboratorio, donde se disponía de lupas con mayor precisión, una mayor diversidad de recursos para la identificación (claves, libros, etc.) y donde se pudieron hacer análisis más específicos, como la extracción de osículos a los holoturoideos. Además, finalmente algunas de estas especies fueron revisadas por expertos en equinodermos de la Universidad de Málaga y del IEO. La realización del análisis biológico de los holoturoideos comenzó sacando la holoturia no identificada a nivel de especie del etanol y colocando dicho ejemplar en una bandeja de plástico. Con ayuda de tijeras y pinzas, se cortaba un trozo de papila y otro de tentáculo de la zona oral. Una vez obtenidas las muestras, se colocaban en un portaobjetos excavado con ayuda de unas pinzas blandas y se añadía, con una pipeta, una gota de agua destilada y una gota de lejía diluida al 10 %, cada una de ellas en un porta distinto bien identificado. La lejía y el agua destilada se ponían en botes de 125 ml muy bien identificados y se echaban las gotas con distinta pipeta para no mezclar los líquidos y las cantidades justas. Pasados unos segundos, se observaba la muestra al microscopio para comprobar si la lejía había eliminado la materia orgánica y se diferenciaban claramente los distintos tipos de osículos. Si no se observaban, se añadía lejía diluida poco a poco hasta conseguir diferenciar dichos osículos. Una vez expuestas las muestras a la lejía diluida, el portaobjetos excavado se tapaba con un cubre y se visualizaba al microscopio obteniendo la forma de los osículos que posteriormente se contrastaban con artículos e informes para poder identificar los holoturoideos. Además, se realizaron fotografías para la elaboración de fichas identificativas de cada especie mostrando caracteres externos como internos (ej. osículos).



2.6. Análisis de los datos

2.6.1. Identificación y caracterización de los hábitats

Para la identificación y caracterización de los hábitats y su posterior evaluación, tanto a nivel de BBHT (Benthic Broad Habitat Type) como de OHT (Other Habitat Type), se construyó una gran matriz de abundancia de todas las especies-géneros- OTUs detectados en tramos de 300 metros de longitud dentro de cada transecto obtenido en las campañas. Cada tramo de 300 m de longitud será tratado como estación o muestra en el análisis multivariante. Las abundancias de las especies-géneros- OTUs fueron estandarizadas a 1.000 m^2 a partir del área procesada en cada transecto de imágenes submarinas (anchura del campo de visión por longitud del tramo de 300 m en ese transecto). Esta gran matriz además contenía la profundidad media, salinidad y temperatura media de cada tramo (estación), así como el sustrato predominante en el mismo. Además, toda la información obtenida sobre presiones tanto detectadas en el análisis de las imágenes como en las capas de SIG proporcionadas por diferentes equipos e instituciones se incluyeron en la matriz. Finalmente, se pudo obtener una matriz que contenía 133 tramos de 35 transectos y con 276 especies-géneros- OTUs.

Aquellos tramos con un sustrato predominantemente de tipo sedimentario se eliminaron de la matriz y de posteriores análisis, así como aquellos tramos que se obtuvieron con el TASIFE y que resultaba en imágenes submarinas algo diferentes a las obtenidas con el ROV. Tras este proceso, se obtuvo una reducción tanto del número de tramos a incluir en los análisis como de especies-géneros- OTUs (aquellos exclusivos de tramos sedimentarios) quedando una matriz definitiva de 78 tramos pertenecientes a 32 transectos y con unas 220 especies-géneros- OTUs. Las especies con un modo de vida pelágico (incluidos peces) también fueron eliminadas de la matriz, con el objetivo de que los resultados se basasen únicamente en aquellas especies bentónicas y, fundamentalmente, las que son estructurantes-formadoras de hábitats bentónicos. Por otro lado, algunos de los OTUs fueron agrupados a un nivel de menor resolución en base a su similitud morfológica para así obtener agrupaciones que fueran lo más robustas posibles. Finalmente se realizaron los análisis multivariantes con una matriz que contenía datos de 78 tramos de 32 transectos y con unas 203 especies-géneros-OTUs.

Con los datos de especies-géneros- OTUs estandarizados y transformados a la raíz cuadrada y, usando el software PRIMER 6 (Clarke & Gorley 2006), se obtuvo una semimatriz de similitud utilizando el índice de Bray & Curtis (Bray & Curtis 1957) para comparar cada muestra (tramo) con las demás teniendo en cuenta la composición y estructura de la fauna encontrada en cada una de ellas. Este índice toma el valor de cien (expresado porcentualmente) para dos muestras idénticas y de cero para dos muestras que no tienen ninguna especie en común. Una vez calculada la semimatriz de similitud se realizó un dendograma o CLUSTER, y se aplicó el test SIMPROF (SIMilarity PROFile test) en el que se obtienen las distintas agrupaciones de muestras que son significativamente diferentes entre sí. Estas diferentes agrupaciones, en combinación con el criterio de experto, sirvieron para identificar las diferentes comunidades biológicas que a su vez eran tipificadoras de diferentes hábitats tanto a nivel de BBHT como de OHT. Las muestras fueron clasificadas mediante el algoritmo de agrupación UPGMA ("Unweighted Pairgroup Method Using Arithmetic Averages") (Sokal & Sneath 1963; Sneath & Sokal 1973), cuyo resultado gráfico se traduce en un dendrograma donde las muestras aparecen dispuestas en grupos en función de su similitud media. Lleonart (1981) demostró que este algoritmo UPGMA provocaba una menor distorsión con respecto a las distancias originales y, mediante su aplicación, resultaba un dendrograma que representa más objetivamente a la matriz de similitud que con el algoritmo WPGMA (Ward, 1963). No obstante, este tipo de análisis de clasificación unidimensional presenta una serie de limitaciones a la hora de interpretar los resultados (Field et al., 1982), por lo que ha sido contrastado con análisis de ordenación multidimensional como es el nMDS (Non-metric Multi-Dimensional Scaling) donde las muestras están ordenadas espacialmente en forma de nubes de puntos. La distancia entre dos puntos (muestras) sería proporcional a la similitud entre estas dos muestras. En general, estos métodos de ordenación permiten conocer la afinidad entre las muestras (tramos-estaciones) reduciendo las dimensiones del espacio original y acumulando la mayor parte de

la varianza en dos o tres dimensiones. La fiabilidad de la ordenación resultante de las muestras ha sido contrastada por medio del coeficiente de estrés de Kruskal (Kruskal & Wallis 1978). Se trata de una medida de la discrepancia entre la distancia entre puntos representada en el nMDS y las distancias obtenidas en la matriz de distancias de Bray-Curtis.

Para caracterizar los hábitats a nivel de BBHT y OHT se usó la información de profundidad media, tipo de sustrato predominante y las especies-géneros-OTUs tipificadoras que componían y estructuraban ese hábitat. Para esto último, se calculó la dominancia (%D, porcentaje de individuos frente al total) y frecuencia (%F, porcentaje de tramos donde aparecía esa especie) de cada uno de los organismos de los tramos que pertenecían a ese BBHT y OHT, seleccionándose aquellos organismos con los mayores valores de dominancia y frecuencia. Por otra parte, las especies contribuyentes en cada agrupación de muestras (comunidades biológicas tipificadoras de hábitats) fueron obtenidas mediante el análisis SIMPER (*SIMilarity PERcentage*). Este tipo de análisis también se realizó usando el *software* PRIMER 6 a partir de los datos de abundancia sin transformar de las especies/géneros/OTUs de cada muestra y con relación a las diferentes agrupaciones (comunidades biológicas tipificadoras de hábitats). En aquellos casos en los que se obtuvieron muestras-tramos-estaciones que no formaban grupos, se reasignaron al grupo más similar y, si no era posible, se calcularon los porcentajes de dominancia de cada especie en la muestra (%D: porcentaje de individuos del grupo sobre el total de individuos), y la comunidad biológica tipificadora del hábitat se caracterizó en base a esto. Finalmente, otras especies tipificadoras de los hábitats fueron seleccionadas bajo criterio de experto (en base a la bibliografía disponible y otros muestreos realizados en la demarcación) para así completar la información vinculada al indicador "Composición Típica de Especies" de cada BBHT y OHT.

2.6.2. Nomenclatura de los hábitats y vinculación de éstos y de las especies con listados de hábitats y especies vulnerables y/o amenazadas

La nomenclatura de los diferentes hábitats se realizó combinando los resultados obtenidos con los tipos de fondos de EMODNET y observados en las imágenes submarinas, y siguiendo la terminología y clasificación recogida en la "Lista Patrón de los Hábitats Marinos presentes en España" (LPRE) (Templado et al., 2012). Previamente, la identificación de hábitats se basó en generar agrupaciones entre los tramos en función de su similitud, y esto junto al criterio de experto, mediante asignación a cada uno de los grupos de un hábitat de la LPRE, haciendo uso de la Guía Interpretativa del Inventario Español de Hábitats Marinos, así como su correspondencia con otros listados y clasificaciones de hábitats. Con relación a la nomenclatura, existen diversas clasificaciones de hábitats, las cuales están enfocadas a representar la amplia diversidad de tipos de fondo, ambientes oceanográficos y especies tipificadoras de hábitats en el fondo marino. En este estudio se ha intentado vincular los hábitats detectados con la clasificación EUNIS (European Union Natura Information System), la cual describe y clasifica, de forma jerárquica, los diferentes tipos de hábitats existentes en Europa, tanto terrestres como acuáticos (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification-1). También se ha utilizado otro tipo de clasificación de hábitats marinos que está orientada a reunir sólo aquellos hábitats que necesitan un marco de protección, como son los incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat (92/43/CEE) y, también, con aquellas que han elaborado propuestas de hábitats de interés para la protección a nivel regional, tanto para el Atlántico como para el Mediterráneo, debido al carácter transicional de la DMESAL entre ambas cuencas. En el océano Atlántico, el Convenio OSPAR (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic–Convenio sobre la protección del medio marino del Atlántico Nordeste) ha desarrollado un listado de especies y hábitats amenazados o en declive (Acuerdo 2008-06) (la Lista OSPAR) para guiar a los integrantes del Convenio OSPAR en el establecimiento de prioridades para su trabajo adicional sobre la conservación y protección de la biodiversidad marina en la implementación del Anexo V del Convenio OSPAR (https://www.ospar.org/work-areas/bdc/species-habitats). En el mar Mediterráneo, el Plan de Acción para el Mediterráneo del Convenio Barcelona (Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean–Convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo), ha desarrollado dos listas de hábitats: (i) una clasificación de referencia de los tipos de

hábitats bentónicos marinos existentes en la región mediterránea y (ii) una lista de referencia de los tipos de hábitats marinos prioritarios para la selección de áreas que deben incluirse en las redes nacional de Lugares de Interés para la Conservación en el Mediterráneo (https://www.unep.org/unepmap/who-we-are/barcelona-convention-and-protocols) (Montefalcone et al., 2021). Adicionalmente, y tal y como se ha comentado anteriormente, el MITECO en aplicación de la DMEM y en colaboración con expertos en hábitats marinos y estuáricos, elaboró un listado de clasificación jerárquica de hábitats bentónicos, denominado "*Lista Patrón de los Hábitats Marinos presentes en España*" (LPRE) con el objetivo de unificar su nomenclatura y clasificación, entre científicos, técnicos y gestores (Templado *et al.,* 2012) (https://www.miteco.gob.es/gl/biodiversidad/temas/biodiversidad-marina/GUIA%20INTERPHABITATS_WEB_tcm37-521436.pdf), respondiendo así a los requisitos recogidos para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

En el presente anexo, y siguiendo con objetivos de otros proyectos (proyecto LIFE IP INTEMARES), se han generado unas tablas de correspondencia entre los hábitats detectados y su correspondencia en las clasificaciones de hábitats de EUNIS, del Anexo I de la Directiva Hábitat (92/43/CEE), del Convenio OSPAR, del Convenio de Barcelona y de la LPRE (Templado *et al.,* 2012). El listado del Convenio OSPAR se ha usado ya que la demarcación se encuentra en la parte occidental del Mediterráneo, pero está bañada por masas de aguas superficiales atlánticas, sobre todo en el piso circalitoral, y algunos hábitats detectados tienen afinidad con esa región.

Con relación a la vinculación de las especies con listados de conservación para así conocer las especies catalogadas en cada tramo de transecto de imágenes submarinas, se han consultado diferentes listados. Por un lado se ha consultado los listados del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y, en su caso, del Catálogo Español de Especies Amenazadas (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-proteccion-especial/ce-proteccion-listado-situacion .html) y, por otro lado, un listado similar pero de carácter autonómico como es el Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía (Barea-Azcón *et al*., 2008). Finalmente, algunas de las especies consideradas como catalogadas también se encuentran incluidas en el Plan de Acción para el Mediterráneo del Convenio Barcelona, en la Directiva Hábitat, el Convenio de Berna o Convenio relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural en Europa (https://www.coe.int/en/web/bern-convention), la convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) (https://cites.org/esp/disc/what.php) y el Libro rojo de las especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (https://www.iucnredlist.org/). Por tanto, esta información sobre especies catalogadas se ha de tener en cuenta cuando futuros daños del hábitat puedan tener consecuencias negativas en las poblaciones de estas especies amenazadas y consideradas como catalogadas en este estudio.

2.6.3. Cálculo de Indicadores

2.6.3.1. Índices de sensibilidad de las especies

Durante este segundo ciclo, se ha realizado una amplia búsqueda bibliográfica para asignar rasgos o características biológicas (*Biological Traits* en inglés), a las especies que se han detectado en las imágenes submarinas. Los diferentes rasgos biológicos considerados han sido su tamaño, forma corporal, longevidad, fijación al sustrato, movilidad, fragilidad, posición bentónica, flexibilidad y modo de alimentación. Para ello se utilizó la técnica de "*Biological Traits Analysis*" que, en lugar de comparar las comunidades en base a sus composiciones taxonómicas, utiliza características de las especies relacionadas con su ciclo de vida, su morfología o su comportamiento para indicar aspectos de su funcionamiento ecológico. Las 9 características fueron seleccionadas debido a que influyen en importantes funciones y procesos ecológicos del ecosistema como metabolismo, productividad, acoplamiento bento-pelágico, dispersión, oxigenación del sedimento, fijación de energía, creación de nicho, éxito reproductivo, resiliencia, etc. La información sobre estas características de cada especie fue



obtenida a partir de bases de datos online (MarLIN 2006; WoRMS Editorial Board 2022), de artículos e informes científicos y de criterio experto cuando no existía información disponible. De esta forma, a cada especie o morfotipo-OTU se le asignó un valor para cada característica de acuerdo con las modalidades descritas en la Tabla 39.

Tabla 39. Características-rasgos biológicos y categorías utilizadas para el análisis de sensibilidad de las especies y la aplicación del BH1-SOS a los invertebrados. Score: Puntuación.

Rasgo (trait)	Score	Criterio
Tamaño máximo	1	Pequeño (<2 cm)
	2	Mediano (2-10 cm)
	3	Mediano-Grande (11-50 cm)
	4	Grande (>50 cm)
Longevidad	1	<5 años
	2	5-10 años
	3	11-50 años
	4	>50 años
Movilidad	1	Nadador
	2	Reptante
	3	Excavador y reptante ocasional
	4	Sésil
Posición bentónica	1	Galería o excavación
	3	Superficie
	4	Emergente (>20 cm)
Modo de alimentación	1	Carroñero y/o carnívoro
	2	Depredador, omnívoro
	3	Depositívoro y/o suspensívoro
	4	Filtrador
Forma corporal	1	Aplanado (dorsal y lateralmente)
	2	Globular
	3	Erecto, pedunculado y arborescente
	4	Erecto con ramificación en un único plano



Rasgo (trait)	Score	Criterio
Fijación al sustrato	1	No (sésil)
	2	No (ocasionalmente repta)
	3	Temporal
	4	Permanente
Fragilidad	1	Concha dura
	2	Cuerpo duro
	3	Sin protección
	4	Concha frágil
Flexibilidad	1	Alta (>45°)
	3	Baja (10-45°)
	4	Ninguna (<10°)

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 uno de ellos. 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. Las especies centinela se han obtenido en función de su frecuencia de aparición y a la dominancia y contribución a la formación de hábitats. De ellas, se han seleccionado también aquellas especies altamente sensibles al conjunto de las presiones físicas (palangre, fricción con el fondo, etc.). La selección se ha llevado a cabo mediante el análisis de sus rasgos que permiten estimar la capacidad de impacto de diversas actividades humanas sobre las especies y los ecosistemas, y la resistencia y/o su resiliencia 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 sedimentario con el indicador BESITO (*BEnthos Sensitivity Index to Trawling Operations*) (González-Irusta *et al.*, 2018), que pudieran ser compatibles y utilizables. Se seleccionaron *a priori* los 9 rasgos biológicos pero, de estos, finalmente se usaron aquellos que mejor informan o más se ven afectados por las presiones físicas, siendo categorizados en función de la sensibilidad a las presiones físicas con cuatro valores, de menor a mayor sensibilidad (Tabla 39).

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 rasgos o características biológicas mencionadas:

IRIS= ((10 x tamaño) + (3 x fijación al sustrato) + (5 x forma corporal) + (2 x longevidad) + (3 x 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 los 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 (1) menor o igual a siete: correspondiente a especies poco sensibles; (2) mayor a siete y menor a nueve: correspondiente a especies poco sensibles; (3) igual a mayor a nueve: correspondiente a especies sensibles

La aplicación de este índice permite conocer el porcentaje relativo de especies sensibles a las presiones en cada tramo de imágenes submarinas de cada hábitat y, por tanto, la condición de los hábitats: cuanto menor sea 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 estado ambiental.

2.6.3.2. Índices multimétricos (BH2)

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 presente estudio son:

- **Riqueza de especies (S):** medida del número total de especies-géneros-OTUs presentes en cada tramo de 300 m. A mayor número de especies, mayor la biodiversidad de ese tramo. Esta medida puede ser dependiente por tanto del tamaño muestral, por ello se ha normalizado y estandarizado dicho tamaño muestral.
- **Riqueza de Margalef (d):** medida del número de especies-géneros- OTUs de una muestra, y por tanto su diversidad, teniendo en cuenta el número total de individuos (N) y, por tanto, independiente del tamaño muestral:

$$d = (S-1) / \log N$$

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.

- **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 es una determinada muestra.

$$H' = -\Sigma_i p_i (\log_2 p_i)$$

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

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. Por regla general, las zonas más impactadas presentan menores valores de diversidad que las no impactadas o prístinas.

- **Índice de equirrepartición 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.

$$J' = H'/H'_{max}$$

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

- **Abundancia total (N):** medida del número total de individuos de cada especie-género-OTU 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 tramo o hábitat presenta altas o bajas abundancias en las especies existentes, lo cual está directamente relacionado con la condición del hábitat.
- **Porcentaje de especies formadoras de hábitats** (*Habitat Forming Species*-HFS): calculado 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 tramo de imágenes submarinas. La selección de las especies formadoras de hábitat se realiza mediante el estudio de sus características biológicas, especialmente las que les posibilitan formar un hábitat potencial: (1) especies espacialmente abundantes, dominantes o características; (2) especies que aumenten, por su tamaño o porte, la complejidad del hábitat; (3) especies que, por su forma corporal, aporten una estructura tridimensional, permitiendo el establecimiento de otras especies al proporcionar zonas de refugio o reproducción; (4) 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 hábitat y, por tanto, da una idea de la condición del 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, de este modo, el establecimiento de más especies, y, por tanto, generar hábitat. Además, estas especies pueden actuar acotando las condiciones de estrés ambiental provocadas por las presiones antropogénicas.
- **Porcentaje de especies catalogadas** (*Habitat Forming Species*-HFS): calculado mediante la selección de las especies incluidas en los diferentes listados de conservación y su porcentaje relativo de abundancia con respecto al total de las especies en cada tramo de imágenes submarinas.

3. Resultados circalitoral y batial rocoso D6

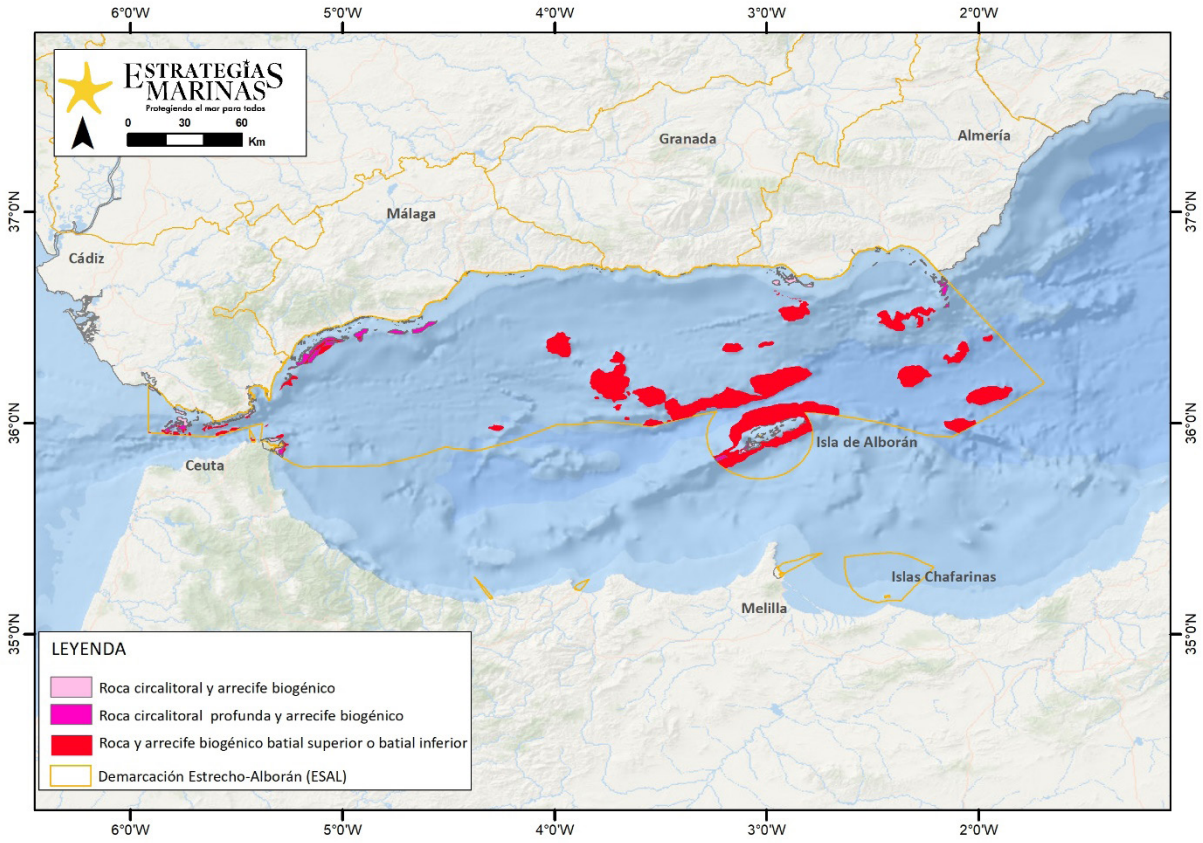


Figura 70. Mapa de la DMESAL donde se muestran los BBHT (Benthic Broad Habitat type) de la zona circalitoral y batial rocoso de la capa de EMODNET (European Marine Observation and Data Network).

3.1. Benthic Broad Habitat Type (BBHT): "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior"

3.1.1. Descripción

En el presente anexo se muestran los resultados obtenidos tras el procesado de las imágenes submarinas obtenidas durante la campaña CIRCAESAL 0721, en el marco del programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el piso circalitoral y batial rocoso para la DMESAL (Figura 70), y que se encuadran en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior".

Para la toma de decisiones a la hora de seleccionar los diferentes puntos para la adquisición de imágenes submarinas, se tuvieron en cuenta tanto los datos aportados por la capa de EMODNET (*European Marine Observation and Data Network*) sobre el "*Upper bathyal rock and biogenic reef*" así como por los datos acústicos adquiridos a través de la ecosonda multihaz. De este modo, de los 133 tramos procesados a lo largo de la DMESAL y tras los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y un reajuste por criterio experto, 40 correspondían a "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (Para la toma de decisiones a la hora de seleccionar los diferentes puntos

para la adquisición de imágenes submarinas, se tuvieron en cuenta tanto los datos aportados por la capa de EMODNET (European Marine Observation and Data Network) sobre el "Upper bathyal rock and biogenic reef" así como por los datos acústicos adquiridos a través de la ecosonda multihaz).

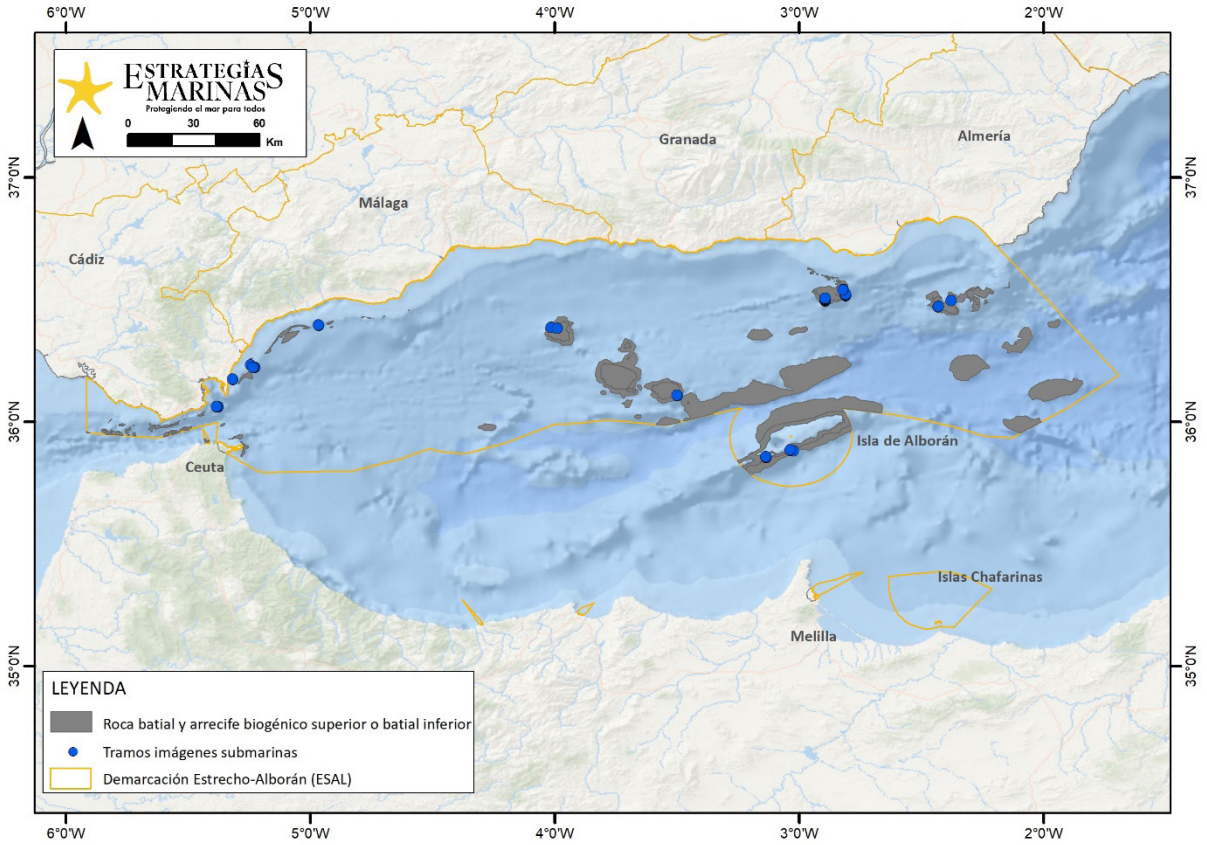


Figura 71. Mapa de la DMESAL con la localización de "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) según EMODNET (European Marine Observation and Data Network) con los diferentes tramos de imágenes submarinas para este BBHT.

La "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" de la DMESAL es un hábitat importante para una gran variedad de especies marinas y presenta una amplia distribución a lo largo de la zona siendo el segundo BBHT en extensión, según EMODNET, con aproximadamente 2.360,75 km^2 donde la profundidad es un factor clave en la distribución y diversidad de estos ecosistemas.

En base a los resultados obtenidos, los tramos de imágenes submarinas sobre este tipo de BBHT estuvo presente en todos los sectores de la demarcación (occidental, central y oriental) y principalmente en los diferentes bancos-montes submarinos del área más oriental (Seco de los Olivos y El Sabinar; Alborán Oriental) seguido de los diferentes cañones próximos al estrecho de Gibraltar (Guadiaro, Algeciras, Placer de las Bóvedas y La Línea; Alborán Occidental) y en los bancos-montes submarinos de Djibouti (Avempace, Herradura y Ville de Djibouti) y en la dorsal de Alborán (Alborán Central) (Figura 72).

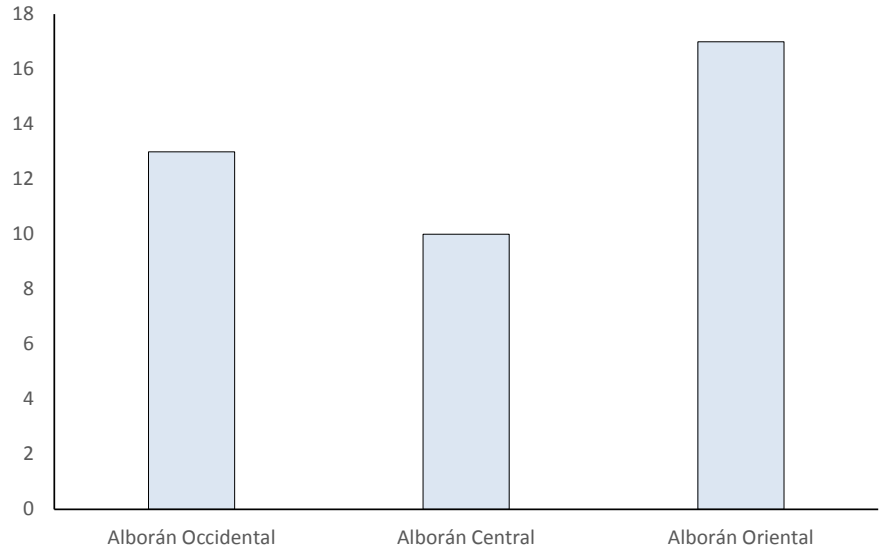


Figura 72. Número de tramos de toma de imágenes submarinas en los diferentes sectores de la DMESAL para el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO).

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes a la "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior", se han identificado 157 especies-géneros-OTUs, con una alta representación en riqueza del filo Cnidaria (47 especies-géneros-OTUs), seguidos de Porifera (36), Echinodermata (24), Mollusca (20), Arthropoda (15), entre otros filos que representan menos del 10 % (Figura 73). En relación con la abundancia, los filos Cnidaria (22.261 individuos), Porifera (12.384), Echinodermata (10.661) y Mollusca (2.218) fueron los dominantes representando el 90 % en su conjunto (Figura 73).

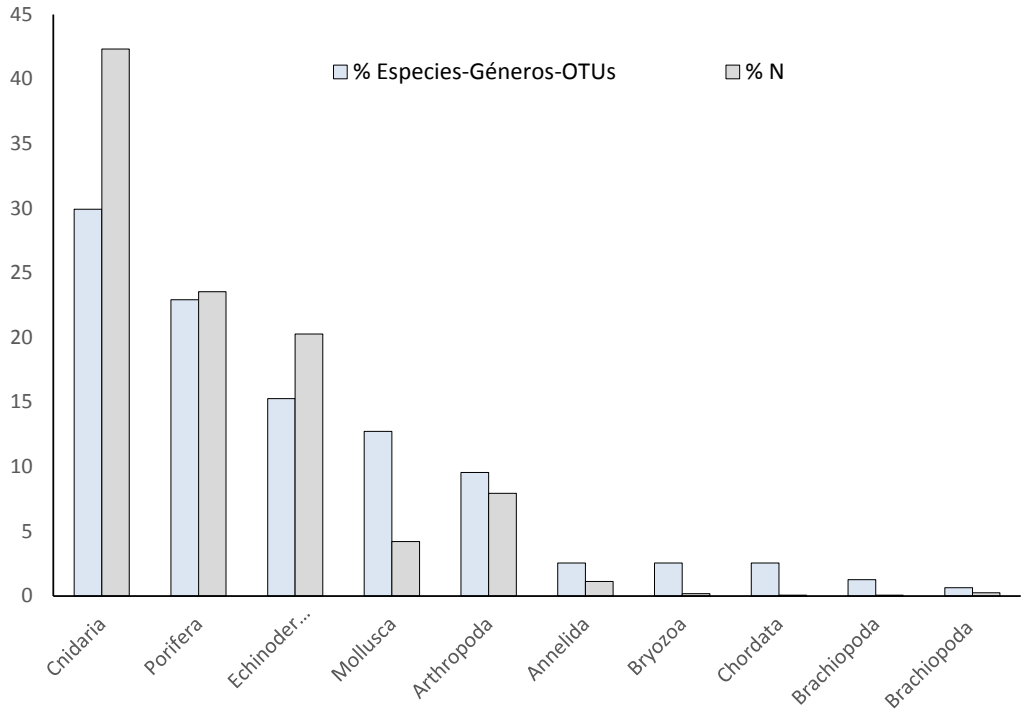


Figura 73. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de abundancia por Filo extrapolada a 1.000 m^2 observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.



Las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto se exponen en la Las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto se exponen en la Tabla 40.

Tabla 40. Lista de invertebrados identificados como tipificadoras para el hábitat "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (Benthic broad hábitat type, BBHT) en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp.	207,15	15,74	15,74	8286,06	15,75	75
Porifera	Demospongiae	*Pachastrella* cf *monilifera*	86,95	11,99	27,74	3477,93	6,61	65
Arthropoda	Malacostraca	*Munida* spp.	24,82	6,23	33,96	992,79	1,89	77,5
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela	29,17	5,99	39,95	1166,9	2,22	55
Echinodermata	Ophiuroidea	*Ophiothrix* sp.	194,6	5,53	45,48	7784,18	14,8	40
Echinodermata	Echinoidea	Cidaris cidaris-Stylocidaris	21,56	5,36	50,84	862,54	1,64	67,5
Cnidaria	Octocorallia	*Acanthogorgia armata-A. hirsuta*	51,61	4,88	55,72	2064,35	3,93	52,5
Porifera	Hexactinellida	*Asconema setubalense*	26,72	4,69	60,42	1068,72	2,03	47,5
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia cornigera*	27,38	4,06	64,48	1098,25	2,09	87,5
Porifera	Demospongiae–Calcarea	Phorbas-Petrobiona	34,63	3,74	68,22	1385,19	2,63	37,5
Echinodermata	Crinoidea	Crinoideo-Antedon	16,94	3,53	71,75	677,7	1,29	62,5



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Porifera	Demospongiae	*Phakellia robusta*	20,99	2,6	74,34	839,5	1,6	47,5
Cnidaria	Hexacorallia	*Parantipathes larix*	10,1	1,99	76,34	403,96	0,77	52,5
Porifera	Demospongiae	*Terpios* sp.	6,3	1,95	78,29	251,9	0,48	55
Cnidaria	Octocorallia	*Viminella flagellum*	24,71	1,95	80,23	988,39	1,88	22,5
Cnidaria	Octocorallia	*Callogorgia verticillata*	11,19	1,47	81,7	447,76	0,85	52,5
Cnidaria	Octocorallia	Chironepthya-Paralcyonium	17,79	1,31	83,01	711,72	1,35	47,5
Porifera	Demospongiae	*Phakellia ventilabrum*	6,6	1,17	84,18	264,12	0,5	55
Annelida	Polychaeta-Sedentaria	*Filograna implexa*-Salmancina	7,99	1,13	85,31	319,57	0,61	55
Arthropoda	Malacostraca	*Plesionika* sp.	14,94	1,04	86,35	597,78	1,14	40
Cnidaria	Scleractinia	*Madrepora oculata*	23,19	1	87,35	927,41	1,76	32,5
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria forskali*	9,72	0,99	88,34	388,64	0,74	40
Cnidaria	Octocorallia	*Swiftia* cf *dubia*	6	0,88	89,22	240,17	0,46	35
Annelida	Polychaeta- Echiura (Echiuroidea)	*Bonellia viridis*	5,91	0,67	89,89	236,48	0,45	42,5
Porifera	Calcarea	Guancha lacunosa-Sycon	10,22	0,61	90,5	409	0,78	20
Mollusca	Bivalvia	*Neopycnodonte zibrowii*	24,03	0,58	91,08	961,19	1,83	12,5
Porifera	Demospongiae	*Phakellia* sp.	4,72	0,58	91,66	188,63	0,36	32,5



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Echinodermata	Echinoidea	*Echinus melo*	4,8	0,57	92,23	192,06	0,37	47,5
Echinodermata	Echinoidea	*Gracilechinus acutus*	3,69	0,56	92,79	147,73	0,28	42,5
Porifera	Demospongiae	Petrosia-Mycale-Ircinia	40,27	0,5	93,29	1941,42	3,69	35
Porifera		Porifera globulares	5,27	0,49	93,79	210,64	0,4	27,5
Porifera		Porifera indet.	4,1	0,48	94,26	164,06	0,31	30
Cnidaria	Hydrozoa	*Sertularella* sp.	24,44	0,38	94,64	977,64	1,86	22,5
Porifera		Porifera tapizantes	3,62	0,36	95	144,77	0,28	32,5
Echinodermata	Holothuroidea	*Parastichopus regalis*	1,66	0,34	95,34	66,47	0,13	27,5
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophyllum pertusum**	--	--	--	--	0,2	30
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophyllum dianthus**	--	--	--	--	0,19	22,5
Cnidaria	Zoantharia	*Savalia savaglia**	--	--	--	--	0,14	22,5
Cnidaria	Octocorallia	*Antipathes dichotoma**	--	--	--	--	0,08	17,5
Porifera	Demospongiae	*Poecillastra compressa**	--	--	--	--	0,36	15
Cnidaria	Octocorallia	*Antipathella subpinnata**	--	--	--	--	0,92	10
Cnidaria	Octocorallia	*Leiopathes glaberrima**	--	--	--	--	0,02	5
Cnidaria	Octocorallia	cf *Bebryce mollis**	--	--	--	--	0,01	2,5



3.1.2. Especies catalogadas

A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT de la DMESAL, se han observado numerosas especies que figuran en diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección (Tabla 41). Entre los invertebrados catalogados más significativos de este BBHT se pueden mencionar especies como *Corallium rubrum* o *Centrostephanus longispinus* presentes en el Anexo II del Convenio de Barcelona y en el Anexo IV y V de la Directiva Hábitat respectivamente o cnidarios como *Leiopathes glaberrima, Madrepora oculata* o *Parantipathes larix*, todos ellos incluidos en el Anexo II del Convenio de Barcelona y CITES. El mayor número de especies catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación se concentraron en el sector de Alborán oriental en el cual, por ejemplo, sólo para el Seco de los Olivos se observó el mayor número de estas especies (tramos de imágenes submarinas de hasta 11 especies catalogadas) (Figura 74). Por el contrario, se ha observado que el sector con menor número de especies catalogadas en los diferentes convenios/listados de conservación se concentran en el sector de Alborán central con tramos de 1 o 2 de estas especies, por ejemplo, para algunos tramos de imágenes de la dorsal de Alborán (Tabla 42). Además, el número de individuos observados y pertenecientes a alguno de estos convenios se concentraron tanto en la parte occidental como en la oriental de Alborán (Figura 75).

Tabla 41. Lista de invertebrados observados en el programa de seguimiento llevado a cabo para el hábitat "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (Benthic broad habitat type, BBHT) en la DMESAL incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Antipathella subpinnata		LESRPE	NT			Anexo II
Antipathes dichotoma		LESRPE	NT			Anexo II
Axinella polypoides	Anexo II	LESRPE			VU	
Callogorgia verticillata		LESRPE	NT			
Calyx nicaeensis					EN	
Centrostephanus longispinus	Anexo II	LESRPE		Anexo IV	VU	
Charonia lampas	Anexo II	VU			VU	
Corallium rubrum	Anexo II		EN	Anexo V	VU	
Dendrophyllia cornigera	Anexo II		EN		VU	Anexo II
Desmophylum dianthus	Anexo II		EN			
Desmophylum pertusum	Anexo II		EN		EN	Anexo II
Ellisella paraplexauroides	Anexo II	LESRPE	VU		EN	
Errina aspera		LESRPE				Anexo II



Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Eunicella cf *filiformis*			NT		NT	
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Funiculina quadrangularis			VU			
Leiopathes glaberrima	Anexo II	LESRPE	EN			Anexo II
Madrepora oculata	Anexo II	LESRPE	EN		EN	Anexo II
Episcomitra zonata	Anexo II	LESRPE			VU	
Palinurus elephas	Anexo III		VU		VU	
Paramuricea clavata			VU		VU	
Parantipathes larix	Anexo II	LESRPE	NT			Anexo II
Petrosia ficiformis					LC	
Placogorgia sp.					DD	
Ranella olearium	Anexo II		NT		VU	
Reteporella spp.					LC	
Savalia savaglia	Anexo II	LESRPE	NT		EN	
Schilderia achatidea	Anexo II				VU	
Thalamophyllia-Pourtalosmilia			DD			Anexo II
Viminella flagellum			NT			

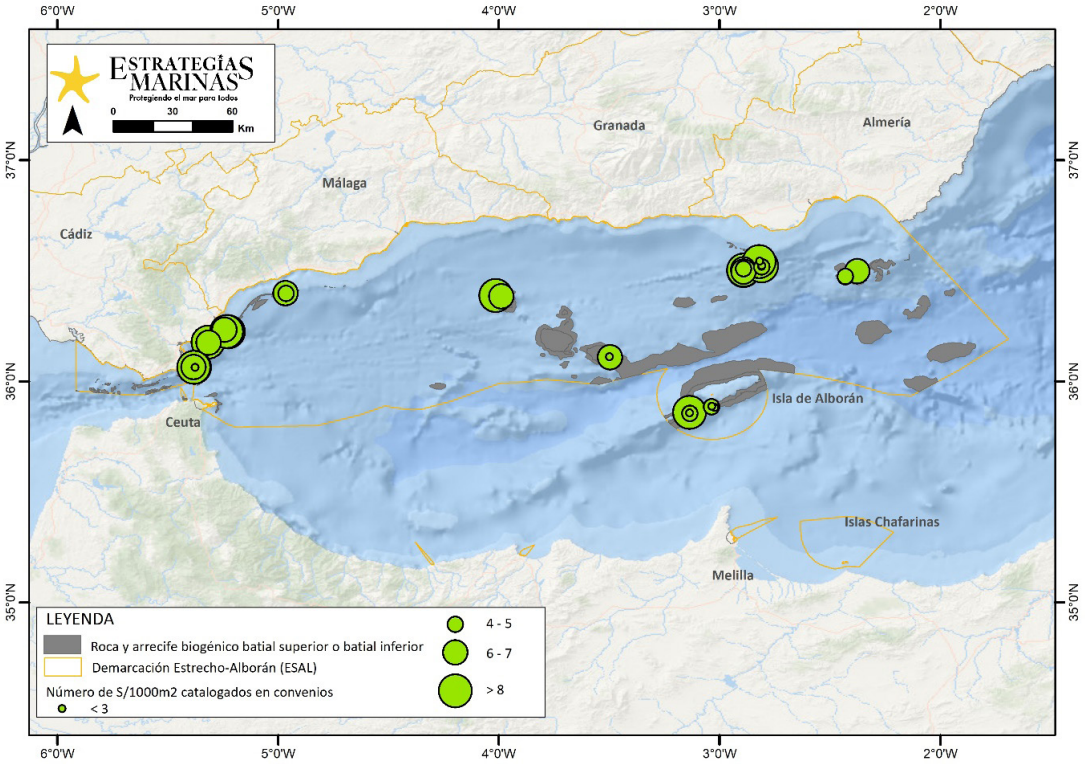


Figura 74. Número de especies-géneros-OTUs (S) catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

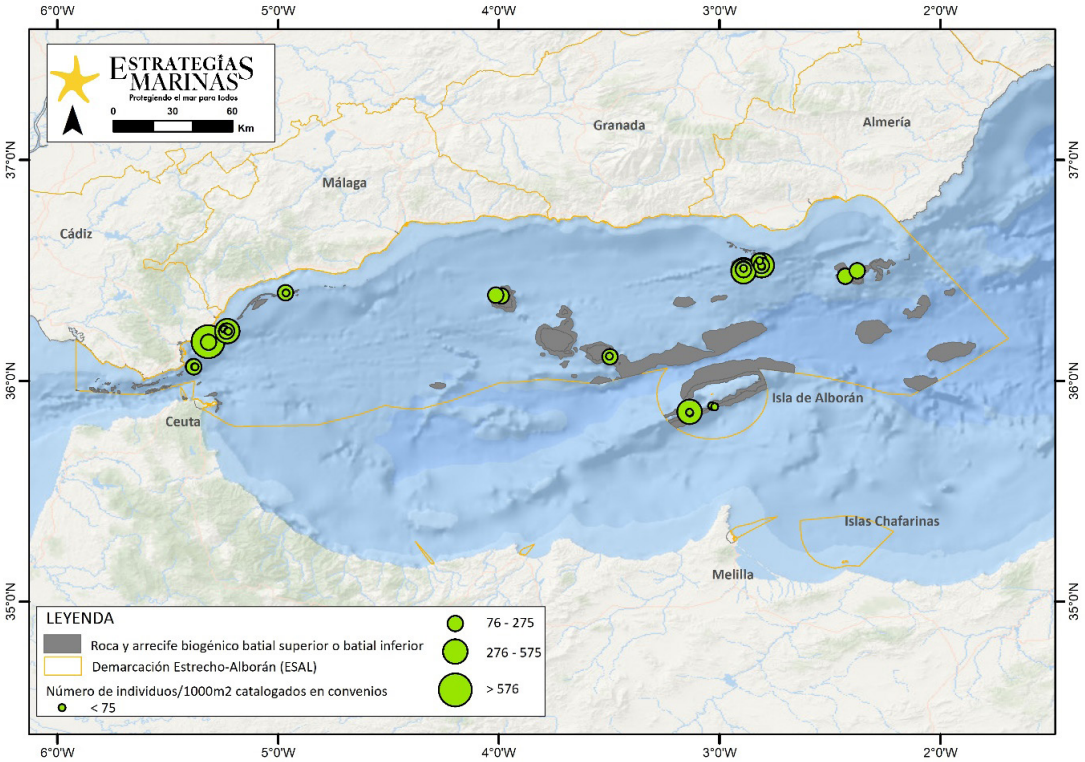


Figura 75. Número de individuos catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

3.1.3. Especies formadoras de hábitats

La disponibilidad de especies formadoras y/o constructoras de hábitats es un factor clave para predecir la riqueza de especies de una zona por lo que es importante su conservación. A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT de la DMESAL, también se ha centrado en aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats observándose que el mayor número de estas especies-géneros-OTUs pertenecían, prácticamente por igual número, a los filos Cnidaria y Porifera destacando distintas especies como *Callogorgia verticillata*, *Parantipathes larix*, *Madrepora oculata*, *Desmophyllum pertusum*, *Asconema setubalense*, *Phakellia ventilabrum*, Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela, entre otros. A diferencia que en el caso del número de especies catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación por sectores, el mayor número de especies formadoras de hábitats se concentraron tanto el sector Alborán oriental como en el central con tramos, por ejemplo, de 23 especies formadoras en el Seco de los Olivos o 18 en la dorsal de Alborán, aunque también en estas zonas se detectó la presencia de tramos con el menor número de estas especies (Tabla 42) (Figura 76). Las mayores observaciones de individuos de especies-géneros-OTUs, al igual que en el número de especies formadoras de hábitats se concentraron tanto en el sector occidental como en el oriental de Alborán (Figura 77).

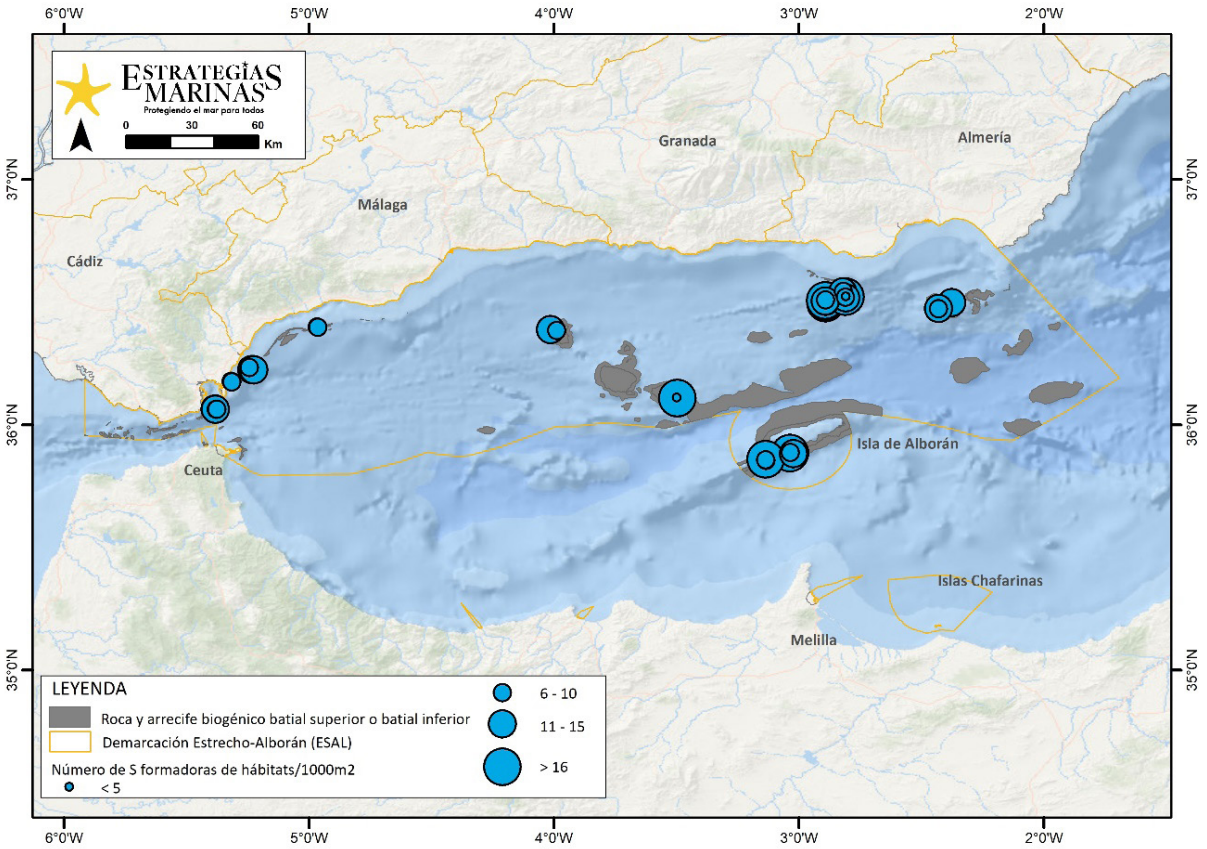


Figura 76. Número de especies-géneros-OTUs (S) formadoras de hábitats observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

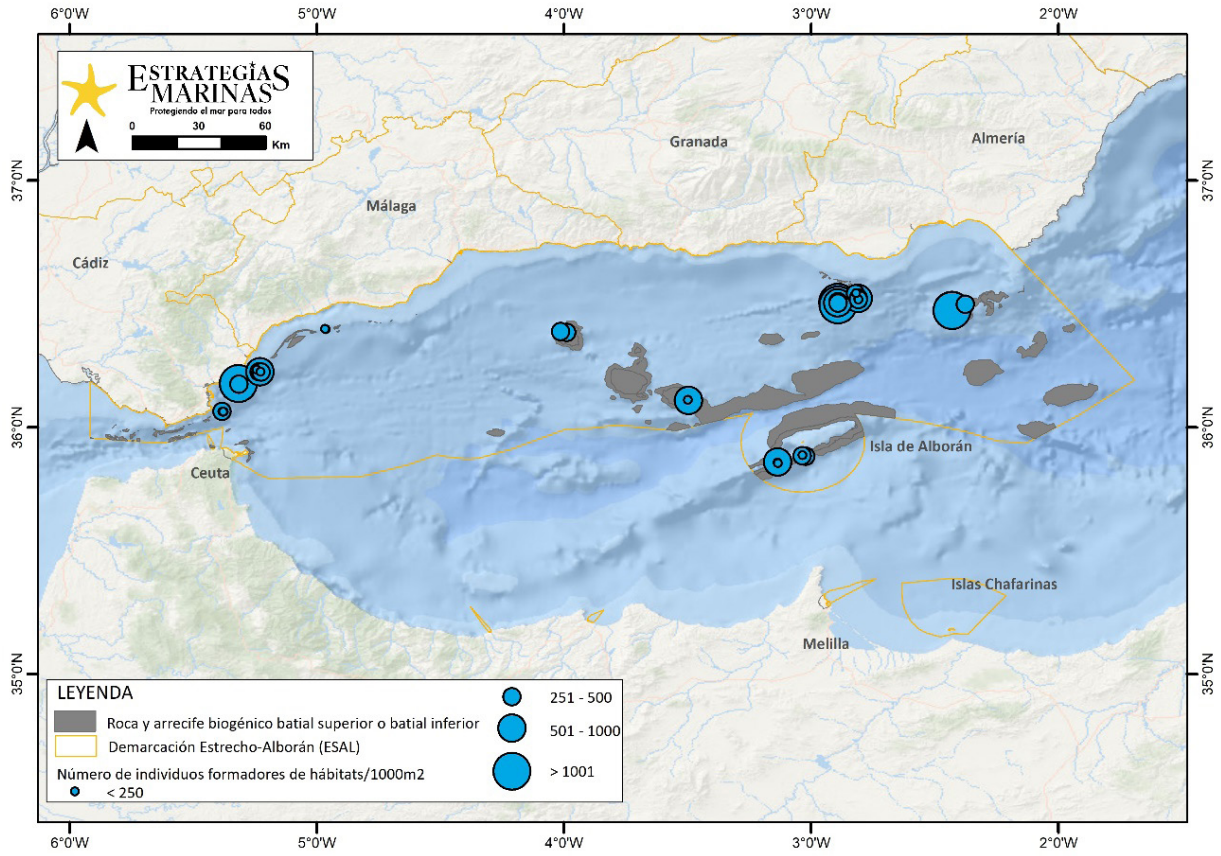


Figura 77. Número de individuos de especies-géneros-OTUs formadoras de hábitats observados y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

3.1.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad en el programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT, se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) centrándose el mayor número de estas especies-géneros-OTUs con sensibilidad 3 en el sector de Alborán oriental (Seco de los Olivos) y en Alborán central (tanto en los bancos-montes submarinos como en la dorsal de Alborán) (Tabla 42) (Figura 78). Las principales especies pertenecían al filo Cnidaria como *Madrepora oculata*, *Callogorgia verticillata*, *Parantipathes larix*, *Viminella flagellum*, *Antipathes dichotoma*, entre otras o al filo Porifera con especies como *Asconema setubalense*, *Axinella polypoides*, entre otras. Además, en estas zonas también se han localizado tramos de imágenes submarinas con el menor número de especies-géneros-OTUs sensibles (Tabla 42). En cuanto al número de individuos de sensibilidad 3, la mayor concentración se observó en el sector oriental de la DMESAL, principalmente en el Seco de los Olivos (Figura 79).

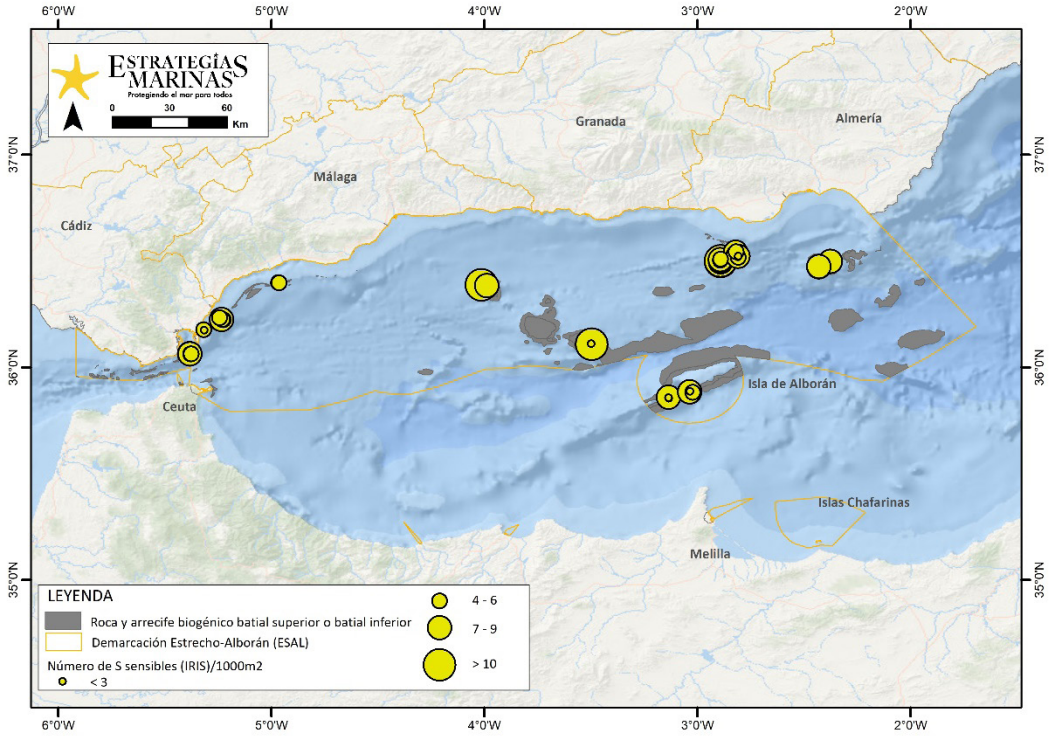


Figura 78. Número de especies-géneros-OTUs (S) de sensibilidad 3 según el índice IRIS (Infralittoral Rock Index of Sensitivity) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

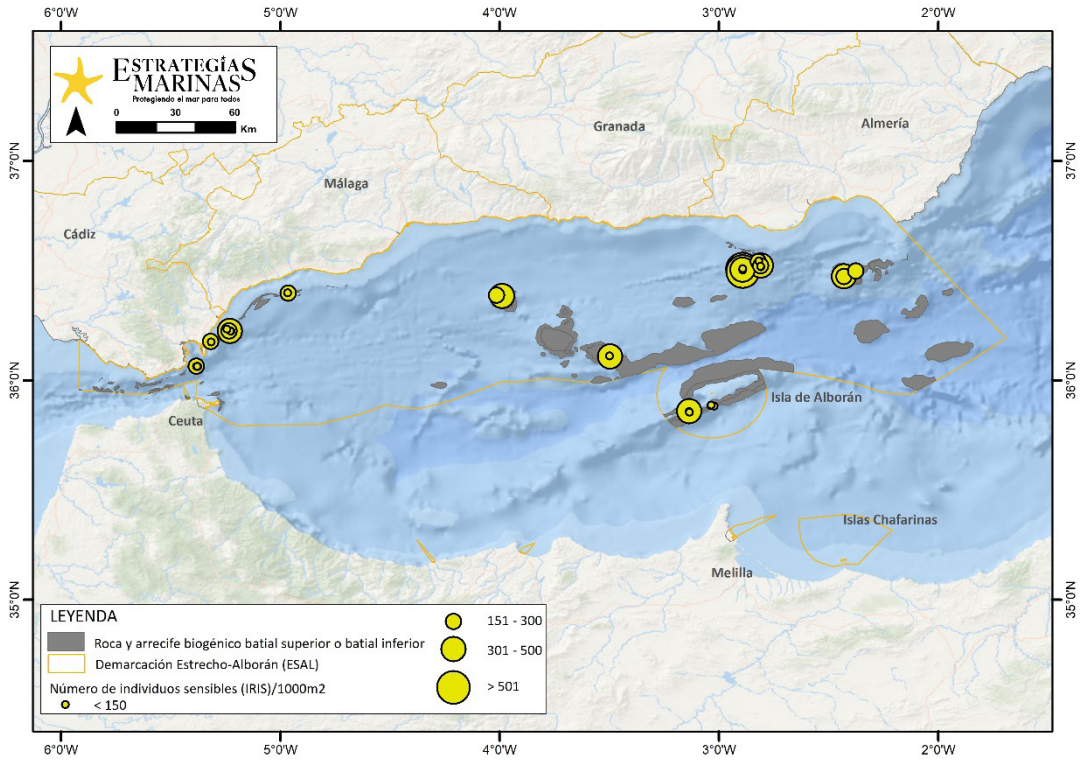


Figura 79. Número de individuos de especies-géneros-OTUs de sensibilidad 3 según el índice IRIS (Infralittoral Rock Index of Sensitivity) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

3.1.5. Índices multimétricos

Los mayores valores de riqueza específica (S) se detectaron en numerosos tramos del Seco de los Olivos (Alborán oriental) con valores de 44 o 39 con lo que la zona de Alborán oriental (Seco de los Olivos y El Sabinar) es la zona con mayor riqueza específica (el promedio de todos los tramos de imágenes submarinas analizadas para este BBHT es de 29). La zona de Alborán occidental también se han observado valores altos en los diferentes tramos analizados con valores de S de hasta 30 en el Placer de las Bóvedas (el promedio de todos los tramos de esta zona es de 26,07). La zona de Alborán central es la que presenta una menor S con un valor promedio de 22,9 de todos los tramos analizados, a pesar de que se han observado zonas con una alta S de hasta 37 en los bancos-montes submarinos de Djibouti (Tabla 42). Los valores de abundancia (N) media de especies-géneros-OTUs mostró los valores promedio más bajos en la zona de Alborán central (Tabla 42), localizándose algunos de los tramos con menor N en la dorsal de Alborán (Tabla 42). Por el contrario, aquellos con un mayor N se observaron en la parte más occidental de la DMESAL, en tramos realizados en los diferentes cañones (La Línea, Algeciras) (Tabla 42). El índice de riqueza de Margalef (d) mostró una tendencia similar a la riqueza específica, observándose los mayores valores en tramos de Alborán Oriental (Seco de los Olivos) (Tabla 42). Entre los distintos tramos analizados, por lo general, se observaron los valores de diversidad de Shannon-Wiener (H') más altos en las zonas tanto central como oriental (dorsal de Alborán y Seco de los Olivos principalmente) (mayor de 3,5 *bits*), mientras que los valores más bajos se concentraron generalmente en la zona de Alborán occidental (< 2,5 *bits*) (Tabla 42, Figura 80). El índice de Pielou (J´) mostró un patrón similar al índice de Shannon-Wiener (Tabla 42).

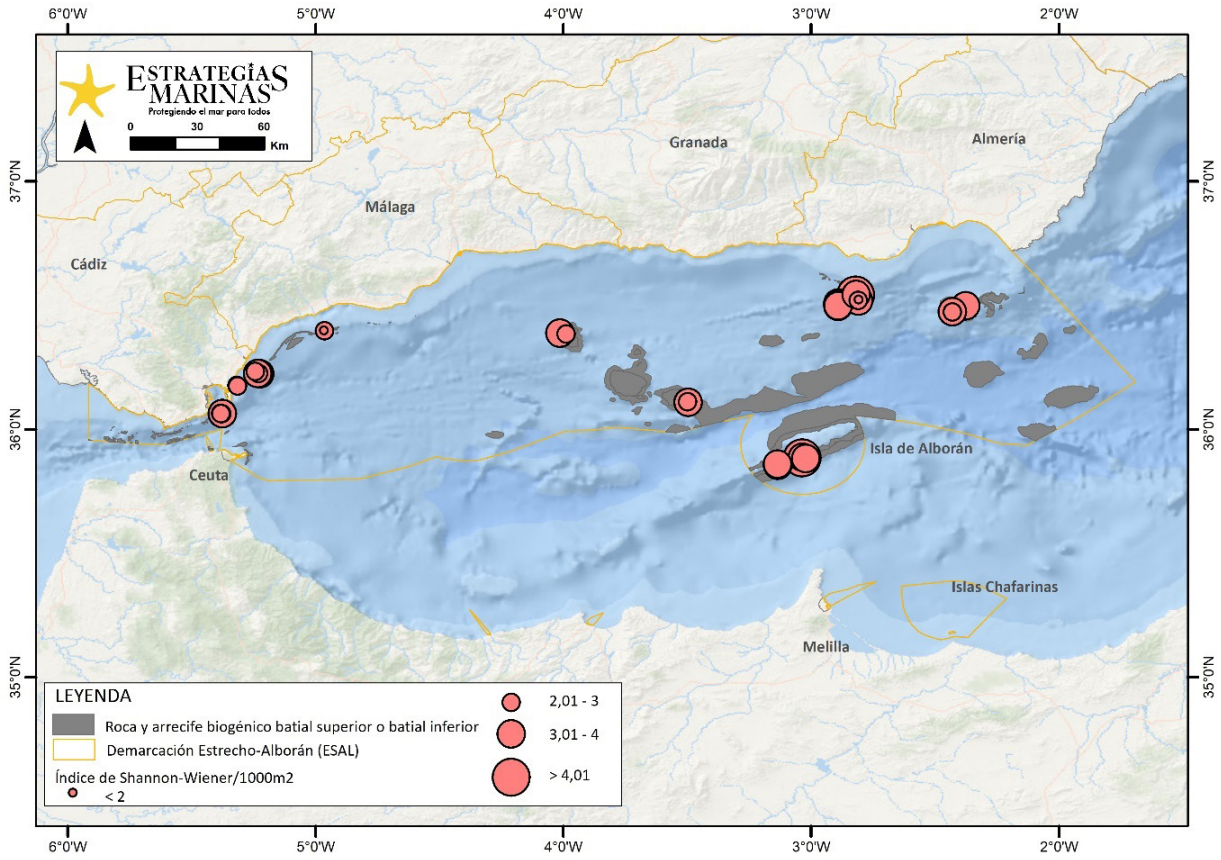


Figura 80. Índice de Shannon-Wiener pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.



Tabla 42. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el BBHT" Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; NSen: Abundancia de especies sensibles.

		HB-BH1								HB-BH2				
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Placer Bóvedas	TR 03_Ro_1_R3	7	245,36	4	7,29	1	1,21	4	200,42	28	675,37	4,14	0,59	2,82
Placer Bóvedas	TR 04_Ro_1_R4	8	132,4	7	149,41	4	21,86	5	85,03	30	2943,18	3,63	0,36	1,79
Guadiaro	TR 06_Ro_2_R1	7	247,5	7	67,99	3	10,88	4	16,32	20	655,46	2,93	0,67	2,88
Guadiaro	TR 10_Ro_3_R1	11	254,22	8	28,39	3	9,03	6	47,76	27	441,33	4,27	0,76	3,62
Guadiaro	TR 11_Ro_3_R2	12	105,82	10	56,78	6	30,97	6	30,97	27	725,23	3,95	0,69	3,26
Guadiaro	TR 12_Ro_3_R3	12	907,18	10	409,07	5	374,23	6	385,84	29	2405,38	3,6	0,6	2,92
Guadiaro	TR 13_Ro_3_R4	12	386	8	156,88	3	138,83	7	151,24	30	1013,54	4,19	0,64	3,16
La Línea	TR 20_Ro_5_R3	6	326,91	7	140,82	2	102,26	1	11,74	23	4548,19	2,61	0,47	2,13
La Línea	TR 21_Ro_5_R4	9	4237,76	10	3349,97	6	3319,36	4	258,03	28	6743,68	3,06	0,51	2,45
Algeciras	TR 22_Ro_6_R1	7	152,81	2	19,72	2	19,72	4	136,05	18	254,35	3,07	0,74	3,07
Algeciras	TR 23_Ro_6_R2	9	123,23	8	46,33	5	43,38	6	124,22	24	1304,27	3,21	0,55	2,51
Algeciras	TR 24_Ro_6_R3	11	207,03	8	100,56	5	96,61	7	129,15	29	2722,9	3,54	0,44	2,11
Algeciras	TR 25_Ro_6_R4	13	459,4	7	155,76	5	129,15	8	195,2	26	4792,19	2,95	0,48	2,25



		HB-BH1									HB-BH2			
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Ville Djibouti	TR 29_Ro_8_R1	17	523,59	7	176,81	5	165,4	10	378,72	37	631,95	5,58	0,66	3,43
Ville Djibouti	TR 30_Ro_8_R2	4	133,46	3	43,35	2	19,39	3	107,23	12	190,5	2,1	0,69	2,47
Avempace	TR 49_Ro_14_R1	13	251,9	10	130,57	7	109,77	11	227,63	28	381,32	4,54	0,83	3,99
Avempace	TR 57_Ro_14_R9	9	398,65	6	143,28	5	110,93	8	379	18	613,57	2,65	0,68	2,84
Dorsal Alborán	TR 62_Ro_15_R1	15	415,3	3	12,42	3	12,42	5	35,5	29	628,28	4,35	0,69	3,35
Dorsal Alborán	TR 63_Ro_16_R1	18	322,53	5	69,43	5	69,43	7	91,83	29	694,33	4,28	0,82	4,01
Dorsal Alborán	TR 64_Ro_16_R2	9	69,43	1	20,16	1	20,16	3	26,88	15	120,95	2,92	0,88	3,44
Dorsal Alborán	TR 86_Ro_21_R1	7	36,88	4	17,02	3	12,77	3	8,51	18	83,69	3,84	0,89	3,71
Dorsal Alborán	TR 87_Ro_21_R2	7	38,3	3	15,6	2	11,35	2	11,35	15	66,67	3,33	0,92	3,6
Dorsal Alborán	TR 88_Ro_21_R3	18	578,72	9	329,08	8	327,66	10	381,56	28	634,04	4,18	0,66	3,19
Seco Olivos	TR 102_Ro_23_R1	23	1371,26	6	444,33	6	444,33	9	722,83	37	1713,54	4,83	0,74	3,85
Seco Olivos	TR 103_Ro_23_R2	23	2232,28	7	486,85	6	474,09	12	1152,28	44	2602,2	5,47	0,59	3,19
Seco Olivos	TR 104_Ro_23_R3	17	1913,38	11	569,76	9	535,75	12	1245,82	36	2234,4	4,54	0,66	3,41
Seco Olivos	TR 105_Ro_23_R4	14	255,12	9	104,17	8	82,91	9	97,8	30	431,57	4,78	0,8	3,9
Seco Olivos	TR 106_Ro_23_R5	12	591,02	7	244,49	4	229,61	6	357,16	30	695,19	4,43	0,71	3,46



		HB-BH1								HB-BH2				
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Seco Olivos	TR 107_Ro_23_R6	16	1401,02	7	144,57	5	140,31	8	780,23	33	1609,37	4,33	0,69	3,5
Seco Olivos	TR 108_Ro_23_R7	10	348,66	4	25,51	2	8,5	5	82,91	22	578,27	3,3	0,77	3,43
Seco Olivos	TR 109_Ro_24_R1	14	194,25	4	13,07	4	13,07	5	16,81	27	425,85	4,29	0,77	3,64
Seco Olivos	TR 110_Ro_24_R2	15	270,83	5	11,21	3	7,47	5	31,75	29	496,82	4,51	0,7	3,4
Seco Olivos	TR 111_Ro_24_R3	8	216,66	2	11,21	1	1,87	2	3,74	19	341,8	3,09	0,7	2,99
Seco Olivos	TR 112_Ro_24_R4	16	621,96	9	104,59	4	54,17	7	158,76	39	1172,95	5,38	0,71	3,73
Seco Olivos	TR 113_Ro_24_R5	3	395,97	2	511,77	1	390,36	1	390,36	10	593,95	1,41	0,49	1,63
Seco Olivos	TR 114_Ro_25_R1	9	123,13	2	10,44	2	10,44	4	14,61	19	166,96	3,52	0,73	3,09
Seco Olivos	TR 115_Ro_25_R2	15	490,45	8	148,18	4	116,87	8	267,14	38	1248,04	5,19	0,79	4,12
El Sabinar	TR 124_Ro_29_R1	13	420,46	7	132,14	5	96,1	9	222,24	26	600,66	3,91	0,82	3,83
El Sabinar	TR 130_Ro_31_R1	10	1440,35	4	198,56	4	198,56	7	230,07	27	2054,95	3,41	0,62	2,95
El Sabinar	TR 131_Ro_31_R2	13	1512,85	4	274,2	3	271,05	7	349,85	28	2357,52	3,48	0,63	3,05



3.1.6. Principales presiones en "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO)

Al igual que ocurre en otras demarcaciones marinas españolas, las diferentes presiones derivadas de las actividades humanas provocan efectos negativos para los hábitats y el medio marino en general. Para la "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" de la DMESAL, se observó que las principales presiones que actúan sobre este BBHT, principalmente la pesquería de palangre de fondo, coinciden en gran medida con los datos elaborados por otros equipos (Tabla 43 y Tabla 44). Las mayores presiones observadas (debido a líneas de palangre perdidas) se concentraron en el sector de Alborán occidental (área próxima al estrecho de Gibraltar) (Figura 81) aunque, por norma general, en prácticamente todos los tramos observados para este BBHT se observaron restos perdidos de este tipo de arte en mayor o menor medida salvo en 4 de los tramos analizados.

Otra de las presiones que se está ejerciendo en la DMESAL es la presencia de talos del alga asiática *Rugulopteryx okamurae* que está ampliando su distribución y cobertura pues antes su presencia se centraba al otro lado del estrecho de Gibraltar. Esta alga está provocando cambios en la composición de las comunidades bentónicas como se ha observado en imágenes submarinas de diferentes tramos del sector occidental (áreas próximas al estrecho de Gibraltar) (Tabla 44).

Tabla 43. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos expertos para el BBHT" Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	90	95
Arrastre de fondo	35	90
Basura no derivada de pesca	57,5	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	15	

Tabla 44. Valores de presiones detectadas por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el BBHT" Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Bóvedas	TR 3_Ro_1_R3	0	0,2	2,46	0	0	6,07	1
Bóvedas	TR 4_Ro_1_R4	0	0,2	2,46	0	6,07	7,29	2
Guadiaro	TR 6_Ro_2_R1	0	0,02	0,92	0	69,35	0	0
Guadiaro	TR 10_Ro_3_R1	0	0,02	0,92	1,29	47,75	0	0
Guadiaro	TR 11_Ro_3_R2	0	0,02	0,92	0	78,72	0	0
Guadiaro	TR 12_Ro_3_R3	0	0,02	0,92	0	401,33	1,29	0



Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Guadiaro	TR 13_Ro_3_R4	0	0,02	0,92	0	84,65	0	0
La Línea	TR 20_Ro_5_R3	0	0	0,41	0	25,15	0	0
La Línea	TR 21_Ro_5_R4	0	0	0,41	2,19	50,29	2,19	0
Algeciras	TR 22_Ro_6_R1	0	0,12	0	0	78,87	0	3
Algeciras	TR 23_Ro_6_R2	0	0,12	0	4,93	372,65	0,99	3
Algeciras	TR 24_Ro_6_R3	0	0,12	0	4,93	183,37	0	3
Algeciras	TR 25_Ro_6_R4	0	0,12	0	1,97	158,72	0,99	3
Ville Djibouti	TR 29_Ro_8_R1	0	0,19	0,02	0	5,7	0	0
Ville Djibouti	TR 30_Ro_8_R2	0	0,19	0,02	0	0	0	0
Avempace	TR 49_Ro_14_R1	0	0,61	0,02	1,16	2,31	0	0
Avempace	TR 57_Ro_14_R9	0	0,76	0,09	2,31	91,28	0	0
Dorsal Alborán	TR 62_Ro_15_R1	0	1,24	0,02	0	1,77	0	0
Dorsal Alborán	TR 63_Ro_16_R1	0	1,24	0,02	4,48	2,24	0	0
Dorsal Alborán	TR 64_Ro_16_R2	0	1,24	0,02	0	2,24	0	0
Dorsal Alborán	TR 86_Ro_21_R1	0	1,39	2,64	1,42	0	1,42	0
Dorsal Alborán	TR 87_Ro_21_R2	0	1,39	2,64	0	4,26	1,42	0
Dorsal Alborán	TR 88_Ro_21_R3	0	1,39	2,64	0	11,35	0	0
Seco Olivos	TR 102_Ro_23_R1	0,15	0,35	0,13	2,13	2,13	0	0
Seco Olivos	TR 103_Ro_23_R2	0,15	0,35	0,13	10,63	2,13	19,13	0



Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Seco Olivos	TR 104_Ro_23_R3	0,31	2,12	0,72	2,13	19,13	12,76	0
Seco Olivos	TR 105_Ro_23_R4	0,31	2,12	0,72	2,13	23,39	2,13	0
Seco Olivos	TR 106_Ro_23_R5	0,31	2,12	0,72	2,13	12,76	0	0
Seco Olivos	TR 107_Ro_23_R6	0,31	2,12	0,72	2,13	21,26	2,13	0
Seco Olivos	TR 108_Ro_23_R7	0,31	2,12	0,72	6,38	6,38	0	0
Seco Olivos	TR 109_Ro_24_R1	0,1	1,06	1,01	1,87	11,21	0	0
Seco Olivos	TR 110_Ro_24_R2	0,1	1,06	1,01	0	9,34	0	0
Seco Olivos	TR 111_Ro_24_R3	0,1	1,06	1,01	1,87	5,6	0	0
Seco Olivos	TR 112_Ro_24_R4	0,1	1,06	1,01	3,74	16,81	3,74	0
Seco Olivos	TR 113_Ro_24_R5	0,1	1,06	1,01	1,87	14,94	1,87	0
Seco Olivos	TR 114_Ro_25_R1	0,1	1,06	1,01	2,09	2,09	0	0
Seco Olivos	TR 115_Ro_25_R2	0,1	1,06	1,01	4,17	45,91	0	0
El Sabinar	TR 124_Ro_29_R1	0	0,81	0,26	3	0	0	0
El Sabinar	TR 130_Ro_31_R1	0	0,53	0,07	0	56,73	0	0
El Sabinar	TR 131_Ro_31_R2	0	0,53	0,07	0	66,19	0	0

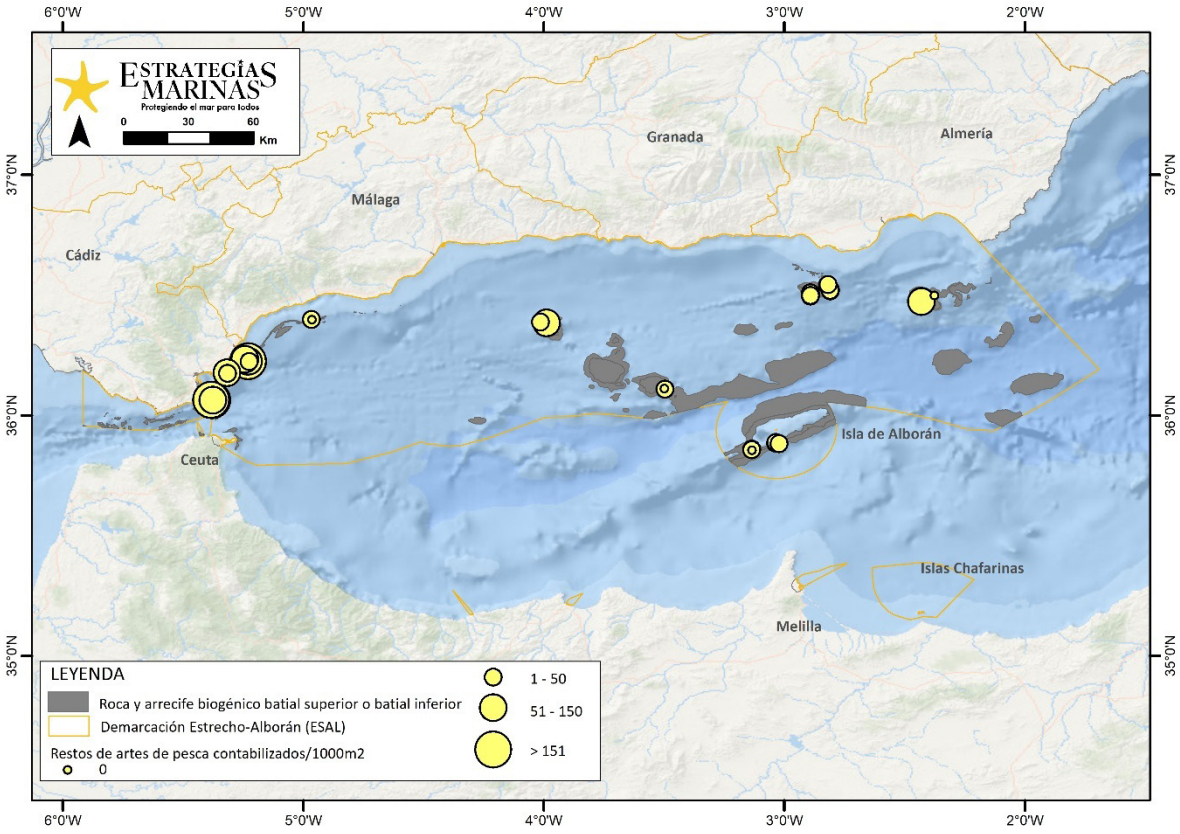


Figura 81. Restos de artes de pesca (palangre y enmalle) observados (extrapolados a 1000 m²) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (BAT_BATLOW_RK_BIO) para la DMESAL.

3.1.7. Imágenes representativas del BBHT "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" en la DMESAL

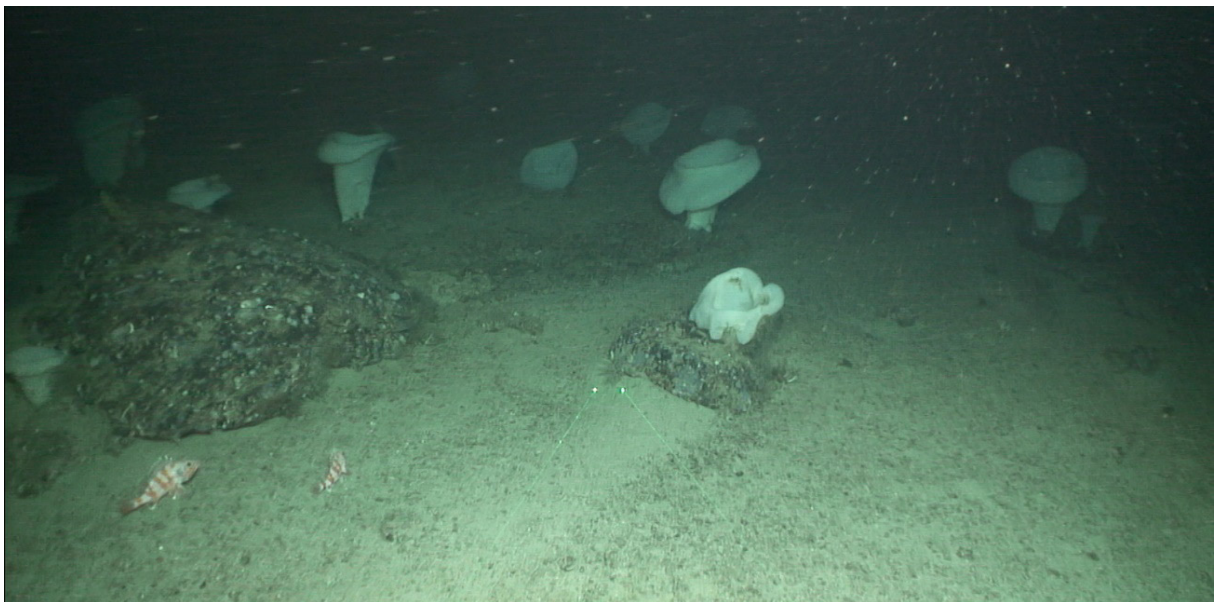


Imagen tomada del Rov 08 a una profundidad de 345 m. Zona: Monte Ville de Djibouti (Alborán central) (*Asconema setubalense* con *Helicolenus dactylopterus*).

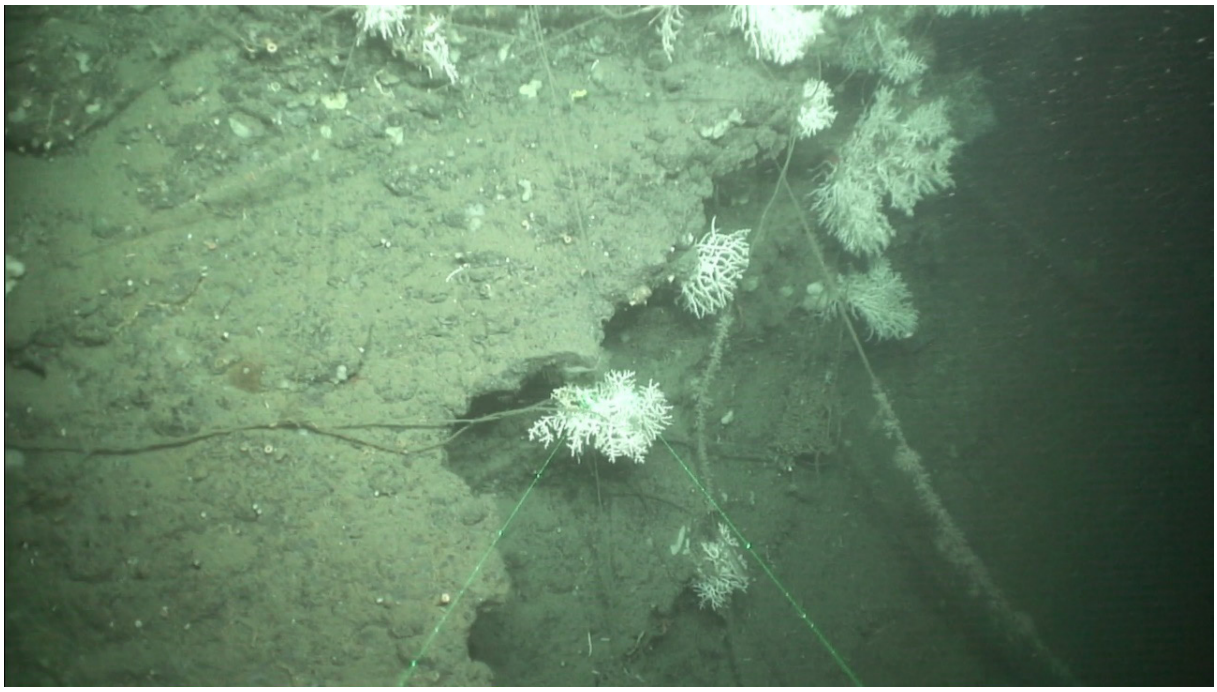


Imagen tomada del Rov 03 a una profundidad de 285 m. Zona: Guadiaro (Alborán occidental) (*Madrepora oculata, Caryophyllia* sp., *Savalia savaglia).*



Imagen tomada del Rov 03 a una profundidad de 282 m. Zona: Guadiaro (Alborán occidental) (*Callogorgia verticillata* con *Ophiothrix* sp., *Caryophyllia* sp., *Stylocordila-Rhizaxinella-Crella – Sympagella).*



Imagen tomada del Rov 02 a una profundidad de 179 m. Zona: Guadiaro (Alborán occidental) (*Centrostephanus longispinus*, *Caryophyllia* sp., *Echinus* spp., *Cidaris cidaris, Ophiothrix* sp., tubos de serpúlidos).

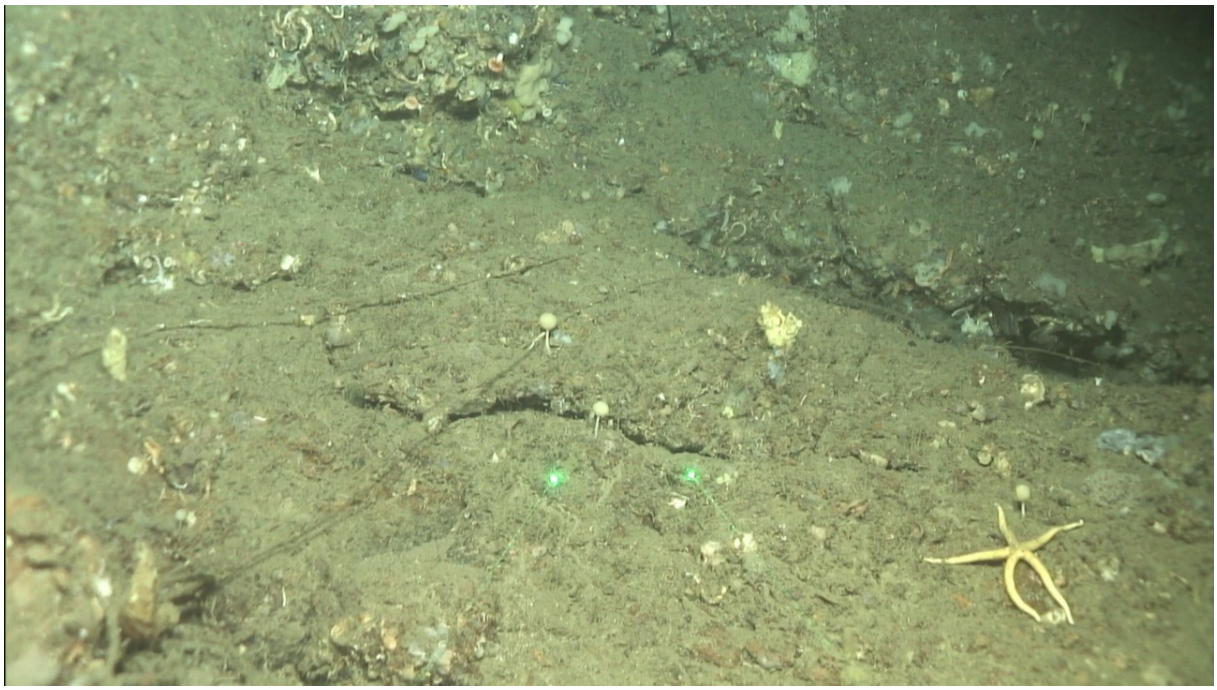


Imagen tomada del Rov 02 a una profundidad de 151 m. Zona: Guadiaro (Alborán occidental) (*Chaetaster longipes*, *Stylocordila-Rhizaxinella-Crella – Sympagella, Caryophyllia* sp.).

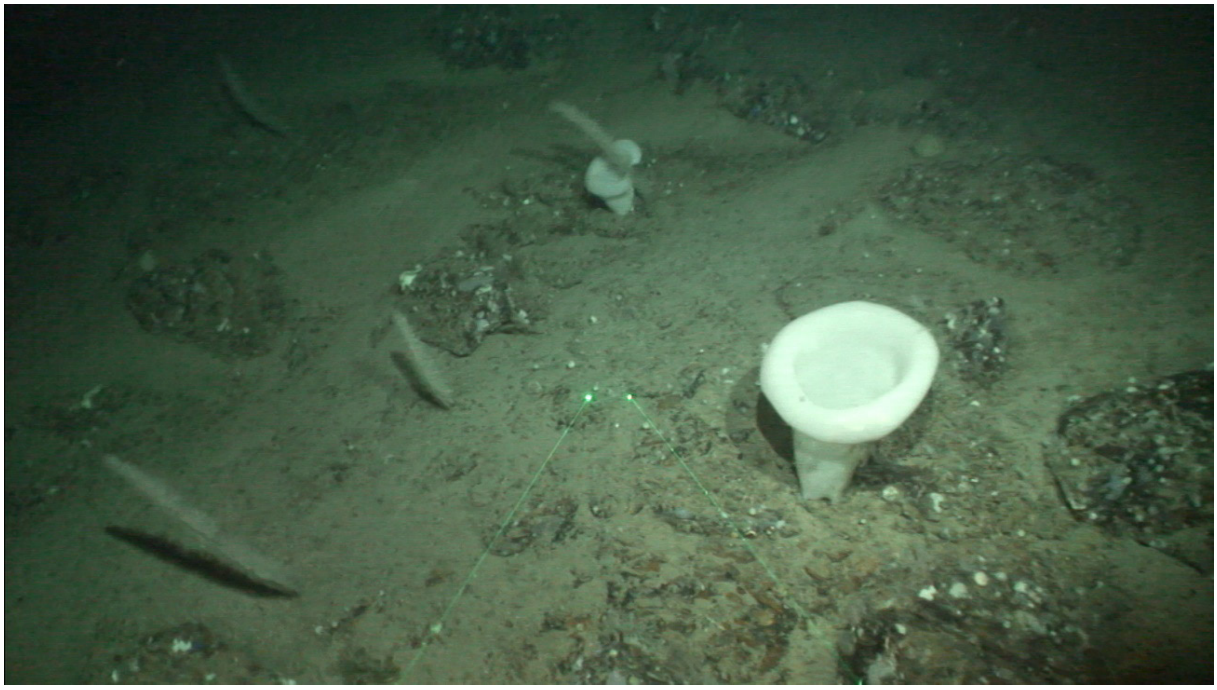


Imagen tomada del Rov 08 a una profundidad de 351 m. Zona: Monte Ville de Djibouti (Alborán central) (*Asconema setubalense*, *Parantipathes larix*).

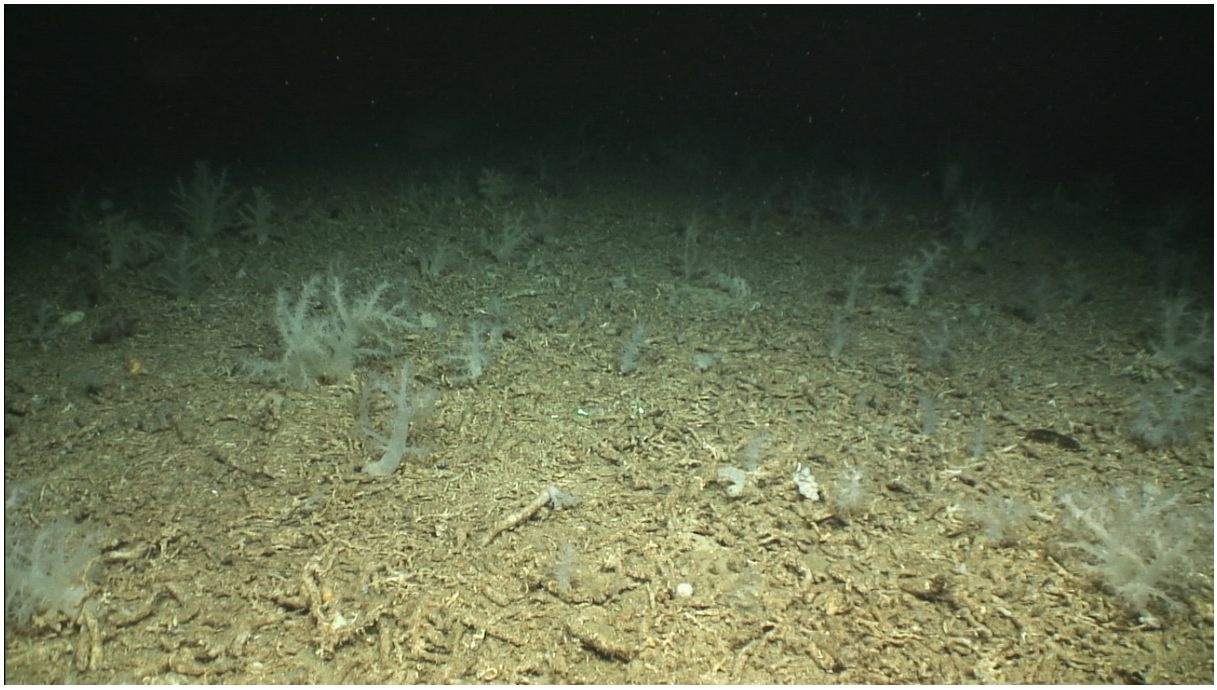


Imagen tomada del Rov 14 a una profundidad de 276 m. Zona: Monte Avempace (Alborán central) (*Chironephthya-Paralcyonium*, *Holothuria forskali*).



Imagen tomada del Rov 06 a una profundidad de 177 m. Zona: Algeciras (Alborán occidental) (*Chironephthya-Paralcyonium*, *Ophiothrix* sp., *Caryophyllia* sp., Hidrozoo, *Rugulopteryx okamurae*).

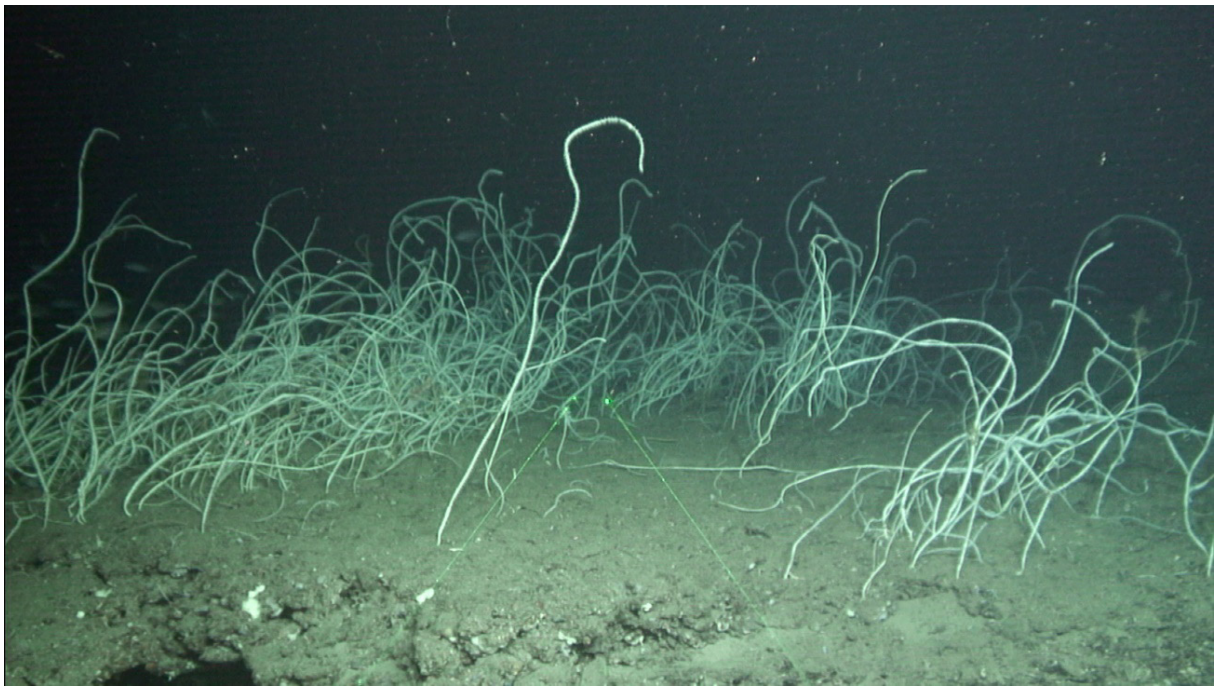


Imagen tomada del Rov 24 a una profundidad de 112 m. Zona: Dorsal Alborán (Alborán central) (Campo de *Viminella flagellum*).



Imagen tomada del Rov 25 a una profundidad de 299 m. Zona: Seco de los Olivos (Alborán oriental) (*Callogorgia verticillata, Acanthogorgia hirsuta-A. armata, Eunicella sp., Dendrophyllia cornigera*)

3.2. Benthic Broad Habitat Type (BBHT): Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico

3.2.1. Descripción

En el presente anexo se muestran los resultados obtenidos tras el procesado de las imágenes submarinas obtenidas durante la campaña CIRCAESAL 0721, en el marco del programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el piso circalitoral y batial rocoso para la DMESAL, y que se encuadran en el BBHT "Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO).

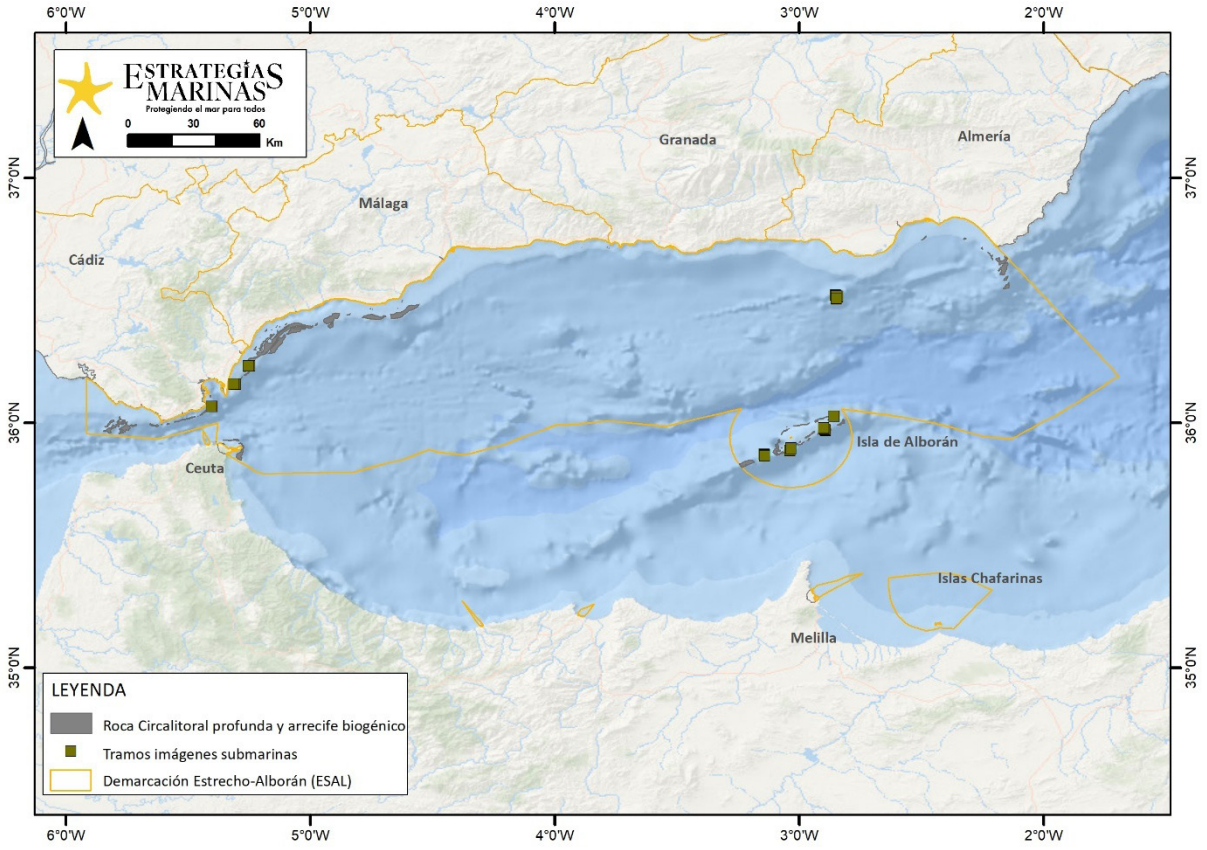


Figura 82. Mapa de la DMESAL con la localización de "Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) según EMODNET (European Marine Observation and Data Network) con los diferentes tramos de imágenes submarinas para este BBHT.

Los datos aportados por la capa de EMODNET (*European Marine Observation and Data Network*) sobre el "*Offshore circalittoral rock and biogenic reef*" así como por los datos acústicos adquiridos a través de la ecosonda multihaz se usaron para la selección de los diferentes puntos de muestreo de adquisición de imágenes submarinas. De este modo, de los 133 tramos procesados a lo largo de la DMESAL y tras los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y un reajuste por criterio experto, 32 correspondían a "Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) (Figura 82).

A pesar de que la "Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico" de la DMESAL representa tan sólo 203,89 km^2, son hábitats importantes debido a su alta biodiversidad. En base a los resultados obtenidos, los tramos de imágenes submarinas sobre este tipo de BBHT estuvo presente en todos los sectores de la demarcación (Occidental, Central y Oriental), principalmente en los bancos-montes submarinos de Djibouti (Avempace, Herradura y Ville de Djibouti) y en la dorsal de Alborán (área de Alborán central)

seguido de los diferentes cañones próximos al estrecho de Gibraltar (Guadiaro, Algeciras, Placer de las Bóvedas y La Línea; Alborán occidental) y también en los diferentes bancos-montes submarinos del sector más oriental (Seco de los Olivos y El Sabinar; Alborán oriental) (Figura 83).

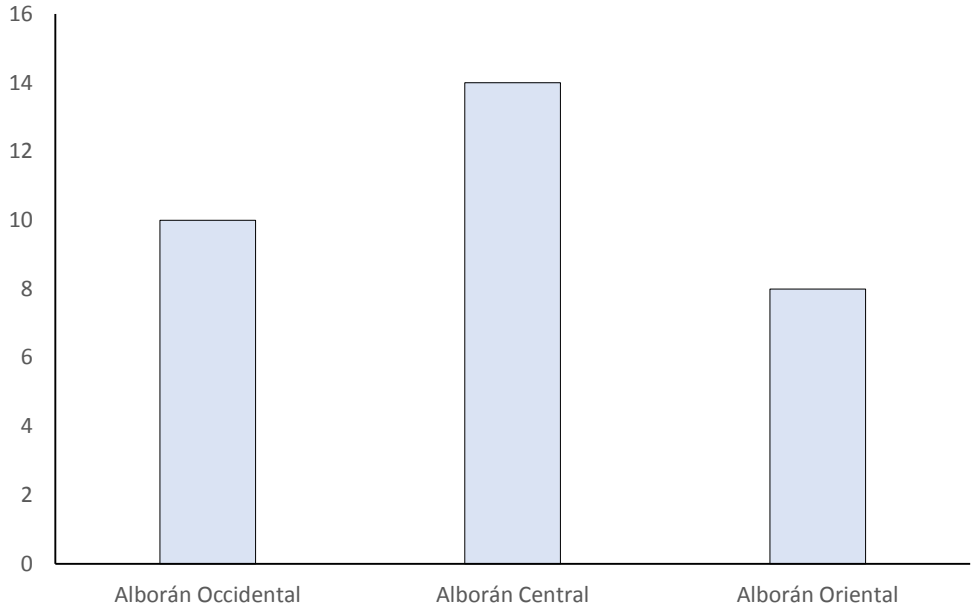


Figura 83. Número de tramos de toma de imágenes submarinas en los diferentes sectores de la DMESAL para el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO).

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes a la "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico", se ha identificado 143 especies-géneros-OTUs, con una alta representación en riqueza de Cnidaria (45 especies-géneros-OTUs), seguidos de cerca por Porifera (42), Echinodermata (18), Bryozoa (9), Mollusca (9) y Arthropoda (7), entre otros filos que representan menos del 10 % (Figura 84). En relación con la abundancia, principalmente el filo Cnidaria (60.462 individuos, 82,4 %), seguido de Porifera (6.685, 9,1 %) y Echinodermata (2.679, 3,7 %) fueron los dominantes y representaban el 95 % en su conjunto.

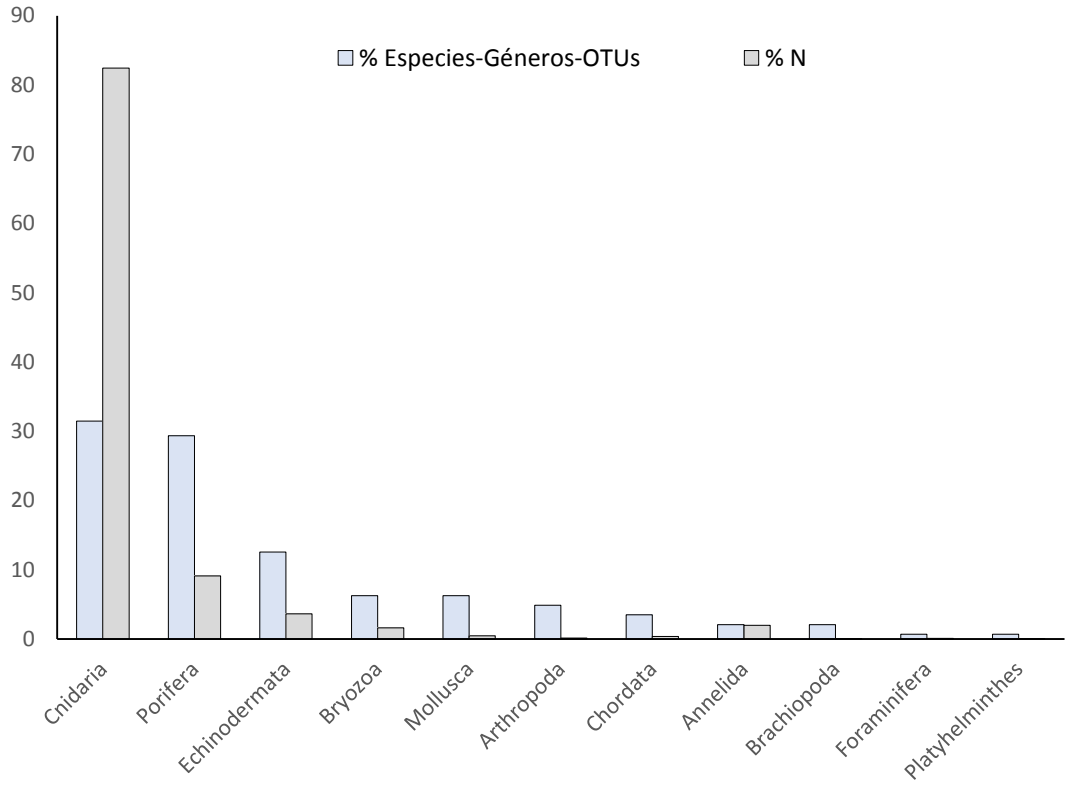


Figura 84. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de abundancia por Filo extrapolada a 1000 m² de la fauna observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

En la Tabla 45 se observan las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto.

3.2.2. Especies catalogadas

Durante el desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT de la DMESAL, se han observado numerosas especies que figuran en diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección (Tabla 46) (Figura 85). Entre los invertebrados catalogados más significativos de este BBHT se pueden mencionar especies como *Astroides calycularis* presentes en todos los listados de conservación (salvo en la Directiva Hábitat), *Corallium rubrum* o *Centrostephanus longispinus* presentes en el Anexo II del Convenio de Barcelona y en el Anexo IV y V de la Directiva Hábitat respectivamente o escleractinias como *Dendrophyllia cornigera* o *Dendrophyllia ramea* incluido en el Anexo II del Convenio de Barcelona o CITES, entre otros cnidarios (Tabla 46). No se observó un patrón en el número de individuos estimado de especies catalogadas sobre el listado faunístico de este BBHT siendo la abundancia de alguna de estas especies catalogadas en los diferentes sectores de la DMESAL similar y destacando, sobre ellos, los diferentes tramos realizados en el Seco de los Olivos (Alborán oriental) con 4 tramos de imágenes submarinas en el que se observaron más de 2.000 individuos pertenecientes a alguna especie catalogada (Tabla 45) (Figura 86).



Tabla 45. Lista de invertebrados identificados como especies tipificadoras para el hábitat "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (Benthic broad hábitat type, BBHT) en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella verrucosa*	622,13	45,93	45,93	19.908,04	27,14	93,75
Cnidaria	Octocorallia	Chironephthya-Paralcyonium	477,38	6,54	62,16	15.276,08	20,83	59,375
Cnidaria	Octocorallia	*Viminella flagellum*	156,22	5,07	67,23	4.999,18	6,82	53,125
Cnidaria	Demopongiae-Zoantharia	*Axinella verrucosa/damicornis* + *Parazoanthus* axinellae	120,62	9,68	55,62	3.859,69	5,26	78,125
Cnidaria	Octocorallia	*Corallium rubrum*	92	1,06	92,19	2.943,88	4,01	21,875
Cnidaria	Octocorallia	*Paramuricea clavata*	87,89	1,14	88,95	2.812,32	3,83	37,5
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella labiata*	69,52	2,61	76,32	2.227,08	3,04	50
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella cavolini*	56,38	2,18	78,5	1.806,54	2,46	65,625
Echinodermata	Ophiuroidea	*Astrospartus mediterraneus*	48,38	3,29	70,52	1.548,17	2,11	68,75
Cnidaria	Hydrozoa	*Sertularella* sp.	48,18	1,96	80,45	1.541,61	2,1	59,375
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp.	37,21	1,8	82,26	1.190,71	1,62	68,75
Porifera	Demospongiae	*Poecillastra compressa*	28,53	1,5	83,76	912,99	1,24	65,625
Porifera	Demospongiae	*Pachastrella monilifera*	27,61	1,27	87,82	883,54	1,2	62,5
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela	27,47	0,53	94,03	879,07	1,2	31,25



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Annelida	Polychaeta-Sedentaria	*Filograna implexa*-Salmancina	24,09	1,42	85,17	770,96	1,05	75
Porifera	Demospongiae	*Axinella polypoides*	23,73	0,72	92,91	759,21	1,04	21,875
Porifera	Demospongiae-Calcarea	Phorbas-Petrobiona	21,49	0,5	94,53	687,63	0,94	31,25
Annelida	Echiuroidea	*Bonellia viridis*	21,47	3,19	73,71	687,06	0,94	96,875
Bryozoa	Gymnolaemata	*Reteporella* spp.	20,15	1,37	86,54	644,69	0,88	71,875
Cnidaria	Octocorallia	*Callogorgia verticillata*	18,86	0,59	93,5	603,58	0,82	43,75
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria forskali*	10,61	0,48	95,01	339,5	0,46	34,375
Porifera		Porifera globulares	9,95	1,09	90,04	318,45	0,43	65,625
Porifera	Demospongiae	*Phakellia ventilabrum*	8,91	1,09	91,13	285,02	0,39	71,875
Porifera	Demospongiae	*Phakellia* sp. *	--	--	--	--	0,22	50
Bryozoa	Gymnolaemata	*Smittina cervicornis* *	--	--	--	--	0,19	50
Cnidaria	Octocorallia	*Ellisella paraplexauroides* *	--	--	--	--	0,12	43,75
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia cornigera* *	--	--	--	--	0,1	37,5
Cnidaria	Octocorallia	*Alcyonium coralloides* *	--	--	--	--	0,25	34,38
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia ramea* *	--	--	--	--	0,25	34,38



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Porifera	Demospongiae-Calcarea	Phorbas-Petrobiona *	--	--	--	--	0,25	31,25
Cnidaria	Octocorallia	*Leptogorgia sarmentosa* *	--	--	--	--	0,25	31,25
Echinodermata	Asteroidea	*Chaetaster longipes* *	--	--	--	--	0,25	31,25
Echinodermata	Echinoidea	*Centrostephanus longispinus* *	--	--	--	--	0,25	28,13
Porifera	Demospongiae	*Phakellia robusta* *	--	--	--	--	0,25	25
Chordata	Ascidiacea	*Halocynthia papillosa* *	--	--	--	--	0,25	25
Mollusca	Bivalvia	*Neopycnodonte cochlear* *	--	--	--	--	0,25	12,5
Mollusca	Gastropoda	*Charonia lampas* *	--	--	--	--	0,25	6,25
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella singularis* *	--	--	--	--	0,25	6,25
Cnidaria	Zoantharia	*Savalia savaglia* *	--	--	--	--	0,25	6,25



Tabla 46. Lista de invertebrados observados en el programa de seguimiento llevado a cabo para el hábitat "Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior" (Benthic broad habitat type, BBHT) en la DMESAL incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Antipathella subpinnata		LESRPE	NT			Anexo II
Astroides calycularis	Anexo II	VU	LC		VU	Anexo II
Astrospartus mediterraneus					LC	
Axinella polypoides	Anexo II	LESRPE			VU	
Callogorgia verticillata		LESRPE	NT			
Centrostephanus longispinus	Anexo II	LESRPE		Anexo IV	VU	
Charonia lampas	Anexo II	VU			VU	
Corallium rubrum	Anexo II		EN	Anexo V	VU	
Dendrophyllia cornigera	Anexo II		EN		VU	Anexo II
Dendrophyllia ramea	Anexo II		VU		VU	Anexo II
Desmophylum dianthus	Anexo II		EN			
Ellisella paraplexauroides	Anexo II	LESRPE	VU		EN	
Eunicella gazella			DD		VU	
Eunicella labiata			DD		VU	
Eunicella singularis			NT		VU	
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Flabellum chunii						Anexo II
Funiculina quadrangularis			VU			
Isidella elongata	Anexo II		CR			
Palinurus elephas	Anexo III		VU		VU	
Paramuricea clavata			VU		VU	
Parantipathes larix	Anexo II	LESRPE	NT			Anexo II
Petrosia ficiformis					LC	

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Placogorgia sp.					DD	
Pteroeides spinosum			VU			
Reteporella spp.					LC	
Savalia savaglia	Anexo II	LESRPE	NT		EN	
Schilderia achatidea	Anexo II				VU	
Viminella flagellum			NT			

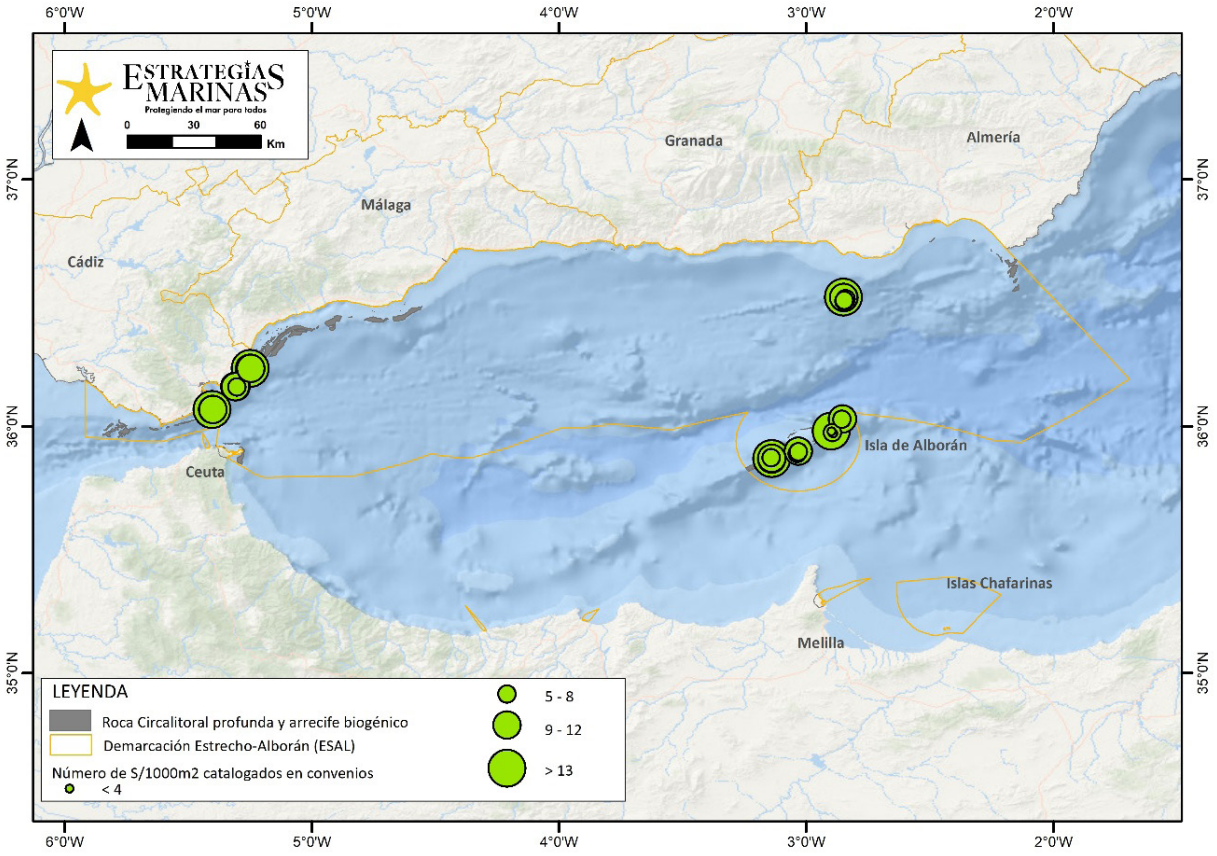


Figura 85. Número de especies-géneros-OTUs (S) catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

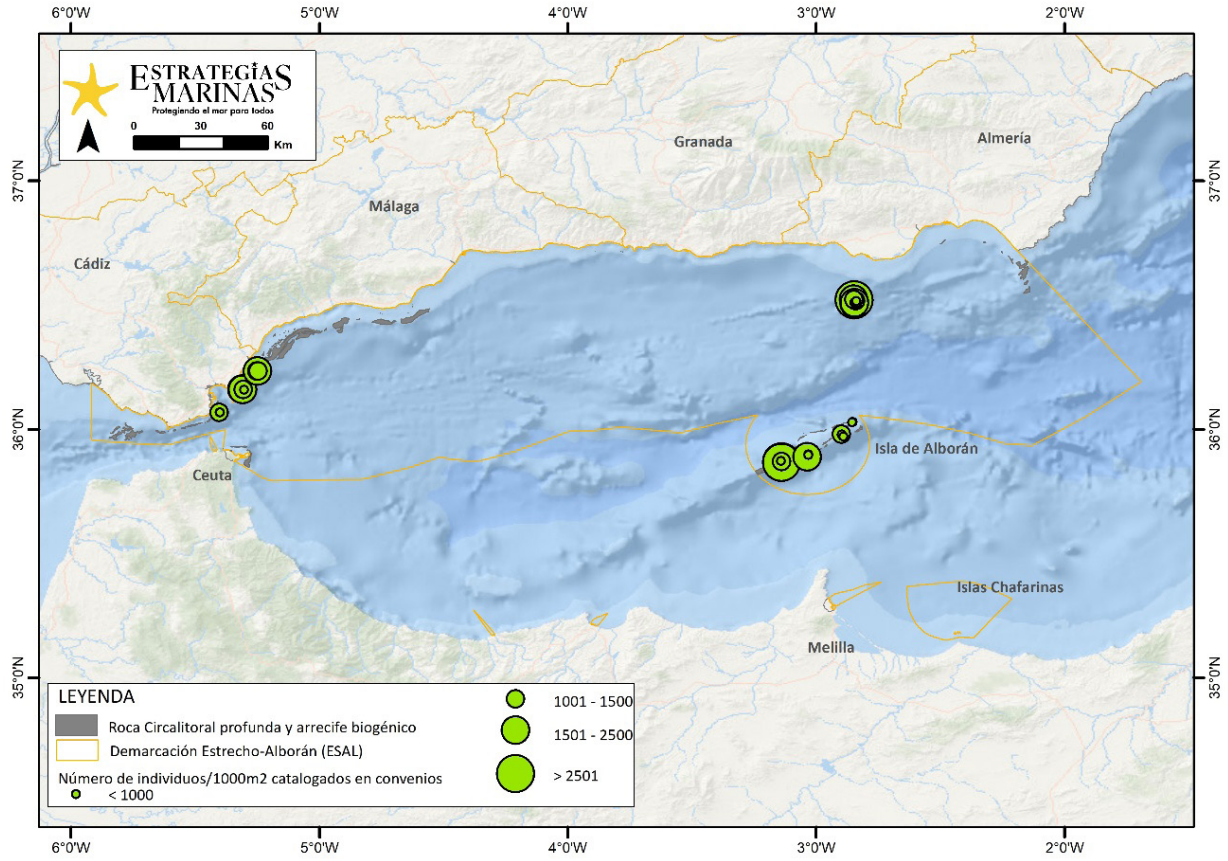


Figura 86. Número de individuos catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

3.2.3. Especies formadoras de hábitats

La disponibilidad de especies formadoras y/o constructoras de hábitats es un factor clave para predecir la riqueza de especies de una zona por lo que es importante su conservación. A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT de la DMESAL, también se ha centrado en aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats observándose que la mayor abundancia de estas especies-géneros-OTUs, representando hasta un 80 %, pertenecían a octocorales destacando la *Eunicella verrucosa* (en tramos de imágenes submarinas de la dorsal de Alborán y del Seco de los Olivos), Chironephthya-Paralcyonium y *Viminella flagellum* principalmente en el Seco de los Olivos o *Corallium rubrum* en la dorsal de Alborán. Esponjas como *Pachastrella monolifera* o las esponjas conocidas como *chupa-chups* (Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela), que abundaban en todos los sectores de la demarcación, o *Poecillastra compressa,* principalmente en la dorsal de Alborán, son algunos de los ejemplos de la dominancia de estas especies formadoras de hábitats. Los mayores valores de número de especies formadoras de hábitats se detectaron en numerosos tramos de la dorsal de Alborán (Alborán central) con valores superiores a 20 (promedio de todos los tramos de imágenes submarinas analizadas para este BBHT de 15,2), seguido de numerosos tramos en el Seco de los Olivos (Alborán oriental) con valores cercanos a 20 (promedio de todos los tramos de imágenes submarinas analizadas para este BBHT de 14,6) y la zona con un menor número de especies formadoras de hábitats se observó en zonas próximas al estrecho de Gibraltar (Alborán occidental) con tramos con tan sólo 6 (promedio de todos los tramos de imágenes submarinas analizadas para este BBHT de 12) (Tabla 47, Figura 87). Al igual que con el número de especies-géneros-OTUs formadores

de hábitats, las mayores concentraciones de número de individuos de las mismas se concentraron en las mismas áreas (Alborán central y oriental) (Figura 88).

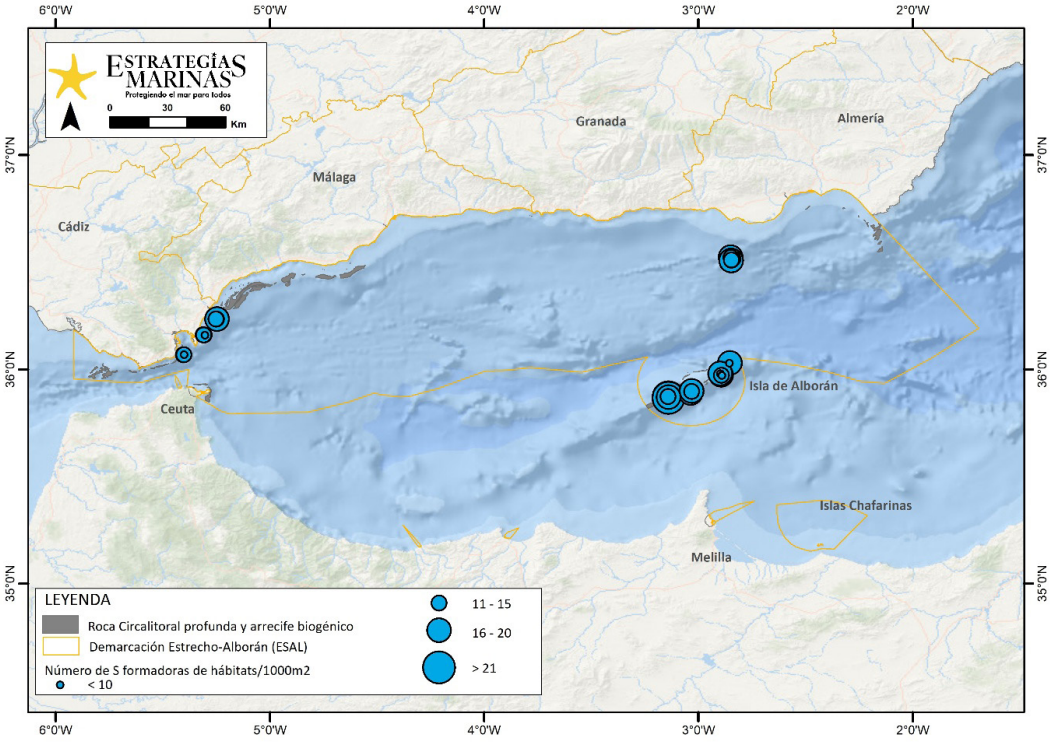


Figura 87. Número de especies-géneros-OTUs (S) formadoras de hábitats observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

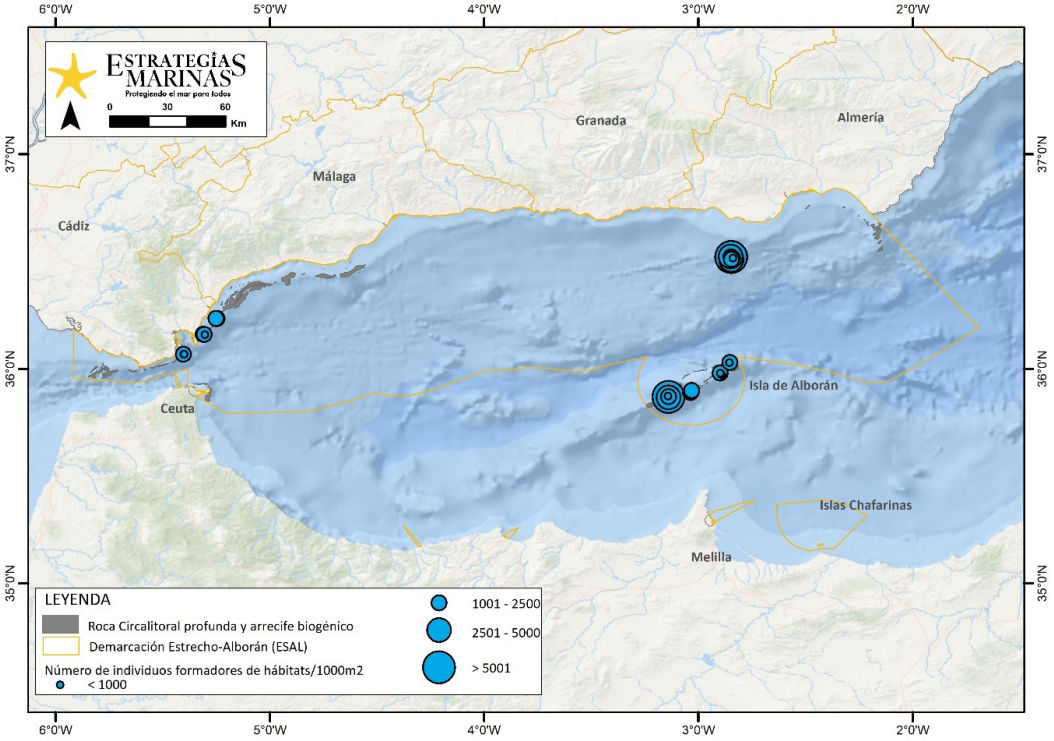


Figura 88. Número de individuos de especies-géneros-OTUs formadoras de hábitats observados y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

3.2.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad para este BBHT, se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) centrándose el mayor número de estas especies-géneros-OTUs con sensibilidad 3 en el sector de Alborán oriental (Seco de los Olivos) y en Alborán central (en la dorsal de Alborán) (Tabla 47, Figura 89). Se observó que el número promedio de especies-géneros-OTUs sensibles fue similar y con valores cercanos a 9 para los diferentes sectores (Figura 89 y Figura 90). Las principales especies y que presentaban una alta dominancia, pertenecían al filo Cnidaria como los octocorales *Eunicella verrucosa*, *Viminella flagellum*, *Corallium rubrum* y Chironephthya-Paralcyonium formando verdaderos campos.

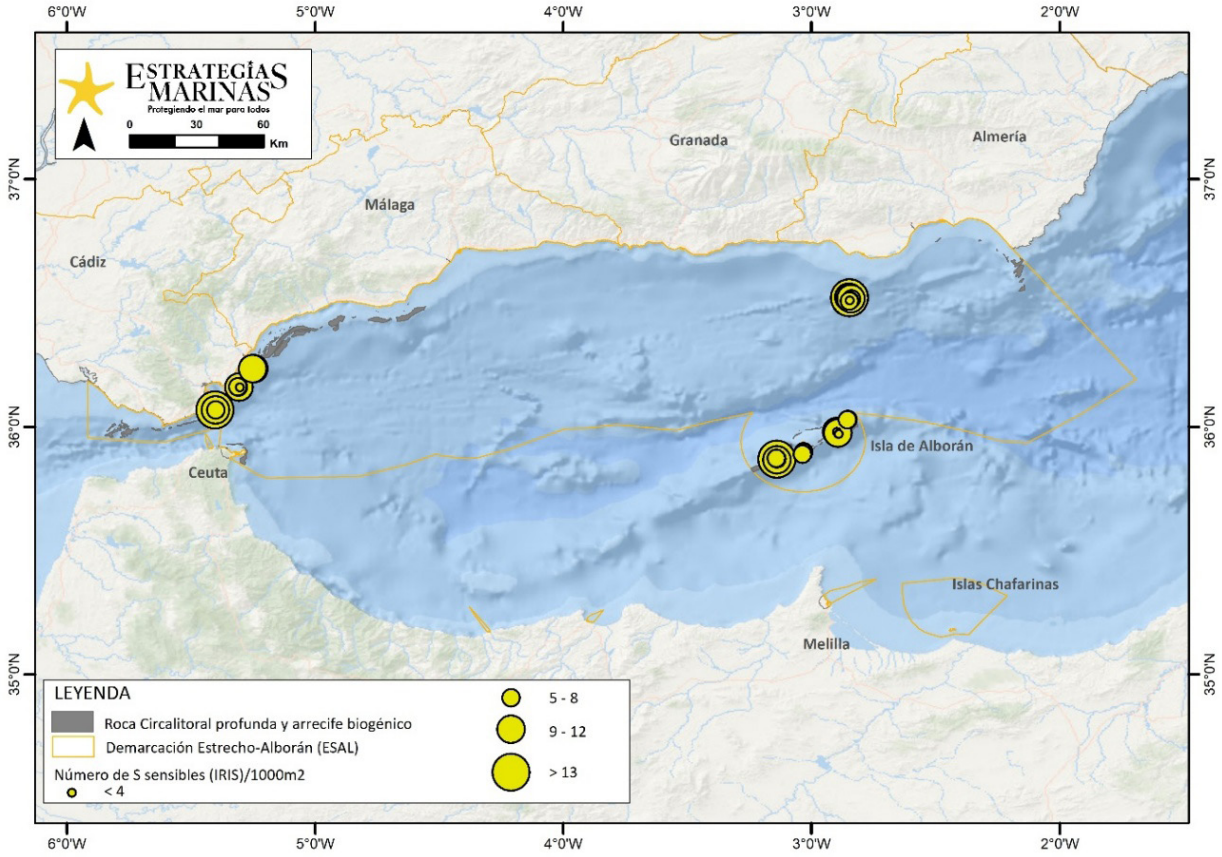


Figura 89. Número de especies-géneros-OTUs (S) de sensibilidad 3 según el índice IRIS (Infralittoral Rock Index of Sensitivity) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

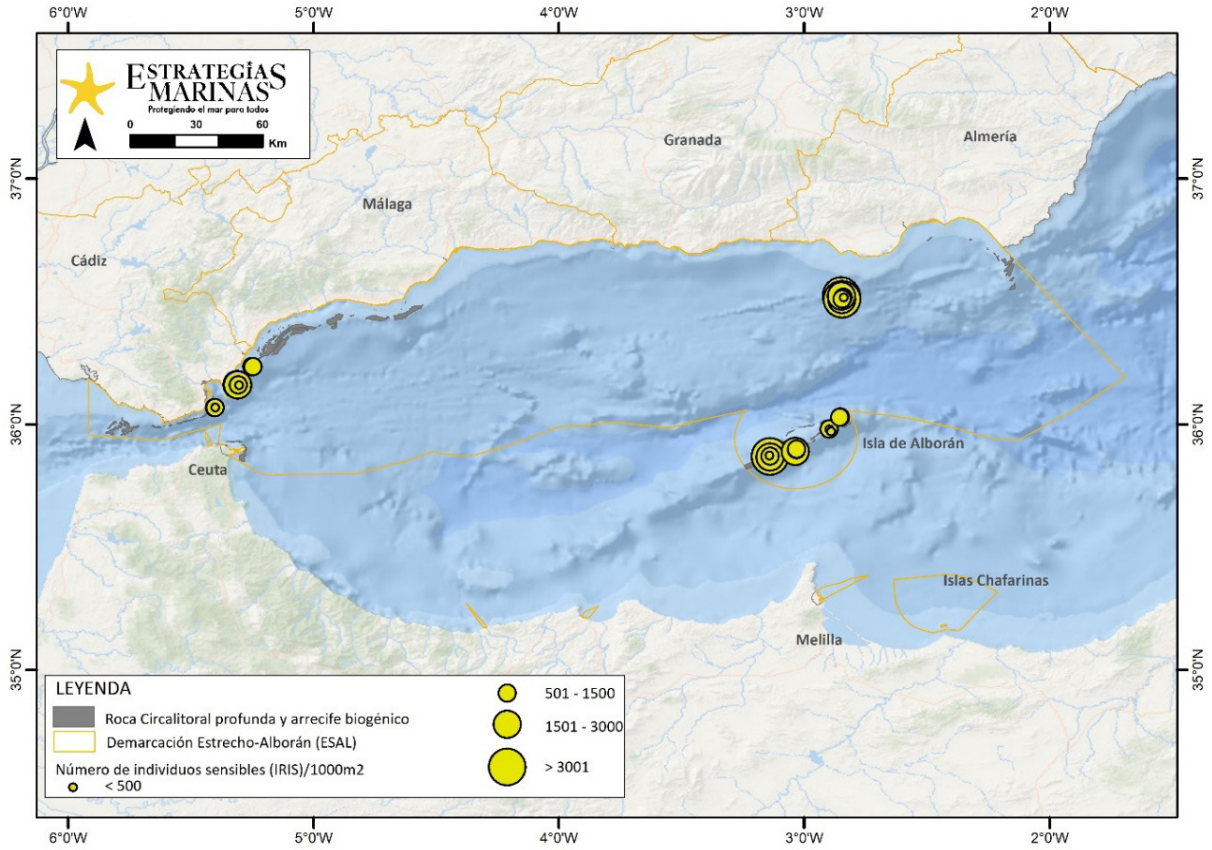


Figura 90. Número de individuos de especies-géneros-OTUs de sensibilidad 3 según el índice IRIS (Infralittoral Rock Index of Sensitivity) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

3.2.5. Indices Multimétricos

Los mayores valores de riqueza específica (S) se detectaron en algún tramo de la dorsal de Alborán (Alborán central) pero, por lo general, Alborán oriental (Seco de los Olivos) presentó los mayores valores de riqueza con un promedio de 30,9 frente a los tramos analizados en la dorsal de Alborán (Alborán central) con 28,14. Los valores más bajos observados de riqueza correspondieron con la zona del estrecho de Gibraltar, con un promedio de 27,6 (Tabla 47). Con respecto a los valores de abundancia (N) media de especies-géneros-OTUs se observó un patrón similar que con el de riqueza específica con los valores promedio más bajos en la zona de Alborán occidental (Tabla 47), localizándose algún de tramo con 483 individuos y los mayores valores en tramos localizados en el Seco de los Olivos y en la dorsal de Alborán con tramos de imágenes con más de 3.000 individuos (Tabla 47). El índice de riqueza de Margalef (d), el de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J´) mostraron una tendencia similar siendo los valores del sector oriental y central muy similares y próximos mientras que el sector occidental sus valores fueron algo menores (Tabla 47, Figura 91).

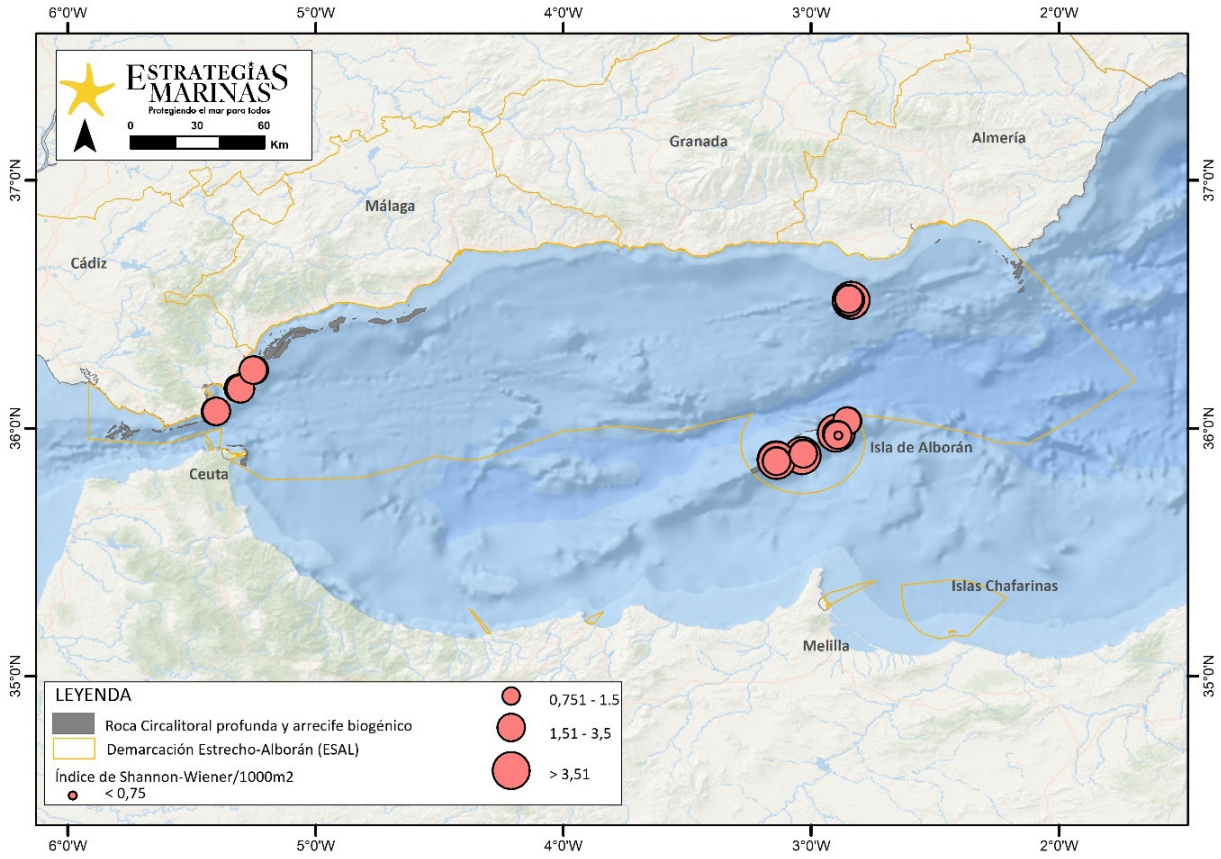


Figura 91. Índice de Shannon-Wiener perteneciente a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.



Tabla 47. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; Nsen: Abundancia de especies sensibles.

		HB-BH1								HB-BH2				
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	Ssen	Nsen	S	N	d	J'	H'(log2)
Guadiaro	TR 07_Ro_2_R2	16	1434,67	9	1241,56	6	930,15	9	1044,38	33	2081,97	4,19	0,64	3,21
Guadiaro	TR 08_Ro_2_R3	14	1257,88	14	1576,09	8	1138,21	12	1219,81	33	2069,73	4,19	0,59	2,95
Guadiaro	TR 09_Ro_2_R4	12	1238,09	12	1333,62	7	1155,46	9	1209,68	27	1553,1	3,54	0,48	2,29
La Línea	TR 14_Ro_4_R1	6	313,47	7	416,97	3	262,48	4	293,98	13	496,46	1,93	0,67	2,46
La Línea	TR 15_Ro_4_R2	14	1300,07	12	1360,31	8	1133,17	10	1197,17	27	1611,29	3,52	0,57	2,71
La Línea	TR 16_Ro_4_R3	12	2016,62	10	1941,33	6	1700,39	8	1758,11	29	2411,91	3,6	0,58	2,82
La Línea	TR 17_Ro_4_R4	13	2138,34	11	2217,4	7	1957,64	8	1955,13	29	2518,58	3,58	0,54	2,65
Algeciras	TR 26_Ro_7_R1	9	350,87	10	350,87	4	305,22	7	322,34	25	483,51	3,88	0,64	2,95
Algeciras	TR 27_Ro_7_R2	11	620,43	11	599,04	6	514,89	9	745,95	23	892,85	3,24	0,68	3,09
Algeciras	TR 28_Ro_7_R3	15	1855,6	14	1370,66	9	1239,44	13	1347,84	37	2642,9	4,57	0,67	3,5
Dorsal Alborán	TR 65_Ro_16_R3	17	2112,68	8	1568,53	6	1537,62	9	1595,33	39	2675,37	4,82	0,7	3,71
Dorsal Alborán	TR 66_Ro_17_R1	17	1095,01	10	433,62	7	403,25	10	629,33	30	1186,12	4,1	0,67	3,27
Dorsal Alborán	TR 67_Ro_17_R2	13	1242,72	8	292,6	6	269,06	8	1148,54	19	1294,85	2,51	0,49	2,07
Dorsal Alborán	TR 73_Ro_18_R6	7	646,14	3	7,14	1	3,57	1	3,57	14	662,21	2	0,16	0,61
Dorsal Alborán	TR 74_Ro_18_R7	13	549,76	4	28,56	3	26,77	5	33,91	24	639	3,56	0,53	2,41
Dorsal Alborán	TR 75_Ro_18_R8	16	708,61	8	185,63	6	174,92	9	301,65	25	780,01	3,6	0,6	2,77
Dorsal Alborán	TR 77_Ro_18_R10	9	105,31	2	26,77	2	26,77	3	37,48	18	182,06	3,27	0,82	3,41
Dorsal Alborán	TR 78_Ro_18_R11	16	1506,47	13	1322,63	9	1261,94	13	1310,13	36	2177,6	4,55	0,7	3,61



		HB-BH1									HB-BH2			
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	Ssen	Nsen	S	N	d	J'	H'(log2)
Dorsal Alborán	TR 79_Ro_19_R1	19	1194,76	10	523,43	8	518,45	8	749,42	27	1279,5	3,63	0,74	3,5
Dorsal Alborán	TR 80_Ro_19_R2	10	771,02	5	496,85	3	481,89	6	516,78	19	819,21	2,68	0,66	2,79
Dorsal Alborán	TR 83_Ro_20_R3	14	166,55	5	22,21	3	13,32	9	42,19	28	235,39	4,94	0,77	3,7
Dorsal Alborán	TR 84_Ro_20_R4	16	1947,55	9	1108,13	7	1072,6	10	1190,29	39	2522,71	4,85	0,7	3,67
Dorsal Alborán	TR 85_Ro_20_R5	24	12332,85	13	5794,43	11	5734,59	17	11840,18	40	12881,38	4,12	0,41	2,19
Dorsal Alborán	TR 91_Ro_21_R6	22	2836	11	2607,37	9	2603,41	12	2776,53	36	3026,3	4,37	0,41	2,12
Seco Olivos	TR 116_Ro_26_R1	14	468,24	7	376,88	5	294,65	8	303,79	30	735,48	4,39	0,75	3,69
Seco Olivos	TR 117_Ro_26_R2	13	1340,77	8	1021	6	973,03	9	1176,32	26	1749,63	3,35	0,61	2,84
Seco Olivos	TR 118_Ro_27_R1	19	3186,15	13	2075,18	9	1899,05	11	3116,15	39	4285,84	4,54	0,57	3,02
Seco Olivos	TR 119_Ro_27_R2	12	2104,53	9	1002,59	6	867,1	11	2145,18	33	2725,5	4,05	0,53	2,66
Seco Olivos	TR 120_Ro_27_R3	14	7121,99	11	2842,92	8	2698,41	14	7151,34	31	7819,73	3,35	0,44	2,2
Seco Olivos	TR 121_Ro_28_R1	18	3187,59	7	2295,79	4	2197,37	5	2665,37	36	3727,9	4,26	0,59	3,05
Seco Olivos	TR 122_Ro_28_R2	15	3561,18	8	2068,82	5	2050,74	7	3095,2	28	3693,75	3,29	0,49	2,38
Seco Olivos	TR 123_Ro_28_R3	12	1277,45	5	781,33	3	741,16	4	990,22	24	1480,31	3,15	0,69	3,15



3.2.6. Principales presiones en "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico"

Al igual que ocurre en otras demarcaciones marinas españolas, las diferentes presiones derivadas de las actividades humanas provocan efectos negativos para los hábitats y el medio marino en general. Para la "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" de la DMESAL, se observó que las principales presiones que actúan sobre este BBHT, principalmente la pesquería de palangre de fondo, coinciden con los datos elaborados por otros equipos (Tabla 48). Las mayores presiones observadas (debido a líneas de palangre perdidas) se concentraron en diferentes tramos tanto en Alborán occidental como en el oriental y central aunque, por norma general, en prácticamente todos los tramos analizados para este BBHT se observaron restos perdidos de este tipo de arte en mayor o menor proporción (Tabla 49, Figura 92).

Otra de las presiones que se está ejerciendo es la presencia del alga asiática *Rugulopteryx okamurae* que está ampliando su distribución y cobertura pues antes su presencia se centraba al otro lado del estrecho de Gibraltar. Esta alga está provocando cambios en la composición de las comunidades bentónicas como se ha observado en imágenes submarinas de diferentes tramos del sector occidental (Estrecho) (Tabla 48 y Tabla 49).

Tabla 48. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos de expertos para el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	87,5	87,5
Arrastre de fondo	28,12	90,62
Basura no deriva de pesca	31,25	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	9,4	

Tabla 49. Valores de presiones detectadas por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Guadiaro	TR 7_Ro_2_R2	0	0,02	0,92	0	85,67	1,36	0
Guadiaro	TR 8_Ro_2_R3	0	0,02	0,92	0	35,36	0	0
Guadiaro	TR 9_Ro_2_R4	0	0,02	3,72	0	9,04	0	0
La Línea	TR 14_Ro_4_R1	0	0	0,41	0	0	0	0
La Línea	TR 15_Ro_4_R2	0	0	0,41	0	11,29	0	0
La Línea	TR 16_Ro_4_R3	0	0	0,41	0	2,51	0	0
La Línea	TR 17_Ro_4_R4	0	0	0,41	0	8,78	0	0



Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Algeciras	TR 26_Ro_7_R1	0	0,12	0	0	4,28	0	3
Algeciras	TR 27_Ro_7_R2	0	0,02	0	0	2,85	0	3
Algeciras	TR 28_Ro_7_R3	0	0,02	0	1,43	2,85	0	3
Dorsal Alborán	TR 65_Ro_16_R3	0	1,24	0,02	2,06	76,26	2,06	0
Dorsal Alborán	TR 66_Ro_17_R1	0	1,24	0,02	0	0	5,06	0
Dorsal Alborán	TR 67_Ro_17_R2	0	1,24	0,02	0	10,09	0	0
Dorsal Alborán	TR 73_Ro_18_R6	0	1,79	2,52	0	3,57	0	0
Dorsal Alborán	TR 74_Ro_18_R7	0	1,79	2,52	1,78	3,57	0	0
Dorsal Alborán	TR 75_Ro_18_R8	0	1,79	2,52	0	3,57	0	0
Dorsal Alborán	TR 77_Ro_18_R10	0	1,79	2,52	1,78	1,78	0	0
Dorsal Alborán	TR 78_Ro_18_R11	0	1,79	2,52	0	23,2	0	0
Dorsal Alborán	TR 79_Ro_19_R1	0	2,39	0,93	1,66	1,66	1,66	0
Dorsal Alborán	TR 80_Ro_19_R2	0	2,39	0,93	1,66	0	0	0
Dorsal Alborán	TR 83_Ro_20_R3	0	1,39	2,64	0	0	2,22	0
Dorsal Alborán	TR 84_Ro_20_R4	0	1,39	2,64	2,22	6,66	0	0
Dorsal Alborán	TR 85_Ro_20_R5	0	1,39	2,64	0	23,94	3,99	0
Dorsal Alborán	TR 91_Ro_21_R6	0	1,39	2,64	0	11,89	1,32	0

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Seco Olivos	TR 116_Ro_26_R1	0,1	1,06	1,01	4,57	95,93	0	0
Seco Olivos	TR 117_Ro_26_R2	0,1	1,06	1,01	0	11,42	0	0
Seco Olivos	TR 118_Ro_27_R1	0,1	1,06	1,01	2,26	29,36	9,03	0
Seco Olivos	TR 119_Ro_27_R2	0,1	1,06	1,01	0	63,23	0	0
Seco Olivos	TR 120_Ro_27_R3	0,1	1,06	1,01	0	27,1	2,26	0
Seco Olivos	TR 121_Ro_28_R1	0,1	1,06	1,01	2,01	24,1	0	0
Seco Olivos	TR 122_Ro_28_R2	0,1	1,06	1,01	0	22,09	0	0
Seco Olivos	TR 123_Ro_28_R3	0,1	1,06	1,01	0	24,1	0	0

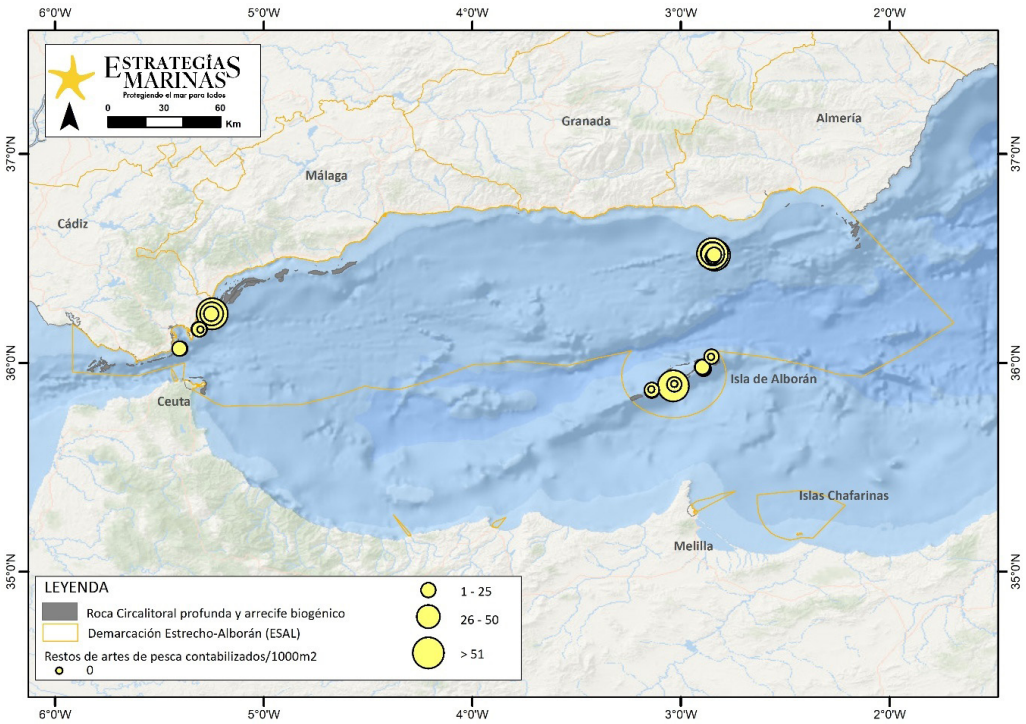


Figura 92. Restos de artes de pesca (palangre y enmalle) observados (extrapolados a 1000 m²) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" (CIRDP_RK_BIO) para la DMESAL.

3.2.7. Imágenes representativas del BBHT "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico superior o batial inferior" en la DMESAL

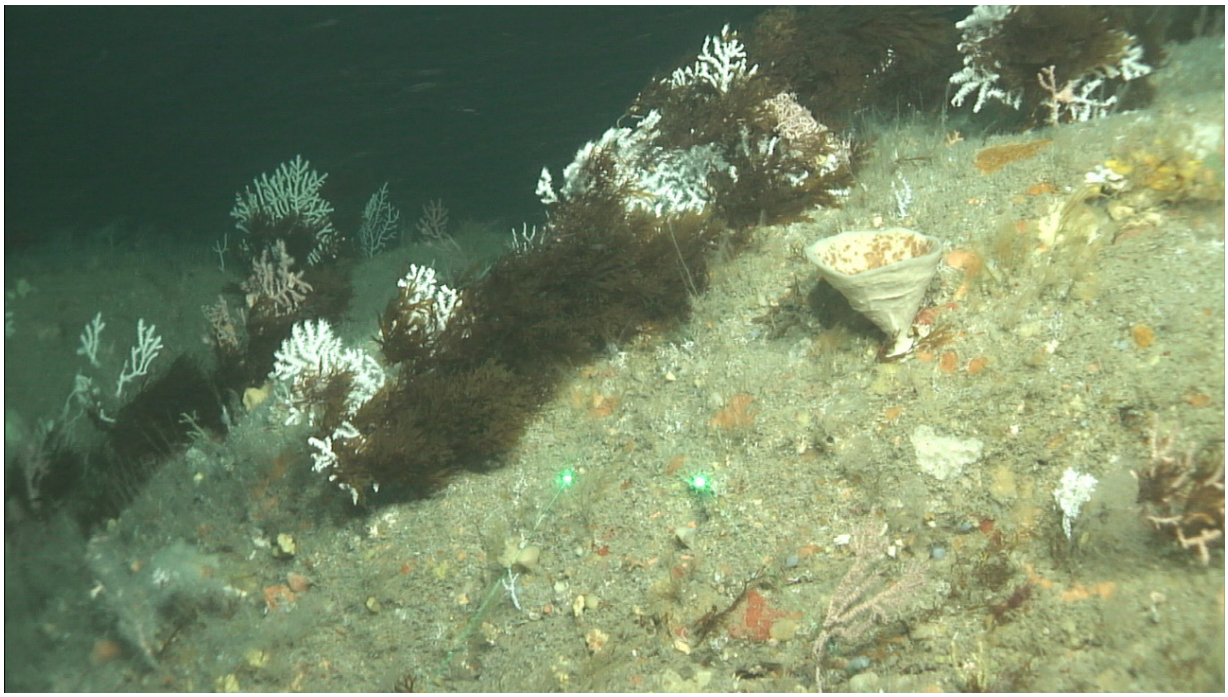


Imagen tomada del Rov 07 a una profundidad de 76 m. Zona: Algeciras (Alborán occidental) (*Eunicella verrucosa*, *Eunicella labiata*, *Phakellia ventilabrum*, *Astrospartus mediterraneus*, *Rugulopteryx okamurae*, Sabellidae).

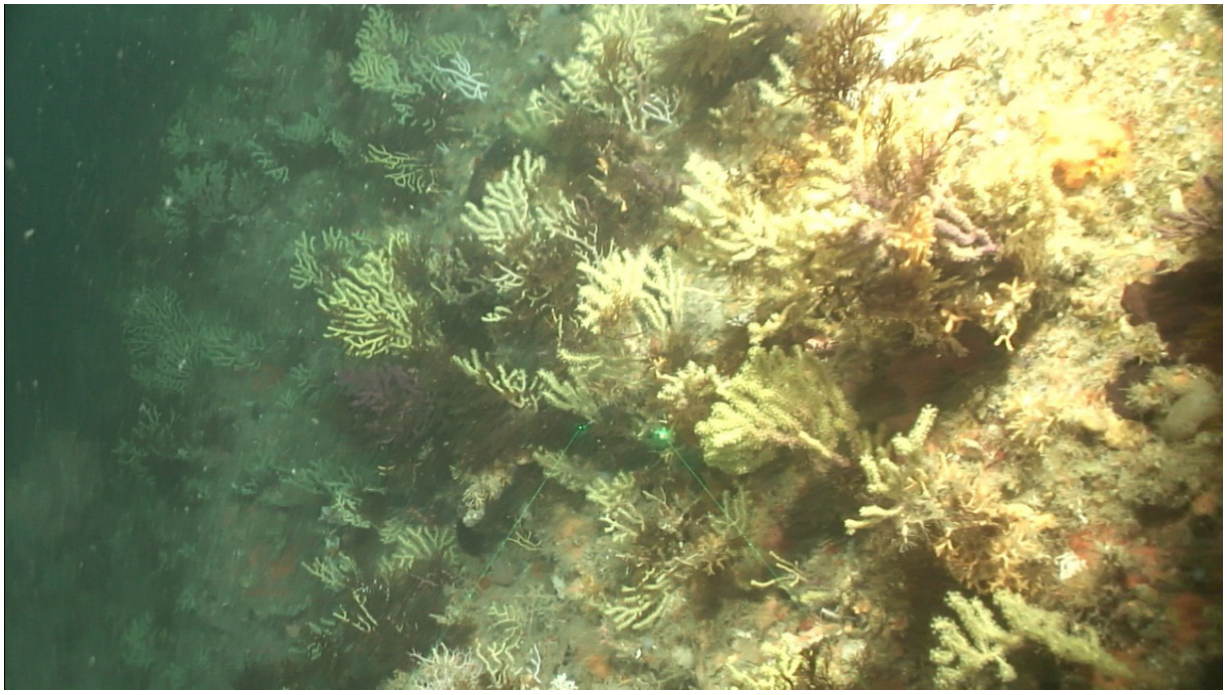


Imagen tomada del Rov 07 a una profundidad de 59 m. Zona: Algeciras (Alborán occidental) (*Paramuricea clavata*, *Rugulopteryx okamurae*).

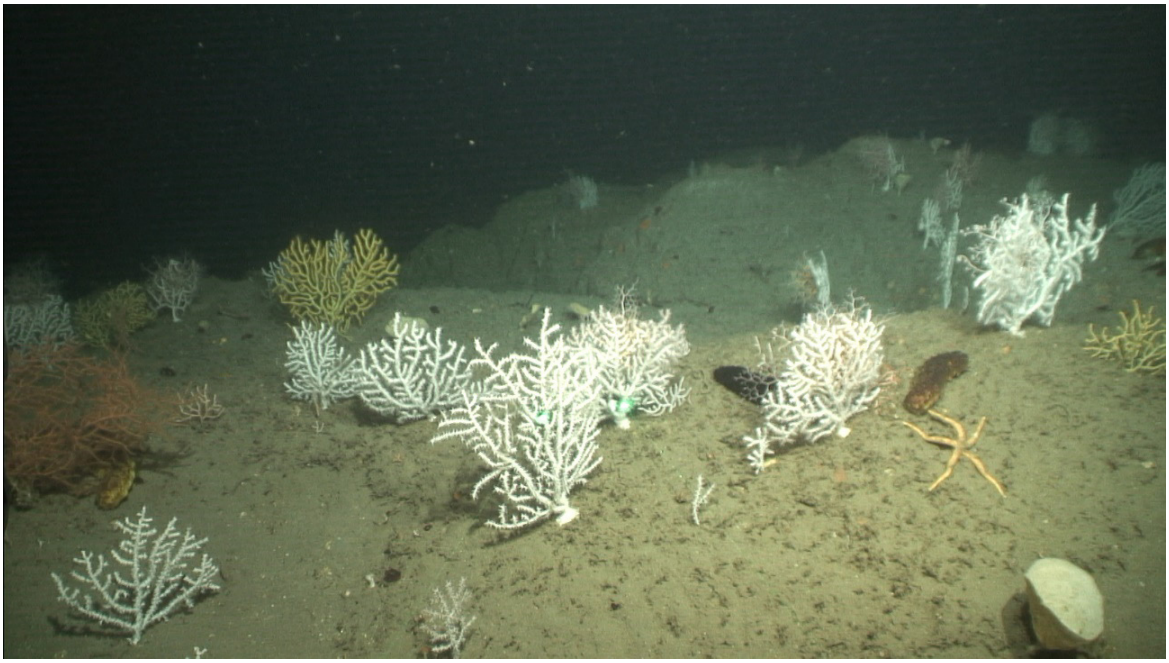


Imagen tomada del Rov 04 a una profundidad de 75 m. Zona: La Línea (Alborán occidental) (*Eunicella verrucosa, Chaetaster longipes, Holothuria forskali, Holothuria poli, Leptogorgia sarmentosa, Phakellia ventilabrum, Paramuricea clavata, Astrospartus mediterraneus*).



Imagen tomada del Rov 18 a una profundidad de 107 m. Zona: Dorsal de Alborán (Alborán central) (*Viminella flagellum, Chironephthya-Paralcyonium*, *Poecillastra compressa,* Sabellidae)



Imagen tomada del Rov 20 a una profundidad de 121 m. Zona: Dorsal de Alborán (Alborán central) (Sabellidae, *Phakellia robusta, Anthias antias, Chironephthya-Paralcyonium).*



Imagen tomada del Rov 20 a una profundidad de 102 m. Zona: Dorsal de Alborán (Alborán central) (*Callogorgia verticillata, Eunicella verrucosa,* Sabellidae, *Stylocordila-Rhizaxinella-Crella – Sympagella).*



Imagen tomada del Rov 28 a una profundidad de 108 m. Zona: El Seco de los Olivos (Alborán Oriental) (*Bonellia viridis*, Sabellidae, *Chironephthya-Paralcyonium, Pachastrella monilifera*)

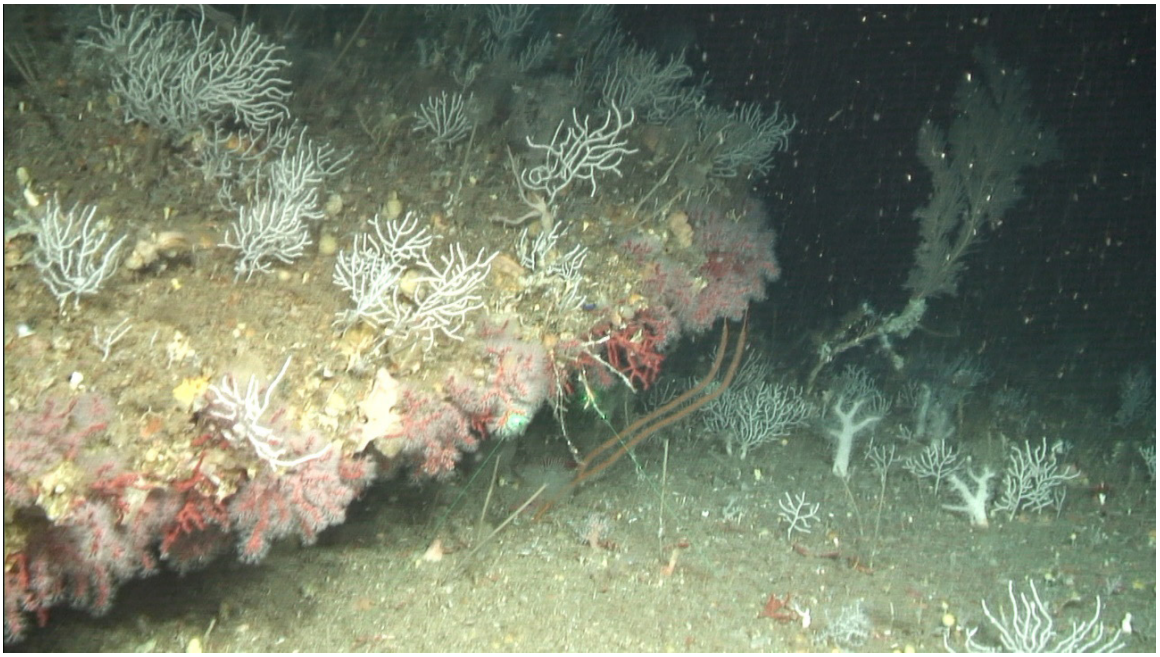


Imagen tomada del Rov 20 a una profundidad de 99 m. Zona: Dorsal de Alborán (Alborán Central) (*Eunicella verrucosa, Chironephthya-Paralcyonium, Ellisella paraplexauroides, Corallium rubrum, Sabellidae, Callogorgia verticillata*).

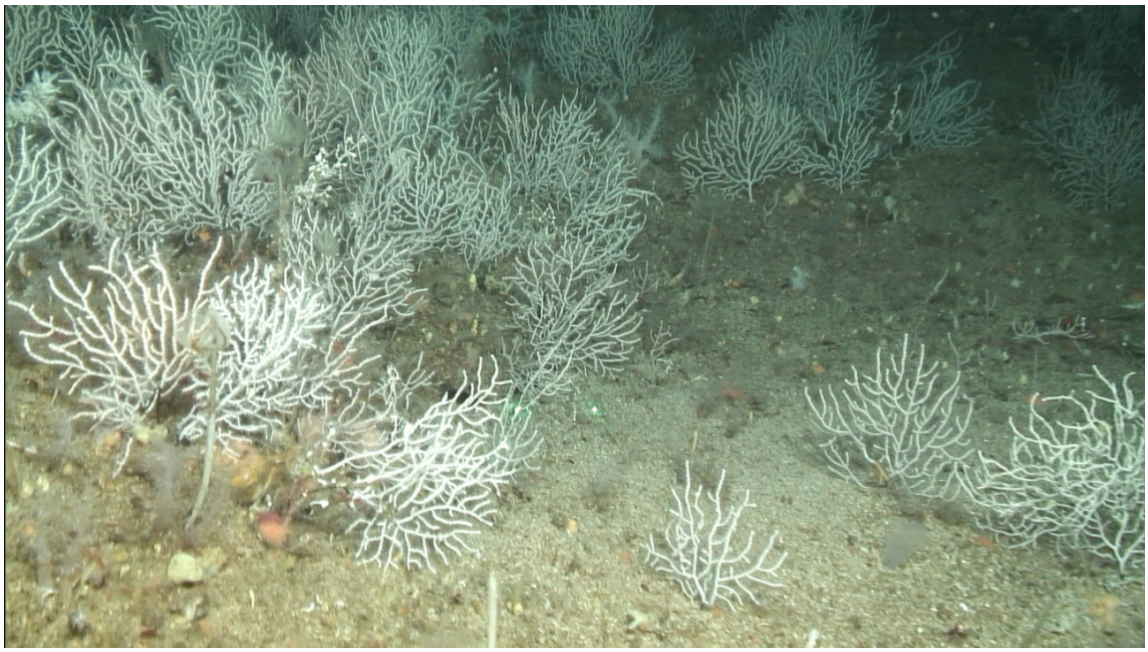


Imagen tomada del Rov 20 a una profundidad de 88 m. Zona: Dorsal de Alborán (Alborán Central) (Campo de *Eunicella verrucosa, Chironephthya-Paralcyonium*, Sabellidae).

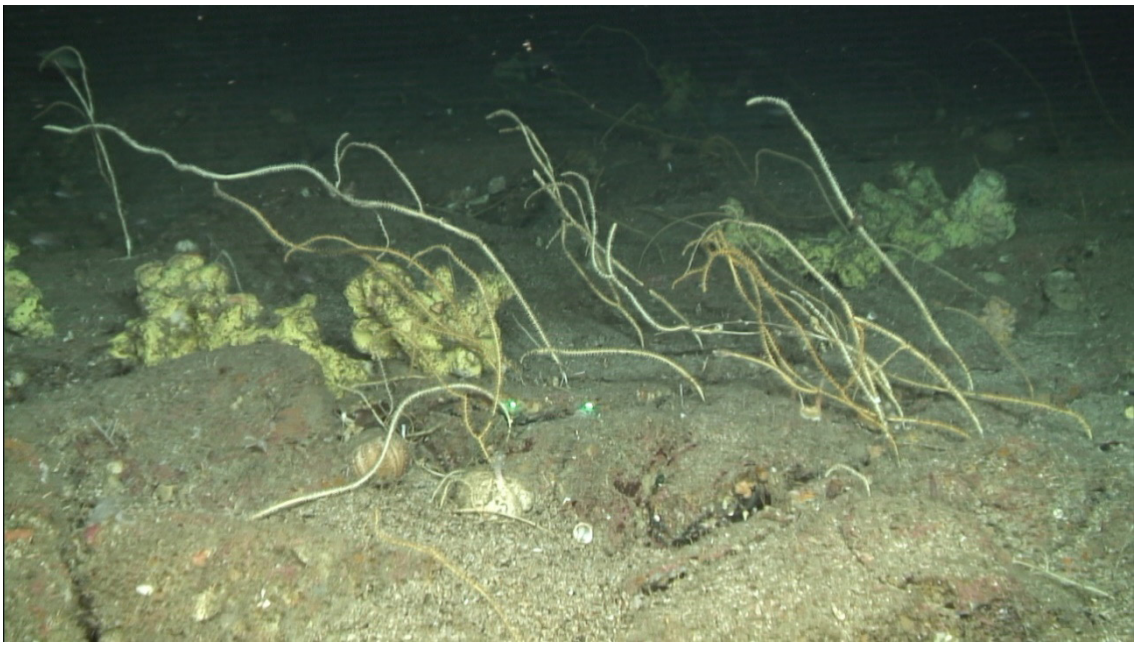


Imagen tomada del Rov 26 a una profundidad de 121 m. Zona: El Seco de los Olivos (Alborán Oriental) (*Viminella flagellum, Echinus sp.,* Porifera).

3.3. Benthic Broad Habitat Type (BBHT): "Roca circalitoral y arrecife biogénico"

3.3.1. Descripción

En el presente anexo se muestran los resultados obtenidos tras el procesado de las imágenes submarinas obtenidas durante la campaña CIRCAESAL 0721, en el marco del programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el piso circalitoral y batial rocoso para la DMESAL, y que se encuadran en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) (Figura 93).

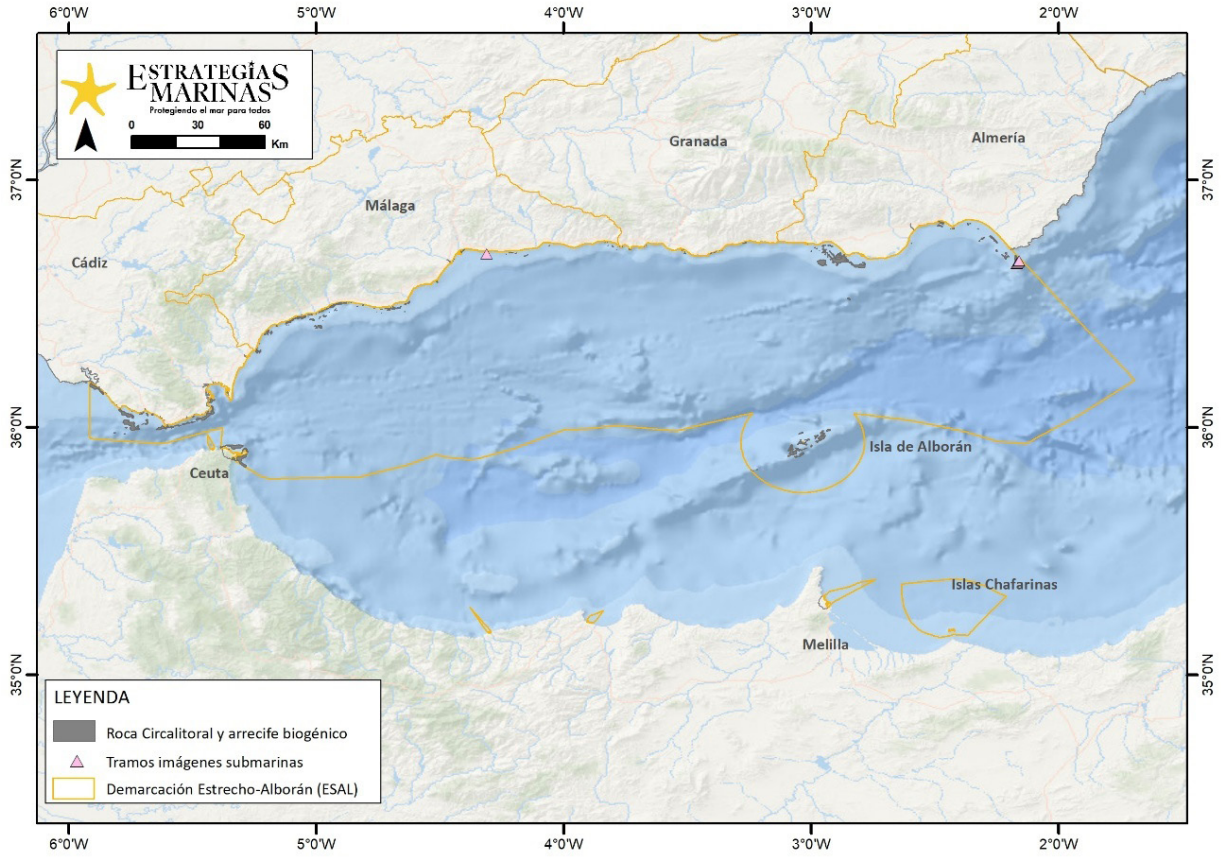


Figura 93. Mapa de la DMESAL con la localización de "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) según EMODNET (European Marine Observation and Data Network) con los diferentes tramos de imágenes submarinas para este BBHT.

Para la toma de decisiones sobre la selección de los diferentes puntos de adquisición de imágenes submarinas, se usaron los datos aportados por la capa de EMODNET (*European Marine Observation and Data Network*) sobre el "*Circalittoral rock and biogenic reef*" así como por los datos acústicos adquiridos a través de la ecosonda multihaz. Este tipo de BBHT sólo representa 116,17 km^2 en la DMESAL por lo que, de los 133 tramos procesados, y tras los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y un reajuste por criterio experto, solamente se han podido seleccionar 6 de los tramos a este BBHT (Figura 93). Además, 5 de los tramos se centraron en cabo de Gata (Alborán oriental) y 1 en un arrecife artificial localizado en Alborán central. En futuras campañas, sería interesante aumentar el número de transectos en las diferentes áreas para tener una buena representación espacial a lo largo de los diferentes sectores (occidental, central y oriental) de la DMESAL.

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes a la "Roca circalitoral y arrecife biogénico", se han identificado tan sólo 46 especies-géneros-OTUs, representando la

riqueza con más de un 80 % al filo Porifera (14 especies-géneros-OTUs), Cnidaria (10), Echinodermata (9) y Mollusca (5) (Figura 94). En relación con la abundancia, ha sido el filo Porifera, con más de 2.450 indivduos el que aporta la mayor abundancia (60,59 %), seguido de Echinodermata (14,36 %), Annelida (11,25 %) y Cnidaria (8,26 %), que fueron los dominantes y representaban el 95 % en su conjunto (Figura 94).

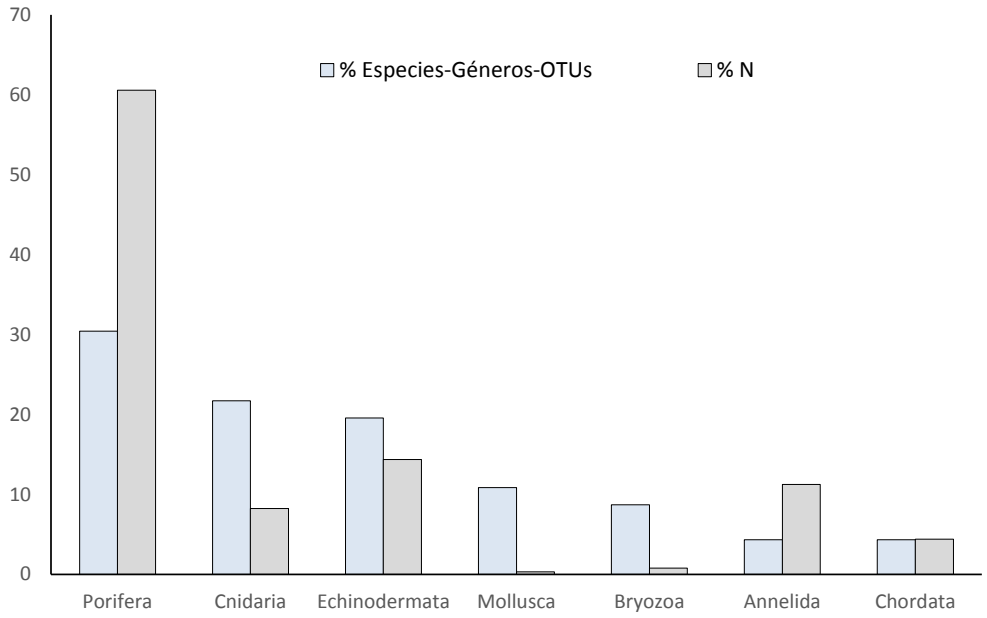


Figura 94. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de Abundancia por filo extrapolada a 1000 m² observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) para la DMESAL.

En la Tabla 51 se observan las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca circalitoral y arrecife biogénico", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto.

3.3.2. Especies catalogadas

A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT de la DMESAL, se han observado pocas especies que figuran en diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección (Tabla 50) y centrándose en la zona central de la demarcación (Figura 95) al igual que con el número de individuos de especies-género-OTUs que sigue un patrón muy similar. En cuanto a las especies catalogadas, destacan diferentes octocorales del género *Eunicella* o escleractinias como *Dendrophyllia cornigera* o *Desmophillum pertusum.*

Tabla 50. Lista de invertebrados observados en el programa de seguimiento llevado a cabo para el hábitat "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (Benthic broad habitat type, BBHT) en la DMESAL incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturalez; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada; CR: En peligro crítico; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Astrospartus mediterraneus					LC	
Axinella polypoides	Anexo II	LESRPE			VU	
Charonia lampas	Anexo II	VU			VU	
Dendrophyllia ramea	Anexo II		VU		VU	Anexo II
Desmophyllum pertusum	Anexo II		EN		EN	Anexo II
Eunicella gazella			DD		VU	
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Reteporella spp.					LC	
Schilderia achatidea	Anexo II				VU	

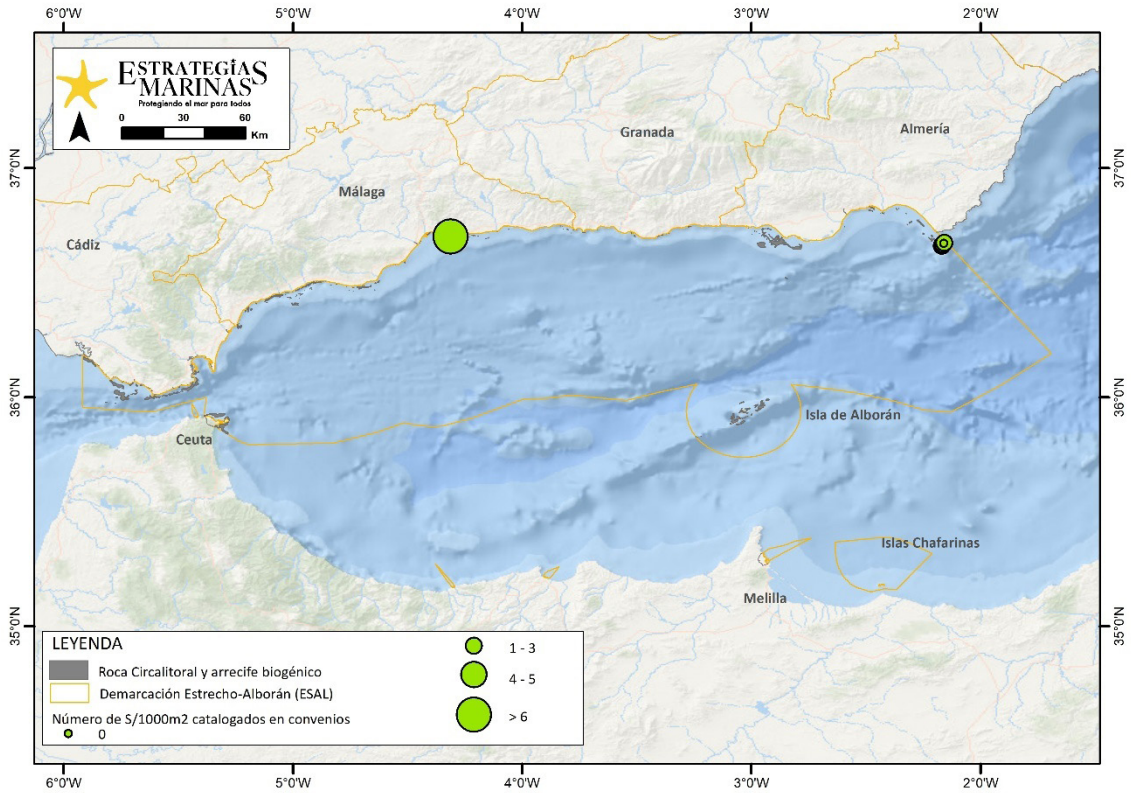


Figura 95. Número de especies-géneros-OTUs (S) catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación observadas y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) para la DMESAL.



Tabla 51. Lista de invertebrados identificados como tipificadoras para el "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (Benthic broad hábitat type, BBHT) en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Porifera	Demospongiae	cf *Axinella*	328,5	36,76	36,76	1970,97	48,56	50
Annelida	Polychaeta-Sedentaria	*Filograna implexa*-Salmancina	62,87	13,07	49,83	377,25	9,29	83,33
Echinodermata	Asteroidea	*Echinaster sepositus*	20,08	7,99	57,82	120,46	2,97	100
Cnidaria	Hydrozoa	Hidrozoo indet	34,63	7,68	65,5	207,79	5,12	66,67
Porifera	Porifera	Porifera indet.	33,76	7,1	72,61	202,55	4,99	83,33
Echinodermata	Asteroidea	*Chaetaster longipes*	14,46	5,25	77,85	86,75	2,14	83,33
Annelida	Polychaeta- Echiura (Echiuroidea)	*Bonellia viridis*	13,25	5,03	82,88	79,53	1,96	83,33
Echinodermata	Asteroidea	*Peltaster placenta*	36,31	4	86,88	217,88	5,37	83,33
Chordata	Ascidiacea	*Phallusia mammillata*	23,2	3,49	90,36	139,2	3,43	66,67
Echinodermata	Echinoidea	*Cidaris cidaris*-Stylocidaris	18,83	3,33	93,69	112,97	2,78	83,33
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela	14,46	2,3	96	86,75	2,14	83,33
Porifera	Demospongiae	*Phakellia ventilabrum* *	--	--	--	102,89	2,53	66,67
Bryozoa	Gymnolaemata	*Smittina cervicornis* *	--	--	--	22,19	0,55	66,67
Porifera	Demospongiae	*Axinella polypoides* *	--	--	--	11,52	0,28	33,33



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella gazella* *	--	--	--	9,5	0,23	33,33
Porifera	Demospongiae	*Phakellia* sp. *	--	--	--	6,05	0,15	33,33
Porifera	Demospongiae	*Axinella verrucosa*/damicornis + Parazoanthus axinellae *	--	--	--	2,02	0,05	16,67
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp. *	--	--	--	14,97	0,37	16,67
Mollusca	Gastropoda	*Charonia lampas* *	--	--	--	2,02	0,05	16,67
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia ramea* *	--	--	--	37,42	0,92	16,67
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophyllum pertusum* *	--	--	--	14,97	0,37	16,67
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella verrucosa* *	--	--	--	18,71	0,46	16,67
Porifera	Demospongiae	*Poecillastra compressa* *	--	--	--	2,02	0,05	16,67
Mollusca	Gastropoda	*Schilderia achatidea* *				2,02	0,05	16,67

3.3.3. Especies formadoras de hábitat

La disponibilidad de especies formadoras y/o constructoras de hábitats es un factor clave para predecir la riqueza de especies de una zona, por lo que es importante su conservación. A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT de la DMESAL, también se ha centrado en aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats representando una abundancia de estas especies-géneros-OTUs de un 35 %, perteneciendo la mayoría de ellas al filo Porifera (Tabla 52). Al igual que con el número de especies-géneros-OTUs formadores de hábitats, las mayores concentraciones de número de individuos se concentraron en la misma área, principalmente en Alborán oriental, aunque sería interesante dirigir un mayor esfuerzo de muestreo en esta área y las otras (occidental y central) en futuras campañas (Figura 96).

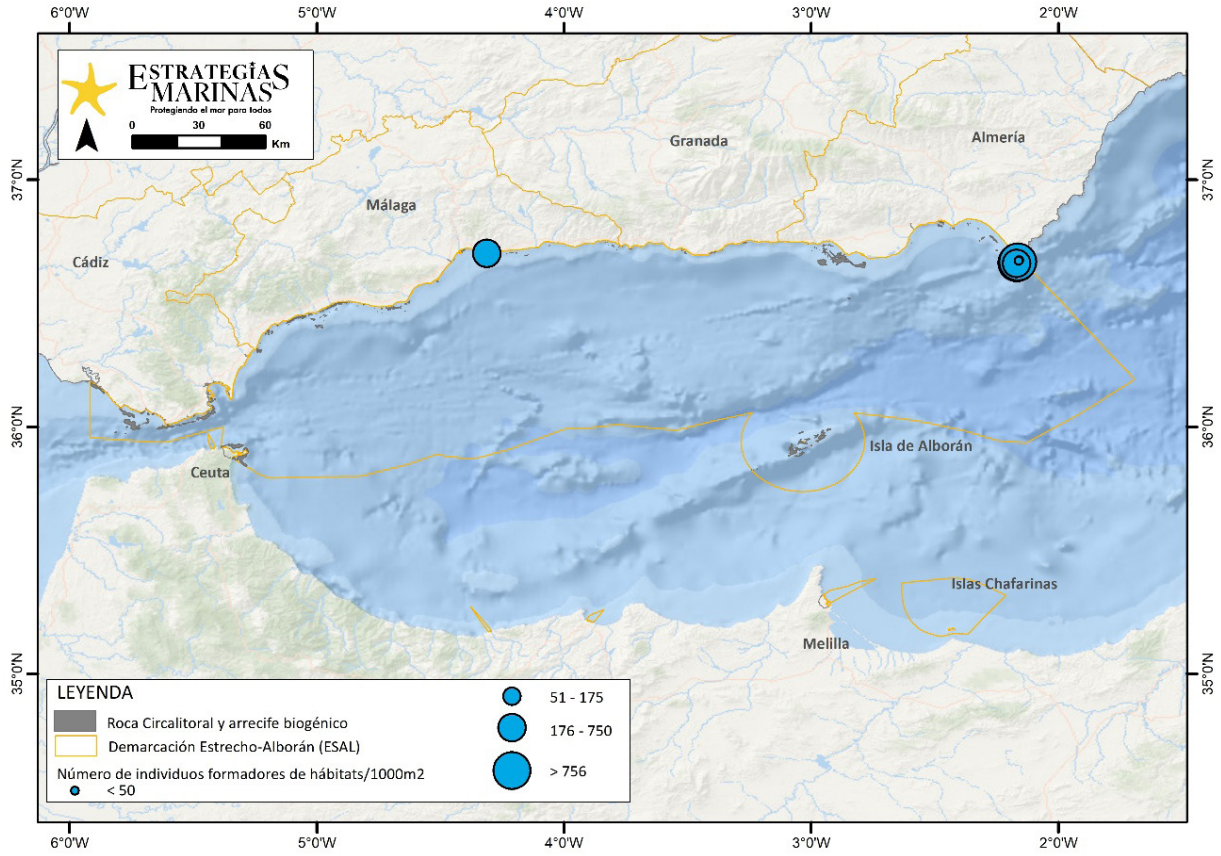


Figura 96. Número de individuos de especies-géneros-OTUs formadores de hábitats observados y pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) para la DMESAL.



Tabla 52. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; NSen: Abundancia de especies sensibles

		HB-BH1								HB-BH2				
Zona	**Código**	**SFH**	**NFH**	**SCAT**	**NCAT**	**SFCAT**	**NFCAT**	**SSen**	**NSen**	**S**	**N**	**d**	**J'**	**H'(log2)**
Arrecife artificial	TR 45_Ro_12_R3	9	175,89	7	127,24	6	108,53	5	86,07	20	284,41	3,36	0,9	3,89
C. de Gata	TR 95_Ro_22_R4	9	615,3	2	4,03	1	2,02	5	496,97	24	913,87	3,37	0,58	2,66
C. de Gata	TR 96_Ro_22_R5	6	1063,15	1	2,02	0	0	2	837,21	19	1394	2,49	0,54	2,31
C. de Gata	TR 98_Ro_22_R7	8	774,67	1	4,03	1	4,03	4	675,82	17	911,85	2,35	0,42	1,73
C. de Gata	TR 100_Ro_22_R9	4	12,1	0	0	0	0	1	2,02	11	250,15	1,81	0,54	1,87
C. de Gata	TR 101_Ro_22_R10	5	44,38	1	2,02	0	0	1	14,12	18	304,62	2,97	0,8	3,32

3.3.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad del programa de seguimiento de estrategias marinas para este BBHT, se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) observándose tan sólo 9 especies-géneros-OTUs sensibles en los diferentes tramos analizados y variando su presencia, entre los diferentes tramos, de 5 a 1. Estas especies eran principalmente poríferos, octocorales y escleractinias (Tabla 52) y el mayor número de especies-género-OTUs se centró en la zona de Alborán oriental, al igual que la presencia del mayor número de individuos (Figura 97).

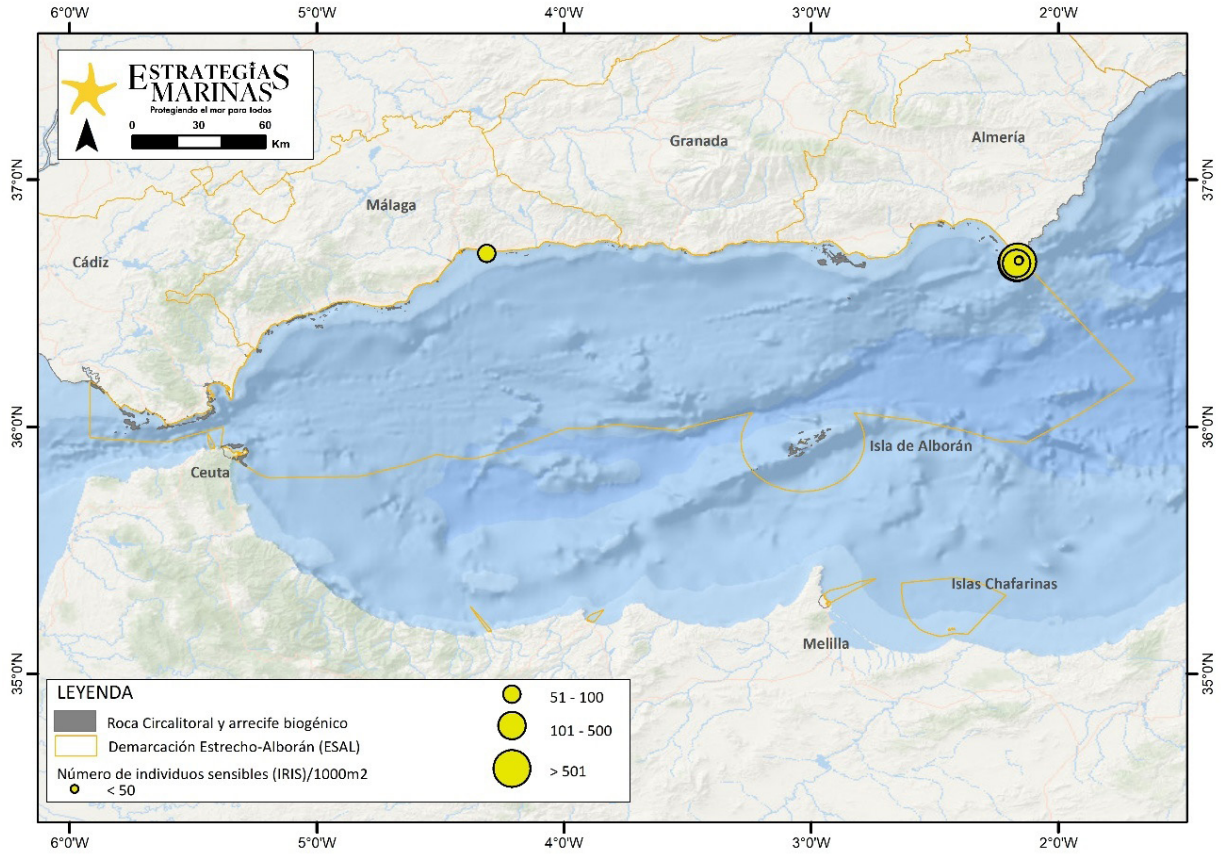


Figura 97. Número de individuos de especies-géneros-OTUs de sensibilidad 3 según el índice IRIS (Infralittoral Rock Index of Sensitivity pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) para la DMESAL.

3.3.5. Indices multimétricos

Los valores de riqueza específica (S), salvo en uno de los tramos, fueron similares entre sí, con una media de 18 (Tabla 52). Con respecto a los valores de abundancia (N) media de especies-géneros-OTUs se observó que el tramo realizado en el arrecife artificial (Alborán central) presentaba uno de los valores más bajos mientras que el resto de los tramos procesados seguían un patrón similar al índice de riqueza (Tabla 52). El índice de riqueza de Margalef (d), el de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J´) mostraron una tendencia similar al índice de riqueza observándose valores altos donde S era alto y viceversa (Tabla 52, FFigura 98).

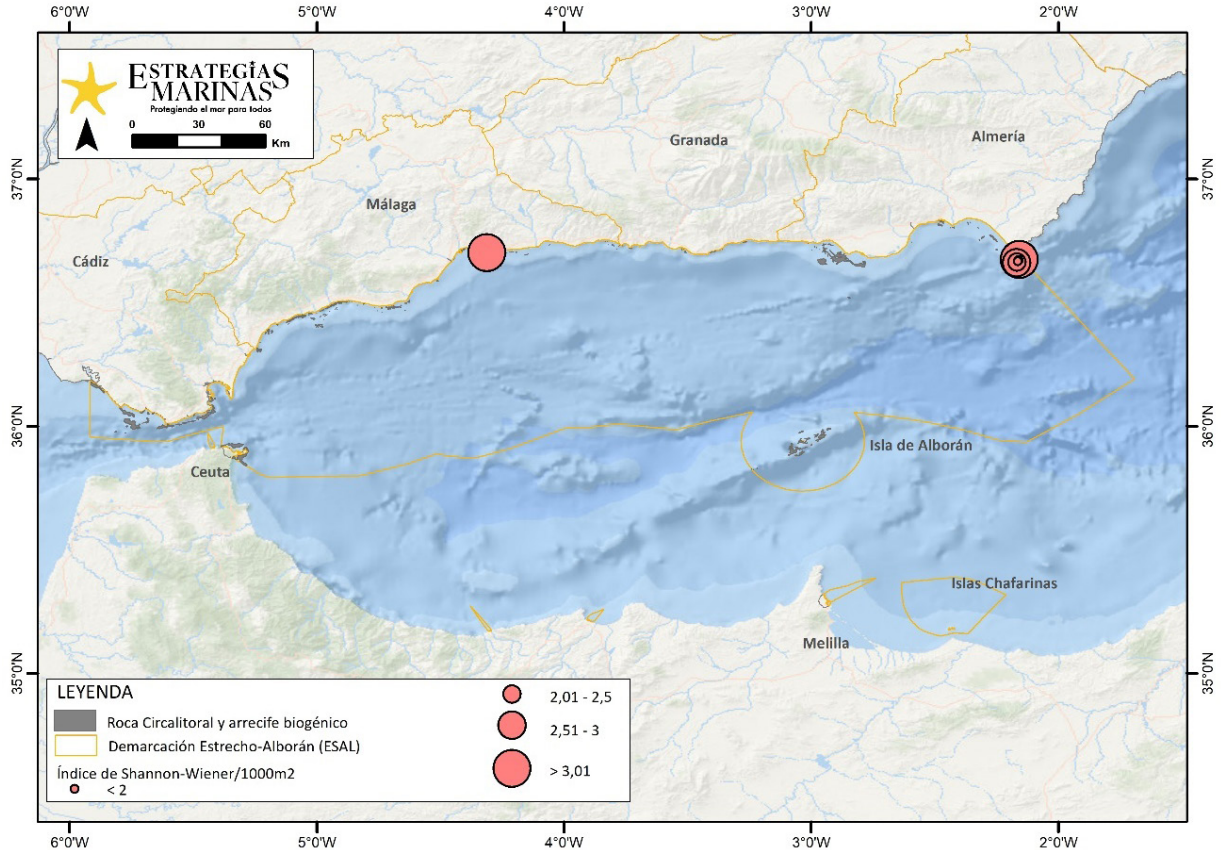


Figura 98. Índice de Shannon-Wiener pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) para la DMESAL.

3.3.6. Principales presiones en "Roca circalitoral y arrecife biogénico"

Al igual que ocurre en otras demarcaciones marinas españolas, las diferentes presiones derivadas de las actividades humanas provocan efectos negativos para los hábitats y el medio marino en general. Para la "Roca circalitoral y arrecife biogénico" de la DMESAL, se observó que las principales presiones que actúan sobre este BBHT, principalmente la pesquería de palangre de fondo, no coinciden con los datos elaborados por otros equipos (Tabla 53) debido, posiblemente, a un menor número de tramos analizados para este BBHT. Destacar que el nivel de basura observada en los diferentes tramos, tanto de las derivadas de la pesca como las que no, no era elevado (Tabla 53 y Tabla 54) (Figura 99) así como la total ausencia de talos a la deriva del alga invasora *Rugulopteryx okamurae*.

Tabla 53. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos de expertos para el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	33,33	83,335
Arrastre de fondo	16,67	83,33
Basura no deriva de pesca	66,67	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	0	

Tabla 54. Valores de presiones detectados por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okamurae*
Arrecife artificial	TR 45_Ro_12_R3	0	0	0	3,74	3,74	3,74	0
Cabo de Gata	TR 95_Ro_22_R4	0	0,84	0,65	2,02	2,02	0	0
Cabo de Gata	TR 96_Ro_22_R5	0	0,84	0,65	0	0	0	0
Cabo de Gata	TR 98_Ro_22_R7	0	0,84	0,65	2,02	0	0	0
Cabo de Gata	TR 100_Ro_22_R9	0	0,84	0,65	0	0	0	0
Cabo de Gata	TR 101_Ro_22_R10	0	0,84	0,65	6,05	0	0	0

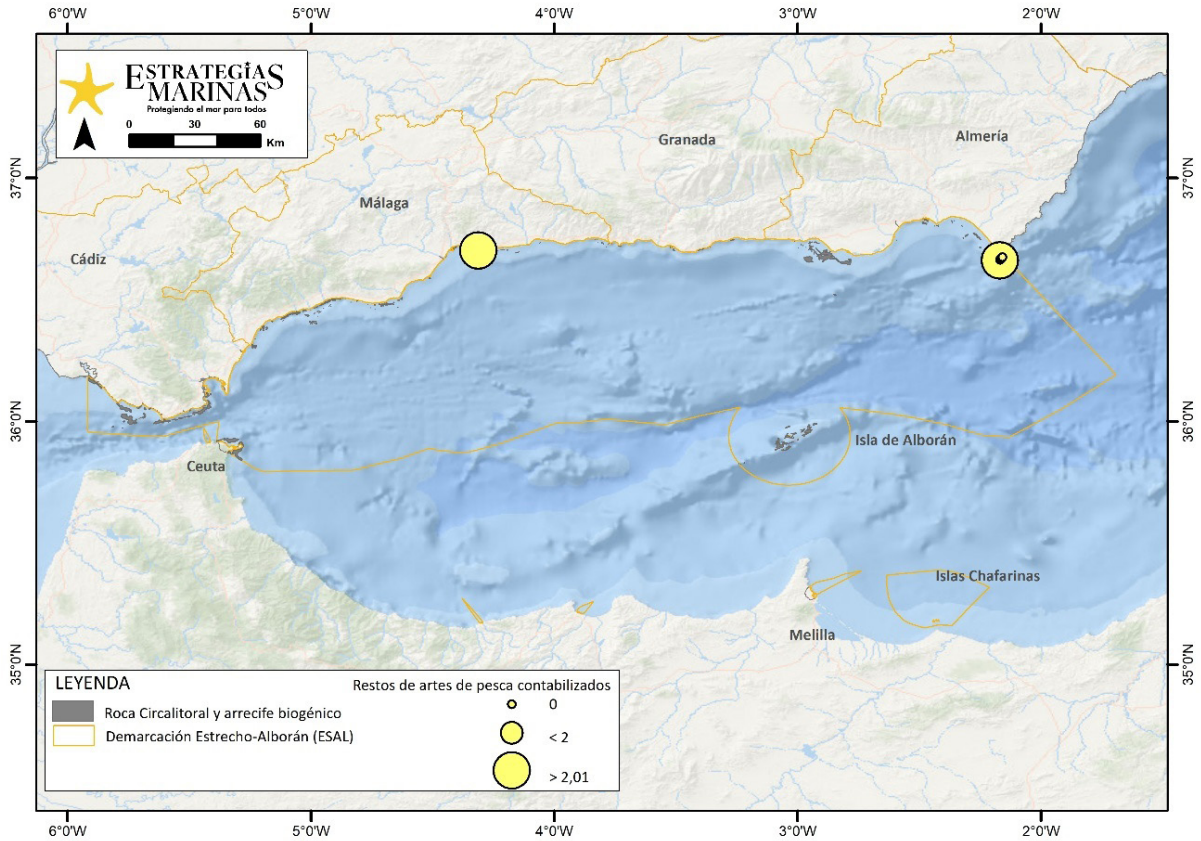


Figura 99. Restos de artes de pesca (palangre y enmalle) observados (extrapolados a 1000 m²) pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" (CIR_RK_BIO) para la DMESAL.

3.3.7. Imágenes representativas del BBHT "Roca circalitoral y arrecife biogénico" en la DMESAL



Imagen tomada del Rov 22 a una profundidad de 99 m. Zona: Cabo de Gata (Alborán Oriental) (*Axinella verrucosa/ damicornis, Echinaster sepositus, Poecillastra compressa*).



Imagen tomada del Rov 22 a una profundidad de 97 m. Zona: Cabo de Gata (Alborán Oriental) (*Filograna implexa*/Salmacina, cf. *Haliclona fibulata,* Hidrozoo, *Reteporella* sp.).

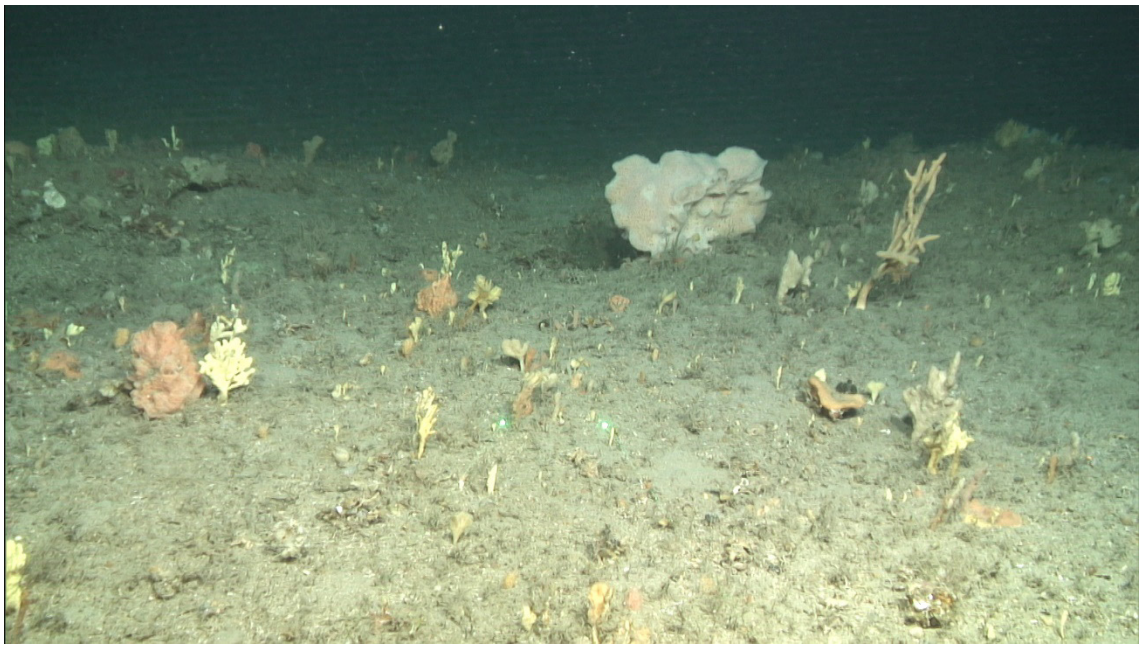


Imagen tomada del Rov 22 a una profundidad de 97 m. Zona: Cabo de Gata (Alborán Oriental) (*Axinella verrucosa/ damicornis*, cf. *Haliclona fibulata, Axinella salicina*).

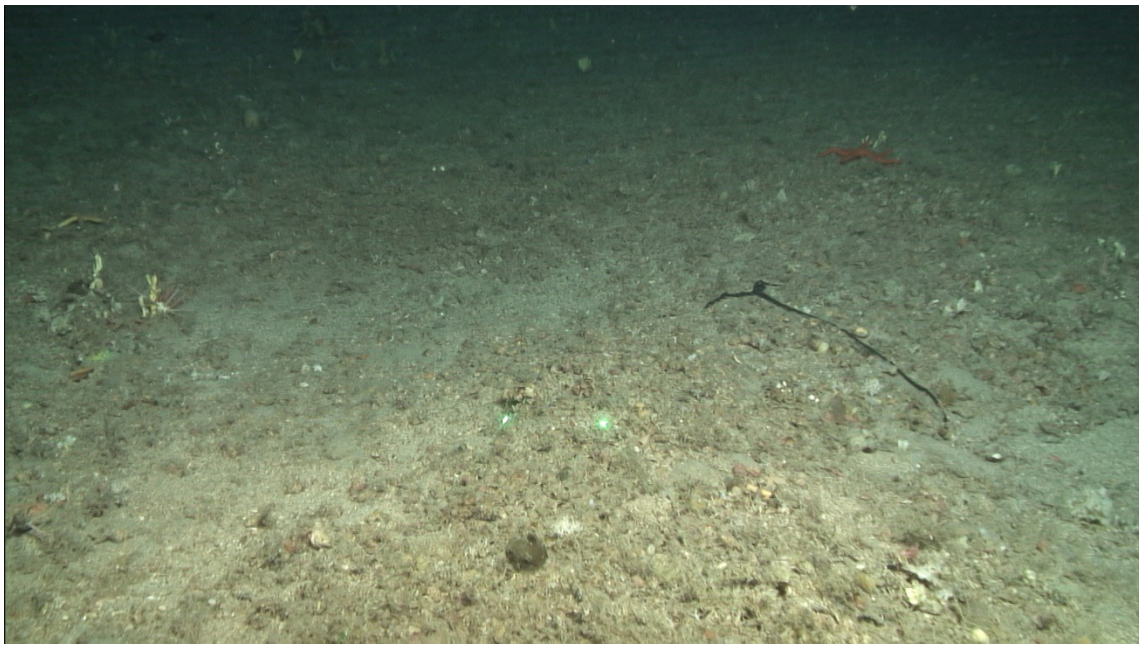


Imagen tomada del Rov 22 a una profundidad de 99 m. Zona: Cabo de Gata (Alborán oriental) (*Chaetaster longipes, Bonellia viridis, Cidaris cidaris, Echinaster sepositus*).

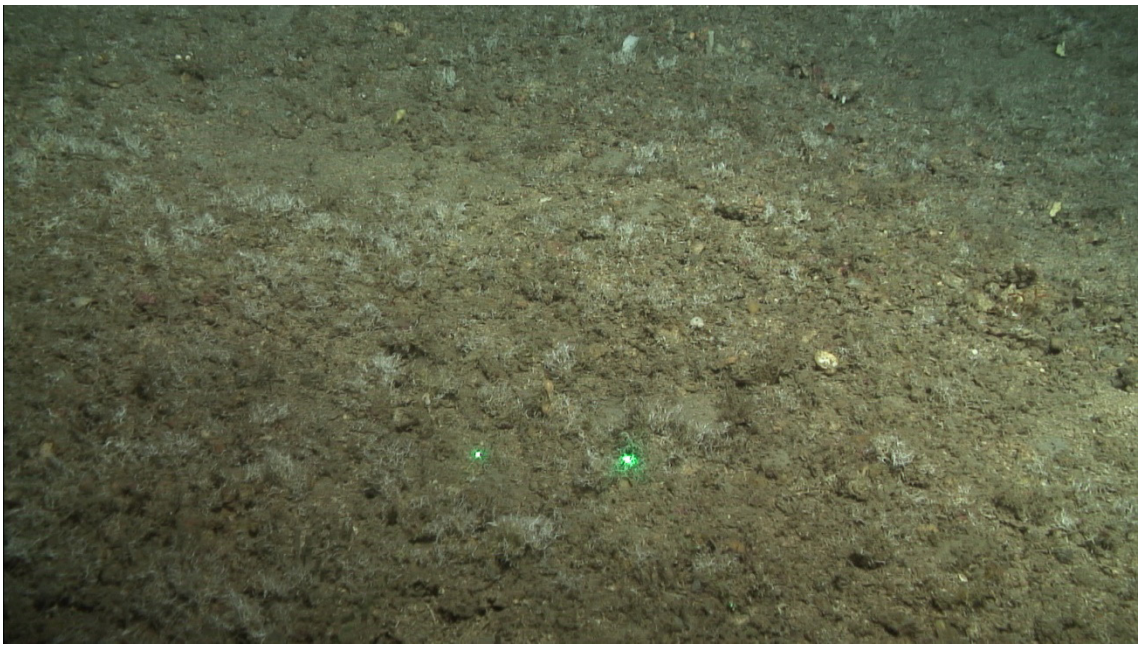


Imagen tomada del Rov 22 a una profundidad de 99 m. Zona: Cabo de Gata (Alborán oriental) (*Filograna implexa*/Salmacina)

3.4. Other Habitat Type (OHT)

Los diferentes hábitats marinos incluyen una gran variedad de entornos dentro del ecosistema marino y deben de clasificarse para una mejor caracterización y descripción de los mismos. De este modo, el conocimiento de estos hábitats facilita un mejor uso y aplicación de los diferentes reglamentos para la conservación, las evaluaciones medioambientales y con el objetivo final de establecer áreas marinas protegidas. En este documento, se ha usado el término OHT (*Other Habitat Type*) para referirnos a los diferentes tipos de hábitats que se han observado e identificado en la DMESAL durante la campaña CIRCAESAL 0721 en la que se tomaron imágenes submarinas con el ROV (*Remotely Operated Vehicle*).

En este documento se presentan todos los OHT observados e identificados en la DMESAL durante el presente programa de seguimiento, con su correspondiente descripción y caracterización biológica. De esta lista de OHTs, que han sido incluidos en la ficha de *Reporting* en texto, salvo uno que presenta pocas muestras y que se expondrá igualmente en dicha ficha, presentan un elevado número de muestras y una buena representación espacial a lo largo de la DMESAL.

3.4.1. Other Habitat Type (OHT): "Roca batial con esponjas y gorgonias"

3.4.1.1. Descripción

En el programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el piso batial rocoso para la DMESAL, se ha podido diferenciar dos OHT y el que describimos en este apartado, el OHT de "Roca batial con esponjas y gorgonias" y que presenta una buena representación tanto espacial como en número de tramos analizados. Tras el procesado de las imágenes y los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y un reajuste por criterio experto, de los 133 tramos analizados, 24 corresponderían a este tipo de OHT de "Roca batial con esponjas y gorgonias (Figura 100). En base a los resultados obtenidos, los tramos de imágenes submarinas sobre este tipo de OHT ("Roca batial con esponjas y gorgonias") estuvo presente en todos los sectores de la demarcación (occidental, central y oriental), principalmente en el sector más oriental (Seco de los Olivos y El Sabinar) aunque también existe una buena representación en la dorsal de Alborán (Alborán central) y en la zona del estrecho de Gibraltar (Alborán occidental) tan sólo se ha podido clasificar uno de los tramos del piso batial rocoso hacia este OHT (Figura 100).

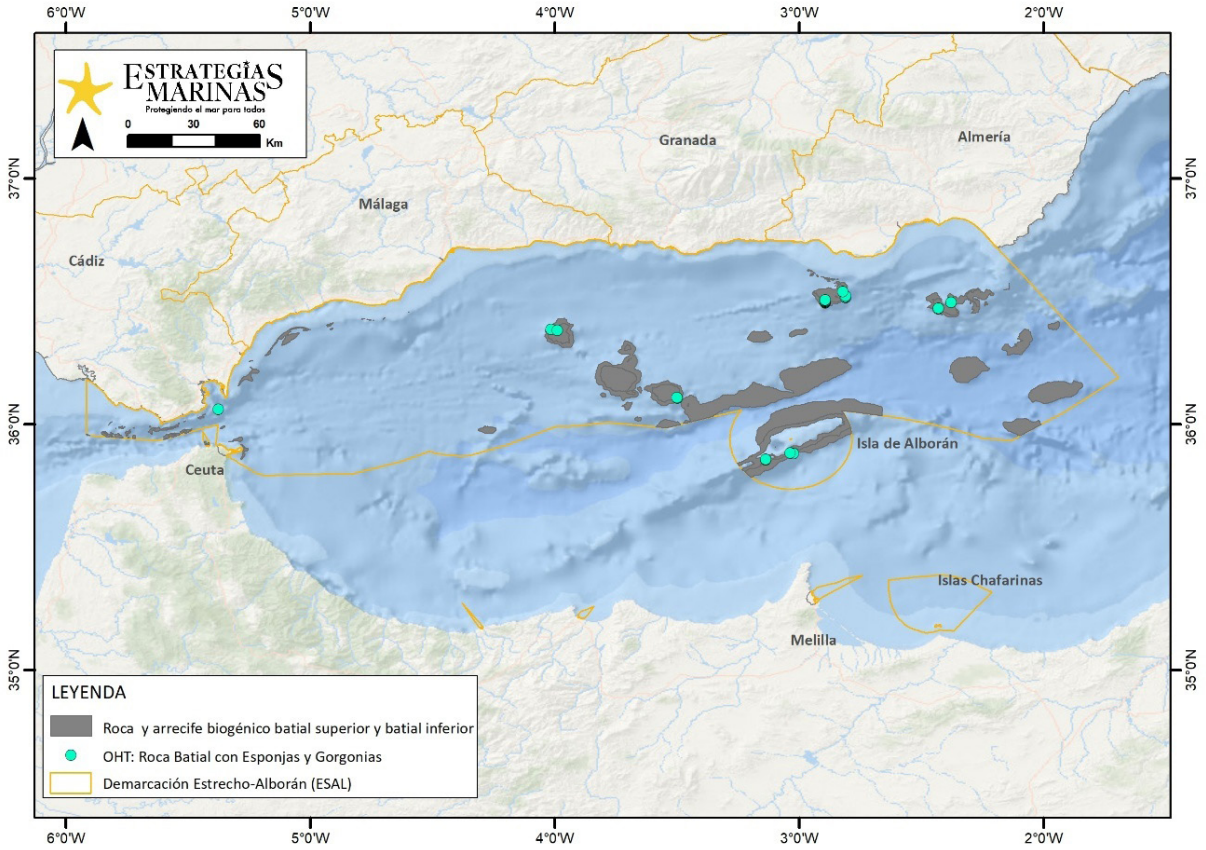


Figura 100. Mapa de la DMESAL con la localización del OHT de Roca batial con esponjas y gorgonias de los diferentes tramos de imágenes submarinas.

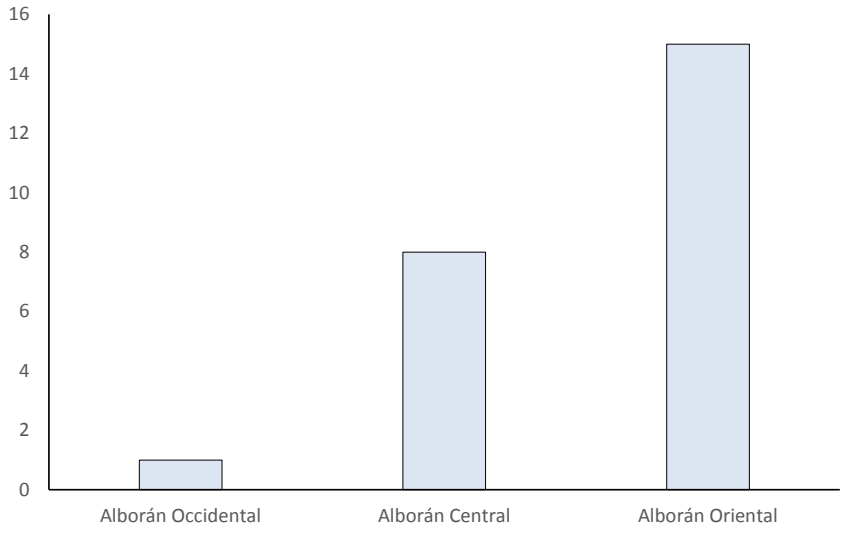


Figura 101. Número de tramos de toma de imágenes submarinas en los diferentes sectores de la DMESAL para este OHT de "Roca batial de esponjas y gorgonias".

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes a la "Roca batial con esponjas y gorgonias", se ha identificado 129 especies-géneros-OTUs, con una alta representación en riqueza del filo Cnidaria (36 especies-géneros-OTUs), seguidos de cerca por Porifera (34), Echinodermata (18), Arthropoda (14) y Mollusca (13), representando cerca de un 90 % de especies-géneros-OTUs de este OHT. En relación con la abundancia, principalmente el filo Porifera fue la dominante (9.851 individuos, 44,62 %), seguido de Cnidaria (7.253, 32,85 %) y Echinodermata (1.963, 8,89 %) representando más de un 85 % en su conjunto (Figura 102).

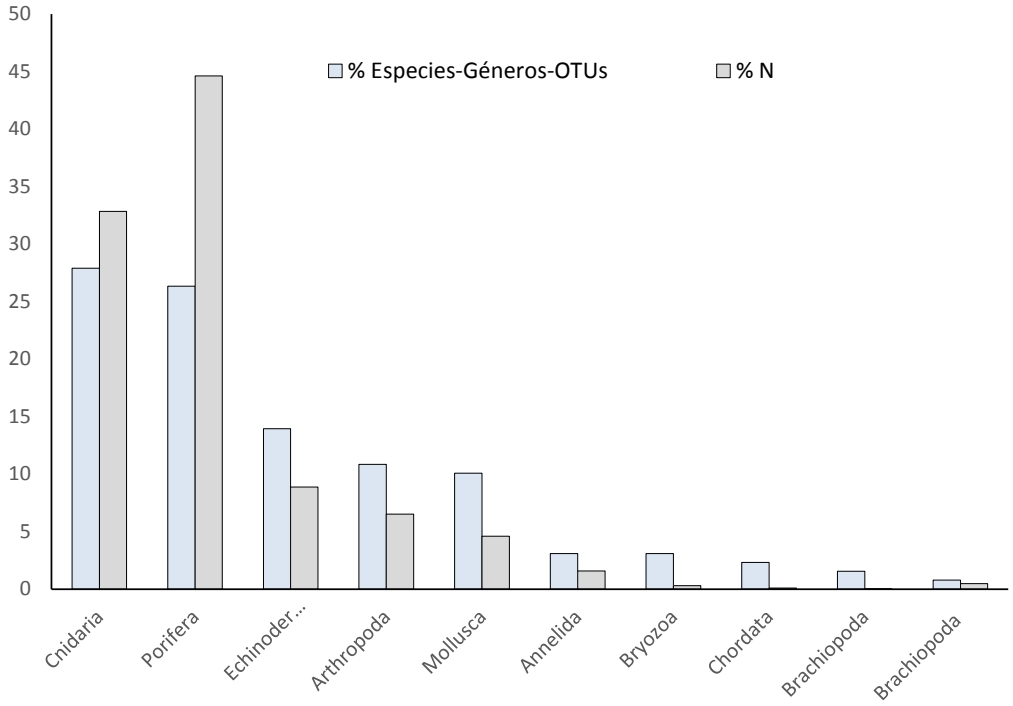


Figura 102. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de abundancia extrapolada a 1.000 m² y por Filo de la fauna observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en al OHT "Roca batial con gorgonias y esponjas" para la DMESAL.

En la Tabla 55 se observan las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca batial con esponjas y gorgonias", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto.



Tabla 55. Lista de invertebrados identificados como tipificadoras para el OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias" en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Porifera	Demospongiae	*Pachastrella monilifera*	119,36	14,96	14,96	2864,76	12,97	62,5
Porifera	Hexactinellida	*Asconema setubalense*	44,26	9,75	24,7	1062,15	4,81	70,83
Cnidaria	Octocorallia	*Acanthogorgia armata-A. hirsuta*	82,65	9,11	33,82	1983,71	8,98	75
Echinodermata	Echinoidea	*Cidaris cidaris*-Stylocidaris	28,72	7,26	41,07	689,35	3,12	75
Arthropoda	Malacostraca	*Munida* spp.	30,49	6,79	47,86	731,75	3,31	79,17
Porifera	Demospongiae-Calcarea	Phorbas-Petrobiona	55,32	6,41	54,27	1327,76	6,01	50
Porifera	Demospongiae	*Phakellia robusta*	32,81	4,41	58,68	787,44	3,57	66,67
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia cornigera*	39,15	4,33	63,01	942,57	4,27	83,33
Cnidaria	Octocorallia	*Viminella flagellum*	41,18	4,3	67,32	988,39	4,48	37,5
Echinodermata	Crinoidea	Crinoideo-Antedon	22,56	3,93	71,25	541,44	2,45	66,67
Cnidaria	Hexacorallia	*Parantipathes larix*	16,43	3,55	74,79	394,24	1,79	75
Porifera	Demospongiae	*Terpios* sp.	9,07	2,49	77,29	217,61	0,99	66,67
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela	12,2	1,98	79,27	292,84	1,33	50
Porifera	Demospongiae	*Phakellia ventilabrum*	8,77	1,54	80,8	210,55	0,95	66,67
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp.	7,15	1,51	82,31	171,56	0,78	62,5



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Mollusca	Bivalvia	*Neopycnodonte zibrowii*	40,05	1,29	83,61	961,19	4,35	20,83
Cnidaria	Octocorallia	*Swiftia* cf *dubia*	8,11	1,26	84,86	194,68	0,88	50
Arthropoda	Malacostraca	*Plesionika* sp.	23,81	1,25	86,11	571,5	2,59	54,17
Cnidaria	Octocorallia	*Callogorgia verticillata*	9,35	1,22	87,33	224,39	1,02	50
Annelida	Polychaeta-Sedentaria	*Filograna implexa*-Salmancina	9,98	1,18	88,51	239,47	1,08	50
Cnidaria	Scleractinia	*Madrepora oculata*	23,72	0,92	89,43	569,17	2,58	41,67
Porifera	Demospongiae	Petrosia-Mycale-Ircinia	66,28	0,86	90,29	1764,52	7,99	33,33
Porifera	Demospongiae	*Phakellia* sp.	6,59	0,77	91,06	158,21	0,72	41,67
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria forskali*	8,35	0,71	91,77	200,28	0,91	29,17
Porifera		Porifera tapizantes	5,18	0,64	92,41	124,2	0,56	41,67
Porifera	Demospongiae	Geodia indet.	7,88	0,63	93,04	189,19	0,86	33,33
Echinodermata	Echinoidea	*Echinus melo*	3,1	0,55	93,58	74,42	0,34	45,83
Annelida	Echiuroidea	*Bonellia viridis*	3,32	0,46	94,05	79,76	0,36	41,67
Cnidaria	Hexacorallia	*Antipathella subpinnata*	20,21	0,45	94,5	484,96	2,2	12,5
Cnidaria	Octocorallia	Chironephthya-Paralcyonium	13,24	0,38	94,88	317,84	1,44	37,5
Echinodermata	Holothuroidea	*Parastichopus regalis*	1,83	0,35	95,22	44,02	0,2	25



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophyllum pertusum* *	--	--	--	73,17	0,33	33,33
Porifera		Porifera masiva *	--	--	--	89,09	0,4	33,33
Cnidaria	Hexacorallia	*Antipathes dichotoma* *	--	--	--	39,69	0,18	29,17
Porifera		Porifera globulares *	--	--	--	156,92	0,71	25
Porifera		Porifera indet. *	--	--	--	117,7	0,53	25
Cnidaria	Demopongiae-Zoantharia	*Axinella verrucosa*/damicornis + Parazoanthus axinellae *	--	--	--	50,5	0,23	20,83
Porifera	Demospongiae	*Petrosia* sp. *	--	--	--	47,5	0,22	20,83
Porifera	Demospongiae	*Poecillastra compressa* *	--	--	--	154,72	0,7	20,83
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophylum dianthus* *	--	--	--	40,39	0,18	16,67
Porifera	Demospongiae	*Petrosia ficiformis* *	--	--	--	21,26	0,1	16,67
Porifera		Porifera tubulares *	--	--	--	33,2	0,15	16,67
Porifera		Porifera pedunculadas *	--	--	--	84,02	0,38	16,67
Porifera	Demospongiae	*Axinella polypoides* *	--	--	--	31,89	0,14	12,5
Porifera	Demospongiae	Dysidea-Higginsia *	--	--	--	37,66	0,17	12,5
Porifera	Demospongiae	*Haliclona* sp. *	--	--	--	13,17	0,06	12,5



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Porifera	Demospongiae	Astrophorida *	--	--	--	3,27	0,01	8,33
Cnidaria	Hexacorallia	*Leiopathes glaberrima* *	--	--	--	12,05	0,05	8,33
Porifera	Agelasidae-Chalinidae	Aegelas-Haliclona *	--	--	--	1,87	0,01	4,17
Porifera	Demospongiae	*Calyx nicaeensis* *	--	--	--	1,42	0,01	4,17
Porifera	Demospongiae	cf *Axinella* *	--	--	--	6,38	0,03	4,17
Cnidaria	Octocorallia	cf *Bebryce mollis* *	--	--	--	4,48	0,02	4,17
Cnidaria	Octocorallia	*Ellisella paraplexauroides* *	--	--	--	5,67	0,03	4,17
Porifera	Calcarea	Guancha lacunosa-Sycon *	--	--	--	10,84	0,05	4,17
Porifera	Homosclerophorida-Demospongiae	Oscarella-Agelas-Haliclona *	--	--	--	1,42	0,01	4,17
Mollusca	Gastropoda	*Schilderia achatidea* *	--	--	--	2,13	0,01	4,17



3.4.1.2. Especies catalogadas

Entre los invertebrados catalogados más significativos de este OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias" se pueden mencionar especies como *Calyx nicaeensis* o *Axinella polypoides* o cnidarios como *Dendrophyllia cornigera*, *Callogorgia verticillata* o *Madrepora oculata*, entre otras (Tabla 56). El mayor número de especies catalogadas se observaron en Alborán oriental seguido de Alborán central y baja en la zona del estrecho de Gibraltar (Alborán cccidental) (Tabla 57).

Tabla 56. Lista de invertebrados observados en el OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias" en la DMESA) incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturalez; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada; CR: En peligro crítico; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Antipathella subpinnata		LESRPE	NT			Anexo II
Antipathes dichotoma		LESRPE	NT			Anexo II
Axinella polypoides	Anexo II	LESRPE			VU	
Callogorgia verticillata		LESRPE	NT			
Calyx nicaeensis					EN	
Charonia lampas	Anexo II	VU			VU	
Dendrophyllia cornigera	Anexo II		EN		VU	Anexo II
Desmophylum dianthus	Anexo II		EN			
Desmophyllum pertusum	Anexo II		EN		EN	Anexo II
Ellisella paraplexauroides	Anexo II	LESRPE	VU		EN	
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Leiopathes glaberrima	Anexo II	LESRPE	EN			Anexo II
Madrepora oculata	Anexo II	LESRPE	EN		EN	Anexo II
Episcomitra zonata	Anexo II	LESRPE			VU	
Palinurus elephas	Anexo III		VU		VU	
Paramuricea clavata			VU		VU	
Parantipathes larix	Anexo II	LESRPE	NT			Anexo II
Petrosia ficiformis					LC	
Placogorgia sp.					DD	

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Ranella olearium	Anexo II		NT		VU	
Reteporella spp.					LC	
Savalia savaglia	Anexo II	LESRPE	NT		EN	
Schilderia achatidea	Anexo II				VU	
Viminella flagellum			NT			

3.4.1.3. Especies formadoras de hábitats

La disponibilidad de especies formadoras y/o constructoras de hábitats es un factor clave para predecir la riqueza de especies de una zona por lo que es importante su conservación. A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas, también se ha considerado aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats observándose que la mayor abundancia de estas especies-géneros-OTUs, representando más de un 51,2 %, pertenecían al filo Porifera y seguido de Cnidaria con un 42,6 % siendo las especies más abundantes de estos grupos la *Asconema setubalense*, *Pachastrella monolifera* o *Acanthogorgia armata- A. hirsuta.* En la Tabla 57 se muestran el número de especies formadoras de hábitats y destacando entre las diferentes zonas de la demarcación la zona oriental (Seco de los Olivos).

3.4.1.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad del programa de seguimiento de estrategias marinas para este OHT, se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) centrándose el mayor número de estas especies-géneros-OTUs con sensibilidad 3 en el sector de Alborán oriental (Seco de los Olivos) y en Alborán central (en la dorsal de Alborán) (Tabla 57). Se observó que el número promedio de especies sensibles fue similar y con valores cercanos a 7 para los diferentes sectores, siendo el de mayor y el de menor número de estas especies en diferentes tramos realizados en el Seco de los Olivos (Tabla 57).

3.4.1.5. Índices multimétricos

Los mayores valores de riqueza específica (S) se detectaron en ciertos tramos del Seco de los Olivos, con valores de 44, y también se observó el valor más bajo, pero en el conjunto de todos los tramos realizados en el sector oriental de Alborán se observaron los valores promedios más altos (29). En el sector central de Alborán (tanto en la dorsal como en los montes submarinos) también se observaron valores elevados con un promedio de 25 en el conjunto de todos los tramos de esta zona (Tabla 57). Con respecto a los valores de abundancia (N), más del 80 % de especies-géneros-OTUs se centró en el sector Oriental de Alborán, con valores de más de 2.000 individuos de especies-géneros-OTUs en alguno de los tramos de esta zona (Tabla 57). El índice de riqueza de Margalef (d), el de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J´) mostraron una tendencia similar siendo los valores del sector Oriental de Alborán algo más elevados que en el Central (Tabla 57).



Tabla 57. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias" en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; NSen: Abundancia de especies sensibles.

		HB-BH1								HB-BH2				
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Algeciras	TR 22_Ro_6_R1	7	152,81	2	19,72	2	19,72	4	136,05	18	254,35	3,07	0,74	3,07
Ville Djibouti	TR 29_Ro_8_R1	17	523,59	7	176,81	5	165,4	10	378,72	37	631,95	5,58	0,66	3,43
Ville Djibouti	TR 30_Ro_8_R2	4	133,46	3	43,35	2	19,39	3	107,23	12	190,5	2,1	0,69	2,47
Avempace	TR 49_Ro_14_R1	13	251,9	10	130,57	7	109,77	11	227,63	28	381,32	4,54	0,83	3,99
Avempace	TR 57_Ro_14_R9	9	398,65	6	143,28	5	110,93	8	379	18	613,57	2,65	0,68	2,84
Dorsal Alborán	TR 62_Ro_15_R1	15	415,3	3	12,42	3	12,42	5	35,5	29	628,28	4,35	0,69	3,35
Dorsal Alborán	TR 63_Ro_16_R1	18	322,53	5	69,43	5	69,43	7	91,83	29	694,33	4,28	0,82	4,01
Dorsal Alborán	TR 87_Ro_21_R2	7	38,3	3	15,6	2	11,35	2	11,35	15	66,67	3,33	0,92	3,6
Dorsal Alborán	TR 88_Ro_21_R3	18	578,72	9	329,08	8	327,66	10	381,56	28	634,04	4,18	0,66	3,19
Seco Olivos	TR 102_Ro_23_R1	23	1371,26	6	444,33	6	444,33	9	722,83	37	1713,54	4,83	0,74	3,85
Seco Olivos	TR 103_Ro_23_R2	23	2232,28	7	486,85	6	474,09	12	1152,28	44	2602,2	5,47	0,59	3,19
Seco Olivos	TR 104_Ro_23_R3	17	1913,38	11	569,76	9	535,75	12	1245,82	36	2234,4	4,54	0,66	3,41
Seco Olivos	TR 105_Ro_23_R4	14	255,12	9	104,17	8	82,91	9	97,8	30	431,57	4,78	0,8	3,9



		HB-BH1									HB-BH2			
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Seco Olivos	TR 106_Ro_23_R5	12	591,02	7	244,49	4	229,61	6	357,16	30	695,19	4,43	0,71	3,46
Seco Olivos	TR 107_Ro_23_R6	16	1401,02	7	144,57	5	140,31	8	780,23	33	1609,37	4,33	0,69	3,5
Seco Olivos	TR 108_Ro_23_R7	10	348,66	4	25,51	2	8,5	5	82,91	22	578,27	3,3	0,77	3,43
Seco Olivos	TR 109_Ro_24_R1	14	194,25	4	13,07	4	13,07	5	16,81	27	425,85	4,29	0,77	3,64
Seco Olivos	TR 110_Ro_24_R2	15	270,83	5	11,21	3	7,47	5	31,75	29	496,82	4,51	0,7	3,4
Seco Olivos	TR 111_Ro_24_R3	8	216,66	2	11,21	1	1,87	2	3,74	19	341,8	3,09	0,7	2,99
Seco Olivos	TR 113_Ro_24_R5	3	395,97	2	511,77	1	390,36	1	390,36	10	593,95	1,41	0,49	1,63
Seco Olivos	TR 115_Ro_25_R2	15	490,45	8	148,18	4	116,87	8	267,14	38	1248,04	5,19	0,79	4,12
El Sabinar	TR 124_Ro_29_R1	13	420,46	7	132,14	5	96,1	9	222,24	26	600,66	3,91	0,82	3,83
El Sabinar	TR 130_Ro_31_R1	10	1440,35	4	198,56	4	198,56	7	230,07	27	2054,95	3,41	0,62	2,95
El Sabinar	TR 131_Ro_31_R2	13	1512,85	4	274,2	3	271,05	7	349,85	28	2357,52	3,48	0,63	3,05



3.4.1.6. Principales presiones del OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias"

Al igual que ocurre en otras demarcaciones marinas españolas, las diferentes presiones derivadas de las actividades humanas provocan efectos negativos para los hábitats y el medio marino en general. Para la "Roca batial con esponjas y gorgonias", se observó que las principales presiones que actúan sobre este OHT, principalmente la pesquería de palangre de fondo, coinciden con los datos elaborados por otros equipos (Tabla 58). Las mayores presiones observadas (debido a líneas de palangre perdidas) se concentraron en diferentes tramos tanto en Alborán oriental como en el central, aunque por norma general, en prácticamente todos los tramos observados para este OHT se observaron restos perdidos de este arte en mayor o menor proporción (Tabla 58).

Otra de las presiones que se está ejerciendo es la presencia del alga asiática *Rugulopteryx okamurae*, que está ampliando su distribución y cobertura, pues antes su presencia se centraba al otro lado del estrecho de Gibraltar. Esta alga está provocando cambios en la composición de las comunidades bentónicas, como se ha observado en imágenes submarinas del tramo de Algeciras (Tabla 58 y Tabla 59).

Tabla 58. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos de expertos para el OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias" en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	91,7	100
Arrastre de fondo	25	95,83
Basura no deriva de pesca	62,5	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	4,17	

Tabla 59. Valores de presiones detectadas por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1.000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el OHT "Roca batial con esponjas y gorgonias" y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okumarae*
Algeciras	TR 22_Ro_6_R1	0	0,12	0	0	78,87	0	3
Ville Djibouti	TR 29_Ro_8_R1	0	0,19	0,02	0	5,7	0	0
Ville Djibouti	TR 30_Ro_8_R2	0	0,19	0,02	0	0	0	0
Avempace	TR 49_Ro_14_R1	0	0,61	0,02	1,16	2,31	0	0
Avempace	TR 57_Ro_14_R9	0	0,76	0,09	2,31	91,28	0	0
Dorsal Alborán	TR 62_Ro_15_R1	0	1,24	0,02	0	1,77	0	0
Dorsal Alborán	TR 63_Ro_16_R1	0	1,24	0,02	4,48	2,24	0	0



Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okumarae*
Dorsal Alborán	TR 87_Ro_21_R2	0	1,39	2,64	0	4,26	1,42	0
Dorsal Alborán	TR 88_Ro_21_R3	0	1,39	2,64	0	11,35	0	0
Seco Olivos	TR 102_Ro_23_R1	0,15	0,35	0,13	2,13	2,13	0	0
Seco Olivos	TR 103_Ro_23_R2	0,15	0,35	0,13	10,63	2,13	19,13	0
Seco Olivos	TR 104_Ro_23_R3	0,31	2,12	0,72	2,13	19,13	12,76	0
Seco Olivos	TR 105_Ro_23_R4	0,31	2,12	0,72	2,13	23,39	2,13	0
Seco Olivos	TR 106_Ro_23_R5	0,31	2,12	0,72	2,13	12,76	0	0
Seco Olivos	TR 107_Ro_23_R6	0,31	2,12	0,72	2,13	21,26	2,13	0
Seco Olivos	TR 108_Ro_23_R7	0,31	2,12	0,72	6,38	6,38	0	0
Seco Olivos	TR 109_Ro_24_R1	0,1	1,06	1,01	1,87	11,21	0	0
Seco Olivos	TR 110_Ro_24_R2	0,1	1,06	1,01	0	9,34	0	0
Seco Olivos	TR 111_Ro_24_R3	0,1	1,06	1,01	1,87	5,6	0	0
Seco Olivos	TR 113_Ro_24_R5	0,1	1,06	1,01	1,87	14,94	1,87	0
Seco Olivos	TR 115_Ro_25_R2	0,1	1,06	1,01	4,17	45,91	0	0
El Sabinar	TR 124_Ro_29_R1	0	0,81	0,26	3	0	0	0
El Sabinar	TR 130_Ro_31_R1	0	0,53	0,07	0	56,73	0	0
El Sabinar	TR 131_Ro_31_R2	0	0,53	0,07	0	66,19	0	0

3.4.1.7. Imágenes representativas del OHT "Roca batial dominada por esponjas y gorgonias en la DMESAL"



Imagen tomada del Rov 23 a una profundidad de 200 m. Zona: Seco de los Olivos (Alborán central) (*Asconema setubalense, Dendrophyllia cornigera*)

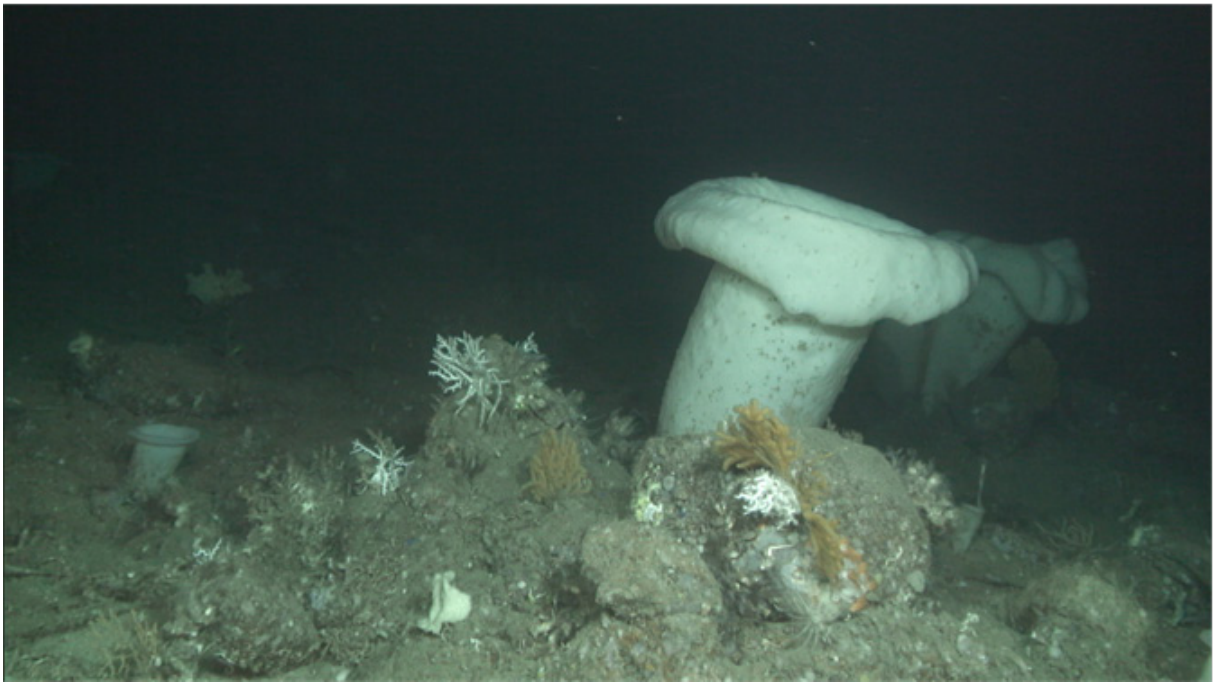


Imagen tomada del Rov 23 a una profundidad de 266 m. Zona: Seco de los Olivos (Alborán central) (*Asconema setubalense, Madrepora oculata, Acanthogorgia hirsuta-A. armata*

3.4.2. Other Habitat Type (OHT): "Roca batial con escleractinias"

3.4.2.1. Descripción

Otro de los OHT observados en el programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el piso batial rocoso para la DMESAL ha sido el OHT de "Roca batial con escleractinias" que presenta una buena representación en número de tramos analizados como espacialmente, aunque en futuros programas de seguimiento habría que realizar un mayor esfuerzo de muestreo en los sectores tanto central como oriental de la DMESAL. Tras el procesado de las imágenes y los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y tras un reajuste por criterio experto, de los 133 tramos analizados, 16 corresponderían a este tipo de OHT de "Roca con escleractinias" (Figura 103). En base a los resultados obtenidos, los tramos de imágenes submarinas sobre este tipo de OHT (Roca batial con escleractinias) estuvo presente en todos los sectores de la demarcación (occidental, central y oriental), principalmente en el sector occidental (Placer de las Bóvedas, Guadiaro, Algeciras y La Línea) aunque también existe, aunque en menor proporción, una representación en el sector central y oriental de Alborán (Figura 103 y Figura 104).

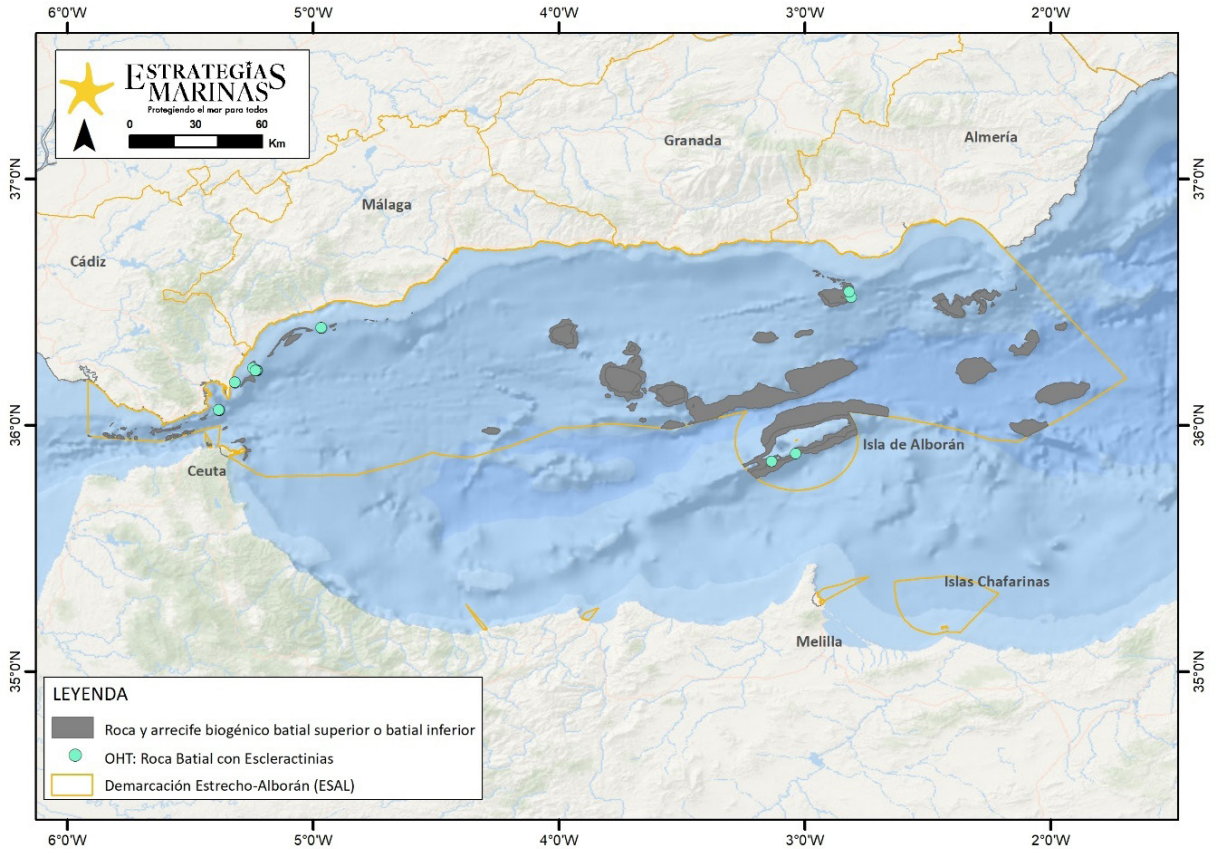


Figura 103. Mapa de la DMESAL con la localización del OHT de "Roca batial con escleractinias" de los diferentes tramos de imágenes submarinas.

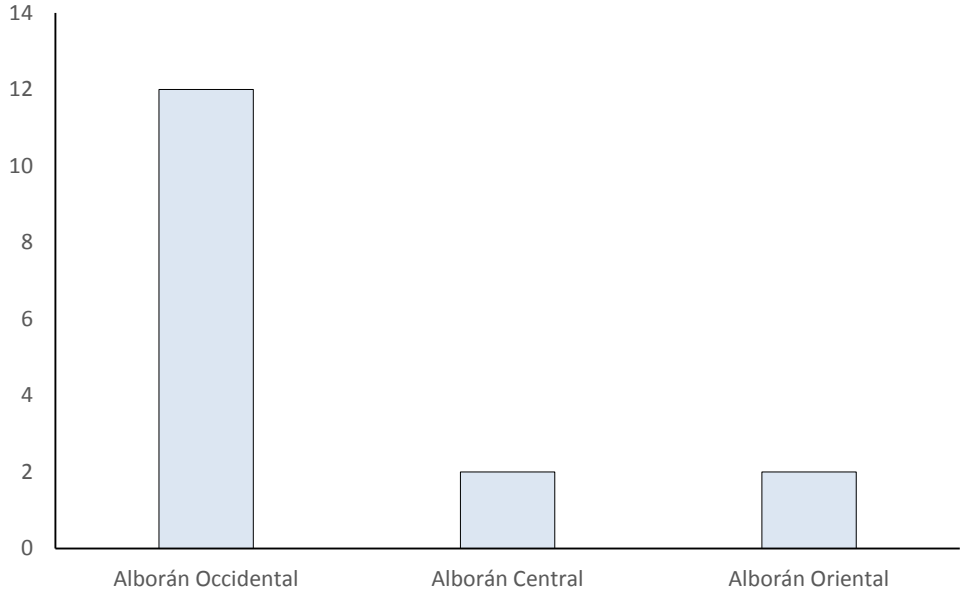


Figura 104. Número de tramos de toma de imágenes submarinas en los diferentes sectores de la DMESAL para este OHT de "Roca batial con escleractinias".

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes a la "Roca batial con escleractinias", se ha identificado 112 especies-géneros-OTUs, con una alta representación en riqueza del filo Cnidaria (34 especies-géneros-OTUs), seguidos de cerca por Porifera (27), Echinodermata (18), Mollusca (12) y Arthropoda (9), representando cerca de un 90 % de especies-géneros-OTUs de este OHT. En relación con la abundancia, principalmente el filo Cnidaria fue la dominante (15.000 individuos, 49,18 %), seguido de Echinodermata (8.697, 28,5 %), Arthropoda (2.741, 9 %) y Porifera (2.532, 8,3 %) representando cerca del 95 % en su conjunto (Figura 105).

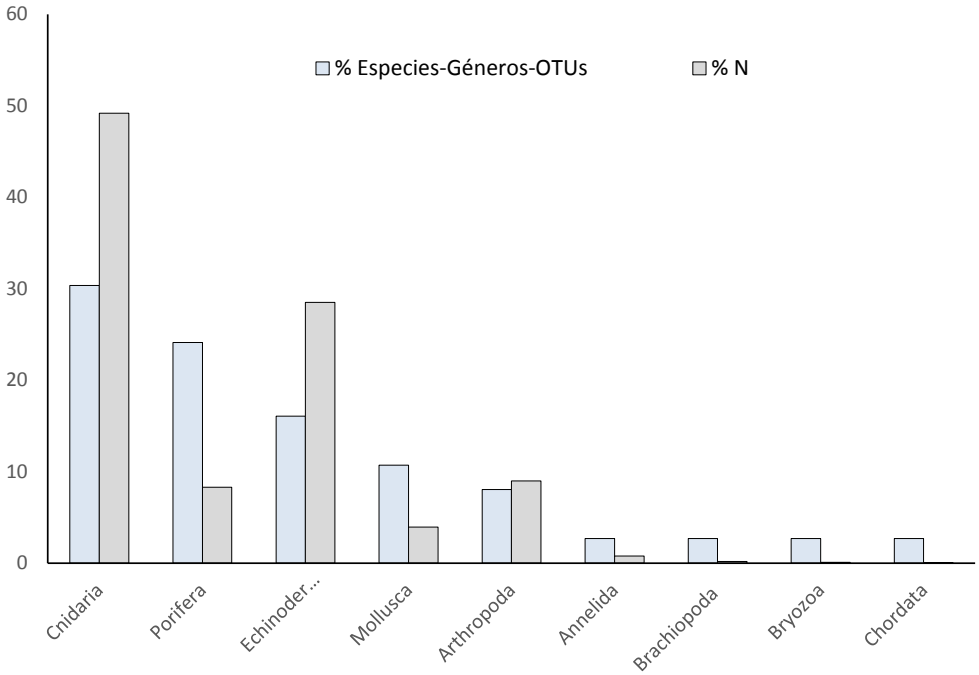


Figura 105. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de Abundancia extrapolada a 1.000 m^2 y por Filo de la fauna observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el OHT "Roca batial con escleractinias" para la DMESAL.



En la Tabla 60 se observan las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca batial con escleractinias", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto.

Tabla 60. Lista de invertebrados identificados como tipificadoras para el OHT "Roca batial con escleractinias" en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp.	507,16	50,33	50,33	8114,49	26,59	93,75
Echinodermata	Ophiuroidea	*Ophiothrix* sp.	484,91	20,98	71,3	7758,57	25,43	75
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela	54,63	8,6	79,9	874,06	2,86	62,5
Porifera	Demospongiae	*Pachastrella monilifera*	38,32	2,67	82,57	613,17	2,01	68,75
Porifera	Calcarea	Guancha lacunosa-Sycon	24,88	1,99	84,56	398,15	1,3	43,75
Arthropoda	Malacostraca	*Munida* spp.	16,32	1,71	86,26	261,04	0,86	75
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia cornigera*	9,73	1,53	87,79	155,68	0,51	93,75
Cnidaria	Octocorallia	Chironephthya-Paralcyonium	24,62	1,2	88,99	393,88	1,29	62,5
Echinodermata	Crinoidea	Crinoideo-Antedon	8,52	0,95	89,95	136,26	0,45	56,25
Cnidaria	Hydrozoa	*Sertularella* sp.	54,19	0,87	90,82	866,99	2,84	43,75
Echinodermata	Echinoidea	*Cidaris cidaris*-Stylocidaris	10,82	0,77	91,59	173,19	0,57	56,25
Cnidaria	Octocorallia	*Callogorgia verticillata*	13,96	0,68	92,27	223,38	0,73	56,25
Echinodermata	Echinoidea	*Gracilechinus acutus*	5,74	0,59	92,87	91,83	0,3	50



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria forskali*	11,77	0,55	93,42	188,36	0,62	56,25
Cnidaria	Sertularioidea-Leptothecata	Diphasia-Aglaophenia	54,48	0,52	93,94	871,73	2,86	43,75
Annelida	Echiuroidea	*Bonellia viridis*	9,8	0,5	94,44	156,72	0,51	43,75
Porifera		Porifera indet.	2,9	0,49	94,93	46,36	0,15	37,5
Porifera	Demospongiae	*Terpios* sp.	2,14	0,4	95,33	34,29	0,11	37,5
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophylum dianthus* *	--	--	--	61,65	0,2	31,25
Mollusca	Bivalvia	*Neopycnodonte cochlear* *	--	--	--	1171,5	3,84	31,25
Cnidaria	Scleractinia	*Desmophyllum pertusum* *	--	--	--	29,81	0,1	25
Brachiopoda	Terebratulida	*Megerlia truncata* *	--	--	--	29,24	0,1	25
Cnidaria	Zoantharia	*Savalia savaglia* *	--	--	--	24,17	0,08	25
Cnidaria	Scleractinia	Thalamophyllia-Pourtalosmilia *	--	--	--	3158,11	10,35	25
Cnidaria	Octocorallia	*Acanthogorgia armata-A. hirsuta* *	--	--	--	80,64	0,26	18,75
Chordata	Tunicata-Ascidiacea	*Diazona violacea* *	--	--	--	7,14	0,02	18,75
Cnidaria	Hydrozoa	*Errina aspera* *	--	--	--	101,54	0,33	18,75
Cnidaria	Scleractinia	*Madrepora oculata* *	--	--	--	358,23	1,17	18,75
Porifera	Demospongiae	*Petrosia* sp. *	--	--	--	10,84	0,04	18,75



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Porifera	Demospongiae	*Phakellia robusta* *	--	--	--	52,07	0,17	18,75
Porifera	Demospongiae-Calcarea	Phorbas-Petrobiona *	--	--	--	57,43	0,19	18,75
Porifera		Porifera tapizantes *	--	--	--	20,57	0,07	18,75
Echinodermata	Echinoidea	*Centrostephanus longispinus* *	--	--	--	48,21	0,16	12,5
Cnidaria	Octocorallia	*Corallium rubrum* *	--	--	--	231,79	0,76	6,25



3.4.2.2. Especies catalogadas

A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este OHT de la DMESAL, se han observado numerosas especies que figuran en diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección (Tabla 61). Entre los invertebrados catalogados más significativos de este OHT se pueden mencionar numerosas especies de escleractinias que se han observado como *Madrepora oculata*, *Desmophyllum pertusum*, *Dendrophyllia cornigera*, *Desmophyllum dianthus* o especies del género Thalamophyllia-Pourtalosmilia (Tabla 61). Destacar que, a pesar de existir un bajo número de tramos de este OHT en los sectores central y oriental, en uno de los tramos del Seco de los Olivos se ha observado un alto número de especies catalogadas (Tramo 112), similar a numerosos tramos realizados en la parte más occidental de la DMESAL (Tabla 62).

Tabla 61. Lista de invertebrados observados en el OHT de "Roca batial con escleractinias" en la DMESAL incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturalez; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada; CR: En peligro crítico; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Antipathella subpinnata		LESRPE	NT			Anexo II
Astrospartus mediterraneus					LC	
Callogorgia verticillata		LESRPE	NT			
Cavernularia pusilla			DD			
Centrostephanus longispinus	Anexo II	LESRPE		Anexo IV	VU	
Charonia lampas	Anexo II	VU			VU	
Corallium rubrum	Anexo II		EN	Anexo V	VU	
Dendrophyllia cornigera	Anexo II		EN		VU	Anexo II
Desmophylum dianthus	Anexo II		EN			
Desmophyllum pertusum	Anexo II		EN		EN	Anexo II
Errina aspera		LESRPE				Anexo II
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Funiculina quadrangularis			VU			
Madrepora oculata	Anexo II	LESRPE	EN		EN	Anexo II
Parantipathes larix	Anexo II	LESRPE	NT			Anexo II
Petrosia ficiformis					LC	
Placogorgia sp.					DD	



Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Reteporella spp.					LC	
Savalia savaglia	Anexo II	LESRPE	NT		EN	
Schilderia achatidea	Anexo II				VU	
Thalamophyllia-Pourtalosmilia			DD			Anexo II

3.4.2.3. Especies formadoras de hábitats

La disponibilidad de especies formadoras y/o constructoras de hábitats es un factor clave para predecir la riqueza de especies de una zona, por lo que es importante su conservación. A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este OHT de la DMESAL, también se ha centrado en aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats, observándose que la mayor abundancia de estas especies-géneros-OTUs, representando hasta un 46 %, pertenecían a escleractinias, seguido del filo Porifera con un 28 % de representación. A pesar de un menor esfuerzo de muestreo realizado en el sector oriental, es en esta zona donde se observa el tramo con mayor número de especies formadoras de hábitats (Tabla 62).

3.4.2.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad para este OHT se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) observándose un número elevado de tramos en el sector occidental de Alborán con valores altos de especies sensibles aunque también en el sector oriental (Seco de los Olivos) y, a pesar del bajo número de tramos, se observa en uno de ellos un valor elevado de estas especies sensibles (Tabla 62).

3.4.2.5. Índices multimétricos

Los mayores valores de riqueza específica (S) se detectaron en uno de los tramos del Seco de los Olivos (Alborán oriental) y el promedio de este índice es el más elevado de todos los sectores estudiados. El sector occidental de Alborán presenta un valor promedio de 26,75 de riqueza específica seguido de la dorsal de Alborán (Alborán central) con tan sólo un valor medio de 16,5 de este índice (Tabla 62). Con respecto a los valores de abundancia (N) media de especies-géneros-OTUs se observó un patrón en función del nivel de esfuerzo realizado en los diferentes sectores, observándose un mayor número de individuos de especies-géneros-OTUs en el sector occidental, seguido del oriental y el central (Tabla 62). El índice de riqueza de Margalef (d), el de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J´) mostraron una tendencia similar al índice de riqueza, observándose los valores medios más elevados en el Seco de los Olivos (Alborán oriental), seguido del sector central de Alborán y del occidental (Tabla 62).



Tabla 62. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el OHT "Roca batial con escleractinias" en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; NSen: Abundancia de especies sensibles.

		HB-BH1									HB-BH2			
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Placer Bóvedas	TR 03_Ro_1_R3	7	245,36	4	7,29	1	1,21	4	200,42	28	675,37	4,14	0,59	2,82
Placer Bóvedas	TR 04_Ro_1_R4	8	132,4	7	149,41	4	21,86	5	85,03	30	2943,18	3,63	0,36	1,79
Guadiaro	TR 06_Ro_2_R1	7	247,5	7	67,99	3	10,88	4	16,32	20	655,46	2,93	0,67	2,88
Guadiaro	TR 10_Ro_3_R1	11	254,22	8	28,39	3	9,03	6	47,76	27	441,33	4,27	0,76	3,62
Guadiaro	TR 11_Ro_3_R2	12	105,82	10	56,78	6	30,97	6	30,97	27	725,23	3,95	0,69	3,26
Guadiaro	TR 12_Ro_3_R3	12	907,18	10	409,07	5	374,23	6v	385,84	29	2405,38	3,6	0,6	2,92
Guadiaro	TR 13_Ro_3_R4	12	386	8	156,88	3	138,83	7	151,24	30	1013,54	4,19	0,64	3,16
La Línea	TR 20_Ro_5_R3	6	326,91	7	140,82	2	102,26	1	11,74	23	4548,19	2,61	0,47	2,13
La Línea	TR 21_Ro_5_R4	9	4237,76	10	3349,97	6	3319,36	4	258,03	28	6743,68	3,06	0,51	2,45
Algeciras	TR 23_Ro_6_R2	9	123,23	8	46,33	5	43,38	6	124,22	24	1304,27	3,21	0,55	2,51
Algeciras	TR 24_Ro_6_R3	11	207,03	8	100,56	5	96,61	7	129,15	29	2722,9	3,54	0,44	2,11
Algeciras	TR 25_Ro_6_R4	13	459,4	7	155,76	5	129,15	8	195,2	26	4792,19	2,95	0,48	2,25
Dorsal Alborán	TR 64_Ro_16_R2	9	69,43	1	20,16	1	20,16	3	26,88	15	120,95	2,92	0,88	3,44
Dorsal Alborán	TR 86_Ro_21_R1	7	36,88	4	17,02	3	12,77	3	8,51	18	83,69	3,84	0,89	3,71
Seco Olivos	TR 112_Ro_24_R4	16	621,96	9	104,59	4	54,17	7	158,76	39	1172,95	5,38	0,71	3,73
Seco Olivos	TR 114_Ro_25_R1	9	123,13	2	10,44	2	10,44	4	14,61	19	166,96	3,52	0,73	3,09



3.4.2.6. Principales presiones en "Roca batial con escleractinias"

Al igual que ocurre en otras demarcaciones marinas españolas, las diferentes presiones derivadas de las actividades humanas provocan efectos negativos para los hábitats y el medio marino en general. Para la "Roca batial con escleractinias" de la demarcación, se observó que las principales presiones que actúan sobre este OHT, principalmente la pesquería de palangre de fondo, coinciden con los datos elaborados por otros equipos (Tabla 63). Las mayores presiones observadas (debido a líneas de palangre perdidas) se concentraron en diferentes tramos tanto en Alborán occidental como en el oriental (Tabla 64). Otra de las presiones que se está ejerciendo es la presencia del alga asiática *Rugulopteryx okamurae* que se ha observado en numerosos tramos de la zona del estrecho de Gibraltar (Tabla 63 y Tabla 64).

Tabla 63. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos de expertos para el OHT "Roca batial con escleractinias" en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	87,5	87,5
Arrastre de fondo	50	81,25
Basura no derivada de pesca	50	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	18,75	

Tabla 64. Valores de presiones detectadas por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1.000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el OHT "Roca batial con escleractinias" y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*Rugulopteryx okamurae*
Placer Bóvedas	TR 3_Ro_1_R3	0	0,2	2,46	0	0	6,07	0
Placer Bóvedas	TR 4_Ro_1_R4	0	0,2	2,46	0	6,07	7,29	0
Guadiaro	TR 6_Ro_2_R1	0	0,02	0,92	0	69,35	0	0
Guadiaro	TR 10_Ro_3_R1	0	0,02	0,92	1,29	47,75	0	0
Guadiaro	TR 11_Ro_3_R2	0	0,02	0,92	0	78,72	0	0
Guadiaro	TR 12_Ro_3_R3	0	0,02	0,92	0	401,33	1,29	0
Guadiaro	TR 13_Ro_3_R4	0	0,02	0,92	0	84,65	0	0



Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*Rugulopteryx okamurae*
La Línea	TR 20_Ro_5_R3	0	0	0,41	0	25,15	0	0
La Línea	TR 21_Ro_5_R4	0	0	0,41	2,19	50,29	2,19	0
Algeciras	TR 23_Ro_6_R2	0	0,12	0	4,93	372,65	0,99	3
Algeciras	TR 24_Ro_6_R3	0	0,12	0	4,93	183,37	0	3
Algeciras	TR 25_Ro_6_R4	0	0,12	0	1,97	158,72	0,99	3
Dorsal Alborán	TR 64_Ro_16_R2	0	1,24	0,02	0	2,24	0	0
Dorsal Alborán	TR 86_Ro_21_R1	0	1,39	2,64	1,42	0	1,42	0
Seco Olivos	TR 112_Ro_24_R4	0,1	1,06	1,01	3,74	16,81	3,74	0
Seco Olivos	TR 114_Ro_25_R1	0,1	1,06	1,01	2,09	2,09	0	0

3.4.2.7. Imágenes representativas del OHT "Roca batial con escleractinias" en la DMESAL

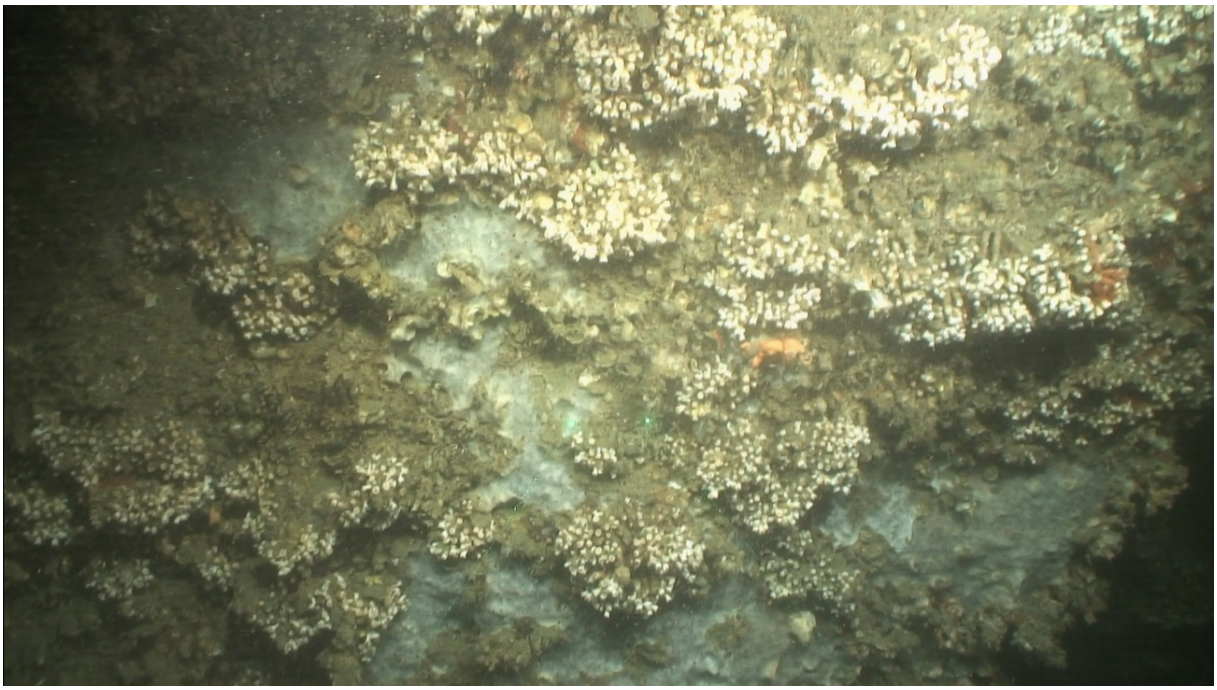


Imagen tomada del Rov 05 a una profundidad de 86,2 m. Zona: La Línea (Alborán occidental) (*Caryophyllia* sp., *Ophiothrix* sp., Porífera incrustante).

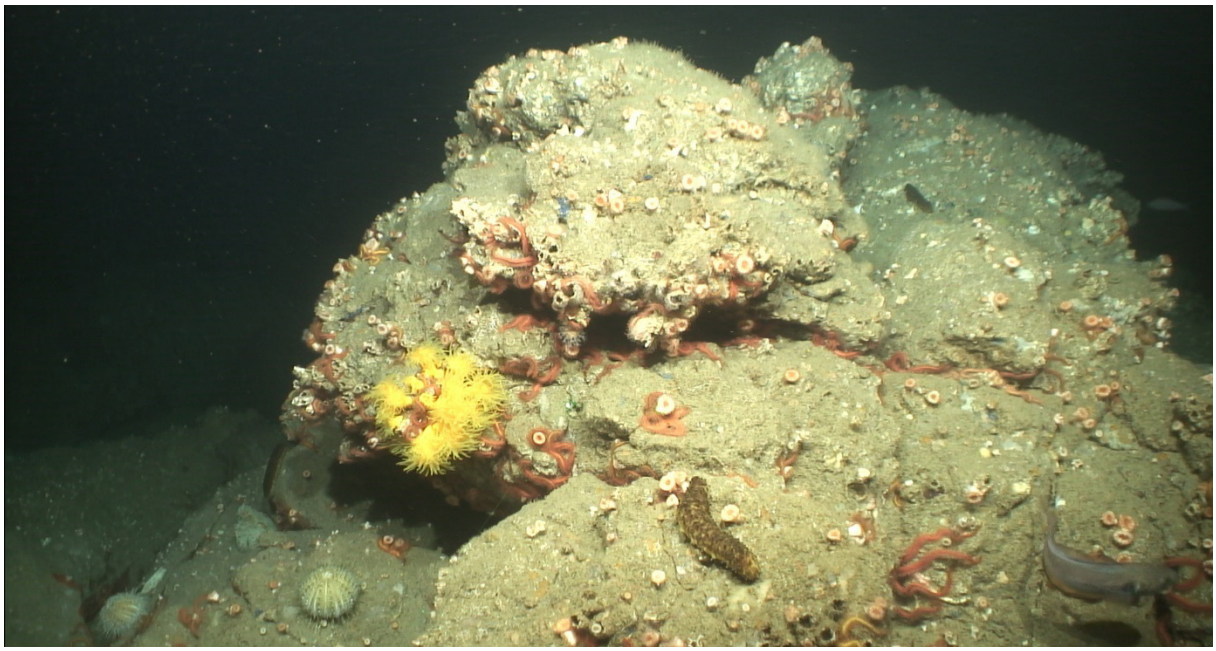


Imagen tomada del Rov 01 a una profundidad de 146 m. Zona: El Placer de las Bóvedas (Alborán occidental) (*Caryophyllia* sp., *Ophiothrix* sp., *Dendrophyllia cornigera, Holothuria forskali, Echinus* sp.)

3.4.3. Other Habitat Type (OHT): "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales"

3.4.3.1. Descripción

En el programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el BBHT de "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" para la DMESAL, se ha podido diferenciar dos OHT, aunque uno de ellos presenta pocas unidades muestrales y se centra en sólo una zona (Alborán central) por lo que debería de ser prioritario ampliar los muestreos a través de esta metodología de muestreo (imágenes submarinas) en otras zonas de la demarcación para consolidar este OHT. El OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" presenta una buena representación tanto espacial como en número de tramos analizados. Tras el procesado de las imágenes y los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y un reajuste por criterio experto, de los 133 tramos analizados, 23 corresponderían a este tipo de OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" (Figura 106). En base a los resultados obtenidos, los tramos de imágenes submarinas sobre este tipo de OHT, se observó que estuvo presente en todos los sectores de la demarcación (occidental, central y oriental), principalmente en el sector occidental (Guadiaro, La Línea, Algeciras) y oriental (Seco de los Olivos) aunque también existe una buena representación en la dorsal de Alborán (Alborán central) (Figura 106 y Figura 107).

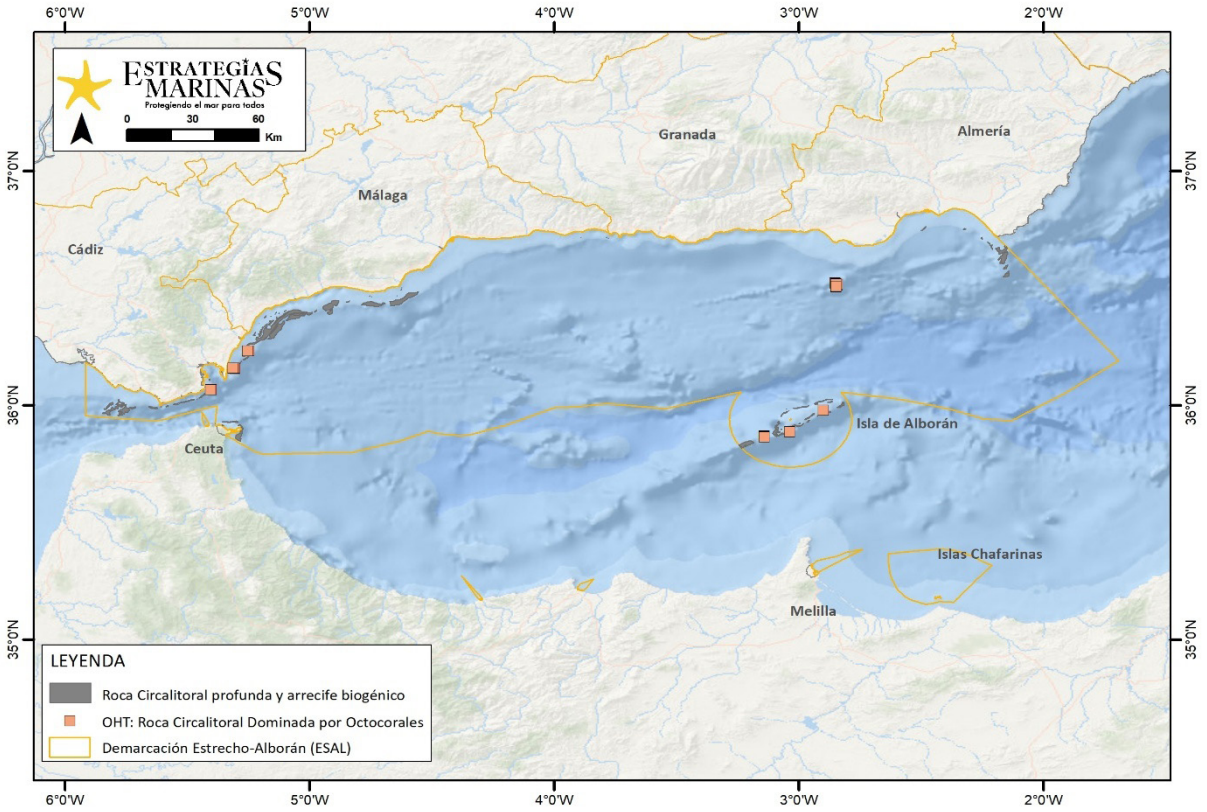


Figura 106. Mapa de la DMESAL con la localización del OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" de los diferentes tramos de imágenes submarinas.

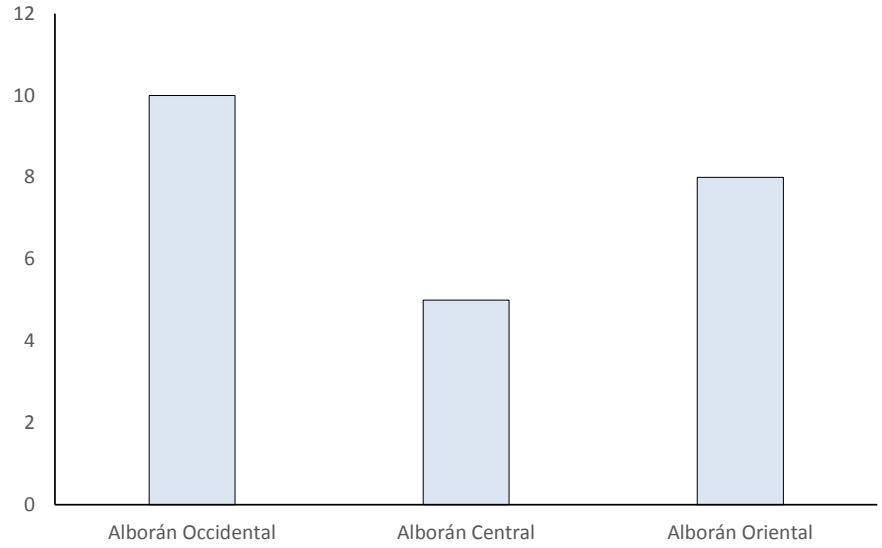


Figura 107. Número de tramos de toma de imágenes submarinas en los diferentes sectores de la DMESAL para este OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales".

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes al OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales", se han identificado 129 especies-géneros-OTUs, con una alta representación en riqueza del filo Cnidaria (43 especies-géneros-OTUs), seguidos de Porifera (35), Echinodermata (17), Bryozoa (9) Mollusca (8) y Arthropoda (6), representando un 90 % de especies-géneros-OTUs de este OHT. En relación con la abundancia, principalmente el filo Cnidaria fue la dominante (56.113 individuos, 84,68 %), seguido de Porifera (4.373, 6,6 %) representando más de un 90 % en su conjunto (Figura 108).

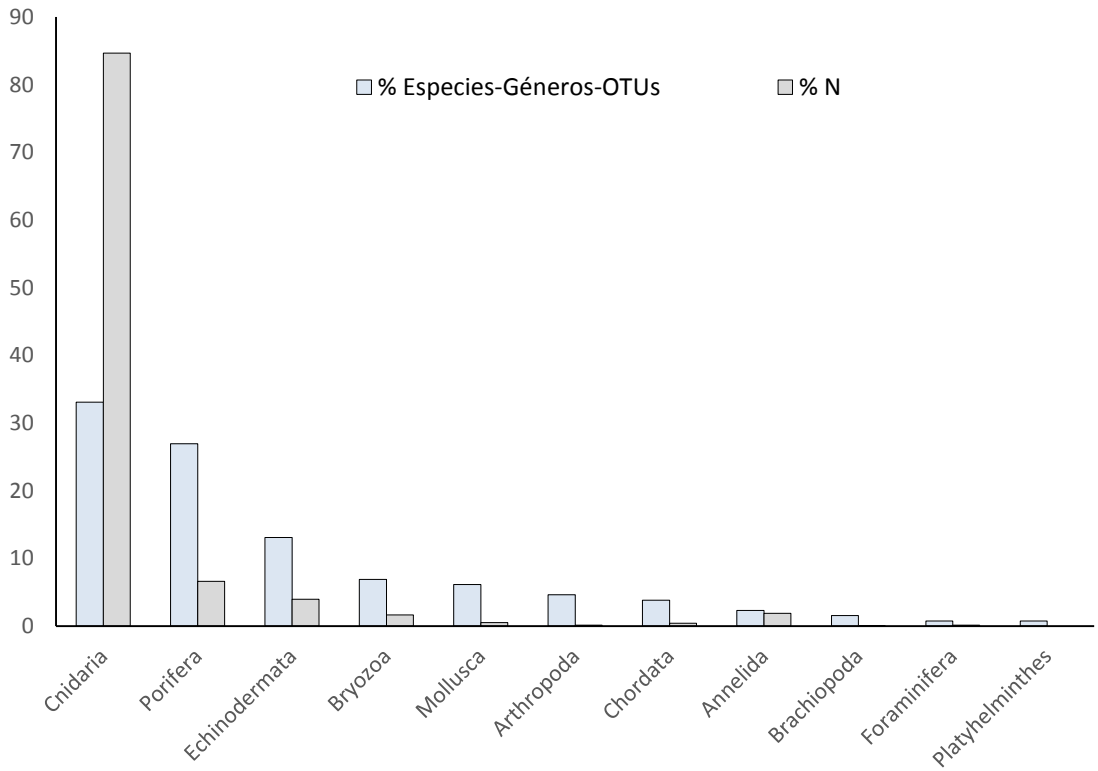


Figura 108. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de abundancia extrapolada a 1.000 m² y por Filo de la fauna observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" para la DMESAL.



En la Tabla 65 se observan las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto.

Tabla 65. Lista de invertebrados identificados como tipificadoras para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella verrucosa*	861,38	58,86	58,86	19811,66	29,9	100
Cnidaria	Octocorallia	Chironephtya-Paralcyonum	648,79	6,08	64,94	14922,2	22,52	56,52
Echinodermata	Ophiuroidea	*Astrospartus mediterraneus*	66,48	4,08	69,02	1529,13	2,31	82,61
Porifera	Demospongiae	*Axinella verrucosa*/damicornis + Parazoanthus axinellae	104,54	3,84	72,85	2404,44	3,63	73,91
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella labiata*	96,73	3,5	76,35	2227,08	3,36	69,57
Cnidaria	Octocorallia	*Viminella flagellum*	195,03	3,07	79,42	4485,8	6,77	47,83
Cnidaria	Hydrozoa	*Sertularella* sp.	66,17	2,36	81,79	1521,98	2,3	78,26
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp.	51,2	2,21	84	1177,64	1,78	78,26
Annelida	Echiuroidea	*Bonellia viridis*	23,95	1,68	85,68	550,93	0,83	95,65
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella cavolini*	26,92	1,58	87,26	621,5	0,94	78,26
Cnidaria	Octocorallia	*Corallium rubrum*	126,53	1,31	88,57	2910,25	4,39	26,09
Bryozoa	Gymnolaemata	*Reteporella* spp.	25,83	1,26	89,83	594,13	0,9	82,61



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Octocorallia	*Paramuricea clavata*	119,28	1,21	91,04	2743,38	4,14	47,83
Annelida	Polychaeta-Sedentaria	*Filograna implexa*-Salmancina	30,37	0,92	91,95	698,51	1,05	78,26
Porifera	Demospongiae	*Pachastrella monilifera*	35,35	0,91	92,86	813,05	1,23	65,22
Echinodermata	Holothuroidea	*Holothuria forskali*	14,62	0,61	93,47	336,17	0,51	43,48
Cnidaria	Sertularioidea-Leptothecata	Diphasia-Aglaophenia	31	0,61	94,08	713,03	1,08	52,17
Porifera	Demospongiae–Calcarea	Phorbas-Petrobiona	29,43	0,6	94,68	676,92	1,02	39,13
Porifera		Porifera globulares	9,71	0,4	95,08	223,31	0,34	60,87
Cnidaria	Octocorallia	*Alcyonium coralloides* *	--	--	--	181,51	0,27	47,83
Cnidaria	Octocorallia	*Callogorgia verticillata* *	--	--	--	256,24	0,39	43,48
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia cornigera* *	--	--	--	66,69	0,1	43,48
Cnidaria	Scleractinia	*Dendrophyllia ramea* *	--	--	--	184,37	0,28	43,48
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella gazella* *	--	--	--	267,69	0,4	39,13
Cnidaria	Octocorallia	*Leptogorgia sarmentosa* *	--	--	--	391,84	0,59	39,13
Cnidaria	Octocorallia	*Ellisella paraplexauroides* *	--	--	--	59,19	0,09	34,78
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela *	--	--	--	760,53	1,15	30,43



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Pennatulacea	*Veretillum cynomorium* *	--	--	--	61,29	0,09	30,43
Cnidaria	Octocorallia	*Alcyonium palmatum* *	--	--	--	462,87	0,7	26,09
Porifera	Demospongiae	Petrosia-Mycale-Ircinia *	--	--	--	185,82	0,28	26,09
Porifera	Demospongiae	*Phakellia robusta* *	--	--	--	95,46	0,14	21,74
Mollusca	Bivalvia	*Neopycnodonte cochlear* *	--	--	--	227,16	0,34	17,39
Cnidaria	Octocorallia	*Acanthogorgia armata-A. hirsuta* *	--	--	--	73,28	0,11	13,04
Mollusca	Gastropoda	*Charonia lampas* *	--	--	--	4,28	0,01	8,7
Echinodermata	Asteroidea	*Echinaster sepositus* *	--	--	--	3,65	0,01	8,7
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella singularis* *	--	--	--	8,21	0,01	8,7
Cnidaria	Zoantharia	*Savalia savaglia* *	--	--	--	6	0,01	8,7
Cnidaria	Octocorallia	Swiftia cf dubia *	--	--	--	8,62	0,01	8,7
Cnidaria	Pennatulacea	*Virgularia mirabilis* *	--	--	--	6,74	0,01	8,7



3.4.3.2. Especies catalogadas

A lo largo del desarrollo del programa de seguimiento de estrategias marinas para este OHT se han observado numerosas especies que figuran en diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección (Tabla 66). Entre los invertebrados catalogados más significativos de este OHT están numerosas especies de octocorales del género *Eunicella*, *Corallium rubrum*, *Callogorgia verticillata*, entre otras (Tabla 66). Los tramos con mayores presencias de estas especies catalogadas se centraron en el sector occidental de Alborán, pero tanto el central como el oriental también se observaron un número elevado de las mismas (Tabla 67).

Tabla 66. Lista de invertebrados observados en el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" en la DMESAL incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturalez; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada; CR: En peligro crítico; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Antipathella subpinnata		LESRPE	NT			Anexo II
Astroides calycularis	Anexo II	VU	LC		VU	Anexo II
Astrospartus mediterraneus					LC	
Axinella polypoides	Anexo II	LESRPE			VU	
Callogorgia verticillata		LESRPE	NT			
Centrostephanus longispinus	Anexo II	LESRPE		Anexo IV	VU	
Charonia lampas	Anexo II	VU			VU	
Corallium rubrum	Anexo II		EN	Anexo V	VU	
Dendrophyllia cornigera	Anexo II		EN		VU	Anexo II
Dendrophyllia ramea	Anexo II		VU		VU	Anexo II
Desmophylum dianthus	Anexo II		EN			
Ellisella paraplexauroides	Anexo II	LESRPE	VU		EN	
Eunicella gazella			DD		VU	
Eunicella labiata			DD		VU	
Eunicella singularis			NT		VU	
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Isidella elongata	Anexo II		CR			
Palinurus elephas	Anexo III		VU		VU	



Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Paramuricea clavata			VU		VU	
Parantipathes larix	Anexo II	LESRPE	NT			Anexo II
Placogorgia sp.					DD	
Reteporella spp.					LC	
Savalia savaglia	Anexo II	LESRPE	NT		EN	
Viminella flagellum			NT			

3.4.3.3. Especies formadoras de hábitats

El programa de seguimiento también se ha centrado en aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats observándose que la mayor abundancia de estas especies-géneros-OTUs se localizó en el Seco de los Olivos (Alborán oriental) con un 40 % de la abundancia de estas especies en este sector, seguido de la dorsal de Alborán (Alborán Central) con un 37 % de estas especies (Tabla 67). Destacan especies como *Eunicella verrucosa* (en tramos de imágenes submarinas de la dorsal de Alborán y del Seco de los Olivos), Chironephthya-Paralcyonium y *Viminella flagellum* principalmente en el Seco de los Olivos o *Corallium rubrum* en la dorsal de Alborán.

3.4.3.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) centrándose el mayor número de estas especies-géneros-OTUs con sensibilidad 3 en el sector de Alborán central (dorsal de Alborán) seguido de Alborán occidental y oriental con el mismo número promedio de especies sensibles (cercano a 9) (Tabla 67).

3.4.3.5. Índices multimétricos

Los mayores valores de riqueza específica (S) se detectó en algunos tramos de la dorsal de Alborán (Alborán central) (valor promedio de 38) seguido de Alborán oriental (Seco de los Olivos) con valores promedios cercanos a 31 y los valores más bajos observados de riqueza correspondieron a la zona del estrecho de Gibraltar (Alborán occidental), con un promedio de 27,6 (Tabla 67). Con respecto a los valores de abundancia (N) media de especies-géneros-OTUs se observó un patrón similar que con el de riqueza específica con los valores promedio más bajos en la zona de Alborán occidental (Tabla 67). El índice de riqueza de Margalef (d), el de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J´) mostraron una tendencia similar siendo los valores del sector oriental y central muy similares y próximos mientras que el sector occidental sus valores fueron algo menores (Tabla 67).



Tabla 67. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; NSen: Abundancia de especies sensibles.

		HB-BH1								HB-BH2				
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Guadiaro	TR 07_Ro_2_R2	16	1434,67	9	1241,56	6	930,15	9	1044,38	33	2081,97	4,19	0,64	3,21
Guadiaro	TR 08_Ro_2_R3	14	1257,88	14	1576,09	8	1138,21	12	1219,81	33	2069,73	4,19	0,59	2,95
Guadiaro	TR 09_Ro_2_R4	12	1238,09	12	1333,62	7	1155,46	9	1209,68	27	1553,1	3,54	0,48	2,29
La Línea	TR 14_Ro_4_R1	6	313,47	7	416,97	3	262,48	4	293,98	13	496,46	1,93	0,67	2,46
La Línea	TR 15_Ro_4_R2	14	1300,07	12	1360,31	8	1133,17	10	1197,17	27	1611,29	3,52	0,57	2,71
La Línea	TR 16_Ro_4_R3	12	2016,62	10	1941,33	6	1700,39	8	1758,11	29	2411,91	3,6	0,58	2,82
La Línea	TR 17_Ro_4_R4	13	2138,34	11	2217,4	7	1957,64	8	1955,13	29	2518,58	3,58	0,54	2,65
Algeciras	TR 26_Ro_7_R1	9	350,87	10	350,87	4	305,22	7	322,34	25	483,51	3,88	0,64	2,95
Algeciras	TR 27_Ro_7_R2	11	620,43	11	599,04	6	514,89	9	745,95	23	892,85	3,24	0,68	3,09
Algeciras	TR 28_Ro_7_R3	15	1855,6	14	1370,66	9	1239,44	13	1347,84	37	2642,9	4,57	0,67	3,5
Dorsal Alborán	TR 65_Ro_16_R3	17	2112,68	8	1568,53	6	1537,62	9	1595,33	39	2675,37	4,82	0,7	3,71
Dorsal Alborán	TR 78_Ro_18_R11	16	1506,47	13	1322,63	9	1261,94	13	1310,13	36	2177,6	4,55	0,7	3,61
Dorsal Alborán	TR 84_Ro_20_R4	16	1947,55	9	1108,13	7	1072,6	10	1190,29	39	2522,71	4,85	0,7	3,67



		HB-BH1									HB-BH2			
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Dorsal Alborán	TR 85_Ro_20_R5	24	12332,85	13	5794,43	11	5734,59	17	11840,18	40	12881,38	4,12	0,41	2,19
Dorsal Alborán	TR 91_Ro_21_R6	22	2836	11	2607,37	9	2603,41	12	2776,53	36	3026,3	4,37	0,41	2,12
Seco Olivos	TR 116_Ro_26_R1	14	468,24	7	376,88	5	294,65	8	303,79	30	735,48	4,39	0,75	3,69
Seco Olivos	TR 117_Ro_26_R2	13	1340,77	8	1021	6	973,03	9	1176,32	26	1749,63	3,35	0,61	2,84
Seco Olivos	TR 118_Ro_27_R1	19	3186,15	13	2075,18	9	1899,05	11	3116,15	39	4285,84	4,54	0,57	3,02
Seco Olivos	TR 119_Ro_27_R2	12	2104,53	9	1002,59	6	867,1	11	2145,18	33	2725,5	4,05	0,53	2,66
Seco Olivos	TR 120_Ro_27_R3	14	7121,99	11	2842,92	8	2698,41	14	7151,34	31	7819,73	3,35	0,44	2,2
Seco Olivos	TR 121_Ro_28_R1	18	3187,59	7	2295,79	4	2197,37	5	2665,37	36	3727,9	4,26	0,59	3,05
Seco Olivos	TR 122_Ro_28_R2	15	3561,18	8	2068,82	5	2050,74	7	3095,2	28	3693,75	3,29	0,49	2,38
Seco Olivos	TR 123_Ro_28_R3	12	1277,45	5	781,33	3	741,16	4	990,22	24	1480,31	3,15	0,69	3,15



3.4.3.6. Principales presiones en "Roca circalitoral dominada por octocorales"

Las diferentes presiones derivadas de las actividades humanas provocan efectos negativos para los hábitats y el medio marino en general. Para la "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" de la demarcación, se observó que las principales presiones que actúan sobre este OHT es la pesquería de palangre de fondo y que coinciden con los datos elaborados por otros equipos (Tabla 68). Las mayores presiones observadas (debido a líneas de palangre perdidas) se concentraron en diferentes tramos tanto en Alborán occidental como en el oriental y central, aunque por norma general, en prácticamente todos los tramos observados para este OHT se observaron restos perdidos de este arte en mayor o menor grado (Tabla 68 y Tabla 69). El alga asiática *Rugulopteryx okamurae* se ha observado en imágenes submarinas de diferentes tramos del sector occidental (Estrecho) (Tabla 68 y Tabla 69).

Tabla 68. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos de expertos para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	95,65	82,61
Arrastre de fondo	26,1	86,96
Basura no derivada de pesca	26,1	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	13,04	

Tabla 69. Valores de presiones detectadas por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1.000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okumarae*
Guadiaro	TR 7_Ro_2_R2	0	0,02	0,92	0	85,67	1,36	0
Guadiaro	TR 8_Ro_2_R3	0	0,02	0,92	0	35,36	0	0
Guadiaro	TR 9_Ro_2_R4	0	0,02	3,72	0	9,04	0	0
La Línea	TR 14_Ro_4_R1	0	0	0,41	0	0	0	0
La Línea	TR 15_Ro_4_R2	0	0	0,41	0	11,29	0	0
La Línea	TR 16_Ro_4_R3	0	0	0,41	0	2,51	0	0
La Línea	TR 17_Ro_4_R4	0	0	0,41	0	8,78	0	0
Algeciras	TR 26_Ro_7_R1	0	0,12	0	0	4,28	0	3
Algeciras	TR 27_Ro_7_R2	0	0,02	0	0	2,85	0	3
Algeciras	TR 28_Ro_7_R3	0	0,02	0	1,43	2,85	0	3



Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R. okumarae*
Dorsal Alborán	TR 65_Ro_16_R3	0	1,24	0,02	2,06	76,26	2,06	0
Dorsal Alborán	TR 78_Ro_18_R11	0	1,79	2,52	0	23,2	0	0
Dorsal Alborán	TR 84_Ro_20_R4	0	1,39	2,64	2,22	6,66	0	0
Dorsal Alborán	TR 85_Ro_20_R5	0	1,39	2,64	0	23,94	3,99	0
Dorsal Alborán	TR 91_Ro_21_R6	0	1,39	2,64	0	11,89	1,32	0
Seco Olivos	TR 116_Ro_26_R1	0,1	1,06	1,01	4,57	95,93	0	0
Seco Olivos	TR 117_Ro_26_R2	0,1	1,06	1,01	0	11,42	0	0
Seco Olivos	TR 118_Ro_27_R1	0,1	1,06	1,01	2,26	29,36	9,03	0
Seco Olivos	TR 119_Ro_27_R2	0,1	1,06	1,01	0	63,23	0	0
Seco Olivos	TR 120_Ro_27_R3	0,1	1,06	1,01	0	27,1	2,26	0
Seco Olivos	TR 121_Ro_28_R1	0,1	1,06	1,01	2,01	24,1	0	0
Seco Olivos	TR 122_Ro_28_R2	0,1	1,06	1,01	0	22,09	0	0
Seco Olivos	TR 123_Ro_28_R3	0,1	1,06	1,01	0	24,1	0	0

3.4.3.7. Imágenes representativas del OHT Roca circalitoral profunda dominada por octocorales" en la DMESAL

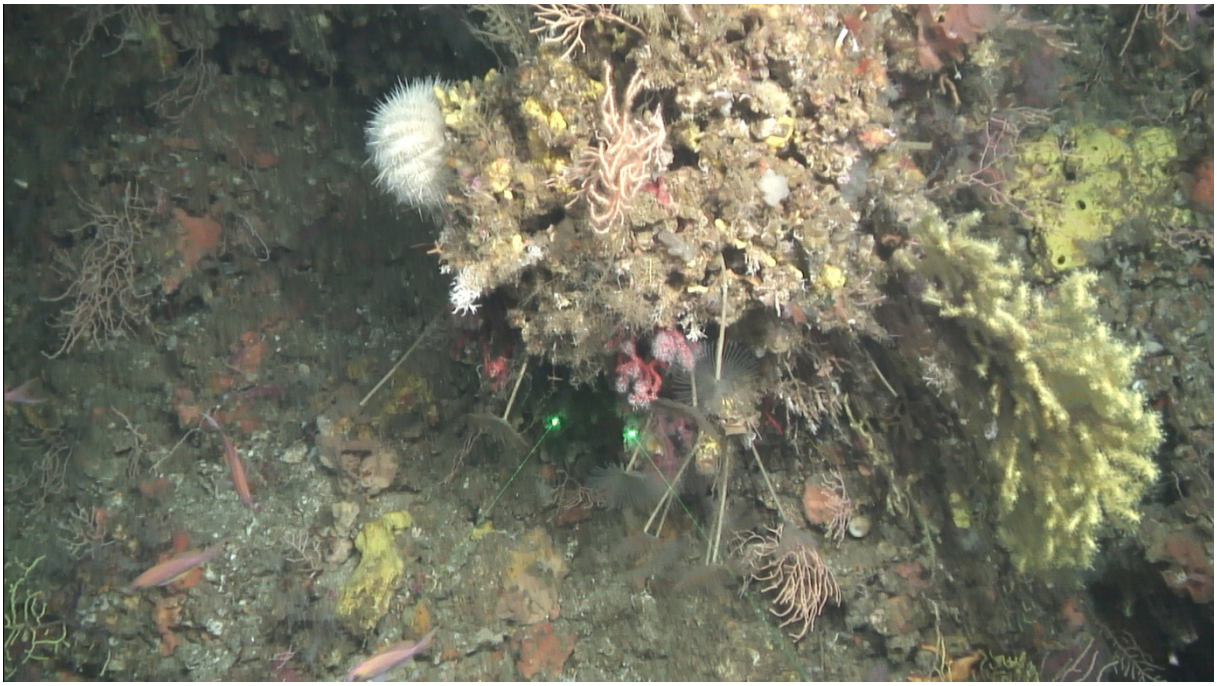


Imagen tomada del Rov 20 a una profundidad de 99,1 m. Zona: Alborán (Alborán central) (*Echinus* sp., *Paramuricea clavata*, *Cliona* sp., *Anthias antias*, *Corallium rubrum*, *Leptogorgia* sp., *Filograna implexa*/Salmacina, Sabellidae).

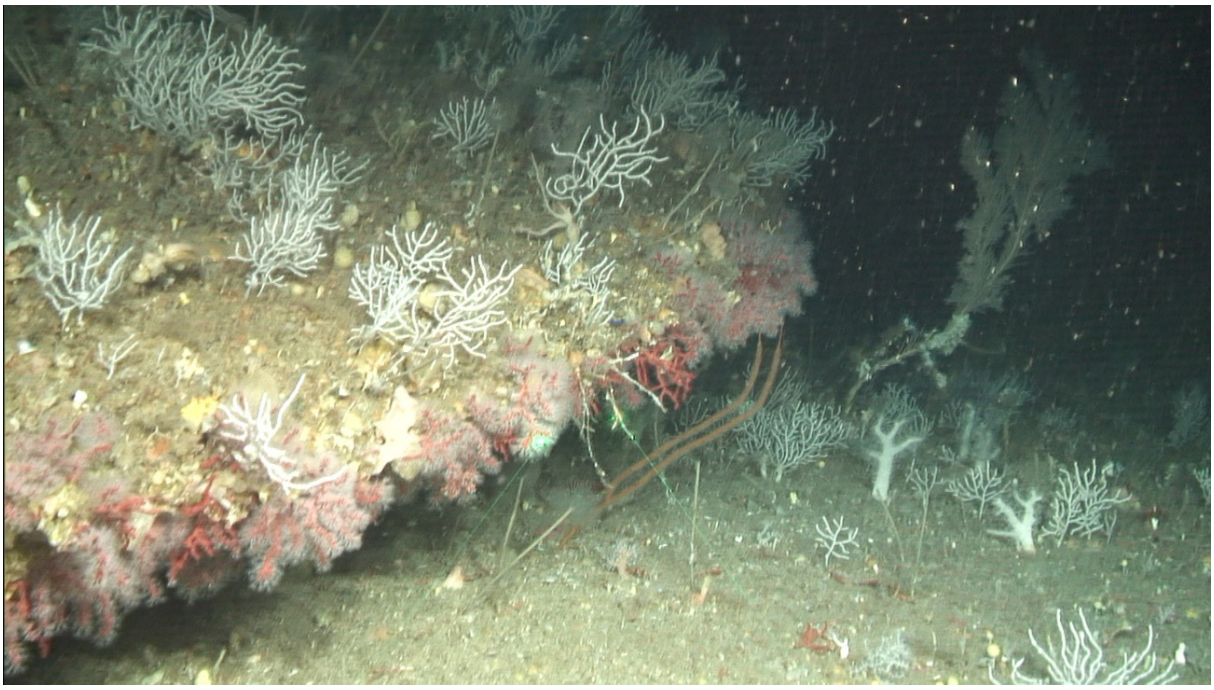


Imagen tomada del Rov 17 a una profundidad de 67 m. Zona: Alborán (Alborán central) *(Eunicella verrucosa, Chironephthya-Paralcyonium, Ellisella paraplexauroides, Corallium rubrum, Sabellidae, Callogorgia verticillata*)

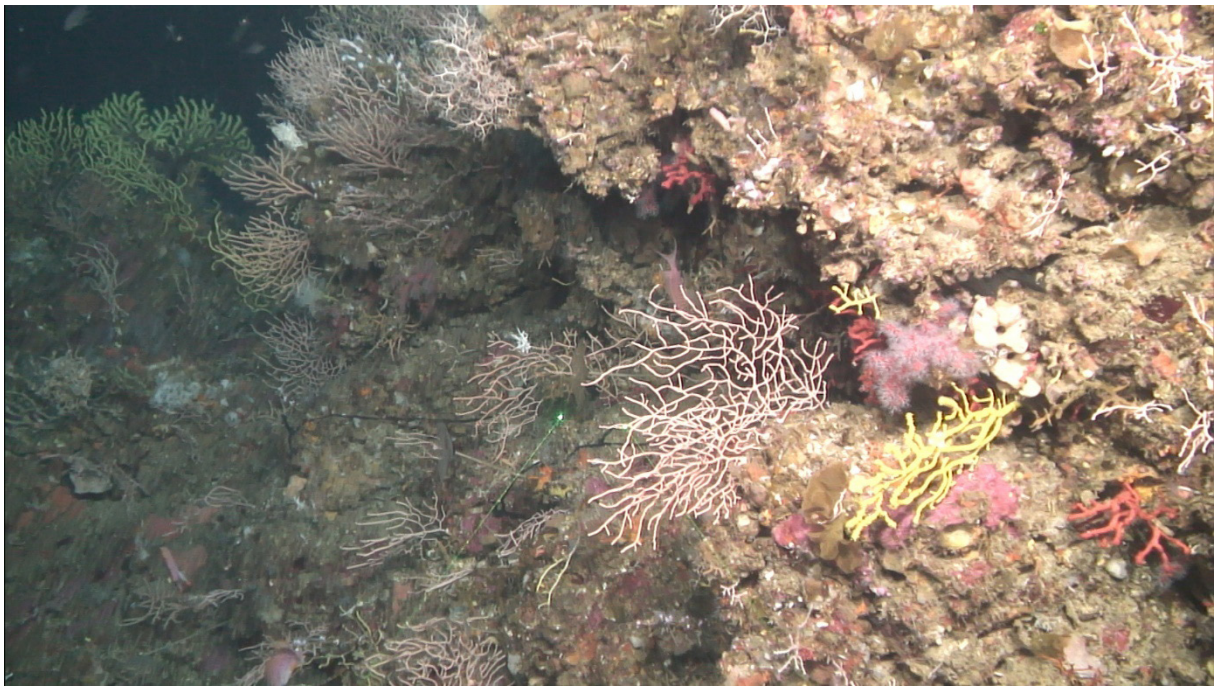


Imagen tomada del Rov 17 a una profundidad de 66 m. Zona: Alborán (Alborán central) (*Corallium rubrum, Leptogorgia sp., Bonellia viridis, Paramuricea clavata, Astrospartus mediterraneus*).

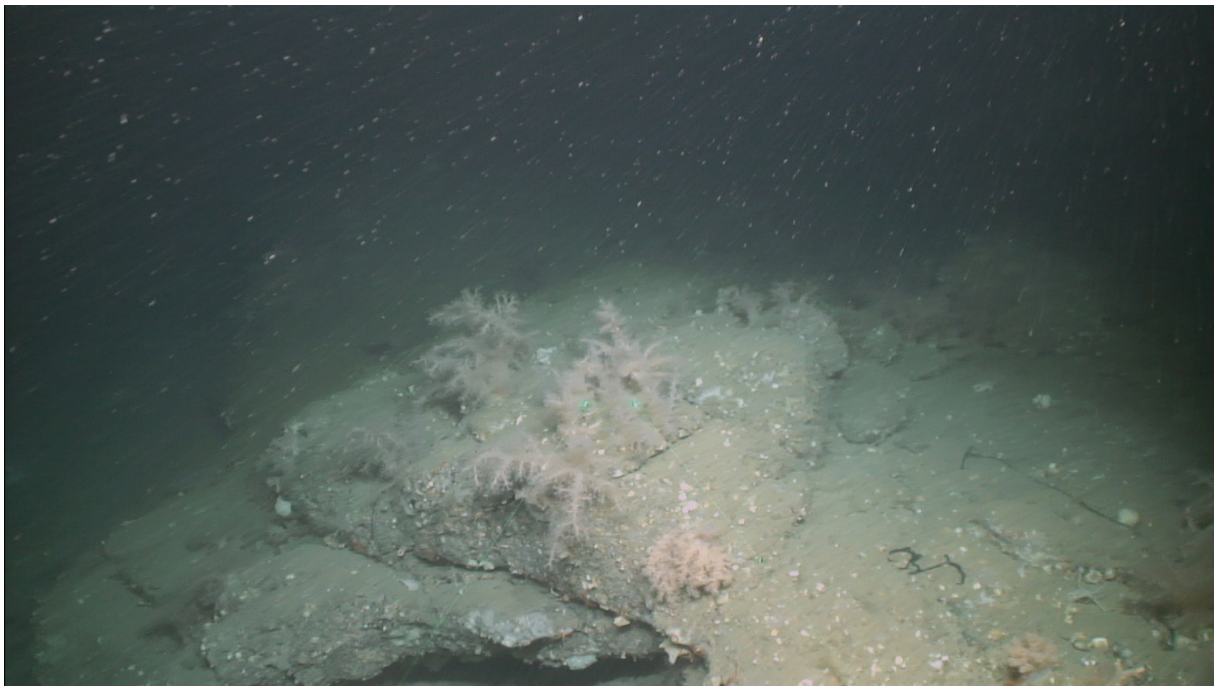


Imagen tomada del Rov 01 a una profundidad de 173 m. Zona: Alborán (Alborán occidental) (*Chironephthya-Paralcyonium, Bonellia viridis*, *Caryophyllia* sp., *Ophiothrix* sp.).

3.4.4. Other Habitat Type (OHT): "Roca circalitoral dominada por esponjas"

3.4.4.1. Descripción

El segundo OHT detectado en el programa de seguimiento de estrategias marinas sobre los hábitats presentes en el BHT de "Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico" es el OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" y que se centra en la dorsal de Alborán (Alborán central) presentando pocas unidades muestrales (tramos) aunque datos suficientes para poder realizar una primera aproximación sobre su evaluación, aunque se debería de tener en cuenta en las siguientes evaluaciones el aumentar el número de tramos y en diferentes zonas de la DMESAL. Tras el procesado de las imágenes y los análisis multivariantes realizados (Cluster y SIMPROF) y un reajuste por criterio experto, de los 133 tramos analizados, sólo 9 corresponderían a este tipo de OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" (Figura 109).

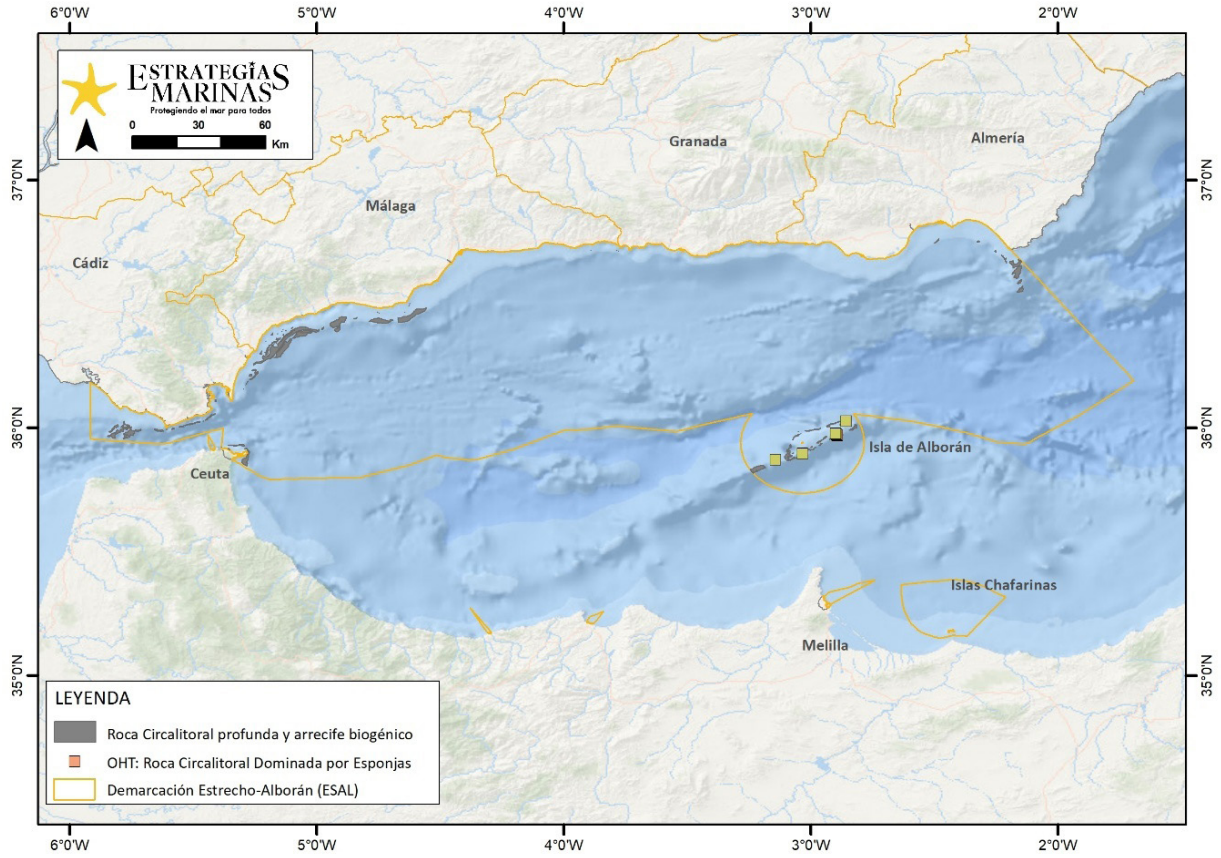


Figura 109. Mapa de la DMESAL con la localización del OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" de los diferentes tramos de imágenes submarinas.

Tras el procesado de los diferentes tramos de imágenes submarinas pertenecientes al OHT de "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas", se han identificado 77 especies-géneros-OTUs, con una alta representación en riqueza pertenecientes al filo Porifera (28 especies-géneros-OTUs), seguidos de Cnidaria (25), Echinodermata (7), Bryozoa (4) representando un 83 % de especies-géneros-OTUs de este OHT. En relación con la abundancia, principalmente el filo Cnidaria fue el dominante (4.349 individuos, 61,44 %) seguido de Porifera (2.312, 32,66 %) y representando cerca del 95 % en su conjunto (Figura 110).

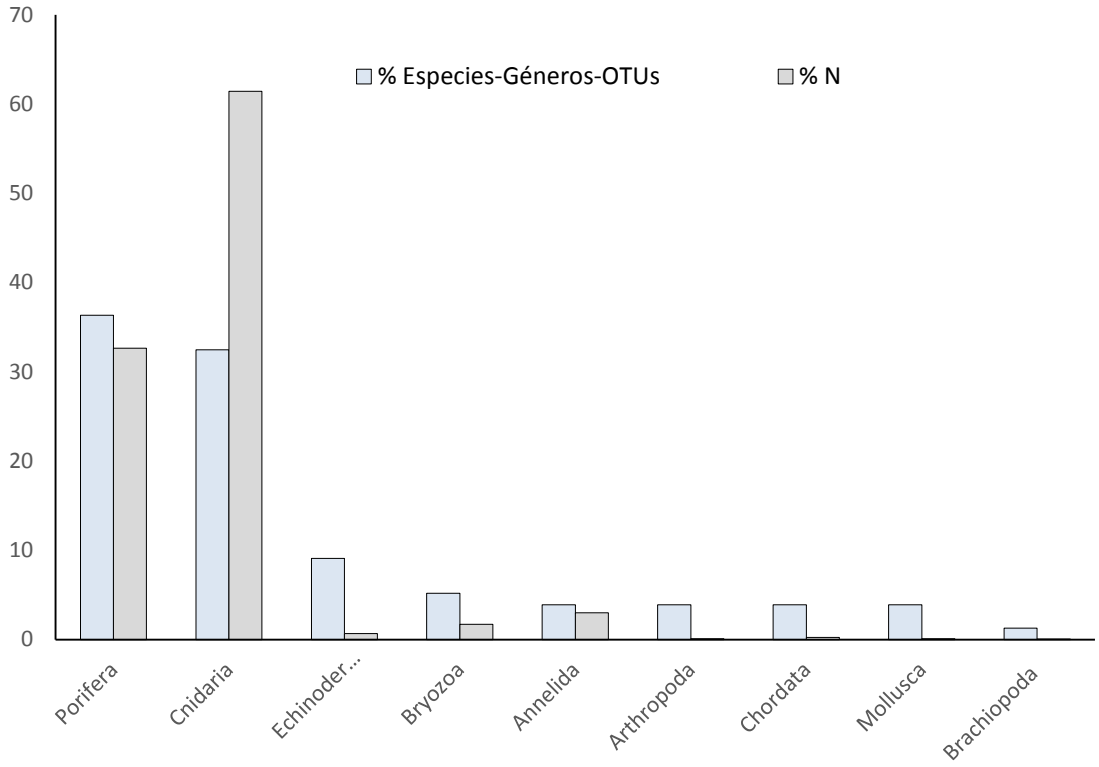


Figura 110. Porcentaje de especies-géneros-OTUs y de abundancia extrapolada a 1.000 m² y por Filo de la fauna observada pertenecientes a los tramos de imágenes submarinas realizadas en el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" para la DMESAL.

En la Tabla 70 se observan las especies-géneros-OTUs que se consideraron como tipificadoras de la "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas", en base a (1) su contribución a la formación de un grupo en el CLUSTER y SIMPER (que más contribuyeron a la similitud intragrupal de los diferentes tramos), (2) su dominancia, (3) frecuencia y también a (4) criterio experto.



Tabla 70. Lista de invertebrados identificados como tipificadoras para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" en la DMESAL. Con asterisco se marcan las especies incluidas bajo criterio experto (consulta de bibliografía, otros muestreos, etc.). Av.Abund.: Media abundancia; %Contr.: % de contribución; %Cum.: % Acumulado; %D.: % de Dominancia; %Fr.: % de Frecuencia.

Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Cnidaria	Demopongiae-Zoantharia	Axinella verrucosa/damicornis + Parazoanthus axinellae	161,69	32,12	32,12	1455,25	20,56	88,89
Cnidaria	Alcyonacea	*Viminella flagellum*	57,04	9,81	41,92	513,38	7,25	66,67
Porifera	Demospongiae	*Poecillastra compressa*	61,55	8,16	50,08	553,97	7,83	77,78
Porifera	Demospongiae	*Axinella polypoides*	70,97	7,83	57,92	638,75	9,02	44,44
Annelida	Echiuroidea	*Bonellia viridis*	15,13	6,81	64,73	136,13	1,92	100
Cnidaria	Octocorallia	Chironephthya-Paralcyonum	39,32	4,63	69,36	353,87	5	66,67
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella verrucosa*	10,71	4,43	73,79	96,38	1,36	77,78
Cnidaria	Octocorallia	*Eunicella cavolini*	131,67	3,77	77,56	1185,04	16,74	33,33
Porifera	Demospongiae	*Phakellia ventilabrum*	17,27	3,76	81,32	155,39	2,2	77,78
Porifera		Porifera globulares	10,57	3,13	84,45	95,14	1,34	77,78
Annelida	Polychaeta-Sedentaria	*Filograna implexa*-Salmancina	8,05	2,42	86,87	72,46	1,02	66,67
Porifera	Demospongiae	*Phakellia* sp.	8,47	2,37	89,24	76,27	1,08	55,56
Porifera	Demospongiae	*Pachastrella monilifera*	7,83	1,86	91,1	70,48	1	55,56
Cnidaria	Octocorallia	*Callogorgia verticillata*	38,59	1,52	92,63	347,34	4,91	44,44
Cnidaria	Octocorallia	*Ellisella paraplexauroides*	2,81	1,02	93,65	25,27	0,36	66,67
Cnidaria	Ceriantharia	*Cerianthus* spp.	2,27	0,59	94,24	20,45	0,29	44,44



Filo	Grupo	Especies-Géneros-OTUs	Av.Abund.	%Contr.	%Cum.	Abundancia	%D.	%Fr.
Bryozoa	Gymnolaemata	*Reteporella* spp.	5,62	0,58	94,82	50,57	0,71	44,44
Porifera	Demospongiae	Stylocordyla-Rhizaxinella-Crella-Sympagela	13,17	0,53	95,35	118,54	1,67	33,33
Cnidaria	Scleractinia	*Caryophyllia* spp. *	--	--	110,763431	110,76	0,18	44,44
Porifera	Demospongiae	*Haliclona* sp. *	--	--	106,567892	106,57	0,16	44,44
Porifera	Demospongiae	Geodia indet. *	--	--	123,262384	123,26	0,74	33,33
Porifera	Hexactinellida	Hexactinellida-Oopsacas *	--	--	89,8548269	89,85	0,28	33,33
Porifera	Demospongiae	*Phakellia robusta* *	--	--	301,940097	301,94	3,19	33,33
Porifera		Porifera tapizantes *	--	--	91,6849627	91,68	0,3	33,33
Cnidaria	Octocorallia	*Acanthogorgia armata-A. hirsuta* *	--	--	190,882262	190,88	1,6	22,22
Porifera	Calcarea	Guancha lacunosa-Sycon *	--	--	55,6229011	55,62	0,13	22,22
Porifera	Demospongiae	*Petrosia ficiformis* *	--	--	218,119389	218,12	2,36	22,22
Porifera	Demospongiae	Petrosia-Mycale-Ircinia *	--	--	59,2931727	59,29	0,18	22,22
Porifera	Demospongiae	cf *Axinella* *	--	--	37,0995835	37,1	0,19	11,11
Cnidaria	Octocorallia	*Corallium rubrum* *	--	--	57,8086004	57,81	0,48	11,11
Cnidaria	Octocorallia	*Paramuricea clavata* *	--	--	94,1114642	94,11	0,97	11,11
Porifera	Demospongiae-Calcarea	Phorbas-Petrobiona *	--	--	34,2319258	34,23	0,15	11,11
Porifera	Porifera	Porifera masiva *	--	--	30,1653473	30,17	0,1	11,11
Cnidaria	Hydrozoa	*Sertularella* sp. *	--	--	43,4126047	43,41	0,28	11,11



3.4.4.2. Especies catalogadas

Para este OHT se han observado numerosas especies que figuran en diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección (Tabla 71). En los diferentes tramos visionados, se observaron desde zonas con muy pocas especies presentes en las diferentes listas de protección (tramo de sólo 2 especies catalogadas) hasta tramos con la presencia de un número importante de estas especies (Tabla 72).

Tabla 71. Lista de invertebrados observados en el programa de seguimiento llevado a cabo para el hábitat "Roca circalitoral dominada por esponjas incluidos en convenios, catálogos o listas autonómicas, nacionales o internacionales de protección. CB: Convenio de Barcelona; CNEA: Catálogo Nacional de Especies Amenazadas; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; DH: Directiva Hábitat; LRA: Libro Rojo de Andalucía; CITES: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora; NT: Casi Amenazada; EN: En Peligro; VU: Vulnerable; DD: Datos Insuficientes; LESRPE: Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Especies-Géneros-OTUs	CB	CNEA	UICN	DH	LRA	CITES
Axinella polypoides	Anexo II	LESRPE			VU	
Callogorgia verticillata		LESRPE	NT			
Corallium rubrum	Anexo II		EN	Anexo V	VU	
Dendrophyllia cornigera	Anexo II		EN		VU	Anexo II
Dendrophyllia ramea	Anexo II		VU		VU	Anexo II
Desmophylum dianthus	Anexo II		EN			
Ellisella paraplexauroides	Anexo II	LESRPE	VU		EN	
Eunicella gazella			DD		VU	
Eunicella verrucosa			VU		VU	
Flabellum chunii						Anexo II
Paramuricea clavata			VU		VU	
Petrosia ficiformis					LC	
Reteporella spp.					LC	
Schilderia achatidea	Anexo II				VU	
Viminella flagellum			NT			

3.4.4.3. Especies formadoras de hábitats

El programa de seguimiento también se ha centrado en aquellas especies constructoras y/o formadoras de hábitats observándose que la abundancia de estas especies-géneros-OTUs, estaban repartidas entre un 65 %, para el filo Cnidaria y el 35 % para Porifera (Tabla 72).

3.4.4.4. Especies sensibles

Para el estudio de sensibilidad se ha usado el índice denominado IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) siendo el mayor número de estas especies-géneros-OTUs con sensibilidad 3 pertenecientes al filo Cnidaria (59 %) seguido del Porifera (31 %) (Tabla 72).



3.4.4.5. Índices multimétricos

Con los valores de riqueza específica (S) se observó una amplia variación con tramos de alta riqueza y tramos de media baja (Tabla 72). El resto de valores como el de abundancia (N), índice de riqueza de Margalef (d), el de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el de Pielou (J´) mostraron patrones similares al de la riqueza (Tabla 72).

Tabla 72. Valores de aproximación del indicador BH1 y de los índices multimétricos (BH2) para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" en la DMESAL. SFH: Número de especies formadoras de hábitats; NFH: Abundancia de especies formadoras de hábitats; SCAT: Número de especies catalogadas en alguno de los diferentes convenios y/o listas nacionales o internacionales de protección; NCAT: Abundancia de especies catalogadas; SFCAT: Número de especies formadoras de hábitats catalogadas; NFCAT: Abundancia de especies formadoras de hábitats catalogadas; SSen: Número de especies sensibles aplicando el índice IRIS; NSen: Abundancia de especies sensibles.

		HB-BH1									HB-BH2			
Zona	Código	SFH	NFH	SCAT	NCAT	SFCAT	NFCAT	SSen	NSen	S	N	d	J'	H'(log2)
Dorsal Alborán	TR 66_Ro_17_R1	17	1095,01	10	433,62	7	403,25	10	629,33	30	1186,12	4,1	0,67	3,27
Dorsal Alborán	TR 67_Ro_17_R2	13	1242,72	8	292,6	6	269,06	8	1148,54	19	1294,85	2,51	0,49	2,07
Dorsal Alborán	TR 73_Ro_18_R6	7	646,14	3	7,14	1	3,57	1	3,57	14	662,21	2	0,16	0,61
Dorsal Alborán	TR 74_Ro_18_R7	13	549,76	4	28,56	3	26,77	5	33,91	24	639	3,56	0,53	2,41
Dorsal Alborán	TR 75_Ro_18_R8	16	708,61	8	185,63	6	174,92	9	301,65	25	780,01	3,6	0,6	2,77
Dorsal Alborán	TR 77_Ro_18_R10	9	105,31	2	26,77	2	26,77	3	37,48	18	182,06	3,27	0,82	3,41
Dorsal Alborán	TR 79_Ro_19_R1	19	1194,76	10	523,43	8	518,45	8	749,42	27	1279,5	3,63	0,74	3,5
Dorsal Alborán	TR 80_Ro_19_R2	10	771,02	5	496,85	3	481,89	6	516,78	19	819,21	2,68	0,66	2,79
Dorsal Alborán	TR 83_Ro_20_R3	14	166,55	5	22,21	3	13,32	9	42,19	28	235,39	4,94	0,77	3,7



3.4.4.6. Principales presiones en "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas"

En la Tabla 73 y Tabla 74 se muestran las principales presiones que actúan sobre este OHT, principalmente la pesquería de palangre de fondo.

Tabla 73. Porcentaje de frecuencia (%F) de ocurrencia de las diferentes presiones detectadas tanto observadas (restos de artes perdidos, marcas de arrastre, basura no derivada de pesca, etc.) en los tramos de imágenes submarinas como las aportadas por los equipos de expertos para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" en la DMESAL.

Presiones	%F observada	%F experto
Palangre de fondo	66,66	100
Arrastre de fondo	33,33	100
Basura no derivada de pesca	44,44	
Presencia de talos a la deriva *Rugulopteryx okamurae*	0	

Tabla 74. Valores de presiones detectados por zonas y tramos de imágenes submarinas tanto observadas (extrapolada a 1.000 m²) como las aportadas por los equipos expertos para el OHT "Roca circalitoral profunda dominada por esponjas" y datos categorizados de la presencia de talos a la deriva del alga Rugulopteryx okamurae en la DMESAL.

Zona	Código	Esfuerzo enmalle	Esfuerzo palangre	Esfuerzo SAR	Basura no pesca	Basura palangre	Basura arrastre	*R, okumarae*
Dorsal Alborán	TR 66_Ro_17_R1	0	1,24	0,02	0	0	5,06	0
Dorsal Alborán	TR 67_Ro_17_R2	0	1,24	0,02	0	10,09	0	0
Dorsal Alborán	TR 73_Ro_18_R6	0	1,79	2,52	0	3,57	0	0
Dorsal Alborán	TR 74_Ro_18_R7	0	1,79	2,52	1,78	3,57	0	0
Dorsal Alborán	TR 75_Ro_18_R8	0	1,79	2,52	0	3,57	0	0
Dorsal Alborán	TR 77_Ro_18_R10	0	1,79	2,52	1,78	1,78	0	0
Dorsal Alborán	TR 79_Ro_19_R1	0	2,39	0,93	1,66	1,66	1,66	0
Dorsal Alborán	TR 80_Ro_19_R2	0	2,39	0,93	1,66	0	0	0
Dorsal Alborán	TR 83_Ro_20_R3	0	1,39	2,64	0	0	2,22	0

3.4.4.7. Imágenes representativas del OHT Roca circalitoral profunda dominada por esponjas en la DMESAL

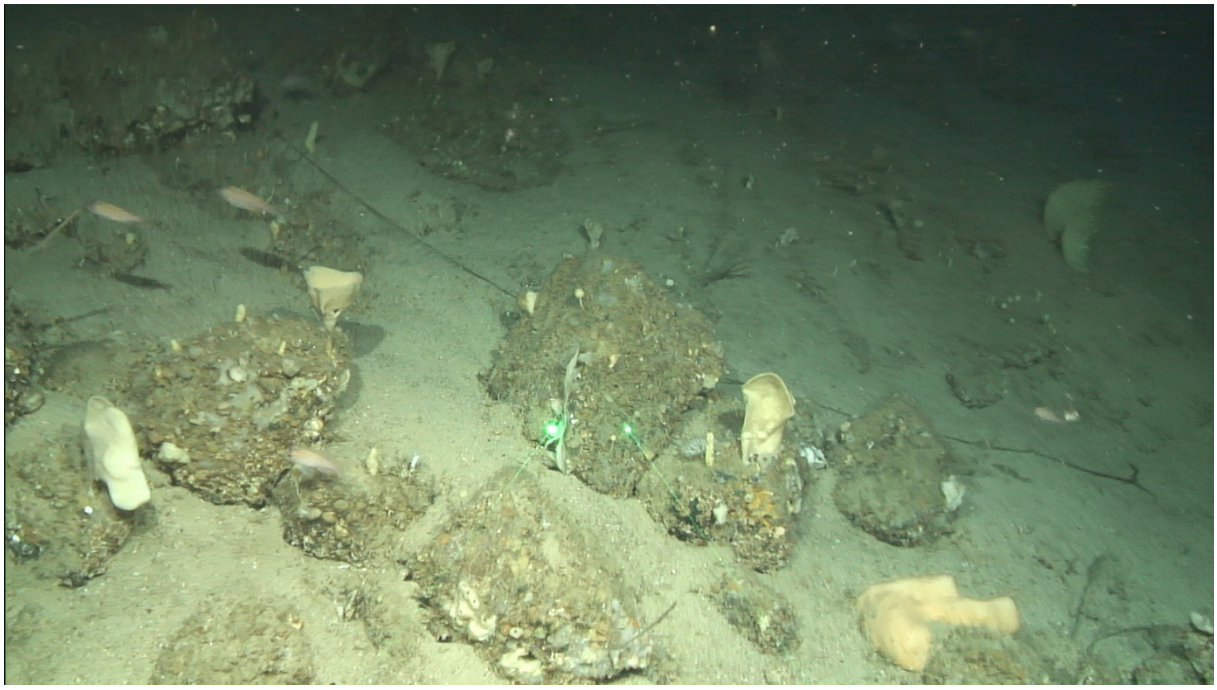


Imagen tomada del Rov 20 a una profundidad de 102,3 m. Zona: Alborán (Alborán central) (*Bonellia viridis, Phakellia ventilabrum, Phakellia robusta, Anthias antias, Stylocordila-Rhizaxinella-Crella – Sympagella, Sabellidae*).



Imagen tomada del Rov 17 a una profundidad de 101 m. Zona: Alborán (Alborán central) (*Viminela flagellum, Bonellia viridis, Stylocordila-Rhizaxinella-Crella – Sympagella,* Porifera).



4. Conclusiones

Los resultados de la evaluación de los fondos rocosos del circa y batial de la demarcación durante este ciclo (2016-2022) son datos preliminares debido a que sólo se ha realizado una campaña oceanográfica en la que se han adquirido imágenes submarinas (un total de 133 tramos) mediante el uso del ROV (*Remotely Operated Vehicle*) LIROPUS 2000 durante la expedición CIRCAESAL 0721 (2021) y que abarcó una pequeña parte de la demarcación quedando grandes áreas sin explorar. En 2024 (mayo y junio) se realizará otra campaña sobre estos fondos rocosos y en sucesivas campañas que se desarrollen en el siguiente ciclo se podrá proporcionar un mayor número de transectos (tramos) de imágenes submarinas analizadas y que ayudarán a un mejor conocimiento de los hábitats de la DMESAL.

Los resultados obtenidos en la evaluación de los fondos rocosos circalitorales y batiales han mostrado que en muchos de los tramos realizados (un total de 133) no se corresponden con las capas de Be*nthic Broad Habitat Types* (BBHT) proporcionadas por EMODNET para los fondos rocosos circalitoral y batial. Por ello, sería interesante que, durante el siguiente ciclo, se realizasen más campañas oceanográficas dirigidas al estudio de estos hábitats lo que permitiría mejorar la identificación de los diferentes BBHT ya observados en este ciclo. Este mayor aporte de información de futuras campañas ayudaría a la confirmación de aquellos OHT (*Ohter Habitat Types*) identificados en este ciclo y que se encuentran mal representados bien sea por el bajo número de estaciones (tramos de imágenes submarinas analizadas) o por su mala representación a nivel espacial. Además, estos datos también servirían para mejorar las capas de los fondos rocosos proporcionadas por EMODNET.

Tras el procesado de las imágenes submarinas realizadas durante la campaña CIRCAESAL 0721, se concluye que los hábitats de los fondos rocosos, tanto del batial como del circalitoral profundo ("*Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior*" y "*Roca Circalitoral profunda y arrecife biogénico*"), presenta una gran diversidad tanto en número de especies-géneros-OTUs como en abundancia, en especies sensibles (sensibilidad 3) mediante la elaboración del índice IRIS (*Infralittoral Rock Index of Sensitivity*) así como aquellas formadoras de hábitats o que se encuentran catalogadas en los diferentes convenios y/o listados de conservación tanto nacionales como internacionales. No se puede decir lo mismo de la "*Roca circalitoral y arrecife biogénico*" (CIR_RK_BIO) debido, posiblemente, al bajo esfuerzo realizado, tanto en número de tramos como en la distribución espacial (Alborán occidental *vs* Alborán central *vs* Alborán oriental) debido a la no coincidencia de las capas de EMODNET. Aunque no se pueda determinar el estado de evaluación de estos hábitats en el presente ciclo, la presencia de un gran número de artes de pesca perdidos (restos de alcatruces, de palangre, cabos, artes de arrastre de pesca, etc.), principalmente en Alborán occidental (zona del estrecho de Gibraltar) o en Alborán Oriental (área del Seco de los Olivos) choca con la alta presencia de estas especies-géneros-OTUs estructurantes, sensibles y formadoras de hábitats lo que nos podría indicar que estos hábitats se encuentran en un estado ambiental medianamente aceptable a pesar del impacto de la actividad antrópica. Por esto, entre otras razones, sería interesante realizar más campañas de evaluación en el siguiente ciclo para valorar en qué medida estas artes perdidas podrían afectar a los diferentes hábitats.



5. Referencias

Báez J.C., Vázquez J.T., Camiñas J.A., Idrissi M.M. 2021. Alboran Sea-Ecosystems and Marine Resources. Springer International Publishing

Barea-Azcón J. M., Ballesteros-Duperón E., Moreno D. 2008. Libro rojo de los invertebrados de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla

Bray J.R., Curtis J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol Monogr, 27(4), 326-349

de la Torriente A, Aguilar R, Serrano A *et al.*, 2014. Sur de Almería- Seco de los Olivos. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, pp. 102

de la Torriente A., Serrano A., Fernández-Salas L.M., García M., Aguilar R. 2018. Identifying epibenthic habitats on the Seco de los Olivos Seamount: Species assemblages and environmental characteristics. Deep-Sea Res. I: Oceanogr. Res. Pap, 135, 9-22

Gofas S., Goutayer J., Luque Á.A., Salas C., Templado J. 2014. Espacio marino de Alborán

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 J Mar Sci, 75(5), 1710-1721

Howell K.L., Davies J.S., Allcock A.L., Braga-Henriques A., Buhl-Mortensen P., Carreiro-Silva M., *et al.*, 2019. A framework for the development of a global standardised marine taxon reference image database (SMarTaR-ID) to support image-based analyses. PLoS One, 14(12), e0218904

Pardo E., Rubio R. A., García S., de la Torriente Díez A., *et al.*, 2011. Documentación de arrecifes de corales de agua fría en el Mediterráneo occidental (Mar de Alborán). Chronica Nat, (1), 20-34

Puerta P., Mosquera-Gimenez A., Renones O., Domínguez-Carrió C., Rueda J.L., Urra J., *et al.*, 2022. Variability of deep-sea megabenthic assemblages along the western pathway of the Mediterranean outflow water. Deep-Sea Res I: Oceanogr Res Pap, 185, 103791.

Rueda J.L., Gofas S., Aguilar R., de la Torriente A., García Raso J.E., Lo Iacono C., Luque A., *et al.*, 2021. Benthic fauna of littoral and deep-sea habitats of the Alboran Sea: A hotspot of biodiversity. In: Báez J.C., Vázquez J.T, Camiñas J.A., Malouli M. (eds), Alboran Sea-Ecosystems and Marine Re-sources. Springer, Cham, pp. 285-358

Serrano A., de la Torriente A., Punzón A., Blanco M., Bellas J., Durán-Muñoz P., Murillo F.J., Sacau M., *et al.*, 2022. Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. Ecol Indic, 140, 108979

Sneath P.H.A. 1973. The principles and practice of numerical classification. Numerical taxonomy, pp. 573

Sokal R.R., Sneath P.H.A. 1963. Principles of numerical taxonomy. W. H. Freeman: San Francisco, pp. 359

Templado J., Ballesteros E., Galparsoro I., Borja Á., Serrano A., Martín L., Brito A. 2012. Guía interpretativa. Inventario español de hábitats marinos

Templado J., Calvo M., Moreno D., Flores A., Conde F., Abad R., *et al.*, 2006. Flora y fauna de la reserva marina y reserva de pesca de la isla de Alborán. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Pesca Marítima, Madrid

Templado J., Guerra A., Bedoya J. *et al.*, 1993. Fauna marina circalitoral del sur de la península Ibérica. Resultados de la campaña oceanográfica "Fauna I". Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid

van der Linden P., Borja A., Rodríquez J.G., Muxika I., Galparsoro I., Patrício J., *et al.*, 2016. Spatial and temporal response of multiple trait-based indices to natural-and anthropogenic seafloor disturbance (effluents). Ecol Indic,69, 617-628

Villar S.A., Madirolas A., Cabreira A.G., Rozenfeld A., Acosta G.G. 2021. ECOPAMPA: A new tool for automatic fish schools detection and assessment from echo data. Heliyon, 7(1)

Ward Jr, J. H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. J AM Stat Assoc, 58(301), 236-244

05



HÁBITATS CIRCALITORALES Y BATIALES SEDIMENTARIOS SOS (BH1-SOS Y BH3 INFORMADO POR BH1-SOS)



1. Introducción

En este documento se desarrolla la metodología, los datos utilizados y los resultados obtenidos para evaluar los hábitats circalitorales y batiales (BHT) de la demarcación marina del Estrecho y Alborán, cuya evaluación final se encuentran resumida por 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 SoS (Serrano *et al.*, 2022; también llamado BH1 en OSPAR, OSPAR, 2023 y Plaza-Morlote *et al.*, 2023) o para los hábitats en los que no se ha podido aplicar dicho indicador (por falta de datos) el indicador de riesgo BH3 (OSPAR, 2017 y Matear *et al.*, 2023) modificado para emplear en su matriz de impacto información del indicador SoS. Ambos indicadores son indicadores comunes de OSPAR 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 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 generales aditivos, GAMs (*General Algebraic Modeling System*, por sus siglas en inglés), que correlacionan la proporción de especies centinela con el nivel de impacto de la pesca de arrastre a nivel de *Broad Habitat Type* (BHT) siguiendo la metodología explicada en OSPAR (ver Plaza-Morlote *et al.*, 2023). En los BHTs en los que se ha obtenido curvas significativas (p-value < 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 SoS porque las curvas no han salido significativas (p-value > 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 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 SoS y se nutrirá con una matriz de sensibilidad construida con resultados del indicador SoS, es decir se integrarán ambos indicadores.

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 periodo 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-value < 0,1) se ha aplicado el indicador SoS y en el resto de BHTs se aplicado el indicador BH3 informado por SoS.

2.1. Preparación de datos

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

2.1.1. Distribución de los BHTs

Los tipos de hábitats bentónicos generales (BBHT, B*enthic Broad Habitat Types* por sus siglas en inglés) de las estrategias marinas, fueron descargados de la página web de EMODNET (EMODNET. 2021). Se ha usado la información más reciente sobre la distribución de estos hábitats. La capa *shapefile* descargada de EMODNET fue rasterizada usando la función *rasterize* de terra (Hijmans, 2024). Tanto este como la práctica totalidad de los análisis realizados se hicieron empleando el *software* estadístico R (R core team, 2021) (Figura 111).

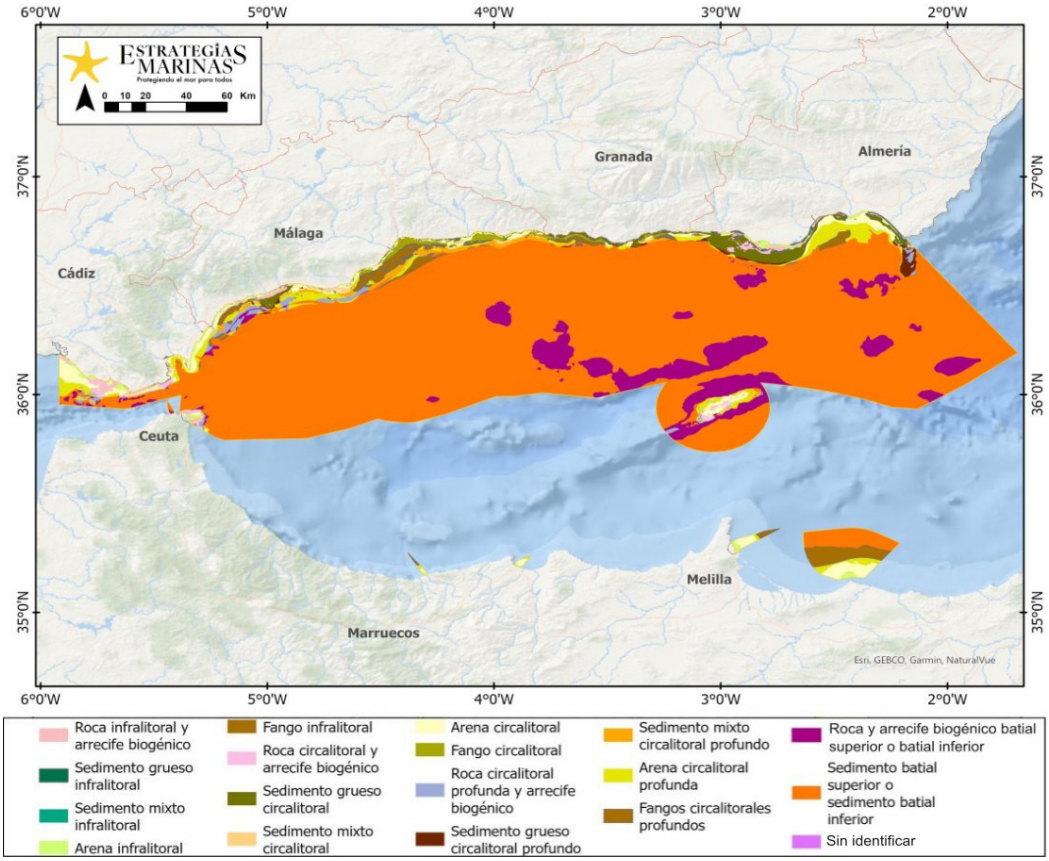
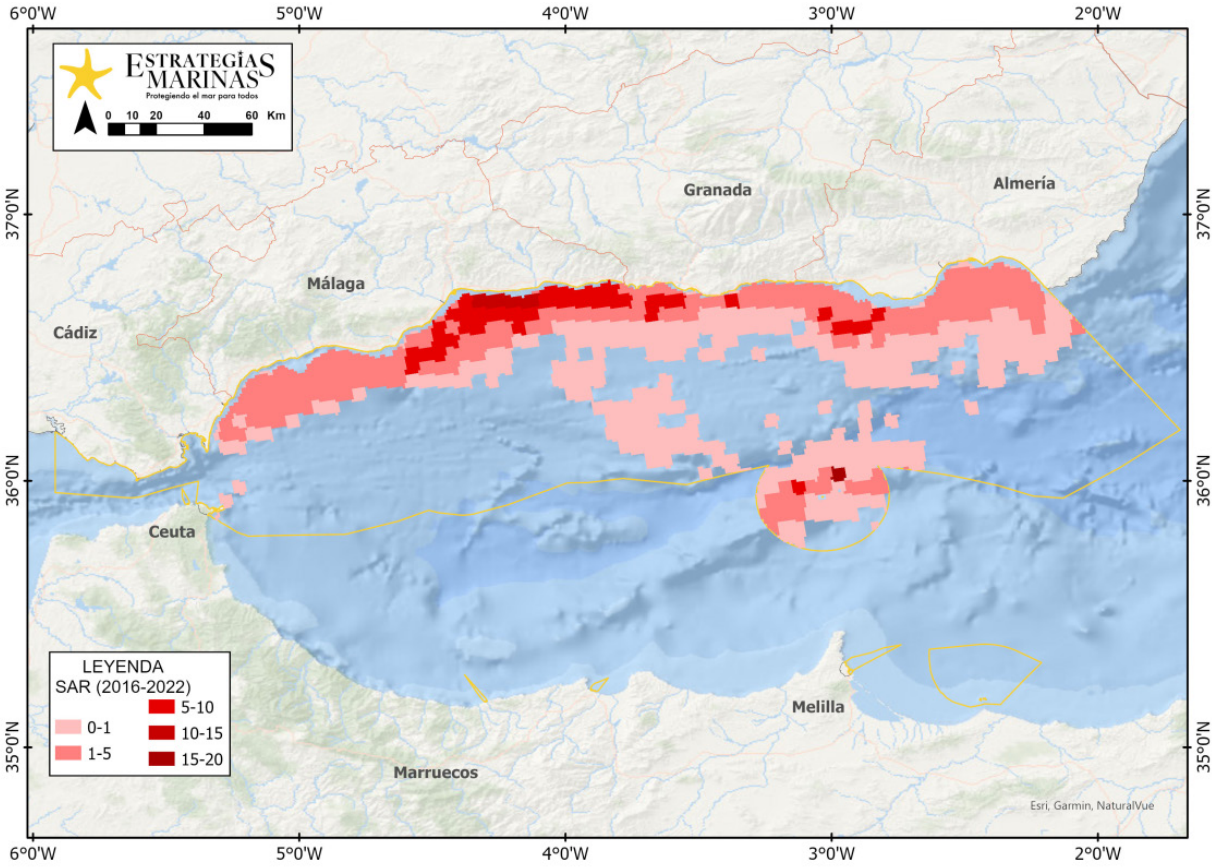


Figura 111. Distribución de los BBHTs (Benthic Broad Habitat Types) (source: EUSeamap, 2021) en la DMESAL.

2.1.2. Distribución de la intensidad de pesca

Se ha calculado el valor medio de ratio del área barrida (SAR por sus siglas en inglés *Swept Area Ratio*) para cada periodo 2016-2022 y 2010-2015. El SAR mide el número de veces que el área total de cada celda de 0,05*0,05 grados (entre 20 y 25 km^2 dependiendo de la latitud) ha sido arrastrada por año. Por lo tanto, un SAR de 1 significa que proporcionalmente el 100 % del área de esa celda ha sido arrastrada una vez al año. Para el cálculo del SAR hemos empleado la metodología y fuente de datos que está explicada en el Anexo X (C7A1). Para los años 2019 y 2022 no se han 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 (UE9 2019/1022), ha habido reducciones importantes del esfuerzo pesquero 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 de 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. Para identificar las zonas de referencia (de bajo o nulo impacto de la pesca de arrastre) se ha utilizado el valor de SAR igual o inferior a 0,1.

La pesca de arrastre en la demarcación marina del Estrecho y Alborán está ampliamente distribuida por la plataforma continental y el talud superior, así como alrededor de la isla de Alborán. No obstante, se observa una disminución del esfuerzo con respecto al periodo anterior (Figura 112). En el periodo 2016-2022, las zonas con un mayor esfuerzo pesquero se encuentran localizadas en la zona central del mar de Alborán, entre Fuengirola y Motril. Los valores más altos de SAR, con valores de entre 15-20, están concentrados entre las costas del Rincón de la Victoria y Torrox Costa así como en los fondos aledaños a la isla de Alborán (Figura 112).



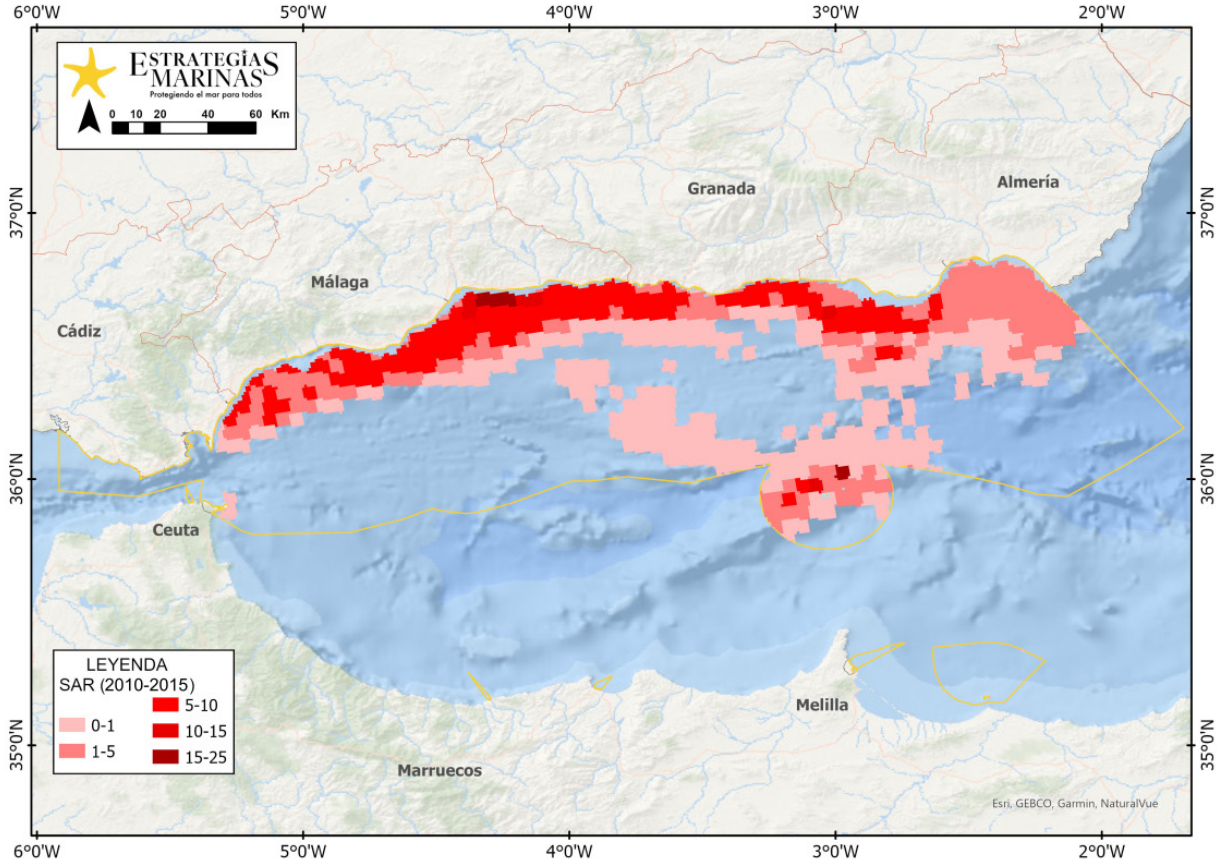


Figura 112. Distribución del valor medio de la intensidad de la pesca de arrastre (SAR) para los periodos 2016-2022 (superior) y 2010-2015 (inferior), en la demarcación marina del Estrecho y Alborán.

La huella pesquera representa un 40 % de la extensión de la demarcación (Tabla 75). La plataforma de la demarcación marina del Estrecho y Alborán es muy estrecha por lo que el esfuerzo se concentra tanto en esta como en el talud, con un rango de profundidades comprendidas entre los 50 y 600 m.

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

Los datos se obtuvieron de las diferentes campañas de evaluación pesquera, DEMERSALES ARSA y "MEDITS", desde 2013 a 2022. Para cada lance, se han identificado, contado y pesado todas las especies de invertebrados capturadas con el arte de arrastre de fondo. Además, se ha procedido a asignar puntuaciones a las ocho características biológicas del índice BESITO (*BEnthos Sensitivity Index to Trawling Operations*) (González-Irusta *et al.*, 2018) para la mayor parte de las especies capturadas en las distintas campañas de pesca (DEMERSALES para la demarcación noratlántica; ARSA para la demarcación sudatlántica y "MEDITS para las demarcaciones marinas del Estrecho y Alborán y levantino-balear) generando una base de datos con características biológicas (*Biological Traits*) de más de mil especies. El índice BESITO clasifica las especies en función a su sensibilidad al arrastre de fondo usando ocho diferentes características biológicas de las especies, que son puntuadas con valores del 1 a 5 y combinadas mediante una fórmula para obtener un índice final que también varía de uno a cinco. De este modo, las especies clasificadas con BESITO de: (1) 1 muestran una respuesta oportunista a la pesca de arrastre (su abundancia aumenta con la presión); (2) especies clasificadas con 2 indican una respuesta tolerante a la pesca de arrastre y (3) aquellas 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. De esta forma la base de datos utilizada para la demarcación

marina del Estrecho y Alborán basada en los datos de la campaña "MEDITS" contiene 11.293 registros recogidos en 447 lances distribuidos en 58 puntos de muestreo y en un rango de profundidades comprendido entre los 30 a 900 m. No obstante, debido a la falta de lances en zonas con nula o baja presión de arrastre, así como para aumentar el tamaño muestral y poder obtener resultados significativos en los GAMs, se añadieron datos de la demarcación marina levantino-balear y sudatlántica (31.035 registros, 1.325 lances y 159 puntos de muestreo), para el cálculo de ciertos hábitats en los cuales el número de lances dentro de la DMESAL eran bajos.

Estos registros son adecuados para cubrir los hábitats más extendidos, cuya extensión de la pesca de arrastre contribuye significativamente a la extensión de la huella de arrastre en la zona (Figura 113).

Por último, para llevar a cabo el análisis, los datos se han seleccionado por cada BBHT a lo largo de un gradiente de presión (incluidas las áreas sin presión o de baja presión). La capa de hábitats EMODNET tiene una definición mejorable; de hecho, muchos de los lances usados tuvieron que ser reclasificados, pues no eran coincidentes con los datos aportados de las diferentes campañas de demersales. Por ejemplo, el sustrato rocoso en EMODNET está sobreestimado ya que se observó un total de 47 lances que estarían sobre hábitats rocosos (Figura 114), lo cual no es cierto, por lo que tuvimos que reclasificarlos en función de nuestra información sobre el tipo de sustrato y su cercanía a otros BBHT de la capa de EMODNET (Tabla 76).

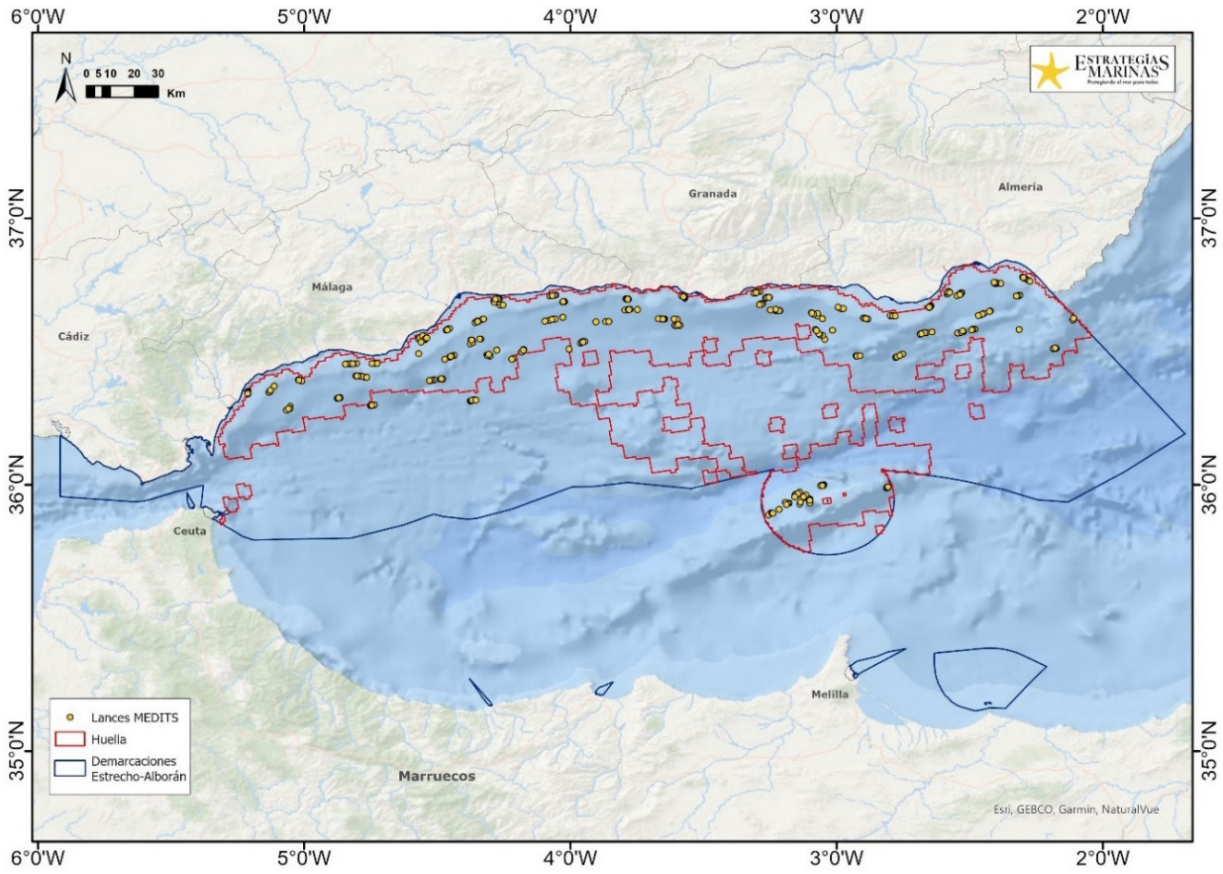


Figura 113. Distribución de los lances con datos biológicos utilizados en el estudio y de la huella de arrastre en la Demarcación marina del Estrecho y Alborán.

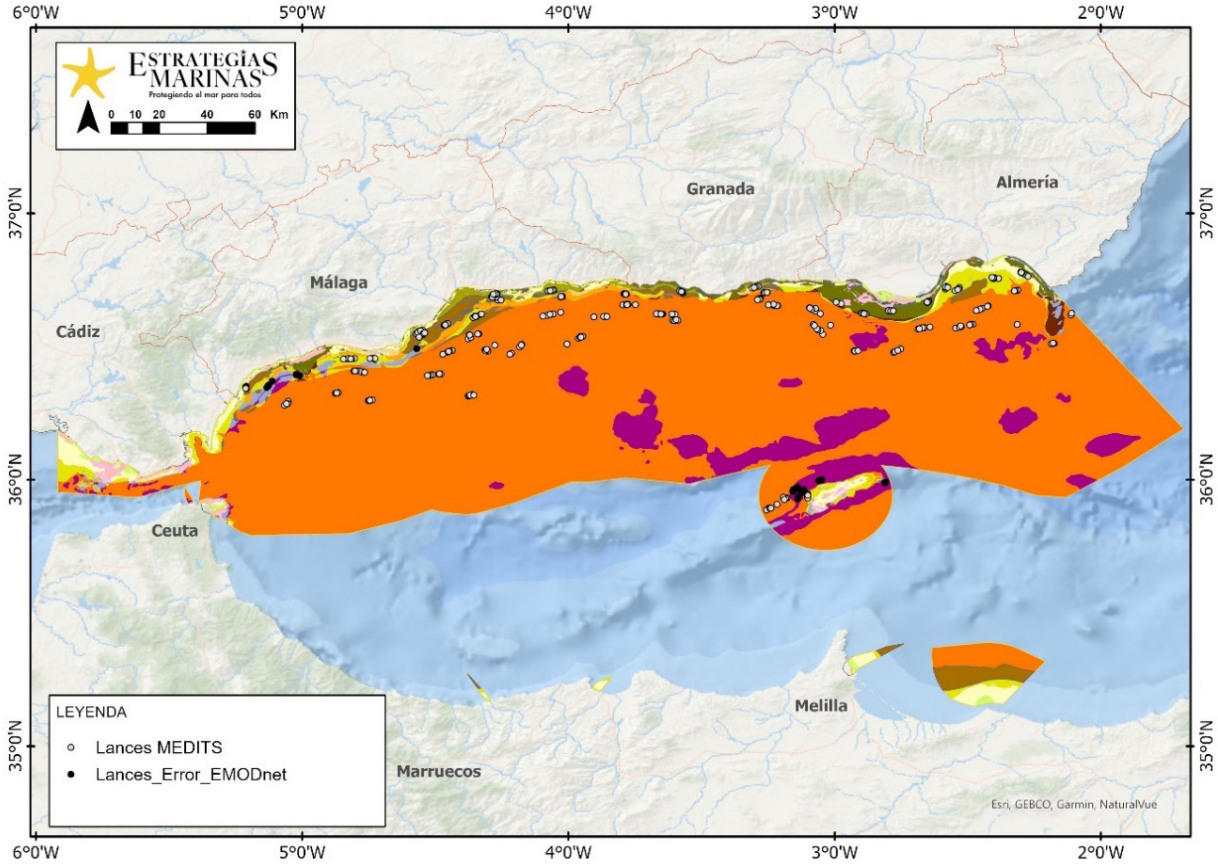


Figura 114. Distribución de los lances con datos biológicos utilizados en el estudio, mostrando los lances en los que coinciden con el BBHT de EMODnet (gris claro) y aquellos que no coinciden (negro). Referencia leyenda hábitats BBHT EMODNET ver (Figura 111).



Tabla 75. Tabla resumen todos los hábitats (BBHT) presentes en la DMESAL. BAT_BATLOW_SED (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior), BAT_BATLOW_RK_BIO (Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior), CIRDP_SND (Arena circalitoral profunda), CIR_SND (Arena circalitoral), (CIRDP_MUD) Fango circalitoral profundo, CIR_CS (Sedimento grueso circalitoral), CIRDP_MX (Sedimento mixto circalitoral profundo), CIRDP_RK_BIO(Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico), INF_SND (Arena infralitoral), CIR_MUD (Fango circalitoral), CIR_RK_BIO (Roca circalitoral y arrecife biogénico), INF_RK_BIO(Roca infralitoral y arrecife biogénico), CIRDP_CS (Sedimento grueso circalitoral profundo), INF_CS (Sedimento grueso infralitoral), (CIR_MX) Sedimento mixto circalitoral, INF_MUD (Fango infralitoral) y INF_MX (Sedimento mixto infralitoral), Nk (Sin identificar). Hábitats ordenados en función de su área de extensión.

MSFD BBHT	Área (km²)	Área con arrastre (km²)		% hábitat arrastrado		% hábitat a la huella		Esfuerzo total (sar)		Esfuerzo medio (sar)		Esfuerzo medio (sar) hábitat arrastrado	
		2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022
BAT_BATLOW_SED	21.488,8	7.536,7	7.361,7	35,1	34,3	66,4	67,1	691,8	445	0,79	0,51	2,2	1,5
BAT_BATLOW_RK_BIO	2.118,7	1.572,2	1.377,5	74,2	65,0	13,8	12,6	82,2	55,8	0,9	0,65	1,3	0,9
CIRDP_SND	772,7	584,7	577,1	75,7	74,7	5,1	5,3	106,6	67,8	3,4	2,16	4,5	2,9
CIR_SND	650	231,4	228,4	35,6	35,1	2,0	2,1	37,8	26,6	1,4	0,98	3,9	2,8
CIRDP_MUD	649,6	398,3	398	61,3	61,3	3,5	3,6	116,6	80,5	4,4	3,1	7,3	5
CIR_CS	409,7	286	286	69,8	69,8	2,5	2,6	52,8	37,5	3,1	2,2	4,5	3,2
CIRDP_MX	221,1	220,3	220,3	99,6	99,6	1,9	2,0	82,7	59,7	8,9	6,4	8,9	6,4
CIRDP_RK_BIO	216,2	187	181,4	86,5	83,9	1,6	1,7	31,9	17,1	3,7	1,9	4,2	2,3
INF_SND	202,1	2,3	2,3	1,1	1,1	0	0	0,6	0,4	0,1	0	8,2	5,1
CIR_MUD	177,1	114,5	114,5	64,7	64,7	1,0	1,0	38,6	28,8	5,3	3,9	8,3	6,2
CIR_RK_BIO	139	55,3	53,6	39,8	38,6	0,5	0,5	5,3	3,5	1	0,6	2,4	1,6



MSFD BBHT	Área (km²)	Área con arrastre (km²)		% hábitat arrastrado		% hábitat a la huella		Esfuerzo total (sar)		Esfuerzo medio (sar)		Esfuerzo medio (sar) hábitat arrastrado	
		2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022	2010-2015	2016-2022
INF_RK_BIO	137	2,3	2,2	1,7	1,6	0	0	0,4	0,2	0,1	0	2,3	1,6
CIRDP_CS	120	119	118,9	99,2	99,1	1,0	1,1	20	12	4,1	2,5	4,1	2,5
INF_CS	81,2	5,2	5,2	6,4	6,4	0	0	0,3	0,2	0,1	0,1	3,9	3,2
CIR_MX	62,6	38,8	38,8	62,0	62,0	0,3	0,4	12	8,2	4,8	3,2	7,7	5,3
INF_MUD	3,1	0,2	0,2	6,5	6,5	0	0	0,2	0,2	3,1	2,2	6,3	4,4
INF_MX	0,4	0,1	0,1	25,0	25,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
Nk	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	27.449,4	11.354	10.966	41,4	40,0	100	100	1.279,8	843,9	1,14	0,75	2,75	1,88



Tabla 76. Tabla resumen de lances "MEDITS" reclasificados por errores en la capa de EMODNET. BAT_BATLOW_RK_BIO (Roca y arrecife biogénico batial superior o batial inferior), CIRDP_RK_BIO (Roca circalitoral profunda y arrecife biogénico), BAT_BATLOW_SED (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior), CIRDP_SND (Arena circalitoral profunda). Longitud y latitud proyectados en LAEA.

Lance MEDITS	Longitud (m)	Latitud(m)	Profundidad (m)	BBHT_EMODnet	BBHT_Asignado
Med2022_12	3012739,8	1616257,5	-88,2	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2016_8	2971054,3	1613342,1	-116,9	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2017_8	2971256,8	1613110,9	-121,6	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2017_6	2962332,3	1612438,9	-122,2	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2015_8	2971886,2	1612699,4	-122,8	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2018_8	2971001,4	1613223,4	-127,1	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2019_8	2970826,1	1613348,1	-128,1	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2021_4	2970815,7	1613367,0	-128,1	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2022_4	2970850,8	1613332,0	-128,1	CIRDP_RK_BIO	CIRDP_SND
Med2019_6	2960814,3	1610977,8	-144,7	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2021_2	2960662,9	1610794,6	-146,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2022_2	2960664,8	1610805,4	-146,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2015_6	2960110,0	1610258,9	-147,9	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2018_6	2960454,4	1610600,3	-149,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2016_6	2960678,9	1610650,9	-151,5	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2014_7	2960277,5	1610298,5	-151,8	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2017_28	3132807,4	1534243,9	-278,4	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2014_29	3160727,2	1533268,1	-300,5	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2016_27	3160919,6	1533419,9	-301,3	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2021_43	3160812,3	1533253,7	-304,0	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2019_36	3161096,2	1533496,2	-304,4	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2018_38	3132980,3	1534839,7	-307,2	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2022_43	3160878,6	1533298,4	-308,4	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2018_34	3160768,9	1533177,3	-315,0	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED



Lance MEDITS	Longitud (m)	Latitud(m)	Profundi-dad (m)	BBHT_EMODnet	BBHT_Asignado
Med2022_38	3132229,5	1533919,0	-317,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2017_33	3161052,1	1533291,5	-317,8	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2015_37	3160565,5	1533044,1	-322,5	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2021_38	3132096,9	1533802,2	-328,5	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2016_23	3132151,9	1534256,4	-350,1	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2019_37	3130408,9	1531552,0	-368,3	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2015_34	3130557,9	1531928,4	-369,8	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2014_25	3130769,4	1532383,5	-380,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2014_28	3139102,4	1537769,3	-536,5	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2022_42	3138879,3	1537813,1	-546,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2019_33	3139486,5	1537910,0	-550,7	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2016_28	3138517,3	1537819,4	-558,0	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2018_32	3139238,5	1537879,9	-558,8	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2021_42	3138558,8	1537789,9	-559,0	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2015_38	3138778,4	1537936,6	-574,1	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2017_31	3139667,4	1538074,5	-610,7	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2022_40	3129812,5	1535230,1	-785,5	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2021_40	3129229,9	1534844,8	-826,3	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2018_35	3131097,0	1536365,6	-833,3	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2019_38	3130394,6	1535855,7	-840,6	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2015_33	3130187,3	1535852,4	-869,4	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2014_27	3130251,9	1535975,3	-899,0	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED
Med2017_30	3129405,5	1535607,7	-920,4	BATLOW_SED_RK_BIO	BAT_BATLOW_SED



2.2. Aplicación del indicador SoS

En primer lugar, se seleccionan las especies centinela para cada BHTs en las zonas referencia o con baja presión de arrastre. El indicador SoS selecciona los taxones más sensibles (en función de su índice BESITO) dentro de un conjunto de especies típicas previamente seleccionadas en función de la composición de especies (utilizando el Porcentaje de Similitud mayor del 90 %; SIMPER; Clarke, 1993) o su frecuencia.

Una vez definida la lista de especies centinela para cada BHT analizada, se calcula su abundancia relativa (proporción) dentro de cada muestra, obteniéndose la proporción de especies centinela a lo largo del gradiente SAR. A continuación, se analizan la correlación entre la proporción de especies centinela y el esfuerzo de arrastre por BHT mediante Modelos Aditivos Generales (GAM) binomiales, obteniendo curvas de respuesta de presión-estado del hábitat (ver Serrano *et al*., 2022 y Plaza-Morlote *et al*., 2023 para más información metodológica). Estas curvas de presión-estado, como se describe en Elliot *et al*. (2018), se aplican 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 periodo de evaluación. A continuación, se enmascara 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.

2.3. Selección del umbral de calidad

Se ha aplicado el método de punto de degradación para calcular los umbrales de calidad en cada BHT (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 para 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 establece los umbrales de calidad a cierta distancia de este punto en función de la sensibilidad del hábitat (distancias más altas para sensibilidades más altas). Con 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° de la tangente a la curva, utilizada previamente en diferentes trabajos para determinar el punto de inflexión en las curvas de agregación (Colloca *et al.*, 2009; González-Irusta y Wright, 2017). En el caso de la DMESAL y en el cálculo de algún hábitat en concreto, se tuvo que utilizar la tangente de 50°, ya que la curva tenía prácticamente una inclinación de 45° y para detectar el cambio fue necesario utilizar dicha tangente. 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 (basado en las curvas de respuesta presión-estado, Elliot *et al.*, 2018) se explica en Serrano *et al.* (2022) y Plaza-Morlote *et al.* (2023); y la Figura 115 muestra 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 BHTs, se calculan la extensión en km^2 y porcentaje de: área sin presión, área no adversamente afectada y área adversamente afectada.

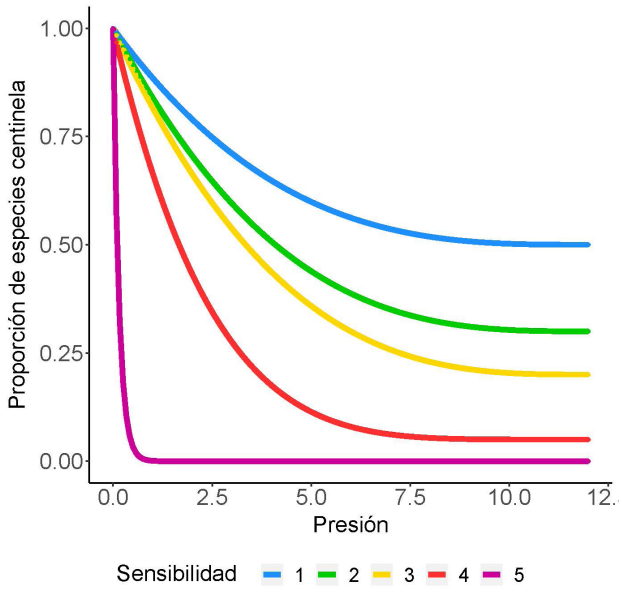


Figura 115. Curvas teóricas de sensibilidad.



2.4. Evaluación del indicador BH1-SoS

Se ha evaluado la capacidad de predicción del indicador 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, siendo el indicador SoS el valor de la variable de respuesta, que se predice en toda el área utilizando el esfuerzo de arrastre para el periodo 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 DMESAL con un tamaño de cada hexágono de muestreo de 25 km^2. De los 10, el 60 % se ha seleccionado como datos de entrenamiento (para construir los GAMs) y el restante 40 % como datos de prueba (para evaluar las predicciones de GAMs). La correlación entre los datos predichos y los reales se ha comprobado mediante el índice de correlación Spearman. Esta operación se repitió 10 veces para cada BHT evaluado con el indicador SoS.

2.5. Aplicación del BH3 informado por BH1-SoS

Para los BBHTs en los que no se ha podido aplicar el indicador SoS por falta de datos y/o porque las curvas de presión-estado no salían significativas (p value < 0,1), se utilizaron los resultados de los BBHTs en los que sí se ha podido aplicar el BH1-SoS para rellenar la matriz de exposición que utiliza en BH3 (BH3_Ad).

El indicador BH3 (BH3_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 marinas noratlántica, levantino-balear, sudatlántica y Estrecho y Alborán. Una vez determinados los hábitats a evaluar, se les otorgó un valor de sensibilidad basándose en los siguientes criterios:

1. Se asumió qué 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 tanto los circalitorales profundos como los 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 77 muestra la matriz utilizada en la aplicación del BH3 informado por BH1-SoS.

Tabla 77. Matriz BH3 informada por el BH1-SoS, utilizada en la evaluación basada en la integración BH3-Ad.

	Sensibilidad del hábitat			
SAR	**2**	**3**	**4**	**5**
>0-0,6				
>0,6-2				
>2-3,6				
>3,6				



3. Resultados

Se han evaluado los hábitats BAT_BATLOW_SED (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior), CIR_SND (Arena circalitoral) y CIRDP_SND (Arena circalitoral profunda) con el indicador BH1-SoS, que suponen 74,5 % de la huella de arrastre (~87 % excluyendo hábitats rocosos). El restante 13 % de hábitats circalitorales y batiales sedimentarios se ha evaluado empleando la integración BH3-BH1-SoS: CIR_MUD (Fango circalitoral), (CIR_MX) Sedimento mixto circalitoral, (CIR_CS) Sedimento grueso circalitoral, (CIRDP_MUD) Fango circalitoral profundo, (CIRDP_MX) Sedimento mixto circalitoral profundo y (CIRDP_CS) Sedimento grueso circalitoral profundo.

3.1. BBHTs evaluados con BH1-SoS

La evaluación a través del indicador BH1-SoS se centró en aquellos BHT sometidos a esfuerzo de 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), y Arena circalitoral (CIR_SND) + Arena circalitoral profunda (CIRDP_SND).

3.1.1. Especies centinela

Las especies centinela para los hábitats evaluados son el indicador BH1-SoS fueron especies con sensibilidad 4 tales como gorgonias, pennatuláceos, esponjas y ciertas especies de equinodermos, moluscos y braquiópodos (Tabla 78, Anexo 1, Anexo 2), así como otras especies con sensibilidad 3 como equinodermos (holoturias, erizos, estrellas y ofiuras), hidrozoos y braquiópodos (Tabla 78, Anexo 1, Anexo 2).

Tabla 78. Especies centinelas seleccionadas para cada BHT, valor de sensibilidad BESITO para cada especie, umbral SAR utilizado para obtener las especies centinela y el número de lances en áreas de referencia/presión baja utilizados para obtener las especies centinelas.

BHT	SAR	LANCES	BESITO	ESPECIES CENTINELA
BAT_BATLOW_SED	≤0,1	41	4	*Funiculina quadrangularis, Hymenodiscus coronata, Thenea muricata, Gryphus vitreus, Kophobelemnon stelliferum, Alcyonium palmatum*
			3	*Mesothuria intestinalis, Gracilechinus acutus, Echinus melo, Leptometra phalangium, Molpadia musculus*
*CIRDP_SND + CIR_SND	≤0,1	8	4	*Eunicella filiformis, Anomia ephippium, Neopycnodonte cochlear, Pteroeides spinosus*
			3	*Ascidiella aspersa, Nemertesia antennina, Parastichopus regalis, Brissopsis lyrifera, Diphasia margareta, Echinus melo, Halecium halecinum, Leptometra phalangium, Megerlia truncata, Ophiothrix fragilis, Pennatula rubra, Terebratulina retusa, Tethyaster subinermis*

*Para el cálculo del BH1-SoS de CIRDP_SND + CIR_SND se han usado lances tanto de la DMESAL como de parte de la DMLEBA (desde Cabo de Gata hasta el Golfo de Vera) y DMSUD, para poder tener un número de lances suficiente y obtener resultados significativos. BAT_BATLOW_SED (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior), CIR_SND (Arena circalitoral) y CIRDP_SND (Arena circalitoral profunda).

3.1.2. Curvas de presión-estado, umbrales y evaluación cruzada

El Sedimento batial superior o Sedimento batial inferior presentó una sensibilidad de 4 con una curva respuesta estado-presión acorde con las curvas teóricas (Figura 116, TTabla 79).

En el caso de la Arena circalitoral y Arena circalitoral profunda se calcularon las curvas respuesta estado-presión de manera conjunta, es decir, uniendo ambos hábitats. Esto tiene sentido ecológico pues son el mismo tipo de sedimento solo que a diferente profundidad siendo, además, este cambio de profundidad no muy marcado. Debido a que el número de lances en zonas con nula o baja presión era muy bajo se decidió aumentar el tamaño muestral añadiendo datos de la DMLEBA (desde cabo de Gata hasta el golfo de Vera) y de la DMSUD. Por último, y debido a la pendiente de la curva obtenida (que es prácticamente de 45°), utilizamos la tangente de 50° para poder detectar el cambio de tendencia. Con todo esto, se obtuvo una sensibilidad y curva respuesta estado-presión para la Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda correspondiente a una sensibilidad de 2 (Figura 116, Tabla 79). Esto puede deberse a que, a pesar de presentar especies centinela con sensibilidades de 4 y 3, algunas de estas especies presentan abundancias relativamente altas en zonas con media y alta presión de arrastre.

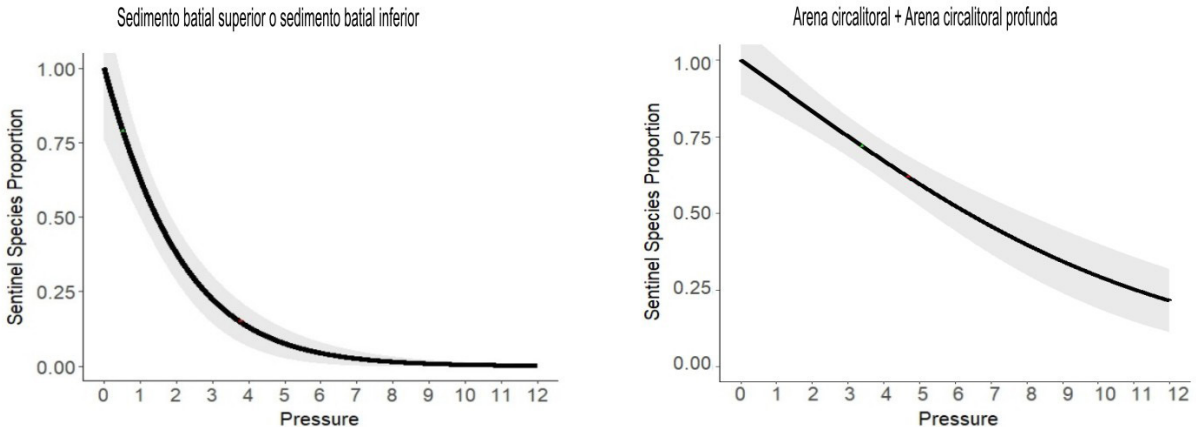


Figura 116. Curva de respuesta estado-presión para los 3 hábitats (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior y Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda). Para el cálculo del BH1-SoS de Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda se han usado lances tanto de la DMESAL como algunos de la zona adyacente de la DMLEBA (desde cabo de Gata hasta el golfo de Vera) y DMSUD, para poder tener un número de lances suficiente y obtener resultados significativos. Triangulo verde, umbral de calidad; cruz roja, punto de degradación.

Tabla 79. Sensibilidad del hábitat, significancia del modelo (P_val) y valores umbrales de estado (BH1-SoS Deg. point) y presión (SAR Deg. point) para los BHT de la DMESAL. Hábitats ordenados en función de su área de extensión.

Demarcación	Hábitat	Sensibilidad	P_val	BH1-SoS Deg. Point	SAR Deg. point
Estrecho y Alborán	Sedimento batial superior/ inferior (BAT_BATLOW_SED)	4	0,00	0,79	0,51
	Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda (CIR_SND + CIRDP_SND)	2	0,00	0,72	3,39

El mapa de proporción de especies centinela para el Sedimento batial superior/ inferior durante el periodo 2016-2022, en general, muestra los valores más altos frente a las costas de cabo de Gata, alrededor del Seco de los Olivos y en zonas al oeste de la demarcación, cerca del estrecho de Gi-

braltar (Figura 117). Sin embargo, en el periodo anterior 2010-2015 la distribución es similar, pero con valores mucho menores (Figura 118), lo que coincide con los mayores valores de SAR obtenidos durante ese periodo (Figura 112).

Por otro lado, para la Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda los valores más elevados durante el periodo 2016-2022 se encontraron prácticamente a lo largo de toda la demarcación con la excepción de la costa comprendida entre Málaga y Torrox Costa (Figura 119). De igual manera que para el hábitat anterior, estos valores fueron más bajos durante el periodo anterior 2010-2015, quedando los valores más elevados concentrados frente a el golfo de Almería, costa oeste de la demarcación e isla de Alborán (Figura 120), coincidiendo nuevamente con los mayores valores de SAR de este periodo (Figura 112).

De los tres hábitats evaluados con el indicador BH1-SoS, solo BAT_BATLOW_SED mostró una correlación positiva y significativa ($p < 0,1$) en todas sus itinerancias (Tabla 80), presentando además el valor más alto de *rho* y más bajo de desviación estándar. Además, estos resultados son consistentes entre la predicción y los valores observados de SoS en las diferentes itinerancias.

Por otro lado, CIRDP_SND presentó seis itinerancias significativas, siendo una de ellas negativa, mostrando resultados menos consistentes al presentar un *rho* bajo y la desviación estándar más alta. Finalmente, CIR_SND no mostró ninguna itinerancia significativa (Tabla 80).

Tabla 80. 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_BARLOW_SED	100	0,41	0,05
CIRDP_SND	60	0,16	0,22
CIR_SND	0	0,15	0,11

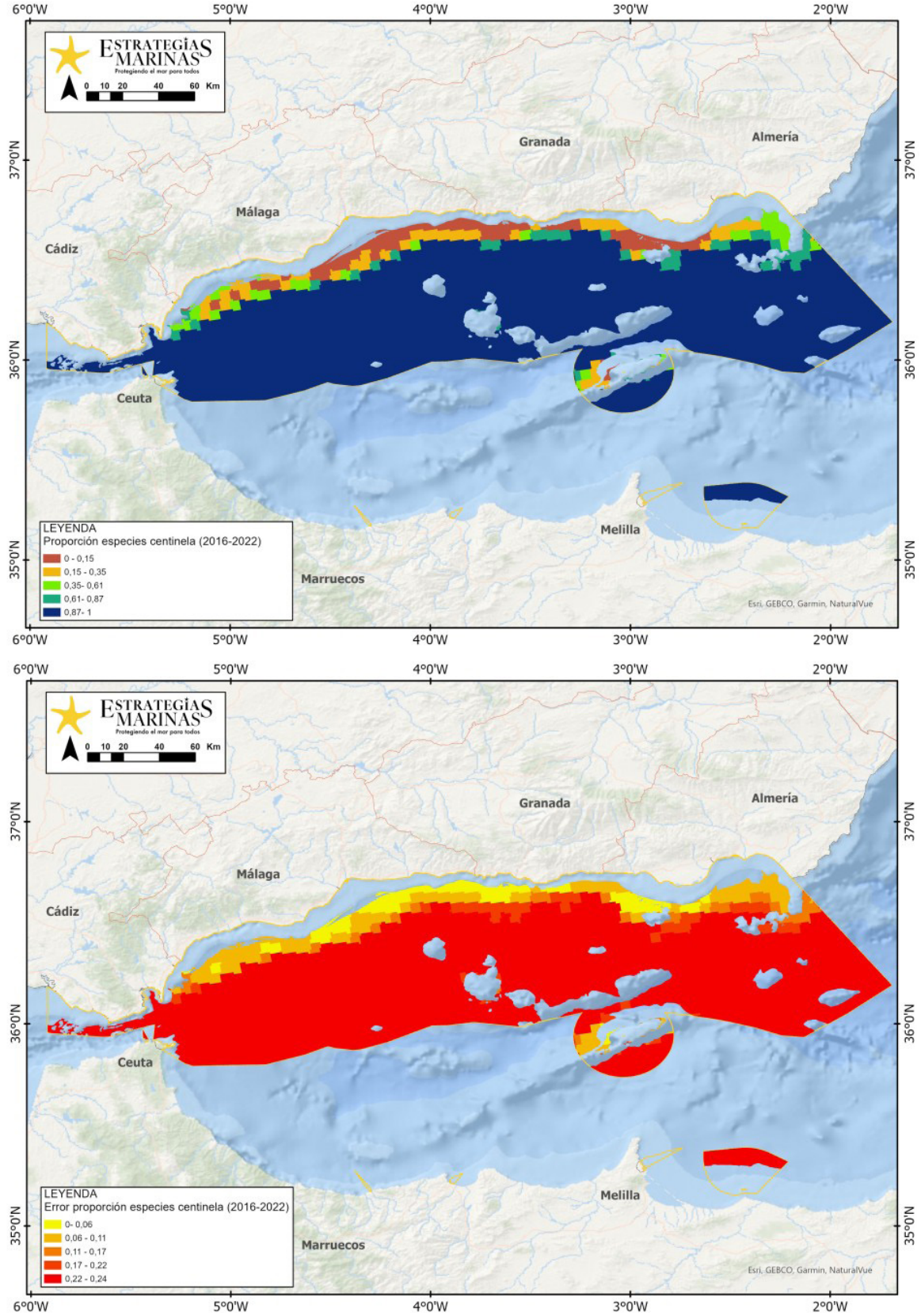


Figura 117. Mapa de predicción de especies centinela (arriba) y error asociado (abajo) para el Sedimento batial superior o sedimento batial inferior evaluado a través del indicador BH1-SoS en el periodo 2016-2022.

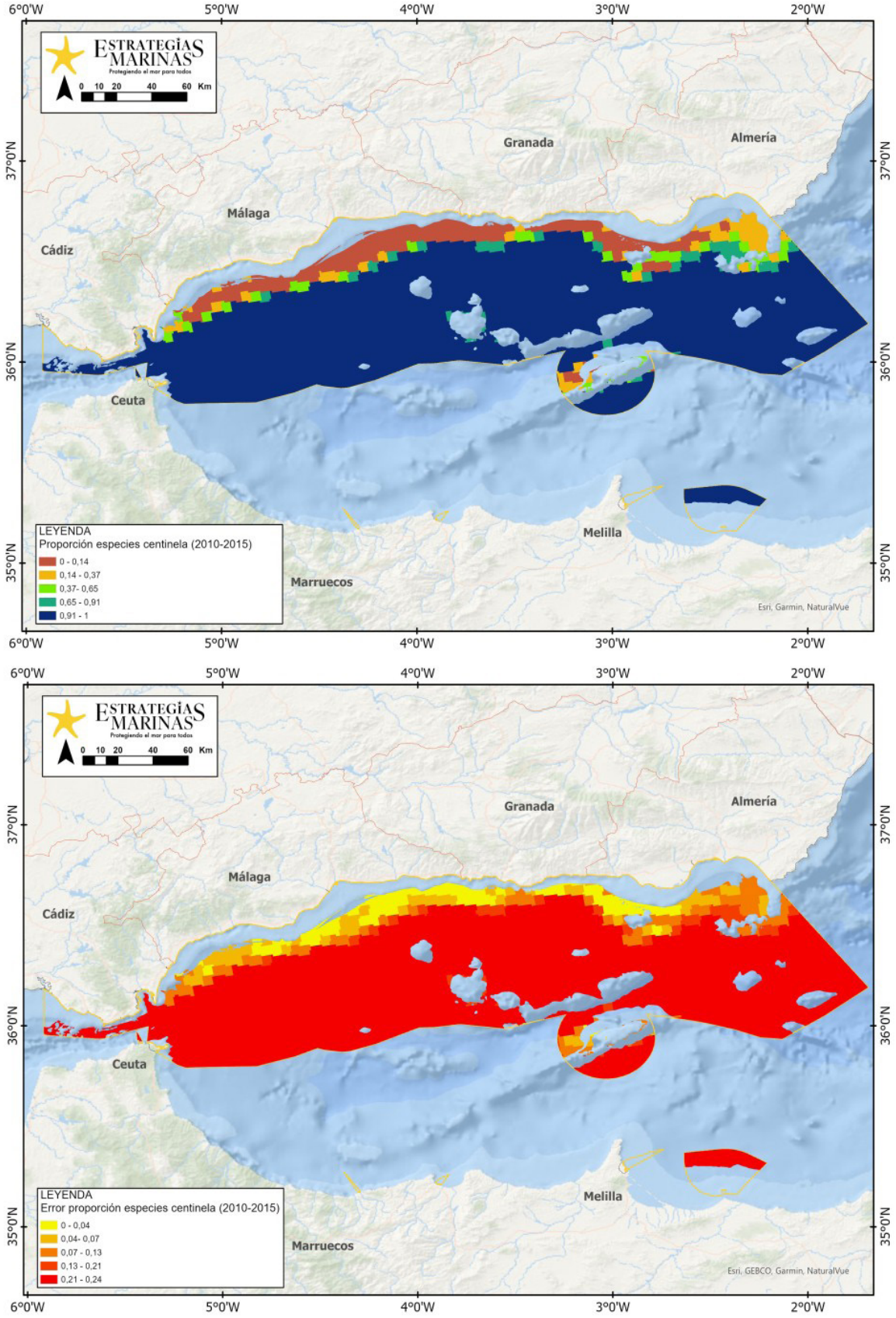


Figura 118. Mapa de predicción de especies centinela (arriba) y error asociado (abajo) para el Sedimento batial superior o sedimento batial inferior evaluado a través del indicador BH1-SoS en el periodo 2010-2015.

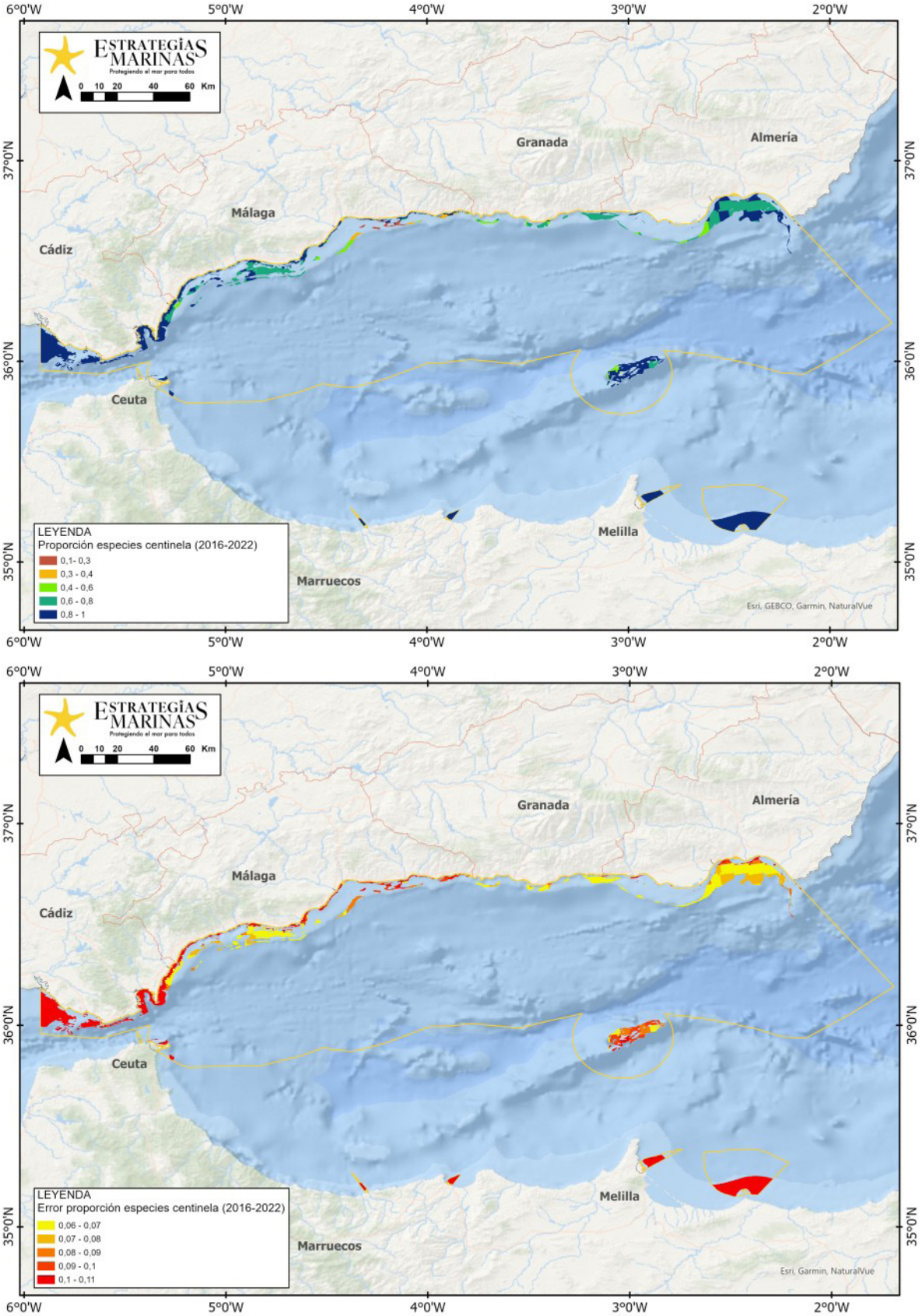


Figura 119. Mapa de predicción de especies centinela (arriba) y error asociado (abajo) para los hábitats Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda inferior evaluado a través del indicador BH1-SoS en el periodo 2016-2022.

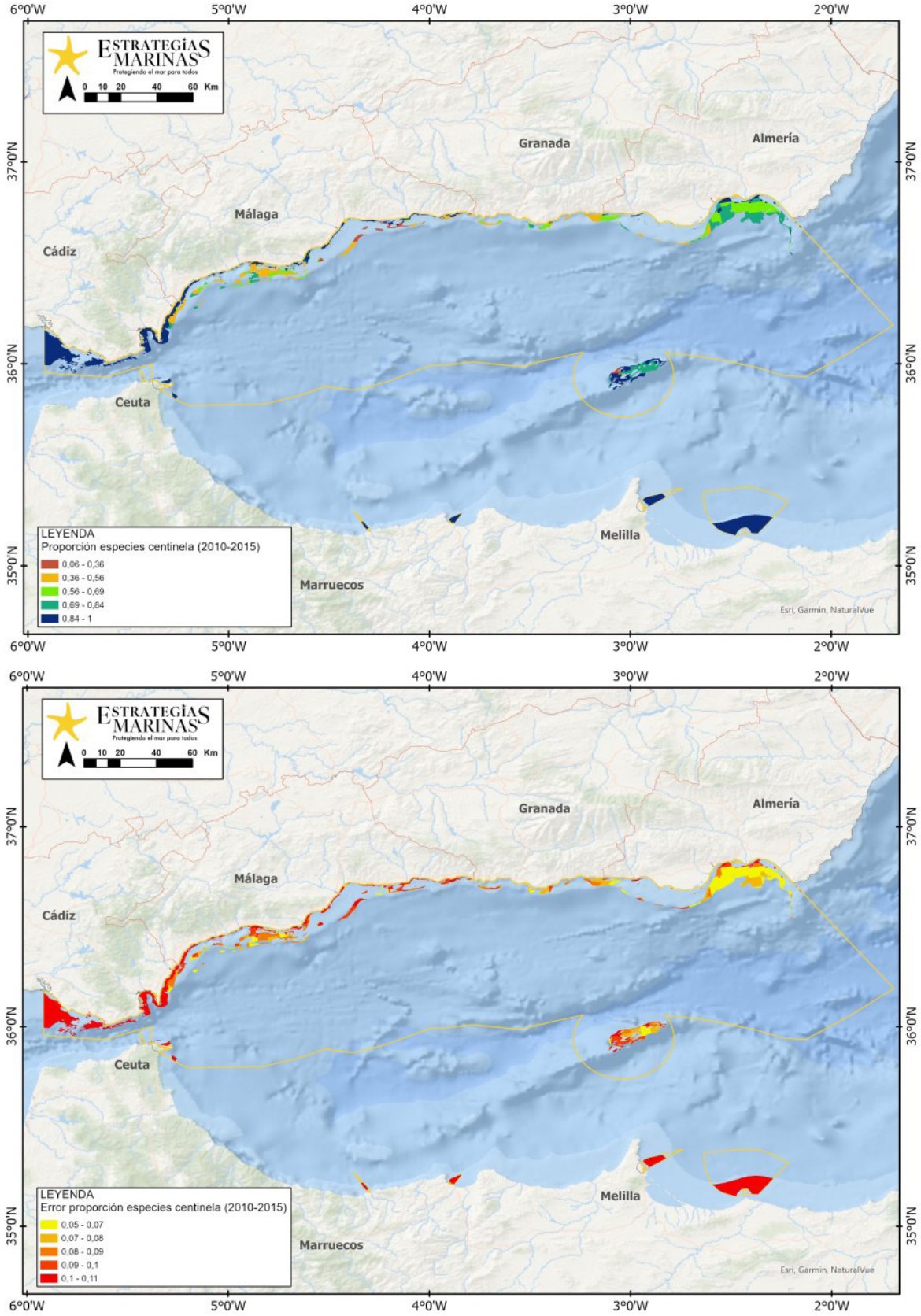


Figura 120. Mapa de predicción de especies centinela (arriba) y error asociado (abajo) para los hábitats Arena circalitoral + Arena circalitoral profunda inferior evaluado a través del indicador BH1-SoS en el periodo 2010-2015.

3.1.3. Mapas finales del grado de perturbación obtenidos con el indicador BH1-SoS

Los tres hábitats evaluados con BH1-SoS para el periodo 2016-2022 presenta un porcentaje de áreas adversamente afectadas inferior al 25 % (la extensión se puede observar en la Figura 121 y Figura 122, Tabla 81 y Tabla 82). No obstante, estos porcentajes en el periodo anterior fueron mayores, sobre todo para la Arena circalitoral profunda (Tabla 81). En el caso del Sedimento batial superior o Sedimento batial inferior, las áreas adversamente afectadas se extienden a lo largo de toda la costa de la demarcación, concentradas en las zonas más cercanas a la costa, así como alrededor de la isla de Alborán (Figura 121 y Figura 122).

Con respecto a la Arena circalitoral y Arena circalitoral profunda la mayor franja adversamente afectada se encuentra entre Málaga y Motril (Figura 121 y Figura 122).

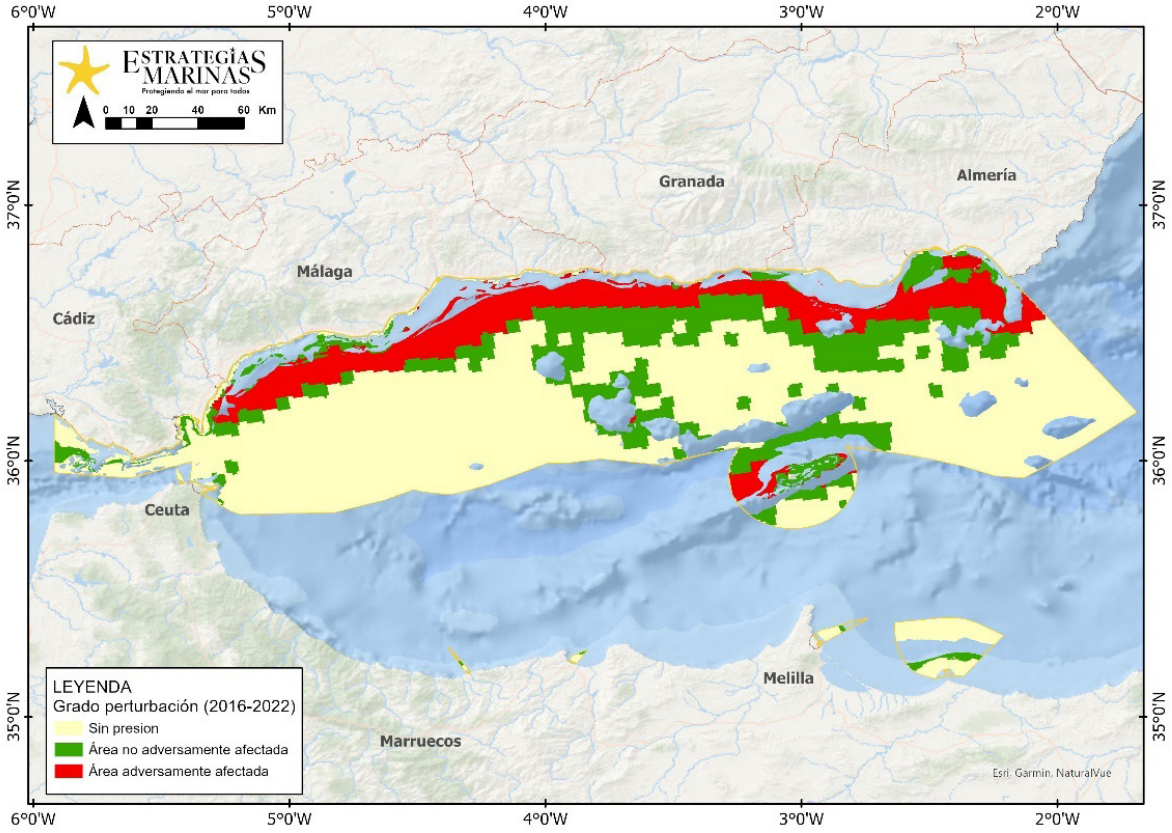


Figura 121. Distribución del grado de perturbación en DMESAL en relación con la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022 aplicando el indicador BH1-SoS. Se han evaluado los BAT_BATLOW_SED, CIRDP_SND y CIR_SND, que suponen 74,5 % de la huella de arrastre (~87 % excluyendo hábitats rocosos). El restante 13 %, se evaluará empleando la integración BH1-BH3. BAT_BATLOW_SED (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior), CIR_SND (Arena circalitoral) y CIRDP_SND (Arena circalitoral profunda).



Tabla 81. Área (en km²) y porcentaje para cada MSFD broad hábitat evaluados para el periodo 2016-2022, clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado, que no tiene en cuenta la incertidumbre en la predicción del BH1-SoS. BAT_BATLOW_SED (Sedimento batial superior o sedimento batial inferior), CIR_SND (Arena circalitoral) y CIRDP_SND (Arena circalitoral profunda). Hábitats ordenados en función de su área de extensión.

Habitat	Área total (Km²)	Grado perturbación	Área (Km²)	%
BAT_BATLOW_SED	21489	Sin presión	14128	65,75
		No adversamente afectado	4072	18,95
		Adversamente afectado	3288	15,3
CIRDP_SND	773	Sin presión	196	25,33
		No adversamente afectado	407	52,74
		Adversamente afectado	169	21,93
CIR_SND	650	Sin presión	422	64,95
		No adversamente afectado	154	23,72
		Adversamente afectado	74	11,33

3.2. BBHTs evaluados con BH3 informado por BH1-SoS

Para los seis BBHTs evaluados con esta metodología (CIR_MUD; CIR_MX; CIR_CS; CIRDP_MUD; CIRDP_MX; CIRDP_CS) se han aplicado los umbrales de presión establecidos en base a la matriz del BH3 informada por el indicador BH1-SoS (Tabla 77, Figura 123 y Figura 124). Los hábitats con sensibilidad 3, como son CIR_MX; CIR_CS; CIRDP_MX; CIRDP_CS, se les aplica un valor de SAR de 2 y a los hábitats de sensibilidad 2, como CIR_MUD y CIRDP_MUD, un valor de 3,6.

Todos estos hábitats presentan un porcentaje de área adversamente afectada (en ambos periodos) que supera el umbral del 25 % establecido. Prácticamente el 50 % del área total del conjunto de estos hábitats se encuentra por encima de ese 25 % de área adversamente afectada. No obstante, este porcentaje es menor para el periodo 2016-2022 que para el 2010-2015. La mayor extensión de áreas no adversamente afectadas (para ambos periodos) se encuentra frente al golfo de Almería y cabo de Gata (Figura 123 y Figura 124).

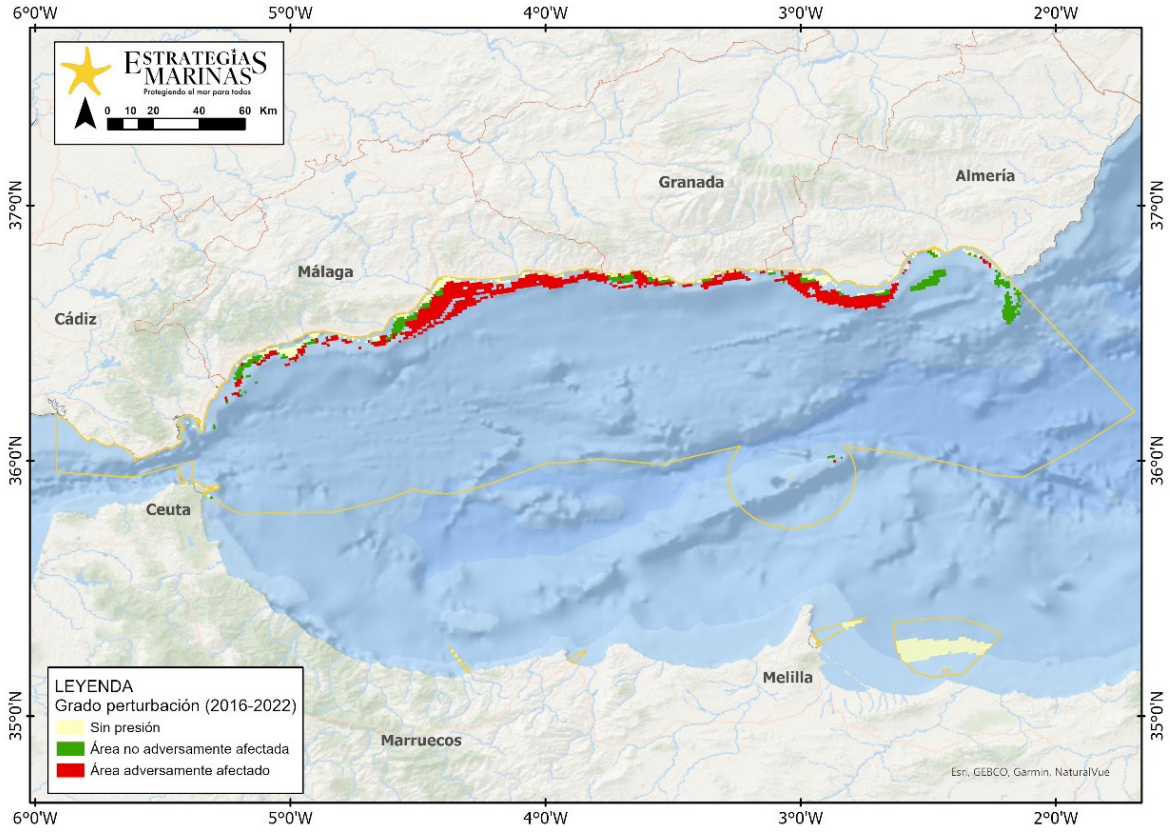


Figura 122. Distribución del grado de perturbación en la DMESAL en relación con la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022 empleando la integración BH1-BH3. Se han evaluado los hábitats, CIR_MUD, CIR_MX, CIR_CS, CIRDP_MUD, CIRDP_MX y CIRDP_CS que suponen 13 % de la huella de arrastre. CIR_MUD (Fango circalitoral), (CIR_MX) Sedimento mixto circalitoral, (CIR_CS) Sedimento grueso circalitoral, (CIRDP_MUD) Fango circalitoral profundo, (CIRDP_MX) Sedimento mixto circalitoral profundo y (CIRDP_CS) Sedimento grueso circalitoral profundo.



Tabla 82. Área (en Km²) y porcentaje para cada MSFD broad hábitat evaluado para el periodo 2016-2022 clasificado como; sin presión, no adversamente afectado (pero sometido a presión) y adversamente afectado empleando la integración BH1-BH3. (CIRDP_MUD) Fango circalitoral profundo, (CIR_CS) Sedimento grueso circalitoral, (CIRDP_MX) Sedimento mixto circalitoral profundo, (CIRDP_CS) Sedimento grueso circalitoral profundo, CIR_MUD (Fango circalitoral) y (CIR_MX) Sedimento mixto circalitoral. Hábitats ordenados en función de su área de extensión.

Habitat	Área total (Km²)	Grado perturbación	Área (Km²)	%
CIRDP_MUD	650	Sin presión	253	39
		No adversamente afectado	170	26,10
		Adversamente afectado	227	34,90
CIR_CS	410	Sin presión	124	30,38
		No adversamente afectado	54	13,16
		Adversamente afectado	231	56,46
CIRDP_MX	221	Sin presión	0	0
		No adversamente afectado	13	6,03
		Adversamente afectado	208	93,96
CIRDP_CS	120	Sin presión	0	0
		No adversamente afectado	71	59,17
		Adversamente afectado	49	40,83
CIR_MUD	177	Sin presión	64	35,91
		No adversamente afectado	37	21
		Adversamente afectado	76	43,09
CIR_MX	63	Sin presión	24	38,09
		No adversamente afectado	5	7,93
		Adversamente afectado	34	53,96

3.3. Evaluación final

Con la aplicación de los índices BH1-SoS y BH3 informado por BH1-SoS hemos podido evaluar el 85,3 % del total de la huella de arrastre de la demarcación (~100 % si excluimos el ~14 % hábitats rocosos). En conjunto, nuestros datos indican que un 55,4 % (1.5212 km^2) del total del área de la demarcación no está sometida a la pesca de arrastre, mientras que un 15,9 % (4.356 km^2) se encuentra adversamente afectada por dicha presión y un 18,2 % del área (4.984 km^2) aun estando sometida a la pesca de arrastre, no se encuentra adversamente afectada.

En concreto, los hábitats con mayor proporción de áreas adversamente afectadas son, Sedimento mixto circalitoral profundo con un 93,96 % (208 km^2), Sedimento grueso circalitoral con un 56,46 % (231 km^2), Sedimento mixto circalitoral con un 53,96 % (34 km^2), Fango circalitoral con un 43,09 % (76 km^2), Sedimento grueso circalitoral profundo con un 40,83 % (49 km^2) y Fango circalitoral profundo con un 34,90 % (227 km^2).

Todos los hábitats presentan una disminución de la proporción (porcentaje, %) de área adversamente afectada con respecto al periodo anterior. Sin embargo, este grado de mejora varía en función del hábitat. Los hábitats, Sedimento grueso circalitoral, Sedimento mixto circalitoral, Sedimento mixto circalitoral profundo y Sedimento batial superior o Sedimento batial inferior mostraron una tendencia de mejora menos acusada que el resto de los hábitats, por lo que consideramos que la tendencia es estable. El resto de hábitats como Arena circalitoral, Arena circalitoral profunda, Fango circalitoral, Sedimento grueso circalitoral profundo y Fango circalitoral profundo tendrían una tendencia de mejora. No obstante, de todos los hábitats analizados solo la Arena circalitoral profunda pasaron de estar en mal estado ambiental en el periodo 2010-2015 a un buen estado ambiental en el periodo 2016-2022. Por otro lado, la Arena circalitoral y el Sedimento batial superior o Sedimento batial inferior fueron los únicos hábitats que se mantuvieron en buen estado ambiental durante ambos periodos.

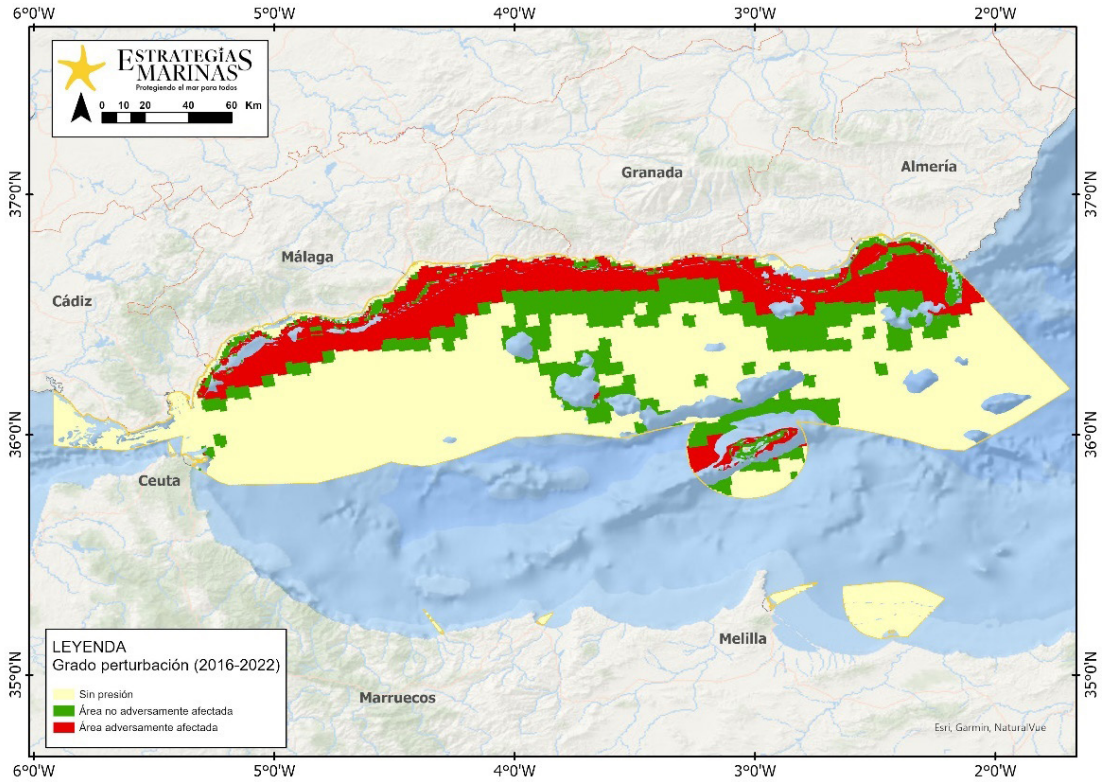


Figura 123. Distribución del grado de perturbación para todos los hábitats evaluados en la DMESAL en relación con la pesca de arrastre para el periodo 2016-2022.

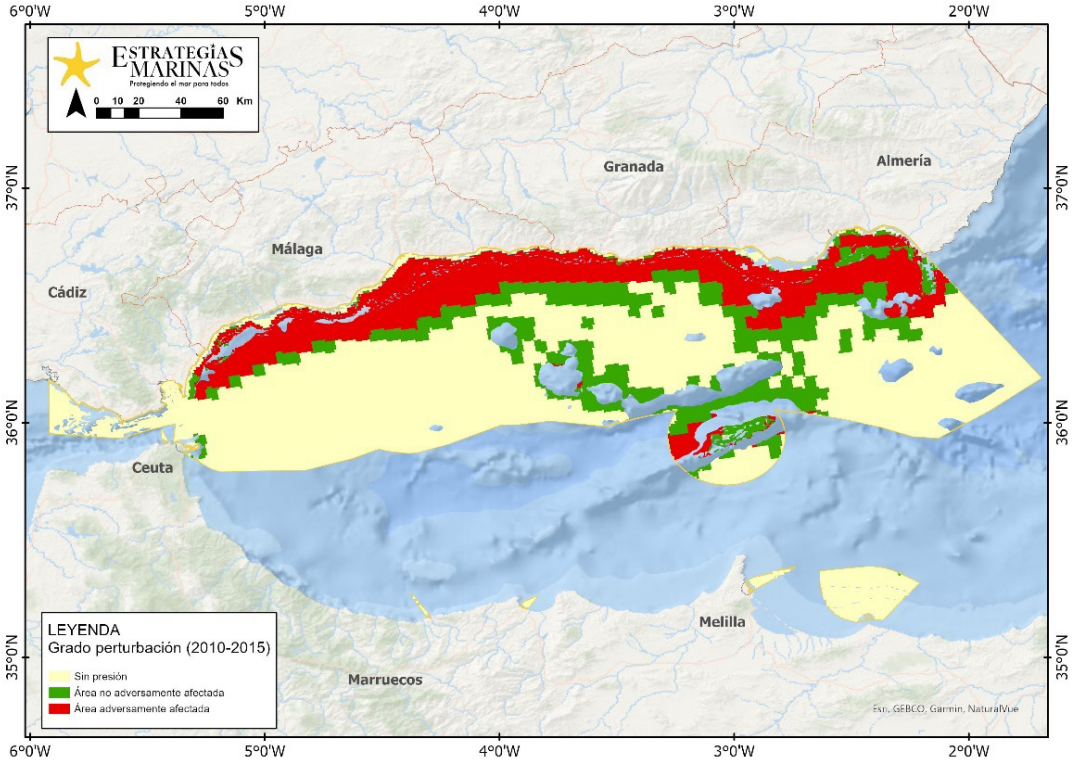


Figura 124. Distribución del grado de perturbación para todos los hábitats evaluados en la DMESAL en relación con la pesca de arrastre para el periodo 2010-2015.

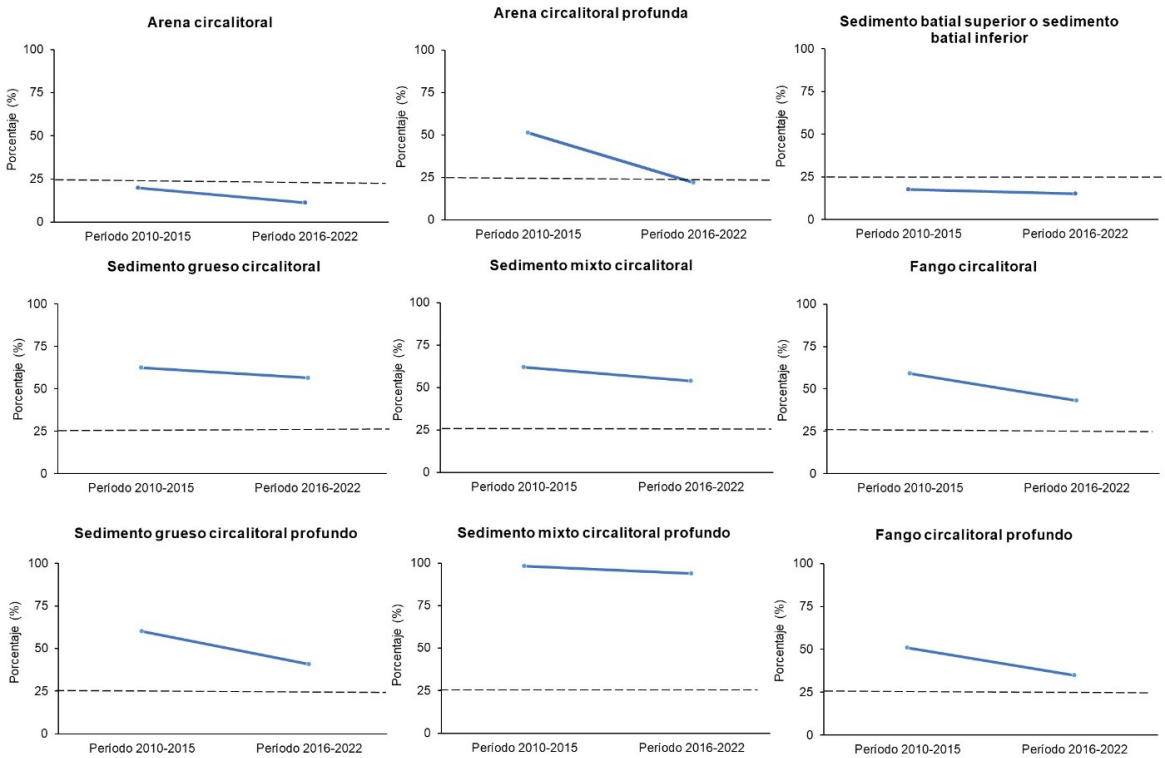


Figura 125. Porcentaje de área total de los hábitats evaluados para los periodos 2010-2015 y 2016-2022. Nota, la línea punteada marca el umbral de extensión máxima del 25 % de área adversamente afectada.



Tabla 83. Porcentaje para cada MSFD broad hábitat evaluado clasificado como adversamente afectado para los periodos 2016-2022 y 2010-2015 (ciclo anterior), mostrando en color rojo cuando supera el umbral de extensión del 25 % y en color verde cuando no lo supera. Además, se muestra la tendencia con respecto al ciclo anterior (diferencia en él % de área adversamente afectada) ↗ si la tendencia es de mejoría, ↔ si es estable y ↘ si es en deterioro, así como el valor de dicha diferencia en %).

Hábitat	% BBHT adversamente afectado		Tendencia (diferencia en %)
	2016-2022	2010-2015	
BAT_BATLOW_SED	15,3	17,76	↔ (-2,46)
CIRDP_SND	21,93	51,25	↗ (-29,32)
CIR_SND	11,33	19,75	↗ (-8,45)
CIRDP_MUD	34,90	50,99	↗ (-16,09)
CIR_CS	56,46	62,44	↔ (-5,98)
CIRDP_MX	93,96	98,27	↔ (-4,31)
CIRDP_CS	40,83	60	↗ (-19,17)
CIR_MUD	43,09	59,11	↗ (-15,02)
CIR_MX	53,96	61,9	↔ (-7,94)



4. Referencias

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 J Mar Sci, 75 (5), 1710-1721

ICES. 2021. Workshop on the Use of Predictive Habitat Models in ICES Advice (WKPHM). ICES Scientific Reports. 3:67, pp.100

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

Matear L., Vina-Herbon C., Woodcock K.A., Duncombe-Smith S.W., Smith A.P., Schmitt P., Kreutle A., Marra S., Curtis E.J., 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

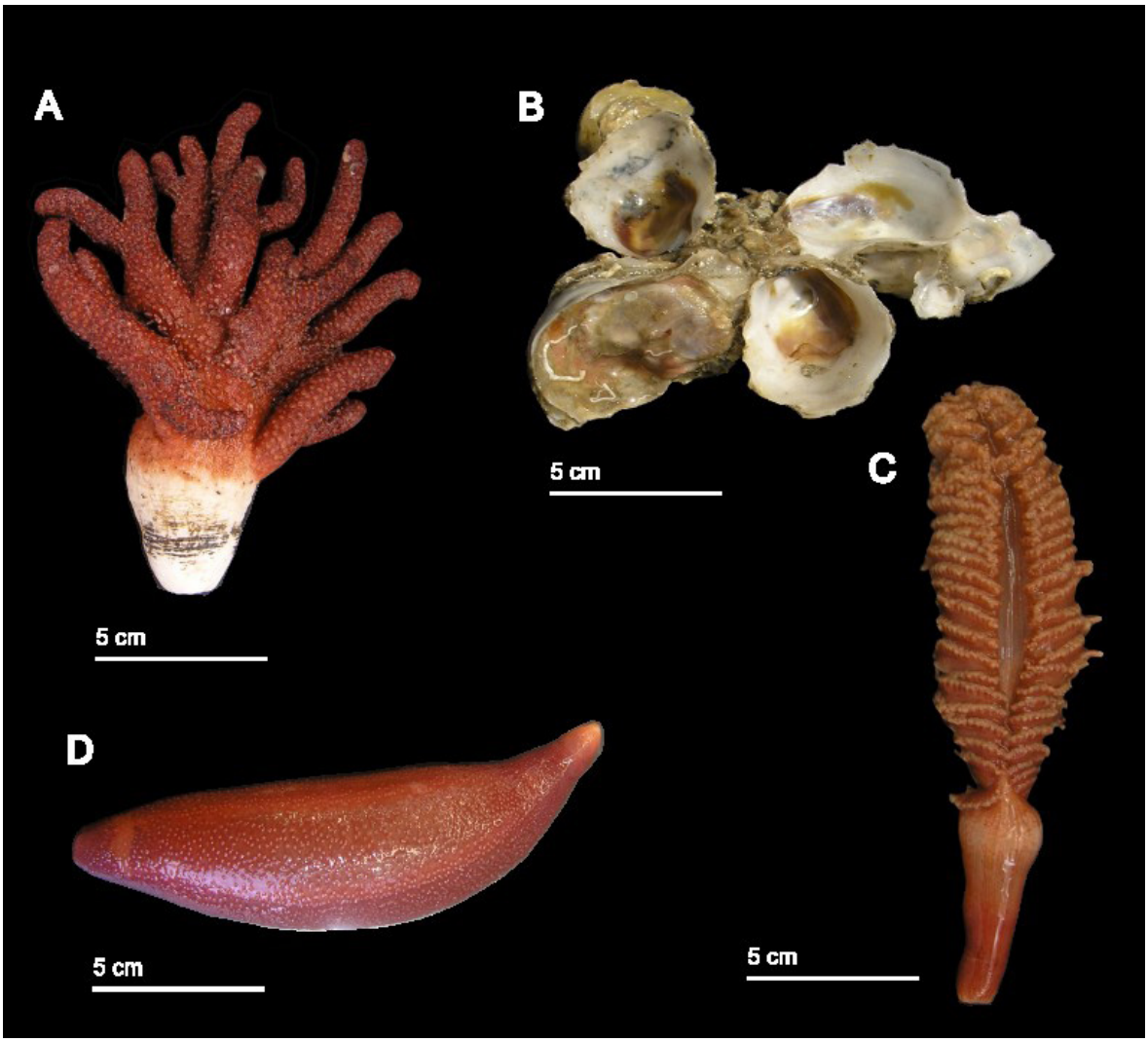
OSPAR. 2017. Coordinated Environmental Monitoring Programme (CEMP) Guidelines Common Indicator: BH3 Extent of Physical Disturbance to Benthic Habitats OSPAR Agreement 2017-09

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

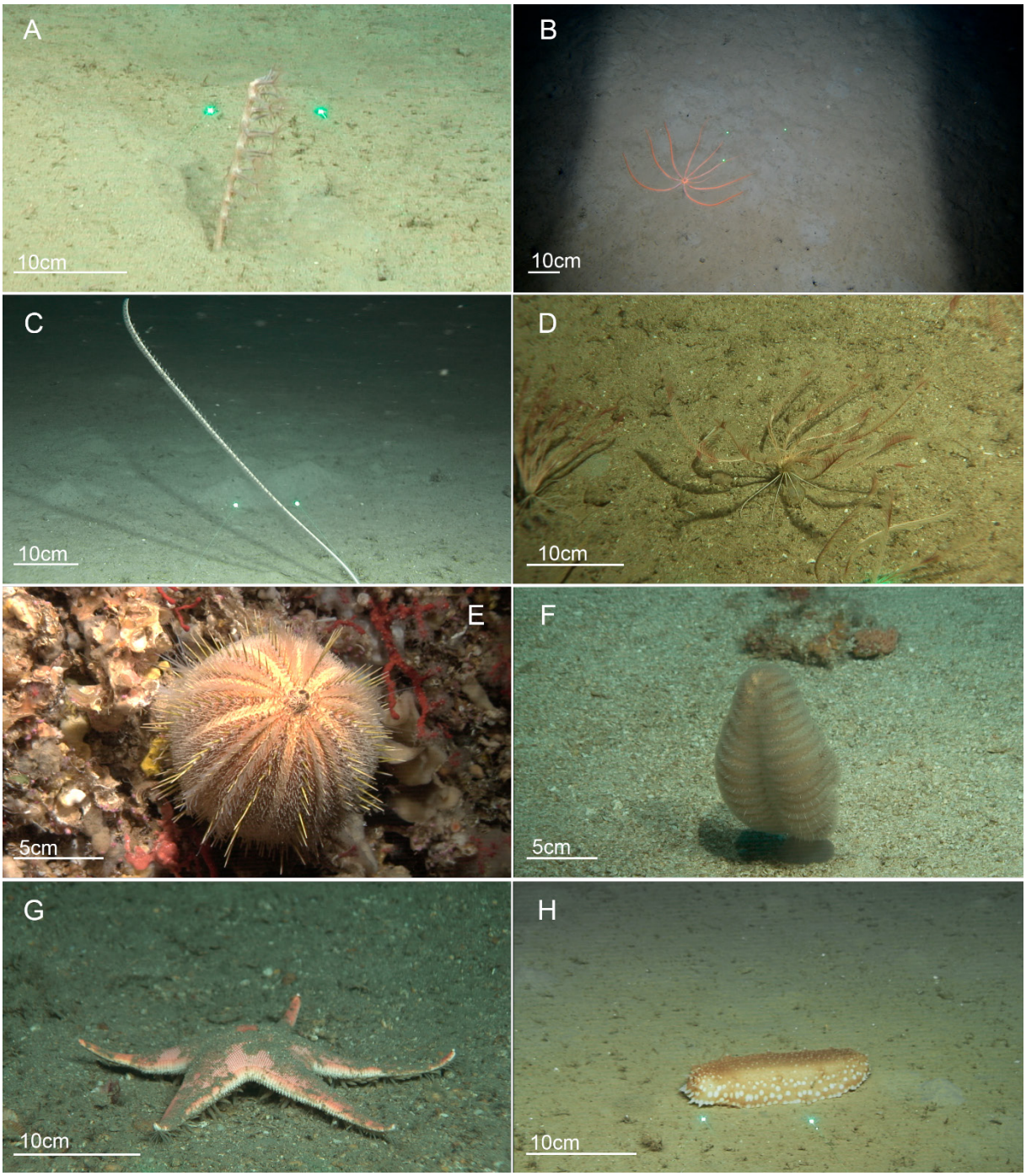
Plaza-Morlote M., García-Alegre A., González-Irusta J. M., Torriente A., Fernández-Arcaya U., Punzón A, Serrano A. 2023. Sentinels of the Seabed. In: OSPAR, 2023: The 2023 Quality Status Report for the North-East Atlantic. OSPAR Commission, London

Serrano A., de la Torriente A., Punzón A., Blanco M., Bellas J., Durán-Muñoz P., Murillo F.J., Sacau M., *et al.*, 2022. Sentinels of Seabed (SoS) indicator: Assessing benthic habitats condition using typical and sensitive species. Ecol Indic, 140, 108979

Anexos



Anexo 1. Algunos ejemplos de especies centinela fotografiados en laboratorio. Alcyonum palmatun (A), Neopycnodonte cochlear (B), Molpadia musculus (C) y Pennatula rubra (D).



Anexo 2. Algunos ejemplos de especies centinela fotografiados en su hábitat. Kophobelemnon stelliferum (A), Hymenodiscus coronata (B), Funiculina quadrangularis (C), Leptometra phalangium (D), Echinus melo (E), Pteroides spinosum (F), Tethyaster subinermis (G) y Parastichopus regalis (H).

ESTRATEGIAS MARINAS

Protegiendo el mar para todos