



2020

Informe Mar Balear

VARIOS AUTORES

Editado por R. Vaquer-Sunyer y N. Barrientos

CORRECCIÓN Y TRADUCCIÓN

Catalán
Antònia Torres Bauçà

Castellano
Marga Font Rodon

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

drbb.studio

IMPRESIÓN

Impreso en Esment Impremta.

Papel cubiertas:

Freelife Vellum White de 320 g
Ecològic amb certificació FSC.

Papel interiores:

Lenza Green de 120 g Reciclat
100 % amb certificació FSC.



Informe Mar Balear

Índice

PREFACIO	11
INTRODUCCIÓN	
a ¿Qué es un indicador?	12
b Marco normativo	12
c Trabajos previos.	13
d Estructura del informe	14

ESTADO

I. INDICADORES DE LAS VARIABLES FISICOQUÍMICAS DEL MAR BALEAR

1 Temperatura	20
-------------------------	----

II. BIODIVERSIDAD

PLANTAS MARINAS

<i>Posidonia oceanica</i>	32
2 Área de distribución	32
<i>Cymodocea nodosa</i>	40
3 Área de distribución	42
4 Cobertura.	42
5 Densidad	43
<i>Zostera noltii</i>	46
6 Área de distribución	48

COMUNIDAD DE ALGAS FOTÓFILAS

<i>Caulerpa prolifera</i>	52
7 Área de distribución	54
8 Biomasa.	55

CORALÍGENO

9 Área de distribución	60
----------------------------------	----

MAËRL

10 Área de distribución	68
-----------------------------------	----

AVES MARINAS

PAÍÑO EUROPEO (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	76
11 Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta	79
12 Éxito reproductor	81
13 Supervivencia de adultos	83

PECES

SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE PECES VULNERABLES A LA PESCA LITORAL .	88
14 Biomasa total de especies vulnerables (kg/250 m ²)	88
15 Riqueza de especies vulnerables (nº de especies/250 m ²)	88

POBLACIONES DE PECES DE INTERÉS PARA LA PESCA RECREATIVA**RAOR (*Xyrichtys novacula*)**

16 Abundancia relativa	102
----------------------------------	-----

CRUSTÁCEOS**LANGOSTA (*Palinurus elephas*)**

17 Índices de asentamiento	108
--------------------------------------	-----

CETÁCEOS**CACHALOTE (*Physeter macrocephalus*)**

18 Tasa de encuentro.	114
-------------------------------	-----

DELFIN MULAR (*Tursiops truncatus*)

19 Porcentaje de horas con presencia acústica de la especie (% of Deployment Positive Hours, DHP)	120
---	-----

PARÁMETROS POBLACIONALES Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LOS STOCKS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EXPLOTADAS

MERLUZA (<i>Merluccius merluccius</i>)	134
20 Abundancia y biomasa de la población	134
21 Abundancia y biomasa de reclutas	135
22 Abundancia y biomasa de reproductores	135
23 Talla media y/o estructura poblacional	135
24 Estado de explotación $F_{current}/F_{0.1}$	136
25 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$. . .	136
SALMONETE (<i>Mullus surmuletus</i>)	137
26 Abundancia y biomasa de la población	137
27 Abundancia y biomasa de reclutas.	137
28 Abundancia y biomasa de reproductores	138
29 Talla media y/o estructura poblacional	138
30 Estado de explotación $F_{current}/F_{0.1}$	139
31 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$. . .	139
GAMBA ROJA (<i>Aristeus antennatus</i>)	140
32 Abundancia y biomasa de la población	140

33	Abundancia y biomasa de reclutas	140
34	Abundancia y biomasa de reproductores	141
35	Talla media y/o estructura poblacional	141
36	Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{0.1}$	142
37	Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	142
GAMBA BLANCA (<i>Parapenaeus longirostris</i>)		143
38	Abundancia y biomasa de la población	143
39	Abundancia y biomasa de reclutas	143
40	Abundancia y biomasa de reproductores	144
41	Talla media y/o estructura poblacional	144
42	Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{0.1}$	145
43	Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	145
SEPIA (<i>Sepia officinalis</i>)		146
44	Abundancia y biomasa de la población	146
45	Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{\text{MSY}}$	146
46	Talla media y/o estructura poblacional	147
47	Evolución de las capturas	147
48	Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	148
PULPO DE ROCA (<i>Octopus vulgaris</i>)		149
49	Biomasa de la población	149
50	Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{\text{MSY}}$	149
51	Talla media y/o estructura poblacional.	150
52	Evolución de las capturas	150
53	Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o F_0	150

III. MEDIOAMBIENTE

CALIDAD DE AGUAS DE BAÑO Y MASAS DE AGUA COSTERAS

54	Abundancia de coliformes (<i>Escherichia coli</i> y enterococos intestinales)	154
55	Indicador biológico de macroinvertebrados: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)	160
56	Indicador biológico de macroalgas: CARLIT	176

PRESIÓN

IV. ESPECIES ALÓCTONAS

57	Especies exóticas e invasoras en el mar Balear (<i>Callinectes sapidus</i> , <i>Lophocladia lallemandii</i> , <i>Caulerpa cylindracea</i> , <i>Womersleyella setacea</i> , <i>Asparagopsis taxiformis</i> , <i>Acrothamnion preissii</i> , <i>Percnon gibbesi</i> , <i>Caulerpa taxifolia</i> , <i>Halimeda incrassata</i>)	192
58	Área invadida por <i>Halimeda incrassata</i>	208

V. CONTAMINACIÓN

59	Abundancia de residuos flotantes recogidos en el mar	216
60	Ruido submarino	222

CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN SEDIMENTOS 226

61	Concentración de metales pesados en sedimentos	226
62	Concentración de bifenilos policlorados (PCB) en sedimentos	236
63	Concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) en sedimentos.	237
64	Concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en sedimentos	239
65	Concentración de pesticidas organoclorados en sedimentos	240

VI. PRESIÓN PESQUERA

66	Número de licencias de pesca marítima recreativa por tipo (individual, embarcación, submarina, colectiva y deportiva)	246
67	Evolución del número de embarcaciones de la flota pesquera profesional y pesca recreativa	252

VII. PRESIÓN HUMANA Y TURISMO

68	Índice de presión humana (IPH)	260
69	Superficie de costa urbanizada	270

BUQUES EN PUERTO. 274

70	Número de tránsito total de buques por mes, año y puerto.	274
71	Número de cruceros por mes, año y puerto	276
72	Número de ferris por mes, año y puerto	276
73	Número de petroleros por mes, año y puerto	276
74	Número de cementeros por mes, año y puerto.	278
75	Número de barcos con carga rodada por mes, año y puerto	278

76	Número de puertos deportivos y número de amarres	280
----	--	-----

77	Número de embarcaciones fondeadas en playas	284
----	---	-----

USO DE LAS PLAYAS 290

78	Número de usuarios de las playas	293
79	Densidad de usuarios en las playas	294
80	Porcentaje de capacidad de carga de las playas	294

81	Número de turistas y número de plazas turísticas	298
----	--	-----

VIII. CAMBIO CLIMÁTICO

82	Nivel del mar	304
----	-------------------------	-----

RESPUESTA

IX. GESTIÓN AMBIENTAL

83	Número de boyas de amarre de bajo impacto	312
SERVICIO DE VIGILANCIA DE LA POSIDONIA		318
84	Número de embarcaciones de vigilancia	318
85	Número de embarcaciones informadas/asesoradas/comprobadas/movidas .	318
86	Número de infracciones por fondeo indebido	318
87	Educación ambiental marina: porcentajes de interés, de oferta/demanda y de barreras más citadas	326

X. GESTIÓN PESQUERA

88	Evolución del área y porcentaje de mar y litoral balear protegidos como reservas marinas de interés pesquero	336
----	--	-----

XI. INVERSIÓN EN MEJORA DEL MEDIO MARINO

89	Gasto e inversión en áreas marinas protegidas	342
----	---	-----

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

XII. ECONOMÍA AZUL

MEDIDA DE LA ECONOMÍA AZUL		356
90	Valor añadido bruto	359
91	Número de empresas	359
92	Número de trabajadores	359
93	Volumen total de capturas de pesca profesional por especies y su valor económico	362
ACUICULTURA MARINA		370
94	Producción de peces marinos en peso (toneladas)	372
95	Valor económico de la producción de peces marinos	373
96	Producción de alevines de peces en peso (toneladas)	373
97	Valor económico de la producción de alevines de peces	373
98	Producción de moluscos en peso (toneladas)	373
99	Valor económico de la producción de moluscos	373
100	Número de centros de investigación con actividad en materia acuícola .	375
101	Valor económico total de la acuicultura en las Baleares	375

ANEXO

a	Lista de indicadores de futuras versiones del Informe Mar Balear	379
b	Lista de colaboradores	387

Agradecimientos

Las siguientes personas de diferentes entidades han apoyado el proyecto y/o aportado datos e información del mar Balear para la elaboración de este informe:

Eva Aguiar (SOCIB), José M. Aguiló (CNL ABAQUA), Sebastià Albertí (Servicios científicotécnicos, UIB), Carme Alomar (COB-IEO), Josep Alós (IMEDEA UIB-CSIC), Diego Álvarez Berastegui (SOCIB), Marina Bagur (OBSAM), Rosa Balbín (COB-IEO), Enric Ballesteros (CEAB-CSIC), Carmen Barberá (CIMAR-Universidad de Alicante), Marcial Bardolet (IBANAT), Macià Blázquez (UIB), Txema Brotons (Asociación Tursiops), Maribel Cabra (Servicios científicotécnicos, UIB), Juan Calvo (Observatorio de la Sostenibilidad), Miquel Camps (GOB Menorca), Aina Carbonell (COB-IEO), Joan Miquel Cardona (Servicios científicotécnicos, UIB), David Carreras (OBSAM), Ignacio Catalán (IMEDEA UIB-CSIC), Maria Elena Cefalì (COB-IEO), Marga Cerdà (Asociación Tursiops), Joan Cifre (Servicios científicotécnicos, UIB), Josep Coll (Tragsatec), Montse Compa (COB-EIO), Félix de Pablo (Consell Insular de Menorca), Maria del Carmen de Roque Company (Conselleria de Medi Ambient i Territori, GOIB), Laura del Valle Villalonga (SHNB), Salud Deudero (COB-IEO), David Díaz (COB-IEO), Alcía Florit (Conselleria de Medi Ambient i Territori, GOIB), Juan Gabriel Fernández (SOCIB), Inmaculada Ferriz (Asociación TAIB), Antoni Font-Gelabert (Pandion Consultoría Ambiental), Antoni Garau (Federació Balear de Confraries de Pescadors), Trinidad García (Servicios científicotécnicos, UIB), Quim Garrabou (ICM), José Francisco González (Servicios científicotécnicos, UIB), Antoni M. Grau (D. G. de Pesca i Medi Marí, GOIB), Damià Gomis (UIB), Beatriz Guijarro (COB-IEO), Iris Hendriks (IMEDEA UIB-CSIC), Hilmar

Hinz (IMEDEA UIB-CSIC), Marc Julià (OBSAM), Francesca López (GOIB), Nuria Marbà (IMEDEA UIB-CSIC), Marta Marcos (UIB), Eva Marsinyach (OBSAM), Sergio Martino (D. G. de Recursos Hídricos, GOIB), Gabriel Martorell (Servicios científicotécnicos, UIB), Catalina Massutí (GOIB), Enric Massutí (COB-IEO), Joan Matamales (CES), Guillem Mateu-Vicens (UIB), Francesc Mir (CBBA), Antoni Mira (D. G. de Pesca i Medi Marí, GOIB), Joan Moranta (COB-IEO), Jorge Moreno Pérez (Servicio de protección de especies, GOIB), Biel Moyà (UIB), Ivan Murray (UIB), Oliver Navarro (SEMILLA), Pere Oliver, Josep Pablo (Servicios científicotécnicos, UIB), Xavier Pastor, Lydia Png (COB-IEO), Guillem Pons Buades (SHNB), Pedro Puigdemengoles (Ports IB), Pere Puigrós Nicolau (Conselleria de Salut i Consum, GOIB), Antoni Quetglas (COB-IEO), Ivan Ramos Torrens (Conselleria de Medi Ambient i Territori, GOIB), Benjamín Reviriego (CBBA), Blanca Ribas-Villalta (consultora), Antoni Riera (UIB, Fundació IMPULSA), Francesc Riera (D. G. de Pesca i Medi Marí, GOIB), Soraya Romero (Grupo Iberostar), Pilar Sánchez Mateos (ABAQUA), Ana Sanz-Aguilar (IMEDEA UIB-CSIC), Jorge Terrados (IMEDEA UIB-CSIC), Joaquín Tintoré (SOCIB), Fioma Tomàs (IMEDEA UIB-CSIC), Esperança Tous (Servicios científicotécnicos, UIB), Miquel Tudurí (Ports de Balears, Autoritat Portuària de Balears), Xim Valdivieso (UIB), José María Valencia Cruz (LIMIA), Nuria Valverde Costa (Conselleria de Medi Ambient i Territori, GOIB), Maite Vázquez (COB-IEO), Marc Vidal (Servicios científicotécnicos, UIB), Antoni Vivó, Núria Zaragoza (COB-IEO).

Informe Mar Balear

PREFACIO

Mejorar el estado de conservación del mar Balear es un objetivo compartido por nuestra sociedad. Un deseo colectivo reflejado en múltiples compromisos y marcos legales. Avanzar hacia su conservación requiere definir precisamente lo que entendemos por «estado», realizar un diagnóstico inicial para determinar el estado de nuestro mar y ser capaces de seguir su evolución en el tiempo. El INFORME MAR BALEAR es fruto de esta necesidad.

Evaluar el estado y la variabilidad del mar Balear no resulta fácil. El mar es un espacio tridimensional y complejo, fuertemente variable en el espacio y el tiempo, en el que confluyen aspectos ambientales, económicos y sociales. La solución pasa por desarrollar indicadores que nos ayuden a describir esta realidad y por aunar los esfuerzos de todas aquellas instituciones públicas y privadas que llevan años estudiando y acumulando información sobre nuestro mar.

Para hacer frente a este reto, a finales de 2018 la Fundación Marilles propuso a las principales instituciones científicas de las Baleares trabajar conjuntamente hacia un objetivo común: elaborar un informe que describa el estado del medio marino de las Islas Baleares, las presiones a las que está sometido y las respuestas que damos como sociedad. Un informe objetivo, con fundamento científico y con la ambición de ser ampliado y actualizado regularmente, y que contenga indicadores que nos permitan seguir la evolución del estado del mar Balear a lo largo del tiempo.

La respuesta fue positiva, y en diciembre de 2018 celebramos la primera reunión para hacer realidad un proyecto que se inicia con la publicación de esta primera versión del INFORME MAR BALEAR. Un documento que recopila muchísima información hasta la

fecha poco difundida, que pone a disposición del público un patrimonio colectivo y que visibiliza el potencial de la colaboración entre instituciones.

Hay muchísimo trabajo detrás de esta publicación, y desde aquí queremos agradecer el esfuerzo de decenas de investigadores y personal técnico que han compartido información y dedicado su tiempo desinteresadamente a este proyecto. El Anexo describe todos aquellos indicadores de los que existe información, pero que no han podido incluirse en esta primera edición por falta de tiempo.

A pesar de toda la información recogida, aún estamos lejos de poder realizar un diagnóstico sobre el estado del mar Balear. Este informe es el inicio de un proyecto a largo plazo, una fotografía de parte de la información que hemos podido recopilar hasta la fecha, pero no necesariamente la que necesitamos. A lo largo de los próximos meses y años seguiremos trabajando para avanzar en este proyecto colectivo y sumar nuevas instituciones y colaboraciones. Con el tiempo, entre todos iremos perfeccionando este proyecto y afinando el contenido del informe.

El INFORME MAR BALEAR no solo debe poner en valor toda la información disponible, sino que también debe sacar a la luz las principales carencias de datos y los retos para suplirlas, y presentar la información de forma clara a la sociedad. Su valor no radica solo en los datos que presenta, sino en la colaboración que se está forjando entre todas las instituciones participantes. Esperemos que este sea el primero de muchos informes, porque si no disponemos de datos científicos e información contrastada será muy difícil avanzar hacia una mejor gestión y conservación del mar y la costa balear y de los numerosos beneficios que nos aporta.

CONSEJO ASESOR DEL INFORME MAR BALEAR

Centre Oceanogràfic de les Balears, Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO)	Fundación Marilles Govern de les Illes Balears (GOIB)	Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM)
Consejo Económico y Social de las Illes Balears (CES)	Grupo Iberostar Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA UIB-CSIC)	Sistema de Observación y Predicción Costero de las Illes Balears (SOCIB)
Fundación Biodiversidad		Universitat de les Illes Balears (UIB)

INTRODUCCIÓN

¿Qué es un indicador?

Un indicador es una medida cuantitativa o cualitativa que nos ayuda a entender fácilmente cómo cambia una variable a lo largo del tiempo. Las funciones principales que debe cumplir son: comunicar, cuantificar y simplificar información. Un buen indicador permite convertir fenómenos complicados en datos cuantificables para ser fácilmente interpretados por todo tipo de público.¹

Se ha escrito mucho sobre las características que idealmente debe reunir un indicador²⁻⁶, y se muestran resumidas a continuación. Aunque no siempre es posible cumplir con todas ellas, son el marco de referencia para la selección de indicadores del INFORME MAR BALEAR.

- Específico, concreto y cuantificable
- Fácil de comprender para un público no experto
- Relevante para la sociedad
- Fácil de medir y con una metodología robusta
- Medible a lo largo del tiempo para mostrar tendencias
- Sensible al cambio
- Comparable en el tiempo y el espacio
- Científicamente sólido y estadísticamente válido
- Económicamente viable
- Útil para visualizar futuros escenarios para la toma de decisiones
- Relevante a nivel normativo y legal
- Relevante para objetivos de gestión
- Consensuado por los agentes implicados

MARCO NORMATIVO

La selección de indicadores de esta primera versión del «Informe Mar Balear» ha puesto especial atención en el marco legislativo existente, que en gran parte ya marca objetivos claros para la mejora del medio marino y costero. Cabe destacar la Directiva marco sobre la estrategia marina, una ley europea por la que los Estados miembros se comprometen a conseguir un buen estado ecológico de su medio marino en 2025. Para esta ley existen unos descriptores e indicadores ya acordados que cada Estado debe compilar y analizar. El INFORME MAR BALEAR incluye algunos de estos indicadores, tal y como ya se están recopilando en el marco de esta ley.

A continuación, presentamos la lista de marcos legales en los ámbitos europeo, nacional y regional, así como convenios internacionales que se han tenido en cuenta en el informe. Cada uno de los indicadores del INFORME MAR BALEAR es relevante para uno o varios de estos marcos legales.

1) Marco legal e institucional regional, nacional y europeo:

- Directiva marco sobre la estrategia marina
- Directiva Hábitats
- Directiva marco del agua
- Directiva relativa a la calidad de las aguas de baño

- Ley del patrimonio natural y la biodiversidad
- Ley de protección del medio marino
- Real Decreto para el desarrollo del Listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas
- Decreto por el que se crea el Catálogo balear de especies amenazadas y de especial protección
- Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre política pesquera común
- Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica
- Decreto Ley por el que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica para la demarcación hidrográfica intracomunitaria de las Islas Baleares
- Real Decreto por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental
- Reglamento de la Comunidad Europea relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo
- Decreto por el que se regula la pesca deportiva y recreativa en las aguas interiores de las Islas Baleares
- Decreto sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Islas Baleares
- Decisión del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas
- Decisión de la Comisión Europea sobre los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas
- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas

2) Convenios internacionales:

- Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona)
- Convenio sobre la Diversidad Biológica
- Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa (Convenio de Berna)
- Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-020 y las Metas de Aichi

TRABAJOS PREVIOS

A lo largo de los últimos años se han impulsado iniciativas parecidas o con objetivos similares al INFORME MAR BALEAR. Cabe destacar el trabajo y proceso participativo liderado por el IMEDEA (CSIC-UIB) y el Consell Econòmic i Social, que culminó en 2007 con la identificación y priorización de indicadores para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) de las Islas Baleares, así como otros estudios, campañas o informes de relevancia a nivel balear, español o mediterráneo. Todos ellos, junto con numerosas publicaciones científicas, han sido consultados para aportar contenido e inspirar ideas para la configuración del INFORME MAR BALEAR.

- «Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC) de las Islas Baleares» (2007) (CES, UIB-IMEDEA-CSIC, Govern de les Illes Balears) y publicaciones internacionales relacionadas.
- «Estudio sobre la prospectiva económica, social y medioambiental de las sociedades de las Islas Baleares en el horizonte 2030 (H2030)» (CES, UIB).
- «Indicadores de sostenibilidad socioecológica de las Islas Baleares» (Observatorio de Sostenibilidad y Territorio).
- Informes de la Comisión General de Pesca para el Mediterráneo (GFCM-FAO).
- Informes del Comité Científico, Técnico y Económico de Pesca (STECF).

- Informes anuales de la campaña MEDITS (IEO).
- Informes del seguimiento de peces en reservas marinas de interés pequeño (Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears).
- Informe «Canal de Menorca. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES», con información de seguimiento del mar Balear.
- Informes de indicadores del Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM).
- Informes europeos sobre la estrategia de crecimiento azul.
- Informe sobre el Plan General de Puertos de las Islas Baleares 2018-2033.
- Memorias del Centro de Coordinación de Limpieza del Litoral (ABAQUA) sobre la recogida de residuos y de la Direcció General Salut Pública i Participació sobre el control sanitario de las aguas de baño de las Islas Baleares.

ESTRUCTURA DEL INFORME

En la descripción de cada indicador se justifica su importancia a la hora de incluirlo en el informe, la normativa a la que está sometido y, si procede, el rango de valores óptimo o deseable. Además, se describe la metodología utilizada en la obtención y el análisis de los datos, y se presentan los principales resultados para cada indicador. Finalmente, se acompaña cada indicador con una ficha resumen donde se visualiza de manera más gráfica la información presentada.

Se incluyen datos de 101 indicadores que se han clasificado en 4 categorías: Estado, Presión, Respuesta y Socioeconómicos (Figura 1). La estructura Estado-Presión-Respuesta ha sido ampliamente utilizada y aceptada desde su establecimiento a principios de los años noventa del siglo XX.⁷

i) Estado ==> ¿Cómo se encuentra y cómo evoluciona el estado del mar a lo largo del tiempo?

Estos indicadores proporcionan información sobre la salud del ecosistema marino y reflejan tendencias sobre variables físicoquímicas, hábitats y especies. La mayoría se encuentran recogidos en directivas o legislación europea o nacional, que en muchos casos definen un sistema de referencia para poder interpretar los resultados del indicador. A pesar de que muchas veces se desconocen los valores óptimos de un determinado indicador para el mar Balear, la categoría de «estado» presenta el bloque de mayor extensión de este informe.

ii) Presión ==> ¿Qué presiones existen sobre el mar Balear y cómo evolucionan?

Estresores antropogénicos que amenazan la salud del entorno marino (contaminación, presión pesquera, presión humana y turismo, especies alóctonas o invasoras y cambio climático). Hay claros vacíos de información en esta sección, y en futuras versiones esperamos ampliarla con nuevos indicadores.

iii) Respuesta ==> ¿Qué respuestas estamos dando como sociedad para paliar un impacto o problema?

Miden la efectividad y el rendimiento de la gestión para la mitigación de las presiones sobre el medio marino y la calidad de la gobernanza. Su objetivo principal es conseguir una gestión adecuada y exitosa.

iv) Socioeconómicos ==> ¿Cómo interaccionan la economía y la sociedad balear con el medio marino y costero?

Describen indicadores de actividades económicas y sociales relacionadas con el medio marino. Se incluyen indicadores de extracción y comercialización de especies (desembarcos pesqueros y producción en acuicultura), así como empresas y puestos de trabajo directamente relacionados con el mar.

LEYENDA DE LAS FICHAS

Color en las islas



Datos de las Islas Baleares.

Color en el mar



Datos del mar Balear.

Color en contorno de costa



Datos de la costa balear.

Puntos o zonas con color



Datos locales o regionales.

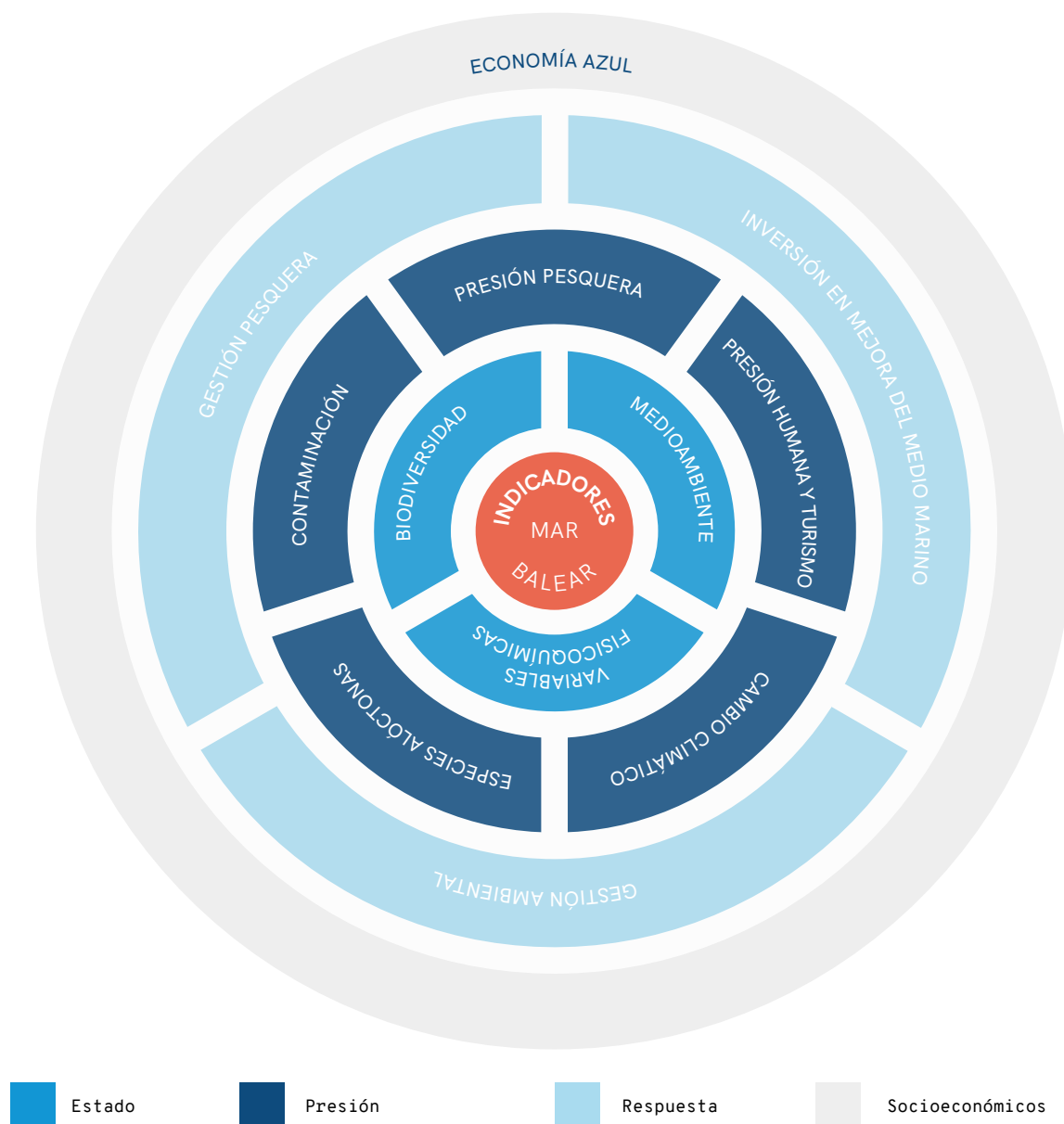


Figura 1. Esquema conceptual de la estructura del INFORME MAR BALEAR (2020) en el que se muestran sus 12 capítulos distribuidos en las cuatro categorías de indicadores que se han considerado (Estado – Presión – Respuesta – Socioeconómicos).

REFERENCIAS

¹ DELBAERE, B. (2002). «Biodiversity indicators and monitoring: Moving towards implementation: Proceedings of a side event held at the 6th Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity, 10 April 2002». Tilburgo (Países Bajos): ECNC Technical Report Series.

² INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION (2006). «A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of Integrated Coastal and Ocean Management». *Manuals and Guides*, 46 (ICAM Dossier 2). París: UNESCO.

³ GOBIERNO VASCO (2002). «Programa Marco Ambiental de la Comunidad Autónoma del País Vasco (2002-2006): Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible (2002-2020)». Bilbao: Sociedad Pública de Gestión Ambiental (IHOBE).

⁴ DIEDRICH, A. *et al.* (2008). «Sistema de Indicadores para la Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC) de las Islas Baleares». Palma: Consell Econòmic i Social de les Illes Balears.

⁵ DIEDRICH, A. *et al.* (2010). «Balancing science and society through establishing indicators for integrated coastal zone management in the Balearic Islands». *Marine Policy*, 34(4), 772-781.

⁶ JONES-WALTERS, L. *et al.* (2012). «Streamlining European biodiversity indicators 2020: Building a future on lessons learnt from the SEBI 2010 process». *European Environmental Agency, Technical Report*, 11. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.

⁷ ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (1993). «OECD core set of indicators for environmental performance reviews». París: *OECD Environment Monographs*, 83.



Rocas cerca de la costa en la playa de Cala Agulla, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

Estado

I	Indicadores de las variables fisicoquímicas del mar Balear	18
II	Biodiversidad	28
III	Medioambiente	152



Dispositivo utilizado en campañas oceanográficas para medir parámetros de temperatura, salinidad y profundidad, entre otras variables. FUENTE: Miquel Gomila.

I

Indicadores de las variables físicoquímicas del mar Balear

1	Temperatura	20
---	-----------------------	----

1

Temperatura

La temperatura del océano ha ido variando de forma natural a lo largo de la historia de la Tierra. Es una de las variables cruciales del complejo sistema climático, ya que contribuye a regular el clima de todo el planeta a través de las corrientes marinas y los intercambios de calor con la atmósfera. De hecho, el océano almacena cantidades de calor muy superiores a las de la atmósfera y representa la «memoria» del sistema, debido a la gran escala temporal de los cambios oceánicos. Por tanto, el análisis de las series temporales de temperatura oceánica constituye un indicador climático fundamental.¹

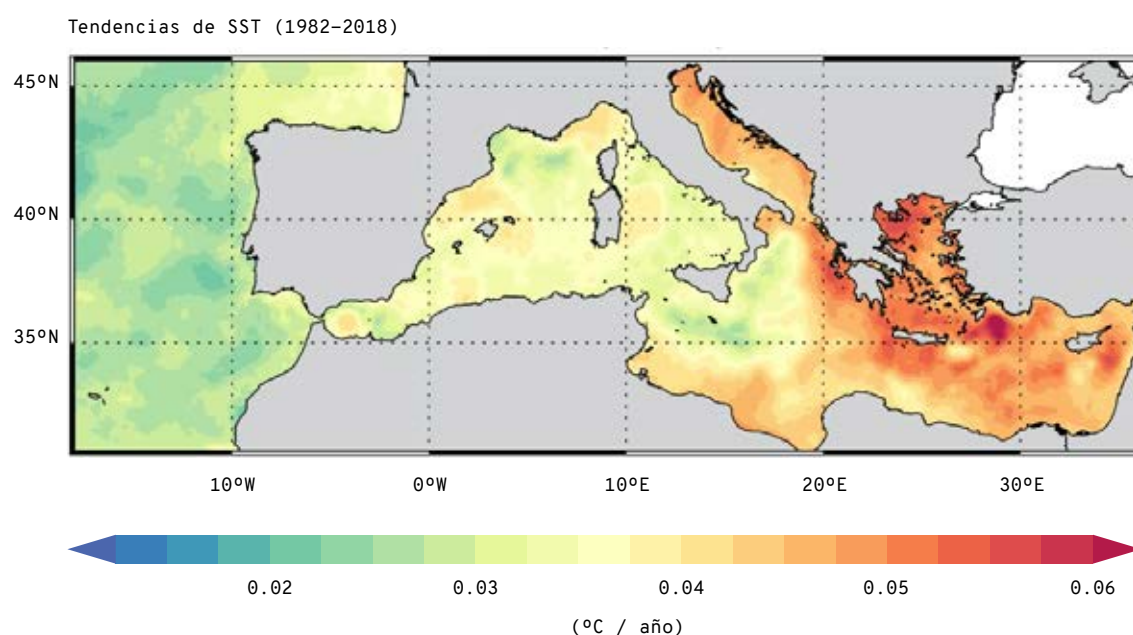


Figura 1. Tendencias de la temperatura superficial del Mediterráneo, mostrando los $0,036 \pm 0,006$ °C/año ($p \leq 0,05$) de media de la zona oeste mediterránea. Los datos se basan en medidas satelitales realizadas entre 1982-2018. FUENTE: figura extraída de Pisano *et al.* (2020).¹³

Globalmente, la temperatura de los océanos en 2019 ha sido la más cálida desde que existen registros de datos de monitoreo.² Adicionalmente, el mar Mediterráneo se considera uno de los más vulnerables a un aumento de la temperatura global planetaria, debido en parte a su naturaleza semicerrada, que le proporciona menor inercia térmica.³⁻⁶ Por otro lado, cambios regionales en la temperatura oceánica pueden tener repercusiones globales, ya que el Mediterráneo se encuentra teleconectado con la Circulación Meridional de Retorno del Atlántico Norte, el motor atlántico de conducción de calor en la Tierra.⁷ En numerosos puntos del Mediterráneo se ha observado que el aumento de la temperatura superficial del agua (a partir

de ahora descrita con las siglas en inglés Sea Surface Temperature, SST) es consistente con el aumento de la temperatura superficial del planeta.^{3, 8-10}

A lo largo del siglo XX, en la cuenca oeste del Mediterráneo se han detectado tendencias de calentamiento.^{11, 12} Específicamente, datos satelitales de los últimos 37 años muestran tendencias de crecimiento de la SST del orden de $0,036 \pm 0,006$ °C/año.¹³ Estos valores son similares a los aportados en el «Copernicus Marine Service Ocean State Report», el cual integra todo tipo de observaciones de temperatura y obtiene un incremento de $0,04 \pm 0,004$ °C/año entre 1993-2016.⁶ Dicho incremento supone la

¿QUÉ ES?

La temperatura es una variable oceanográfica de gran importancia ecosistémica. Ello se debe a que condiciona la supervivencia, distribución y metabolismo de especies, las corrientes oceánicas, el aporte de nutrientes, el nivel de mar y el intercambio de gases con la atmósfera (que controla la acidificación y la oxigenación de las aguas). Adicionalmente, el análisis temporal de la temperatura oceánica representa un indicador climático debido a que el océano absorbe y almacena grandes cantidades de calor.

METODOLOGÍA

La colecta de datos de temperatura se efectúa mediante diversos métodos:

- Datos satelitales (miden la temperatura superficial)
- Medidas *in situ* (miden temperatura superficial y en profundidad):
 - Campañas oceanográficas donde se utilizan dispositivos conocidos como CTD (del inglés Conductivity Temperature Depth).
 - Boyas oceanográficas (fijas o móviles) que pueden transmitir los datos vía satélite.

¿POR QUÉ?

Conocer y predecir los cambios en la temperatura oceánica resulta crucial, ya que podrían repercutir en el estado ecológico del mar y en la estructura socioeconómica de las Islas. La información que aportan largas series temporales de temperatura contribuye a definir estrategias de adaptación y mitigación de riesgos.

LOCALIZACIÓN



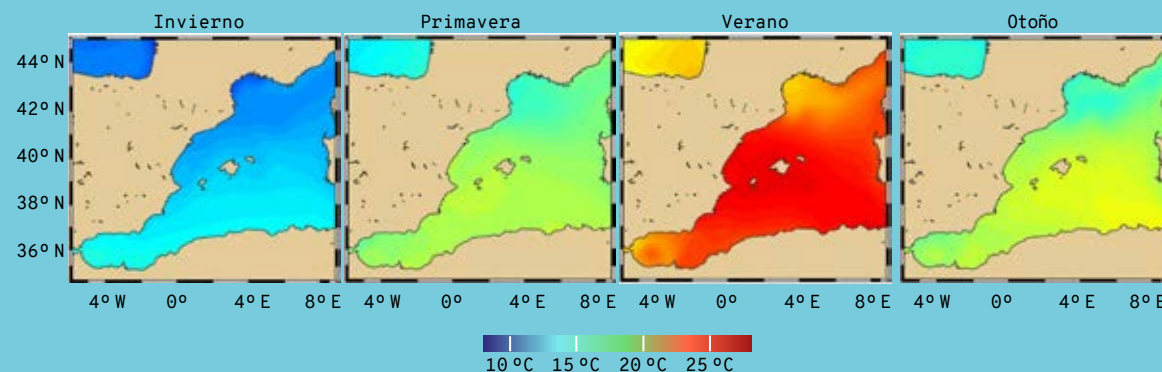
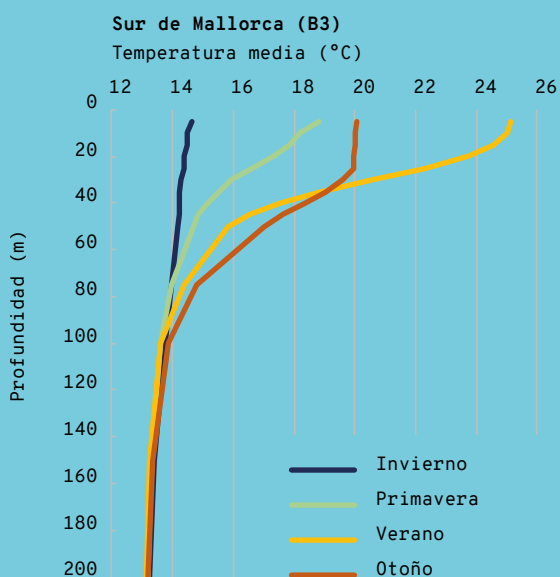
RESULTADOS

En los últimos 37 años se ha detectado mediante datos satelitales un aumento en la temperatura superficial del Mediterráneo occidental de $0,036 \pm 0,006$ °C/año (Pisano *et al.*, 2020).

La temperatura superficial media en verano alcanza los ~25 °C en torno al mar Balear, siendo las máximas > 27 °C (Gomis *et al.*, 2020).

La variación estacional invierno-verano de temperatura en superficie del mar Balear suele ser de aproximadamente 10-15 °C.

La temperatura en profundidad de las distintas estaciones converge hacia un mismo valor a partir de los 100 m de profundidad.



Panel A: perfil de temperatura en profundidad de la estación RADMED B3 del sur de Mallorca entre 1994 y 2006. FUENTE: Vargas-Yáñez *et al.* (2019). Panel B: datos satelitales que muestran la temperatura superficial media estacional entre 1985 y 2016. FUENTE: Gomis *et al.* (2020).

segunda tendencia mayor de los mares regionales de Europa después del mar Negro.⁶ Además de un progresivo aumento en la SST anual, también se ha observado una intensificación de la señal estacional, debido a que la SST de verano ha aumentado más que la de invierno.¹³

Resulta de gran importancia realizar un seguimiento de la temperatura oceánica para conocer su evolución, ya que se trata de una variable que condiciona sobremedida los ecosistemas marinos:

- Condiciona la supervivencia y distribución de muchas especies. La pérdida de parte de la distribución de ciertas especies, como la fanerógama *Posidonia oceanica*,^{14, 15} o la variabilidad interanual de los hábitats de reproducción de otras, son solo algunos ejemplos.¹⁶ Por otra parte, cambios regionales en la temperatura oceánica pueden favorecer la introducción de especies invasoras.⁵
- Regula distintos procesos metabólicos: un incremento de temperatura puede aumentar el metabolismo de ciertos organismos que presentan intervalos de tolerancia pequeños.¹⁷
- Influye en la dinámica de intercambio de gases con la atmósfera, cuyos resultados son, entre otros, la acidificación oceánica y la mayor o menor oxigenación del océano.¹⁸
- Controla procesos hidrodinámicos como la posición de los frentes oceánicos, los cuales a su vez condicionan la productividad y los ciclos de nutrientes.¹⁹
- Dirige las corrientes oceánicas (y por tanto, la distribución de calor y otros parámetros) y la estratificación de la columna de agua a través de los cambios en la densidad.²⁰ De la estratificación dependen procesos cruciales como el aporte de nutrientes desde las capas más profundas a la capa fótica.
- Finalmente, el aumento de temperatura oceánica es uno de los dos factores (junto con la fusión de hielos continentales causada por la temperatura atmosférica) responsables del aumento del nivel del mar, el cual a su vez tiene un impacto importante sobre los ecosistemas costeros.

METODOLOGÍA

Existe una amplia variedad de datos de temperatura en el mar Balear. Los datos presentados a continuación han sido recogidos por medio de los siguientes métodos:

- Datos satelitales desde 1984:^{21, 22} Proporcionan series históricas (normalmente promedios diarios) con una resolución espacial del orden del km y una resolución en los valores del orden de 0,1 °C, suficiente como para captar los cambios estacionales a nivel de cuenca. A menudo los productos distribuidos son mapas de promedios

mensuales de la SST (la resolución temporal se ve reducida con el postprocesado, que elimina interferencias atmosféricas).²²

- Medidas *in situ*.: Derivan en series temporales locales dispersas en el espacio y el tiempo, pero de gran resolución en cuanto a los valores proporcionados. Por ejemplo:

Campañas oceanográficas esporádicas (a lo largo del siglo XX, pero especialmente a partir de los años 40)²¹. Los datos oceanográficos de temperatura se obtienen actualmente con un CTD (del inglés Conductivity Temperature Depth, por los datos que mide) ensamblado en una roseta (Figura 2). Los CTD proporcionan perfiles verticales de los parámetros desde superficie hasta la profundidad deseada. Durante las últimas décadas, los datos de campañas se complementan con datos de boyas de deriva: se trata de boyas que van derivando con la corriente y transmiten los datos vía satélite (boyas del programa Argo). Todos los datos obtenidos en el Mediterráneo hasta el año 2000 se recogieron en las bases de datos MEDATLAS (MAS2-CT93-0074) y MEDAR (MAS3-CT98-0174).

Desde 1994 y en el mar Balear, el proyecto nacional RADMED^{23, 24} (antes del año 2007 también conocido como Ecobaleares) lleva a cabo muestreos periódicos mediante CTD en las mismas localizaciones.

Boyas fondeadas (Figura 3): miden la temperatura del agua superficial (aproximadamente desde los años noventa).



Figura 2. Ejemplo de dispositivo CTD utilizado en campañas oceanográficas para medir parámetros de temperatura, salinidad y profundidad, entre otras variables. FUENTE: Miquel Gomila.



Figura 3. Boya oceanográfica del SOCIB en la bahía de Palma utilizada para medir las variables oceanográficas de superficie (~5 m de profundidad). FUENTE: Natalia Barrientos.

Entre las limitaciones de los datos de temperatura oceánica cabe destacar la gran variabilidad temporal (desde el ciclo estacional a variaciones decadales) y espacial (depende de la posición de las corrientes y frentes oceánicos, transferencia de calor atmósfera-oceano) inherente a esta variable.²¹ Por tanto, se necesitan series largas (> 30 años como mínimo) para poder observar tendencias significativas de temperatura.²¹ Por ello es fundamental acompañar cualquier valor de tendencias con un cálculo estadístico de su significancia.²¹

RESULTADOS

Promedios estacionales a partir de datos satelitales

En verano, las máximas temperaturas superficiales de toda la cuenca del Mediterráneo occidental se registran alrededor de las Baleares, con valores estacionales medios en torno a los 25 °C (Figura 4).^{21, 22} Los mínimos relativos de la SST durante el verano se dan registran el mar de Alborán, debido a la entrada de aguas atlánticas más frías que las aguas

mediterráneas, y en el Golfo de León (Figura 4). En invierno se observa un claro gradiente latitudinal, con valores medios que oscilan entre los 13 °C del Golfo de León y los 17 °C de la costa africana.

Medidas in situ

Del proyecto RADMED²³, desde 1994 se muestran unos valores medios de las SST de invierno y verano correspondientes a las estaciones de:

- Norte de Menorca: invierno, 13,66 °C; verano, 24,1 °C
- Cabrera: invierno, 14,08 °C; verano, 24,9 °C
- Canal de Mallorca: invierno, 15,53 °C; verano 25,1 °C

La media estacional de cinco de las estaciones RADMED (Mallorca: B1, B2, B3; Menorca: MH; Cabrera: EPC) muestra que la estación de Menorca registra temperaturas superficiales menores que en el sur de Mallorca y Cabrera, pero que todas las estaciones convergen alrededor de los 100 m de profundidad (Figura 5).

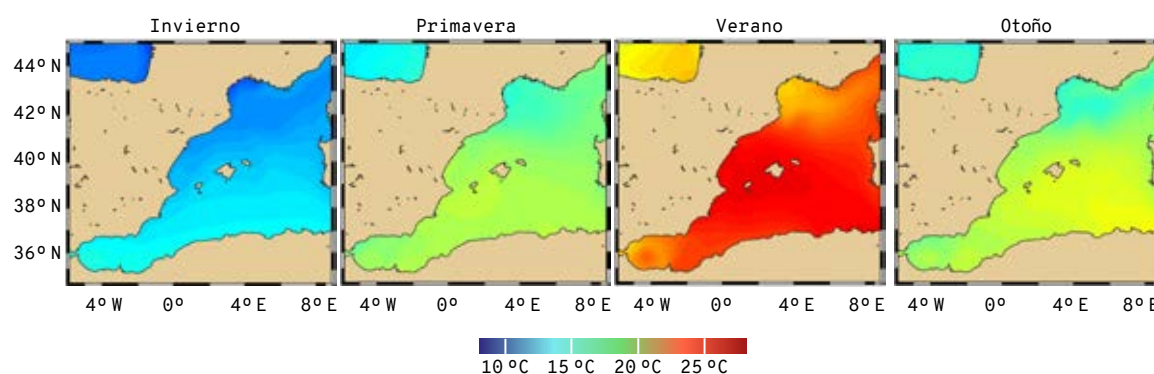


Figura 4. Datos satelitales de 1985–2016 representando las SST estacionales del Mediterráneo occidental. FUENTE: Gomis *et al.* (2020).²²

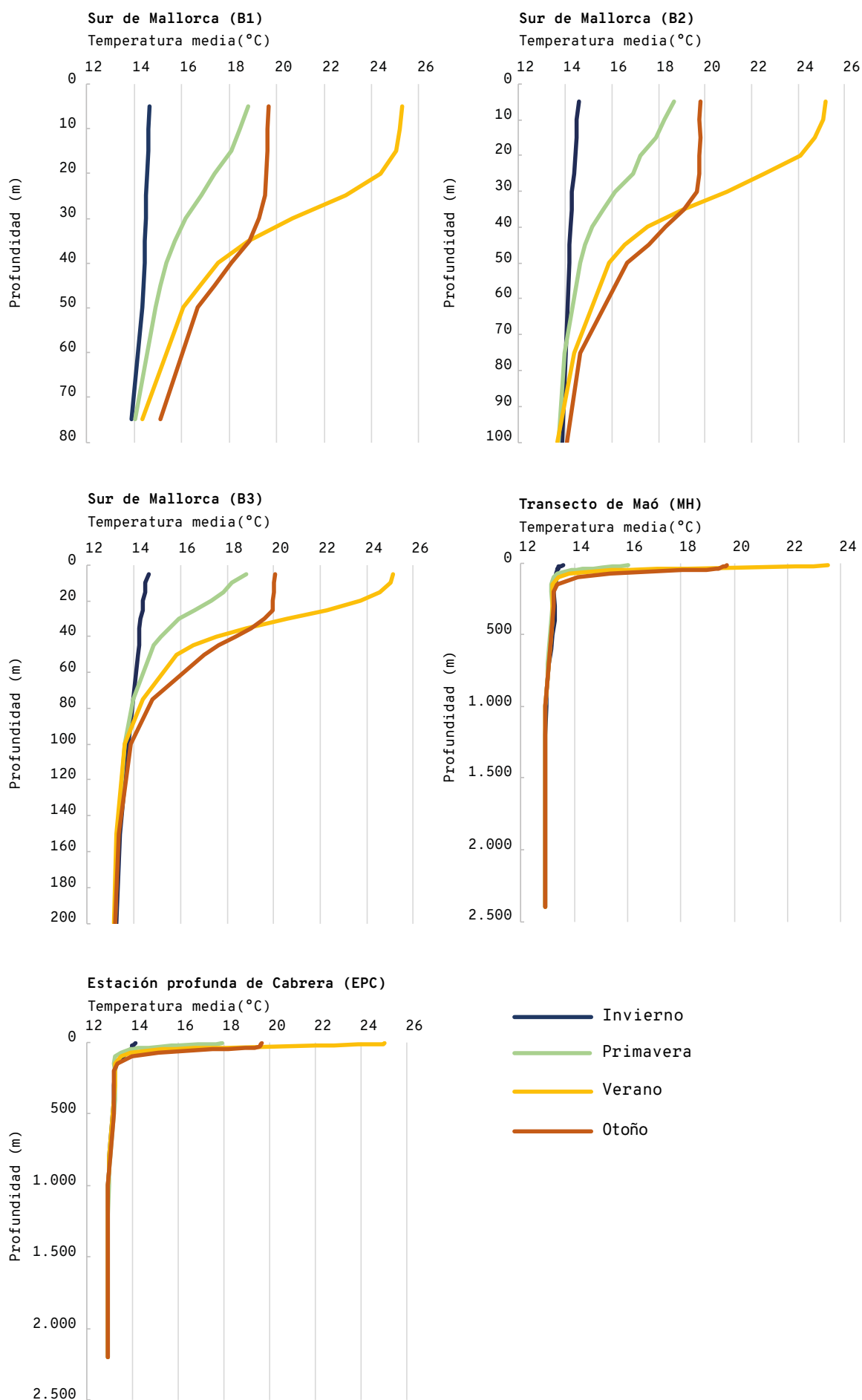


Figura 5. Media estacional de 5 estaciones RADMED del mar Balear. Número de datos por punto de muestreo entre 5-27. Rango máximo de datos 1994-2006. FUENTE: Vargas-Yáñez *et al.* (2019).²⁴

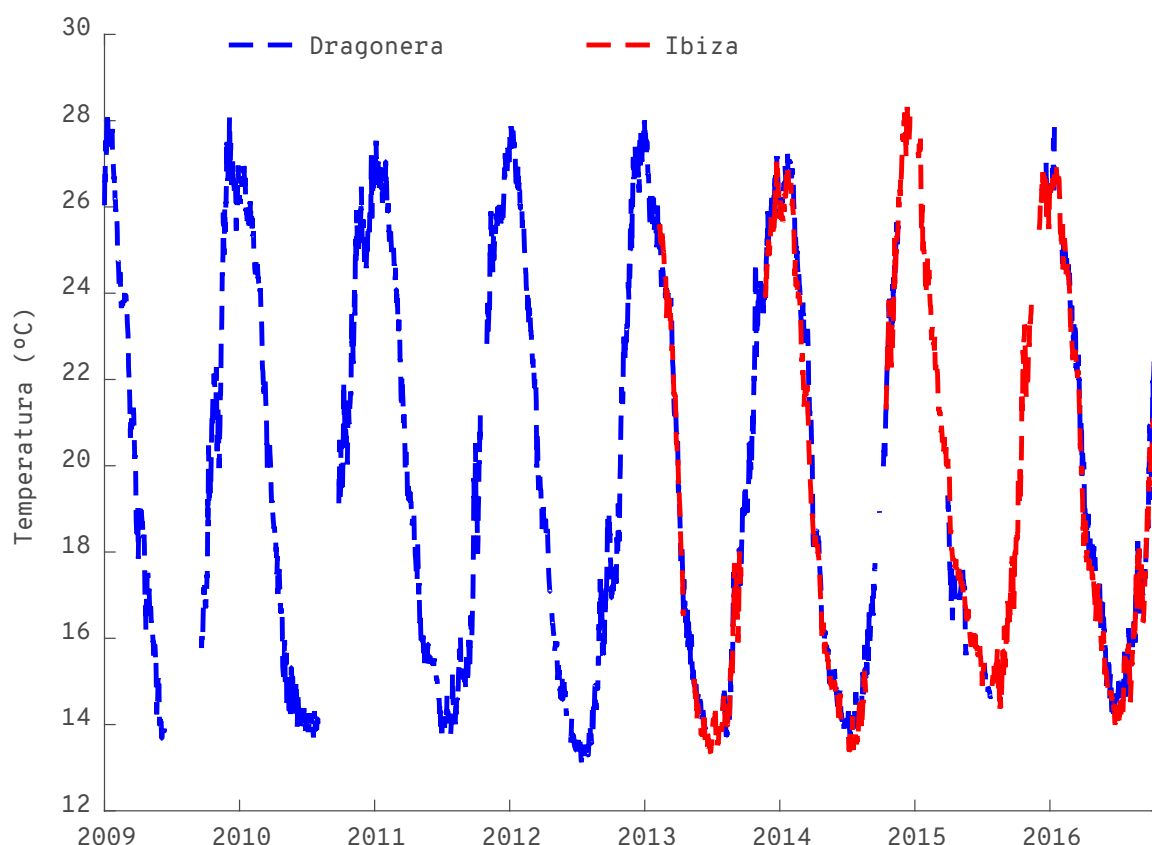


Figura 6. Datos de temperatura superficial de las boyas de Puertos del Estado de Sa Dragonera (línea azul) y del puerto de Ibiza (línea roja). Los ciclos muestran la variabilidad estacional reflejada en cada estación. FUENTE: Puertos del Estado.²⁶

Boyas oceanográficas (2009–2018)

Debido a la corta duración del registro (< 10 años) tan solo se puede observar la variabilidad estacional (Figura 6). La temperatura muestra un rango estacional de aproximadamente 15 °C (~28 °C de máxima y ~13 °C de mínima) en los datos de boyas de Sa Dragonera y del puerto de Ibiza (Figura 6).

El conocimiento de las fluctuaciones de las SST estacionales es de gran importancia, ya que las predicciones climáticas para finales del siglo XXI prevén que el aumento medio estacional será mayor en verano ($3,4\text{ °C} \pm 1,3\text{ °C}$) que el resto del año.²⁵

CONCLUSIONES

- Datos satelitales de la cuenca oeste mediterránea muestran tendencias de aumento de la SST del orden de $0,036 \pm 0,006\text{ °C/año}$ durante los últimos 37 años.¹³
- Estudios de las series de datos satelitales del Mediterráneo occidental (1984-2016) muestran que

en verano las temperaturas máximas de la cuenca se alcanzan alrededor de las Islas Baleares. En el archipiélago, los valores medios de la SST en verano se encuentran en torno a los 25 °C, mientras que los valores máximos superan los 27 °C.

- Las variaciones estacionales capturadas en boyas oceanográficas muestran una variación de la SST de en torno a los 10-15 °C entre invierno y verano.
- En profundidad, las temperaturas de todas las estaciones convergen a los 100 m.
- Los modelos climáticos apuntan a que la temperatura superficial del mar aumentará notablemente durante el s. XXI.²⁵
- Es fundamental mantener la observación de esta variable oceanográfica para llegar a disponer de series de gran longitud temporal.⁵ Ello permitiría interpretar mejor los datos de las tendencias, concretar la variabilidad decadal de los datos climáticos y mejorar los modelos de predicción climática y la gestión en torno a la mitigación de posibles impactos.⁵

REFERENCIAS

¹ MONTERRAT, S. *et al.* (2008). «A mesoscale index to describe the regional circulation around the Balearic Islands». *Journal of Marine Systems*, 71(3-4), 413-420.

² CHENG, L. *et al.* (2020). «Record-setting ocean warmth continued in 2019». *Adv. Atmos. Sci.*, 37(2), 137-142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>.

³ HOEGH-GULDBERG, O. *et al.* (2014). «The Ocean». En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge & Nueva York: Cambridge University Press.

⁴ BURROWS, M. T. *et al.* (2011). «The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems». *Science*, 334, 652-655. DOI: 10.1126/science.1210288.

⁵ TINTORÉ, J. *et al.* (2019) «Challenges for Sustained Observing and Forecasting Systems in the Mediterranean Sea». *Frontiers in Marine Science*, 6 (568). DOI: 10.3389/fmars.2019.00568.

⁶ VON SCHUCKMANN, K. *et al.* (2018). «Copernicus marine service ocean state report». *Journal of Operational Oceanography* 11, S1-S142. DOI: 10.1080/1755876X.2018.

⁷ VOLKOV, D. L. *et al.* (2019). «Teleconnection between the Atlantic Meridional overturning circulation and sea level in the Mediterranean Sea». *Journal of Climate* 32, 935-955. DOI: 10.1175/JCLI-D-18-0474.1.

⁸ COMA, R. M. *et al.* (2009). «Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(15), 6176-6181. DOI: 10.1073/pnas.0805801106.

⁹ CONVERSI, A. *et al.* (2010). «The Mediterranean Sea regime shift at the end of the 1980s, and intriguing parallels with other European basins». *PLoS ONE*, 5(5). DOI: 10.1371/journal.pone.0010633.

¹⁰ CALVO, E. *et al.* (2011). «Effects of climate change on Mediterranean marine ecosystems: the case of the Catalan Sea». *Climate Research*, 50(1), 1-29. DOI: 10.3354/cr01040.

¹¹ VARGAS-YÁÑEZ, M. *et al.* (2010a). «How much is the western Mediterranean really warming and salting?». *Journal of Geophysical Research*, 115, C04001. DOI:10.1029/2009JC005816.

¹² VARGAS-YÁÑEZ, M. (2010b). «Climate change in the Western Mediterranean Sea 1900-2008». *Journal of Marine Systems*. 82, 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2010.04.013>.

¹³ PISANO, A. *et al.* (2020). «New Evidence of Mediterranean Climate Change and Variability from Sea Surface Temperature Observations». *Remote sensing*, 12, 132. DOI:10.3390/rs12010132.

- ¹⁴ JORDÀ, G. et. al. (2012a). «Mediterranean seagrass vulnerable to regional climate warming». *Nature Climate Change*, 2. DOI:10.1038/NCLIMATE1533.a.
- ¹⁵ MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (2010). «Mediterranean Warming Triggers Seagrass (*Posidonia oceanica*) Shoot Mortality». *Global Change Biology*, 16, 2366-2375. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02130.x>.
- ¹⁶ REGLERO, P. et al. (2012). «Geographically and environmentally driven spawning distributions of tuna species in the western Mediterranean Sea». *Marine Ecology Progress Series*, 463, 273-284. DOI: 10.3354/meps09800.
- ¹⁷ MARBÀ N. et al. (2015). «Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota». *Front. Mar. Sci.*, 2, 56. DOI: 10.3389/fmars.2015.00056.
- ¹⁸ BALBÍN, R. et al. (2014). «Seasonal and interannual variability of dissolved oxygen around the Balearic Islands from hydrographic data». *Journal of Marine Systems*, 138, 51-62. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2013.12.007.
- ¹⁹ LANDRY, M. et al. (2012). «Pelagic community responses to a deep-water front in the California Current Ecosystem: overview of the A-Front study». *Journal of Plankton Research*, 34, 739-748. DOI: 10.1093/plankt/fbs025.
- ²⁰ LÓPEZ-JURADO, J. L. et al. (2005). «Observation of an abrupt disruption of the long-term warming trend at the Balearic Sea, western Mediterranean Sea, in summer 2005». *Geophysical Research Letters*, 32, L24606. DOI:10.1029/2005GL024430.
- ²¹ VARGAS-YÁÑEZ, M. et al. (2010). *Cambio Climático en el Mediterráneo español*. Segunda edición actualizada. Madrid: Instituto Español de Oceanografía.
- ²² GOMIS, D. et al. (2020). «Context oceanogràfic de l'illa de Cabrera». Capítulo del libro *Arxipèlag de Cabrera: Història natural* [actualmente en impresión].
- ²³ VARGAS-YÁÑEZ, M. et al. (2017). «Updating temperature and salinity mean values and trends in the Western Mediterranean: The RADMED project». *Progress in Oceanography*, 157, 27-46. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.09.004>.
- ²⁴ VARGAS-YÁÑEZ, M. et al. (2019). *The present state of marine ecosystems in the Spanish Mediterranean in a Climate Change context*. Málaga: Tuimagina Editorial.
- ²⁵ JORDÀ, G. et al. (2012b). «Atmospheric contribution to Mediterranean and nearby Atlantic sea level variability under different climate change scenarios». *Global and Planetary Change*, 80-81, 198-214. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2011.10.013>.
- ²⁶ PUERTOS DEL ESTADO. <http://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>.



Especies de invertebrados marinos: esponjas y briozoos. FUENTE: Manu San Félix.

II

Biodiversidad

PLANTAS MARINAS

2	<i>Posidonia oceanica</i>	.32
3-5	<i>Cymodocea nodosa</i>	.40
6	<i>Zostera noltii</i>	.46

COMUNIDAD DE ALGAS FOTÓFILAS

7-8	<i>Caulerpa prolifera</i>	.52
-----	---------------------------	-----

CORALÍGENO

9	Área de distribución	.60
---	----------------------	-----

MAËRL

10	Área de distribución	.68
----	----------------------	-----

AVES MARINAS

11-13	Paíño europeo (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	.76
-------	---	-----

PECES

14-15	Seguimiento de poblaciones de peces vulnerables a la pesca litoral	.88
16	Raor (<i>Xyrichthys novacula</i>)	102

CRUSTÁCEOS

17	Langosta (<i>Palinurus elephas</i>)	108
----	---------------------------------------	-----

CETÁCEOS

18	Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	114
19	Delfín mular (<i>Tursiops truncatus</i>)	120

PARÁMETROS POBLACIONALES Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LOS STOCKS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES EXPLOTADAS

20-25	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	134
26-31	Salmonete (<i>Mullus surmuletus</i>)	137
32-37	Gamba roja (<i>Aristeus antennatus</i>)	140
38-43	Gamba blanca (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	143
44-48	Sepia (<i>Sepia officinalis</i>)	146
49-53	Pulpo de roca (<i>Octopus vulgaris</i>)	149



Plantas marinas

<i>Posidonia oceanica</i>32
2 Área de distribución	32
<i>Cymodocea nodosa</i>40
3 Área de distribución42
4 Cobertura.42
5 Densidad43
<i>Zostera noltii</i>46
6 Área de distribución48

Área de distribución de *Posidonia oceanica*

La fanerógama marina posidonia (*Posidonia oceanica*) es una planta endémica del Mediterráneo, es decir, solo vive en este mar. Su presencia se restringe al piso infralitoral, desde la superficie hasta los 40 metros de profundidad. Como planta marina que es, cabe destacar su capacidad de formar extensas praderas, que constituyen una de las comunidades más productivas del ecosistema litoral, dada su elevada producción primaria, la fauna residente que alberga, su función como refugio de alevines, juveniles y adultos de numerosas especies de peces –algunas de ellas de interés comercial– y su capacidad para exportar materia orgánica mediante sus restos muertos. Estas praderas se conocen popularmente en las Islas como *alguers* o *negre*.

Las praderas de posidonia se encuentran en un proceso de recesión alarmante en todo el Mediterráneo, al igual que la mayoría de plantas marinas,^{1,2} a pesar de todos los esfuerzos que se han hecho tanto en el ámbito comunitario como en el nacional o regional. A escala europea, cabe destacar la inclusión de las praderas de posidonia como hábitat prioritario (hábitat 1120) en la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE). El objetivo global de la Directiva Hábitats es contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres en el territorio europeo. Las principales amenazas de las praderas son: las obras marítimas, la contaminación del agua, la eutrofización, el progresivo embarrado de los fondos litorales, la regeneración y la implantación artificial de playas, la gestión incorrecta en la limpieza de las playas, el fondeo masivo e incontrolado de embarcaciones de recreo y el cambio climático.

VALORES AMBIENTALES DE LAS PRADERAS DE *Posidonia oceanica*

Las Baleares son la comunidad autónoma con mayor superficie de praderas de *P. oceanica*, concretamente el 50 % del total inventariado en España. El 40 % de estas se encuentran en áreas incluidas en la Red Natura 2000.

Las praderas de *Posidonia oceanica* son hábitats prioritarios. Proporcionan un gran número de servicios ecosistémicos, como por ejemplo: la oxigenación del agua, la captación de carbono, la protección contra la erosión costera, hábitat para un gran número de especies, favorecen la retención de partículas y amortiguan la fuerza de las olas, entre otros.

CAPTACIÓN DE CARBONO

Uno de los principales servicios ecosistémicos que proporcionan las praderas de *P. oceanica* es su capacidad de retener carbono, y de esta manera funcionan como importantes sumideros de carbono y ayudan a paliar el calentamiento global.

Los hábitats marinos vegetados tienen una tasa de enterramiento de carbono de 111 Tmol C/año, cifra que representa aproximadamente la mitad del carbono total enterrado en el océano global.³ Las praderas de fanerógamas marinas, a pesar de su extensión limitada, entierran globalmente entre el 10 y el 15 % de todo el carbono enterrado en los océanos.³ Los depósitos de carbono acumulados durante milenios⁴ en el sedimento de las praderas de *P. oceanica* pueden llegar a

¿QUÉ ES?

La planta marina *Posidonia oceanica* es únicamente característica del Mediterráneo. Forma praderas en zonas de hasta 40 metros de profundidad. Tiene una amplia variedad de beneficios ecológicos (retiene carbono, oxigena el agua, forma hábitats con mucha biodiversidad, produce arena y protege la costa).

METODOLOGÍA

Los datos provienen de las cartografías recopiladas, unificadas y homogeneizadas del estudio de 2019 de Julià y colaboradores.

Se presentan los resultados a partir del total cartografiado de dicho estudio (4.395,95 km²) y del área total que ocupan las plantas marinas.

RESULTADOS

El área total de las praderas de posidonia cartografiadas es de ~ 459,8 km²; por tanto, este hábitat supone el 10,5 % del total cartografiado.

Cuando se consideran las áreas donde la posidonia coexiste con otros hábitats, el área cartografiada ocupa una superficie de 602,6 km², equivalente al 13,7 % del total cartografiado.

De los hábitats totales cartografiados con plantas marinas, la posidonia está presente en el 97,4 %.

¿POR QUÉ?

Las praderas de posidonia se encuentran en recesión. Las Baleares contienen la superficie mayor de España, que supone el 50 % del total. Actualmente está protegida como especie y como hábitat en los ámbitos europeo y estatal. Es de una importancia vital tener constancia del área total que ocupa para poder garantizar su preservación.

LOCALIZACIÓN



2019



Fotografía de una pradera de *Posidonia oceanica* con los rizomas a la vista. FUENTE: Miquel Gomila.

los 6 m de altura⁵ y están formados por carbono capturado metabólicamente por la comunidad y carbono procedente de fuentes alóctonas que han sedimentado en la pradera.⁶

La pérdida de praderas aumenta el riesgo de erosión de los depósitos de carbono históricos acumulados en el sedimento.⁷ Este carbono erosionado se puede emitir como CO₂ a la atmósfera.

OXIGENACIÓN DEL AGUA

La posidonia, como planta marina, produce oxígeno mediante la fotosíntesis. Esta producción de oxígeno se debe no solo a la planta, sino también a la comunidad de algas epífitas que viven sobre ella. Las praderas de *P. oceanica* tienen una gran producción primaria, hecho que determina que su producción de oxígeno también sea muy elevada. Por ejemplo, una pradera a 10 metros de profundidad en Córcega producía 14 litros de oxígeno por metro cuadrado y día.⁸

Esta función de oxigenación del agua es muy importante, ya que los organismos multicelulares precisan oxígeno para vivir. En zonas con poco hidrodinamismo y aportaciones de nutrientes y materia orgánica, la concentración de oxígeno puede caer por debajo de los niveles necesarios para sustentar la vida marina. Esta falta de oxígeno surge como una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad en el medio marino.⁹ Las praderas de *P. oceanica* oxigenan el agua y ayudan a evitar los episodios de falta de oxígeno (hipoxia), que se prevé sean más recurrentes con el calentamiento global.¹⁰ La presencia de praderas de *P. oceanica* es muy importante para mantener la biodiversidad y porque pueden actuar como refugio de especies móviles durante los episodios de falta de oxígeno.

HÁBITAT Y SUSTRATO PARA OTRAS ESPECIES

La pradera de posidonia alberga una gran variedad de especies animales y vegetales y forma una de las comunidades más diversas de la zona litoral del Mediterráneo. Esta riqueza ha sido bien estudiada y presenta más de 1.500 especies de diferentes grupos taxonómicos (algas, hidroideos, poríferos, poliquetos, briozoos, anfípodos, decápodos y moluscos).⁸ Se pueden diferenciar dos ambientes principales para las especies sésiles (que no tienen capacidad de desplazarse): el estrato foliar, en el que se encuentran especies de carácter fotófilo (que tienen afinidad por la luz), y los rizomas en la parte basal, ocupada por las especies de carácter esciófilo (que tienen afinidad por los ambientes sombríos).^{8, 11, 12} Además, las praderas albergan una gran cantidad de fauna vágil (con capacidad de desplazarse), en la que destacan los moluscos (principalmente gasterópodos), los crustáceos (principalmente anfípodos, isópodos y decápodos), los equinodermos (principalmente erizos de mar y holoturias) y los peces (sobre todo la *Sarpa salpa* y los singnátidos).¹¹

PRODUCCIÓN DE ARENA

Las praderas de *P. oceanica* son importantes productores de arena. En Mallorca, el 67 % de los sedimentos litorales son de origen biológico,¹³ y las praderas tienen un papel fundamental en esta producción de arena biogénica. Una parte importante de los organismos epífitos (que viven sobre la planta) de posidonia —tanto de origen animal como vegetal— tienen esqueleto carbonatado (briozoos, foraminíferos, coralináceas...) y cuando las hojas mueren, estos esqueletos carbonatados se fragmentan junto con las hojas de posidonia y forman las partículas que constituyen los granos de arena (el sedimento).⁸ Otros organismos que viven asociados a las praderas también son constituyentes de sedimento: al morir y fragmentarse, las conchas

de moluscos, erizos, algas calcáreas y otros organismos también pasan a formar parte de la arena de las playas. Se calcula que las praderas de *P. oceanica* producen al año entre 60 y 70 gramos de carbonatos por metro cuadrado.¹⁴

PROTECCIÓN DE LA COSTA, AMORTIGUAMIENTO DE LAS OLAS Y TRANSPARENCIA DEL AGUA

Las praderas de posidonia tienen un efecto muy importante en la protección del litoral. La hojarasca que se acumula en las playas durante el otoño y el invierno actúa como barrera física que impide la erosión de las playas, fija en ellas el sedimento y evita que los temporales se lleven la arena mar adentro. Además, las praderas de *P. oceanica* amortiguan la fuerza de las olas, disminuyendo su altura y reduciendo su velocidad.¹⁵ Las hojas de la posidonia disipan la energía de las olas y, de esta manera, no llega a actuar sobre los sedimentos. Ello no impide la resuspensión y la erosión.^{16, 17} La tasa de erosión de sedimentos bajo un dosel de posidonia es aproximadamente entre 4 y 6 veces inferior que en zonas donde no hay.^{18, 19} Así, el agua dentro de la pradera está enriquecida de partículas en comparación con el agua fuera de ella.

Los rizomas de *P. oceanica* fijan el sedimento, y ello da lugar a estructuras como la mata o el arrecife barrera, que amortiguan la acción de las olas. Esta capacidad de retención de partículas y sedimentos favorece la transparencia del agua. En las Baleares podemos agradecer esta transparencia incomparable que atrae a numerosos turistas a las praderas de *P. oceanica*.

Las praderas de posidonia se encuentran en un proceso de recesión alarmante en todo el Mediterráneo, como la mayoría de plantas marinas,^{1, 2} a pesar de todos los esfuerzos realizados tanto en el ámbito comunitario como en el nacional o el regional; aunque un estudio reciente sugiere una posible recuperación de las praderas de fanerógamas marinas globalmente.²⁰ Las principales amenazas de las praderas son: las obras marítimas, la contaminación

del agua, la eutrofización, el embarrado progresivo de los fondos litorales, la regeneración y la implantación artificial de playas, la gestión incorrecta de la limpieza de las playas y el fondeo masivo e incontrolado de embarcaciones de recreo.

NORMATIVA

- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats). La posidonia está incluida en la lista I de hábitats prioritarios de la Directiva (hábitat 1120 *Posidonium oceanicae*).
- La Ley 42/2007, del patrimonio natural y de la biodiversidad (PNyBD, BOE 299 14/12/2007), que sustituye la antigua Ley 4/89 de conservación de los espacios naturales y la flora y fauna silvestres y sus sucesivas reformas.
- El Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas incluyó la *Posidonia oceanica* en la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial, lo que implica que debe aplicarse el artículo 61, en los puntos 1a y 1c de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad.
- Modificaciones del Real Decreto 139/2011:
 - Orden AAA/75/2012, de 12 de enero,
 - Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto y
 - Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio.
- Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona, de 16 de febrero de 1976, modificado el 10 de junio de 1995).
- Estrategias marinas.

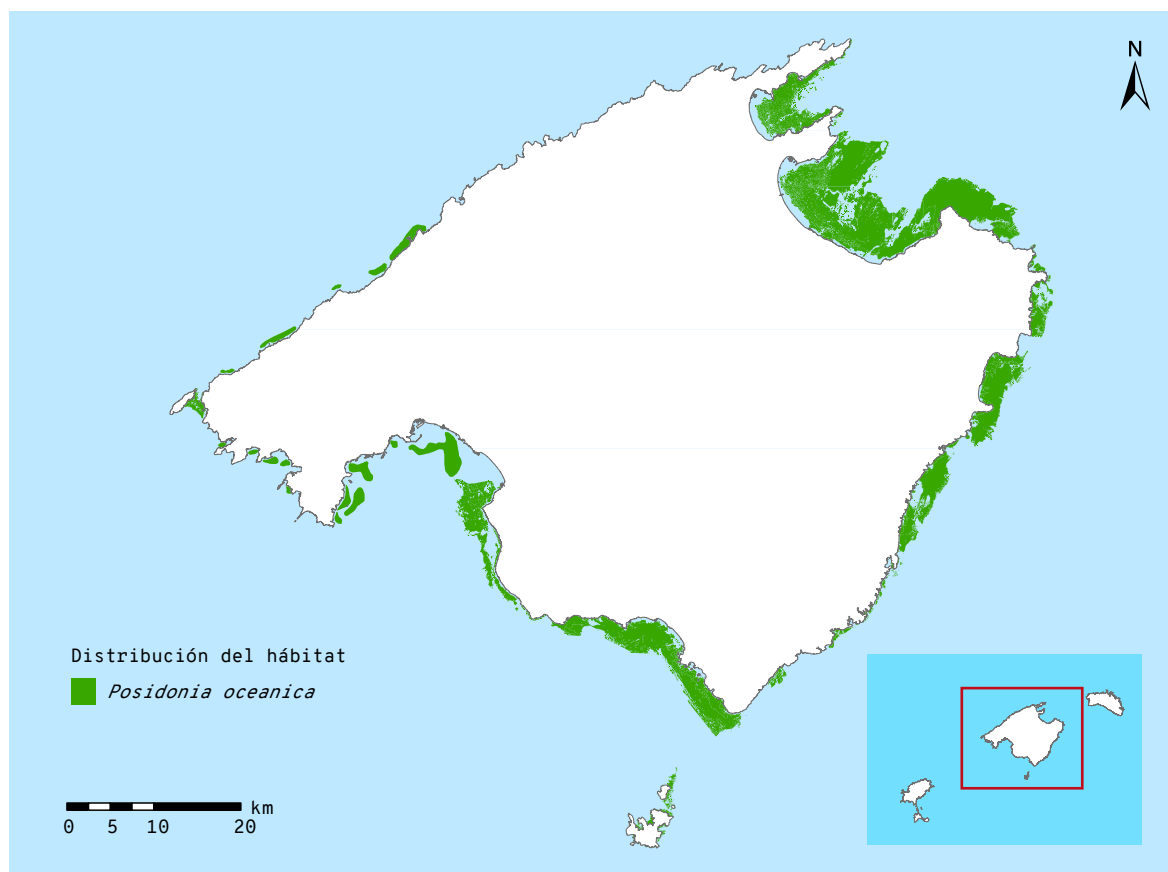


Figura 2. Área de distribución de *Posidonia oceanica* en la isla de Mallorca. FUENTE: Julià *et al.*²¹

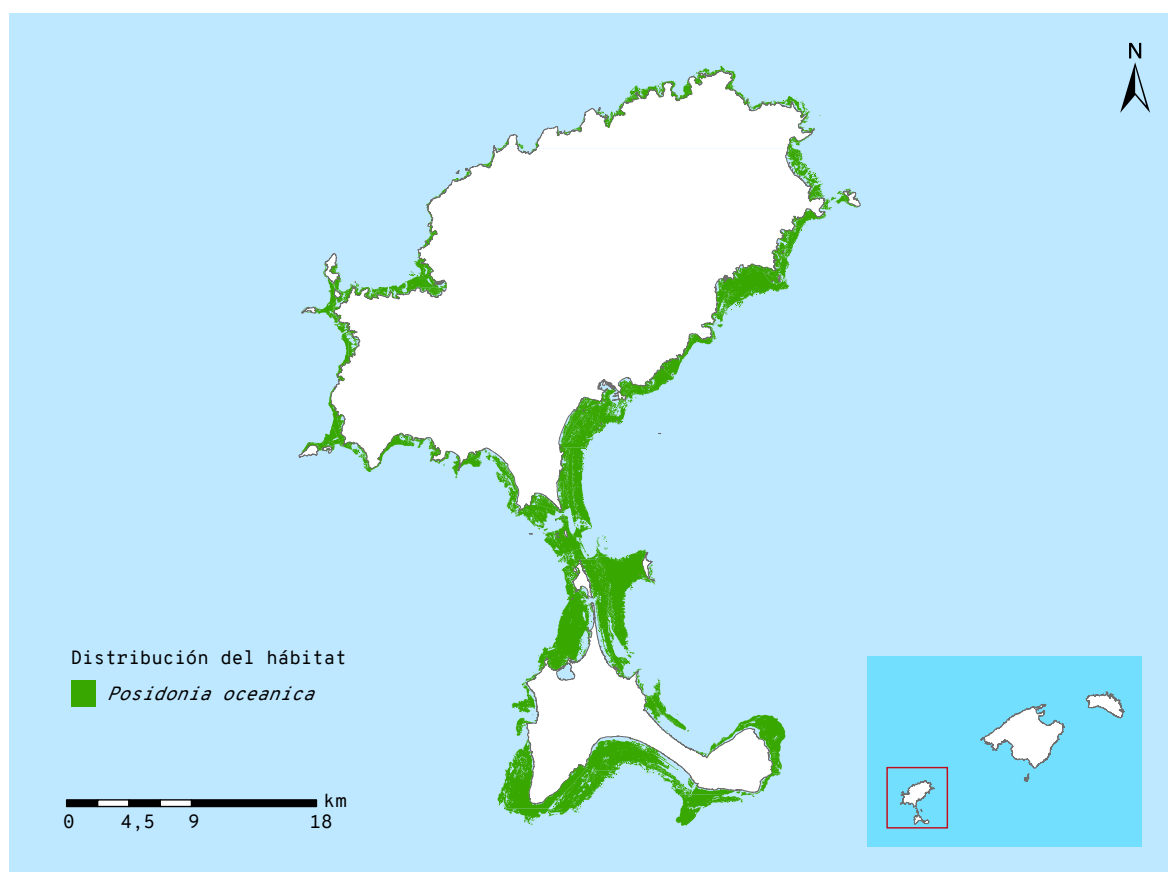


Figura 3. Área de distribución de *Posidonia oceanica* en la isla de Menorca. FUENTE: Julià *et al.*²¹

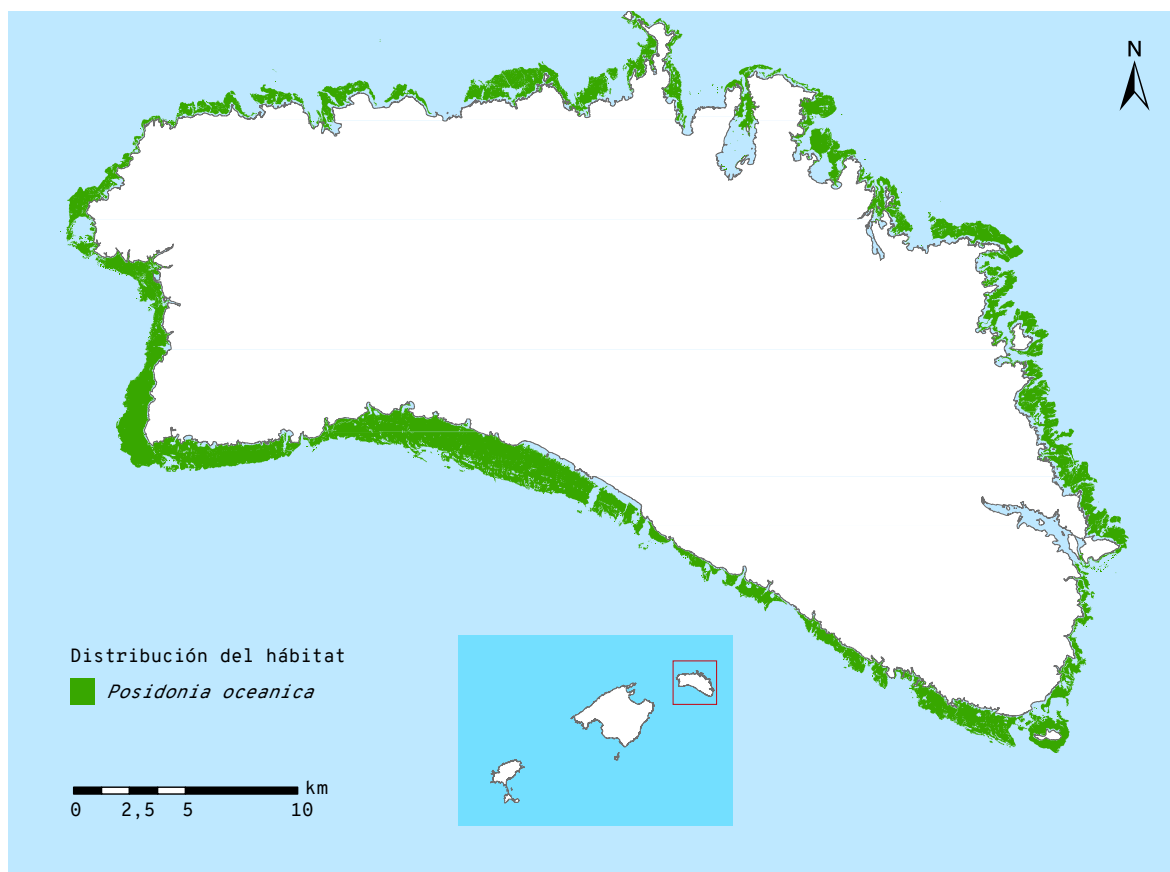


Figura 4. Área de distribución de *Posidonia oceanica* en las Pitiusas. FUENTE: Julià *et al.*²¹

METODOLOGÍA

El área de distribución de la planta marina *Posidonia oceanica* se ha extraído de la recopilación, la unificación y la homogeneización de cartografías previas existentes elaborada por Julià y colaboradores.²¹

A partir de estas cartografías se han calculado las áreas ocupadas por cada tipo de hábitat, lo que nos permite calcular el área de distribución de la especie. A partir de estos datos, se ha calculado el porcentaje de este hábitat sobre el total cartografiado (4.395,95 km²) y sobre el área total de fanerógamas marinas.

RESULTADOS

La *Posidonia oceanica* está ampliamente distribuida en las Islas Baleares, y esta comunidad autónoma es la que presenta una superficie mayor de este hábitat de toda España, concretamente más del 50 % inventariado se encuentra en las Baleares.

Los mapas de distribución muestran esta amplia distribución en fondos arenosos desde la superficie hasta los 40 metros de profundidad, aunque se ha hallado hasta una profundidad de 43 metros en aguas de Cabrera.²²

En Mallorca se encuentra ampliamente distribuida (Figura 2). La Serra de Tramuntana está sin cartografiar, por lo que su ausencia en el mapa de distribución no indica que no pueda haber posidonia, sino que no se ha determinado su presencia.

En la isla de Menorca se encuentra rodeando casi toda la isla, y solo está ausente en puertos cerrados altamente antropizados, como el puerto de Maó o la bahía de Fornells (Figura 3).

En las Pitiusas también se encuentra ampliamente distribuida. Alrededor de Formentera hay praderas especialmente extensas que confieren a las aguas de esta isla su color azul único, y que fueron declaradas patrimonio de la humanidad, en concreto la pradera del Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera. En él se detectó un ejemplar de unos siete kilómetros de envergadura que podría tener cien mil años de antigüedad.²³

El área total que ocupan las praderas de *Posidonia oceanica* en el mar Balear, según el estudio de Julià y colaboradores, es de 459,8 km² aproximadamente cuando se trata de praderas monoespecíficas, una cifra que representa el 10,5 % del total cartografiado en el mar Balear, y de 602,6 km² cuando se consideran todos los hábitats donde está presente (praderas mezcladas con algas fotófilas o hemiescíficas, arrecifes, con rizoma muerto, sobre piedra con arena o con otras fanerógamas), que representaría el 13,7 % del total de la superficie cartografiada en el mar Balear. Si se considera el área total ocupada por praderas de fanerógamas marinas este porcentaje aumenta hasta el 74,3 % en el caso de las praderas monoespecíficas, y hasta el 97,4 % en el caso de todos los hábitats donde está presente.

CONCLUSIONES

La *Posidonia oceanica* está ampliamente distribuida en las Islas Baleares, donde ocupa 459,8 km² en forma de praderas monoespecíficas y 602,6 km² cuando se consideran todos los hábitats donde está presente. Ello se traduce en que la posidonia está presente en un 97,4 % de las áreas ocupadas por fanerógamas marinas.

REFERENCIAS

- ¹ ORTH, R. J. *et al.* (2006). «A global crisis for seagrass ecosystems». *BioScience*, 56, 987-996. DOI: 10.1641/0006-3568(2006)56[987:agcfse]2.0.co;2.
- ² WAYCOTT, M. *et al.* (2009). «Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 12377-12381. DOI: 10.1073/pnas.0905620106.
- ³ DUARTE, C. M.; MIDDELBURG, J. J.; CARACO, N. (2005). «Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle». *Biogeosciences*, 2, 1-8.
- ⁴ MATEO, M. A. *et al.* (1997). «Dynamics of Millenary Organic Deposits Resulting from the Growth of the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica*». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44, 103-110. DOI: 10.1006/ecss.1996.0116.
- ⁵ LO IACONO, C. *et al.* (2008). «Very high-resolution seismo-acoustic imaging of seagrass meadows (Mediterranean Sea): Implications for carbon sink estimates». *Geophysical Research Letters*, 35. DOI: 10.1029/2008gl034773.
- ⁶ DUARTE, C. M. *et al.* (2013). «Assessing the capacity of seagrass meadows for carbon burial: Current limitations and future strategies». *Ocean & Coastal Management*, 83, 32-38. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2011.09.001.
- ⁷ MARBA, N. *et al.* (2015). «Impact of seagrass loss and subsequent revegetation on carbon sequestration and stocks». *Journal of Ecology*, 103, 296-302. DOI: 10.1111/1365-2745.12370.
- ⁸ DUARTE, C. M. *et al.* (2000). *La posidònia. L'alga que no ho és*. Palma: Conselleria d'Agricultura i Pesca. Direcció General de Pesca del Govern Balear. (Quaderns de Pesca; 5).
- ⁹ VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2008). «Thresholds of hypoxia for marine biodiversity». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 15452-15457.
- ¹⁰ VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2012). «Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)». *Estuaries and Coasts*, 35, 1182-1192.
- ¹¹ ROS, J. D. *et al.* (1989). «Buceando en aguas azules. El bentos». A: MARGALEF, R. (ed.). *El Mediterráneo occidental*. Barcelona: Ediciones Omega.

- ¹² SAN FÉLIX, M. (2000). *La posidònia. El bosc submergit*. Palma: Edicions Documenta Balear.
- ¹³ RODRÍGUEZ-PEREA, A. *et al.* (2000). *Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada: Informe Metadonna*. Palma: Edicions UIB.
- ¹⁴ CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). «Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea». *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 44, 611-629. DOI: 10.1016/s0967-0645(96)00095-1.
- ¹⁵ LARKUM, ANTHONY W. D.; ORTH, ROBERT J.; DUARTE, CARLOS M. (ed.) (2006). *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer.
- ¹⁶ HENDRIKS, I. E. *et al.* (2010). «Effects of seagrasses and algae of the Caulerpa family on hydrodynamics and particle-trapping rates». *Marine Biology*, 157, 473-481.
- ¹⁷ HENDRIKS, I. E. *et al.* (2008). «Experimental assessment and modeling evaluation of the effects of the seagrass *Posidonia oceanica* on flow and particle trapping». *Marine Ecology Progress Series*, 356, 163-173.
- ¹⁸ GACIA, E. *et al.* (1999). «An approach to measurement of particle flux and sediment retention within seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows». *Aquatic Botany*, 65, 255-268. DOI: 10.1016/s0304-3770(99)00044-3.
- ¹⁹ TERRADOS, J.; DUARTE, C. M. (2000). «Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica* L.) meadow». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 243, 45-53. DOI: 10.1016/s0022-0981(99)00110-0.
- ²⁰ SANTOS, C. B. DE LOS *et al.* (2019). «Recent trend reversal for declining European seagrass meadows». *Nature Communications*, 10. DOI: 10.1038/s41467-019-11340-4.
- ²¹ JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografia de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ²² MARBA, N. *et al.* (2002). «Effectiveness of protection of seagrass (*Posidonia oceanica*) populations in Cabrera National Park (Spain)». *Environmental Conservation*, 29, 509-518. DOI: 10.1017/s037689290200036x.
- ²³ ARNAUD-HAOND, S. *et al.* (2012). «Implications of Extreme Life Span in Clonal Organisms: Millenary Clones in Meadows of the Threatened Seagrass *Posidonia oceanica*». *PLoS ONE*, 7. DOI: 10.1371/journal.pone.0030454.

3-5

Cymodocea nodosa

(área de distribución, cobertura, densidad)

La *Cymodocea nodosa* es una planta marina (fanerógama) con raíces, tallos, hojas y flores que produce frutos (Figura 1).

Es la segunda planta marina en importancia del Mediterráneo, solo por detrás de la *Posidonia oceanica*, tanto por su envergadura como por la extensión que ocupan sus praderas. Esta planta suele habitar zonas de arena poco profundas (de profundidades entre 1,5 y 35 m) y zonas fangosas de bahías someras. Es una especie muy resistente a las altas temperaturas¹ y se cree que podría colonizar las áreas donde la *Posidonia oceanica* podría desaparecer.² De hecho, se encuentra comúnmente colonizando zonas donde esta planta marina ha desaparecido como resultado de diversos impactos antrópicos e, incluso, sobre rizoma muerto de posidonia.

Las praderas de macrófitos marinos (tanto plantas [angiospermas] como macroalgas marinas) son ecosistemas clave para mantener la biodiversidad litoral gracias, en gran parte, a sus funciones de

oxigenación de las aguas y de captación de carbono y nutrientes. Estos ecosistemas litorales se caracterizan por su elevada productividad y su capacidad para mantener las aguas transparentes, oxigenadas y con bajas concentraciones de nutrientes. También pueden llegar a ser importantes sumideros de carbono.

NORMATIVA

- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas, y sus modificaciones:
- Orden AAA/75/2012, de 12 de enero,
 - Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto,
 - y Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio.



Figura 1. Fotografía de detalle de una pradera de *Cymodocea nodosa*, con una planta en flor.
FUENTE: Eva Marsinyach.

¿QUÉ ES?

La planta marina *Cymodocea nodosa* es la segunda fanerógama marina en importancia del Mediterráneo —solo por detrás de la *Posidonia oceanica*—, tanto por su envergadura como por la extensión que ocupan sus praderas.

RESULTADOS

Es una planta con una distribución muy dinámica. En Mallorca, se encuentra en las bahías de Alcúdia y de Pollença, en la Reserva Marina de la Bahía de Palma y en la bahía de Portocolom; en diversos lugares de Cabrera; en Menorca, en diversos lugares del sur de la isla, así como en las bahías de Fornells y de Addaia, en el puerto de Maó y en algunas áreas del este de la isla, y en las Pitiusas, en Formentera y en los Freus que separan las dos islas, así como en Cala Vedella y Talamanca.

La superficie que ocupa y su distribución están subestimadas. Es preciso mejorar la cartografía existente, dado que no toda su área de distribución está cartografiada y que en las zonas cartografiadas habría que mejorar la definición.

Teniendo en cuenta los datos del estudio de Julià y colaboradores, el área total que ocupa esta planta en el mar Balear en forma de praderas mono-específicas es de 3,32 km² (0,20 %), y de 16,12 km² (0,96 %) cuando se consideran todos los hábitats en los que está presente.

La cobertura de las praderas de *Cymodocea nodosa* en las zonas de estudio de la isla de Menorca varió entre el 21,1 % de la zona de Es Grau y el 68,9 % de la bahía de Addaia, mientras que la media de todas las estaciones de estudio fue de $47,0 \pm 3,1$ %. Tanto la mayor densidad como la menor de *Cymodocea nodosa* se localizaron en la isla de Menorca: $1.977,8 \pm 325,4$ haces/m² en S'Estany y 340,9 haces/m² en S'Arenal d'en Castell, ambos medidos en el verano de 2006.

La *Cymodocea nodosa* podría expandir su área de distribución, ya que es una especie muy tolerante a las altas temperaturas y el calentamiento global podría beneficiarla.

¿POR QUÉ?

Es una especie protegida por el Decreto 139/2011 y por el Convenio de Barcelona, y es preciso garantizar su conservación. Con el calentamiento global puede aumentar su distribución, ya que es muy resistente al aumento de la temperatura.

LOCALIZACIÓN

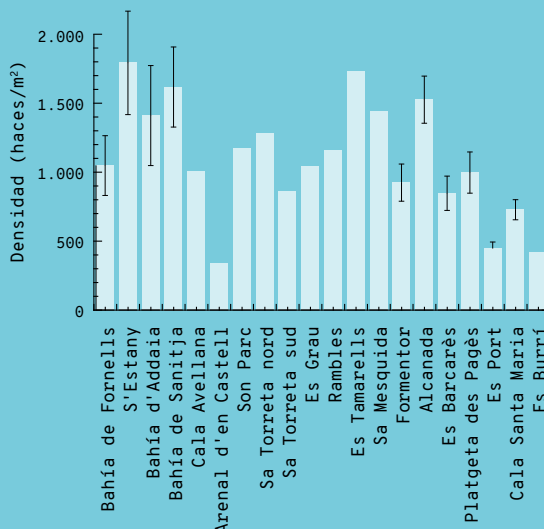


METODOLOGÍA

Se ha estimado su área de distribución según la cartografía unificada de Julià *et al.* (2019).

Se ha realizado un estudio de su cobertura en zonas del norte y del nordeste de Menorca en el año 2006 (Pons-Fàbregas, 2007).

Se han realizado diversos estudios en los que se ha medido la densidad en Mallorca, Cabrera y Menorca (Fiona Tomàs [inédito], Pons-Fàbregas, 2007 y Pérez *et al.*, 1997).



Medias de la densidad de haces de *Cymodocea nodosa* en las zonas de las que se dispone de datos: Mallorca, Cabrera y Menorca. FUENTES: Fiona Tomàs [inédito], Pérez *et al.* (1997) y Pons-Fàbregas (2007).



Figura 2. Área de distribución de *Cymodocea nodosa* en la isla de Mallorca.



Figura 3. Área de distribución de *Cymodocea nodosa* en la isla de Menorca.

→ Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona del 16 de febrero de 1976, modificado el 10 de junio de 1995).

9. Área de distribución

METODOLOGÍA

El área de distribución de la planta marina *Cymodocea nodosa* se ha extraído de la recopilación, la unificación y la homogeneización de cartografías previas existentes llevadas a cabo por Julià y colaboradores.³

A partir de estas cartografías se han calculado las áreas ocupadas por cada tipo de hábitat, lo que nos permite calcular el área de distribución de la especie.

RESULTADOS

La *Cymodocea nodosa* es una planta con una distribución muy dinámica. Puede colonizar áreas donde previamente había praderas de *Posidonia oceanica* que han desaparecido por perturbaciones antrópicas (causadas por actividades humanas).

Su principal área de distribución son fondos arenosos poco profundos (de menos de 35 metros de profundidad) y bahías fangosas someras.

En la isla de Mallorca se encuentra en las bahías de Alcúdia y de Pollença (Figura 2), en forma de praderas monoespecíficas o creciendo junto con la macroalga *Caulerpa prolifera*. También está presente en la Reserva Marina de la Bahía de Palma, en la bahía de Portocolom y en diversas zonas del Parque Nacional Marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera, así como en muchos otros lugares, aunque no necesariamente formando praderas extensivas (ej.: Cala Comtessa, bahía de Palma).

En Menorca se encuentra en diversos lugares del sur de la isla, así como en las bahías de Fornells y Addaia, en el puerto de Maó y en algunas áreas del este de la isla (Figura 3).

En las islas Pitiusas está presente en Formentera y en los Freus que separan las dos islas (Figura 4). También se puede encontrar en Cala Vedella y en Talamanca.^{4, 5}

El área total que ocupa esta planta en el mar Balear es de 3,32 km² cuando se trata de praderas monoespecíficas, una cifra que representa el 0,20 % del total, y de 16,12 km² cuando se consideran todos los hábitats donde está presente (arenas finas con *Cymodocea nodosa*, praderas mezcladas con *Cystoseira* sp., con *Caulerpa prolifera* o con *Zostera noltii*), una cifra que representaría el 0,96 % del total del primer kilómetro de costa del mar Balear.

10. Cobertura

La cobertura de una pradera proporciona información sobre su estado de conservación y representa el porcentaje de la superficie ocupada por praderas de la planta *Cymodocea nodosa*.

METODOLOGÍA

La cobertura representa el porcentaje de la superficie ocupada por praderas de *Cymodocea nodosa*. La media de la cobertura de la pradera de los diferentes transectos realizados en cada punto de muestreo representa una estima de la cobertura global de la pradera en aquella área.

Los datos que se presentan aquí provienen del trabajo de fin de máster de Catalina Pons-Fàbregas, que realizó estas medidas en el verano del año 2006 en diversos puntos de la zona norte y nordeste de la isla de Menorca.⁶

Para medir la cobertura se realizaron transectos lineales de 50 metros de longitud en la zona de estudio, mediante buceo científico, desde el punto central de cada pradera y perpendiculares a la costa (dos



Figura 4. Área de distribución de *Cymodocea nodosa* en las islas Pitiusas.

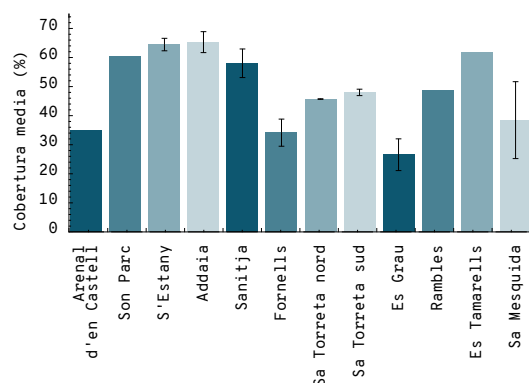


Figura 5. Cobertura media (en porcentaje) de las praderas de *Cymodocea nodosa* medidas en 2006 en la isla de Menorca. FUENTE: Pons-Fàbregas.⁶

en cada punto de muestreo). Se registró la longitud cubierta por la pradera de *Cymodocea nodosa* y la de otros sustratos y especies presentes en la zona (arena, fango, *Posidonia oceanica*, *Zostera noltii*, *Caulerpa prolifera*, etc.) sobre la cinta métrica y a 50 cm a cada lado de la cinta (con una franja total de un metro). Los valores obtenidos se presentan como porcentaje de recubrimiento del sustrato.

También se tomaron medidas de cobertura con cuadrantes de 20 x 20 cm con los que se evaluó el porcentaje de cobertura del sustrato.

En los casos en que las praderas de *Cymodocea nodosa* estaban compuestas por manchas menores de 50 m de longitud, no se realizaron los transectos, sino que se midieron las coberturas con cuadrantes de 20 x 20 cm en tres puntos al azar de diferentes manchas, con un mínimo de 4 medidas en cada punto.

RESULTADOS

La cobertura de *Cymodocea nodosa* en los lugares seleccionados de la isla de Menorca en el año 2006 varió entre el 21,1 % de cobertura en la zona de Es Grau y el 68,9 % de cobertura en la bahía de Addaia (Figura 5).⁶ La media de cobertura en las estaciones de estudio fue de $47,0 \pm 3,1$ %.

Diversas zonas de las estudiadas presentan coberturas superiores al 50 %, como es el caso de Son Parc, S'Estany, las bahías de Addaia y Sanitja, y Es Tamarells (Figura 5).

11. Densidad

La densidad de una pradera proporciona información sobre su estado de conservación.

METODOLOGÍA

Los datos presentados aquí corresponden a medidas de densidad que se tomaron en diversos pun-

tos del norte de Mallorca y en la isla de Cabrera por parte del equipo liderado por la doctora Fiona Tomàs en el marco del proyecto «Praderas de *Cymodocea nodosa* del P. N. Archipiélago de Cabrera: el papel de la diversidad genética en el funcionamiento del ecosistema y sus implicaciones para la conservación (1623/2015 DIVCYMOGEN)».

Los investigadores midieron la densidad de diversas praderas de *Cymodocea nodosa* de la isla de Mallorca y de Cabrera en los veranos de los años 2017 y 2018. Se realizó seguimiento en cuatro localizaciones de Cabrera en el año 2017: Es Port, Cala Santa Maria, Es Burrí y la Platgeta des Pagès. En la isla de Mallorca, el seguimiento se realizó en los años 2017 y 2018 en tres localizaciones: Formentor, Alcanada y Es Barcarès.

También se presentan datos de la isla de Menorca provenientes de 2 estudios diferentes:

- Un estudio del año 1996 elaborado por investigadores de la Universitat de Barcelona con la colaboración del Institut Menorquí d'Estudis (IME).⁷
- Un estudio elaborado en el año 2006 como trabajo de fin de máster de Catalina Pons-Fàbregas por la Universidad de Cádiz, en colaboración con el Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) y el Institut Menorquí d'Estudis.⁶

RESULTADOS

La mayor densidad de haces de *Cymodocea nodosa* por metro cuadrado en la isla de Mallorca se localizó en la zona de Alcanada en el año 2018, donde se contabilizaron $1.702,5 \pm 129,7$ haces/m² (Figura 6). El año anterior se habían medido $1.347,5 \pm 111,5$ haces/m², una cifra que muestra un incremento de 355 haces en un año y que podría indicar que la pradera se encuentra en buenas condiciones. Aun así, estos resultados deben interpretarse con cautela, ya que solo se dispone de 2 años de datos y la *Cymodocea nodosa* es una planta muy dinámica.

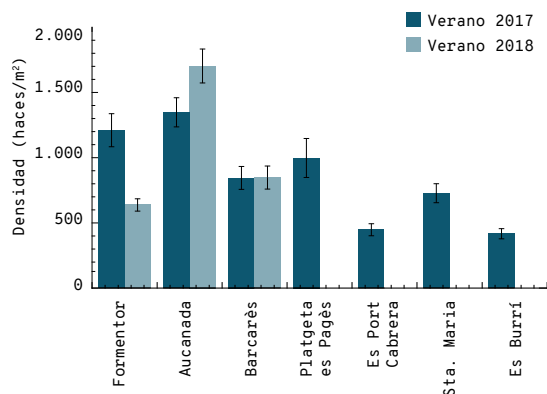


Figura 6. Densidad de las praderas de *Cymodocea nodosa* medidas en los años 2017 y 2018 por investigadores del IMEDEA en las islas de Mallorca y Cabrera. FUENTE: Tomàs y colaboradores, sin publicar.

Por lo que se refiere a las otras dos localizaciones de la isla de Mallorca de las que se tienen datos de los dos años, la de Es Barcarès permanece estable y su densidad prácticamente no varió entre los dos años, mientras que la pradera de Formentor disminuyó de densidad: pasó de $1.210 \pm 136,6$ haces/m² a $637,5 \pm 47,5$ haces/m², una reducción de 572,5 haces en un año, unas cifras que muestran que esta pradera podría encontrarse en regresión (Figura 6).

La densidad más pequeña de haces de *Cymodocea nodosa* se midió en Es Burri (Cabrera) en el año 2017, con una densidad de $417,5 \pm 38,7$ haces/m² (Figura 6).

En la isla de Menorca, la menor densidad medida fue la de S'Arenal d'en Castell en el año 2006, donde se encontraron 340,9 haces/m².⁶ El punto donde se encontró la mayor densidad de *Cymodocea nodosa* fue en S'Estany, con $1.977,8 \pm 325,4$ haces/m² (Figura 7).⁶ En la isla de Menorca se encontraron los rangos de densidades mayores, y se midieron tanto las densidades máximas como las mínimas.

La temperatura afecta a la distribución de macrófitos sumergidos y al funcionamiento de los ecosistemas. La temperatura óptima para la planta marina *Cymodocea nodosa* es de 29,4 °C, y su límite superior de temperatura es de más de 34 °C.¹ El calentamiento global podría beneficiar a esta especie, ya que es muy tolerante a las altas temperaturas, mientras que otras especies de macrófitos son más vulnerables.⁸

CONCLUSIONES

→ La *Cymodocea nodosa* es una planta con una distribución muy dinámica que suele colonizar áreas de arenas finas o fangosas y zonas donde

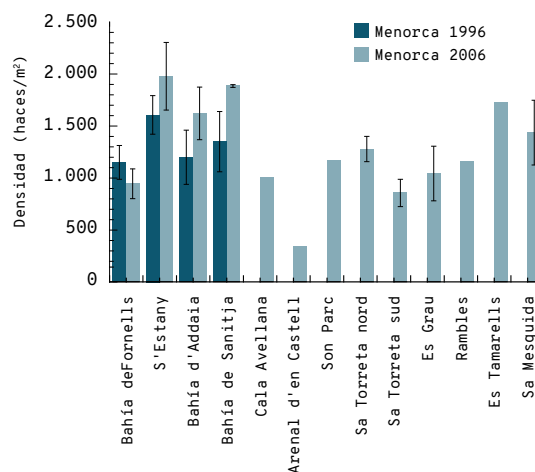


Figura 7. Densidad de las praderas de *Cymodocea nodosa* medidas en los años 1996 y 2006 en la isla de Menorca. FUENTE: Pérez y colaboradores⁷ y Pons-Fàbregas.⁶

previamente había praderas de *Posidonia oceanica* que han desaparecido por perturbaciones antrópicas. Su principal área de distribución son los fondos arenosos poco profundos. En Mallorca se encuentra en las bahías de Alcúdia y de Pollença, en la Reserva Marina de la Bahía de Palma, en la bahía de Portocolom y en diversos puntos del litoral; en Cabrera, en diversos puntos; en Menorca, en diversos lugares del sur de la isla, así como en las bahías de Fornells y de Addaia, en el puerto de Maó y en algunas áreas del este de la isla, y en las Pitiusas, en Formentera y en los Freus que separan las dos islas, así como en Cala Vedella y Talamanca.

→ Según los datos de Julià y colaboradores,³ el área total que ocupa esta planta en el mar Balear en forma de praderas mono-específicas es de 3,32 km² (0,20 %), y de 16,12 km² (0,96 %) cuando se consideran todos los hábitats donde está presente.

→ La superficie que ocupa esta planta y su distribución están subestimadas. Es preciso mejorar la cartografía existente referente a este hábitat, dado que no está cartografiada toda su área de distribución³ y habría que mejorar la definición y la identificación en las zonas ya cartografiadas.

→ La cobertura de las praderas de *Cymodocea nodosa* en las zonas de estudio de la isla de Menorca varió entre un 21,1 % en la zona de Es Grau y un 68,9 % en la bahía de Addaia, mientras que la media de todas las estaciones de estudio fue de $47,0 \pm 3,1$ %.

→ De las zonas seguidas por los investigadores del IMEDEA, la densidad mayor de haces de *Cymodocea nodosa* se midió en Alcanada en

el año 2018, con $1.702,5 \pm 129,7$ haces/m². En S'Estany, en la isla de Menorca, se superó esta densidad: se encontraron $1.977,8 \pm 325,4$ haces/m².

- De las 3 zonas de Mallorca donde se ha realizado seguimiento temporal, una zona muestra un aumento de la densidad (Alcanada, con un incremento de 355 haces en un año); otra se muestra estable (Es Barcarès), y la tercera muestra una disminución de la densidad (Formentor, con una reducción de 572,5 haces en un año). Aunque estos datos pertenecen a sólo

dos años de seguimiento, por lo que hay que interpretarlos con cautela.

- Las menores densidades se midieron en el año 2006 en S'Arenal d'en Castell (Menorca), donde se encontraron 340,9 haces/m², y en el año 2017 en Es Burri (Cabrera), con una densidad de $417,5 \pm 38,7$ haces/m².
- Al tratarse de una especie muy tolerante a las altas temperaturas, el calentamiento global podría beneficiar a la *Cymodocea nodosa* y su área de distribución podría expandirse.

REFERENCIAS

- ¹ SAVVA, I. et al. (2018). «Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: Vulnerability to global warming». *Ecology and Evolution*, 8, 12032-12043, DOI: 10.1002/ece3.4663.
- ² VÍLCHEZ MORAGUES, P. DE et al. (2019). «El canvi climàtic». En: *Estudi sobre la prospectiva econòmica, social i mediambiental de les societats de les Illes Balears a l'Horitzó 2030 (H2030)*. Palma: Consell Econòmic i Social; Universitat de les Illes Balears.
- ³ JULIÀ, M. et al. (2019). *Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas*. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ⁴ VAQUER-SUNYER, R. (2019). «Capítulo II. Caracterización de las praderas de Posidonia oceanica de Cala Vedella». En: *Caracterización del hábitat sumergido en Cala Vedella (praderas de Posidonia oceanica, macroinvertebrados, fauna y flora epífita asociada) en Cala Vedella, abril de 2019*. [Informe inédito para el Ayuntamiento de Sant Josep].
- ⁵ VAQUER-SUNYER, R. et al. (2019) «Capítulo II. Caracterización de las praderas de Posidonia oceanica de Talamanca». En: *Caracterización del hábitat sumergido de Talamanca (praderas de Posidonia oceanica, macroinvertebrados, fauna y flora epífita asociada), mayo del 2019*. [Informe inédito para el Ayuntamiento de Ibiza].
- ⁶ PONS-FÀBREGAS, C. (2007). «Estudio del estado de conservación de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson en Menorca». Cádiz: Universidad de Cádiz. [Trabajo de fin de máster].
- ⁷ PÉREZ, M. et al. (1997). «Estudio de las praderas de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* de la isla de Menorca: evaluación del estado biológico actual». Institut Menorquí d'Estudis. [Estudio inédito].
- ⁸ OLSEN, Y. S. et al. (2012). «Mediterranean Seagrass Growth and Demography Responses to Experimental Warming». *Estuaries and Coasts*, 35, 1205-1213, DOI: 10.1007/s12237-012-9521-z.

Zostera noltii

(área de distribución)

La *Zostera noltii* es una planta marina (fanerógama) con raíces, tallos, hojas y flores que producen frutos (Figura 1).

Es una planta de distribución atlántica y mediterránea. Coloniza fondos de arena fangosa y fango, de 0 a 5 metros de profundidad, principalmente en bahías y lagunas. Puede formar praderas monoespecíficas o se puede encontrar en praderas mixtas con *Caulerpa prolifera*, *Cymodocea nodosa* y/o *Zostera marina*. Es una planta resistente a cambios de temperatura y salinidad.¹

Las praderas de fanerógamas marinas son los principales productores primarios en la zona costera (sintetizan materia orgánica a partir de dióxido de carbono, agua y sales minerales). También son los principales organismos creadores de hábitat, estructura y sedimento en los fondos arenosos ma-

rinosa.¹ Son, por tanto, la base de la cadena trófica costera y sirven de refugio a una amplia variedad de invertebrados y peces.¹ Dada la limitada extensión de *Zostera noltii* en las Islas Baleares, su papel en esta región como proveedor de servicios ecosistémicos es muy limitado.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

→ Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas, y sus modificaciones:



Figura 1. Fotografía de *Zostera noltii*. FUENTE: Juan Manuel Ruiz.

¿QUÉ ES?

La planta marina *Zostera noltii* es una de las cinco especies de fanerógamas marinas que se distribuyen por el Mediterráneo occidental.

METODOLOGÍA

Se ha estimado el área de distribución de *Zostera noltii* según la cartografía unificada de Julià *et al.* (2019).

RESULTADOS

La *Zostera noltii* es una planta resistente a cambios de salinidad y temperatura. Principalmente se encuentra en fondos de arena fangosa o de fango poco profundos (0-5 m). En Menorca se ha citado en las bahías de Fornells y en los puertos de Sanitja y Maó, y en Mallorca, en Portals Vells y en la zona de Formentor. También se ha encontrado en Cabrera e Ibiza.

La superficie que ocupa y su distribución están subestimadas. Es preciso mejorar la cartografía existente, dado que no toda su área de distribución está cartografiada y que debería mejorarse la definición de las zonas ya cartografiadas.

¿POR QUÉ?

Es una especie protegida por el Decreto 139/2011 y por el Convenio de Barcelona, y hay que garantizar su conservación.

LOCALIZACIÓN



Teniendo en cuenta los datos del estudio de Julià y colaboradores, el área total que ocupa esta planta en el mar Balear en forma de praderas monoespecíficas es de 0,01 km²; esto representa el 0,02 % del total cartografiado y el 0,001 % del área ocupada por fanerógamas marinas. Cuando se consideran todos los hábitats donde está presente (praderas monoespecíficas y praderas mixtas, tanto con *Cymodocea nodosa* como con *Caulerpa prolifera*), la superficie que ocupa es de 0,07 km², el 0,16 % del total cartografiado y el 0,01 % de la superficie ocupada por praderas de fanerógamas marinas.



Fotografía de *Zostera noltii*. FUENTE: Juan Manuel Ruiz.

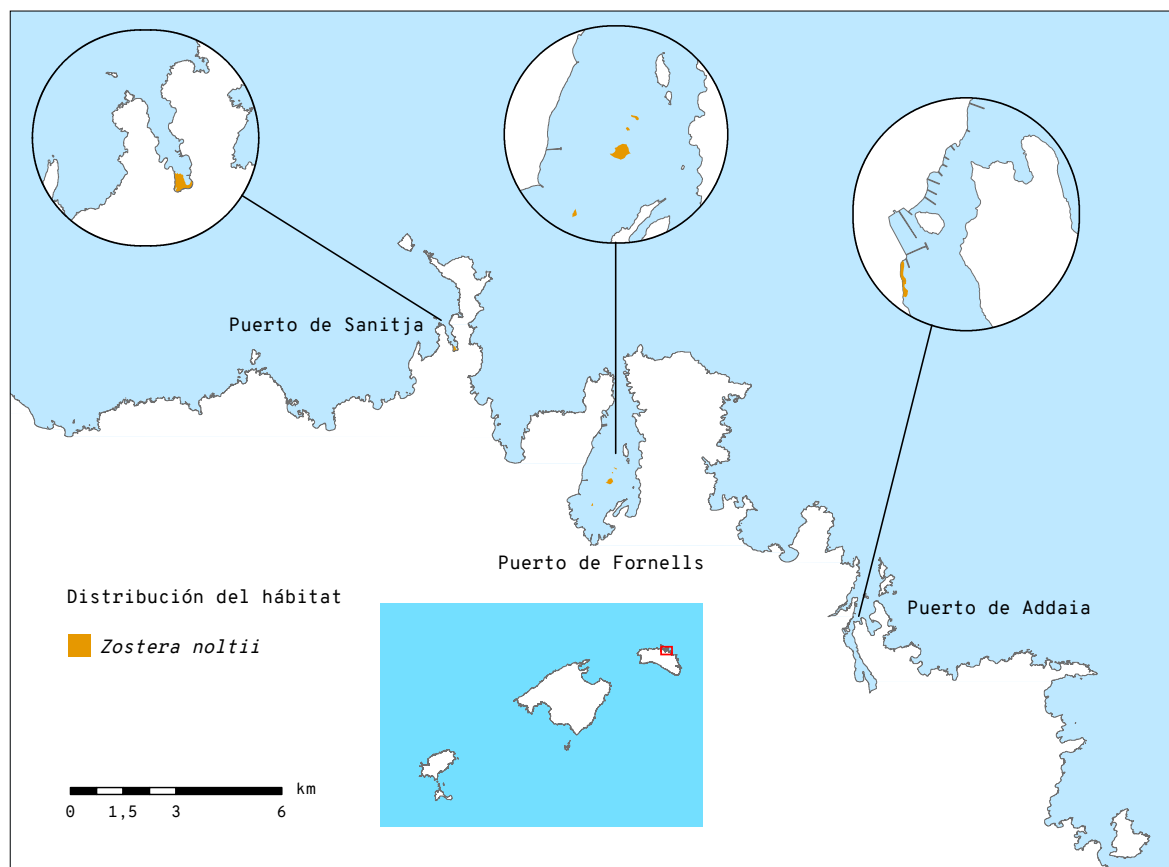


Figura 2. Área de distribución de *Zostera noltii* en la isla de Menorca. FUENTE: Julià et al.²

- Orden AAA/75/2012, de 12 de enero,
- Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto,
- y Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio.

→ Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona), de 16 de febrero de 1976, modificado el 10 de junio de 1995).

6. Área de distribución

METODOLOGÍA

El área de distribución de la planta marina *Zostera noltii* se ha extraído de la recopilación, unificación y homogeneización de cartografías previas existentes elaborada por Julià y colaboradores.²

A partir de estas cartografías se han calculado las áreas ocupadas por cada tipo de hábitat, algo que nos permite calcular el área de distribución de la especie. A partir de estos datos, se ha calculado el porcentaje de este hábitat sobre el total cartografiado (4.395,95 km²) y sobre el área total de fanerógamas marinas.

RESULTADOS

La *Zostera noltii* es una planta que suele colonizar áreas de arenas fangosas o de fango de poca profundidad (0-5 metros) de bahías y lagunas costeras.

En las Islas Baleares tiene una distribución muy limitada. Se ha localizado en manchas de pequeña extensión en la isla de Menorca, dentro de la bahía de Fornells, en el puerto de Sanitja, en la bahía de Addaia y en el puerto de Maó (Figura 2).^{2, 3}

En la isla de Mallorca, se ha localizado una pequeña mancha en Cala Portals Vells (Marbà, comentario personal) y creciendo en pradera mixta con *C. nodosa* en Formentor (Tomàs, comentario personal). También se encuentra presente en la isla de Ibiza (bahía de Sant Antoni, Tomàs, comentario personal; Illa des Bosc).³ en el Estany des Peix en Formentera³ y en el puerto de Cabrera del PNMT de Cabrera.^{3, 4}

El área total que ocupa *Zostera noltii* en el mar Balear es de aproximadamente 0,01 km² cuando se trata de praderas monoespecíficas, una cifra que representa el 0,02 % del total cartografiado en el mar Balear, y de 0,07 km² cuando se consideran todos los hábitats donde está presente (praderas mezcladas con *Caulerpa prolifera* o con *Cymodocea nodosa*), que representaría el 0,16 % del total de la superficie cartografiada en el mar Balear. Si se tiene en cuenta el área total ocupada por praderas de fanerógamas marinas, este porcentaje se reduce al 0,002 % en el caso de praderas monoespecíficas y al 0,01 % en el caso de todos los hábitats donde está presente.

CONCLUSIONES

→ La *Zostera noltii* es una planta que tolera cambios de salinidad y temperatura.¹ Su principal área de distribución son los fondos de arena fangosa o de fango poco profundos (de 0 a 5 metros de profundidad). En Menorca, se encuentra en las bahías de Fornells y Addaia y en los puertos de Sanitja y de Maó, y en Mallorca se ha localizado en Portals Vells y en la zona de Formentor. También está presente en Cabrera, Ibiza y Formentera.

→ El área total que ocupa esta planta en el mar Balear en forma de praderas monoespecíficas

según los datos que se tienen actualmente es de 0,01 km² (0,02 % del total cartografiado y 0,001 % del área ocupada por praderas de fanerógamas), y de 0,07 km² (0,16 % del total cartografiado y 0,01 % de la superficie ocupada por fanerógamas marinas) cuando se consideran todos los hábitats donde está presente.

→ La superficie ocupada por esta planta y su distribución están subestimadas. A pesar de su limitada extensión, hay que mejorar la cartografía de este hábitat.

REFERENCIAS

¹ RODRÍGUEZ-PRIETO, C. *et al.* (2013). *Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental*. Barcelona: Ediciones Omega.

² JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Maó: Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundación Marilles.

³ ÁLVAREZ, E. *et al.* (2015). «Praderas de angiospermas marinas de las Islas Baleares». En: RUIZ, J. M. *et al.* (ed.). *Atlas de las praderas marinas de España*. Murcia, Alicante, Málaga: Instituto Español de Oceanografía; Instituto de Ecología Litoral; Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

⁴ ALCOVER, J. A.; BALLESTEROS, E.; FORNÓS, J. J. (ed.) (1993). *Història natural de l'arxipèlag de Cabrera*. Palma: CSIC; Moll, vol. 2, 503-530.



Comunidad de algas fotófilas

	<i>Caulerpa prolifera</i>	52
7	Área de distribución	54
8	Biomasa.	55

7-8

Caulerpa prolifera

(área de distribución, biomasa)

La macroalga *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux, 1809, es un alga verde oportunista nativa del Mediterráneo, donde está ampliamente distribuida con excepción de algunas zonas frías como el golfo de León y el mar Adriático (Figura 1).^{1,2} Esta macroalga de crecimiento rápido, crece particularmente bien en zonas abrigadas de sedimentos fangosos con profundidades inferiores a 20 m.¹⁻³

Las praderas de macrófitos marinos (tanto plantas [angiospermas] como macroalgas marinas) son ecosistemas clave para mantener la biodiversidad litoral, ya que cumplen importantes funciones de oxigenación del agua y captación de carbono y nutrientes. Estos hábitats vegetados tienen una alta productividad.

NORMATIVA

→ Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas, y sus modificaciones:

- Orden AAA/75/2012, de 12 de enero,
- Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto,
- y Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio.



Figura 1. Pradera de *Caulerpa prolifera*. FUENTE: Raquel Vaquer-Sunyer.

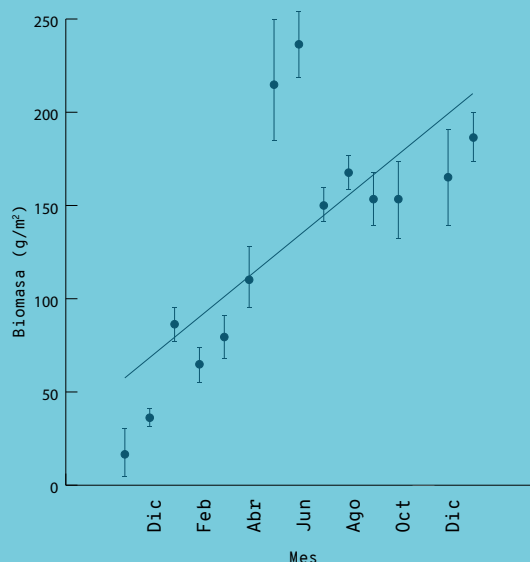
¿QUÉ ES?

La macroalga *Caulerpa prolifera* es un alga verde oportunista nativa del Mediterráneo, donde está ampliamente distribuida con excepción de zonas frías como el golfo de León y el mar Adriático. Es de crecimiento rápido y prospera particularmente bien en zonas abrigadas de sedimentos fangosos con profundidades inferiores a 20 m y ricas en nutrientes y materia orgánica.

METODOLOGÍA

Se ha estimado su área de distribución según la cartografía unificada de Julià *et al.* (2019).

Se ha realizado un seguimiento de la evolución de su biomasa en la zona de la bahía de Portocolom entre noviembre de 2008 y enero de 2010 (Ruiz-Halpern *et al.*, 2014; Vaquer-Sunyer *et al.*, 2012).



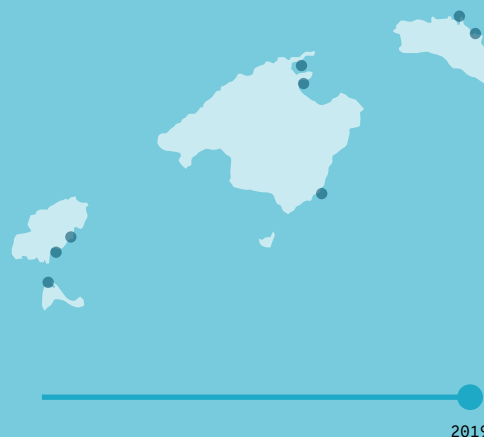
Evolución de la biomasa de *Caulerpa prolifera* en Sa Bassa Nova de Portocolom entre los meses de noviembre de 2008 y de enero de 2010. FUENTE: Ruiz-Halpern y colaboradores (2014).

¿POR QUÉ?

Es una especie protegida por el Decreto 139/2011 y es preciso garantizar su conservación.

Con el calentamiento global y los aumentos en aportaciones de nutrientes y materia orgánica puede aumentar su distribución.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

Crece particularmente bien en áreas con altos aportes de nutrientes y de materia orgánica, tal y como muestra su distribución. Está presente en las bahías de Pollença, Alcúdia, Portocolom, Fornells, Addaia, Talamanca y el Estany des Peix.

En la bahía de Portocolom, entre los años 2008 y 2010, la biomasa de esta macroalga aumentó a un ritmo de 10,6 g/m² al mes, con máximos en los meses de mayo y junio, que coinciden con el aumento de las horas de luz y de la temperatura.



Pradera de *Caulerpa prolifera*. FUENTE: Xavi Mas.

7. Área de distribución

Metodología

El área de distribución de la macroalga *Caulerpa prolifera* se ha extraído de la cartografía producto de la recopilación, la unificación y la homogeneización de cartografías previas existentes elaborada por Julià y colaboradores.⁴

A partir de estas cartografías se han calculado las áreas ocupadas por cada tipo de hábitat, lo cual nos permite calcular el área de distribución de la especie

Resultados

Esta macroalga crece particularmente bien en fondos fangosos de aguas abrigadas con altas cargas de nutrientes y de materia orgánica.² En las Baleares, su presencia es más común en bahías poco profundas y con baja hidrodinámica, como es el caso de la bahía de Alcúdia, la bahía de Pollença y la de Portocolom, en la isla de Mallorca (Figura 2); Fornells y Addaia en Menorca (Figura 3); Talamanca en Ibiza y el Estany des Peix en Formentera (Figura 4).

El área total que ocupa esta macroalga en el mar Balear es de 1,26 km² cuando se trata de praderas monoespecíficas, una cifra que representa un 0,08% del total, y de 9,27 km² cuando se consideran todos los hábitats donde está presente (praderas mezcladas con *Cymodocea nodosa* o con *Zostera noltii*), una cifra que representaría un 0,55 % del total del primer kilómetro de costa del mar Balear.

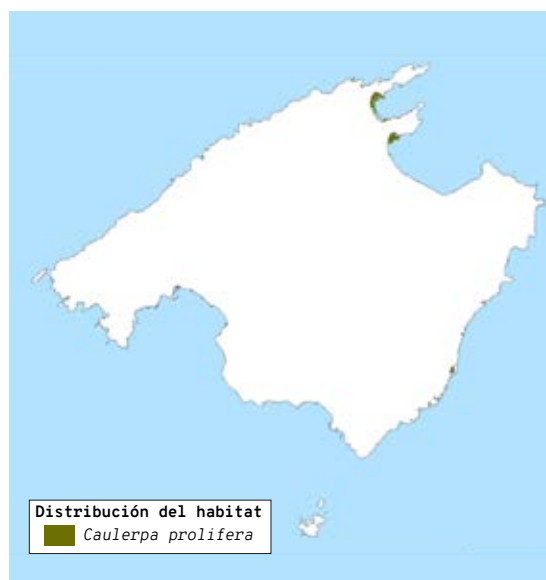


Figura 2. Área de distribución de la macroalga *Caulerpa prolifera* en la isla de Mallorca. FUENTE: Julià et al.⁴

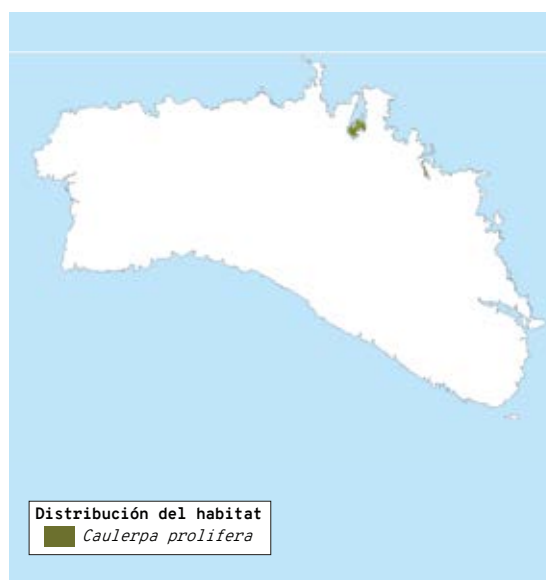


Figura 3. Área de distribución de la macroalga *Caulerpa prolifera* en la isla de Menorca. FUENTE: Julià et al.⁴

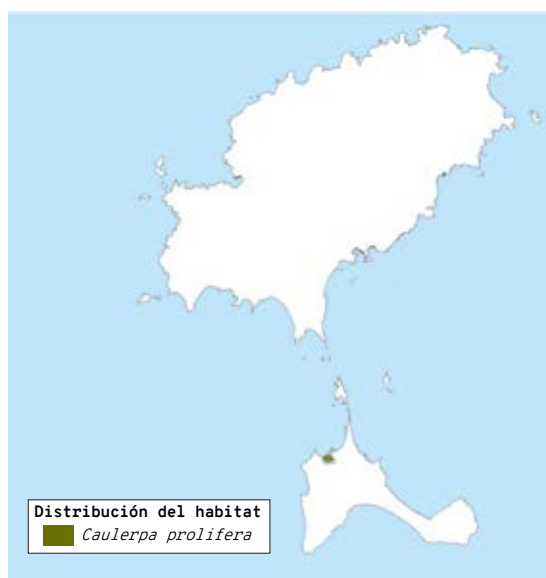


Figura 4. Área de distribución de la macroalga *Caulerpa prolifera* en las Pitiusas. FUENTE: Julià et al.⁴

8. Biomasa

La biomasa por metro cuadrado de una pradera proporciona información sobre su densidad y su estado de conservación.

Metodología

Los datos de biomasa proceden del estudio de la bahía de Portocolom de Ruiz-Halpern y colaboradores.⁵ Los investigadores recogieron muestras de sedimento y de *Caulerpa prolifera* en la zona de Sa Bassa Nova en cilindros de metacrilato cada mes durante más de un año, entre noviembre de 2008 y enero de 2010. Separaron los tejidos vivos del fango y secaron la *Caulerpa prolifera* dentro de un horno a una temperatura constante de 60 °C. Después se midió el peso de la macroalga contenida dentro de cada cilindro y se estandarizó por el área.⁵

Resultados

La biomasa de la macroalga *Caulerpa prolifera* en la bahía de Portocolom varió entre 25,2 y 236,6 g/m² el mes de noviembre del año 2008, cuando empezó el estudio, y el mes de junio de 2009. Ello supone casi un orden de magnitud de diferencia.

En la bahía de Portocolom, la biomasa de la macroalga *Caulerpa prolifera* fue aumentando a lo largo del tiempo. Durante los meses de primavera —mayo y junio— esta biomasa aumentó mucho más debido al incremento de las horas y la disponibilidad de luz y del aumento de temperatura. En el período de estudio, la biomasa de *Caulerpa prolifera* aumentó en 10,6 g/m² por mes ($R^2 = 0,51$; $p < 0,005$) (Figura 5).

Este incremento en la biomasa a lo largo del tiempo muestra que esta especie ha encontrado un hábitat idóneo en las aguas abrigadas y con altos contenidos en nutrientes y materia orgánica de la zona de Sa Bassa Nova de Portocolom.

Cuando un área recibe aportes importantes de nutrientes y materia orgánica se producen cambios en la vegetación sumergida: se pasa de plantas marinas con un crecimiento lento, como sería el caso de la *Posidonia oceanica*, a plantas con un crecimiento más rápido como podría ser la *Cymodocea nodosa*, seguidas de macroalgas como la *Caulerpa prolifera* y, en última instancia, si la carga de nutrientes es muy alta, de microalgas planctónicas.⁶ Las zonas con más carga de nutrientes que sufren los efectos negativos de la eutrofización son precisamente las zonas donde esta macroalga prospera, como las bahías de Alcúdia, Pollença, Portocolom, Talamanca o el Estany des Peix. Los cambios en la composición de la vegetación marina tienen profundas implicaciones en el funcionamiento y la estructura de los

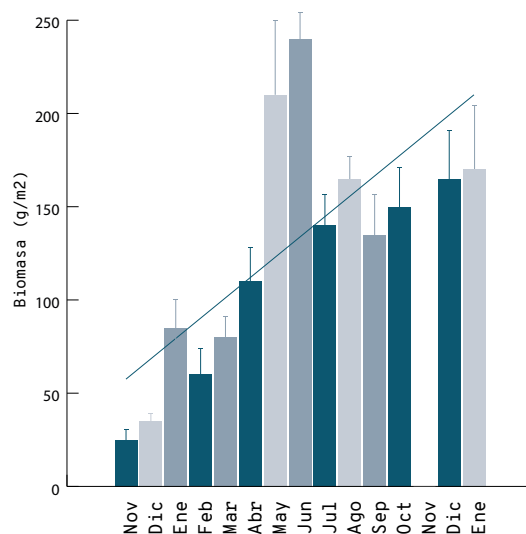


Figura 5. Evolución de la biomasa de *Caulerpa prolifera* de la zona de Sa Bassa Nova de la bahía de Portocolom entre el mes de noviembre de 2008 y el mes de enero de 2010. La raya negra marca la línea de tendencia de la evolución de la biomasa a lo largo del tiempo. FUENTE: Ruiz-Halpern y colaboradores.⁵

ecosistemas.⁶⁻⁸ Las comunidades densas y activas de macrófitos actúan como sumideros de nutrientes, ya que eliminan los nutrientes de la columna de agua, disminuyen su concentración en las aguas circundantes⁹ y aumentan la resistencia de los ecosistemas a la eutrofización.^{6, 10}

La temperatura también afecta a la distribución de macrófitos marinos y al funcionamiento de los ecosistemas. La temperatura óptima para la macroalga *Caulerpa prolifera* es de 26,4 °C¹¹, y a temperaturas superiores a 30 °C se inhibe su fotosíntesis.¹⁰ El calentamiento también afecta a las dinámicas de oxígeno de los hábitats dominados por esta macroalga, por un lado debido a los cambios en su metabolismo, y por el otro, porque se ha visto que la probabilidad de experimentar episodios de falta de oxígeno (hipoxia) aumenta con la temperatura en las praderas de *Caulerpa prolifera*.²

CONCLUSIONES

- La macroalga *Caulerpa prolifera* crece en zonas fangosas de aguas abrigadas y poco profundas (de menos de 20m de profundidad). Crece particularmente bien en áreas con aportes de nutrientes y de materia orgánica, como muestra su distribución.
- Está presente en las bahías de Pollença, Alcúdia, Portocolom, Fornells, Addaia, Talamanca y el Estany des Peix.
- En la bahía de Portocolom, entre los años 2008 y 2010, la biomasa de esta macroalga aumentó a un ritmo de 10,6 g/m² al mes, con máximos durante los meses de mayo y junio gracias al aumento de las horas de luz y de la temperatura.

REFERENCIAS

- ¹ SÁNCHEZ-MOYANO, J. E. *et al.* (2001). «Effect of the vegetative cycle of *Caulerpa prolifera* on the spatio-temporal variation of invertebrate macrofauna». *Aquatic Botany*, 70, 163-174.
- ² VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2012). «Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)». *Estuaries and Coasts*, 35, 1182-1192.
- ³ MATEU-VICENS, G. *et al.* (2010). «Comparative analysis of epiphytic foraminifera in sediments colonized by seagrass *Posidonia oceanica* and invasive macroalgae *Caulerpa* Spp.». *The Journal of Foraminiferal Research*, 40, 134-147.
- ⁴ JULIÀ, M. *et al.* (2019). *Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas*. Institut Menorquí d'Estudis. Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ⁵ RUIZ-HALPERN, S.; VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2014). «Annual benthic metabolism and organic carbon fluxes in a semi-enclosed Mediterranean bay dominated by the macroalgae *Caulerpa prolifera*». *Frontiers in Marine Science*, 1. DOI: 10.3389/fmars.2014.00067.
- ⁶ DUARTE, C. M. (1995). «Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes». *Ophelia*, 41, 87-112.
- ⁷ BORUM, J. *et al.* (1990). «Eutrofiering-effekter på marine primærproducenter». NPO-forskning fra Miljøstyrelsen - Miljøministeriet, C3.
- ⁸ SAND-JENSEN, K.; BORUM, J. (1991). «Interactions among phytoplankton, periphyton, and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries». *Aquatic Botany*, 41, 137-175.
- ⁹ GRALL, J.; CHAUVAUD, L. (2002). «Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts». *Global Change Biology*, 8, 813-830.
- ¹⁰ LLORET, J.; MARÍN, A.; MARÍN-GUIRAO, L. (2008). «Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change?». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 78, 403-412.
- ¹¹ SAVVA, I. *et al.* (2018). «Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: Vulnerability to global warming». *Ecology and Evolution*, 8, 12032-12043. DOI: 10.1002/ece3.4663.



Coralígeno

9 Área de distribución 60

Área de distribución de coralígeno

El hábitat coralígeno se compone de algas calcáreas incrustantes que se acumulan de forma laminar sobre sustrato duro, permitiendo la instalación de otros organismos de esqueleto carbonatado.¹

Las principales especies estructuradoras del hábitat son *Lithophyllum stictaeforme* y *Mesophyllum alternans*, y un sustrato arbustivo formado por diferentes algas blandas erectas entre las que destacan *Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata* y *Peyssonnelia rubra*.^{2,3} En cuanto a la fauna, abundan especies sésiles filtradoras de estructura erecta como las gorgonias, anémonas y gran variedad de esponjas, briozoos y ascidias.

Además, los fondos coralígenos constituyen el hábitat preferente de especies de interés comercial como la langosta (*Palinurus elephas*) y pueden albergar poblaciones de coral rojo (*Corallium rubrum*).¹

Es un hábitat característico de la plataforma continental, presente hasta aproximadamente los 100 m de profundidad en el Mediterráneo occidental.³ En el Mediterráneo, alberga una gran diversidad de especies, superando las 1.600.⁴ Está formado principalmente por especies longevas de crecimiento lento, considerándose hábitats perennes y no renovables que pueden llegar a alcanzar los 8.000 años.^{1,3} Sus estructuras tienen altos valores de producción de carbonato cálcico, superando los 400 g/m²/año en el mar Balear.⁵

Entre las principales amenazas a las que se expone este hábitat, destacan:

→ La pesca de arrastre y la pesca artesanal (trasmallo y palangre de fondo): siendo la primera modalidad la que causa una mayor amenaza para este hábitat, ya sea por destrucción directa

o por generar turbidez del agua o sedimentación sobre el hábitat.^{2,6,7}

→ La proliferación de las algas invasoras: *Womersleyella setacea*, *Caulerpa cylindracea*, *Lophocladia lallemandii*, *Acrothamnion preissii* y *Asparagopsis taxiformis*.^{2,8,9}

→ Calentamiento del agua.^{6,10}

→ Fondeos.¹¹

→ Actividades recreativas de buceo.¹²⁻¹⁴

→ Eutrofización.³

A pesar del gran valor económico y ecológico del coralígeno, su estado de conservación en el mar Balear se muestra inadecuado en las zonas donde se ha evaluado, aunque hay zonas sin datos, especialmente en el Migjorn de Mallorca.¹⁵ Por tanto, es de vital importancia conocer su distribución batimétrica para poder protegerlo.

NORMATIVA

→ Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona, del 16 de febrero de 1976, modificado el 10 de junio de 1995).

→ Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats

¿QUÉ ES?

Hábitat marino de sustrato duro característico de la zona de plataforma continental, común especialmente entre los 50-100 m. Se forma mediante estructuras orgánicas duras producidas por algas calcáreas que cohabitan con una amplia fauna (esponjas, anémonas, gorgonias, briozoos y ascidias).

METODOLOGÍA

Se utiliza la compilación de cartografías del estudio de Julià y colaboradores (2019) con datos cartográficos de coralígeno de diferentes proyectos (Informe IEO Proyecto LIFE+ INDEMARES, DRAGONSAL, LIC Llevant, LIC Es Trenc, LIC Cabrera, LIC Sa Dragonera).

Se describen los siguientes hábitats como coralígeno:

- Coralígeno con dominancia de invertebrados
- Coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados
- Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas

Se describen los datos en función del área total cartografiada (4.395,95 km²). Es preciso considerar que el área total cartografiada se encuentra subestimada, tanto por falta de cartografías existentes como por falta de zonas prospectadas del mar Balear.

¿POR QUÉ?

El coralígeno posee un gran valor ecológico y proporciona hábitat a especies de alto valor comercial como la langosta. Es de crecimiento lento y por ello considerado hábitat no renovable de difícil recuperación. Por tanto, es muy vulnerable a su principal amenaza, la pesca de arrastre, de manera que conocer su área de distribución es de gran importancia para garantizar su protección.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Las zonas donde se ha compilado cartografía de coralígeno se encuentran en la plataforma continental del Canal de Menorca y del sudoeste de Mallorca, principalmente entre los 50-100 m.
- El área total de coralígeno es de 999,7 km² del total de 4.395,95 km² cartografiado de mar Balear.
- Se deben dedicar más esfuerzos a compilar y prospectar el hábitat de coralígeno, ya que, por ejemplo, no se dispone de datos de este hábitat en la plataforma continental de las Pitiusas.



Imagen de bloque de coralígeno sustentando una amplia diversidad de algas carbonatadas. FUENTE: Enric Ballesteros.

naturales y de la fauna y flora silvestres. Se conoce como Directiva Hábitats (hábitat de interés comunitario 1170 Arrecifes).

- Decreto 75/2005, de 8 de julio, por el que se crea el Catálogo balear de especies amenazadas y de especial protección.
- Orden AAA/1479/2016, de 7 de septiembre, por la que se establece una zona protegida de pesca en el área del Canal de Menorca y se modifica la Orden AAA/1504/2014, de 30 de julio, por la que se establecen zonas protegidas de pesca sobre determinados fondos montañosos del Canal de Mallorca y al este del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.
- Reglamento (CE) n° 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre, relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo, y la Orden APA/254/2008, de 31 de enero, por la que se establece un plan integral de gestión para la conservación de los recursos pesqueros en el Mediterráneo (BOE núm. 33, de 7 de febrero de 2008), que consideran los fondos de maërl como hábitats protegidos y prohíben la pesca de arrastre en ellos.
- 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).
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas, y sus modificaciones:

- Orden AAA/75/2012, de 12 de enero,
- Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto,
- y Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio.

METODOLOGÍA

El área cartografiada de coralígeno consta de diferentes tipos de hábitats identificados en distintas cartografías compiladas y unificadas en un estudio del Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), la Societat d'Història Natural de Balears (SHNB) y la Fundación Marilles.¹⁵ Parte de las cartografías compiladas de coralígeno se basan en los siguientes estudios previos: Informe IEO Proyecto LIFE+ IN-DEMARES,^{2, 16} DRAGONSAL,¹⁷ LIC Llevant,¹⁸ LIC Es Trenc,¹⁹ LIC Cabrera,²⁰ LIC Sa Dragonera.²¹

A partir de estas cartografías se han calculado las áreas de distribución ocupadas por cada tipo de hábitat. Se recomienda dirigirse a ese estudio para conocer a fondo los detalles sobre la metodología. Los distintos tipos de hábitats de coralígeno identificados en el estudio y su respectivo código de Lista patrón de los hábitats marinos de España^{22, 23} son:

- 03020225: Coralígeno con dominancia de invertebrados.
- 03020104: Coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados.
- 030201: Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas.

En el estudio no se han tenido en cuenta las comunidades de coralígeno de los hábitats cartografiados de las Pitiusas entre los 0-50 m.¹⁵ Por tanto, el área del coralígeno está subestimada, ya que cabe consi-

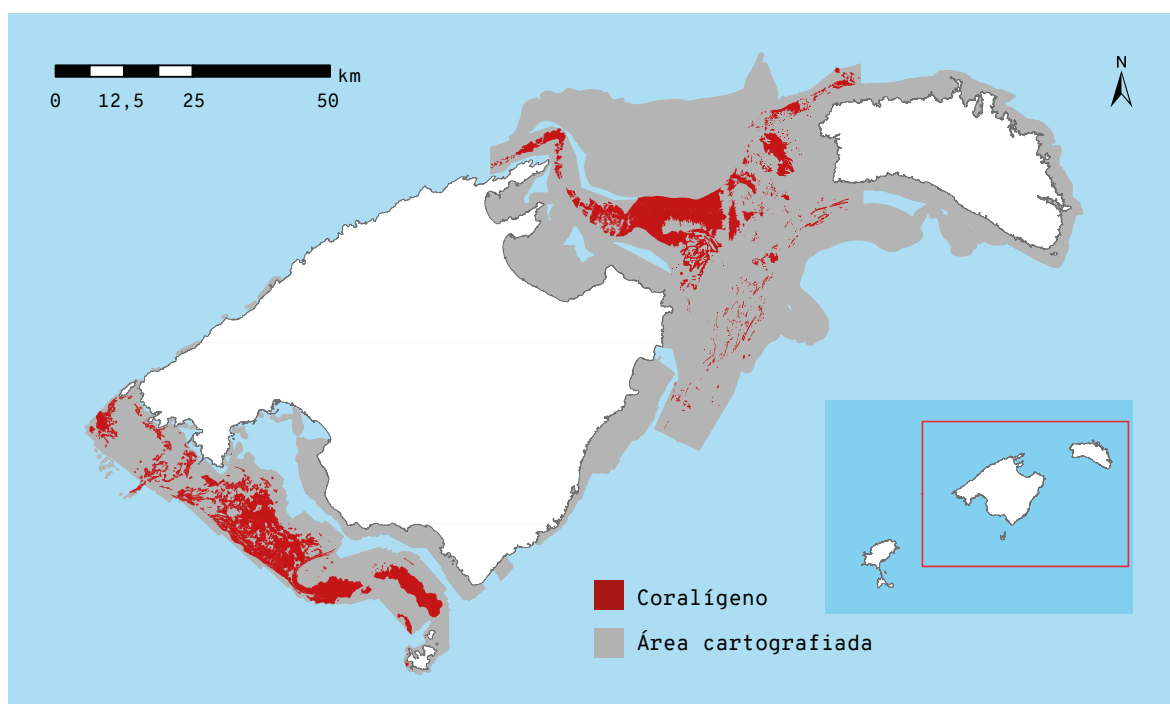


Figura 1. Área de distribución de coralígeno (color rojo) de la plataforma continental en la isla de Mallorca, Menorca y Cabrera, respecto al área total cartografiada (gris). FUENTE: Julià y colaboradores.¹⁵

derar que faltan datos por compilar y nuevas zonas que prospeccionar del mar Balear (Figura 1).

RESULTADOS

La superficie de plataforma continental compilada hasta el año 2019¹⁵ muestra que las comunidades de coralígeno conocidas se distribuyen alrededor de las islas de Mallorca, Menorca y Cabrera (Figura 1). De las zonas cartografiadas, el sudoeste de Mallorca y el Canal de Menorca muestran las mayores distribuciones de este hábitat.

El total cartografiado sin solapamientos ocupa un área de 999,67 km² (Figura 1, Tabla 1) equivalente al 22,92 % de todos los hábitats compilados en Julià y colaboradores (4.395,95 km²).¹⁵

El análisis de las distintas comunidades que contienen hábitats de coralígeno muestra que el Coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados representa el tipo de mayor extensión, con un total de 609,76 km² cartografiados, lo que supone un 13,87 % del total (Tabla 1). Después le siguen el Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas, con un total de 240,18 km², equivalente a un 5,46 %; y el Coralígeno con dominancia de invertebrados, con 149,73 km² o un 3,41 % de todos los hábitats estudiados.

Este hábitat se ha observado principalmente entre los 50-100 m de profundidad (Tabla 1), coincidente con el hecho de que las algas que componen el coralígeno necesitan luz suficiente para crecer.

Código LPHME	Hábitat	Área de distribución (km ²)	Porcentaje del total cartografiado (%)	Área de distribución de 50-100 m (km ²)
3020225	Coralígeno con dominancia de invertebrados	149,73	3,41	149,73
3020104	Coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados	609,76	13,87	384,19
30201	Coralígeno y roca circalitoral dominada por algas	240,18	5,46	206,48
	Total	999,67	22,92	740,40

Tabla 1. Características de los tipos de hábitats de coralígeno de la plataforma continental mostrando su área de distribución y el % total cartografiado. FUENTE: Julià y colaboradores.¹⁵

CONCLUSIONES

- En 2019, el área total cartografiada de coralígeno del mar Balear es de 999,67 km². Este valor representa el 22,92 % del total de hábitats cartografiados, suponiendo el tercer hábitat de mayor extensión del mar Balear.
- En Mallorca y Menorca este hábitat se ha encontrado principalmente entre los 50-100 m de profundidad.
- El tipo de hábitat de coralígeno más abundante es el coralígeno de plataforma dominado por algas o invertebrados, con 609,8 km², representando más de la mitad de estas comunidades cartografiadas.
- Esta área se encuentra subestimada, ya que no se dispone de una cartografía submarina completa del mar Balear. Por ejemplo, no se dispone de datos de área de distribución de coralígeno alrededor de las Pitiusas.

REFERENCIAS

- ¹ BARBERÀ, C. *et al.* (2014). «Canal de Menorca. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES». Informe técnico. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- ² MORANTA, J. *et al.* (2014). «Caracterización ecológica del área marina de la plataforma continental (50-100 m) del Canal de Menorca». Informe final proyecto LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732). Palma: Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Baleares; Fundación Biodiversidad.
- ³ BALLESTEROS, E. (2006). «Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of the present knowledge». *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44, 123-195.
- ⁴ BOUDOURESQUE, C. F. (2004). «Marine biodiversity in the Mediterranean: status of species, populations and communities». *Scientific Reports of Port-Cros National Park*, 20, 97-146.
- ⁵ CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). «Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca Menorca Shelf, Northwestern Mediterranean Sea». *Deep Sea Research II*, 44, 611-629.
- ⁶ GARRABOU, J. *et al.* (2001). «Mass mortality event in red coral *Corallium rubrum* populations in the Provence region (France, NW Mediterranean)». *Marine Ecology Progress Series*, 217, 263-272.
- ⁷ BALLESTEROS, E. (2009). «Threats and conservation of coralligenous assemblages». En: *Proceedings of the 1st Symposium on the Coralligenous and other calcareous bio-concretions of the Mediterranean Sea (Tabarka, 15-16 January 2009)*. United Nations Environment Programme; Mediterranean Action Plan; Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.
- ⁸ BALLESTEROS, E. *et al.* (1993). «El bentos: les comunitats». En: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Colección: Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears, 2, 687-730. Palma: CSIC-Ed. Moll.
- ⁹ CEBRIAN, E.; RODRÍGUEZ-PIETO, C. (2012). «Marine invasion in the Mediterranean Sea: The role of abiotic factors when there is no biological resistance». *PLoS ONE*, 7(2): e31135. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031135>
- ¹⁰ BALLESTEROS, E.; CEBRIAN, E. (2015). «Llistat preliminar dels hàbitats marins bentònics a les illes Balears amb alguns comentaris des de la perspectiva de la

conservació». *Llibre Verd de Protecció d'Espècies a les Balears*, 93-110. Govern de les Illes Balears.

¹¹ UNEP/MAP-RAC/SPA (2008). «Action Plan for the Conservation of the Coralligenous and Other Calcareous Bio-concretions in the Mediterranean Sea». Túnez: Specially Protected Areas Regional Activity Centre.

¹² SALA, E. *et al.* (1996). «Effects of diver frequentation on Mediterranean sublittoral populations of the bryozoan *Pentapora fascialis*». *Marine Biology*, 126, 451-459.

¹³ GARRABOU, J. *et al.* (1998). «The impact of diving on rocky sublittoral communities: a case study of a bryozoan population». *Conservation Biology*, 12, 302-312.

¹⁴ COMA, R. *et al.* (2004). «Long-term assessment of temperate octocoral mortality patterns, protected vs. unprotected areas». *Ecological Applications*, 14, 1.466-1.478.

¹⁵ JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Institut Menorquí d'Estudis-Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.

¹⁶ REQUENA, S. & GILI, J. M. (Editores) (2014). «Caracterización ecológica del área marina del Canal de Menorca: zonas profundas y semiprofundas (100-400 m)». *Informe final área LIFE+ INDEMARRES (LIFE07/NAT/E/000732)*. Barcelona: Instituto de Ciencias del Mar-Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Fundación Biodiversidad.

¹⁷ DOMÍNGUEZ, M. *et al.* (2013). «Caracterización del ecosistema bentónico de la plataforma costera del área comprendida entre Sa Dragonera, Cabrera y el

Cap de Ses Salines (Mallorca)». *Informe del proyecto DRAGONSAL*. Instituto Español de Oceanografía; Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

¹⁸ DPAL (2007). *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) de la Costa de Llevant de Mallorca (ES5310030)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

¹⁹ DPAL (2010). *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Es Trenc (ES0000083)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²⁰ DPAL. (2007). *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Archipiélago de Cabrera-sección Área Costera del Migjorn de Mallorca (ES0000083)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²¹ DPAL (2010). *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) isla de Sa Dragonera (ES0000221)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.

²² TEMPLADO, J. *et al.* (2009). «1170 Arrecifes». En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

²³ JULIÀ, M. *et al.* (2018). «Actualización de la cartografía combinada de los fondos marinos de Menorca: compilación de capas y comunidades bentónicas». Observatori Socioambiental de Menorca del Institut Menorquí d'Estudis; Agència Menorca Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.



MAËRL

10	Área de distribución	68
----	--------------------------------	----

Área de distribución de maërl

El nombre maërl deriva del bretón «terreno de margas», y hace referencia a hábitats submarinos compuestos de rodolitos que se pueden encontrar desde latitudes polares a tropicales.^{1, 2} Los rodolitos son nódulos generados por algas rojas coralináceas que se encuentran libres en el fondo y que, por tanto, ruedan por acción de las corrientes o debido a la bioturbación de organismos.³

En el mar Balear, el maërl se localiza en sustratos sedimentarios de plataforma continental, y en las Baleares se ha detectado hasta aproximadamente los 90 m de profundidad.^{4, 5} Las principales especies de rodolitos que forman las estructuras de estos hábitats son *Lithothamnion corallioides*, *Phymatholithon calcareum*, *Spongites fruticosus* y *Peyssonnelia rosa-marina*.^{4, 6-8} En muchos lugares no puede hablarse de un maërl puro, sino que se alterna con comunidades de detrítico costero donde dominan *S. fruticosus* y diversas especies del género *Peyssonnelia*, con el alga parda *Laminaria rodriguezii*, que puede presentarse por debajo de los 60-65 m de profundidad, principalmente en la zona del Canal de Menorca.⁹

El maërl tiene un crecimiento lento, por lo que se considera un recurso no renovable.^{2, 10} Esta condición promueve la necesidad de gestionar adecuadamente estos fondos para su conservación y protección.

El maërl tiene una alta importancia ecológica, ya que se trata de un hábitat estructuralmente complejo, perenne y que sustenta una gran biodiversidad. Es análogo en importancia ecológica a las praderas de fanerógamas. Ello se debe principalmente a que constituye un soporte físico para la fijación de muchas especies sésiles de algas, esponjas, poliquetos, ascidias, hidrozoos y briozoos. La presencia de estas especies aumenta considerablemente la disponibilidad de microhábitats que proporcionan cobijo a una gran variedad de organismos móviles (moluscos, crustáceos, anfípodos, anélidos, equinodermos y peces).¹¹ Adicionalmente, estos hábitats se consideran factorías de carbono, donde se alcanzan producciones anuales de hasta 200 g de carbonato cálcico (CaCO₃)/m².¹²

Además de su gran interés ecológico, el buen estado de conservación del hábitat de maërl y sus comunidades asociadas proporcionan indirectamente un elevado valor económico. Ello se debe a que en sus fondos habitan especies de peces y crustáceos de alto valor comercial, como es el caso de la escórpora (*Scorpaena notata*)¹³ y la langosta (*Palinurus elephas*)¹.

Sin embargo, en las Baleares estos hábitats se encuentran en riesgo debido principalmente a impactos directos e indirectos producidos por las actividades pesqueras, tanto de arrastre como artesanal (de trasmallo y palangre de fondo).^{14, 15} Entre otras amenazas destacan la creación de playas artificiales y estructuras costeras, y la eutrofización e invasión por especies alóctonas como la macroalga invasora *Caulerpa cylindracea*.^{6, 16, 17}

Estas amenazas hacen que sea cada vez más necesario conocer el área de distribución de maërl para poder garantizar su protección.

NORMATIVA APLICABLE

- Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación (Convenio de Barcelona, del 16 de febrero de 1976, modificado el 10 de junio de 1995).
- Directiva 92/43/CEE del Consejo, del 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (i. e. Directiva Hábitats). Exige el manejo de conservación de dos de las principales especies europeas formadoras de maërl, *Phymatholithon calcareum* y *Lithothamnion corallioides*.

¿QUÉ ES?

Es un hábitat sedimentario marino de fondos circalitorales de plataforma continental (0-90 m). Está formado por rodolitos, concreciones de algas rojas calcáreas de vida libre que ruedan por acción de las corrientes oceánicas o por procesos de bioturbación. En el maërl coexisten muchas especies sésiles y móviles (moluscos, crustáceos, anfípodos, anélidos, equinodermos y peces), conteniendo especies de alto valor comercial como la escórpora y la langosta.

METODOLOGÍA

Se utiliza la cartografía compilada y unificada publicada en el estudio de Julià y colaboradores (2019). Se han utilizado datos de diversos informes: Proyecto LIFE+ INDEMARES, DRAGONSAL, Ecocartográfico, LIC Artà, Carto-Cabrera y LIC Sa Dragonera. Los hábitats seleccionados como maërl son:

- Detrítico costero con enclaves de maërl
- Detrítico costero con enclaves de maërl y *Osmundaria volubilis*
- Fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia* spp.
- Fondos de maërl o rodolitos
- Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas

Hay que considerar que únicamente 4.395,95 km² del mar Balear se han compilado en este estudio cartográfico; por tanto, los resultados del área de distribución de maërl se encuentran subestimados.

¿POR QUÉ?

Al ser un hábitat de gran importancia ecológica (sustenta una gran biodiversidad) y de crecimiento lento (considerado como no renovable), es necesario conocer su área de distribución para su protección y conservación.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- El maërl cartografiado hasta la fecha supone uno de los hábitats más abundantes de la zona de plataforma continental del mar Balear.
- Se encuentra entre los 35-90 m de profundidad en el Canal de Menorca y alrededor de la costa menorquina.
- El área de distribución muestra una extensión de 839,2 km² (un 19 % del total cartografiado). Este valor es inferior a la extensión real de este hábitat en el mar Balear aún no prospectada, ya que, por ejemplo, todavía no se dispone de datos de la zona de plataforma de las Pitiusas.



Imagen submarina del hábitat de maërl con ascidia. FUENTE: Enric Ballesteros.

La comunidad de maërl queda incluida en el Anexo I de la Directiva Hábitats dentro del hábitat prioritario a conservar en el territorio de la Unión Europea (hábitat 1110).

- Reglamento (CE) nº 1626/94 del Consejo, de 27 de junio de 1994, sobre la conservación de los recursos vivos del Mediterráneo. Influye en la conservación de los fondos de maërl, ya que prohíbe la pesca de arrastre demersal en aguas de menos de 50 m de profundidad.
- Orden AAA/1479/2016, de 7 de septiembre, por la que se establece una zona protegida de pesca en el área del Canal de Menorca y se modifica la Orden AAA/1504/2014, de 30 de julio, por la que se establecen zonas protegidas de pesca sobre determinados fondos montañosos del Canal de Mallorca y al este del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera.
- Reglamento (CE) nº 1967/2006 del Consejo, de 21 de diciembre. Se prohíbe utilizar artes de pesca como el arrastre, el cerco o las dragas sobre fondos marinos que alberguen comunidades de maërl.
- 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).
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas, y sus modificaciones:
 - Orden AAA/75/2012, de 12 de enero,
 - Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto,
 - y Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio.

METODOLOGÍA

Los datos sobre el área de distribución de maërl provienen del estudio de 2019 «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas» del Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), la Societat d'Història Natural de Balears (SHNB) y la Fundación Marilles.¹⁸ Gran parte de la cartografía de este hábitat ha sido compilada de los siguientes proyectos originales: Proyecto LIFE+ INDEMARES^{6, 19}, DRAGONSAL,²⁰ Ecocartográfico,²¹ LIC Artà,²² Carto-Cabrera,²³ LIC Sa Dragonera.²⁴

En este estudio de recopilación de información cartográfica existente se identifican diferentes hábitats que se integran en la comunidad de maërl (los códigos provienen de la Lista patrón de los hábitats marinos presentes en España)^{25, 26}:

- 0304050: Detrítico costero con enclaves de maërl.
- 03040507: Detrítico costero con enclaves de maërl y *Osmundaria volubilis*.
- 0304050604: Fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia* spp.
- 03040504: Fondos de maërl o rodolitos.
- 0304051304: Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas.

A partir de estas cartografías se han calculado las áreas ocupadas por cada tipo de hábitat. Del litoral situado alrededor de las Pitiusas no existen datos, ya que la zona cartografiada en esa zona alcanza únicamente los 0-50 m.

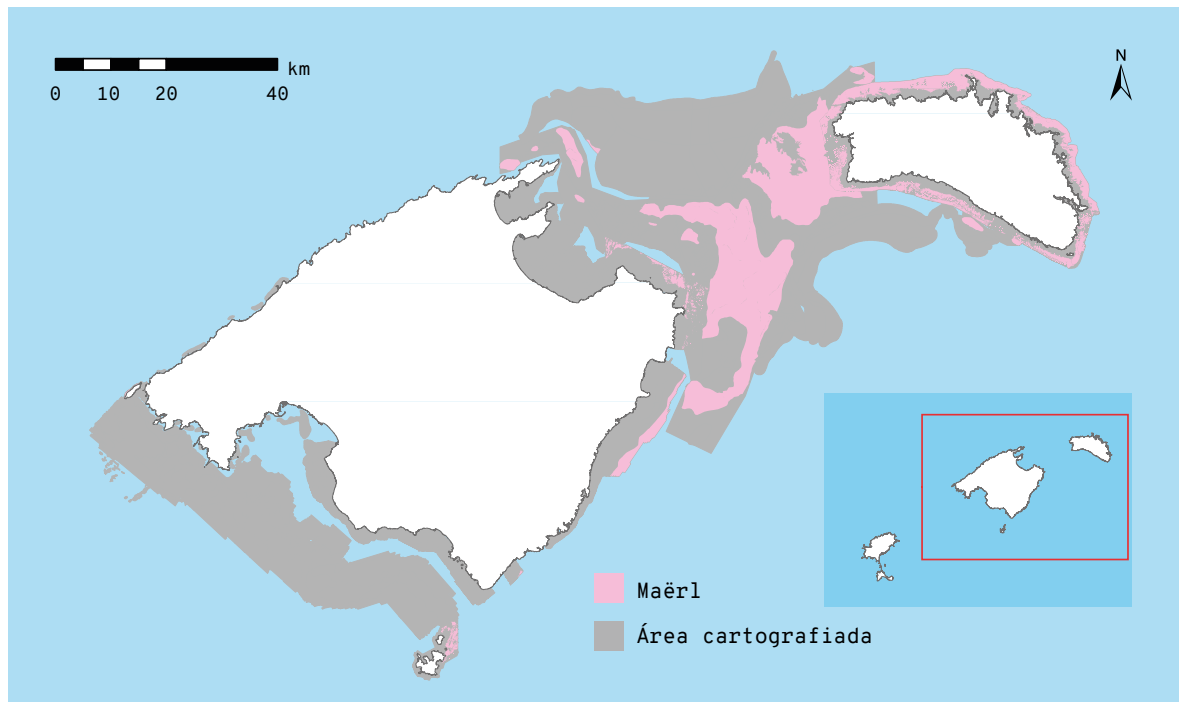


Figura 1. Área de distribución de fondos de maërl (color rosa) alrededor de Menorca, Mallorca y Cabrera, respecto al área total de hábitats cartografiados (color gris). FUENTE: Julià *et al.*¹⁸

RESULTADOS

La mayoría de los fondos de maërl cartografiados hasta la fecha se encuentran en el Canal de Menorca, ya que es el lugar donde se han desarrollado los proyectos de investigación (Figura 1).

El total de comunidades de maërl cartografiadas suman una extensión de 839,16 km², equivalente a un 19,1 % del total de hábitats cartografiados en el estudio de Julià y colaboradores¹⁸ (4.395,95 km²) (Tabla 1). El tipo de hábitat de maërl de mayor extensión se clasifica como fondos de maërl o rodolitos, sumando un área de 585,22 km², lo que representa un 13 % del total cartografiado. Le siguen el detritico costero con enclaves de maërl y *Osmundaria volubilis*, con 132,2 km² y un 3 % del total; los fondos de rodolitos y cas-

cajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas, con 87,1 km² y un 2 % del total; el detritico costero con enclaves de maërl, con 77,74 km² y 1,8 % del total; y, por último, los fondos de maërl con dominancia de *Peyssonnelia* spp., con 4,1 km² y un 0,1 % del total.

La profundidad mínima a la que se encuentra el maërl es de 35-40 m, y la máxima es de 80-90 m, considerando la cartografía existente de las diferentes comunidades.

De la superficie total cartografiada de la plataforma continental del mar Balear (0-200 m), los fondos de maërl o rodolitos suponen la segunda comunidad marina en extensión (23 %) después de los fondos detriticos biogénicos de baja cobertura algal (31 %).¹⁸

Código LPHME	Hábitat	Área de distribución (km ²)	% del total cartografiado
0304050	Detritico costero con enclaves de maërl	77,74	1,76
03040507	Detritico costero con enclaves de maërl y <i>Osmundaria volubilis</i>	132,19	3,01
0304050604	Fondos de maërl con dominancia de <i>Peyssonnelia</i> spp.	4,51	0,10
03040504	Fondos de maërl o rodolitos	1621,33	36,88
0304051304	Fondos de rodolitos y cascajo infralitorales y circalitorales dominados por invertebrados con dominancia de esponjas	87,08	1,99
	Total	1922,85	43,74

Tabla 1. Extensión de los hábitats que incluyen maërl alrededor de Menorca, Mallorca y Cabrera. FUENTE: Julià *et al.*¹⁸

En Mallorca son comunes sobre todo entre los 50-100 m de profundidad. En Menorca, dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera, los fondos de maërl o rodolitos son los más frecuentes en la zona de plataforma continental alrededor de la costa.¹⁸ La mayoría de estos hábitats muestran un estado de conservación desconocido, y la poca información existente refleja que todos muestran un estado inadecuado.¹⁸

CONCLUSIONES

- Los fondos de maërl suponen el segundo hábitat más abundante de la zona de plataforma continental, según los datos de cartografía del mar Balear.
- El maërl cartografiado del mar Balear se observa a partir de los 35-40 m y hasta una profundidad máxima de 80-90 m.
- El área total de fondo de maërl o comunidades con presencia de maërl cartografiadas suman una extensión de 1922,85 km², equivalente a un 43,74 % del total estudiado.
- La cartografía submarina de maërl en el mar Balear es incompleta y deberían dirigirse más esfuerzos a la compilación de información y la prospección de este hábitat.

REFERENCIAS

¹ BARBERÁ, C. *et al.* (2014). «Canal de Menorca. Áreas de estudio del proyecto LIFE+ INDEMARES». *Informe técnico*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; Fundación Biodiversidad.

² WILSON, S. *et al.* (2004). «Environmental tolerances of free-living coralline algae (maërl): implications for European marine conservation». *Biological Conservation*, 120, 2, 279-289. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.03.001>.

³ PICARD, J. (1965). «Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise». *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 52 (36), 1-160.

⁴ BALLESTEROS, E. (1994). «The deep-water Peyssonelia beds from the Balearic Islands (Western Mediterranean)». *Marine Ecology*, 15, 233-253. DOI: 10.1111/j.1439-0485.1994.tb00055.x.

⁵ JOHER, S. *et al.* (2012). «Deep-water macroalgal-dominated coastal detritic assemblages on the continental shelf off Mallorca and Menorca (Balearic Islands, Western Mediterranean)». *Botanica Marina*, 55 (5), 485-497. DOI: 10.1515/bot-2012-0113.

⁶ MORANTA, J. *et al.* (2014). «Caracterización ecológica del área marina de la plataforma continental (50-100 m) del canal de Menorca». *Informe final área LIFE+ INDEMARES (LIFE07/NAT/E/000732)*. Palma: Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Baleares; Fundación Biodiversidad.

⁷ PÉRÈS, J. M.; PICARD, J. (1964). «Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée». *Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31, 3-137.

⁸ BALLESTEROS, E. *et al.* (1993). «El bentos: les comunitats». En: *Història Natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. Colección: Monografies de la Societat d'Història Natural de Balears, 2, 687-730. Palma: CSIC-Ed. Moll.

- ⁹ JOHER, S. *et al.* (2015). «Contribution to the study of deep coastal detritic bottoms: the algal communities of the continental shelf off the Balearic Islands, Western Mediterranean». *Mediterranean Marine Science*, 16/3, 573-590. DOI: 10.12681/mms.1249.
- ¹⁰ LITTLER, M. M. *et al.* (1991). «Deep-water rhodolith distribution, productivity, and growth history at sites of formation and subsequent degradation». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 150, 163-182. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(91\)90066-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(91)90066-6).
- ¹¹ ABELLA, E. *et al.* (1998). «Maèrl grounds: habitats of high biodiversity in European Seas». 3rd European Marine Science and Technology Conference (MAST Conference). Lisboa: Comisión Europea, 169-178. [Informe final del proyecto BIOMAERL].
- ¹² CANALS, M.; BALLESTEROS, E. (1997). «Production of carbonate sediments by phytobenthic communities in the Mallorca Menorca Shelf, Northwestern Mediterranean Sea». *Deep-Sea Research II*, 44, 611-629.
- ¹³ ORDINES, F. *et al.* (2009). «Habitat preferences and life history of the red scorpion fish, *Scorpaena notata*, in the Mediterranean». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 85, 537-546. DOI: 10.1016/j.ecss.2009.09.020.
- ¹⁴ BARBERÀ, C. *et al.* (2017). «Maèrl beds inside and outside a 25-year-old no-take area». *Marine Ecology Progress Series*, 572, 77-90. DOI: 10.3354/meps12110.
- ¹⁵ MASSUTÍ, E. *et al.* (1996). «Demersal fish communities exploited on the continental shelf and slope off Majorca (Balearic Islands, NW Mediterranean)». *Vie et Milieu*, 46 (1), 45-55.
- ¹⁶ BARBERÀ, C. *et al.* (2003). «Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maèrl beds». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystem*, 13, S65-S76.
- ¹⁷ KLEIN, J. C.; VERLAQUE, M. (2009). «Macroalgal assemblages of disturbed coastal detritic bottoms subject to invasive species». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 82, 461-468.
- ¹⁸ JULIÀ, M. *et al.* (2019). «Cartografía de los hábitats marinos de las Islas Baleares: compilación de capas y comunidades bentónicas». Institut Menorquí d'Estudis-Observatori Socioambiental de Menorca; Societat d'Història Natural de les Balears; Fundació Marilles.
- ¹⁹ REQUENA, S. & GILI, J. M. (Editores) (2014). «Caracterización ecológica del área marina del Canal de Menorca: zonas profundas y semiprofundas (100-400 m)». *Informe final área LIFE+ INDEMARRES (LIFE07/NAT/E/000732)*. Barcelona: Instituto de Ciencias del Mar-Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Fundación Biodiversidad.
- ²⁰ DOMÍNGUEZ, M. *et al.* (2013). «Caracterización del ecosistema bentónico de la plataforma costera del área comprendida entre Sa Dragonera, Cabrera y el Cap de Ses Salines (Mallorca)». *Informe del proyecto DRAGONSALE*. Instituto Español de Oceanografía; Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.
- ²¹ ORTIZ, M. D. *et al.* (2010). *Memoria general del estudio «ecocartografía Menorca, Ibiza y Formentera»*. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar; INTECMYT, SL; Geofísica Mar y Tierra, SA; INTECSA-INARSA, SA; TECNOAMBIENTE, SL.
- ²² DPAL (2010). *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Montañas de Artà (ES0000227)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.
- ²³ DPAL (2007) *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Archipiélago de Cabrera-sección Área Costera del Migjorn de Mallorca (ES0000083)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.
- ²⁴ DPAL (2010). *Plan de Gestión Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) isla de Sa Dragonera (ES0000221)*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient i Territori.
- ²⁵ TEMPLADO, J. *et al.* (2009). «1170 Arrecifes». En: *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- ²⁶ JULIÀ, M. *et al.* (2018). «Actualización de la cartografía combinada de los fondos marinos de Menorca: compilación de capas y comunidades bentónicas». Observatori Socioambiental de Menorca del Institut Menorquí d'Estudis; Agència Menorca Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.



Aves marinas

PAÍÑO EUROPEO (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	76
11 Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta	79
12 Éxito reproductor	81
13 Supervivencia de adultos	83

11-13

Paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*)

(número de parejas reproductoras/
número de nidos con puesta,
éxito reproductor, supervivencia
de adultos)

El paíño europeo es una pequeña ave marina, conocida en las Baleares como *noneta*, *fumarell*, *paio*, *marineret*, *escateret* o *ocell de tempesta*. Es una de las aves más emblemáticas de los islotes marinos y, al mismo tiempo, una de las más desconocidas por la población.

Se trata de una pequeña ave marina de tamaño medio, entre 14 y 18 cm, con una envergadura de ala que supera el doble de su longitud corporal y un peso medio de unos 28 gramos durante la época reproductora. Es el representante más pequeño del orden de los procelariiformes, que incluye a los petreles, los albatros y las pardelas.¹ A pesar de su aparente fragilidad, es un ave que soporta fuertes oleajes y se asocia con las tormentas; por ello es conocida popularmente con el nombre de pájaro de tormenta (Figura 1).² En el Mediterráneo se encuentra la subespecie *H. pelagicus melitensis*, que se diferencia morfológicamente (es más grande), por su canto y por sus parámetros reproductores de la subespecie atlántica *H. pelagicus*. Algunos autores recomiendan la separación de las dos especies.³

Sus características principales son:

- Tiene una tasa de fecundidad baja: pone un solo huevo al año en verano, que es incubado por ambos progenitores.
- Nidifica en colonias en islotes, cuevas o bajo piedras, siempre en lugares sin depredadores mamíferos (ratas).
- Presenta una gran longevidad: el ejemplar más longevo registrado hasta ahora tiene más de 33 años.
- Tiene un período de incubación y un período de cuidado de los pollos largo, de unos 40 y unos 60 días respectivamente.
- Tiene una forma de vida pelágica, y solo va a tierra para reproducirse.
- El paíño europeo está catalogado como especie de interés especial en el Catálogo nacional de especies amenazadas (RD 439/1990) y como especie vulnerable en el Libro rojo de las aves de España.

REGULACIONES

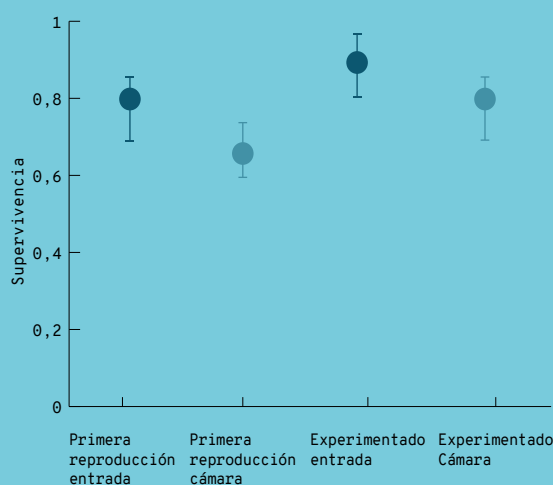
- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de sus aves silvestres.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo de la Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas.
- Libro rojo de las aves de España.



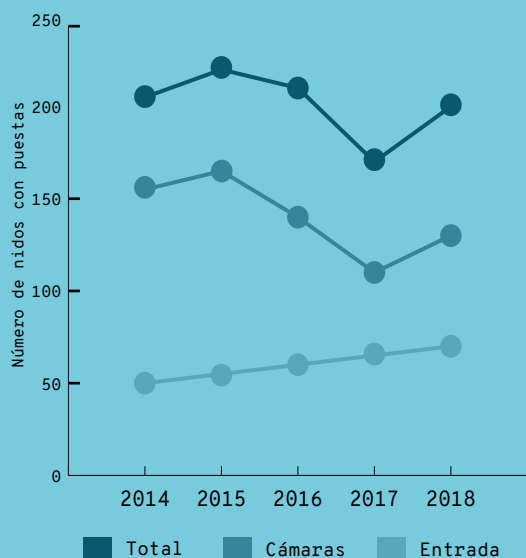
Figura 1. Fotografía de un ejemplar de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*). FUENTE: Miquel Gomila.

¿QUÉ ES?

El paíño europeo es una pequeña ave marina conocida también en las Baleares con los nombres populares de *fumarell*, *paio*, *marineret*, *escateret* u *ocell de tempesta*. Se trata de un pequeño pájaro marino de 14 a 18 cm, con una envergadura de ala que supera el doble de su longitud corporal y un peso medio de unos 28 gramos durante la época reproductora. Tiene una tasa de fecundidad baja: pone un único huevo al año en verano, que es incubado por ambos progenitores. Los paíños nidifican en colonias en islotes, cuevas o bajo piedras, siempre en lugares sin depredadores mamíferos (ratas). Presentan una gran longevidad: el ejemplar más longevo registrado hasta ahora tiene más de 33 años. Tienen unos períodos de incubación de los huevos y de cuidado de los pollos largos, de unos 40 y unos 60 días respectivamente. Su forma de vida es pelágica, y solo van a tierra para reproducirse.



Probabilidad de supervivencia de los paíños europeos en las diferentes zonas de la colonia de S'Espartar entre 2014 y 2019.



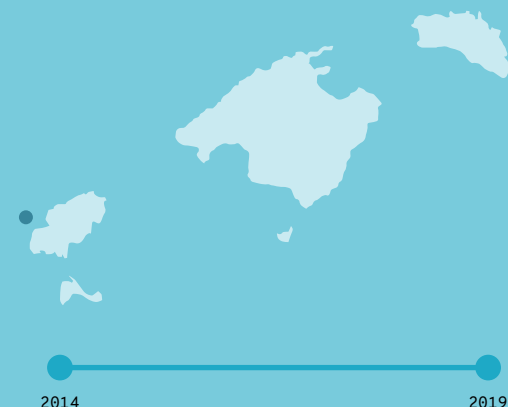
Número de nidos con puesta en la zona de estudio de S'Espartar. El número total de nidos está marcado en negro, mientras que la zona de las cámaras está marcada en azul oscuro y la zona de la entrada a la cueva, en azul claro.

¿POR QUÉ?

Es una de las aves más emblemáticas de los islotes marinos y al mismo tiempo también es una de las más desconocidas por la población.

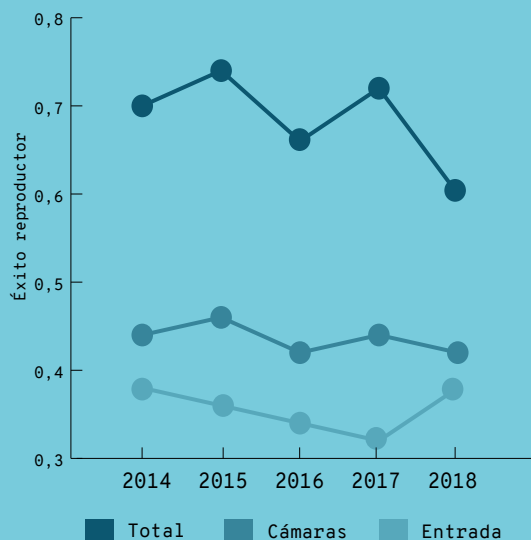
El paíño europeo está catalogado como especie de interés especial en el Catálogo español de especies amenazadas (RD 439/1990) y como especie vulnerable en el Libro rojo de las aves de España.

LOCALIZACIÓN



METODOLOGÍA

Los datos que se presentan aquí provienen del seguimiento que se lleva a cabo con la colaboración científica de la investigadora Ana Sanz-Aguilar, de la Universitat de les Illes Balears y el Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA); de Virginia Picorelli, técnica de las reservas de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent; de Mariana Viñas, técnica de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, y de Esteban Cardona y Oliver Martínez, agentes de Medio Ambiente, en la isla de S'Espartar desde el año 2014.



Evolución a lo largo de los años de estudio del éxito reproductor del paíño europeo en la isla de S'Espartar. FUENTE: Picorelli *et al.*⁷



Fotografía de un ejemplar de paño europeo (*Hydrobates pelagicus*) juvenil. FUENTE: Miquel Gomila.

RESULTADOS

- El número de nidos con puesta en la zona de estudio en el islote de S'Espartar ha oscilado entre 173 nidos en el año 2017 y 218 nidos en el año 2015 durante los seis años de estudio. La zona con un número mayor de nidos se encuentra en las cámaras, mientras que en la entrada el número es inferior.
- Solo se dispone de datos continuos de una única colonia en el islote de S'Espartar, la colonia más importante en cuanto a número de ejemplares de las detectadas en las Baleares. Sería conveniente ampliar el área de estudio a otras colonias, ya que en el caso de esta especie las dinámicas pueden variar enormemente de un lugar a otro.
- En la zona de las cámaras, el éxito reproductor y la supervivencia son inferiores a los de la zona de la entrada de la cueva.
- Los resultados de 2018 confirman los efectos negativos de las garrapatas sobre los parámetros reproductores (mortalidad de los pollos) de los paños europeos en la colonia de S'Espartar.
- A pesar de las elevadas tasas de mortalidad de pollos detectadas durante los últimos años en S'Espartar, en el año 2019 se ha observado un crecimiento de la colonia.
- La supervivencia de adultos en la entrada es mayor que en las cámaras: 0,79 vs. 0,68 para individuos que se reproducen por primera vez, y 0,87 vs. 0,78 para los que tienen experiencia.
- Actualmente se desconocen las áreas de alimentación de la especie en el medio marino; esta información se puede recopilar usando nuevas tecnologías de seguimiento GPS (como se ha hecho en Benidorm) y sería de gran utilidad para delimitar las áreas de conservación prioritaria en el mar.

11. Número de parejas reproductoras

El número de parejas reproductoras es la estima más cercana que puede realizarse para calcular la población de este pájaro, ya que tiene un estilo de vida marino y solo pisa tierra para reproducirse, buscar pareja o buscar un lugar adecuado para la cría⁴ y, por tanto, resulta imposible disponer de un recuento riguroso de su población. La población mediterránea se estima entre 8.500 y 15.200 parejas, una cifra muy inferior a la de la subespecie atlántica (entre 438.000 y 514.000 parejas).⁵

METODOLOGÍA

Los datos incluidos en este informe provienen principalmente de la isla de S'Espartar (Figura 2), y son el resultado del seguimiento poblacional que se lleva a cabo en la misma con la colaboración científica de la investigadora Ana Sanz-Aguilar, de la Universitat de les Illes Balears y el Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA); de Virginia Picorelli, técnica de las reservas de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent; de Mariana Viñas, técnica de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears, y de Esteban Cardona y Oliver Martínez, agentes de Medio Ambiente.^{6, 7}

El seguimiento poblacional en la isla se ha llevado a cabo continuamente desde el año 2014, y ha consistido en un estudio básico de tres actividades de la colonia:

- Recolección de datos de nidificación, de éxito de eclosión, de éxito de emplumamiento y de éxito reproductor.
- Toma de datos individuales: anillamiento y recaptura de adultos reproductores.
- Toma de datos individuales: anillamiento de pollos.

Cada año se revisaron, en cada una de las visitas, los nidos localizados en la colonia. En estas revisiones se comprobó si en los nidos marcados había un huevo, un adulto incubando, un adulto empollando (uno de los progenitores encima del pollo una vez que el huevo se ha abierto), o un pollo (vivo o muerto).

Las aves adultas se capturaron una sola vez, al final del período de incubación o durante el empolle, con el fin de evitar molestias y abandonos del nido.⁸ Los individuos se cogieron con las manos y el primero que se capturó se marcó con tinta blanca, tanto en la cola como en la cabeza, para no capturarlo de nuevo.

Los pollos se capturaron diversas veces para evaluar su estado de desarrollo. También se evaluó la afectación por garrapatas.

El número de nidos con puesta se considera el número mínimo de parejas reproductoras en la zona objeto de seguimiento.

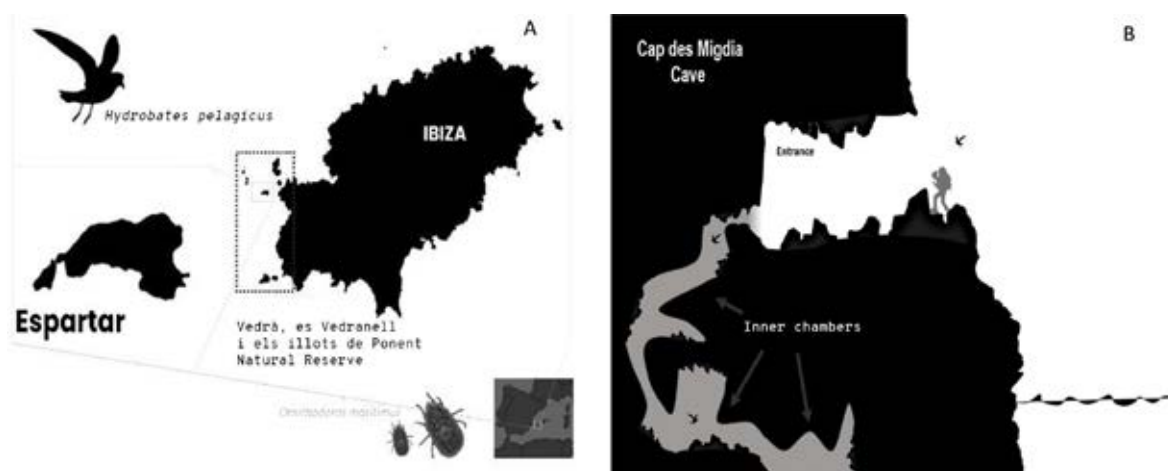


Figura 2. A. Mapa de la zona de estudio. B. Infografía de la zona de estudio de la cueva del Cap des Migdia. FUENTE: Sanz-Aguilar *et al.*⁹

La recolección de otros datos procedentes de estudios anteriores emplearon las metodologías siguientes:

- Aguilar¹⁰ empleó técnicas de captura-recaptura.
- García-Gans y colaboradores¹¹ emplearon dos metodologías complementarias:
 - Recuento directo desde embarcaciones en transectos nocturnos.
 - Captura-recaptura.
- David García empleó técnicas de captura-recaptura.

RESULTADOS

En las Islas Baleares, la mayor colonia de paíño europeo se localiza en la isla de S'Espartar. Aguilar¹⁰ estimó la población de S'Espartar en 2.302 parejas mediante técnicas de captura-recaptura. El mismo año se estimó la población en 600 parejas mediante recuento directo del 8 % de la superficie del islote.¹⁰ En el año 2004 se contabilizaron un total de 4.230 ejemplares en el mes de junio y 2.300 en el de julio, empleando dos metodologías complementarias: el recuento directo desde embarcaciones en transectos nocturnos y la captura-recaptura con técnicas de anillamiento científico.¹¹ En 2007, David García estimó la población total por prospección del islote y captura-recaptura entre 750 y 1.250 parejas. Los censos actuales de la cueva principal de la isla estiman que hay unas 250 parejas en nidos visibles. A pesar de las discrepancias en las diferentes estimaciones del número de parejas reproductoras en la isla de S'Espartar, existe consenso en considerar que constituiría la colonia de paíño europeo más grande de España.

No existen seguimientos exhaustivos de estimas de población de parejas nidificantes en el resto de islotes de las Islas Baleares, por lo que los cálculos disponibles se basen en opiniones de expertos consultados y en datos de capturas en redes en algunos

lugares (Cabrera e Illa de l'Aire). Cabe destacar el tamaño de las colonias de Na Pobra, en Cabrera, de la Illa des Penjats, en Ibiza, y de S'Espardell, en Formentera (Tabla 1).

Colonia	Isla de referencia	Rango de parejas
Illa de l'Aire	Menorca	10-50
Illa de ses Bledes (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	50-100
Na Foradada (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	10-50
Na Pobra (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	100-250
Na Plana (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	50-100
Illa des Conills (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	1-10
Illa de ses Rates (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	1-10
L'Espanja (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	1-10
Estell de Fora (P. N. de Cabrera)	Mallorca, Cabrera	10-50
Es Pantaleu	Mallorca	1-10
Illa del Toro	Mallorca	1-10
S'Espartar	Ibiza	>500
Na Plana (Ses Bledes)	Ibiza	1-10
Na Gorra (Ses Bledes)	Ibiza	10-100
Na Bosc (Ses Bledes)	Ibiza	10-100
Escull d'en Terra (Ses Bledes)	Ibiza	1-10
Ses Margalides	Ibiza	1-10
Illa de Santa Eulària	Ibiza	10-100
Malví Gros	Ibiza	10-100
Malví Pla	Ibiza	1-10
Es Daus	Ibiza	1-10
Lladó Gros	Ibiza	1-10
Illa des Penjats	Ibiza	>100
Illa Negra Grossa	Ibiza	10-100
En Caragoler	Ibiza	1-10
S'Espardell	Formentera	>100
Illa de s'Alga	Formentera	1-10

Tabla 1. Lista de colonias reproductoras y estima del número de parejas reproductoras de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en las Baleares. FUENTE: Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles.²

Desde el año 2004 se realiza un seguimiento poblacional en el islote de S'Espartar, en la zona de la cueva del Cap des Migdia (Figura 2).⁹ Para llevar a cabo este seguimiento poblacional, el número de nidos con puesta se considera el número mínimo de parejas reproductoras. Esta estimación está por debajo del número total de parejas reproductoras

que hay en el islote, porque solo se realiza seguimiento en una de las cuevas de la isla y, además, hay muchos nidos que no son accesibles, pero da una aproximación robusta de la zona de estudio y una idea de la dinámica de la población.

El número de nidos con puesta ha oscilado entre 173 nidos en el año 2017 y 218 nidos en 2015 durante los 6 años de estudio. La zona con mayor número de nidos son las cámaras, mientras que en la entrada el número es inferior (Figura 3).^{6, 7, 9}

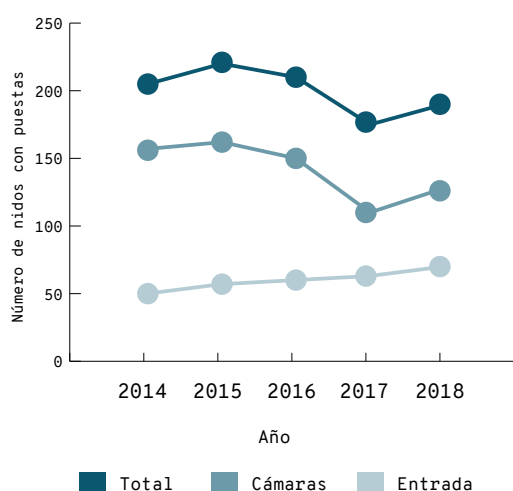


Figura 3. Número de nidos con puesta en la zona de estudio de S'Espartar. El número total de nidos en la zona de estudio se muestra en negro, mientras que el de la zona de las cámaras en azul oscuro y el de la zona de la entrada a la cueva, en azul claro. FUENTE: Picorelli *et al.*^{6, 7}

12. Éxito reproductor

El éxito reproductor en especies que ponen un único huevo es generalmente elevado, y valores bajos de este parámetro pueden evidenciar problemas de conservación. El huevo del paíño europeo es de grandes dimensiones respecto al peso medio corporal de los adultos (un 23,5 % de su peso).² En ocasiones excepcionales, si la puesta fracasa a principios de la temporada de cría, podrían realizar una puesta de reposición.¹² El huevo es incubado por ambos progenitores durante unos 40 días en turnos de incubación de una media de 2 días, que

pueden variar entre 1 y 5.^{2, 13, 14}

Tras la eclosión del huevo, el pollo no es capaz de regular su temperatura corporal y los adultos realizan la función de mantenerlo caliente empollándolo todo el día durante la primera semana de vida.¹⁵ Después de esta primera semana de vida, los padres solo visitan al pollo por la noche para alimentarlo. Cuando tienen unos 54 días, los pollos alcanzan el 150 % del peso de los adultos.¹⁶ La frecuencia de alimentación va disminuyendo progresivamente, y cuando los pollos tienen unos 63-70 días de vida abandonan las colonias.^{2, 13, 16}

METODOLOGÍA

Los datos relativos al éxito reproductor provienen del seguimiento poblacional del islote de S'Espartar, en concreto del estudio elaborado por Sanz-Aguilar *et al.*⁶ y del de Picorelli *et al.*⁷.

La productividad de la colonia se estimó al haber finalizado la campaña utilizando el método Mayfield 40 %.¹⁷⁻²⁰ El período medio de incubación se consideró de 40 días^{13, 14} y el de empolle (tiempo que permanece uno de los progenitores sobre el pollo una vez que ha eclosionado el huevo), de 7 días.¹⁵ Las estimas relativas del éxito reproductor se han determinado de la siguiente manera:

- Éxito de eclosión. Número de pollos que nacen respecto al número de puestas. Se expresa en tanto por uno.
- Éxito de emplumamiento. Número de pollos que completan el emplumamiento de todos los que nacen. Se expresa en tanto por uno. Se considera que un pollo ha completado el emplumamiento si sobrevive al menos 40 días.^{13, 14}
- Éxito reproductor. Número de pollos que completan el emplumamiento respecto al número de puestas realizadas. Se expresa en tanto por uno.

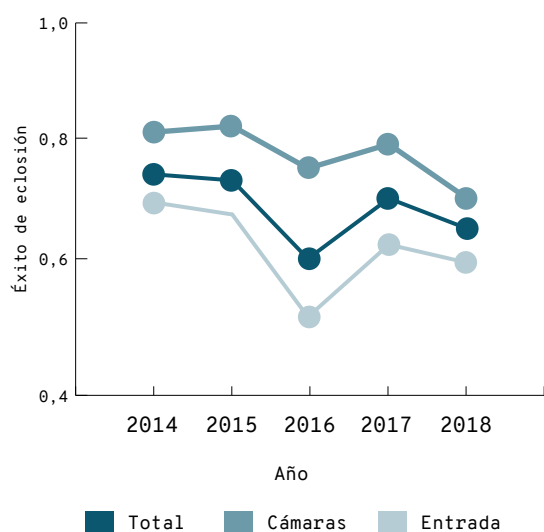


Figura 4. Evolución a lo largo de los años de estudio del éxito de eclosión de los nidos de paíño europeo de la isla de S'Espartar. FUENTE: Picorelli *et al.*⁷

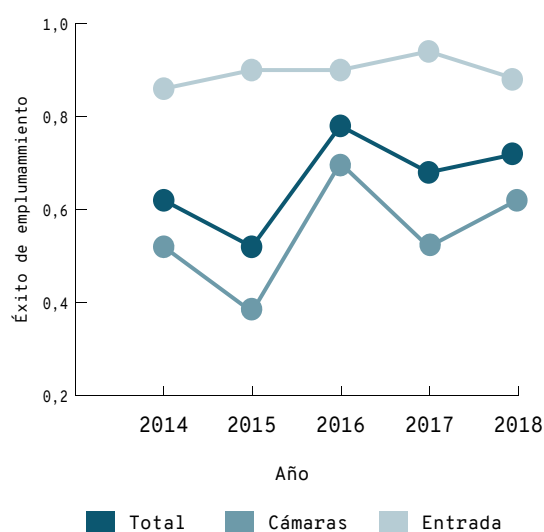


Figura 5. Evolución a lo largo de los años de estudio del éxito de emplumamiento de los pollos de paíño europeo en la isla de S'Espartar. FUENTE: Picorelli *et al.*⁷

RESULTADOS

En la zona de estudio de la isla de S'Espartar, el éxito de eclosión ha variado entre 0,6 y 0,74 en los años 2016 y 2014, respectivamente, lo que implica que de entre un 60 % y un 74 % de los huevos de las puestas nació un pollo. En el año 2016 se produjo un mínimo, que se recuperó en el año 2017 y volvió a caer en el año 2018, aunque repuntó en el 2019.

La zona de las cámaras tuvo un éxito de eclosión inferior al de la zona de la entrada en todos los años de estudio. Mientras que en la zona de la entrada el éxito de eclosión varió entre 0,7 y 0,83 en los años 2018 y 2019, respectivamente, en la zona de las cámaras osciló entre 0,53 y 0,72 en los años 2016 y 2014, respectivamente.

La zona de la entrada de la cueva tiene un éxito de eclosión muy alto comparado con el de otras zonas de estudio, como por ejemplo la isla de Benidorm, donde es de 0,67.⁶

El éxito de emplumamiento de los pollos de paíño europeo de S'Espartar durante los 6 años de estudio (2014-2019) varió entre el 0,52 y el 0,78 en los años 2015 y 2016, respectivamente. Hay fuertes variaciones en función de la zona de la cueva: los pollos de la entrada tuvieron un éxito de emplumamiento muy superior a los que se encontraban en las cámaras (Figura 5). En la entrada, el éxito de emplumamiento varió entre 0,86 y 0,95, unos valores muy altos, que representan que entre el 86 % y el 95 % de los pollos que nacieron desarrollaron plumas de adulto y superaron los 40 días de vida (Figura 5). Por otro lado, en las cámaras estos valores fueron mucho más bajos, y oscilaron entre 0,36 y 0,7. En el año 2015, el éxito de emplumamiento en las cámaras fue del 36 %, una cifra que representa una gran mortalidad de pollos, ya que casi dos de cada tres no sobrevivieron.

El éxito reproductor (el número de pollos que completan el emplumamiento dividido entre el número de puestas realizadas) varió entre el 0,44 y el 0,51 de los años 2016 y 2019, respectivamente.

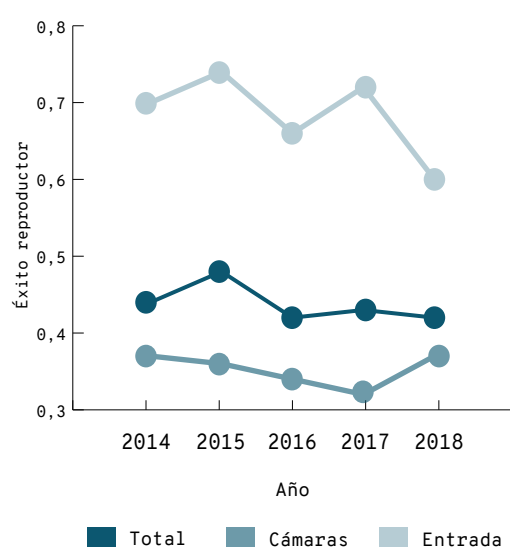


Figura 6. Evolución a lo largo de los años de estudio del éxito reproductor del paño europeo en la isla de S'Espartar. FUENTE: Picorelli *et al.*⁷

Estos datos implican que menos de la mitad de las puestas acaban con un pollo que sobrevive más allá de 40 días cada año del estudio, excepto en 2019 (Figura 6). Existen muchas diferencias entre las diversas zonas de las cuevas, con la zona de la entrada teniendo un éxito reproductor mucho mayor que la de las cuevas (Figura 6).

Los resultados obtenidos para el año 2019 mostraron una tendencia parecida a la de los años anteriores, con unos valores muy variables en función de la zona de la cueva (figuras 4-6). En comparación con los datos de otros años, en la entrada el éxito (tanto de eclosión como de emplumamiento y reproductor) bajó en el año 2018 y volvió a subir en 2019. En las cámaras, a pesar de que el éxito de eclosión y de emplumamiento presentan fuertes variaciones interanuales (figuras 4 y 5), el éxito reproductor se mantiene bastante estable y bajo (Figura 6). En el año 2018 se hallaron un total de 24 pollos muertos,⁶ mientras que en 2019 se encontraron 34.⁷

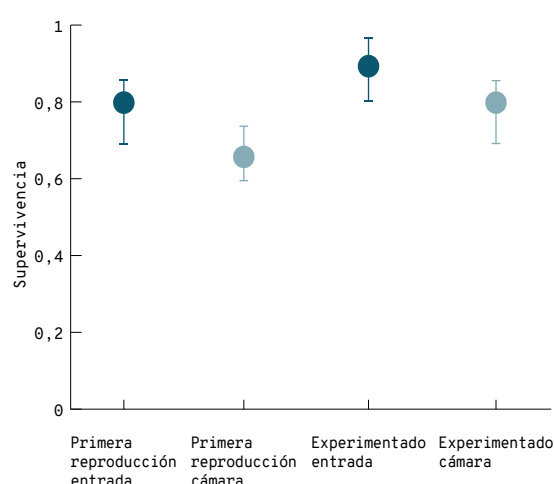


Figura 7. Probabilidad de supervivencia de los paños europeos en las diferentes zonas de la colonia de S'Espartar entre 2014 y 2019. FUENTE: Picorelli *et al.*⁷

Las diferencias entre las diversas partes de la cueva (entrada vs. cámaras) se deben principalmente a una presencia mayor de garrapatas (*Ornithodoros maritimus*) dentro de las cámaras.^{6,9}

13. Supervivencia adulta

La supervivencia adulta determina la viabilidad y el futuro de las poblaciones de aves marinas longevas. En el caso del paño europeo es especialmente relevante, debido a que pone un único huevo y comienza a reproducirse a partir de los tres años de vida.

METODOLOGÍA

La supervivencia se ha estimado mediante modelos de captura-recaptura *multievent*²¹ (con el programa E-SURGE).⁶

El estudio de Picorelli *et al.*⁷ analiza las historias de captura-marcaje-recaptura de 603 adultos reproductores durante los seis últimos años (2014-2019).

Los resultados del mejor modelo indican que la supervivencia en la entrada es más elevada que en las cámaras. En la zona de las cámaras, la supervivencia media de los adultos es de 0,68 (0,60-0,75) para los individuos que se reproducen por primera vez, y de 0,78 (0,71-0,84) para los adultos con experiencia, mientras que en la zona de la entrada la supervivencia para los individuos que se reproducen por primera vez es de 0,79 (0,70-0,86) y para los adultos con experiencia, de 0,87 (0,79-0,92).

CONCLUSIONES

- El número de nidos con puesta en la zona de estudio en el islote de S'Espartar ha oscilado entre 173 nidos en el año 2017 y 218 nidos en 2015 durante los 6 años de estudio. La zona con mayor número de nidos son las cámaras, mientras que en la entrada el número es inferior.
- Únicamente se dispone de datos continuos de una colonia en el islote de S'Espartar, la colonia más importante en cuanto a número de ejemplares de las detectadas en las Balears. Sería conveniente ampliar el área de estudio a otras colonias, ya que en el caso de esta especie las dinámicas pueden variar enormemente de un lugar a otro.²
- En la zona de las cámaras, el éxito reproductor y la supervivencia son inferiores a los de la zona de la entrada de la cueva.
- Los resultados de 2018 confirman los efectos negativos de las garrapatas sobre los parámetros reproductores (mortalidad de los pollos) del paíño europeo en la colonia de S'Espartar.
- A pesar de las elevadas tasas de mortalidad de pollos detectadas durante los últimos años en S'Espartar, este año se ha observado un crecimiento de la colonia.
- La supervivencia de adultos en la entrada es mayor que en las cámaras: 0,79 vs. 0,68 para individuos que se reproducen por primera vez y 0,87 vs. 0,78 para los que tienen experiencia.
- Actualmente se desconocen las áreas de alimentación de la especie en el medio marino; esta información se puede recopilar usando nuevas tecnologías de seguimiento GPS (como se ha hecho en Benidorm), y sería de gran utilidad para delimitar las áreas de conservación prioritaria en el mar.
- El seguimiento poblacional es esencial para poder tener datos sobre la población reproductora y la evolución de esta ave marina.
- Este seguimiento debe continuar en el tiempo, ya que preferentemente se requieren series temporales más largas para poder obtener conclusiones relevantes sobre la evolución de las poblaciones.

REFERENCIAS

- ¹ CRAMP, S.; SIMMONS, K. E. L. (1977). *Birds of the Western Palearctic: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Oxford: Oxford University Press.
- ² SANZ-AGUILAR, A. *et al.* (2019). «Païño europeo - *Hydrobates pelagicus* (Linnaeus, 1758)». A: LÓPEZ, P.; MARTÍN, J.; GONZÁLEZ-SOLÍS, J. (ed.). *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. <http://www.vertebradosibericos.org>.
- ³ MASSA, B.; BORG, J. J. (2018). «European Birds of Conservation Concern: Some Constructive Comments». *Avocetta*, 42, 75-84.
- ⁴ WARHAM, J. (1990). *The Petrels: Their Ecology and Breeding Systems*. Academic Press.
- ⁵ BIRDLIFE INTERNATIONAL (2017). *European birds of conservation concern: Populations, trends and national responsibilities*. Cambridge (Regne Unit): BirdLife International.
- ⁶ SANZ-AGUILAR, A. *et al.* (2018). «Estudi de la influència de les paparres (*Ornithodoros maritimus*) sobre els paràmetres demogràfics dels fumarells (*Hydrobates pelagicus*) a la colònia de s'Espartar». [Informe inédito].
- ⁷ PICORELLI, V. *et al.* (2019). «Seguiment de colònies reproductores de fumarell (*Hydrobates pelagicus melitensis*) a l'illot de s'Espartar». [Informe inédito].
- ⁸ BLACKMER, A. L.; ACKERMAN, J. T.; NEVITT, G. A. (2004). «Effects of investigator disturbance on hatching success and nest-site fidelity in a long-lived seabird, Leach's storm-petrel». *Biological Conservation*, 116, 141-148. DOI: 10.1016/s0006-3207(03)00185-x.
- ⁹ SANZ-AGUILAR, A. *et al.* (2019). «Infestation of small seabirds by *Ornithodoros maritimus* ticks: Effects on chick body condition, reproduction and associated infectious agents». *Ticks and tick-borne diseases*, 101281-101281. DOI: 10.1016/j.ttbdis.2019.101281.
- ¹⁰ AGUILAR, J. S. (1991). «Atlas y censo de aves marinas de Baleares». Govern de les Illes Balears. [Informe inédito].
- ¹¹ GARCÍA-GANS, F. J. *et al.* (2004). «Preliminary results on the quantifying of the European Storm-petrel *Hydrobates pelagicus melitensis* breeding population on s'Espartar islet». *Anuari Ornitològic de les Balears*, 19, 45-49.
- ¹² MÍNGUEZ, E. (1997). «Evidence of Occasional Re-laying in the British Storm-Petrel (*Hydrobates pelagicus*)». *Colonial Waterbirds*, 20, 102-104. DOI: 10.2307/1521770.
- ¹³ DAVIS, P. (1957). «The breeding of the Storm Petrel». *British Birds*, 50, 85-101.
- ¹⁴ MÍNGUEZ, E. (1998). «The Costs of Incubation in the British Storm-Petrel: An Experimental Study in a Single-Egg Layer». *Journal of Avian Biology*, 29, 183-189. DOI: 10.2307/3677197.
- ¹⁵ MÍNGUEZ, E.; ORO, D. (2003). «Variations in Nest Mortality in the European Storm Petrel *Hydrobates pelagicus*». *Ardea*, 91, 113-117.
- ¹⁶ MÍNGUEZ, E. (1996). «Nestling feeding strategy of the British storm-petrel *Hydrobates pelagicus* in a Mediterranean colony». *Journal of Zoology*, 239, 633-643.
- ¹⁷ MAYFIELD, H. F. (1975). «Suggestions for Calculating Nest Success». *The Wilson Bulletin*, 87, 456-466.
- ¹⁸ MAYFIELD, H. F. (1961). «Nesting Success Calculated from Exposure». *The Wilson Bulletin*, 73, 255-261.
- ¹⁹ HENSLER, G. L.; NICHOLS, J. D. (1981). «The Mayfield Method of Estimating Nesting Success: A Model, Estimators and Simulation Results». *The Wilson Bulletin*, 93, 42-53.
- ²⁰ JOHNSON, D. H. (1979). «Estimating Nest Success: The Mayfield Method and an Alternative». *The Auk*, 96, 651-661.
- ²¹ PRADEL, R. (2005). «Multievent: An Extension of Multistate Capture-Recapture Models to Uncertain States». *Biometrics*, 61, 442-447. DOI: 10.1111/j.1541-0420.2005.00318.x.



Peces

SEGUIMIENTO DE POBLACIONES DE PECES VULNERABLES A LA PESCA LITORAL .	88
14 Biomasa total de especies vulnerables (kg/250 m ²)	88
15 Riqueza de especies vulnerables (n° de especies/250 m ²)	88
POBLACIONES DE PECES DE INTERÉS PARA LA PESCA RECREATIVA	
RAOR (<i>Xyrichthys novacula</i>)	
16 Abundancia relativa	102

14–15

Seguimiento de poblaciones de peces vulnerables a la pesca litoral (riqueza específica, biomasa total)

El monitoreo de las especies de peces vulnerables a la pesca dentro de las áreas marinas protegidas (AMP) promueve tres beneficios principales:

- Proporciona un mejor entendimiento de las reservas marinas sobre cómo tienen que ser diseñadas y los beneficios ecológicos y socioeconómicos que aportan.
- Amplía el conocimiento sobre el ecosistema marino, ya que los seguimientos de peces aportan información sobre cómo afectan las actividades pesqueras humanas.
- Ayuda a implementar la gestión de las AMP.

La práctica de distintas modalidades de pesca — tanto la pesca profesional, la pesca recreativa (caña, volantín, *fluixa*/curricán y pesca submarina) como la pesca furtiva e ilegal— suponen la mayor presión para las comunidades ícticas de la zona litoral.¹

Esta presión ha aumentado en las últimas décadas debido a un número creciente de pescadores recreativos que utilizan técnicas cada vez más sofisticadas, como sondas GPS, posicionadores estáticos, programas de cartografía, etc. Un posible resultado de esta presión podría ser la desestabilización del ecosistema marino a causa de la pérdida de los ejemplares de nivel trófico superior de algunas especies (por ejemplo, depredadores apicales) y la disminución de su talla. A su vez, estos cambios se convierten en pérdida de la calidad de las capturas por parte de los pescadores. Además de la pesca, la proliferación de algas, invertebrados y, en menor medida, de peces alóctonos y eventualmente invasores, pueden contribuir a la disminución de las poblaciones de peces autóctonos.

Los indicadores de riqueza de especies y biomasa total son sensibles a la explotación pesquera de las zonas de estudio, y su uso es conveniente porque responden rápido a los cambios en las distintas medidas de gestión.^{2,3} El indicador de riqueza de especies vulnerables (n° de especies/250 m²) muestra el número promedio de especies observadas e indica el grado de incidencia de la pesca en la comunidad íctica. La biomasa total de especies vulnerables (kg/250 m²) está muy correlacionada con la talla de

las especies y con su abundancia, y se relaciona, por tanto, con el nivel de explotación pesquera.

Estudios realizados en reservas marinas de las Baleares^{4,5} han demostrado que la gestión pesquera en AMP produce el denominado «efecto reserva», por el cual se empieza a observar una recuperación de las especies explotadas que es proporcional a los años bajo gestión. No obstante, en las AMP de las Baleares el efecto reserva no ha sido siempre el esperado.

La importancia de estudiar los indicadores de riqueza de especies y biomasa en poblaciones de peces vulnerables a la pesca radica en el hecho de ser:

- Especies valoradas en el mercado, principalmente longevas y con edades de madurez sexual tardía.
- Elementos clave del ecosistema.
- Indicadoras del grado de explotación pesquera.
- Indicadoras para la evaluación de la gestión pesquera.

METODOLOGÍA

Las zonas de estudio donde se realiza el seguimiento ictológico son AMP del tipo reservas marinas de interés pesquero, exceptuando el Parque Natural de s'Albufera des Grau, en Menorca. En las reservas marinas de interés

¿QUÉ ES?

La riqueza de especies vulnerables a la pesca nos indica el número promedio de especies observadas en 250 m², mientras que la biomasa total muestra el peso de las especies en 250 m². Ambos indicadores se utilizan para mostrar el grado de incidencia de la pesca en las poblaciones de peces y proporcionan conocimiento sobre cómo funcionan las áreas marinas protegidas (AMP).

METODOLOGÍA

La riqueza específica se determina realizando censos visuales a lo largo de transectos de 50 m de largo x 5 m de ancho (Área = 250 m²). La zona de estudio son 9 reservas marinas de interés pesquero (Bahía de Palma, Migjorn de Mallorca, Isla del Toro, Islas Malgrats, Llevant de Mallorca, Freu de sa Dragonera, Norte de Menorca, Illa de l'Aire, Freus de Ibiza y Formentera) y 1 parque natural (Parque Natural de S'Albufera des Grau). En cada AMP se realizan seguimientos en zonas diferentes: (i) reserva parcial (se prohíbe la pesca de arrastre y se regula la pesca artesanal/recreativa), (ii) zona de control (sin prohibiciones pesqueras y con hábitats similares), y (iii) reserva integral (se prohíben todas las actividades pesqueras).

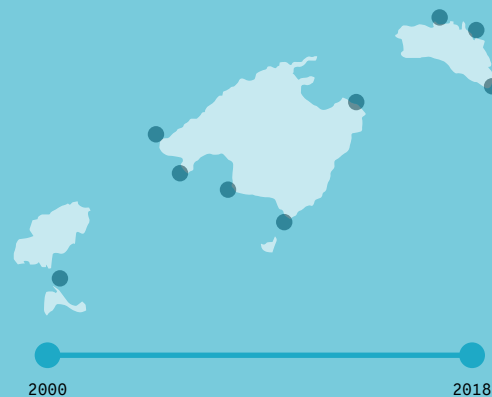
Los seguimientos se realizan desde el año 2000 por parte de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears a través de la empresa pública Tragsasec. En la Reserva Marina de Illa de l'Aire y el Parque Natural de S'Albufera des Grau, el organismo encargado de los seguimientos es el Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), junto con el Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO) a través de la Estación de Investigación Jaume Ferrer de La Mola.

En esta ficha se muestran datos de biomasa total y riqueza específica de las reservas marinas de interés pesquero en las zonas de aguas superficiales de la reserva parcial que disponen de > 10 años de seguimiento.

¿POR QUÉ?

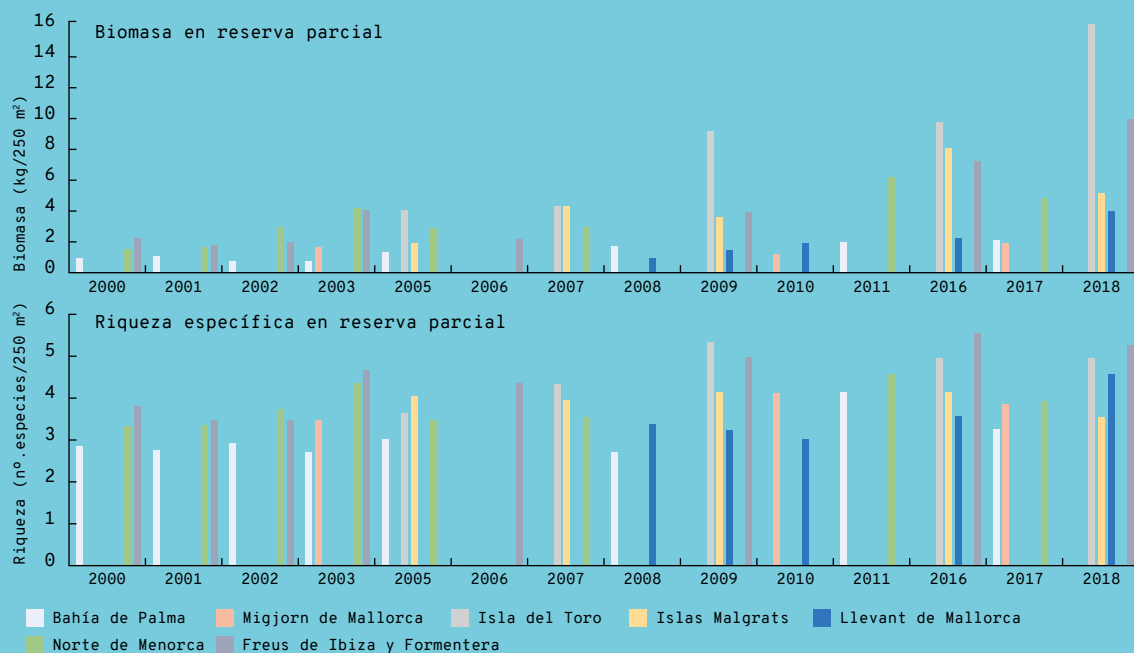
Estos indicadores reaccionan ante las actividades de explotación pesquera y, por tanto, informan del estado de las comunidades de peces vulnerables a la pesca en cada AMP. Esta información es de gran importancia, ya que ayuda a buscar mejoras en la gestión de las AMP para obtener resultados óptimos de conservación y regeneración de los recursos pesqueros.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- La mayor biomasa total se observa en 2018 en la Reserva Marina de la Isla del Toro (15 kg/250 m²), seguida de los Freus de Ibiza y Formentera (10 kg/250 m²).
- El mayor número de especies censadas se localiza en los Freus de Ibiza y Formentera en 2016 (5,5 especies/250 m²), seguido de Isla del Toro y Llevant de Mallorca en 2018, con 4,9 y 4,6 especies/250 m² respectivamente.
- Para poder interpretar el efecto reserva de cada zona, estos resultados se deberían complementar con información sobre la intensidad pesquera y las características naturales intrínsecas de cada área.



Biomasa total y riqueza específica de las reservas marinas de interés pesquero (zona de reserva parcial en aguas superficiales de 3-15 m) de todas las Islas Baleares con seguimiento de > 10 años. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

pesquero se toman medidas efectivas de conservación de los recursos marinos mediante la prohibición de la pesca de arrastre y la regulación de la pesca artesanal y recreativa. En el Parque Natural de s'Albufera des Grau, la única regulación al respecto es la obligación de pedir autorización específica para realizar pesca submarina.

Para determinar la riqueza específica se realizan censos visuales mediante escafandra autónoma, utilizando un muestreo estándar ni destructivo ni invasivo.⁶ Este método de censos visuales se basa en el muestreo de distintas variables a lo largo de un cierto número de transectos (N) de 50 m de largo x 5 m de ancho (250 m²). Los transectos se distribuyen equitativamente entre la reserva integral (no hay en todos los casos), la reserva parcial y las zonas de control. Las características de cada una son:

- Reserva integral (o *no-take zone*). Zona donde todas las actividades pesqueras están prohibidas.
- Reserva parcial. Zona general de la reserva marina donde se prohíbe la pesca de arrastre y se regulan las actividades de pesca artesanal y recreativa.
- Zona de control. Áreas con hábitats equivalentes a la reserva pero fuera de sus límites y que, por lo tanto, permiten la comparación entre ambas zonas.

Por lo general, se estudian hábitats idóneos para la presencia de especies de peces vulnerables a la pesca. Los hábitats que presentan mayor complejidad estructural (rugosidad), presencia de bloques de roca y con pendiente, son los que más influyen la biomasa y la abundancia de especies vulnerables a la pesca.⁷

Los censos se realizan sobre especies características de los fondos rocosos que son vulnerables a la pesca profesional, submarina y recreativa del mar Balear. Esta condición mejora la exactitud de los censos y reduce el error en el muestreo, ya que no se censan todas las especies de peces de toda la comunidad íctica. Estas especies también son buenas indicadoras del llamado «efecto reserva», término utilizado en biología que se refiere al aumento del número de individuos y de su tamaño medio debido a la protección.

En la Tabla 1 se resumen las poblaciones ícticas vulnerables a la pesca en AMP de las Baleares que se incluyen para calcular la riqueza y la biomasa de las especies. Todas ellas se censan para determinar la riqueza de especies. Sin embargo, 4 especies (dentón, lubina, pez de limón y espetón) no se incluyen en el cálculo de la biomasa debido a su comportamiento más errático o de mayor desplazamiento.

El hábitat de estas especies de estudio puede ser epipelágico costero (aguas superficiales) o demersal (aguas profundas cerca del fondo oceánico). Entre las especies demersales las hay más residentes y otras más divagantes, variando así su área de campeo. El seguimiento ictiológico se produce en el estrato superficial (5-15 m), y en algunas reservas también en el estrato profundo (20-25m).

El indicador de biomasa total se calcula a través de la suma de los pesos de los distintos individuos que entran en el censo. El peso (W) tiene una relación específica con la talla (L) que responde a la relación: $W=al^b$ donde a y b son constantes fijas de cada especie extraídas de Morey *et al.* (2003)⁸ y www.fishbase.org.⁹

Con el objeto de disminuir el error de muestreo del indicador de biomasa y ofrecer una descripción realista, el tratamiento estadístico se realiza sobre las especies de carácter más residente, obviando del cálculo de biomasa a las más móviles, de carácter epipelágico (por ejemplo, *Seriola dumerili*, *Sphyræna viridensis*), o a las de carácter demersal con amplias áreas de campeo (por ejemplo, *Dentex dentex*). El error de muestreo viene definido como el error estándar ($s/n^{1/2}$) donde s es la desviación típica insesgada. Un mayor error implica la existencia de mayores variaciones/oscilaciones en la riqueza/biomasa de especies entre los transectos de cada zona.

Los datos de seguimiento en las reservas marinas de interés pesquero son obtenidos por la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears a través de la empresa pública de estudios técnicos Tragsasac, como medio propio de la Administración. En la Reserva Marina de Illa de l'Aire y el Parque Natural de s'Albufera des Grau, el organismo que ha realizado el seguimiento es el Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM), junto con el Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO) a través de la Estación de Investigación Jaume Ferrer de la Mola (Direcció General d'Innovació i Investigació del Govern de les Illes Balears). Los datos se han publicado en informes y en artículos científicos.^{4, 5, 7, 10-19}

RESULTADOS

Seguimiento ictiológico de 5 reservas marinas de Mallorca

Reserva Marina de la Bahía de Palma (1999)

Se han realizado seguimientos en los años 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2008, 2011 y 2017. El muestreo se ha llevado a cabo en dos zonas dentro de cada nivel de gestión (N=9 en cada zona) que, con objeto de simplificar, se reúnen aquí en una sola muestra de 18 transectos (N=18). No hay zonas de muestreo en estrato profundo.

RIQUEZA ESPECÍFICA. La zona de reserva integral presenta un aumento lento de 1,3 especies/250 m², pasando de 2,1 a 3,4 especies/250 m² en los 18 años de seguimiento (Figura 1). La reserva parcial tan solo aumenta con 0,4 especies/250 m², mientras que la zona de control disminuye 0,6 especies/250 m². Los valores mayores de riqueza específica (>3 especies/250 m²) se alcanzan en el año 2011 en todas las zonas de la reserva (parcial e integral) y en la zona de control. El máximo número de 4,1 especies/250 m² se alcanza en 2011 en la

Español	Catalán	Nombre científico	Estudio de riqueza de especies	Estudio de biomasa de especies
congrío	congre	<i>Conger conger</i>	✓	✓
dentón	déntol	<i>Dentex dentex</i>	✓	
lubina	llop	<i>Dicentrarchus labrax</i>	✓	
sargo picudo	morruda	<i>Diplodus puntazo</i>	✓	✓
sargo	sard o sarg	<i>Diplodus sargus</i>	✓	✓
mojarra	variada	<i>Diplodus vulgaris</i>	✓	✓
falso abadejo	anfós llis	<i>Epinephelus costae</i>	✓	✓
mero	anfós	<i>Epinephelus marginatus</i>	✓	✓
tordo negro	tord massot	<i>Labrus merula</i>	✓	✓
tordo verde	grivi o grívia	<i>Labrus viridis</i>	✓	✓
morena	morena	<i>Muraena helena</i>	✓	✓
gitano	anfós bord	<i>Mycteroperca rubra</i>	✓	✓
pargo	paguera o pagre	<i>Pagrus pagrus</i>	✓	✓
brótola de roca	mòllera roquera	<i>Phycis physis</i>	✓	✓
corvallo	escorball	<i>Sciaena umbra</i>	✓	✓
rascacio	escórpora, rascassa o rascla	<i>Scorpaena porcus</i>	✓	✓
cabracho	cap-roig	<i>Scorpaena scrofa</i>	✓	✓
pez de limón	cerviola, círvia o verderol	<i>Seriola dumerili</i>	✓	
dorada	orada	<i>Sparus aurata</i>	✓	✓
espetón	espet	<i>Sphyræna spp.</i>	✓	
chopa	càntera	<i>Spondylisoma cantharus</i>	✓	✓

Tabla 1. Nomenclatura de las especies de peces vulnerables a la pesca consideradas en los estudios de riqueza y biomasa.

zona de reserva parcial. Por otro lado, la menor riqueza de especies se obtiene en 2003, con 1,8 especies/250 m² en la zona de control.

La poca variación temporal en riqueza de especies puede deberse a que el hábitat de la Bahía de Palma es de baja complejidad (de fondo arenoso de baja profundidad), donde suele haber menor diversidad de especies.

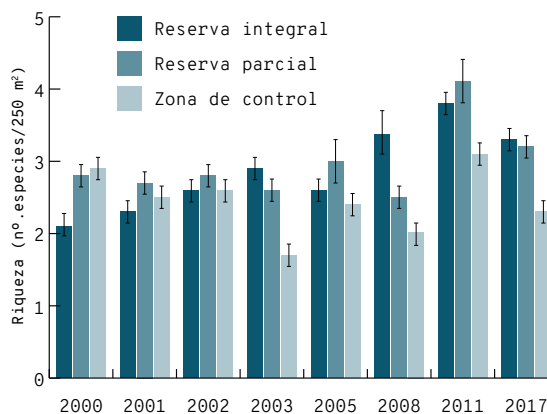


Figura 1. Riqueza de especies de la Reserva Marina de la Bahía de Palma y de la zona de control en los años 2000–2003, 2005, 2008, 2011, 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Morey *et al.* (2017).¹⁵

BIOMASA TOTAL. Los valores de biomasa que más han aumentado en los 18 años de seguimiento son los de la zona de reserva integral, pasando de ~1 kg/250 m² en el año 2000 a 3,5 kg/250 m² en el año 2017 (Figura 2). Van seguidos de los valores de la zona de reserva parcial, que ha aumentado aproximadamente de 1 kg/250 m² a 2 kg/250 m² en 18 años. En cambio, la zona de control disminuye de 0,8 a 0,5 kg/250 m² con el transcurso de los años (Figura 2).

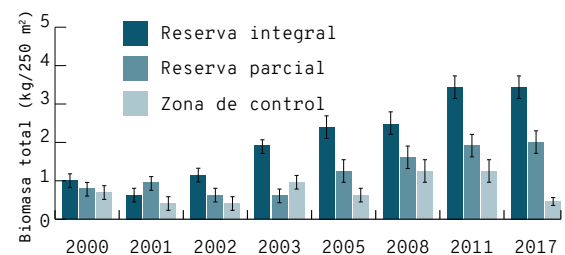


Figura 2. Biomasa total en la Reserva Marina de la Bahía de Palma y en la zona de control en los años 2000–2003, 2005, 2008, 2011, 2017. NOTA: la barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Morey *et al.* (2017).¹⁵

Reserva Marina del Migjorn de Mallorca (2002)

En esta reserva se realiza un mayor número de transectos que en otras (N=54) debido a sus grandes dimensiones. No hay zonas de estrato profundo en esta reserva. El seguimiento se ha realizado cada 7 años (2003, 2010 y 2017). No existen datos de la reserva integral en 2003, ya que todavía no se había establecido. El muestreo es menor en la zona de reserva integral, con N=18 en 2010 y N=12 en 2017. Para facilitar la descripción de los datos, se divide la reserva en dos zonas: la costa de Llucmajor (oeste de la reserva) y la costa de Santanyí (este de la reserva). Zonas de control con hábitats similares fueron seleccionadas en Andratx.

RIQUEZA ESPECÍFICA. La riqueza específica varía entre 3 y 4,5 especies/250 m² en todas las zonas muestreadas durante los 17 años de seguimiento (Figura 3). No se muestran muchas variaciones entre zonas, aunque la zona de reserva integral es la que muestra los mayores valores de 4,5 especies/250 m² en 2010, un valor que ha disminuido a 4,1 especies/250 m² en 2017 (Figura 3).

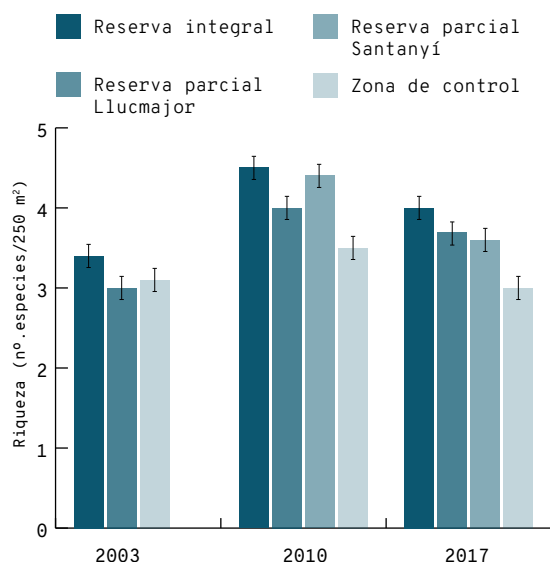


Figura 3. Riqueza de especies en la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca y en la zona de control en 2003, 2010 y 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2017)⁴.

BIOMASA TOTAL. En los 8 años de seguimiento de la reserva integral se observa un incremento en la biomasa de 1,17 kg/250 m² (de 3,15 a 4,32 kg/250 m²) (Figura 4). En 2017, los resultados de la biomasa aumentan en todas las zonas muestreadas. En 2010, la reserva parcial de la zona de Llucmajor (oeste de la reserva) muestra menor valor de biomasa (de ~1,1 a 1,9 kg/250 m²) que la zona de Santanyí (de 1,6 a 2,8 kg/250 m²) (Figura 4). Esta diferencia podría deberse a una mayor presión pesquera en la zona de Llucmajor, ejercida desde la bahía de Palma y Sa Ràpita, y al hecho de estar más resguardada de los vientos estivales de levante respecto a la zona más expuesta de Santanyí. La zona de control es la que muestra el mayor incremento de todas, aumentando 1,4 kg/250 m².

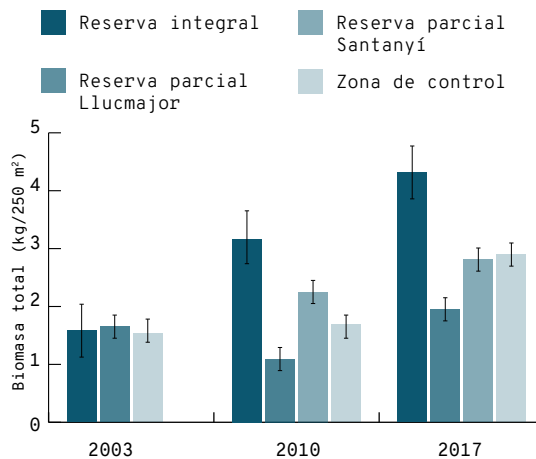


Figura 4. Biomasa total en la Reserva Marina del Migjorn de Mallorca y en la zona de control en 2003, 2010 y 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2017)⁴.

Reservas marinas de Isla del Toro e Islas Malgrats (2004)

Se presentan resultados de campañas de censos visuales de 2005, 2007, 2009, 2016 y 2018, muestreando el estrato superficial (5-15 m profundidad) durante los meses de junio y julio. Se realizaron 27 transectos, a excepción del año 2016, con 9 transectos en las zonas de control (Cala d'Egos y Es Rajolí).

RIQUEZA ESPECÍFICA. Este indicador muestra un ligero aumento en la Reserva Marina de Isla del Toro (de 3,6 a 4,9 especies/250m²) y una estabilidad en la Reserva Marina de Islas Malgrats (de 4 a 3,5 especies/250m²) con el transcurso de los años (Figura 5). La máxima riqueza se alcanza en la Isla del Toro en 2009, con 5,3 especies/250 m². En los años posteriores este valor se ha mantenido estable en torno a las 5 especies/250 m². Las zonas de control son las que menor número de especies presentan, entre 3,2 y 2,5 especies/250 m².

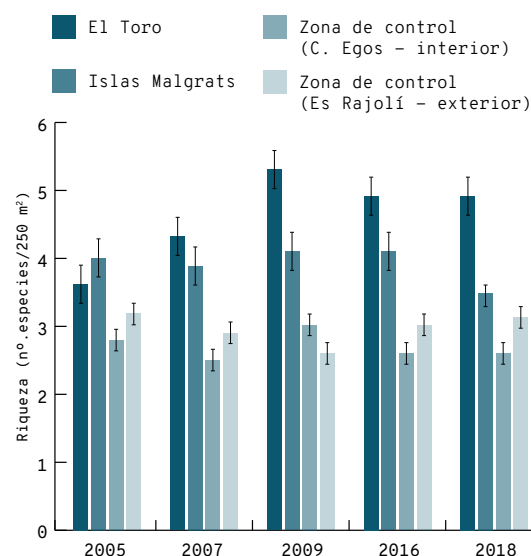


Figura 5. Riqueza de especies en la Reserva Marina de Isla del Toro e Islas Malgrats en 2005, 2007, 2009, 2016 y 2018. Las zonas de control, fuera de la reserva, son Cala d'Egos (aguas interiores) y Es Rajolí (aguas exteriores). La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Morey *et al.* (2018).¹⁶

BIOMASA TOTAL. La biomasa total muestra una tendencia positiva en el tiempo tanto en Isla del Toro como en Islas Malgrats (Figura 6). El mayor incremento se observa en Isla del Toro, donde se cuadruplica el valor de la biomasa, de 4 a 16 kg/250 m² entre 2005 y 2018. En esta reserva se observa un aumento de biomasa de 9,8 kg/250 m² en 2016 a 16,2 kg/250 m² en 2018. En Islas Malgrats también hay una tendencia creciente de biomasa que se detiene en 2018, pasando de 8,2 kg/250 m² en 2016 a 5,1 kg/250 m² en 2018 (Figura 6). Una posible explicación propuesta es que esta reserva haya alcanzado su capacidad de carga, pero aún no se ha evaluado. Las zonas de control tanto interior (Cala d'Egos) como exterior (Es Rajolí) se mantienen inferiores a los 3 kg/250 m² (Figura 6).

Las diferencias entre las reservas Isla del Toro e Islas Malgrats pueden deberse al hábitat más favorable para las poblaciones ícticas que presenta la primera (mayores pendientes y profundidades) respecto a la segunda. Esto deriva en la presencia de mayor número de grandes depredadores de las especies de falso abade (ES) = *anfós llis* (CAT) = *Epinephelus costae*. La normativa pesquera es más restrictiva en Isla del Toro, mientras que en Islas Malgrats la pesca se permite durante más meses y con más aparejos.

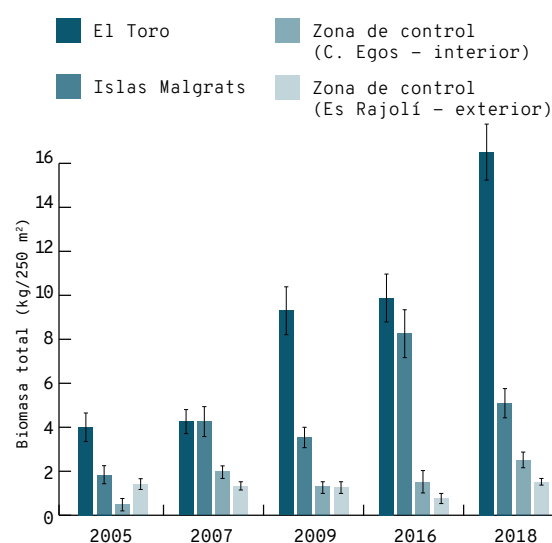


Figura 6. Biomasa total en la Reserva Marina de Isla del Toro e Islas Malgrats en 2005, 2007, 2009, 2016 y 2018. Las zonas de control, fuera de la reserva, son Cala d'Egos (aguas interiores) y Es Rajolí (aguas exteriores). La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Morey *et al.* (2018).¹⁶

Reserva Marina del Llevant de Mallorca (2007)

El número de transectos muestreados varía entre 10-18. No hay datos de estrato profundo en esta reserva. Los años de seguimiento estudiados son 2008, 2009, 2010, 2016, 2018. De las zonas del Faralló d'Albarca (reserva parcial de ámbito balear) y el Faralló de Cala Gat (reserva parcial de ámbito estatal) únicamente hay datos de 2016 y 2018.

RIQUEZA ESPECÍFICA. En 2010 se alcanzan los valores inferiores de riqueza en todas las zonas de

la reserva de Llevant (~3 especies/250 m²) y zona de control (1,7-2,7 especies/250 m²) (Figura 7). En 2018 se obtienen los mayores valores (en torno a 4,5 y 4 especies/250 m²), y la zona de control oscila entre 3,5-3,3 especies/250 m². El Faralló d'Albarca pasa de tener valores similares a los de la zona de control en 2016, y en tan solo dos años aumenta a 5,8 especies/250 m². El Faralló de Cala Gat se mantiene en 5,8 especies/250 m² (2016) y 5,9 especies/250 m² (2018).

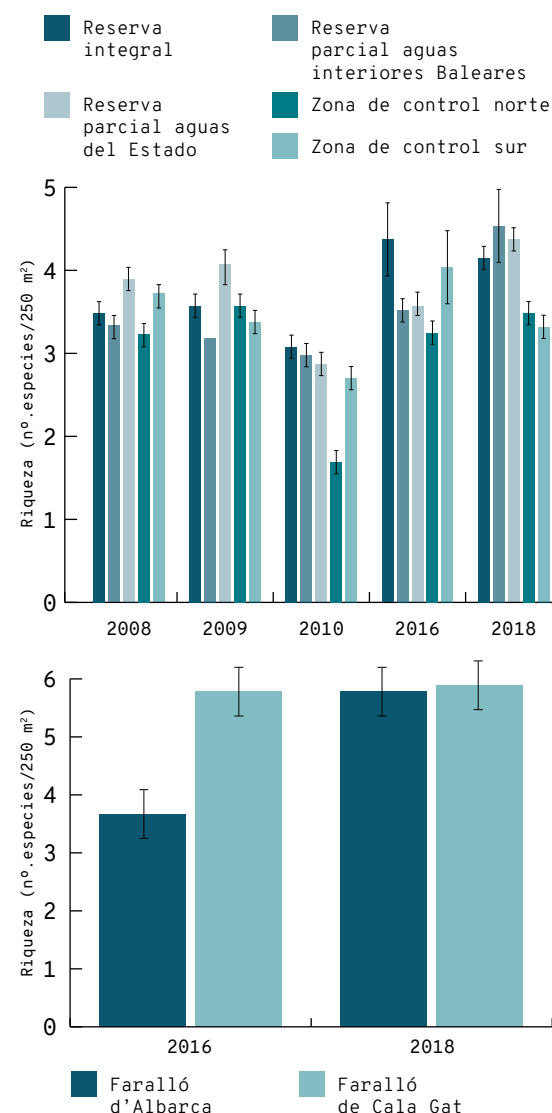


Figura 7. Riqueza de especies en la Reserva Marina de Llevant de Mallorca en los años 2008-2010, 2016 y 2018, y en el Faralló d'Albarca y el Faralló de Cala Gat en 2016 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Morey *et al.* (2018).¹⁷

BIOMASA TOTAL. En cuanto a la biomasa, tanto en las zonas de estudio dentro de la reserva parcial de aguas interiores como en la de aguas exteriores se llegan a cuadruplicar los valores desde 2008 (Figura 8). El incremento es de 0,9 kg/250 m² a 4 kg/250 m² en aguas interiores; de 3,5 a 5,6 kg/250 m² en aguas exteriores o del Estado, y de 1,1 a 4,5 kg/250 m² en la reserva integral. Cabe destacar que la zona del Faralló de Cala Gat (dentro de la Reserva Marina de Llevant) pasa en solo 2 años de 16,6 a 23,5 kg / 250 m². El Faralló d'Albarca también aumenta de 1,9 a

6,7 kg/250 m² en 2 años. En cambio, la biomasa de las zonas de control se mantiene estable desde 2008 con ~2 kg/250 m².

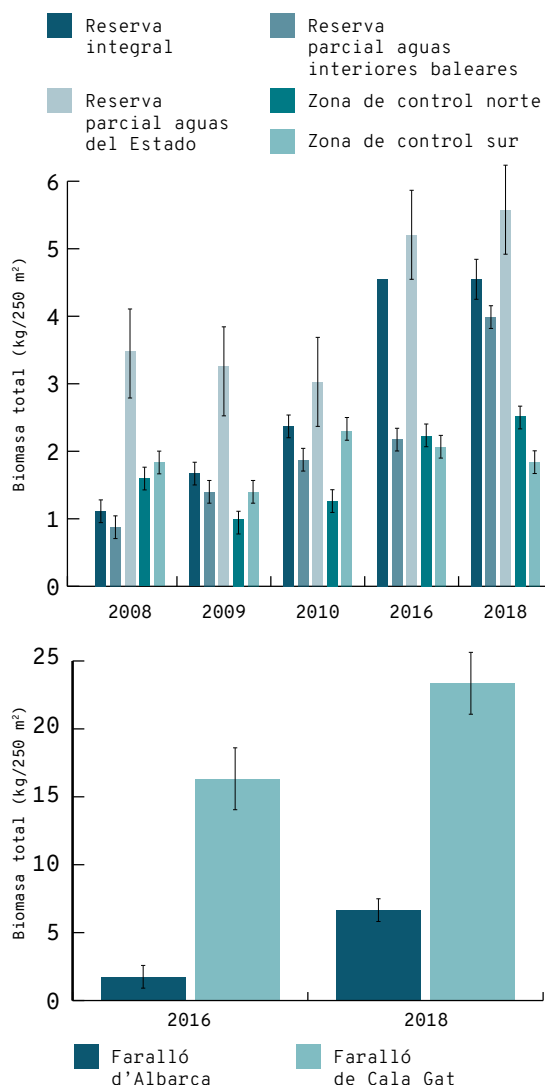


Figura 8. Biomasa total en la Reserva Marina de Llevant de Mallorca en los años 2008-2010, 2016 y 2018, y en el Faralló d'Albarca y el Faralló de Cala Gat en los años 2016 y 2018. NOTA: la barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Morey *et al.* (2018).¹⁷

Reserva Marina del Freu de sa Dragonera (2016)

Se realiza un seguimiento de 6 estaciones de aguas superficiales: 2 zonas dentro de la reserva marina de aguas interiores (Cala Llebeig y Cala Lladó), 2 zonas en aguas exteriores fuera de la reserva (Na Popi y S'Indio) y 2 zonas de control fuera de la reserva (Es Rajolí y Cala d'Egos). El número de transectos en cada zona es de N=9. En aguas profundas, las zonas de estudio son 4: 1 zona dentro de la reserva (Cap de Llebeig), 1 zona en aguas exteriores fuera de la reserva (S'Indio) y 2 zonas de control fuera de la reserva (Es Rajolí y Cap Andritxol). El seguimiento incluye los años 2016-2018 en aguas superficiales, y únicamente el 2016 en aguas profundas (los próximos datos se tomarán en el año 2020).

Aguas superficiales (3-15 m)

RIQUEZA ESPECÍFICA. Entre 2016-2018 se observa un ligero aumento en la zona de reserva parcial, de

3,8 en Cala Llebeig y Cala Lladó en 2016 a 4,8 y 4,4 especies/250 m² en 2018, respectivamente (Figura 9). En aguas exteriores, fuera de la reserva, la zona de S'Indi se incrementa con 1 especie / 250 m² (de 3,1 a 4,1 especies/250 m²), mientras que la zona de Na Popi disminuye con 0,5 especies/250 m² (Figura 9). La zona de control es la de menor riqueza y menor cambio, oscilando entre 2,6-3 especies/250 m² en los dos años de seguimiento.

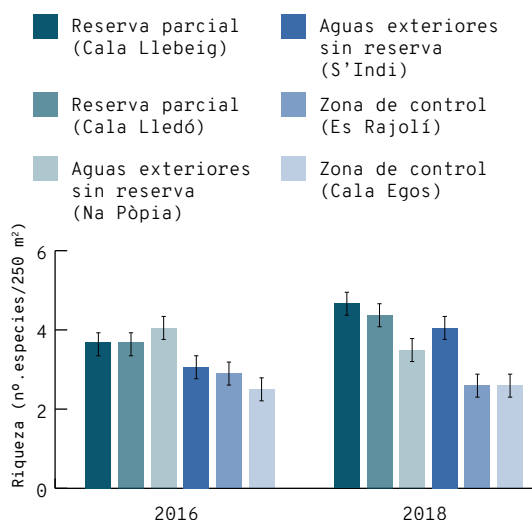


Figura 9. Riqueza de especies en aguas superficiales de la Reserva Marina del Freu de sa Dragonera y en las zonas de control (Es Rajolí y Cala d'Egos) en los años 2016 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹²

BIOMASA TOTAL. Comparando los años 2016 y 2018, se produce un aumento absoluto en la zona de reserva parcial, pasando de ~5 kg/250 m² a 7,4 kg/250 m² en Cala Lladó a 8,8 kg/250 m² en Cala Llebeig (Figura 10). En aguas exteriores la biomasa oscila entre 2,9-4,4 kg/250 m² y es < a 2,6 kg/250 m² en la zona de control.

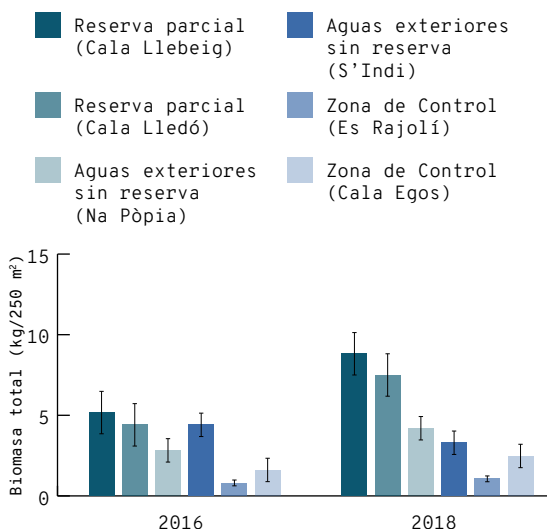


Figura 10. Biomasa total en aguas superficiales en la Reserva Marina del Freu de sa Dragonera y en las zonas de control (Es Rajolí y Cala d'Egos) en 2016 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹²

Aguas profundas (20-25 m)

RIQUEZA ESPECÍFICA. Las aguas exteriores presentan 0,7 especies/250 m² más que las zonas de reserva parcial, y esta última tan solo supera con 0,2 especies/250 m² la zona de control de Es Rajolí (Figura 11). Hay que considerar que estas diferencias tan pequeñas no suelen ser significativas, ya que son menores que los intervalos de error.

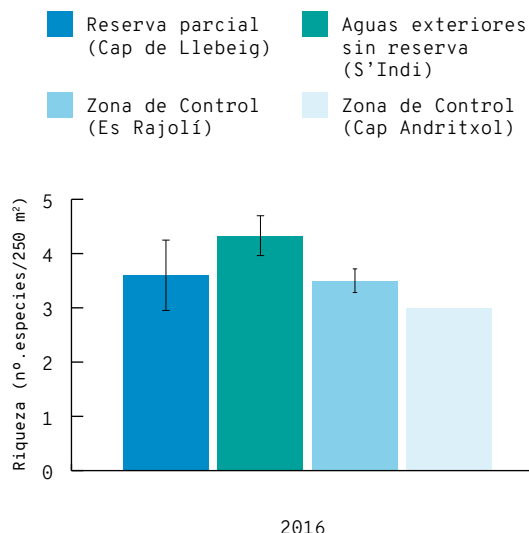


Figura 11. Riqueza de especies de las aguas profundas de la Reserva Marina del Freu de sa Dragonera en 2016. Zonas de control fuera de la reserva se sitúan en Es Rajolí y Cap Andritxol. Aguas exteriores fuera de la reserva se encuentran en la zona de S'Indi. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹²

BIOMASA TOTAL. En cuanto a la biomasa de aguas profundas de 2016, aumentan los resultados con 0,5 kg/250 m² respecto a las aguas superficiales en ese mismo año (figuras 10, 12). En las aguas exteriores a la reserva se igualan los valores de biomasa de las aguas profundas y superficiales (4,4 kg/250 m²). En la zona de control de las aguas profundas se supera la biomasa de las aguas superficiales con ~1 kg/250 m² en 2016.

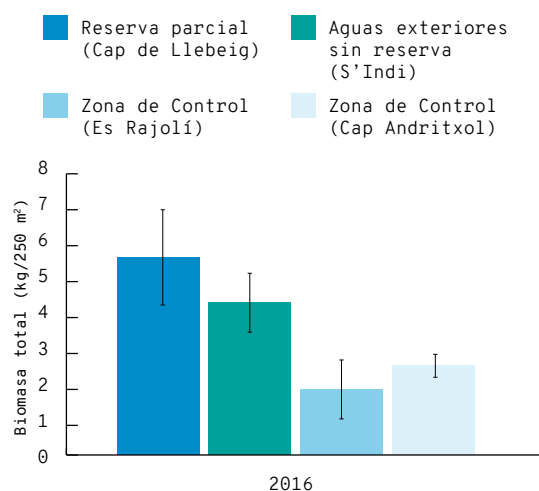


Figura 12. Biomasa total en aguas profundas de la Reserva Marina del Freu de sa Dragonera en 2016. Zonas de control fuera de la reserva se sitúan en Es Rajolí y Cap Andritxol. Aguas exteriores fuera de la reserva se localizan en la zona de S'Indi. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹²

Seguimiento en 3 AMP de Menorca

Reserva Marina del Norte de Menorca (1999)

Seguimiento de aguas superficiales (3-15 m) de los años 2000-2003, 2005, 2007, 2011 y 2017. En aguas profundas (20-25 m) existe seguimiento de los años 2006 y 2017. El número de transectos (N) en aguas superficiales por año es de 36, excepto en junio de 2000, con N=18, debido a condiciones meteorológicas adversas. En aguas profundas N=10, 11, 12, 23, 24.

Aguas superficiales (3-15m)

RIQUEZA ESPECÍFICA. En 18 años de seguimiento tan solo se observa un ligero aumento en la riqueza de especies de aguas superficiales dentro de la reserva (Figura 13). Estos cambios van de 3,2 a 3,9 especies/250 m² en la reserva parcial, de 2,6 a 3,4 especies/250 m² en la reserva integral, y se mantienen estables en la zona de control, con ~3 especies/250 m².

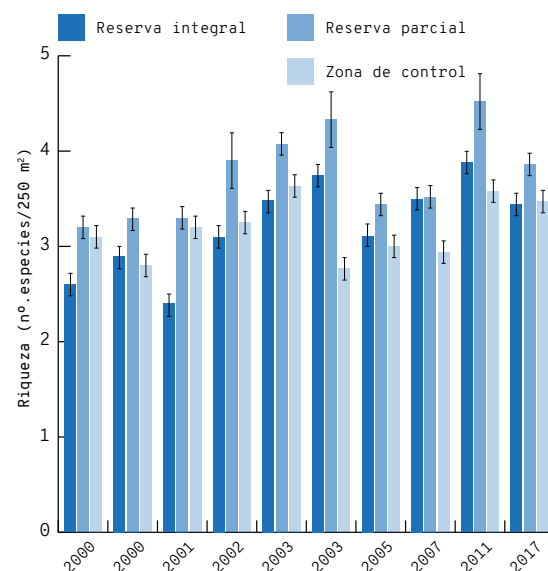


Figura 13. Riqueza de especies de las aguas superficiales de la Reserva Marina del Norte de Menorca y de la zona de control en los años 2000-2003, 2005, 2007, 2011 y 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2017).¹⁸

BIOMASA TOTAL. Del año 2000 al 2003 se produce un aumento progresivo en la biomasa de la reserva parcial (de 1,3 a 3,4 kg/250 m²) y de la reserva integral (de 0,8 a 2,5 kg/250 m²) (Figura 14). En 2005, la biomasa de ambas zonas disminuye y se aproxima a los valores del 2002 (<3 kg/250 m²). En 2011, se produce el mayor incremento de biomasa, observándose el mayor cambio en la zona de reserva parcial, alcanzando 6,2 kg/250 m², mientras que la reserva integral muestra 3,4 kg/250 m². El siguiente censo, de 2017, muestra una disminución de 1,5 kg/250 m² en la reserva parcial y de 0,5 kg/250 m² en la reserva integral. La zona de control es la que se mantiene más estable, con un aumento total de 1,2 kg/250 m² desde el año 2000.

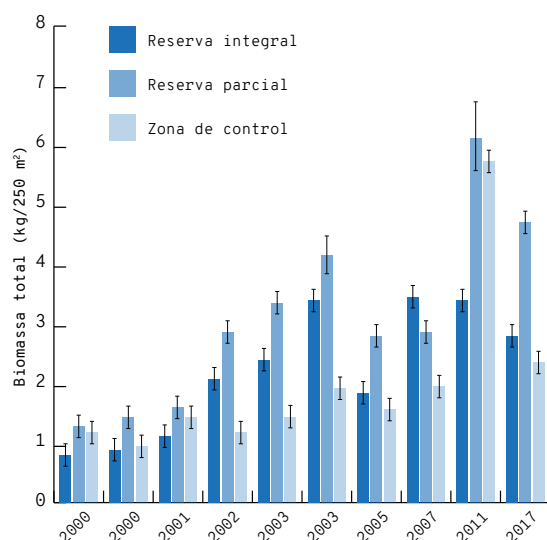


Figura 14. Biomasa total de las aguas superficiales de la Reserva Marina del Norte de Menorca y de la zona de control en los años 2000-2003, 2005, 2007, 2011 y 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2017).¹⁸

Aguas profundas (20-25m)

RIQUEZA ESPECÍFICA. El seguimiento de las aguas profundas de 2006 a 2017 muestra un cambio pequeño de riqueza de especies, de 0,6 en la reserva parcial y 1,1 en la reserva integral (Figura 15). Curiosamente, la zona de control es la que experimenta una mejora mayor en el número de especies, con un aumento de 1,6 especies/250 m². Comparando los datos de riqueza de especies de aguas superficiales y profundas, ambas muestran valores similares con fluctuaciones de 4-3 especies/250 m². En 2017, las aguas profundas muestran 0,6 especies/250 m² más que en las aguas superficiales (figuras 13 y 15).

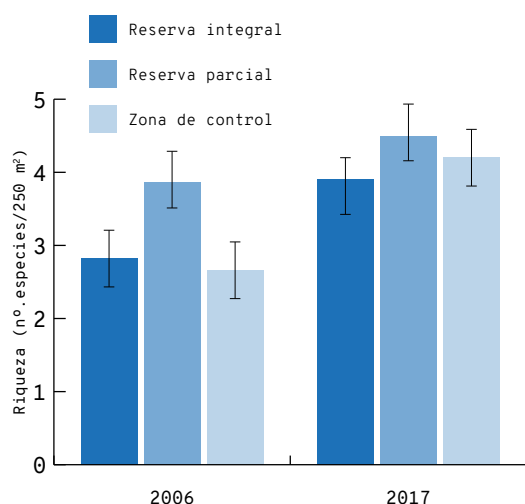


Figura 15. Riqueza de especies de las aguas profundas de la Reserva Marina del Norte de Menorca en los años 2006 y 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2017).¹⁸

BIOMASA TOTAL. Los valores de biomasa en aguas profundas del Norte de Menorca señalan un aumento lento en la reserva, de 1,1 a 1,4 kg/250 m² en la reserva parcial y de 4,5 a 6,2 kg/250 m² en la reserva integral durante 11 años (Figura 16). En-

tre este período, la zona de control aumenta con 0,9 kg/250 m². La biomasa de aguas profundas en 2017 es mayor a la de aguas superficiales en todas las zonas, especialmente en la reserva parcial, pasando de 4,8 a 14,3 kg/250 m² (figuras 14 y 16).

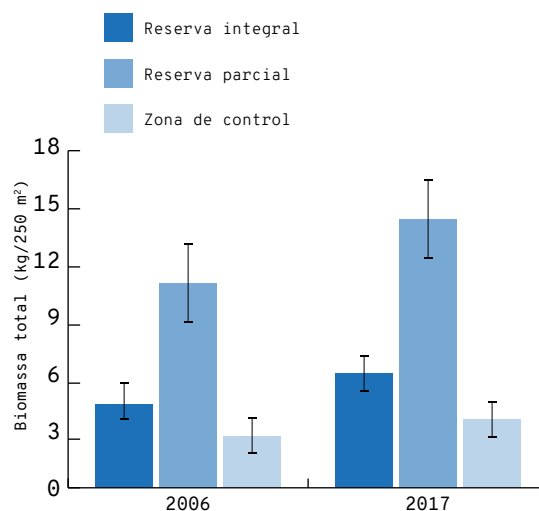


Figura 16. Biomasa total de las aguas profundas de la Reserva Marina del Norte de Menorca y la zona de control en los años 2006 y 2017. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2017).¹⁸

Reserva Natural de Illa de l'Aire (2019) y Parque Natural de s'Albufera des Grau (1995)

Se presentan resultados de dos estaciones en aguas protegidas de Illa de l'Aire: Es Far y Es Cagaires, ambas en aguas superficiales. Los resultados son de 2011 y 2018 y, por tanto, datan de antes del establecimiento de la reserva. En el Parque Natural de s'Albufera des Grau también se realiza un seguimiento de las especies vulnerables de peces de 2011 y 2018 en tres estaciones de muestreo en aguas superficiales del parque (5-15 m): Es Armaris, Sa Galera, Es Timons 10; una en aguas profundas (~20 m): Timons 20; y una zona de control en aguas superficiales, En Bombarda.

RIQUEZA ESPECÍFICA. La riqueza de especies en Illa de l'Aire aumenta en 7 años con 0,9 especies/250 m² en Es Cagaires y con 0,3 especies/250 m² en Es Far (Figura 17). En cambio, en todas las zonas de muestreo del Parque Natural de s'Albufera des Grau todos los valores de riqueza específica han disminuido de ~4 especies / 250 m² en 2011 a ~3 especies/250 m² en 2018 (Figura 17). Las aguas profundas del Parque Natural de s'Albufera des Grau (estación Timons 20) son las que presentan un valor menor, con ~2 especies/250 m², y sin cambios desde 2011.

BIOMASA TOTAL. En los dos años de estudio, Illa de l'Aire presenta mayor biomasa que el Parque Natural de s'Albufera des Grau (Figura 18). Illa de l'Aire presenta una mejora en la biomasa, pasando de ~3 a ~4 kg/250 m², siendo la estación de Es Far la de mayor cantidad (4,3 kg/250 m²). Las zonas muestreadas de menor biomasa son la estación de aguas profundas Es Timons 20 en 2018 (1,2 kg/250 m²) y la zona de control En Bombarda en 2018 (0,9 kg/250 m²), ambas en el Parque Natural de s'Albufera des Grau.

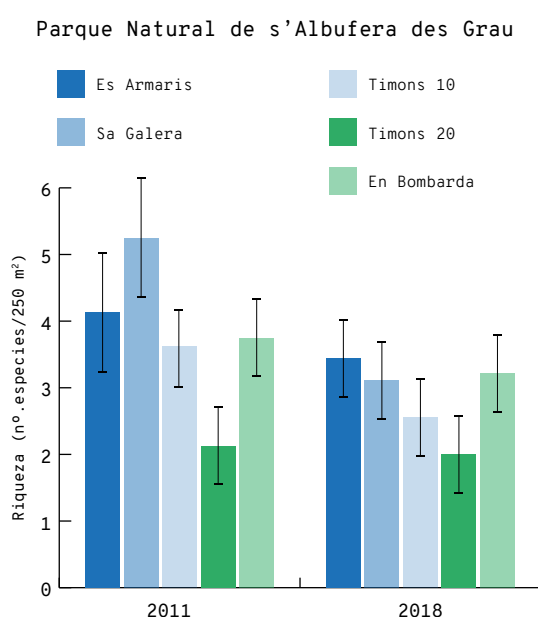
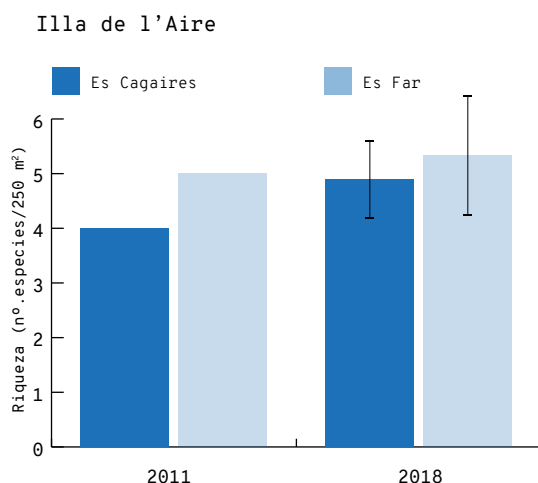


Figura 17. Riqueza de especies de la Reserva Marina de Illa de l'Aire (en zonas de aguas superficiales dentro de la reserva) y Parque Natural de s'Albufera des Grau (dentro de la reserva: Es Armaris, Sa Galera, Timons 10 y Timons 20; fuera de la reserva: En Bombarda, los años 2006 y 2017). La barra de error muestra el error estándar de la media (no se dispone de datos de error de 2011 en Illa de l'Aire). FUENTE: Marsinyach *et al.* (2018).⁷

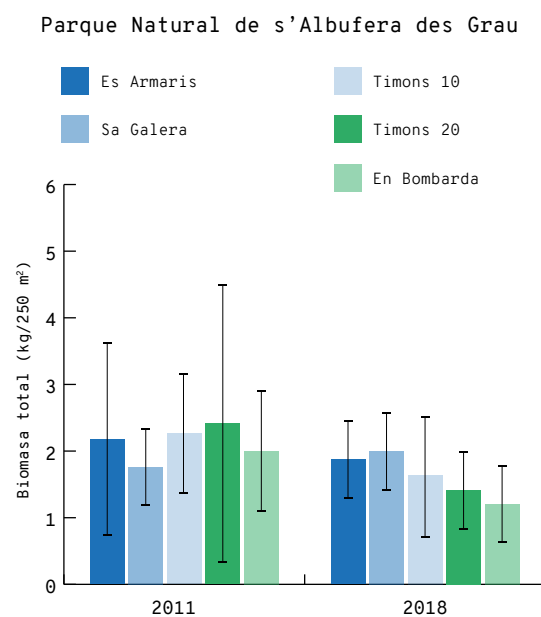
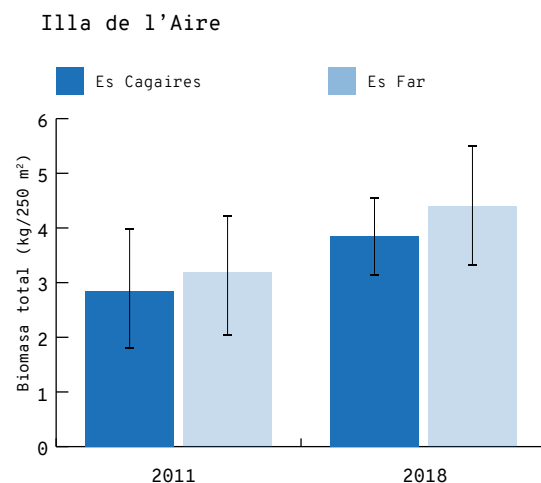


Figura 18. Biomasa de Illa de l'Aire y Parque Natural de s'Albufera des Grau en los años 2011 y 2018. Es Cagaires y Es Far hacen referencia a zonas dentro de la reserva; Armaris, Sa Galera, Timons 10 y Timons 20 hacen referencia a aguas dentro del parque natural; En Bombarda es la zona de control del parque natural. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Marsinyach *et al.* (2018).⁷

Las principales razones de estas diferencias en ambos indicadores pueden derivarse de las distintas características del fondo marino y en la presión pesquera que experimentan, pudiendo ser esta mayor en el Parque Natural de s'Albufera des Grau.

Seguimiento en una reserva marina de Ibiza y Formentera

Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera (1999)

Los años de seguimiento en aguas superficiales son 2000, 2001, 2002, 2003, 2006, 2009, 2016 y 2018. En 2018 no existen datos de la zona de control, ya que entonces se incluyó dentro de la zona de protección de la reserva. En aguas profundas se ha efectuado un seguimiento en los años 2007 y 2018.

En aguas superficiales la replicación es N=36, y en aguas profundas es N=8-12.

Aguas superficiales (3-15 m)

RIQUEZA ESPECÍFICA. La riqueza específica del año 2000 al 2018 ha aumentado en las tres zonas de estudio (parcial, integral y zona de control) (Figura 19). El mayor incremento de riqueza se observa en la reserva integral, la zona que menos especies mostraba en el año 2000, pasando de 2,5 a 5,9 especies/250 m². La reserva parcial y la zona de control se incrementan 1,5 veces (de 3,6 a 5,2 especies/250 m², y de 3,2 a 4,9 especies/250 m², respectivamente).

BIOMASA TOTAL. La biomasa total muestra pocos cambios entre 2000-2001 (<2,2 kg/250 m²). En 2002 se observa un aumento en la zona de reserva

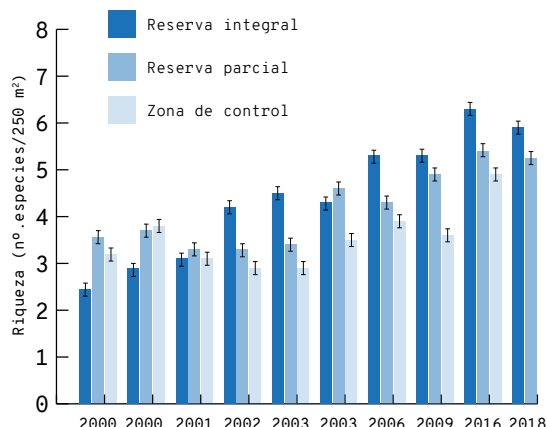


Figura 19. Riqueza de especies de las aguas superficiales de la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera de los años 2000-2003, 2006, 2009, 2016 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹⁹

integral, llegando a los 4,8 kg/250 m². El mayor incremento se muestra en 2016 y 2018 en todas las zonas, pero sobre todo en la reserva parcial y la reserva integral, alcanzando 10 y 15,6 kg/250 m² respectivamente (Figura 20). La zona de control es la de menor incremento, hasta 3,9 kg/250 m² en 2016; no existen datos de 2018 porque se ha incluido como zona dentro de la reserva.

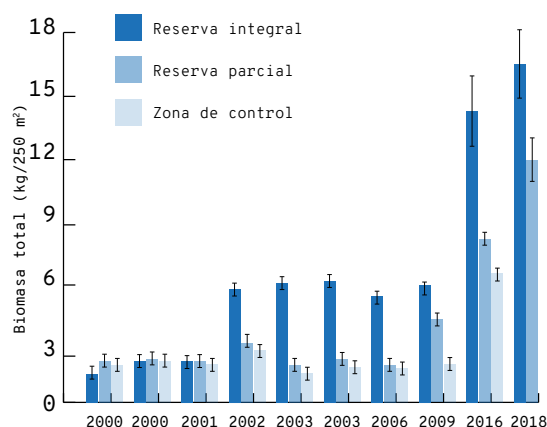


Figura 20. Biomasa total de las aguas superficiales de la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera de los años 2000-2003, 2006, 2009, 2016 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹⁹

Aguas profundas (20-25m)

RIQUEZA ESPECÍFICA. La riqueza de especies entre 2007-2018 se muestra estable con ~6,6 especies/250 m² en la reserva parcial, mientras que disminuye de 6,5 a 6 especies/250 m² en la reserva integral y aumenta 1,9 kg/250 m² en la zona de control (Figura 21). En general, los valores de riqueza específica son más altos en aguas profundas que en aguas superficiales (≥ 6 especies/250 m²) (figuras 19 y 21).

BIOMASA TOTAL. En la reserva parcial aumenta la biomasa desde 2007 de 9,8 a 18,4 kg/250 m² (Figura 22). La zona de reserva integral es la que

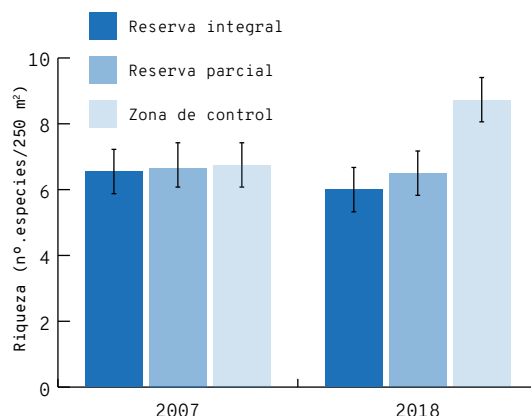


Figura 21. Riqueza de especies de las aguas profundas de la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera en los años 2007 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹⁹

más aumenta, pasando de 12,1 a 26,5 kg/250 m². La zona de control duplica los valores de 8,2 a 16,7 kg/250 m². Las aguas profundas muestran valores más altos que la zona superficial (>16 kg/250 m²) (figuras 19 y 22).

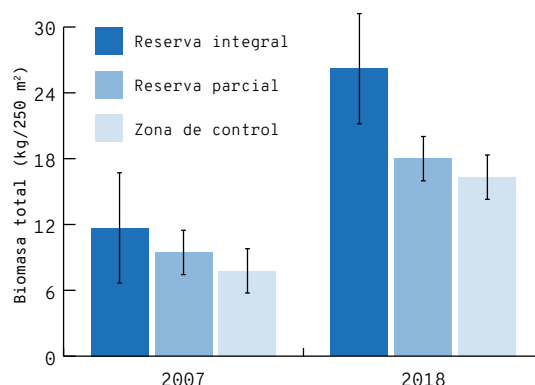


Figura 22. Biomasa total de las aguas profundas de la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera de los años 2007 y 2018. La barra de error muestra el error estándar de la media. FUENTE: Coll *et al.* (2018).¹⁹

CONCLUSIONES

Se resumen las siguientes conclusiones en base a una tabla resumen de resultados (Tabla 2).

Riqueza de especies (Tabla 2):

→ La Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera, tanto en las aguas profundas como en las superficiales, muestra el mayor número de especies (hasta 8,7 especies/250 m²) de todas las AMP estudiadas hasta 2018. Le siguen las zonas del Faralló de Cala Gat y el Faralló d'Albarca de la Reserva Marina de Llevant de Mallorca en 2018, con ~6 especies/250 m². Las reservas marinas de Isla del Toro e Illa de l'Aire igualan sus máximos con 5,3 especies/250 m².

→ Los mayores aumentos en zonas de reserva con más de 10 años de seguimiento temporal

Isla	Área marina protegida (año de establecimiento)	Seguimiento temporal (años)	Riqueza (nº especies/250 m²)				Biomasa (kg/250 m²)			
			min.máx.	reserva integral	reserva parcial	zona de control	min.máx.	reserva integral	reserva parcial	zona de control
MALLORCA	Bahía de Palma (1999)	18	1,8-4,1	+1,3	+0,4	-0,6	0,4-3,4	+2,5	+1	-0,3
	Migjorn de Mallorca (2002)	15 (parcial) 8 (integral)	3-4,5	-0,4	+0,4 (Llucmajor) 0,7 (Santanyi)	-0,2	1,1-4,3	+1,2	+1	+1,4
	Isla del Toro (2004)	14	2,5-5,3		+1,3	-0,2 (interiores) -0,1 (exteriores)	0,6-16,2		+12,2	+2 (interiores) +0,1 (exteriores)
	Islas Malgrats (2004)	14	2,5-4,1		-0,5		0,6-8,2		+3,2	
	Llevant (2007)	11	1,7-4,6	+0,7	+1,3 (exteriores) + 0,5 (interiores)	+ 0,2 (zona norte) - 0,5 (zona sur)	1-5,6	+ 3,4	+3,1 (interiores) + 2,1 (exteriores)	+0,9 (zona norte) = (zona sur)
	Llevant- Faralló d'Albarca (2016)	3	3,7-5,8		+ 2,1		1,9-6,7		+4,8	
	Llevant- Faralló de Cala Gat (2016)	3	5,8-5,9		+ 0,1		16,6-23,5		+6,9	
	Freu de sa Dragonera (2016)	3	2,6-4,8		+1 (Cala Llebeig) +0,6 (Cala Lledó)	-0,3 (Es Rajolí) +0,1 (Cala d'Egos)	0,9-8,8		+3,6 (Cala Llebeig) +2,9 (Cala Lledó)	-0,3 (Es Rajolí) +0,1 (Cala d'Egos)
MENORCA	Norte de Menorca (1999) 3-15 m	18	2,5-4,5	+0,7	+0,7	+0,3	0,8-6,2	+2,1	+3,5	+1,5
	Norte de Menorca (1999) 20-25 m	12	2,7-2,5	+1,1	+0,6	+1,5	2,8-14,3	+1,7	+3,3	+0,9
	Illa de l'Aire (2019)*	8	4-5,3		+0,9 (Es Cagaires) + 0,3 (Es Far)		2,6-4,3		+1,1 (Es Cagaires) +1,1 (Es Far)	
	Parque Natural de s'Albufera des Grau (1995)	8	2-5,3		-0,7 (Es Armaris) -2,2 (Sa Galera) -1 (Timons 10) -0,1 (Timons 20)	-0,5	1-2,4		-0,4 (Es Armaris) +0,3 (Sa Galera) -0,6 (Timons 10) -0,8 (Timons 20)	-1,1
IBIZA Y FORMENTERA	Freus de Ibiza y Formentera (1999) 3-15 m*	19	2,4-6,4	+3,5	+1,7	+1,7	0,8-15,6	+13,6	+5	2,4
	Freus de Ibiza y Formentera (1999) 20-25 m	12	6-8,7	-0,6	-0,1	+ 2,1	8,2-26,5	+14,4	+ 8,6	+ 8,5

Tabla 2. Datos resumen sobre el efecto reserva, usando indicadores de riqueza específica y biomasa total en las áreas marinas protegidas (AMP) de estudio. Los valores que se muestran con +/-/= hacen referencia al incremento/disminución/igualdad entre el primer y el último año de seguimiento. Todas las AMP son reservas marinas de interés pesquero excepto el Parque Natural de s'Albufera des Grau. *Illa de l'Aire no era reserva marina durante los años de estudio presentados.

se muestran en aguas superficiales de los Freus de Ibiza y Formentera, con 3,5 especies/250 m². Les sigue el Faralló d'Albarca, en la Reserva Marina de Llevant de Mallorca, con un aumento de 2,1 especies/250 m².

Biomasa de especies (Tabla 2):

→ La biomasa de aguas profundas de la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera en 2018 es la mayor (26,5 kg/250 m²) de todas las AMP estudiadas. En segundo lugar se encuentra la zona del Faralló de Cala Gat, en la Reserva Marina de Llevant, con 23,5 kg/250 m² en 2018. En tercer lugar se sitúa la Reserva Marina de Isla del Toro, con 16,2 kg/250 m².

→ Los mayores aumentos en zonas de reserva con más de 10 años de seguimiento temporal se muestran en aguas exteriores e interiores de la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera (+14,4 y +13,6 kg/250 m², respectivamente). Le sigue la Reserva Marina de Llevant de Mallorca, con un incremento de 12,2 kg/250 m².

Para las zonas con mayor seguimiento temporal —por tanto, con mayor base de datos— se podrían extraer conclusiones sobre el efecto reserva. Sin embargo, la falta de información sobre la intensidad pesquera y las artes de pesca que se practican impide sacar conclusiones más robustas. Además, es preciso considerar los condicionantes naturales intrínsecos de cada zona de estudio donde se rea-

liza el seguimiento de peces, ya que la capacidad de carga de las diferentes zonas no es la misma, y no se podrán obtener los mismos resultados bajo un mismo nivel de protección.¹⁰ No se conoce el potencial real de riqueza o biomasa del mar Balear para poder determinar los valores de referencia, ya que se necesitan conocer los distintos factores ambientales para poder corregirlos y comparar entre zonas.²⁰ Esta información permitiría implementar la gestión y planificación de las AMP de las Baleares para obtener mejores resultados.

REFERENCIAS

¹ BORRÀS, R. *et al.* (2009). «Monitoreig de la biodiversitat marina, de l'ús i de la freqüentació antròpica a les aigües interiors de l'Illa de l'Aire». *Informe técnico*. Institut Menorquí d'Estudis.

² GARCIA-RUBIES, A. (1997). *Estudi ecològic de les poblacions de peixos litorals sobre substrat rocós a la Mediterrània occidental: efecte de la fondària, el substrat, l'estacionalitat i la protecció*. Universitat de Barcelona. [Tesis doctoral]

³ NICHOLSON, M. D.; JENNINGS, S. (2004). «Testing candidate indicators to support ecosystem-based management: the power of monitoring surveys to detect temporal trends in fish community metrics». *ICES Journal of Marine Science*, 61, 35-42.

⁴ COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2017). *Avaluació dels efectes de la protecció a la Reserva Marina*

del Migjorn de Mallorca sobre els peixos costaners de roca i sobre la captura associada a la pesquera de sípia (Sepia officinalis, Linnaeus, 1758). Informe técnico para la Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

⁵ COLL, J. *et al.* (2012). «The carrying capacity and the effects of protection level in three MPAs in the Balearic Islands (NW Mediterranean)». *Scientia Marina*, 76, 809-826.

⁶ HARMELIN-VIVIEN, M. L. *et al.* (1985). «Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons. Methodes et problemes». *Ecol (Terre Vie)*, 40, 467-539.

⁷ MARSINYACH, E. *et al.* (2018). «Evaluación de las poblaciones de peces vulnerables a la pesca sobre fondo rocoso en aguas costeras de Menorca». Observatori Socioambiental de Menorca. Centre Oceanogràfic de Balears (IEO). Menorca Preservation Foundation. Consell Insular de Menorca. Govern de les Illes Balears.

⁸ MOREY, G. *et al.* (2003). «Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean». *Fisheries Research*, 62, 89-96.

⁹ FROESE, R., PAULY, D. (2019). *FishBase*. Publicación electrónica: www.fishbase.org

¹⁰ COLL, J. *et al.* (2013). «Using no-take marine reserves as a tool for evaluating rocky-reef fish resources in the western Mediterranean». *ICES Journal of Marine Science*, 70, 578-590.

¹¹ COLL, J.; MOREY, G.; NAVARRO, O. (2011). «Avaluació dels recursos íctics litorals de la Reserva Marina del Nord de Menorca. Resultats del període 2000-2011». Tragsa i Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears.

¹² COLL, J. *et al.* (2018). «La reserva marina del Freu de Sa Dragonera. Seguimiento de los peces de fondos rocosos vulnerables a la pesca». Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

¹³ MARSINYACH, E.; QUINTANA, R. (2011). *Seguiment biològic de l'Illa de l'Aire, 2011: Censos d'espècies vulnerables a la pesca*. Institut Menorquí d'Estudis-Observatori Socioambiental de Menorca. Consell Insular de Menorca. Agència Reserva de la Biosfera.

¹⁴ QUINTANA, R.; MARSINYACH, E.; PONS, C. (2010). «Campanya de seguiment del medi marí de Menorca: seguiment biològic dels herbassars de Posidonia oceanica; Avaluació i seguiment de les espècies vulnerables a la pesca en fons de roca». Documento técnico. Observatori Socioambiental de Menorca. Institut Menorquí d'Estudis. Consell Insular de Menorca <<http://www.obsam.cat/documents/index.php>>.

¹⁵ MOREY, G.; COLL, J.; NAVARRO, O. (2017). *La Reserva Marina de la Badia de Palma: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós*. Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

¹⁶ MOREY, G. *et al.* (2018). *Les reserves marines de l'Illa del Toro i les Illes Malgrats: Seguiment de les espècies íctiques vulnerables sobre substrat rocós*. Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

¹⁷ MOREY, G. *et al.* (2018). *La reserva marina del Llevant de Mallorca: Seguiment de les poblacions de peixos vulnerables de substrat rocós en el període 2008-2018*. Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

¹⁸ COLL, J. *et al.* (2017). *La Reserva Marina del Nord de Menorca: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2017*. Servei de Millora Agrària i Pesquera. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

¹⁹ COLL, J. *et al.* (2018). «La Reserva Marina dels Freus d'Eivissa i Formentera: Seguiment de les poblacions de peixos de substrat rocós en el període 2000-2018». Informe técnico para la Direcció General de Pesca i Medi Marí. Govern de les Illes Balears-Tragsatec.

²⁰ GARCÍA-CHARTON, J. A. *et al.* (2004). «Multi-scale spatial heterogeneity, habitat structure, and the effect of marine reserves on Western Mediterranean rocky reef fish assemblages». *Marine Biology*, 144, 161-182.

Abundancia relativa de raors (*Xyrichthys novacula*)

El raor (*Xyrichthys novacula*), también conocido como galán o lorito, es un pez de la familia de los lábridos (*Labridae*) ampliamente distribuido en hábitats de arena poco profundos de áreas templadas.^{1,2} Este pez se entierra en la arena durante la noche para descansar y evitar a los depredadores, mientras que durante el día está activo y se alimenta de pequeños invertebrados y bivalvos, aunque a veces también se entierra de día para evitar depredadores como las lampugas.²

Es un pez muy apreciado en la pesca recreativa.³ Está sometido a un período de veda entre el 1 de abril y el 31 de agosto, y el período de pesca vuelve a abrirse el 1 de septiembre. Está establecido un máximo de capturas de 50 raors por pescador y de 300 raors por embarcación.

METODOLOGÍA

Investigadores del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) han realizado un seguimiento de la población de raors en la Reserva Marina de la Bahía de Palma entre los años 2011 y 2018.

En este estudio se ha incluido también un seguimiento de la presencia o la ausencia de la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, ya que esta especie ha colonizado rápidamente la zona de estudio y se considera que puede afectar a la población de raors.

El seguimiento ha consistido en el fondeo cámaras submarinas en un área de estudio de 6,4 km². Las cámaras de vídeo se fondearon el mes de agosto de cada año en diversos puntos geográficos aleatorios dentro de la zona de estudio. Estos vídeos se analizaron y se determinó la presencia o la ausencia de raors y el número de peces de esta especie que aparecían simultáneamente en un fotograma (Nmáx.). También se determinó la presencia o la ausencia de la macroalga invasora *Halimeda incrassata* en cada punto geográfico evaluado.

El cálculo del número máximo de individuos en cada punto (Nmáx.) es una métrica ampliamente utilizada en estudios de poblaciones de peces. Proporciona una estima de la abundancia relativa de la especie de estudio.

Se ha comprobado si existen diferencias significativas entre las abundancias máximas de las zonas colonizadas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata* y las áreas donde no se ha establecido mediante el análisis de varianzas (ANOVA).



Figura 1. Fotografía de un raor (*Xyrichthys novacula*). FUENTE: Miquel Gomila.

¿QUÉ ES?

El raor (*Xyrichthys novacula*), también conocido como galán o lorito, es un pez de la familia de los lábridos (Labridae) ampliamente distribuido en hábitats de arena poco profundos de áreas templadas.

METODOLOGÍA

Investigadores del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) han realizado un seguimiento de la población de raors en la Reserva Marina de la Bahía de Palma entre los años 2011 y 2018, junto con un seguimiento de la presencia o la ausencia de la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, que podría afectar a la población de raors.

Se fondearon cámaras submarinas en diversos puntos geográficos aleatorios en un área de estudio de 6,4 km². Estos videos se analizaron para determinar la presencia o la ausencia de raors y el número de peces de esta especie que aparecían simultáneamente en un fotograma ($N_{\text{máx.}}$), así como la presencia o la ausencia de la macroalga invasora *Halimeda incrassata* en cada punto geográfico evaluado.

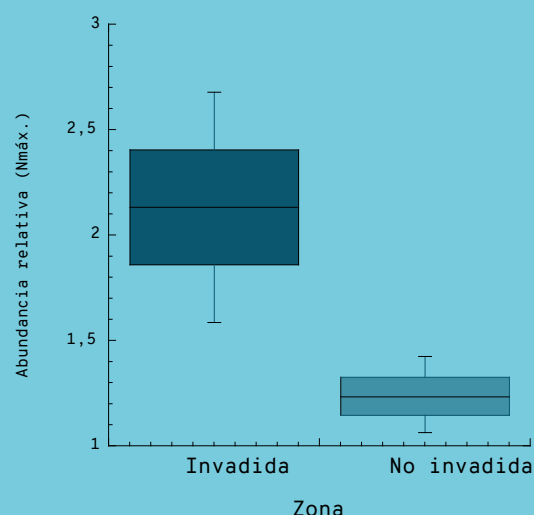


Diagrama de caja que muestra la distribución de las abundancias relativas de raors en la zona invadida por *Halimeda incrassata* y en la zona sin invadir de la Reserva Marina de la Bahía de Palma entre los años 2011 y 2018.

¿POR QUÉ?

Es un pez muy apreciado en la pesca recreativa, y ello podría causar una disminución de sus poblaciones si no existieran herramientas encaminadas a garantizar su conservación, como es el caso de la veda que se aplica actualmente.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

La abundancia de raors en la Reserva Marina de la Bahía de Palma muestra una pequeña tendencia al alza o a la estabilidad a lo largo de los ocho años de seguimiento, hecho que indica que la población no disminuye, a pesar de la gran presión que sufre por parte de la pesca recreativa.

La abundancia relativa de la población de raors en la zona de estudio varió entre 1,26 y 1,91 y fue superior en las áreas invadidas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, donde varió entre 1,59 y 2,68; mientras que en las zonas no invadidas varió entre 1,06 y 1,42.

En las zonas colonizadas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata* hay mayores abundancias relativas de raors. La atracción de los raors por estas áreas invadidas puede deberse al hecho de que crean hábitat nuevo y favorecen el aumento de diversas especies de crustáceos que les sirven de alimento.



Fotografía de un raor (*Xyrichthys novacula*). FUENTE: Miquel Gomila.

RESULTADOS

La abundancia relativa de raors en la zona de estudio varió entre 1,26 en el año 2011 y 1,91 en 2018 (Figura 2). Esta abundancia relativa fue significativamente mayor en áreas invadidas por la macroalga *Halimeda incrassata* (ANOVA; $p < 0,0001$), donde se encontraron abundancias relativas que variaron entre 1,59 y 2,68 en los años 2011 y 2018, respectivamente (Figura 2), mientras que en la zona sin colonizar por esta especie invasora las abundancias relativas fueron inferiores y oscilaron entre 1,06 y 1,42 en los años 2011 y 2018, respectivamente (Figura 2).

La abundancia de raors en la zona de estudio muestra una pequeña tendencia al alza o a la estabilidad a lo largo de los ocho años de seguimiento. Esto indica que las regulaciones que se aplican para conservar la especie (veda) funcionan para mantener su viabilidad. Debemos recordar que esta especie sufre una gran presión por parte de la pesca recreativa, ya que es muy apreciada y el día en que se abre su veda una gran cantidad de pescadores recreativos salen a pescarla.

La diferencia en la abundancia relativa de raors (*Xyrichtys novacula*) entre áreas invadidas y no invadidas por la macroalga *Halimeda incrassata* muestra que estos peces se sienten atraídos por las áreas colonizadas por esta especie invasora. Algo que ya se había puesto de manifiesto en estudios previos,^{4,5} que muestran unos resultados algo diferentes de-

bido a que las abundancias relativas se recalculan en función del área invadida por la macroalga, lo que produce cambios relativos en las abundancias máximas de cada uno de los años de estudio.

La atracción de los raors por las zonas colonizadas por *Halimeda incrassata* probablemente se deba a que la presencia de la macroalga invasora favorece un incremento de diversas especies de crustáceos de las que se alimentan estos peces.⁷

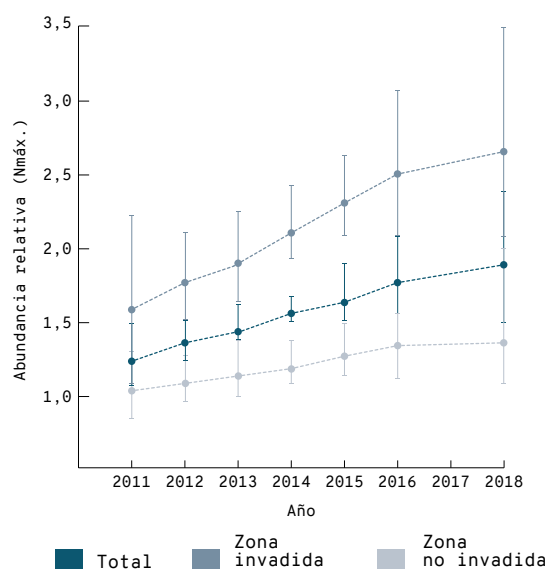


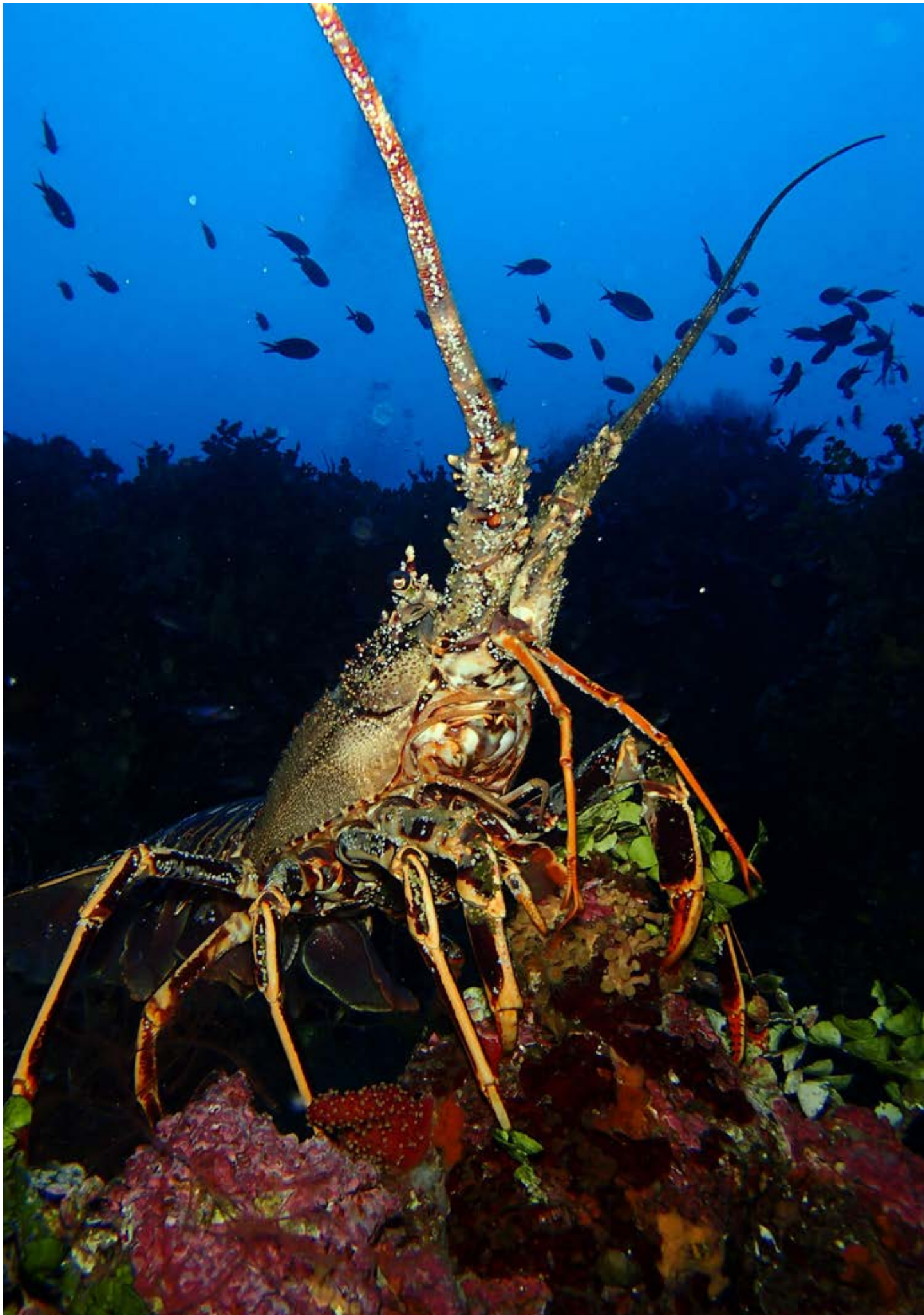
Figura 2. Abundancia relativa de raors en la Reserva Marina de la Bahía de Palma. FUENTE: Alós (datos sin publicar).

CONCLUSIONES

- La abundancia de raors en la zona de estudio muestra una pequeña tendencia al alza o a la estabilidad a lo largo de los ocho años de seguimiento (2011-2018), lo que indica que las regulaciones que se aplican para su conservación (veda) funcionan y que la población no disminuye, a pesar de la gran presión que sufre por parte de la pesca recreativa.
- La abundancia relativa de la población de raors en la zona de estudio varió entre 1,26 en el año 2011 y 1,91 en 2018, y fue mayor en las áreas colonizadas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata*, donde osciló entre 1,59 en el año 2011 y 2,68 en 2018; mientras que en las zonas no invadidas varió entre 1,06 en el año 2011 y 1,42 en el año 2018.
- Parece ser que las zonas colonizadas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata* atraen a los raors, seguramente porque crea hábitat nuevo y favorece el aumento de diversas especies de crustáceos que sirven de alimento a estos peces.

REFERENCIAS

- ¹ ALÓS, J.; CABANELLAS-REBOREDO, M.; LOWERRE-BARBIERI, S. (2012). «Diel behaviour and habitat utilisation by the pearly razorfish during the spawning season». *Marine Ecology Progress Series*, 460, 207-220. DOI: 10.3354/meps09755.
- ² ALÓS, J.; MARTORELL-BARCELÓ, M.; CAMPOS-CANDELA, A. (2017). «Repeatability of circadian behavioural variation revealed in free-ranging marine fish». *Royal Society Open Science*, 4. DOI: 10.1098/rsos.160791.
- ³ ALÓS, J. *et al.* (2016). «Fast and behavior-selective exploitation of a marine fish targeted by anglers». *Scientific Reports*, 6. DOI: 10.1038/srep38093.
- ⁴ VIVÓ, A. (2019). «Dispersion and effect on native fish communities by the invasive seaweed *Halimeda incrassata*». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Trabajo de fin de máster].
- ⁵ ALÓS, J. *et al.* (2018). «Spatial distribution shifts in two temperate fish species associated to a newly-introduced tropical seaweed invasion». *Biological Invasions*, 20, 3193-3205. DOI: 10.1007/s10530-018-1768-2.
- ⁶ ZABARTE, I. (2017). «Estudio de la mesofauna en fondos arenosos y de *Halimeda incrassata* (Chlorophyta, Bryopsidales) del Cap Enderrocat, Mallorca». La Coruña: Universidade da Coruña. [Trabajo de fin de máster].
- ⁷ CASTRIOTA, L.; FINOIA, M. G.; ANDALORO, F. (2005). «Trophic interactions between *Xyrichtys novacula* (Labridae) and juvenile *Pagrus pagrus* (Sparidae) in the central Mediterranean Sea». *Electronic Journal of Ichthyology*, 1, 54-60.



Crustáceos

LANGOSTA (*Palinurus elephas*)

17 Índices de asentamiento 108

Langosta roja (*Palinurus elephas*)

(índices de asentamiento)

La langosta roja (*Palinurus elephas*) representa una especie de gran relevancia ecológica y económica en la pesca local de las Islas Baleares.

En los últimos años se ha identificado una disminución general de la población de langosta roja en su ámbito de distribución mediterránea. A causa de la sobrepesca reciente y de una actividad pesquera más eficiente, el volumen de las descargas ha aumentado considerablemente. Esta situación adversa requiere entender la dinámica y la ecología de la especie, siendo los procesos de asentamiento y de reclutamiento pesquero unos de los que pueden ofrecer más evidencias de la situación actual de la población explotada.^{1,2} En los últimos diez años, la flota pesquera profesional balear ha pasado de descargar 30 t en 2008 a 45 t en 2018, con un precio medio anual de las capturas de 1,5 a 2 millones de euros respectivamente (datos de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears).

Series largas de monitoreo (> 10 años) de índices de asentamiento de larvas de *Palinurus elephas* sirven

como herramienta para mostrar la intensidad del reclutamiento en la pesquería, y posibilitan conocer con antelación una aproximación del futuro rendimiento pesquero de esta especie en el mar Balear. Esto es posible debido a que se estima una edad comercial de la langosta de entre 4-6 años,^{3,4} en función de si es macho o hembra y de la época de asentamiento.

Este índice también es de utilidad para entender mejor la dinámica ecológica de esta especie a través de la investigación de las correlaciones entre la fuerza del asentamiento y las variables oceánicas y atmosféricas. El objetivo final es obtener una serie robusta para que la capacidad de predicción sea una herramienta adoptada por los organismos gestores de pesca. Este hecho permitirá que las capturas se efectúen de forma sostenible para garantizar la especie como recurso pesquero en el futuro. Asimismo, se requieren esfuerzos coordinados de gestión de esta especie en el Mediterráneo.²



Figura 1. Imágenes submarinas de ejemplar maduro de langosta roja (*Palinurus elephas*). FUENTE: David Díaz (COB-IEO).

¿QUÉ ES?

La langosta roja (*Palinurus elephas*) es un crustáceo de gran importancia ecológica y un recurso pesquero muy apreciado económicamente por la sociedad balear. Sus índices de asentamiento hacen referencia al conteo de las larvas en el fondo marino y se realiza para conocer su población actual y futura.

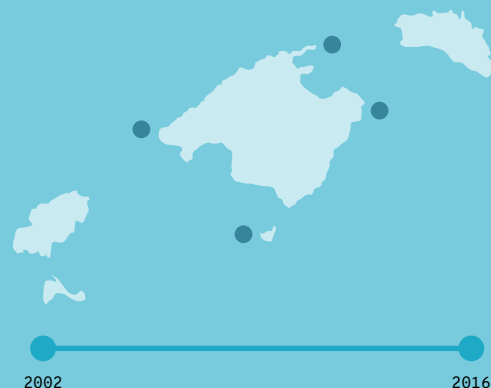
METODOLOGÍA

Se realizan censos visuales para el conteo de juveniles bentónicos de langosta en 10 m² de 3 zonas de estudio alrededor de Mallorca y 1 en Cabrera durante 15 años (2002-2016). Los resultados muestran los valores medios de las 4 estaciones.

¿POR QUÉ?

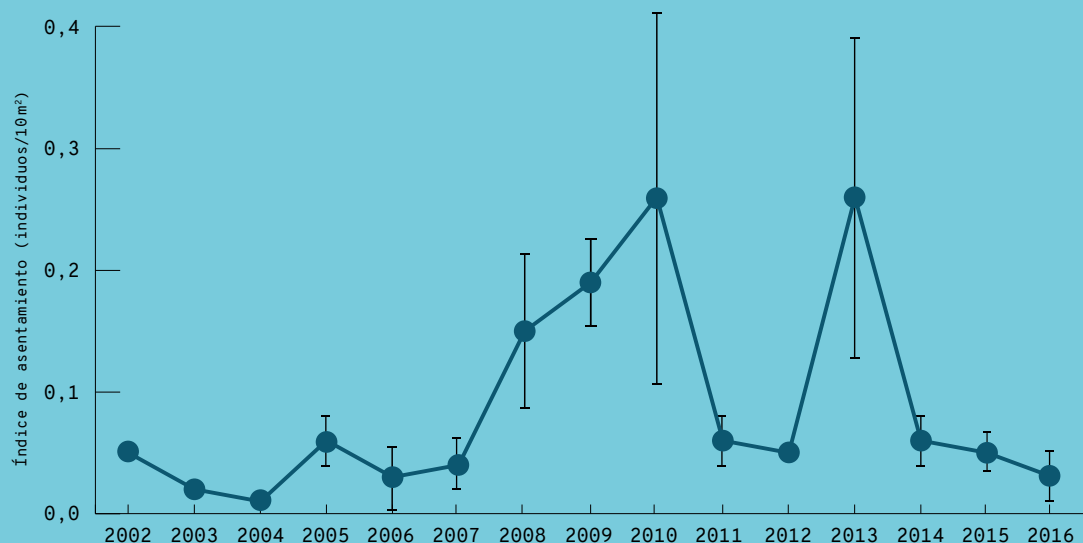
Los índices de reclutamiento sirven como medidas de gestión pesquera local de esta especie en el futuro, ya que entre los 4-6 años las langostas adquieren talla comercial. El objetivo principal radica en sentar las bases de una pesca más sostenible de este recurso. También se utilizan para tener más información sobre su estado y su comportamiento ecológico.

LOCALIZACIÓN

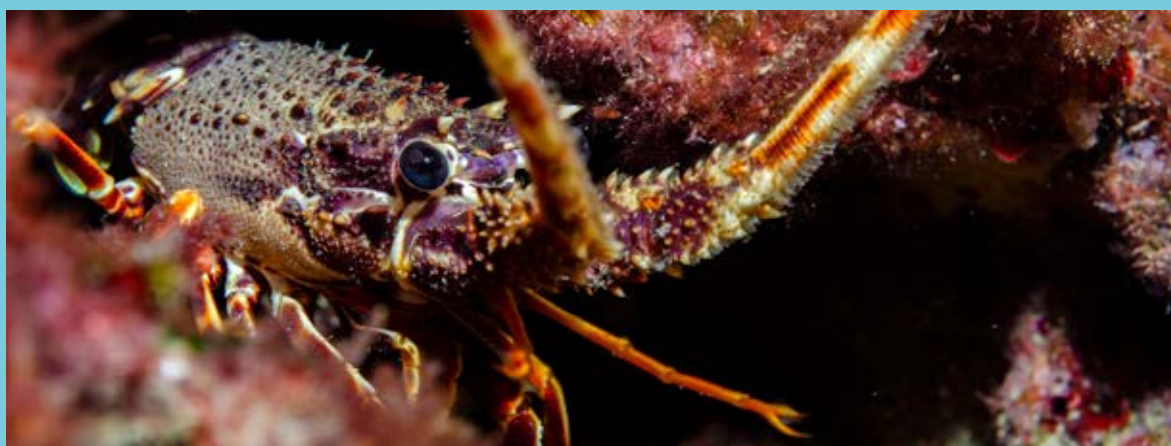


RESULTADOS

Los índices oscilan entre 0,01 y 0,28 individuos/10 m², debido principalmente a las condiciones ambientales intrínsecas de cada año. Índices de asentamiento bajos podrían implicar un menor rendimiento de capturas al cabo de entre 4 y 6 años.



Media de valores de los índices de asentamiento de la langosta (*Palinurus elephas*, individuos/10 m²) en las 4 estaciones de estudio (Mallorca y Cabrera) entre los años 2002-2016.



Langosta (*Palinurus elephas*). FUENTE: Xavi Mas.

METODOLOGÍA

La localización de los datos de asentamiento proviene de 4 puntos de muestreo alrededor de la costa de Mallorca y de Cabrera (Figura 2). Los datos sobre el asentamiento de la langosta son de 15 años consecutivos entre 2002-2016.

Los resultados se expresan como promedio de todas las estaciones y se encuentran publicados en un congreso en 2017.²

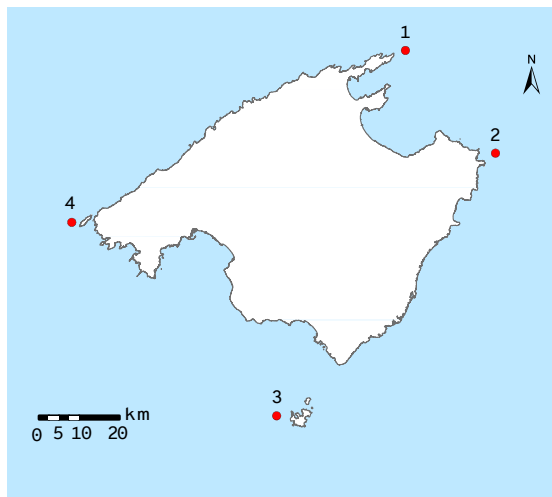


Figura 2. Localización de los 3 puntos de muestreo alrededor de Mallorca (Cap de Formentor, Cala Rajada, Sa Dragonera) y 1 de Cabrera. Los resultados se basan en el promedio de estas 4 estaciones. FUENTE: COB-IEO.

RESULTADOS

Los índices de asentamiento se muestran inferiores a 0,1 individuos/10 m² durante los primeros años de estudio (2002-2007) (Figura 3). Entre 2008 y 2010 se incrementan gradualmente de 0,1 a 0,3 individuos/10 m². En 2011 y 2012 los valores vuelven a ser < 0,1 individuos/10 m², y en 2013 se produce un aumento cercano a 0,3 individuos/10 m². Finalmente, entre 2014-2016 se muestran valores de decrecimiento de < 0,1 individuos/10 m².

El muestreo se realiza anualmente mediante censos visuales submarinos que permiten estimar la fuerza de los índices de asentamiento. Cada estación está compuesta por 4 puntos diferentes de muestreo. Estos censos visuales se complementaron en 2010 con la instalación de colectores artificiales de larvas de langosta. Las estaciones de colectores artificiales han estado operando experimentalmente en las Islas Baleares desde 2010 hasta 2015. Los colectores permanecen bajo el agua durante todo el año y son controlados durante los meses de asentamiento, que tienen lugar en verano (junio-septiembre).

NORMATIVA

- Orden del 23 de marzo de 2001 (BOIB núm. 38 del 29 de marzo de 2001), por la que se regula la pesca de la langosta (*Palinurus* spp.) en las aguas interiores de las Islas Baleares.
- Orden del 30 de mayo de 2001 (BOE núm. 141 del 13 de junio de 2001), por la que se regula la pesca de la langosta (*Palinurus* spp.) en las aguas exteriores próximas a las Islas Baleares, que determina que la temporada de pesca se realiza entre el 1 de abril y el 31 de agosto (5 meses).

La variabilidad observada en el número de reclutas durante los 15 años de monitoreo es fruto de factores no controlables, principalmente de tipo ambiental. Estos índices anuales se pueden utilizar para la gestión pesquera de esta especie a partir de 4-6 años en adelante, ya que entre estos años es cuando adquiere talla comercial.^{3,4}

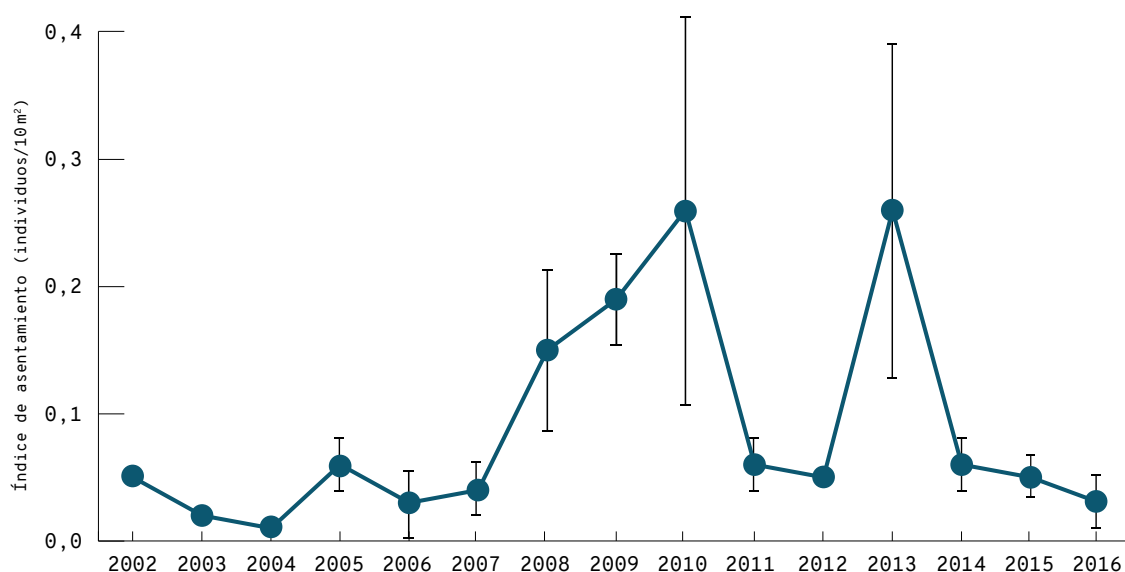


Figura 3. Media de los resultados del índice de asentamiento de la langosta *Palinurus elephas* (individuos/10 m²) de las 4 estaciones de estudio alrededor de Mallorca y Cabrera entre los años 2002-2016. Las barras verticales representan la desviación estándar. FUENTE: COB-IEO.

CONCLUSIONES

- Las series temporales de asentamiento de juveniles bentónicos de *Palinurus elephas* ayudan a comprender la variabilidad del proceso de reclutamiento y a predecir su fortaleza con el objetivo principal de gestionar la pesca sostenible de esta especie.
- Los índices de reclutamiento fluctúan entre 0,01 y 0,28 individuos/10 m². Esta oscilación se rige por cambios en las características ambientales.
- Los índices de asentamiento bajos, como los del 2011, 2012, 2014-2016, pueden tener repercusiones de rendimiento en el sector pesquero artesanal al cabo de 4-5 años.

REFERENCIAS

- ¹ MUÑOZ, A. *et al.* (2017). «Settlement indices as predictors of commercial catches of the European spiny lobster *Palinurus elephas* in the northwestern Mediterranean Sea». Portland (Maine): 11th International Conference & Workshop on Lobster Biology & Management.
- ² DÍAZ, D. *et al.* (2017). «Understanding settlement dynamics of the european spiny lobster (*palinurus elephas*) in the mid-western mediterranean». Portland (Maine): 11th International Conference & Workshop on Lobster Biology & Management.
- ³ DÍAZ, D. *et al.* (2013). «Monitorización del asentamiento de langosta a partir de colectores artificiales en el mar Balear». VI Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears (16-18 octubre de 2013). Palma: Societat d'Història Natural de les Balears.
- ⁴ GROENEVELD J. C. *et al.* (2013). *Palinurus species. Lobsters. Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd.



Cetáceos

CACHALOTE (*Physeter macrocephalus*)

18 Tasa de encuentro. 114

DELFIN MULAR (*Tursiops truncatus*)

19 Porcentaje de horas con presencia acústica de la especie (% of Deployment Positive Hours, DHP) 120

18

Cachalote

(*Physeter macrocephalus*)

(tasa de encuentro)

El cachalote, que inspiró la famosa novela *Moby Dick* —basada, por cierto, en un hecho real—, era cazado con fruición por los productos que de él se obtenían. Hoy en día es uno de los cetáceos más extraordinarios por su forma de vida, por sus adaptaciones fisiológicas y anatómicas al buceo, y por sus dimensiones y rasgos físicos. Además, es una especie común pero de presencia discreta en el Mediterráneo.

Su cuerpo poco estilizado es debido a su inmensa cabeza, aplanada lateralmente, y que puede llegar a constituir un tercio de la longitud total del animal. Con las zonas laterales altas, verticales y ligeramente cóncavas, la forma no refleja la del cráneo, ya que toda la zona anterodorsal está ocupada por el órgano del espermaceti. Este órgano es, probablemente, la mayor estructura productora de sonido de todo el reino animal. Su agujero soplador simple cae 45 grados hacia adelante y hacia la izquierda, y lo hace inconfundible en el mar.

Tiene un maxilar inferior estrecho con forma de Y que soporta la dentición, ya que en el maxilar superior solo presenta alvéolos de inserción. El número de dientes, que miden más de diez centímetros, es variable: de quince a treinta en los machos y de siete a treinta en las hembras. Los superiores permanecen vestigiales.

Las aletas pectorales son cortas y redondeadas y están situadas muy cerca del vientre. La aleta dorsal ha sido sustituida por una cresta más o menos triangular seguida, normalmente, de una serie de protuberancias. La aleta caudal, de forma triangular, es muy visible cuando el animal inicia una inmersión profunda.

Es un gran zambullidor y puede alcanzar los 120 minutos de inmersión y 2.000 metros de profundidad.

En nuestras aguas, sin embargo, lo más frecuente son las apneas de entre 45 y 60 minutos sobre la isóbata de los 1.000 metros.

Presenta una coloración gris uniforme que se aclara hacia el vientre. Con la edad, especialmente las zonas cefálica y umbilical sufren un proceso de blanqueamiento. *Moby Dick*, el cachalote blanco de Melville, era un individuo viejo.

Presentan un claro dimorfismo sexual: los machos llegan a los veintiún metros, mientras que las hembras solo alcanzan los doce. Las medias son de quince y diez metros, respectivamente, y son ligeramente más pequeños en el Mediterráneo.

El cachalote es un elemento clave en los sistemas ecológicos marinos de profundidad, ya que actúa como inversor del ciclo de la materia orgánica en la columna de agua. Cabe considerar que, en los niveles poblacionales contemporáneos, reducidos por la intensa caza ballenera, los científicos evalúan que los cachalotes consumen un total de biomasa similar a toda la actividad extractiva humana.⁶ Por tanto, los cambios en poblaciones de cachalotes en el Mediterráneo pueden provocar efectos profundos y permanentes sobre otras especies.

Las Islas Baleares son un entorno clave para la especie en el Mediterráneo, ya que se ha demostrado

¿QUÉ ES?

El cachalote es una especie de cetáceo con una talla media de 16 m de longitud, común y de gran relevancia del mar Balear. Este mar desempeña un papel muy importante al proporcionarle alimentación y un posible lugar de reproducción.

La tasa de encuentro del cachalote informa sobre su presencia en el mar Balear a lo largo de los años. Se define como el número de encuentros por kilómetro navegado.

METODOLOGÍA

El seguimiento de esta especie se realiza a través de recuentos elaborados mediante expediciones en barcos científicos del Balearic Sperm Whale Project (Asociación Tursiops y Universidad de Saint Andrews). Se sigue la metodología descrita en Rendell *et al.* (2014).

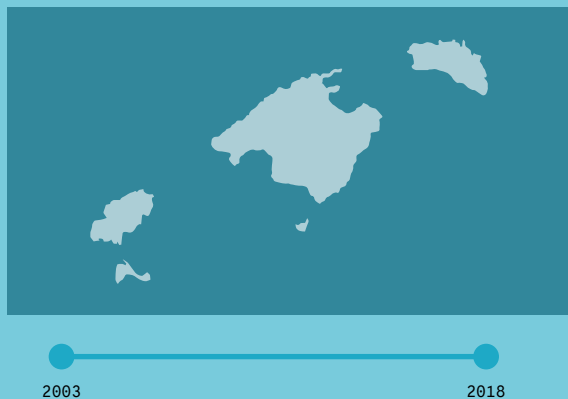


Avistamiento de un ejemplar de cachalote. FUENTE: Asociación Tursiops.

¿POR QUÉ?

La UICN considera esta especie en peligro en el Mediterráneo, y se encuentra protegida por numerosas normativas de ámbito internacional, europeo, nacional y autonómico.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Desde 2003, no se registran valores óptimos.
- El valor máximo de tasa de encuentro se registra en 2014 con 0,022. Desde entonces se produce una disminución gradual del valor hasta 0,0097 en 2018.
- Se obtienen periodos de ausencia en los años 2009, 2010 y 2011, por falta de investigación.

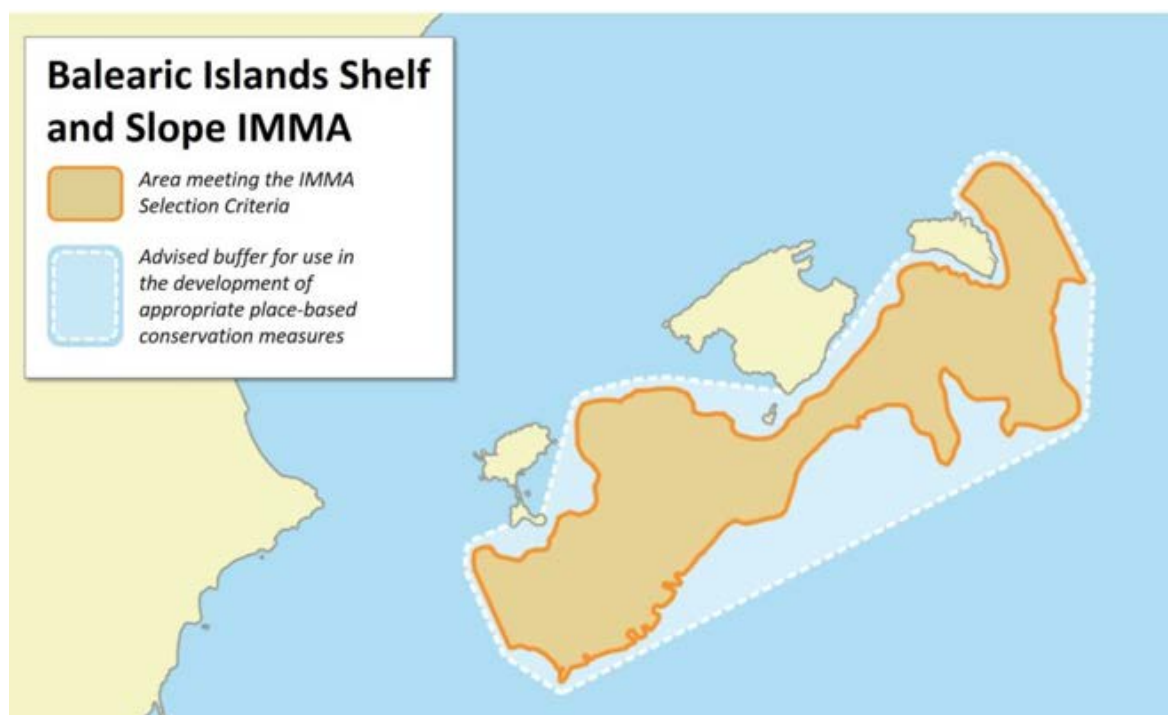


Figura 1. Área IMMA de la zona de plataforma y talud continental de las Islas Baleares. FUENTE: <https://www.marinemammalhabitat.org/immas/imma-atlas/>.

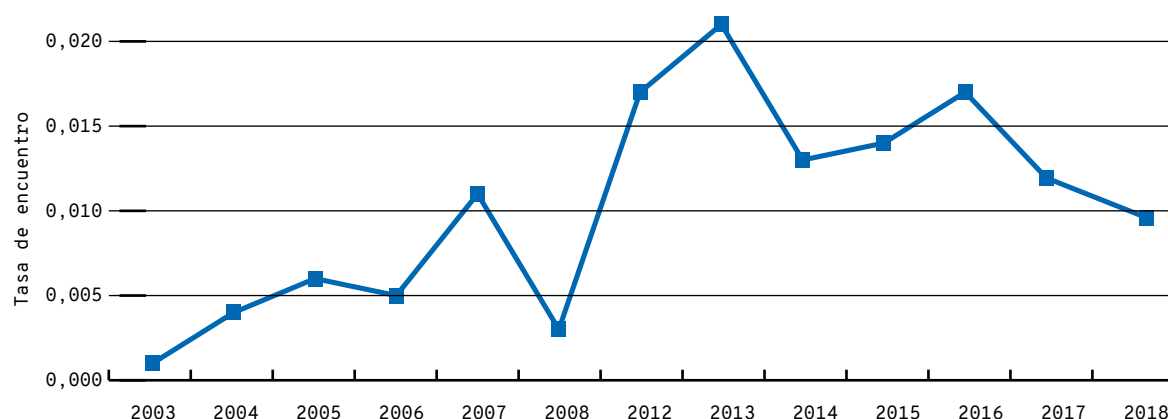


Figura 2. Evolución de la tasa de encuentro (número de encuentros/km navegado en búsqueda). FUENTE: Asociación Tursiops.

que los cachalotes emplean esta área para alimentarse —un hecho vinculado a las corrientes profundas altamente productivas al sur y el este del archipiélago—³ y en ella se avistan tanto grupos sociales como machos solitarios,⁴ lo que significa que la especie también se reproduce en estas aguas.

La población de cachalotes en las Islas Baleares tiene tal relevancia que se ha elegido como unidad de gestión en la demarcación levantina-balear para el descriptor 1 de biodiversidad, mamíferos marinos, en la Directiva marco europea sobre la estrategia marina: «UG20-PM Islas Baleares: población de cachalote asociada al promontorio balear, incluyendo zonas de talud y profundas adyacentes».

Asimismo, el Grupo de Trabajo de Áreas Protegidas para Mamíferos Marinos (MMPATF), creado por la Conferencia Internacional sobre Áreas Protegidas para Mamíferos Marinos (ICMMPA), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), la Comisión Mundial de Espacios Protegidos (WCPA), el vicepresidente marino y miembros de la Comisión de Supervivencia de Especies (SCC) de la IUCN aceptaron la creación, en el año 2017, del Área Importante de Mamíferos Marinos (IMMA) de la Plataforma y la Costa de las Islas Baleares (Figura 1) que, con una extensión de 22,708 km², pretende proteger la población mediterránea de cachalote, considerada en peligro² porque es una área de alimentación y de reproducción.^{1, 3, 4}

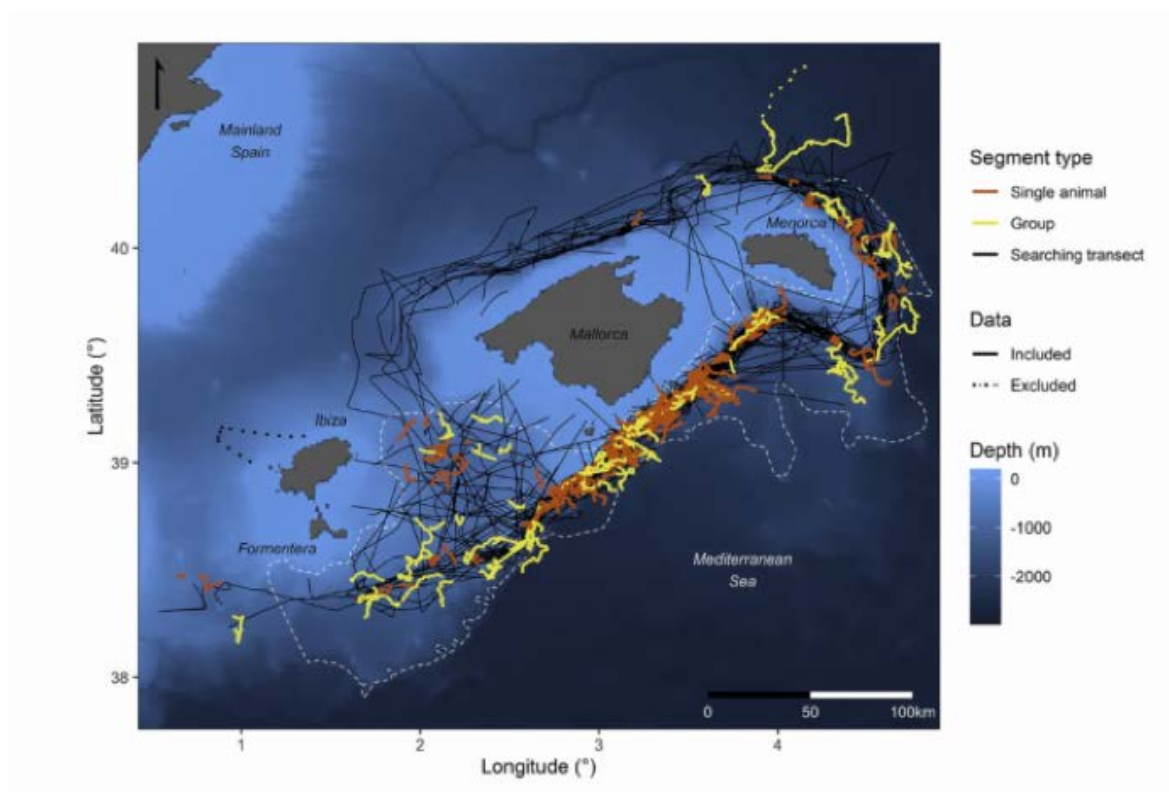


Figura 3. Área de estudio, esfuerzo acústico y encuentros con grupos y animales solitarios para el período 2003-2018. FUENTE: Pirodda *et al.*⁴

METODOLOGÍA

Para valorar la presencia de cachalotes en las aguas de las Baleares se propone la tasa de encuentro a partir de los cruceros de investigación dedicados. Estos cruceros, a fin de obtener datos robustos y estrictamente comparables, deben ajustarse a los métodos descritos en Rendell *et al.*⁵

RESULTADOS

En la Figura 2 se puede observar la evolución temporal de la tasa de encuentro de cachalotes en el ámbito balear desde 2003 hasta 2018, con un período de ausencia (2009-2011), a partir de los cruceros de investigación y seguimiento de cachalotes del Balearic Sperm Whale Project, desarrollados por la Asociación Tursiops y la Universidad de Saint Andrews (Figura 3).

Como puede comprobarse, hay un aumento significativo de la presencia en el segundo período.

El objetivo de buen estado ambiental sería poder conservar una tasa por encima de 0,01 o aumentarla.

NORMATIVA

Actualmente, el cachalote está catalogado como especie en peligro en el Mediterráneo por la IUCN, y en el Senado hay una petición al Consejo de Ministros para elevar su categoría de protección en la legislación española para que pase de vulnerable a en peligro.

Además, y directamente extraído del marco jurídico del Ministerio de Transición Ecológica:

ÁMBITO	AÑO	NORMATIVA	ANEXO	CATEGORÍA
Internacional	2015	CMS. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres	I	Especies migratorias en peligro
Internacional	2015	CMS. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres	II	Especies migratorias que deben ser objeto de acuerdos
Internacional	2012	Convenio de Barcelona (enmienda 2012)	II	En peligro o amenazada
Internacional	2010	CITES (apéndices I, II y III 2010)	I	En peligro de extinción
Internacional	2009	Convenio de Barcelona (enmienda 2009)	II	En peligro o amenazada
Internacional	2006	ACCOBAMS	I	
Internacional	1995	Convenio de Barcelona (Protocolo SPA)	II	En peligro o amenazada
Internacional	1979	CMS. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres	II	Especies migratorias que deben ser objeto de acuerdos
Internacional	1979	CMS. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres	I	Especie migratoria en peligro de extinción
Europeo	2002	Convenio de Berna (revisión anexos, marzo 2002)	II	Especies de fauna estrictamente protegidas (Mediterráneo)
Europeo	1992	Directiva Hábitats	IV	
Nacional	2011	Real Decreto 139/2011 (Catálogo)	Anexo	Vulnerable
Nacional	2011	Real Decreto 139/2011 (Lista)	Anexo	Régimen de protección especial
Nacional	2007	Real Decreto 1727/2007		
Nacional	1990	Real Decreto 439/1990		Vulnerable
Autonómico	2009	L. 7L/PPL-0011, de Canarias	II	Vulnerable
Autonómico	2008	D. legislativo 2/2008, de Cataluña	Anexo	A
Autonómico	2003	L. 8/2003, de Andalucía	II	Vulnerable
Autonómico	1986	D. 4/1986, de Andalucía		Protegida

REFERENCIAS

- ¹ BROTONS, J. (2015). «Catxalots a Balears: una cultura amenaçada». En: *Llibre verd de protecció d'espècies a les Balears*. Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria d'Agricultura, Medi Ambient i Territori; Societat d'Història Natural de les Balears, 326. (Monografies de la SHNB; 20).
- ² OTERO, M. M.; CONIGLIARO, M. (2012). *Marine Mammals and Sea Turtles of the Mediterranean and Black Seas*. Gland, Suïça y Málaga: IUCN.
- ³ PIROTTA, E. *et al.* (2011). «Modelling Sperm Whale Habitat Preference: A Novel Approach Combining Transect and Follow Data». *Marine Ecology Progress Series*, 436, 257-272.
- ⁴ PIROTTA, E. *et al.* (2019). «Multi-scale analysis reveals changing distribution patterns and the influence of social structure on the habitat use of an endangered marine predator, the sperm whale *Physeter macrocephalus* in the Western Mediterranean Sea». *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 155, 103169.
- ⁵ RENDELL, L. *et al.* (2014). «Abundance and movements of sperm whales in the western Mediterranean basin». *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24, 31-40.
- ⁶ WHITEHEAD, H. (2003). *Sperm Whales: Social Evolution in the Ocean*. Chicago: University of Chicago Press.

19

Delfín mular (*Tursiops truncatus*)

(porcentaje de horas con presencia acústica de la especie)

El delfín mular es el cetáceo más costero del Mediterráneo. Es un animal que, de forma habitual, puede avistarse desde la costa, especialmente durante los meses de invierno, cuando se aproxima más a ella. No es extraño que entre en puertos y bahías cerradas. Aun así, esta alta frecuencia de avistamientos no está vinculada a una población numerosa, que se ha estimado en unos 700 ejemplares en primavera y 1.300 en otoño.¹ En general, vive en pequeños grupos muy dinámicos, caracterizados por la dinámica de fusión-fisión de individuos.

Tiene un cuerpo fusiforme y robusto y es un delfín relativamente grande, mide entre 2,3 y 3,5 metros de longitud y pesa 300 kilos. Tiene el dorso gris oscuro, que se aclara a medida que desciende por los flancos, mientras que su vientre es blanco o rosado. Su melón es claramente convexo y tiene un morro corto y ancho al que debe su nombre en inglés: *bottlenosed dolphin*. Presenta una dentición homodonta y de 8 a 26 dientes. También presenta una aleta dorsal grande, alta y falciforme. Su canto posterior delgado se mutila con facilidad por interacciones entre individuos de la misma especie, predadores y humanos. Estas cicatrices resultantes son un sistema de identificación individual robusto.

Es una especie cultural y aprende formas y técnicas de depredación de sus congéneres. Su alimentación se basa al cien por cien en especies demersales de peces y cefalópodos comerciales,² por lo que a menudo se asocia a actividades pesqueras como el arrastre³ o las redes de enmalle.^{4, 5} Algunos estudios realizados con estas últimas muestran cómo las capturas accidentales afectan seriamente a la población de delfines de las Baleares.⁴

Las Baleares tienen una población de delfines propia con una discreta fragmentación entre Gimnesias y Pitiusas,⁶ resultado de su alta fidelidad geográfica.

Las principales amenazas para la especie son las interacciones con la pesca, el agotamiento de los recursos por sobreexplotación pesquera, los cam-

bios estructurales en el Mediterráneo o el cambio climático. La contaminación acústica también tiene efectos directos sobre su salud y ecología. Por ejemplo, debido al ruido se describen zonas de afección fisiológica, zonas de exclusión, enmascaramiento de sonidos sociales y estrés. Además, como depredador apical y agravado por sus hábitos costeros —ya que cerca de las costas es donde se registran los máximos de contaminación química—, bioacumula toxinas que afectan su salud.

Todo ello convierte al delfín mular en una especie centinela de primer orden para valorar el buen estado del mar.

METODOLOGÍA

Los cetáceos son eminentemente seres acústicos. Es decir, desarrollan su vida, su relación con el medio y sus congéneres mediante sonidos. Estos sonidos pueden ser modulados (silbidos) o pulsados (clics de ecolocalización). Por esta razón, se han desarrollado nuevas herramientas de estudio basadas en la acústica que han dado como resultado unos métodos de estudio muy efectivos y eficaces para conocer y estudiar la especie.

El indicador % DPH (Porcentaje de Horas de Detección, del inglés % of Deployment Positive Hours) cuantifica la presencia de delfines mulares en un punto concreto del litoral mediante la detección de

¿QUÉ ES?

El delfín mular es una especie de cetáceo, de entre 2,5-3,5 m de longitud, que habita las aguas más costeras del Mediterráneo. Emite silbidos para comunicarse y clics de alta frecuencia para alimentarse. El porcentaje de horas con presencia acústica mide la presencia del delfín mular en un punto determinado del litoral en base a los sonidos detectados. El indicador se estandariza en base al número de horas totales muestreadas.

METODOLOGÍA

Se describen los datos del estudio de Castellote *et al.* (2015), donde se utiliza el método de acústica pasiva para medir los clics que produce el delfín mular.

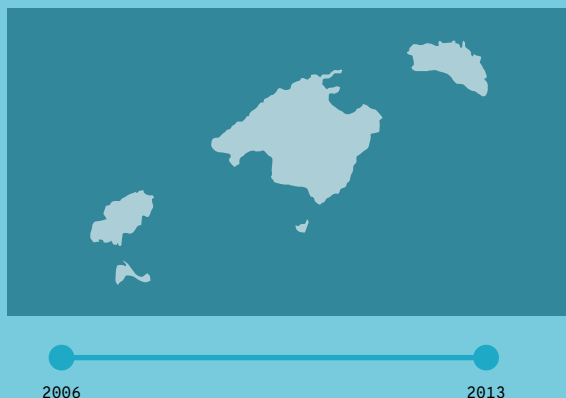
Los censos acústicos se realizan mediante hidrófonos, dispositivos sumergidos que envían los sonidos emitidos a los ordenadores de los barcos.

Se realizaron estudios en tres áreas marinas protegidas (AMP) de la Baleares: los Freus de Ibiza y Formentera, Migjorn y Llevant de Mallorca. Actualmente se dispone de 3 hidrófonos en funcionamiento.

¿POR QUÉ?

Debido a la cantidad de estresores que afectan la salud y la ecología de esta especie (capturas accidentales, agotamiento de recursos, cambios oceanográficos y climáticos, contaminación acústica y química), su presencia supone un buen indicador del buen estado del mar. Se considera esta especie como en peligro en el Mediterráneo por la IUCN.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Los porcentajes de DPH varían entre 10-0,2 %.
- Los mayores valores se dan en los Freus de Ibiza y Formentera.
- En las tres AMP de estudio se detecta mayor presencia de delfines en invierno que en verano.
- Es necesario un monitoreo mayor de este indicador para poder observar las tendencias a largo plazo en diferentes áreas del mar Balear.



Imagen de delfín mular. FUENTE: Asociación Tursiops.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

ÁMBITO	AÑO	NORMATIVA	ANEXO	CATEGORÍA
Internacional	2015	CMS. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres	II	Especies migratorias que deben ser objeto de acuerdos (poblaciones del mar del Norte, del mar Báltico, del Mediterráneo y del mar Negro)
Internacional	2012	Convenio de Barcelona (enmienda 2012)	II	En peligro o amenazada
Internacional	2010	CITES (apéndices I, II y III 2010)		Control estricto del su comercio
Internacional	2009	ACCOBAMS		
Internacional	1995	Convenio de Barcelona (Protocolo SPA)	II	En peligro o amenazada
Internacional	1979	CMS. Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias y de Animales Silvestres	II	Especies migratorias que deben ser objeto de acuerdos
Europeo	1982	Convenio de Berna (revisión de los anexos, marzo de 2002)	II	Estrictamente protegida
Europeo	1992	Directiva Hábitats	II y IV	
Nacional	2011	Real Decreto 139/2011. Lista de especies silvestres en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas	Anexo	Régimen de protección especial (Lista)
Nacional	2007	Ley 42/2007 del patrimonio natural y de la biodiversidad	II y V	Vulnerable (Catálogo)
Nacional	2007	Real Decreto 1727/2007 por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos		Espacio móvil protegido

Otros documentos técnicos

ÁMBITO	AÑO	NORMATIVA	ANEXO	CATEGORÍA
*Autonómico	2006	Libro rojo de los vertebrados de las Baleares (3ª edición)		Vulnerable
*Autonómico		Plan de Conservación del Delfín Mular (<i>Tursiops truncatus</i>) en aguas del archipiélago balear	Lifeposidonia	

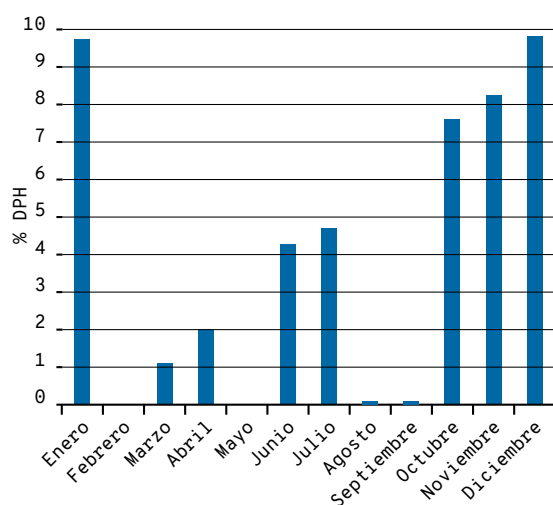


Figura 1. % DPH del área marina protegida de los Freus. FUENTE: Castellote *et al.*⁴

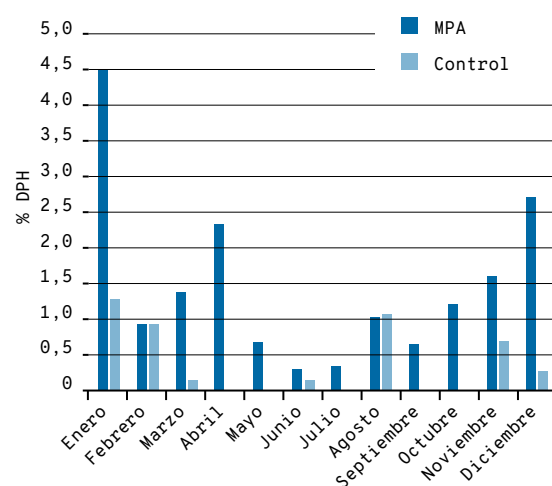


Figura 2. % DPH del área marina protegida del Migjorn (MPA) y de la zona de control. FUENTE: Castellote *et al.*⁴

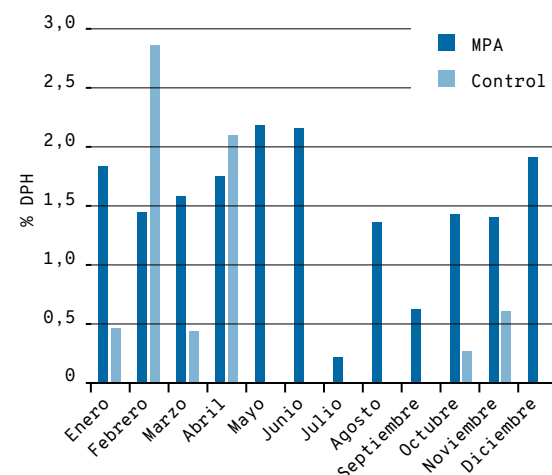


Figura 3. % DPH del área marina protegida de Llevant (MPA) y de la zona de control. FUENTE: Castellote *et al.*⁴

sonidos pulsados o modulados referidos al total de horas muestreadas mediante acústica pasiva. Este indicador, que ya se ha empleado en las Baleares aunque solo basado en clics,⁷ ha mostrado su eficacia en numerosos estudios en todo el mundo.

RESULTADOS

En el trabajo de Castellote *et al.*⁴ se describe la presencia de delfines a lo largo de un año en tres áreas marinas protegidas (AMP) de las Baleares, donde la presencia de delfines es mayor en invierno que en verano (figuras 1, 2 y 3).

Como punto de partida de este estudio, mediante el mismo sistema descrito, el indicador para el delfín mular sería mantener o aumentar las tasas de % DPH en estas zonas y ampliar el ámbito de estudio a otras AMP.

REFERENCIAS

- FORCADA, J. *et al.* (2004). «Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: Addressing heterogeneity in distribution». *Marine Ecology Progress Series*, 275, 275-287.
- BLANCO, C.; SALOMÓN, O.; RAGA, J. (2001). «Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Western Mediterranean Sea». *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 81, 1053-1058.
- GONZALVO, J. *et al.* (2008). «Factors determining the interaction between common bottlenose dolphins and bottom trawlers off the Balearic Archipelago (western Mediterranean Sea)». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 367, 47-52.
- BROTOS, J. M.; GRAU, A. M.; RENDELL, L. (2008). «Estimating the impact of interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries around the Balearic Islands». *Marine Mammal Science*, 24, 112-127.
- GAZO, M. *et al.* (2001). «Interactions between bottlenose dolphins and artisanal fisheries in the Balearic Islands: may acoustic devices be a solution to the problem?». A: *15th annual conference of the European Cetacean Society*, 6-10. Roma: European Cetacean Society.
- BROTOS, J. M. *et al.* (2019). «Genetics and stable isotopes reveal non-obvious population structure of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) around the Balearic Islands». *Hydrobiologia*, 1, 233-247.
- CASTELLOTE, M. *et al.* (2015). «Long-term acoustic monitoring of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in marine protected areas in the Spanish Mediterranean Sea». *Ocean & Coastal Management*, 113, 54-66.



Parámetros poblacionales y diagnóstico del estado de los stocks de las principales especies explotadas

MERLUZA (<i>Merluccius merluccius</i>)	134
20 Abundancia y biomasa de la población	134
21 Abundancia y biomasa de reclutas	135
22 Abundancia y biomasa de reproductores	135
23 Talla media y/o estructura poblacional	135
24 Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{0.1}$	136
25 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	136
SALMONETE (<i>Mullus surmuletus</i>)	137
26 Abundancia y biomasa de la población	137
27 Abundancia y biomasa de reclutas.	137
28 Abundancia y biomasa de reproductores	138
29 Talla media y/o estructura poblacional	138
30 Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{0.1}$	139
31 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	139
GAMBA ROJA (<i>Aristeus antennatus</i>)	140
32 Abundancia y biomasa de la población	140
33 Abundancia y biomasa de reclutas	140
34 Abundancia y biomasa de reproductores	141
35 Talla media y/o estructura poblacional	141
36 Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{0.1}$	142
37 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	142
GAMBA BLANCA (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	143
38 Abundancia y biomasa de la población	143
39 Abundancia y biomasa de reclutas	143
40 Abundancia y biomasa de reproductores	144
41 Talla media y/o estructura poblacional	144
42 Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{0.1}$	145
43 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	145
SEPIA (<i>Sepia officinalis</i>)	146
44 Abundancia y biomasa de la población	146
45 Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{\text{MSY}}$	146
46 Talla media y/o estructura poblacional	147
47 Evolución de las capturas	147
48 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	148
PULPO DE ROCA (<i>Octopus vulgaris</i>)	149
49 Biomasa de la población	149
50 Estado de explotación $F_{\text{current}}/F_{\text{MSY}}$	149
51 Talla media y/o estructura poblacional.	150
52 Evolución de las capturas	150
53 Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o F_0	150

20-53

Parámetros poblacionales y diagnóstico del estado de los stocks de las principales especies explotadas

Merluza (*Merluccius merluccius*)

Salmonete (*Mullus surmuletus*)

Gamba roja (*Aristeus antennatus*)

Gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*)

Sepia (*Sepia officinalis*)

Pulpo de roca (*Octopus vulgaris*)

Uno de los principales objetivos de la investigación pesquera es evaluar el estado de explotación de los recursos pesqueros para asesorar a los organismos encargados de su gestión sobre las actuaciones que se deberían llevar a cabo para explotar estos recursos de la mejor manera posible.

20-25

Estado de explotación de la merluza (*Merluccius merluccius*)

¿QUÉ ES?

La merluza es un pez demersal que vive sobre fondos blandos de la plataforma y el talud continental, entre los 50 y los 370 metros de profundidad. Su distribución geográfica comprende el mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (desde Noruega e Islandia hasta Mauritania).

¿POR QUÉ?

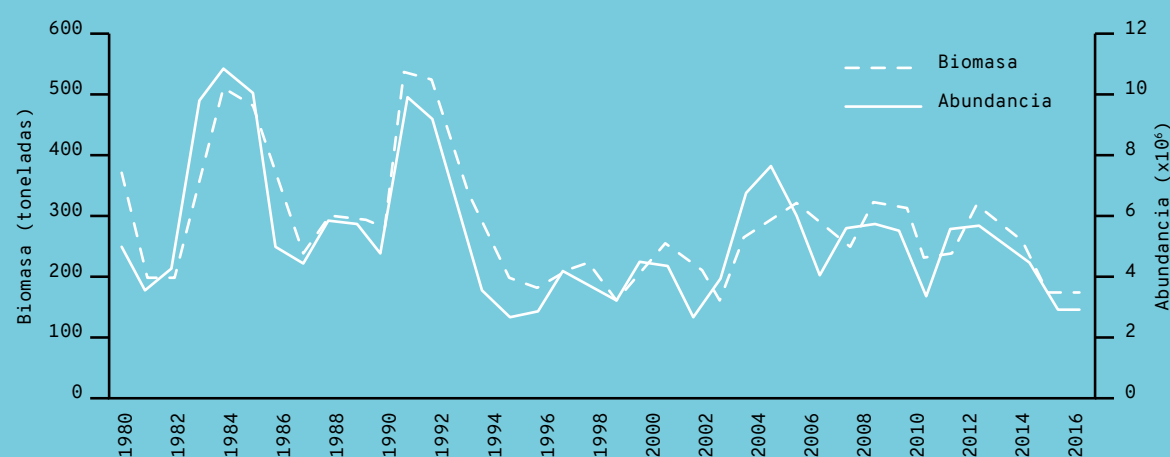
Es un pez con una gran importancia comercial que, en el Mediterráneo, es capturado por la flota de arrastre y, en menor medida, por las de palangre y artes menores. En las Baleares es una de las principales especies objetivo de la flota de arrastre.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado una de las metodologías estándar internacionales de evaluación de poblaciones, un análisis de poblaciones virtuales (APV) con dos fuentes principales de datos: capturas y esfuerzo de las estadísticas pesqueras oficiales, y campañas de investigación científica en las Baleares. Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM, cuyo informe puede consultarse para una descripción detallada de la metodología (GFCM-SAC-2018).

RESULTADOS

Aunque la abundancia y la biomasa de la población muestran importantes oscilaciones interanuales, no se observa ninguna tendencia clara a lo largo de la serie temporal analizada (1980-2017). La biomasa media durante este período ha sido de 279 toneladas, con un mínimo de 155 toneladas en 1999 y un máximo de 531 toneladas en 1991. La mortalidad por pesca que ejerce actualmente la flota pesquera ($F_c/F_{0,1} = 7,44$) es más de siete veces superior al punto de referencia obtenido para la especie ($F_{0,1} = 0,18$).



Biomasa (peso) y abundancia (número de individuos) de la población de merluza entre los años 1980 y 2017.
FUENTE: COB-IEO.

26-31

Estado de explotación del salmonete
(*Mullus surmuletus*)

¿QUÉ ES?

El salmonete es un pez demersal que vive sobre fondos mixtos de arena y roca, principalmente de la plataforma continental, por encima de los 100 metros de profundidad. Su distribución geográfica comprende el mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (desde el sur de Noruega hasta Senegal).

¿POR QUÉ?

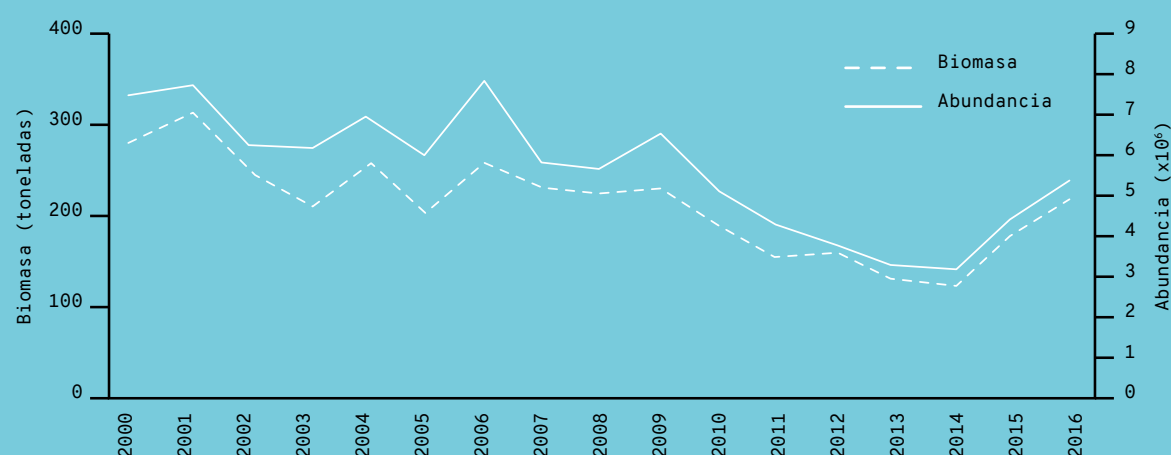
Es una especie de gran interés comercial. En las Baleares, como en el resto del Mediterráneo, es una de las principales especies objetivo de la flota de arrastre y de artes menores.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado una de las metodologías estándar internacionales de evaluación de poblaciones, un análisis de poblaciones virtuales (APV) con dos fuentes principales de datos: capturas y esfuerzo de las estadísticas pesqueras oficiales, y campañas de investigación científica en las Baleares. Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM, cuyo informe anual se puede consultar para una descripción detallada de la metodología (GFCM-SAC-2018).

RESULTADOS

Entre los años 2000 y 2014, la abundancia y la biomasa del salmonete muestran una clara tendencia descendente, si bien en los dos últimos años (2015-2016) esta tendencia parece invertirse. La biomasa media durante este período ha sido de 376 toneladas, con un mínimo de 227 toneladas en 2014 y un máximo de 527 toneladas en 2001. La mortalidad por pesca que ejerce actualmente la flota pesquera ($F_c/F_{0,1} = 2,55$) es 2,5 veces superior al punto de referencia obtenido para la especie ($F_{0,1} = 0,42$).



Biomasa (peso) y abundancia (número de individuos) de la población de salmonete entre los años 2000 y 2016.
FUENTE: COB-IEO.

32-37

Estado de explotación de la gamba roja
(*Aristeus antennatus*)

¿QUÉ ES?

La gamba roja es un crustáceo demersal que vive sobre fondos fangosos del talud continental, entre los 100 y los 3.000 metros de profundidad. Su distribución geográfica comprende el mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (desde el norte de Portugal hasta Cabo Verde).

¿POR QUÉ?

Es uno de los recursos pesqueros con mayor valor comercial del Mediterráneo, donde es capturada casi exclusivamente por la flota de arrastre. En las Baleares, es la especie objetivo de esta flota cuando trabaja entre los 500 y los 800 metros de profundidad.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado una de las metodologías estándar internacionales de evaluación de poblaciones, un análisis de poblaciones virtuales (APV) con dos fuentes principales de datos: capturas y esfuerzo de las estadísticas pesqueras oficiales, y campañas de investigación científica en las Baleares. Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM, cuyo informe puede consultarse para una descripción detallada de la metodología (GFCM-SAC-2018).

RESULTADOS

La abundancia y la biomasa de la población total de gamba roja ha disminuido significativamente entre los años 2005 (774 toneladas) y 2014 (413 toneladas). La biomasa media durante el período 1997-2016 ha sido de 566 toneladas. La mortalidad por pesca que ejerce actualmente la flota pesquera ($F_{0,1} = 2,00$) es más de dos veces superior al punto de referencia obtenido para la especie ($F_{0,1} = 0,31$).



Biomasa (peso) y abundancia (número de individuos) de la población de gamba roja entre los años 1997 y 2016.
FUENTE: COB-IEO.

38-43

Estado de explotación de la gamba blanca
(*Parapenaeus longirostris*)

¿QUÉ ES?

La gamba blanca es un crustáceo demersal que vive mayoritariamente sobre fondos fangosos de la plataforma profunda y el talud continental, entre los 100 y los 300 metros de profundidad. Su distribución geográfica comprende el mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (desde Portugal hasta Angola).

¿POR QUÉ?

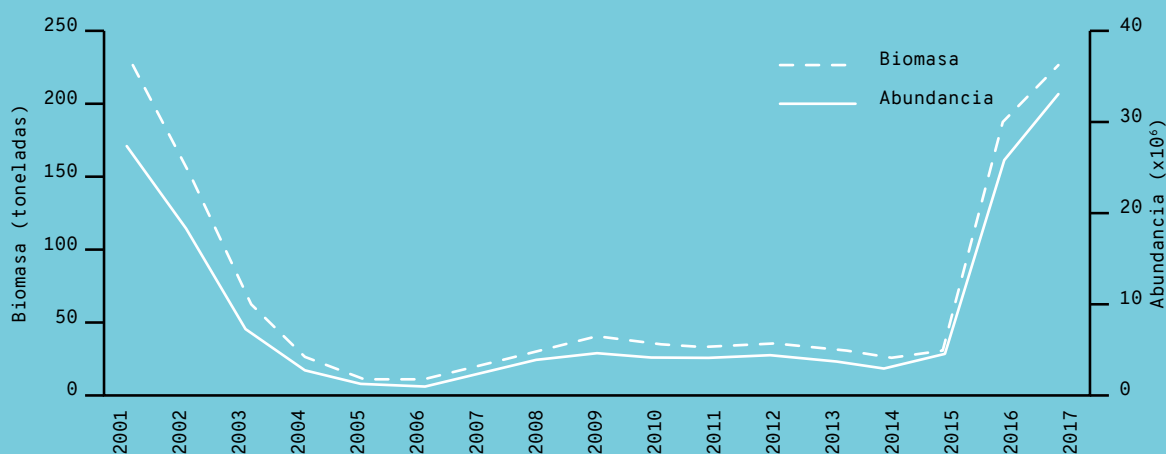
Es un recurso pesquero con un valor comercial elevado para la flota de arrastre del Mediterráneo. En las Baleares, sus poblaciones sufren importantes fluctuaciones interanuales, como demuestran las capturas casi vestigiales obtenidas entre los años 2005 y 2015.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado una de las metodologías estándar internacionales de evaluación de poblaciones, un análisis de poblaciones virtuales (APV) con dos fuentes principales de datos: capturas y esfuerzo de las estadísticas pesqueras oficiales, y campañas de investigación científica en las Baleares. Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM, cuyo informe puede consultarse para una descripción detallada de la metodología (GFCM-SAC-2018).

RESULTADOS

La abundancia y la biomasa de la población se redujeron drásticamente desde el año 2001 hasta el 2006 (de 227 a 8 toneladas), se mantuvieron en valores muy bajos hasta el año 2015 (19-36 toneladas) y posteriormente volvieron a subir muy rápidamente, hasta llegar a las 230 toneladas en el año 2017. La mortalidad por pesca que actualmente ejerce la flota pesquera sobre la gamba blanca ($F_c/F_{0,1} = 1,23$) se encuentra cercana al punto de referencia obtenido para la especie ($F_{0,1} = 0,77$).



Biomasa (peso) y abundancia (número de individuos) de la población de gamba blanca entre los años 2001 y 2017.
FUENTE: COB-IEO.

44-48

Estado de explotación de la sepia
(*Sepia officinalis*)

¿QUÉ ES?

La sepia es un cefalópodo demersal que vive sobre fondos blandos de la plataforma continental, desde el litoral hasta los 200 metros de profundidad. Su distribución geográfica comprende el mar Mediterráneo y el Atlántico oriental (desde el sur de Noruega hasta Angola).

¿POR QUÉ?

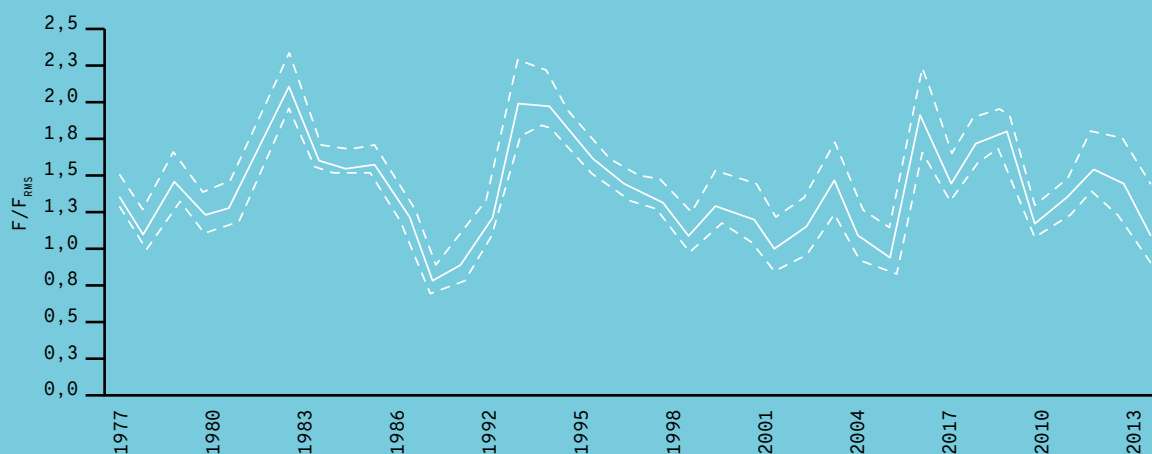
Es una especie de gran interés comercial. En las Baleares, como en el resto del Mediterráneo, es la especie objetivo de una importante pesquería estacional para la flota de artes menores. Se pesca también como captura accesoria de la flota de arrastre a lo largo de todo el año.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado una de las metodologías estándar internacionales de evaluación de poblaciones, un modelo global o de producción, con las capturas y el esfuerzo pesquero de la flota desde 1977 hasta 2013. Para más detalles sobre la metodología puede consultarse el trabajo publicado sobre esta evaluación (Quetglas *et al.*, 2015).

RESULTADOS

Los resultados de la evaluación muestran que la sepia se ha mantenido, en general, en un estado de sobreexplotación ($F/F_{RMS} > 1$) a lo largo de la serie histórica analizada (1977-2013). Sin embargo, en algunos años la especie se ha situado cerca del nivel de explotación óptimo ($F/F_{RMS} \sim 1$) o ligeramente por debajo del nivel de sobreexplotación ($F/F_{RMS} < 1$: 1988, 1989, 2000 y 2004). El valor medio de este indicador durante el período analizado ha sido de 1,38; con un mínimo y un máximo de 0,75 y 2,10, respectivamente.



F/F_{RMS} de la población de sepia entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

49-53

Estado de explotación del pulpo de roca
(*Octopus vulgaris*)

¿QUÉ ES?

El pulpo de roca es un cefalópodo demersal que habita la zona comprendida desde la costa hasta el límite de la plataforma continental (aproximadamente, a unos 200 metros de profundidad). Es una especie de distribución cosmopolita en aguas tropicales, subtropicales y templadas.

¿POR QUÉ?

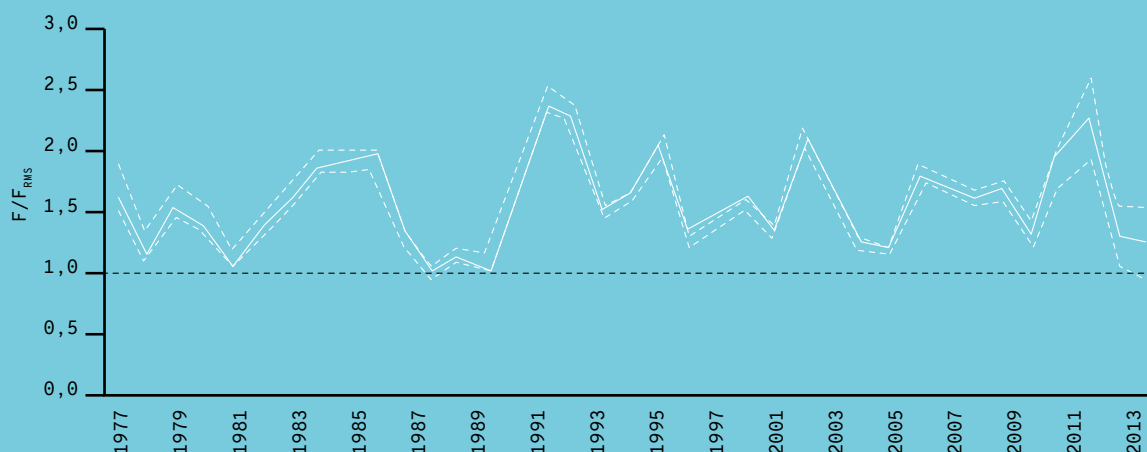
Es una especie de gran interés comercial en todo el mundo, que se captura con diferentes artes de pesca (arrastre, nasas, alcatruces, trasmallo). En las Baleares, aproximadamente el 90 % de las capturas provienen de la flota de arrastre.

METODOLOGÍA

Se ha utilizado una de las metodologías estándar internacionales de evaluación de poblaciones, un modelo global o de producción, con las capturas y el esfuerzo pesquero de la flota desde 1977 a 2013. Para más detalles sobre la metodología, puede consultarse el trabajo publicado sobre esta evaluación (Quetglas *et al.*, 2015).

RESULTADOS

Los resultados de la evaluación muestran que el pulpo de roca se ha mantenido en un estado de sobreexplotación ($F/F_{RMS} > 1$) a lo largo de la serie histórica analizada (1977-2013). Solo en algunos años concretos la especie se ha situado cercana al nivel de explotación óptimo ($F/F_{RMS} \sim 1$). El valor medio de este indicador durante el período analizado ha sido de 1,54; con un mínimo de 0,97 en 1988 y un máximo de 2,35 en 1992.



F/F_{RMS} de la población de pulpo de roca entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

Aunque son renovables, los recursos vivos también son limitados, de manera que hay que intentar encontrar un nivel de explotación que permita obtener de ellos el máximo rendimiento y que al mismo tiempo asegure la sostenibilidad futura tanto de la propia explotación como de las poblaciones de las especies explotadas. Por este motivo, la gestión pesquera afecta diferentes aspectos de la actividad humana, no tan solo económicos y sociológicos, sino también ecológicos.

La determinación del estado de explotación de una población se lleva a cabo mediante los modelos de evaluación. Existen diversos tipos de modelos que se diferencian básicamente por la cantidad y la naturaleza de los datos de entrada que se requieren para aplicarlos. Actualmente, los modelos más utilizados mundialmente son los modelos globales, o de producción, y los modelos analíticos.

Los modelos globales son los más sencillos que existen, dado que únicamente necesitan series históricas de captura y esfuerzo de una serie de años tan larga como sea posible. Por el hecho de simular la pesca de forma global, sin entrar en detalles sobre la composición por tallas y las características biológicas de las especies, se conocen con el nombre de modelos globales. También se conocen con el nombre de modelos de producción, porque simulan el crecimiento en biomasa (o producción) de una población en un ambiente limitado, de manera que esta biomasa aumenta hasta un valor máximo que depende de diversos factores, como el espacio y los recursos disponibles.

Los modelos analíticos se conocen con este nombre porque simulan la explotación pesquera mediante el análisis de sus principales componentes, es decir, la estructura de tallas de la especie objetivo, las estadísticas pesqueras y determinados parámetros biológicos (por ejemplo, talla, edad o maduración sexual). Por eso mismo, y a diferencia de los modelos globales, solo se pueden aplicar cuando se tiene un conocimiento bastante detallado de la pesquería que se quiere evaluar. Hay diferentes tipos de modelos analíticos, pero los más utilizados hoy en día son el análisis de poblaciones virtual (APV) y el rendimiento por recluta (RPR).

En ciencia pesquera, el estado de explotación de una población se expresa utilizando unos indicadores específicos llamados puntos de referencia, como los conocidos F_{RMS} o $F_{0,1}$. Un punto de referencia es un valor convencional derivado del análisis técnico que representa el estado de la población, cuyas características se consideran útiles para la gestión de esta población.¹ La F_{RMS} , por ejemplo, representa la mortalidad por pesca que es preciso ejercer para conseguir el rendimiento máximo sostenible (RMS); la $F_{0,1}$ sería una aproximación de la F_{RMS} .

El rendimiento máximo sostenible (RMS) representa el rendimiento mayor que se puede conseguir de una población explotada a lo largo del tiempo, a la vez que se mantiene su capacidad productiva en las condiciones ecológicas imperantes. El RMS

hace referencia a un hipotético estado de equilibrio entre la población explotada y la actividad pesquera. Es la explotación máxima que puede soportar un recurso renovable sin que afecte negativamente a su capacidad de renovación mediante el crecimiento y la reproducción.

El estado de explotación de una población se puede expresar directamente, mediante la mortalidad pesquera a la que está sometida actualmente (F_c), o en forma relativa, teniendo en cuenta esta mortalidad actual y la mortalidad necesaria para conseguir el rendimiento máximo sostenible (F_c/F_{RMS} o $F_c/F_{0,1}$). Según este cociente, por ejemplo, la mortalidad pesquera actual para la merluza, que se muestra a continuación, es 7,44 veces superior a la que debería aplicarse para obtener una explotación sostenible; así pues, la merluza está altamente sobreexplotada. El cociente para la sepia, en cambio, indica que esta población se encuentra cerca del RMS ($F_c/F_{0,1} = 1.078$).

La evolución del estado de explotación de una población a lo largo del tiempo se puede representar en términos de estos cocientes, como se muestra en la figura siguiente.³ Como consenso general, $F/F_{RMS} > 1$ indica sobreexplotación (luz roja), mientras que $F/F_{RMS} < 1$ indica subexplotación (luz verde). La figura muestra cómo el salmonete de roca de Mallorca pasó al estado de sobreexplotación a mediados de la década de los años setenta (círculo rojo).

Se presenta a continuación una serie de indicadores del estado de explotación de algunas de las principales especies explotadas por parte de la flota comercial de las Islas Baleares: merluza, salmonete de roca, gamba roja, gamba blanca, sepia y pulpo de roca. Las cuatro primeras especies han sido evaluadas mediante un modelo analítico (APV), mientras que en el caso de la sepia y en el del pulpo de roca se ha utilizado un modelo de producción.



Figura 1. Evolución del estado de explotación del salmonete de roca de Mallorca entre los años 1965 y 2008 representado como el cociente F/F_{RMS} . Los valores superiores a 1 indican sobreexplotación (luz roja), mientras que menores a 1 indican subexplotación (luz verde). FUENTE: COB-IEO.

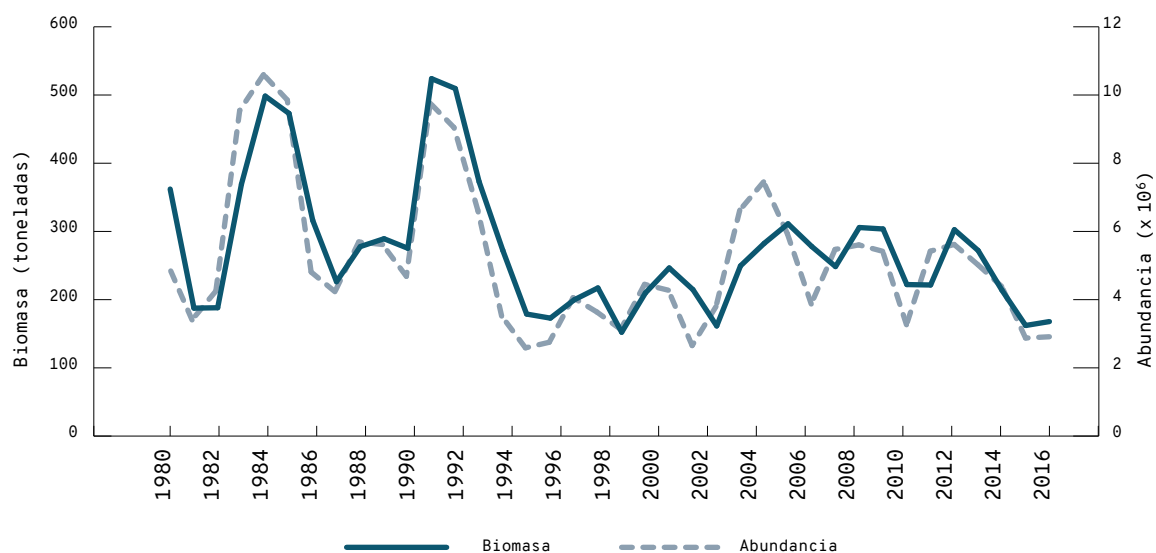


Figura 2. Biomasa y abundancia de la población de merluza entre los años 1980 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

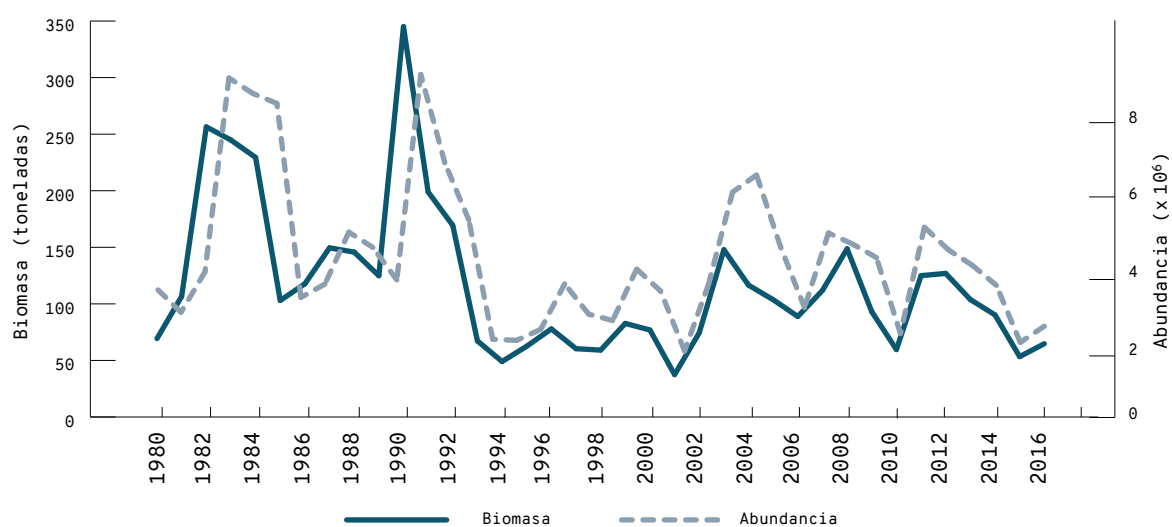


Figura 3. Biomasa y abundancia de reclutas de merluza entre los años 1980 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

En ambos casos, los modelos estiman, a partir de las capturas y el esfuerzo pesquero de la flota (y de otros parámetros, en el caso de los modelos analíticos), la cantidad total, expresada en abundancia (número de individuos) y/o biomasa (peso), de la población total que hay en el mar. Además, los modelos analíticos nos permiten determinar esta abundancia y biomasa para diferentes fracciones de la población. Generalmente se determinan estos parámetros para los reclutas (individuos jóvenes que se incorporan a la población) y los reproductores, dada su importancia en la dinámica poblacional del recurso.

Los resultados de las evaluaciones que se muestran a continuación han sido presentados —y, por tanto, avalados— en las principales organizaciones de gestión pesquera del Mediterráneo: 1) la Comisión General de Pesca del Mediterráneo (CGPM; www.gfcm.org); y 2) el Comité Científico, Técnico y Económico de la Pesca (STECF; <https://stecf.jrc.ec.europa.eu/>) de la Comisión Europea. Para más detalles sobre los datos y la metodología utilizada en las evaluaciones, se pueden consultar los informes de estas organizaciones que se citan para cada especie.

PECES

Merluza (*Merluccius merluccius*)

Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM (GFCM-SAC-2018) que se celebró en Roma del 19 al 24 de noviembre del 2018.

20. Abundancia y biomasa de la población

Aunque la abundancia y la biomasa de la población muestran importantes oscilaciones interanuales, no se observa ninguna tendencia clara a lo largo de los años 1980-2017. La biomasa media durante este período ha sido de 279 toneladas, con un mínimo de 155 toneladas y un máximo de 531 toneladas.

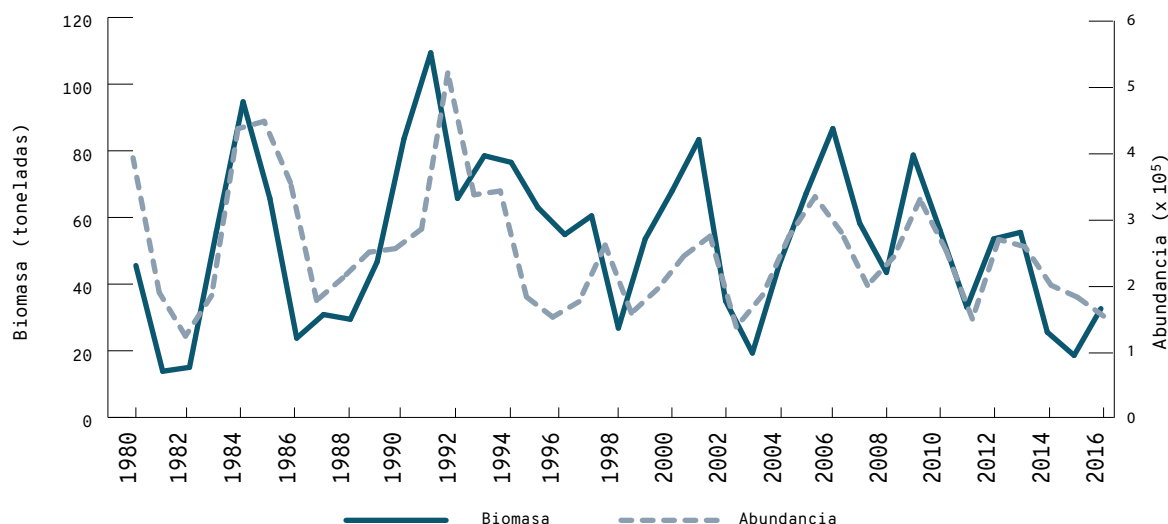


Figura 4 . Biomasa y abundancia de reproductores de merluza entre los años 1980 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

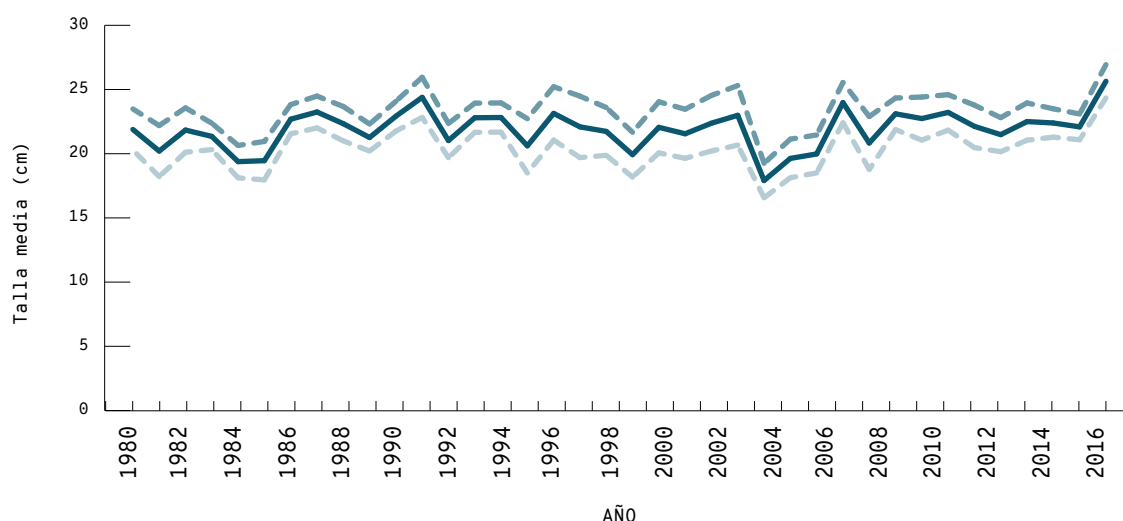


Figura 5. Talla media de la población de merluza entre los años 1980 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

21. Abundancia y biomasa de reclutas

La abundancia y la biomasa de los reclutas sigue el mismo patrón que la población total, con importantes oscilaciones interanuales, pero sin ninguna tendencia clara a lo largo de los años 1980-2017. La biomasa media durante este período ha sido de 118 toneladas, con un mínimo de 37 toneladas y un máximo de 349 toneladas.

22. Abundancia y biomasa de reproductores

La abundancia y la biomasa de los reproductores sigue el mismo patrón que la población total, con

importantes oscilaciones interanuales, pero sin ninguna tendencia clara a lo largo de los años 1980-2017. La biomasa media durante este período ha sido de 65 toneladas, con un mínimo de 31 toneladas y un máximo de 111 toneladas.

23. Talla media y estructura poblacional

La talla media de la población no ha mostrado ninguna tendencia clara durante los años 1980-2017 y ha variado entre un mínimo de 18 cm en el año 2004 y un máximo de 26 cm en 2017. El rango de tallas medio durante este período ha pasado de los 5 a los 82 cm, con una talla modal situada en los 19-20 cm.

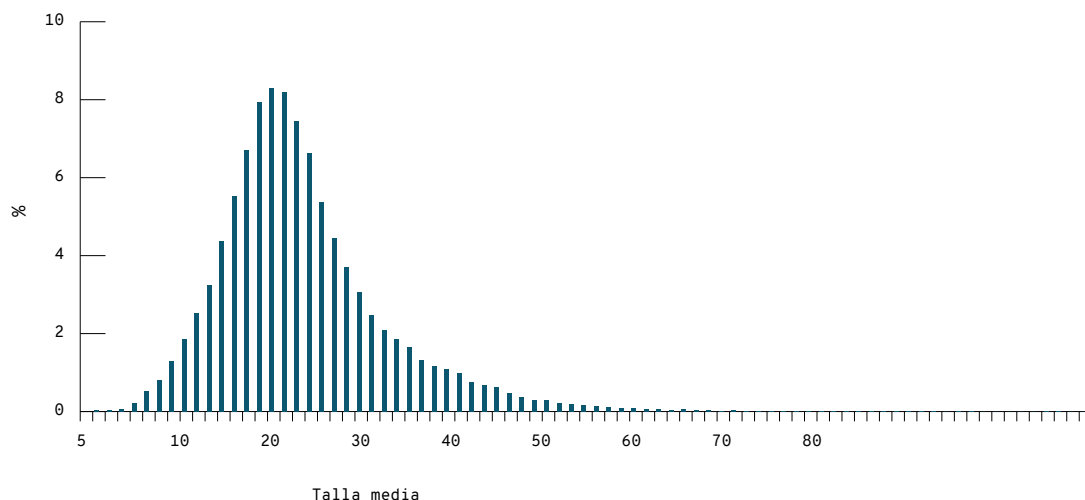


Figura 6. Distribución de tallas de la población de merluza entre los años 1980 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

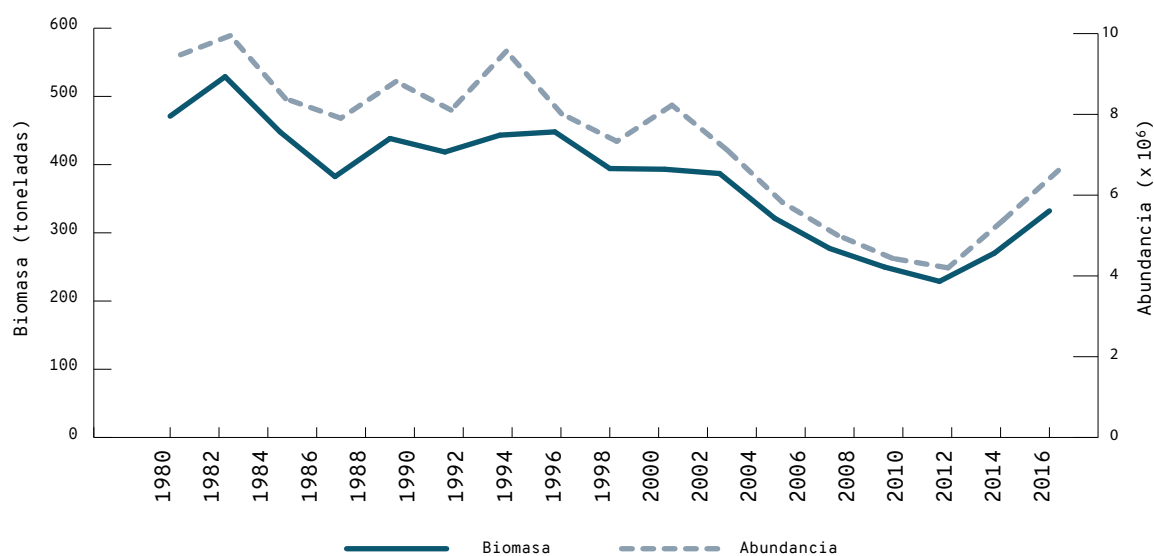


Figura 7. Biomasa y abundancia de la población de salmonete entre los años 2000 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

24. Estado de explotación $F_c/F_{0,1}$

La mortalidad por pesca que ejerce actualmente la flota pesquera sobre la merluza es más de siete veces superior al punto de referencia obtenido para la especie ($F_c/F_{0,1} = 7,44$).

25. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punto de referencia para la especie obtenido con la evaluación presentada ha sido de $F_{0,1} = 0,18$.



Fotografía de un salmonete (*Mullus surmuletus*). FUENTE: Joan Sans.

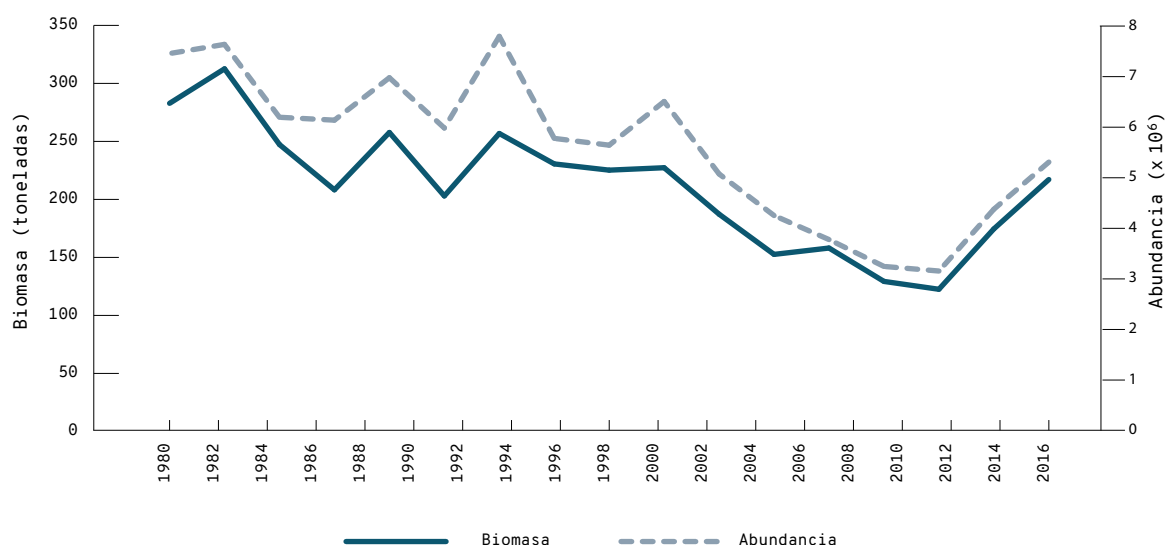


Figura 8. Biomasa y abundancia de reclutas de salmonete entre los años 2000 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

Salmonete de roca (*Mullus surmuletus*)

Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM (GFCM-SAC-2017) celebrado en Roma del 13 al 18 de noviembre del 2017.

26. Abundancia y biomasa de la población

Entre los años 2000 y 2014, la abundancia y la biomasa de salmonete muestran una clara ten-

dencia descendente, si bien en los dos últimos años (2015-2016) esta tendencia parece invertirse. La biomasa media durante este período ha sido de 376 toneladas, con un mínimo de 227 toneladas y un máximo de 527 toneladas.

27. Abundancia y biomasa de reclutas

La abundancia y la biomasa de reclutas sigue el mismo patrón que la población total. La biomasa media durante este período ha sido de 211 toneladas, con un mínimo de 122 toneladas y un máximo de 313 toneladas.

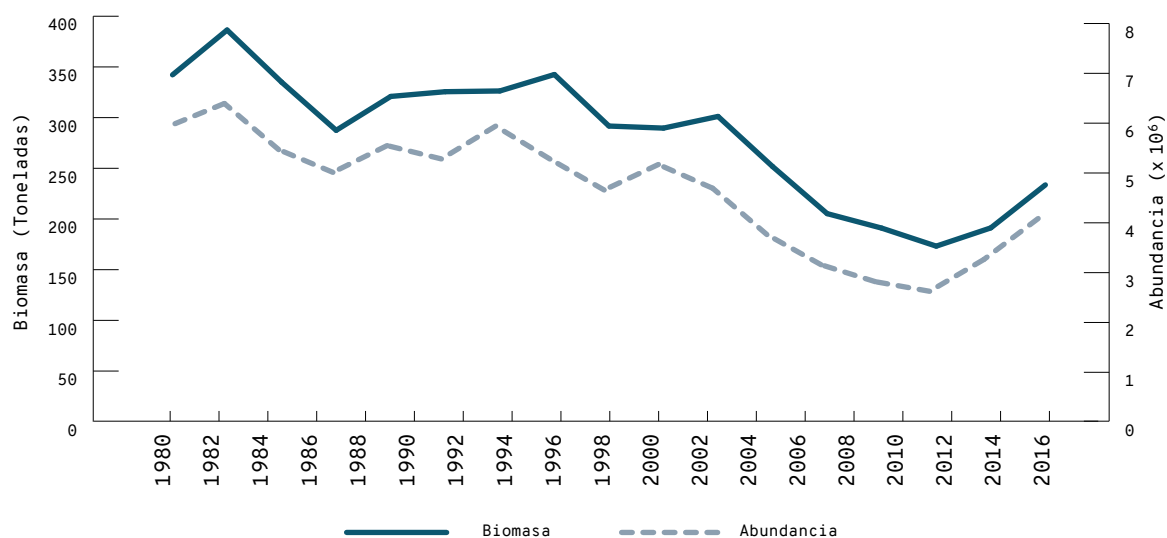


Figura 9. Biomasa y abundancia de reproductores de salmonete entre los años 2000 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

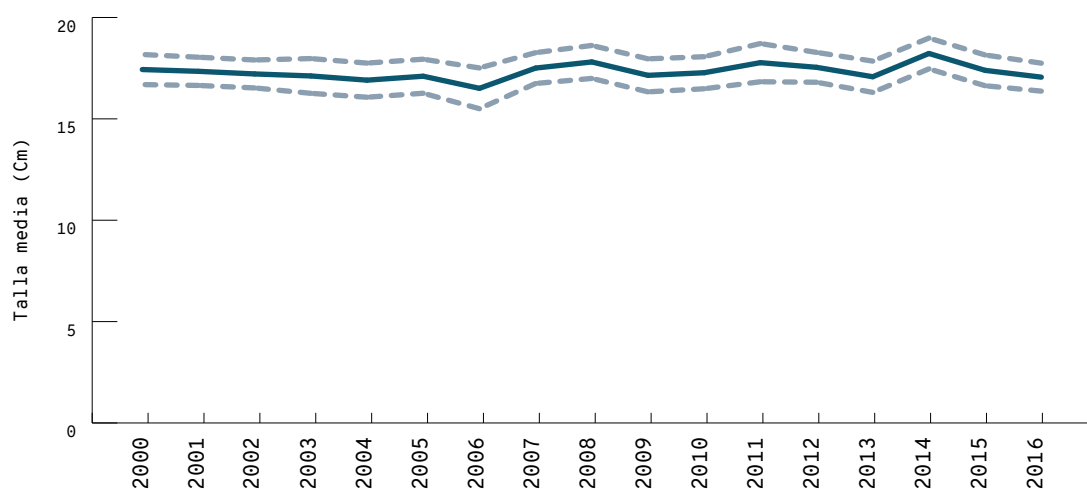


Figura 10. Talla media de la población de salmonete entre los años 2000 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

28. Abundancia y biomasa de reproductores

La abundancia y la biomasa de los reproductores sigue el mismo patrón que la población total. La biomasa media durante este período ha sido de 280 toneladas, con un mínimo de 171 toneladas y un máximo de 384 toneladas.

29. Talla media y estructura poblacional

La talla media de la población no muestra ninguna tendencia clara durante los años 2000-2016; el valor medio de la serie ha sido de 17,4 cm, y ha variado entre un mínimo de 16,5 cm en el año 2006 y un máximo de 18,3 cm en el 2014. El rango de tallas durante este período ha estado entre los 7 y los 39 cm, con una talla modal situada en los 16-17 cm.

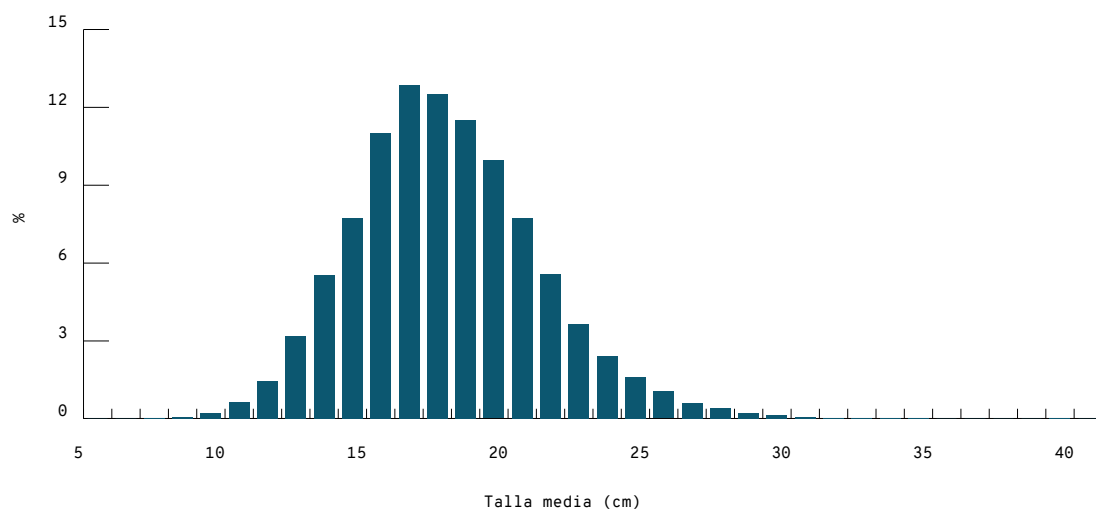


Figura 11. Distribución de tallas de la población de salmonete entre los años 2000 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

30. Estado de explotación $F_c/F_{0,1}$

La mortalidad por pesca que actualmente ejerce la flota pesquera sobre el salmonete es 2,5 veces superior al punto de referencia obtenido para la especie ($F_c/F_{0,1} = 2,55$).

El valor del punto de referencia para la especie obtenido con la evaluación presentada ha sido de $F_{0,1} = 0,42$.

31. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punto de referencia para la especie obtenido con la evaluación presentada ha sido de $F_{0,1} = 0,42$.

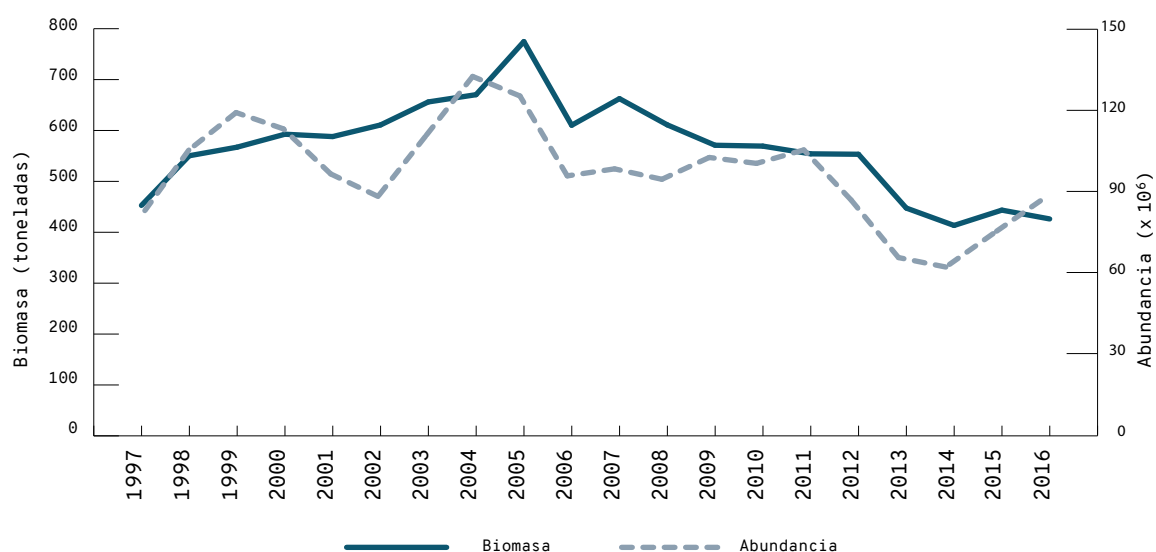


Figura 12. Biomasa y abundancia de la población de gamba roja entre los años 1997 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

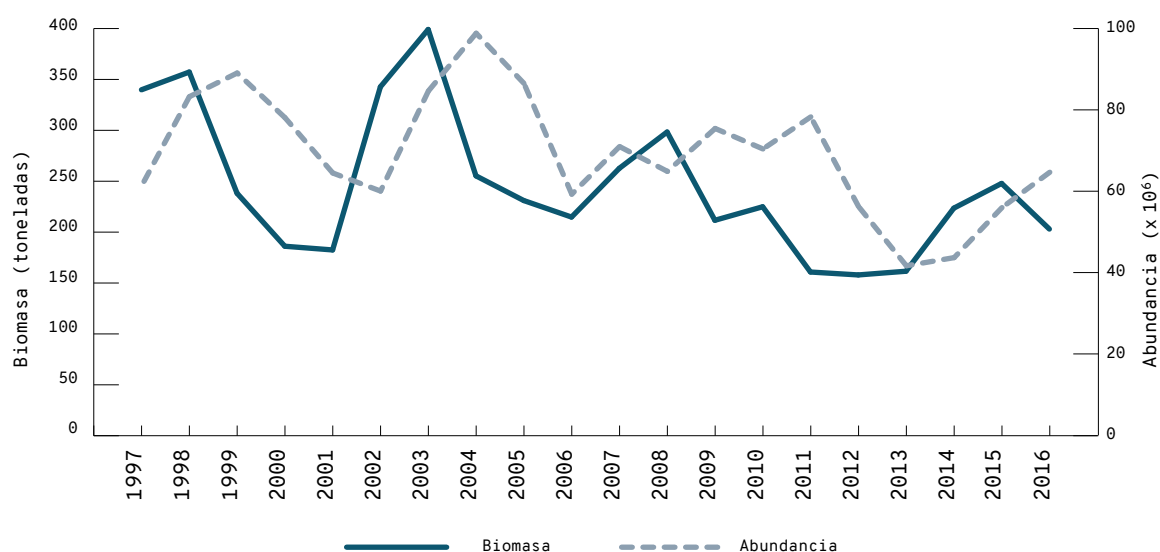


Figura 13. Biomasa y abundancia de reclutas de gamba roja entre los años 1997 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

CRUSTÁCEOS

Gamba roja

(*Aristeus antennatus*)

Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM (GFCM-SAC-2017) que tuvo lugar en Roma del 13 al 18 de noviembre del 2017.

32.Abundancia y biomasa de la población

La abundancia y biomasa de la población total de gamba roja ha disminuido significativamente entre los años 2005 (774 toneladas) y 2014 (413

toneladas). La biomasa media durante el período 1997-2016 ha sido de 566 toneladas.

33.Abundancia y biomasa de reclutas

La abundancia y biomasa de los reclutas de gamba roja muestran importantes variaciones interanuales durante el período 1997-2016, con un máximo de 399 toneladas en 2004 y un mínimo de 158 toneladas en 2012; la biomasa media durante este período ha sido de 245 toneladas.

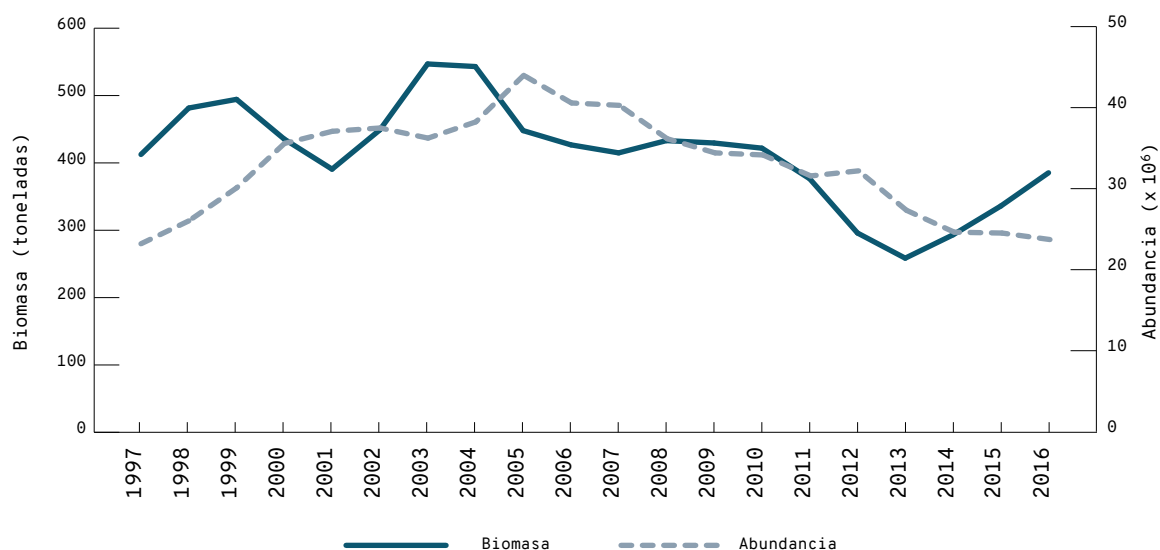


Figura 14. Biomasa y abundancia de reproductores de gamba roja entre los años 1997 y 2016. FUENTE: COB-IEO.

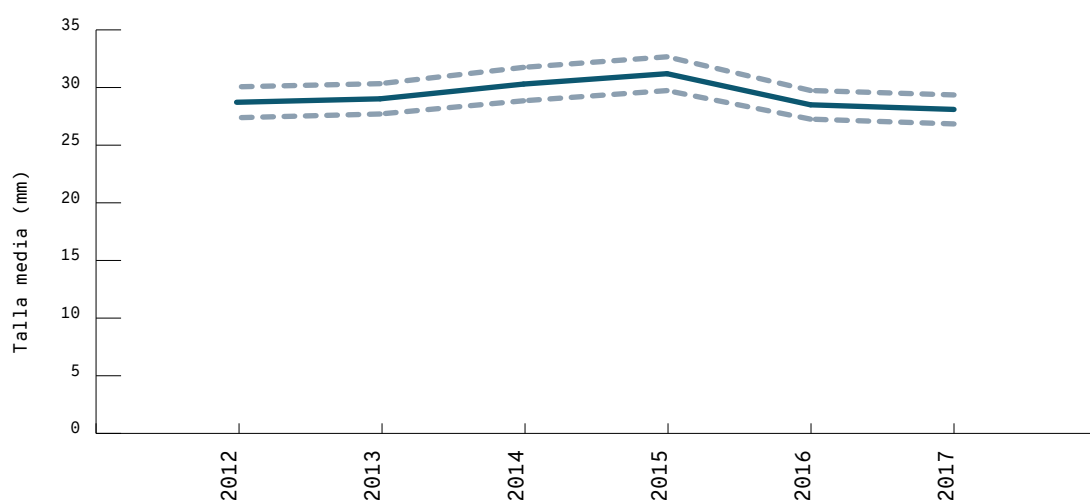


Figura 15. Talla media de la población de gamba roja entre los años 2012 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

34. Abundancia y biomasa de reproductores

La biomasa de los reproductores de gamba roja ha aumentado de 232 toneladas en 1997 a 439 toneladas en 2005, y ha disminuido posteriormente hasta 237 toneladas en 2016. La biomasa media durante los años 1997-2016 ha sido de 329 toneladas.

35. Talla media y estructura poblacional

La talla media de la población no muestra ninguna tendencia clara durante los años 2012-2017; el valor medio de la serie ha sido de 29,3 mm y ha variado entre un mínimo de 28,1 mm en el año 2017 y un máximo de 31,2 mm en 2015. El rango de tallas durante este período ha estado entre los 14 y los 64 mm, con una talla modal situada en los 26-28 mm.

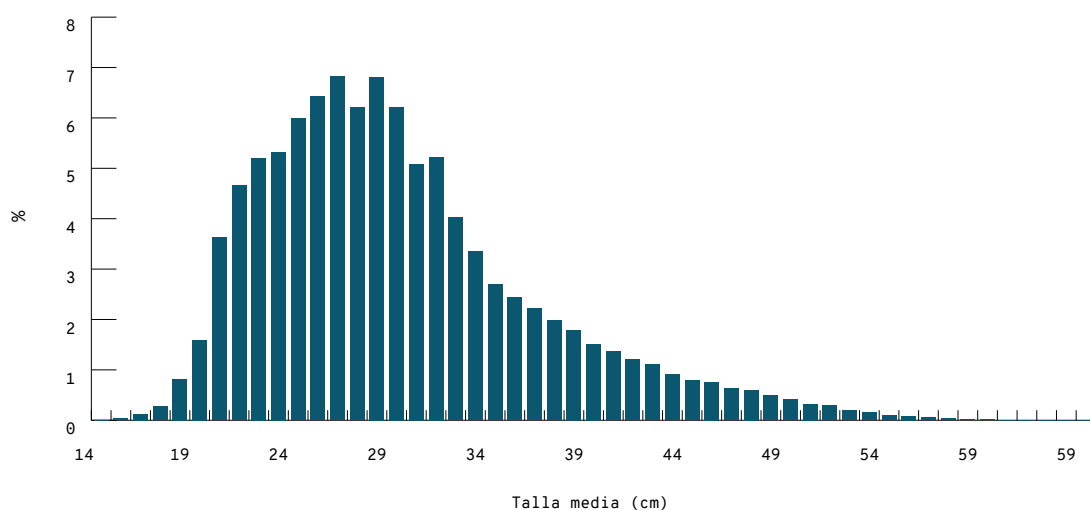


Figura 16. Distribución de tallas de la población de gamba roja entre los años 2012 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

36. Estado de explotación $F_c / F_{0,1}$

La mortalidad por pesca que actualmente ejerce la flota pesquera sobre la gamba roja es dos veces superior al punto de referencia obtenido para la especie ($F_c / F_{0,1} = 2,00$).

37. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0,1}$

El valor del punto de referencia para la especie obtenido con la evaluación presentada ha sido de $F_{0,1} = 0,31$.

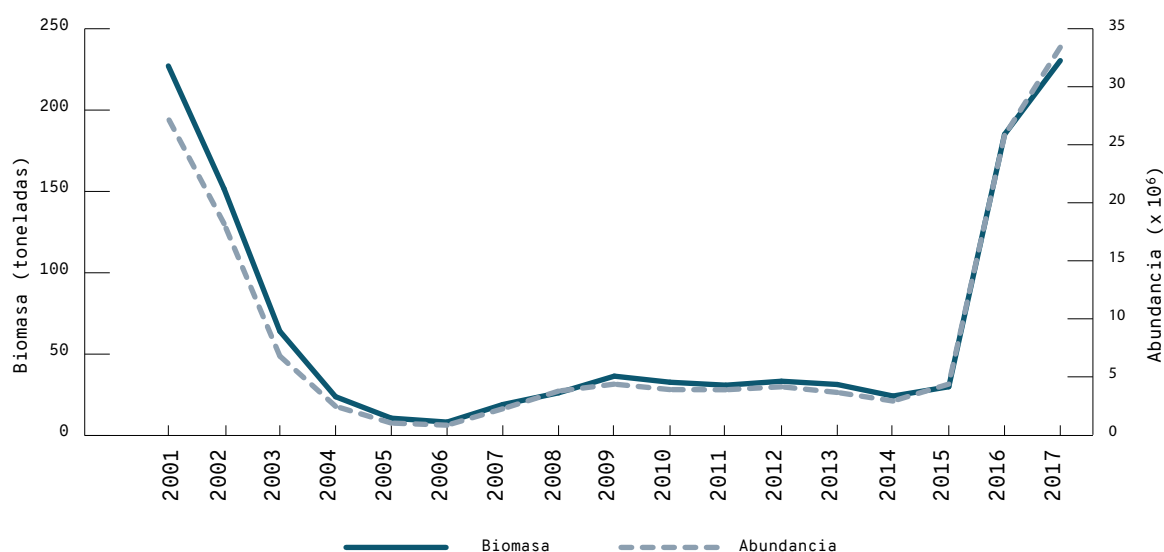


Figura 17. Biomasa y abundancia de la población de gamba blanca entre los años 2001 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

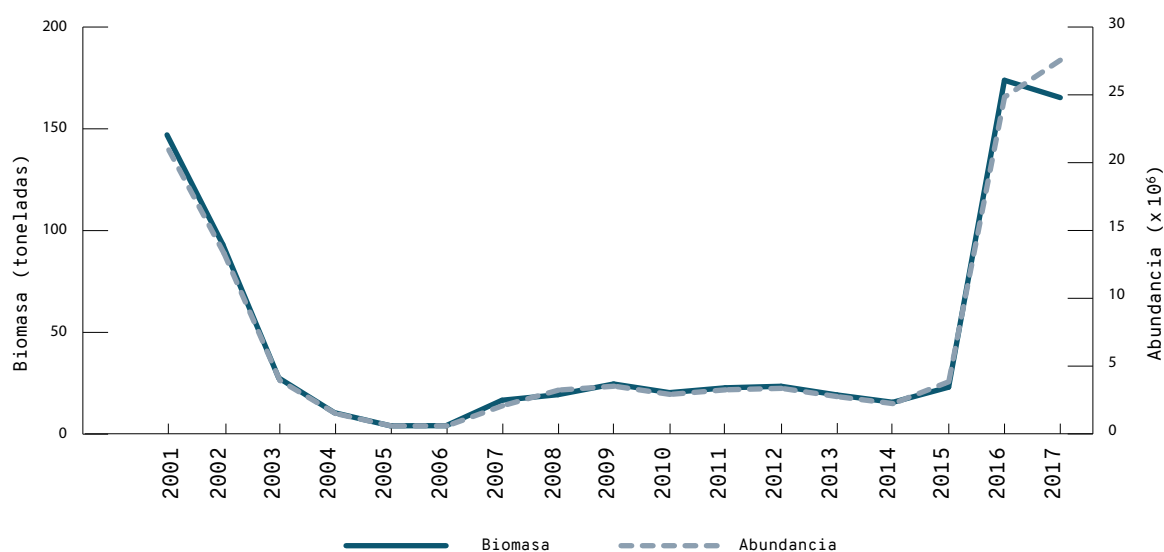


Figura 18. Biomasa y abundancia de reclutas de gamba blanca entre los años 2001 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

Gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*)

Los resultados de esta evaluación se presentaron en el Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Stocks de Especies Demersales de la CGPM (GFCM-SAC-2018) que se celebró en Roma del 19 al 24 de noviembre del 2018.

38. Abundancia y biomasa de la población

La abundancia y biomasa de la población se redujeron drásticamente desde el año 2001 hasta el 2006 (de 227 a 8 toneladas), se mantuvieron en valores muy bajos hasta el año 2015 (19-36 toneladas) y,

posteriormente, volvieron a subir de una manera drástica, hasta que llegaron a 230 toneladas en el año 2017.

39. Abundancia y biomasa de reclutas

La abundancia y biomasa de reclutas durante el período analizado siguen el mismo patrón observado en el caso de la población total, con un mínimo de 4 toneladas en los años 2005-2006 y un máximo de 174 toneladas en 2016.

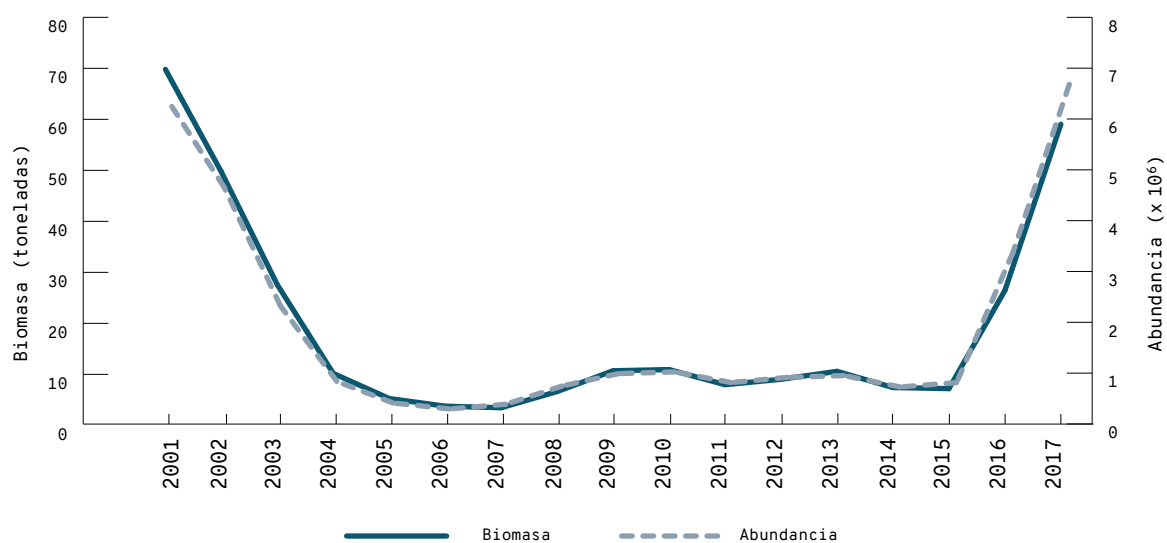


Figura 19. Biomasa y abundancia de reproductores de gamba blanca entre los años 2001 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

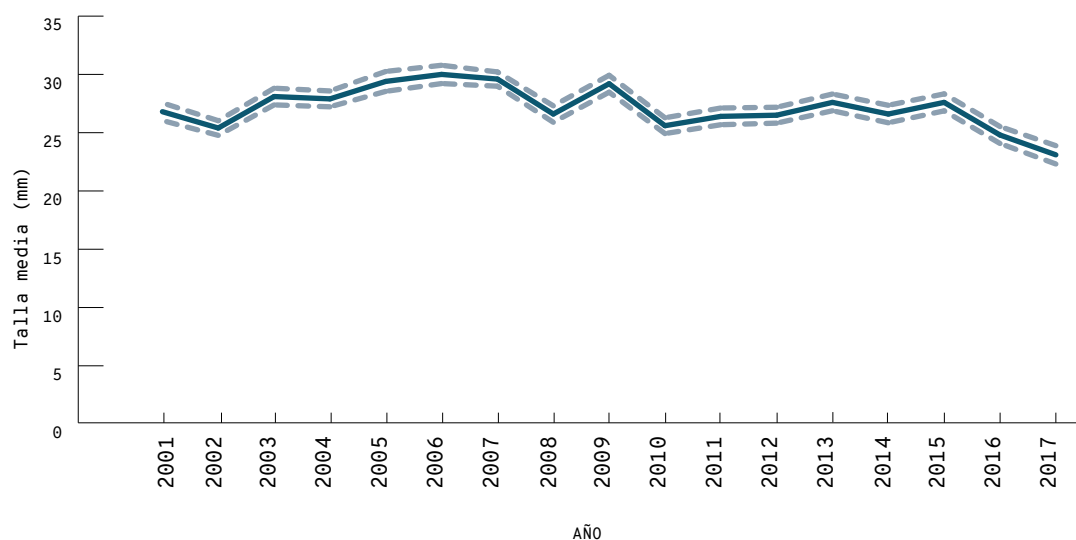


Figura 20. Talla media de la población de gamba blanca entre los años 2001 y 2017. FUENTE: COB-IEO.

40. Abundancia y biomasa de reproductores

La abundancia y biomasa de reproductores durante el período analizado siguen el mismo patrón observado en el caso de la población total, con mínimos durante los años 2006-2007 y máximos en el 2001 y el 2017.

41. Talla media y estructura poblacional

Durante el período 2001-2017, la talla media de la población ha sido de 27,1 mm, con un mínimo de 23,1 mm en el año 2017 y un máximo de 30,0 mm en 2006. El rango de tallas durante este período ha estado entre los 14 y los 42 mm, con una talla modal situada en los 25 mm.

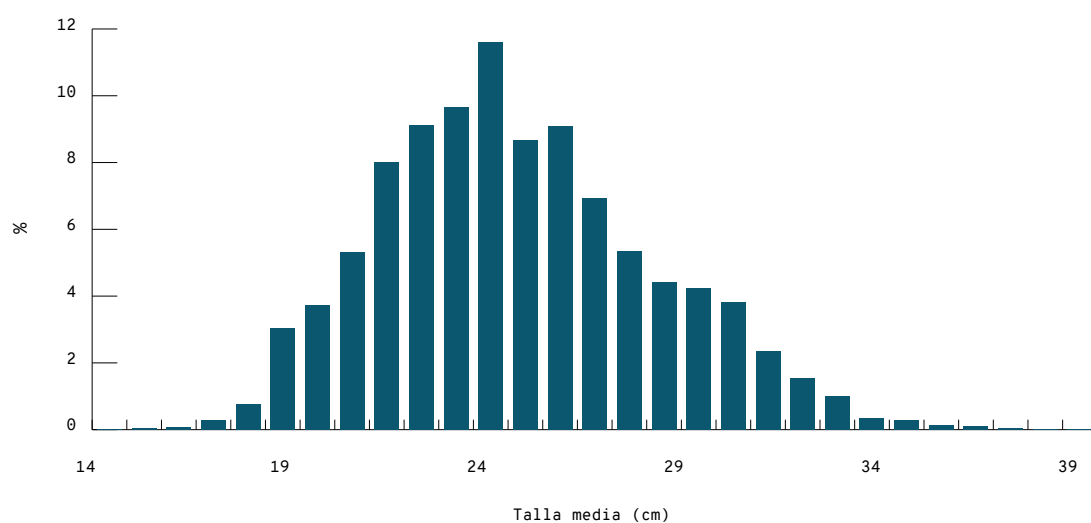


Figura 21. Distribución de tallas de la población de gamba blanca entre los años 2001 y 2017.
FUENTE: COB-IEO.

42. Estado de explotación $F_c/F_{0,1}$

La mortalidad por pesca que actualmente ejerce la flota pesquera sobre la gamba blanca se encuentra cercana al punto de referencia obtenido para la especie ($F_c/F_{0,1} = 1,23$).

43. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (FRMS) o $F_{0,1}$

El valor del punto de referencia para la especie obtenido con la evaluación presentada ha sido de $F_{0,1} = 0,77$.

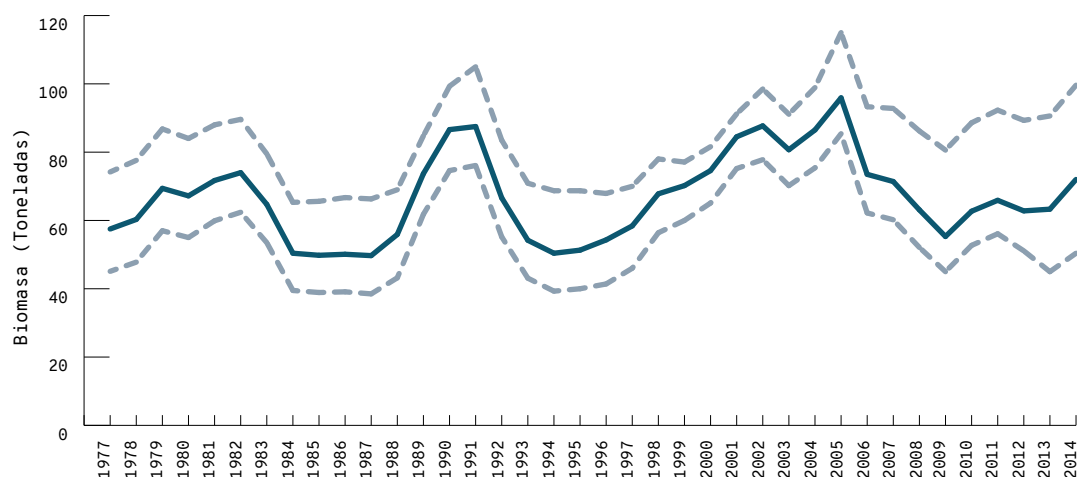


Figura 22. Biomasa de la población de sepia entre los años 1977 y 2014. FUENTE: COB-IEO.

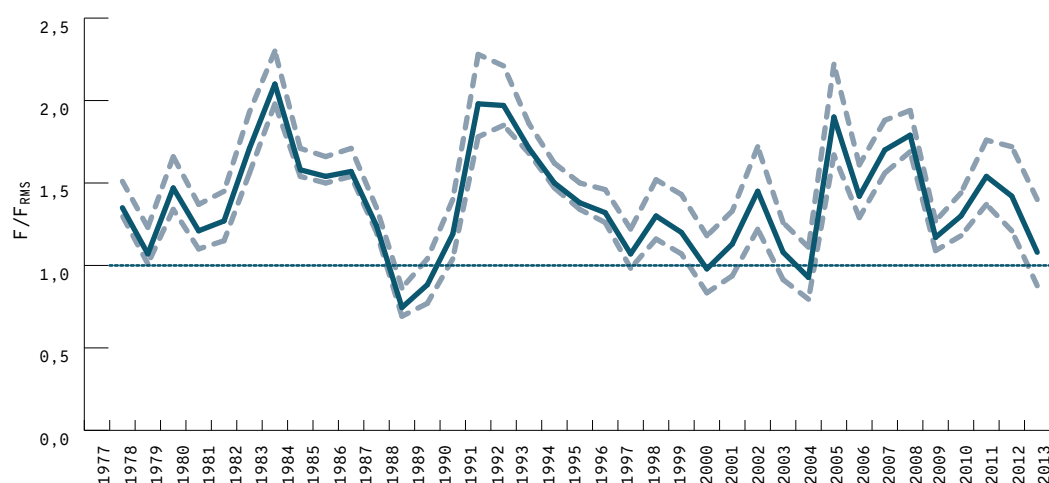


Figura 23. Evolución del estado de explotación (F/F_{RMS}) de la sepia entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

MOLUSCOS

Sepia (*Sepia officinalis*)

Los resultados de esta evaluación provienen de la aplicación de un modelo de producción a la serie de datos de captura y esfuerzo entre los años 1977 y 2013.²

44. Biomasa de la población

Aunque la biomasa de la población muestra oscilaciones interanuales importantes, no se observa ninguna tendencia clara a lo largo de los años 1977-2013. La biomasa media durante este período ha sido de 66,88 toneladas, con un mínimo de 49,67 toneladas y un máximo de 95,89 toneladas.

45. Estado de explotación F_c / F_{RMS}

Los resultados de la evaluación muestran que la sepia se ha mantenido, en general, en un estado de sobreexplotación ($F/F_{RMS} > 1$) a lo largo de la serie histórica analizada (1977-2013). En algunos años, sin embargo, la especie se ha situado cerca del nivel de explotación óptimo ($F/F_{RMS} \sim 1$) o ligeramente por debajo del nivel de sobreexplotación ($F/F_{RMS} < 1$: 1988, 1989, 2000 y 2004). El valor medio de este indicador durante el período analizado ha sido de 1,38, con un mínimo y un máximo de 0,75 y 2,10, respectivamente.

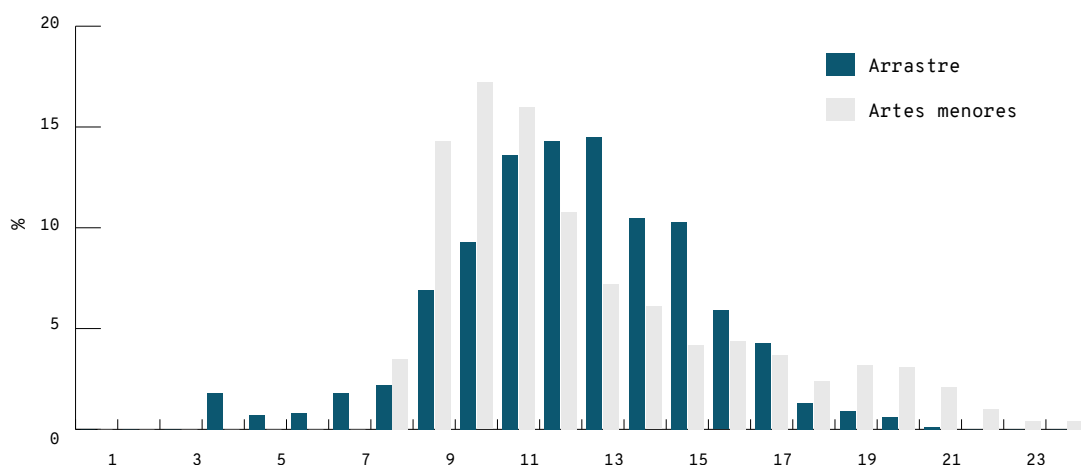


Figura 24. Distribución de tallas de la población de sepia entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

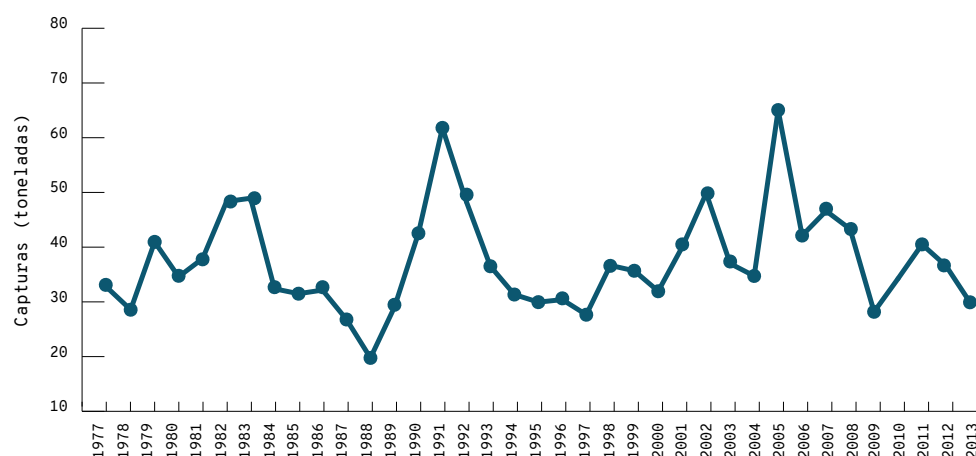


Figura 25. Evolución de las capturas de sepia entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

46. Talla media y estructura poblacional

Los rangos de tallas para la pesquería de artes menores y de arrastre en los muestreos llevados a cabo han sido, respectivamente, de 8-24 cm y de 4-21 cm. En el caso de la pesquería de arrastre, se observa una única clase modal en los 12-13 cm, mientras que en la de artes menores se diferencia una clase principal en los 10-11 cm y una clase modal secundaria en los 19-20 cm.

47. Evolución de las capturas

Aunque muestran importantes oscilaciones interanuales, las capturas totales de sepia se han mantenido relativamente estables, sin sufrir

ninguna tendencia clara, a lo largo de los años 1977-2013. El valor medio de las capturas durante este período ha sido de 37,42 toneladas, con un mínimo de 19,76 toneladas y un máximo de 65,05 toneladas.

A partir del año 2000, las estadísticas pesqueras recogen las capturas de sepia por modalidad de pesca (artes menores y arrastre). En este caso se observa el mismo esquema para cada pesquería: oscilaciones interanuales importantes sin ninguna tendencia temporal destacable. Las capturas totales de la flota de artes menores son significativamente superiores a las de la flota de arrastre, con capturas medias de 34 y 6 toneladas, respectivamente.



Sepia (*Sepia officinalis*). FUENTE: Xavier Salvador.

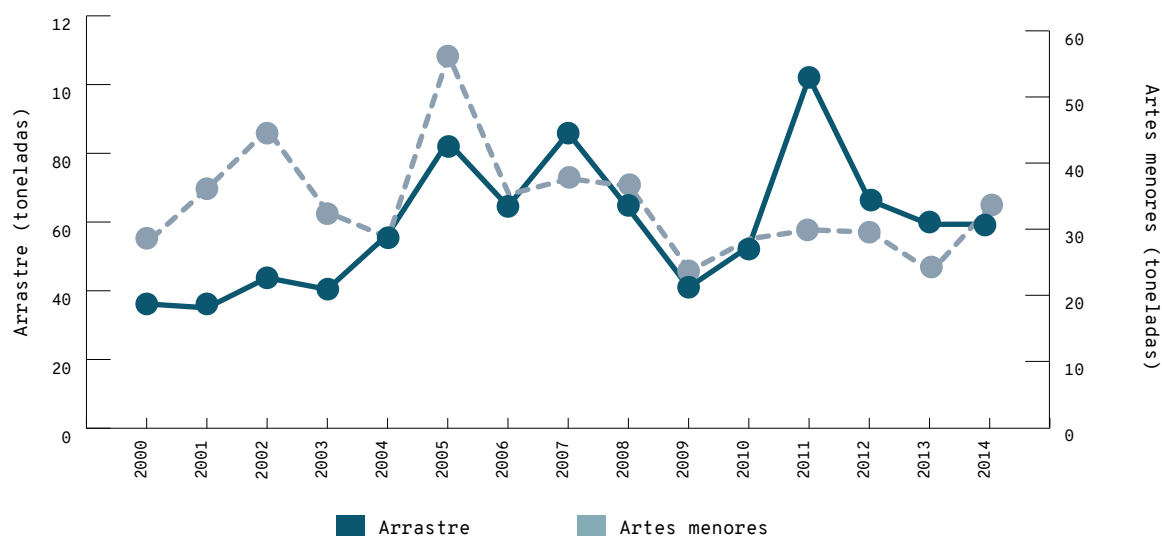


Figura 26. Evolución de las capturas de sepia entre los años 2000 y 2013 para las pesquerías de arrastre y artes menores. FUENTE: COB-IEO.

48. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS})

El rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado para el último año utilizado en el modelo (2013) ha sido de 45,59 toneladas, y la mortalidad por pesca asociada a este rendimiento máximo (F_{RMS}) ha sido igual a 0,41. Como veíamos en el apartado 61, en términos relativos, la F observada en el último año (F_c) se encuentra muy cercana a la F_{RMS} ($F_c/F_{RMS} = 1,078$).

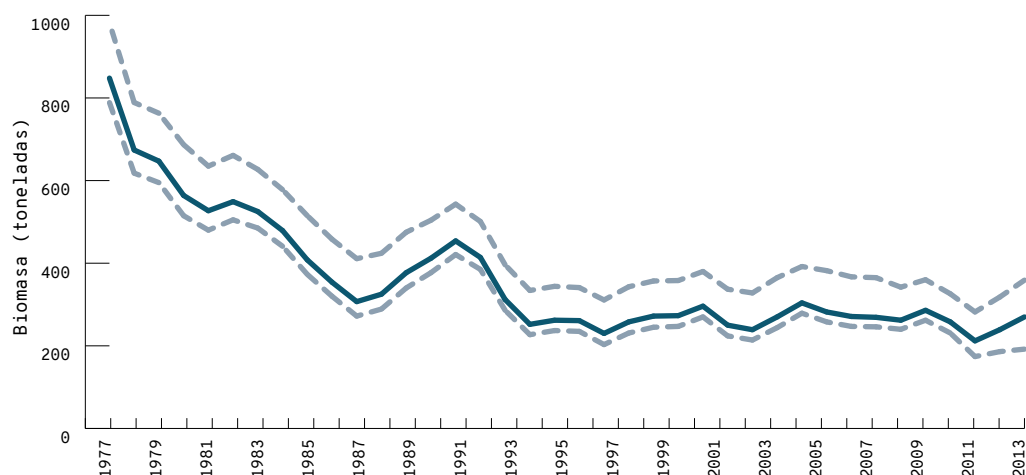


Figura 27. Biomasa de la población del pulpo de roca a entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

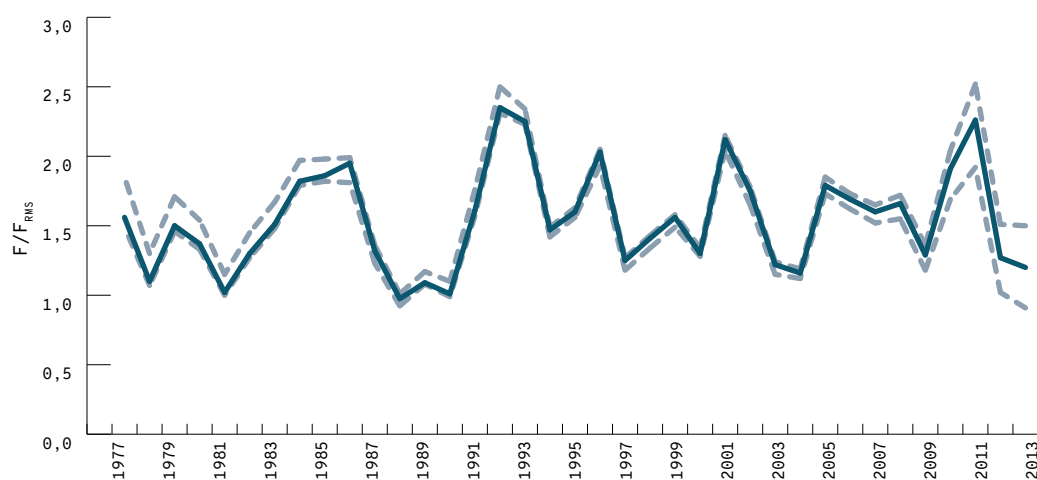


Figura 28. Evolución del estado de explotación (F/F_{RMS}) del pulpo de roca entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

Pulpo de roca (*Octopus vulgaris*)

Los resultados de esta evaluación provienen de la aplicación de un modelo de producción a la serie de datos de captura y esfuerzo entre los años 1977 y 2013.²

49. Biomasa de la población

La biomasa de la población ha disminuido a lo largo del período analizado. La biomasa media durante este período ha sido de 360 toneladas, con un mínimo de 212 toneladas en el año 2012 y un máximo de 848 toneladas en 1977.

50. Estado de explotación F_c/F_{RMS}

Los resultados de la evaluación muestran que el pulpo de roca se ha mantenido en un estado de sobreexplotación ($F/F_{RMS} > 1$) a lo largo de la serie histórica analizada (1977-2013). Solo en algunos años concretos la especie se ha situado cerca del nivel de explotación óptimo ($F/F_{RMS} \sim 1$). El valor medio de este indicador durante el período analizado ha sido de 1,54, con un mínimo de 0,97 en el año 1988 y un máximo de 2,35 en el año 1992.

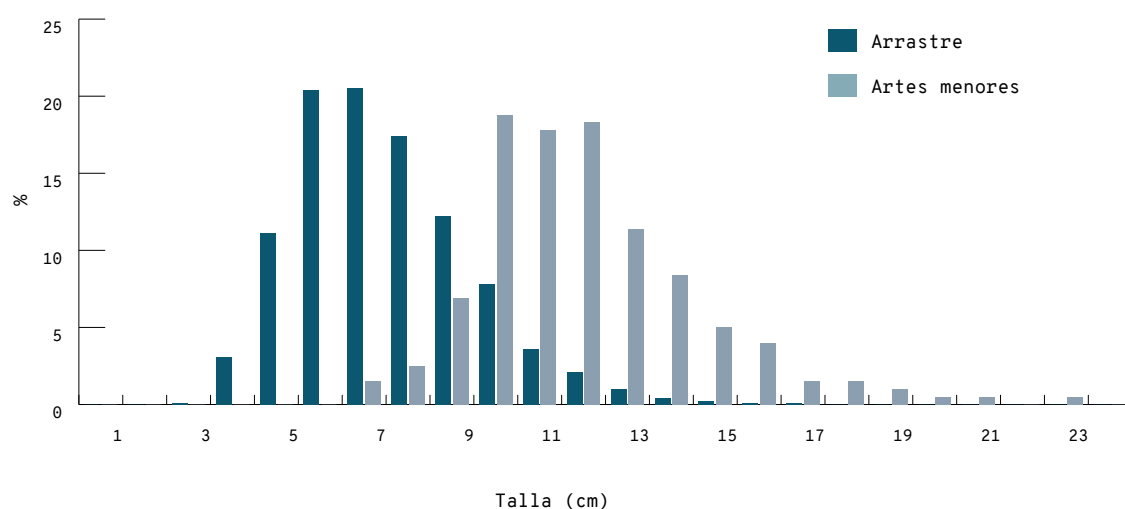


Figura 29. Distribución de tallas de la población de pulpo de roca entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

51. Talla media y estructura poblacional

Los rangos de tallas para la pesquería de artes menores y de arrastre en los muestreos realizados han sido, respectivamente, de 7-23 cm y de 3-17 cm. La talla modal se sitúa en los 6-7 cm en el caso de la pesquería de arrastre y en los 10-12 cm en la de artes menores.

52. Evolución de las capturas

Aunque han sufrido importantes oscilaciones interanuales, las capturas totales de pulpo de roca se han mantenido relativamente estables, sin mostrar ninguna tendencia clara, a lo largo del período analizado. Sin embargo, se observa que las oscilaciones desde el año 1977 hasta mediados de la década de los noventa son de mayor amplitud que las que se observan posteriormente. El valor medio de las capturas durante este período ha sido de 166 toneladas, con un mínimo de 89 toneladas en el año 2012 y un máximo de 364 toneladas en el año 1977.

A partir del año 2000, las estadísticas pesqueras recogen las capturas de pulpo de roca por modalidad de pesca (artes menores y arrastre). En este caso se observan igualmente oscilaciones interanuales importantes, sin ninguna tendencia clara en la pesquería de arrastre, pero con una tendencia descendente desde el año 2005 hasta el 2013 en la pesquería de artes menores. Las capturas totales de la flota de arrastre son significativamente superiores a las de la flota de artes menores, con unas capturas medias de 115 y 15 toneladas, respectivamente.

53. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS})

El rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado para el último año utilizado en el modelo (2013) ha sido de 197,6 toneladas, y la mortalidad por pesca asociada a este rendimiento máximo (F_{RMS}) ha sido igual a 0,31. En términos relativos, la F observada en el último año (F_c) está ligeramente por encima de la F_{RMS} ($F_c/F_{RMS} = 1,204$).

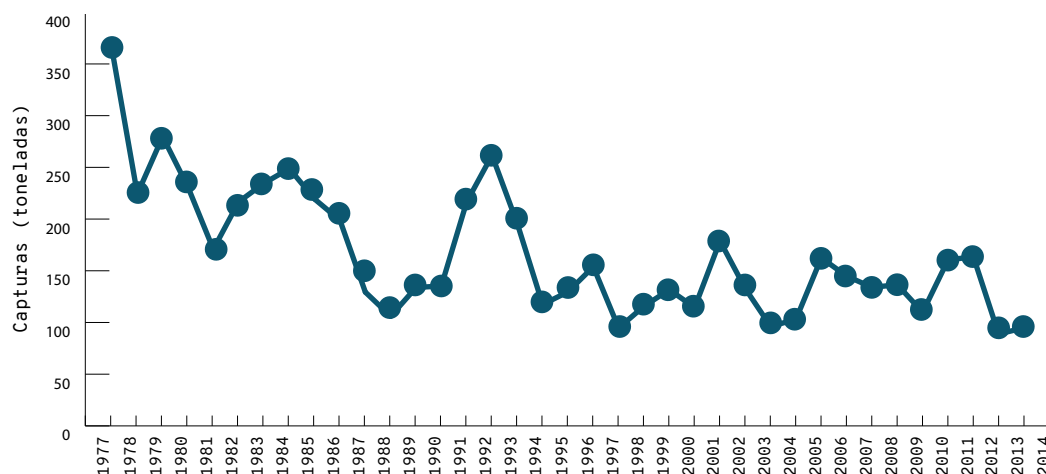


Figura 30. Evolución de las capturas de pulpo de roca entre los años 1977 y 2013. FUENTE: COB-IEO.

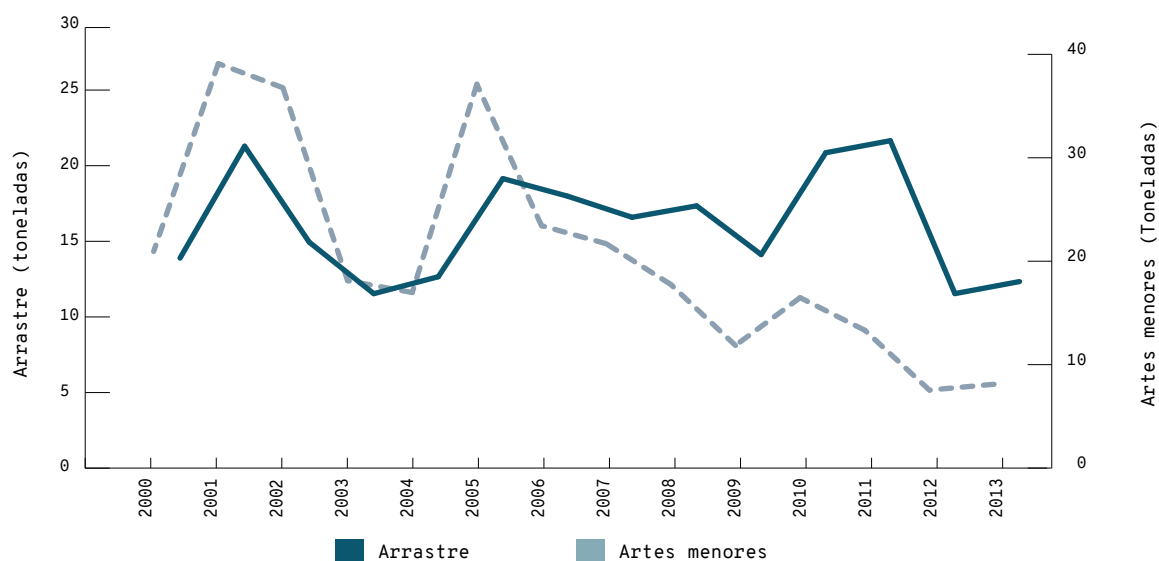


Figura 31. Evolución de las capturas de pulpo de roca entre los años 2000 y 2013 para las pesquerías de arrastre y artes menores. FUENTE: COB-IEO.

REFERENCIAS

- CADDY J. F.; MAHON, R. (1995). *Reference points for fisheries management*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations. (FAO Fisheries Technical Papers; 347, 1-83).
- QUETGLAS, A.; KELLER, S.; MASSUTÍ, E. (2015). «Can Mediterranean cephalopod stocks be managed at MSY by 2020? The Balearic Islands as a case study». *Fisheries Management and Ecology*, 22, 349-358.
- QUETGLAS A. et al. (2016). *Plan de Implementación Regional para Pesquerías Demersales de las Islas Baleares (Mediterráneo Occidental)* [en línea]. Proyecto Myfish. <http://www.ba.ieo.es/images/stories/ieo/gruposinvestigacion/ecoredem/myfish/Myfish-RIP-WestMed-CAT.pdf>.



Bandera azul en la playa de Can Picafort, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

III

Medioambiente

CALIDAD DE AGUAS DE BAÑO Y MASAS DE AGUA COSTERAS

54	Abundancia de coliformes (<i>Escherichia coli</i> y enterococos intestinales) . .	154
55	Indicador biológico de macroinvertebrados: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)	160
56	Indicador biológico de macroalgas: CARLIT	176

54

Calidad de las aguas de baño en base a la abundancia de coliformes

(*Escherichia coli* y enterococos intestinales)

El análisis microbiológico de bacterias asociadas a vertidos fecales forma un parámetro de control y seguimiento de la calidad de las zonas de baño. Se utilizan dos tipos de indicadores microbiológicos de contaminación fecal: *Escherichia coli* y enterococos intestinales.

Estas bacterias llegan al medio marino a través de vertidos incontrolados de aguas residuales por medio de emisarios submarinos, tuberías o alcantarillados. Estos vertidos se pueden producir por una colmatación de la capacidad de agua en las estaciones de depuración (por ejemplo, en días de lluvia intensa) y/o por un tratamiento incompleto de las aguas depuradas originado por una gestión inadecuada (falta de inversión o mantenimiento, presencia de puntos de vertidos ilegales).

Estos vertidos son dañinos para los ecosistemas marinos porque aportan gran cantidad de nutrientes (eutrofización), lo cual provoca una disminución del oxígeno de las aguas (anoxia). Además, si se alcanzan valores superiores a los aconsejables para los bañistas se pueden producir erupciones cutáneas, disrupciones digestivas y problemas oculares.

Por tanto, son necesarias medidas de estos indicadores microbiológicos para proteger tanto la

salud humana como para conservar y mejorar el medioambiente. Los límites óptimos de cantidad de coliformes se establecen a través de directivas europeas y estatales. Los objetivos de cumplir la normativa son:

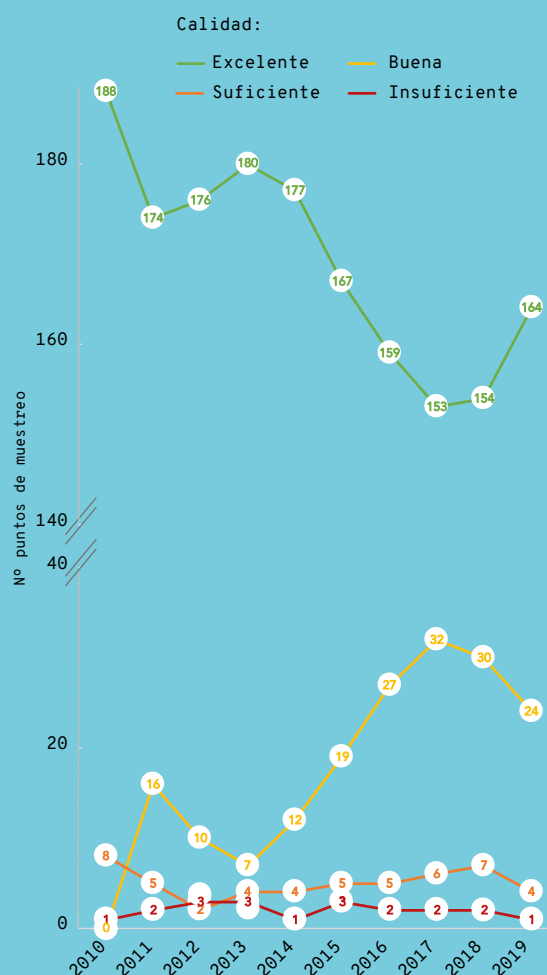
- Garantizar la calidad sanitaria de las aguas de baño para proteger a la población.
- Mejorar las medidas de gestión para disminuir riesgos:
 - Identificar las posibles fuentes de contaminación
 - Eliminar/minimizar las causas contaminantes.
 - Evitar el contacto con los bañistas a través de actuaciones de prohibición o recomendación de no bañarse.
- Informar a organismos públicos y a la población de la calidad de las zonas de baño que frecuentan.

¿QUÉ ES?

Estado de las aguas de baño de las Islas Baleares medido en base a la cantidad de bacterias de origen fecal (*E. coli* y enterococos intestinales).

METODOLOGÍA

El Servei de Salut Ambiental, adscrito a la Direcció General de Salut Pública i Participació de la Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears, analiza el agua de mar de 193 puntos repartidos en 157 zonas de baño de Mallorca, Menorca y las Pitiusas. Los métodos de referencia se definen en el Real Decreto 1341/2007 sobre la calidad de las aguas de baño, donde se describen los rangos de abundancia de *E. coli* y enterococos intestinales por los que se estima la calidad de las aguas.



Calidad de las zonas de muestreo de todas las Islas Baleares. Nota: el eje Y se encuentra cortado entre 40 y 140. FUENTE: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).

¿POR QUÉ?

Conocer la calidad de las zonas de baño de las Baleares a través de análisis microbiológicos es de gran importancia, ya que condiciona el estado de los ecosistemas y la salud humana. Esta información se puede utilizar para informar a bañistas y organismos públicos, así como para disminuir riesgos y mejorar la gestión de las posibles fuentes de contaminación.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Desde 2010, la calidad excelente de aguas de baño de las Islas disminuye de 188 a 164 puntos de muestreo.
- El descenso de la calidad excelente se debe a un aumento de la calidad buena de los puntos de muestreo, que pasa de 0 (en 2010) a 24 (en 2019) puntos de muestreo.
- La calidad suficiente de las zonas de baño oscila entre 8-2 puntos de muestreo.
- La calidad insuficiente de las aguas de baño se suele dar en 1-3 puntos de muestreo.

Parámetros (en UFC o NMP/100 ml)	Valoración de las aguas de baño		
	Baño apto	Baño no recomendado	Baño prohibido
Enterococos intestinales	≤ 200	201-1.000	> 1.000
<i>Escherichia coli</i>	≤ 500	501-2.000	> 2.000

Tabla 1. Criterios para la valoración de la calidad del agua, mostrando los valores guía de baño apto, no recomendado y baño prohibido. *UFC: Unidades Formadoras de Colonias y NMP: Número Más Probable por cada 100 ml.¹

Parámetros	Excelente	Buena	Suficiente	Insuficiente
Enterococos intestinales	95 % de los muestreos	95 % de los muestreos	90 % de los muestreos	< 90 % de los muestreos
	< 100 UFC/ml	< 200 UFC/ml	< 185 UFC/ml	< 185 UFC/ml
<i>Escherichia coli</i>	95 % de los muestreos	95 % de los muestreos	90 % de los muestreos	< 90 % de los muestreos
	< 250 UFC/ml	< 500 UFC/ml	< 500 UFC/ml	< 500 UFC/ml

Tabla 2. Criterio de evaluación de la calidad de las aguas de baño a través de la evaluación del percentil 95 (excelente y buena) y 90 (suficiente e insuficiente).¹

NORMATIVA

- Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño.
- Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

METODOLOGÍA

El Servei de Salut Ambiental, adscrito a la Direcció General de Salut Pública i Participació de la Conselleria de Salut i Consum (Govern de les Illes Balears)¹ registra la calidad de las aguas de baño a través del análisis de muestras de agua de mar.

Desde el año 2000, en las Islas Baleares se estudian unas 157 zonas de baño, repartidas entre calas y arenales. El total de las zonas de muestreo en Mallorca son 115 puntos; en Ibiza, 41 puntos; en Menorca, 30 puntos; y en Formentera, 7 puntos. El total de puntos de muestreo es de 193 y los análisis se efectúan cada 15-21 días, por lo que cada zona aporta como mínimo 8 muestras para analizar. Ello resulta en 1.856 muestras analizadas en todas las islas en la temporada 2019. Hay que considerar que no todas las zonas de baño de las islas se incluyen en el muestreo.

La temporada de análisis se suele definir cada año y suele efectuarse entre abril y octubre en todos los puntos de muestreo. Las muestras se analizan

en laboratorios de salud pública de Mallorca e Ibiza utilizando los métodos definidos por el RD 1341/2007. Habitualmente se estima el número de *E. coli* y de enterococos intestinales por el método del Número Más Probable (NMP), aunque también se realiza un recuento directo en placa de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) (Tabla 1). Si los análisis muestran > 500 NMP/100 ml de *E. coli* y > 200 NMP/100 ml de enterococos intestinales, no se recomienda el baño. Por otro lado, el baño se prohíbe cuando se superan > 2.000 NMP/100 ml *E. coli* y > 1.000 NMP/100 ml enterococos. Las incidencias con una consecuente recomendación de no baño o prohibición de baño suelen tener una duración de 24 horas.

Al final de la temporada de baño se realiza el estudio estadístico de las muestras tomadas y se clasifica el estado de las aguas como excelente, bueno, suficiente e insuficiente (Tabla 2).

RESULTADOS

Desde 2010 se observa que la calidad de aguas excelentes de todas las Islas Baleares es un orden de magnitud mayor que el resto de valoraciones (Figura 1). En 2015 se observa una disminución de la calidad de 10 puntos de muestreo, que pasan de una calidad excelente a una calidad buena. Esta disminución en la calidad no se ha vuelto a recuperar. El número de muestreos de calidad suficiente fluctúa entre 8-2, mientras que el de calidad insuficiente lo hace entre 1-3.

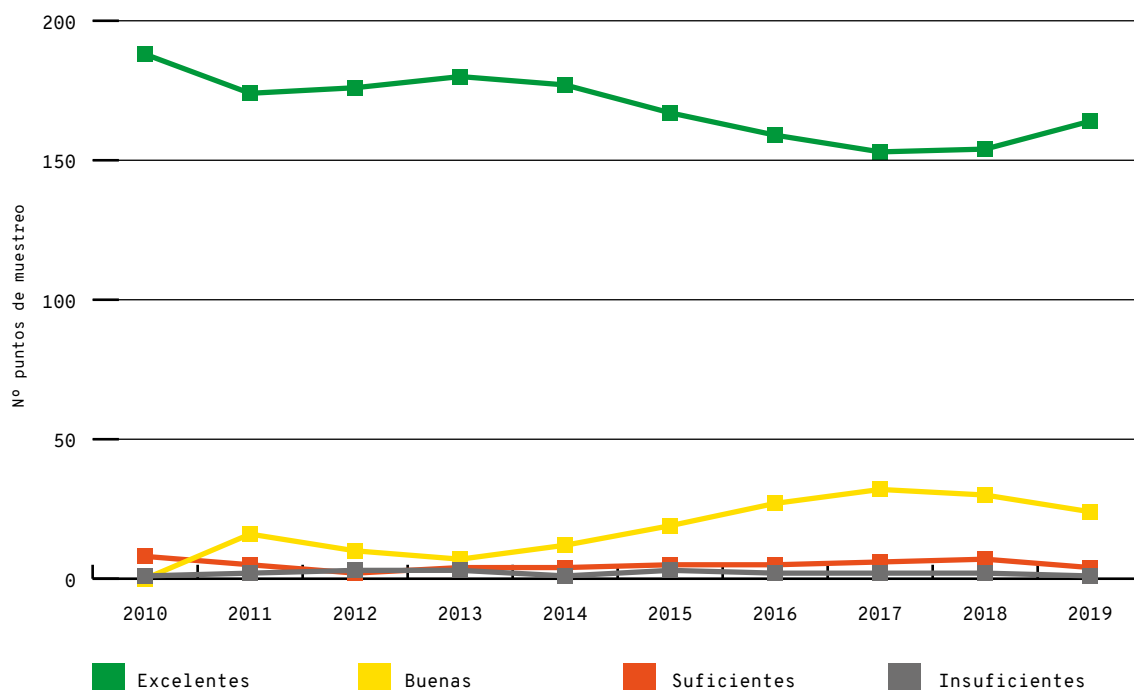


Figura 1. Calidad de las aguas de baño en base a los 193 puntos de muestreo repartidos en las Islas Baleares. La calidad se valora en base a los análisis microbiológicos (*E. coli* y enterococos intestinales) entre los años 2010-2019. FUENTE: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).¹

En Mallorca, de los 115 puntos de estudio, entre 89-113 muestreos anuales presentan una calidad excelente (Figura 2). A partir de 2016 disminuye la calidad excelente de 8 puntos de muestreo, que pasan a tener una calidad buena. Los muestreos de calidad buena en Mallorca varían entre 2-20 durante los 11 años de estudio, los de calidad suficiente entre 5-1 y los de calidad insuficiente entre 0-2.

En Ibiza, de los 41 puntos analizados, la calidad excelente se cumple cada año en 31-41 zonas. En 2016 disminuye a una calidad buena (que aumenta de 2 a 9 puntos) y calidad suficiente (de 0 a 2 puntos) (Figura 2). El número de zonas de calidad insuficiente varía entre 0-1.

En Menorca, de las 30 zonas estudiadas, los muestreos con calidad excelente varían entre 23-28 (Figura 2). En 2017 se produce una disminución de la calidad excelente de 6 puntos de muestreo, que pasan a calidad buena, y que no se recupera. Los muestreos de calidad suficiente se dan en 0-4 puntos y los de calidad insuficiente en 0-1 puntos.

En Formentera únicamente existen playas con calidad excelente, y estos valores se han mantenido estables desde 2010 en los 7 puntos de muestreo (Figura 2).

En 2019, el 85 % de los puntos de muestreo se calificaron de calidad excelente, un 12 % de calidad buena, un 2 % de calidad suficiente y un 1 % de calidad insuficiente (Figura 3). Por islas, Mallorca es la que, después de Formentera (100 %), presenta un mayor porcentaje de excelencia (90 %), seguida de Menorca (77 %) e Ibiza (76 %) (Figura 3). Por otro lado, los valores mayores de suficiencia e insuficiencia se dan en Ibiza (5 %), seguida de Menorca (3 %) y Mallorca (1 %).

En general, las playas urbanas de las islas suelen tener menor calidad. En Mallorca, estas playas suelen ser Cala d'Egos, S'Arenal de Llucmajor, la Platja de Palmira y Camp de Mar. En Ibiza, las playas con menor calidad suelen ser Platja des Riu, Cala Llonga, Talamanca, Cala Vedella, Cala Bassa, Port des Torrent, Platja des Pinet, Platja des Pouet, S'Arenal y Caló des Moro. En Menorca, las playas que no cumplen con una calidad excelente son Cala Blanca, Cala en Bosc, Cala en Forcat, Platja Gran, Sa Caleta, Es Canutells, Sant Esteve y Cala Pedrera; esta última playa de Menorca se tuvo que dar de baja, tal y como dicta la normativa europea, debido a sus resultados de calidad insuficiente durante 5 años consecutivos.

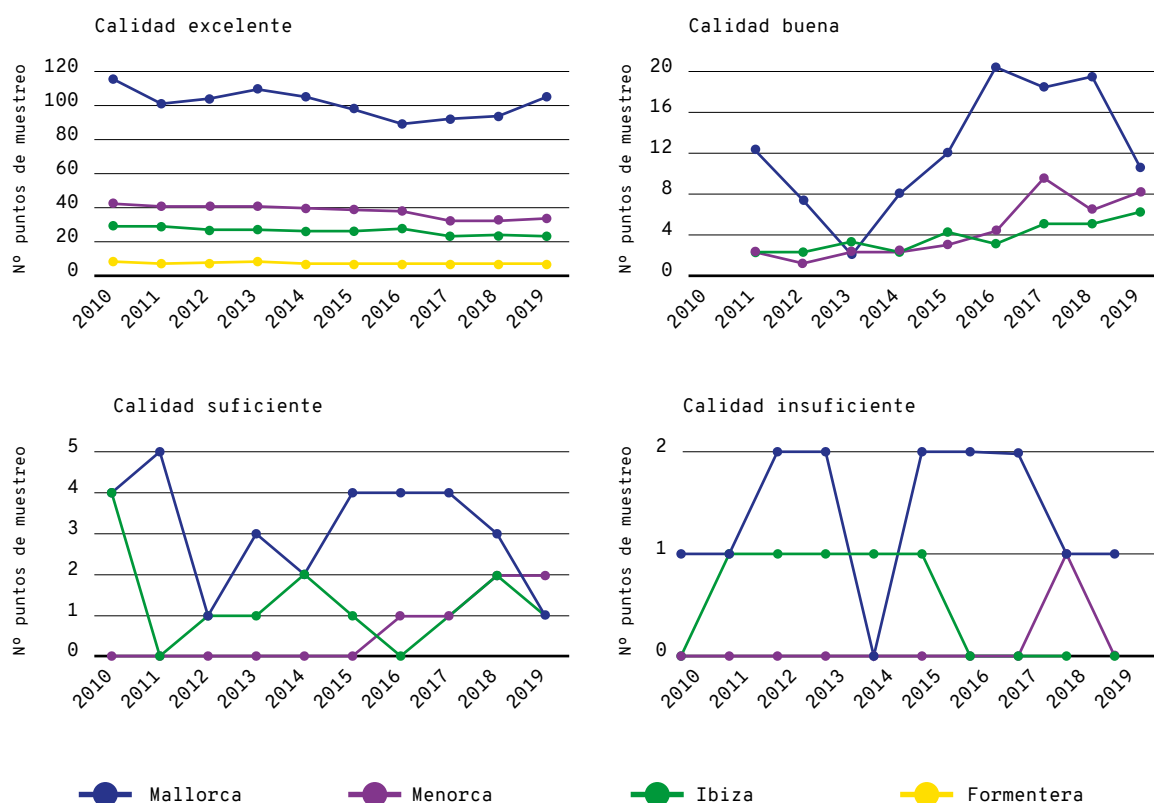


Figura 2. Valoración de la calidad de las 193 zonas de muestreo de las 157 zonas de baño estudiadas (excelente, buena, suficiente e insuficiente) en Mallorca, Menorca, Ibiza y Formentera. FUENTE: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).¹

CONCLUSIONES

- Desde 2010, la calidad excelente de las aguas de baño disminuye de 188 a 164 puntos de muestreo y pasa a calidad buena en Mallorca, Menorca e Ibiza.
- Desde 2010, Formentera siempre presenta una calidad excelente de aguas de baño en las 7 zonas de estudio.
- El número de playas de calidad suficiente de todas las Islas Baleares varía entre 8-2 puntos de muestreo anuales, mientras que el de calidad insuficiente lo hace entre 1-3 anuales.
- En 2019, el 85 % de las playas de las Islas Baleares tienen una calidad excelente. Formentera tiene un 100 % de sus playas con calidad excelente, seguida de Mallorca con un 90 %, Menorca con un 77 % e Ibiza con un 75,6 %.
- En 2019, la calidad de suficiencia e insuficiencia es mayor en Ibiza (5 % de los puntos de muestreo), seguida de Menorca (3 %) y Mallorca (1 %).
- Las playas urbanas de las Islas Baleares son las que suelen mostrar una menor calidad (sin llegar a excelente) de las aguas de baño.

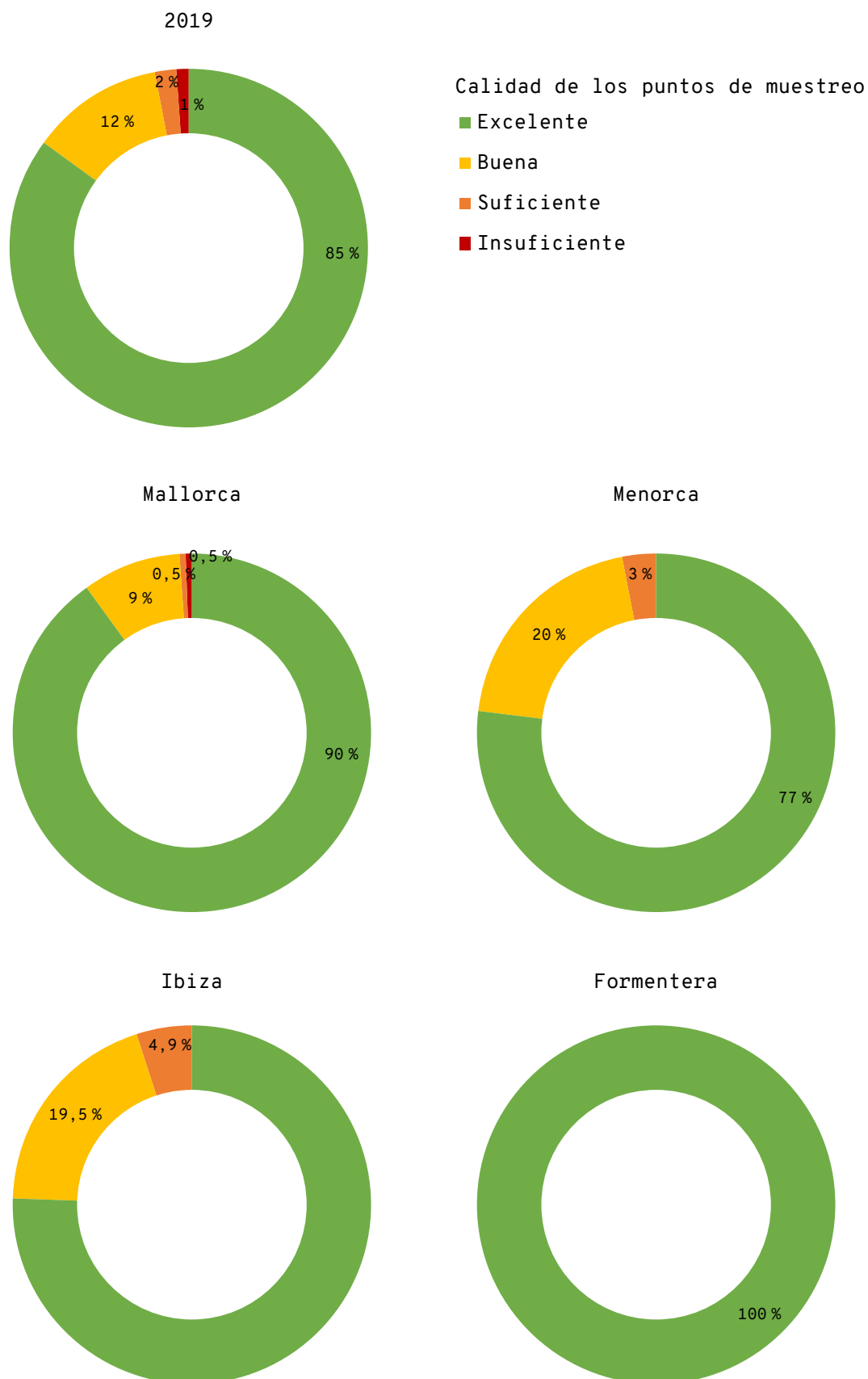


Figura 3. Porcentajes de calidad de los puntos de muestreo de las Islas Baleares en 2019. FUENTE: Servei de Salut Ambiental (Direcció General de Salut Pública i Participació, Conselleria de Salut i Consum del Govern de les Illes Balears).¹

REFERENCIAS

¹ CONSELLERIA DE SALUT I CONSUM DEL GOVERN DE LES ILLES BALEARS (2010-2019). «Control sanitari de les aigües de bany de les Illes Balears». [en línea]. <http://www.caib.es/sites/salutambiental/ca/publicacions-29747/>

Indicador biológico de macroinvertebrados: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)

Las actividades humanas pueden alterar profundamente los ecosistemas marinos, el medio ambiente, la composición de especies y el funcionamiento de los ecosistemas. Los índices bióticos se emplean para poder identificar estas alteraciones. Por ejemplo, se pueden emplear especies o grupos cuya función, población o estado refleje la calidad ambiental. Así, los índices bióticos muestran la presencia o la ausencia de ciertos organismos o grupos de organismos y nos dan información sobre la calidad del agua de la zona. La presencia o la abundancia de cierto organismo indica que sus requerimientos biológicos están satisfechos. En cambio, la rarefacción o la desaparición de algunos organismos puede indicarnos un cambio en el ambiente.¹

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en una determinada área nos ofrecen una información integrada en el tiempo de la calidad del sedimento y, a la vez, de la masa de agua donde se encuentran. Los macroinvertebrados bentónicos tienen ciertas características que los hacen adecuados para medir correctamente el estado ecológico de las aguas costeras. Por un lado, su naturaleza sedentaria y su longevidad permiten que puedan reflejar las condiciones locales integradas a lo largo del tiempo. Por otro, su localización en los primeros centímetros del sedimento, donde los contaminantes se acumulan y pueden darse procesos de falta de oxígeno (hipoxia) a

causa de procesos de eutrofización y acumulación de materia orgánica, los hacen idóneos para determinar la calidad del sedimento.² El oxígeno es esencial para los organismos pluricelulares y su ausencia puede producir cambios catastróficos en los ecosistemas.³ Diferentes especies tienen diversos grados de sensibilidad y/o tolerancia a las perturbaciones según su capacidad de adaptación a los cambios. Por tanto, la composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en función de su grado de sensibilidad, nos aporta una información esencial para poder saber cuál es el estado de la calidad del agua y del sedimento.

¿QUÉ ES?

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC) es uno de los índices bióticos que se utilizan para determinar el estado de las masas de aguas costeras definidas por la Directiva marco del agua. Emplea las comunidades de macroinvertebrados bentónicos para determinar la calidad del agua y del sedimento.

METODOLOGÍA

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC) fue desarrollado por un equipo del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC) liderado por Enric Ballesteros, utilizando datos de Cataluña y de las Islas Baleares y basándose en el índice AMBI, creado por investigadores del centro de investigación AZTI, liderados por Ángel Borja. Se desarrolla sobre la base teórica de la capacidad que tienen las comunidades de responder a las variaciones inducidas por el ser humano en las condiciones ambientales, y más concretamente, al enriquecimiento en materia orgánica de los sedimentos, según la sucesión descrita por Pearson y Rosenberg.

Los resultados que se presentan aquí se basan en dos estudios elaborados por el equipo del CEAB-CSIC, liderado por el doctor Ballesteros, que se llevaron a cabo en los años 2005 y 2007: «Evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados bentónicos como bioindicadores. Informe final 2009-2010» e «Implementación de la Directiva marco del agua en las Islas Baleares: evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados como bioindicadores (mayo 2005 - marzo 2007)».

En el año 2005 se muestrearon un total de 76 estaciones y se obtuvo el estado ecológico para solo 42 de ellas, ya que el resto presentó sedimentos gruesos y este índice solo es aplicable a zonas de sedimentos finos. En el año 2007 se muestrearon un total de 72 estaciones, y se obtuvo el estado ecológico de 40 de ellas.

El cálculo del índice MEDOCC se obtiene a partir de los porcentajes de la abundancia de cada grupo ecológico según su grado de tolerancia al enriquecimiento en materia orgánica. El valor resultante está comprendido entre 0 y 6. Los valores bajos de MEDOCC indican una buena calidad, y a medida que el valor aumenta, la calidad ambiental empeora. La Directiva marco del agua (DMA) establece que el estado ecológico (EQR) se calcula comparando los valores de estado ecológico obtenidos en la zona de estudio con las condiciones biológicas de una condición de referencia, y fija que el EQR debe tener unos valores comprendidos entre 0 y 1. Puesto que los valores del índice MEDOCC varían entre 0,5 y 6, deben transformarse y convertirse a escala 0-1, donde los valores cercanos a 1 indican un buen estado ecológico y valores cercanos a 0 indican un estado ecológico malo.

¿POR QUÉ?

La Directiva marco del agua (DMA 2000/60/CEE) establece las bases para la vigilancia, la protección y la mejora del estado ecológico de los sistemas acuáticos de los países miembros de la Unión Europea. El principal objetivo es conseguir (o mantener) al menos un estado ecológico bueno en las masas de agua europeas para el año 2015. Esta directiva introduce el uso obligatorio de bioindicadores para evaluar el estado ecológico de los sistemas acuáticos.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Se ha detectado un empeoramiento del estado ecológico de las masas de agua de las Baleares entre los años 2005 y 2007. Mientras que en el año 2005 el 51,9 % de los sectores analizados presentaron un estado ecológico muy bueno, en el año 2007 solo lo hizo el 11,5 %. En 2005 solo un sector (3,7 %) presentó un estado ecológico moderado, mientras que en 2007 lo hicieron 5 sectores (19,2 %).
- De los 26 sectores evaluados en el año 2007, 5 incumplieron la DMA porque presentaban un estado ecológico moderado: la Serra de Tramuntana, la bahía de Pollença, Cabrera, la bahía de Fornells y el puerto de Maó.



Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en las Islas Baleares en el año 2007 según el índice MEDOCC. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*, 2010.

Aquí presentamos los resultados de dos estudios dirigidos por el doctor Enric Ballesteros llevados a cabo en los años 2005 y 2007 en la costa de las Baleares, en los que se analizan las principales variables fisicoquímicas consideradas determinantes del estado de las comunidades de los fondos blandos, se caracterizan las comunidades de macroinvertebrados y se estudia la relación entre las comunidades observadas y las variables ambientales. El estado biológico se evalúa mediante la aplicación del índice MEDOCC.^{2, 4}

NORMATIVA

- Directiva marco del agua (2000/60/CE).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la planificación hidrológica.
- Decreto ley 1/2015, de 10 de abril, por el que se aprueba la Instrucción de planificación hidrológica para la demarcación hidrográfica intracomunitaria de las Islas Baleares.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

METODOLOGÍA

Se ha evaluado el estado ecológico de las aguas costeras de las Islas Baleares utilizando la macrofauna como indicador. Los resultados presentados provienen de dos estudios en los que se ha empleado el índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC), basado en el estudio de las comunidades bentónicas de fondos blandos.^{2, 4}

Puntos de muestreo y masas de agua

El Govern de les Illes Balears definió 31 masas de agua (MA): 16 en Mallorca, 10 en Ibiza y Formentera y 5 en Menorca.

En el estudio del año 2005 se muestrearon dos estaciones para cada masa de agua y algunas estaciones adicionales, que sumaron un total de 76 estaciones. Solo se obtuvo el estado ecológico para 42 estaciones, ya que el resto presentaron sedimentos gruesos y este índice solo es aplicable a zonas con sedimentos finos (Tabla 1).⁴

En el estudio del año 2007 se intentó sustituir las estaciones con sedimentos demasiado gruesos por estaciones con sedimentos finos. También se modificaron las posiciones de algunas estaciones. Se eliminaron las 21 estaciones de sedimentos gruesos y se añadieron 17 estaciones nuevas, y se muestreó un total de 72 estaciones (Tabla 1).²

ISLA	MA	Estación 2007/2005	Código	X	Y	Profundidad (m)	Grano medio (mm)	Categoría sedimentaria	MO (%)	Ambiente
MALLORCA	MA-1A	Bahía de Palma - Cala Aixada	51	39°28'750	2°31'658	9,7	215	F	1,95	Aguas abiertas
	MA-1A	Bahía de Palma - Illa del Sec	51A	-	-					
	MA-1A	Banc d'Eivissa	52	39°28'683	2°28'902	7,7	359	M	1,05	
	MA-2	Playa de Santa Ponça	53	39°30'993	2°28'135	10,7	134	F	1,42	
	MA-2	Peguera - Palmira	54	39°32'077	2°27'094	7,1	167	F	1,46	
	MA-1B	Cala en Cranc	55	39°32'212	2°24'495	6,5	98	MF	1,43	
	MA-1B	Sant Elm	56	39°34'690	2°21'093	7,7	201	F	1,70	
	MA-3A	Cala en Basset	57A	-	-					
	MA-3A	Cala Deià	58	39°45'785	2°38'485	8,1	244	F	1,26	
	MA-4	Port de Sóller (faro / Cap Gros)	59	39°47'720	2°41'678	6,0	881	MF	3,34	
	MA-4	Playa de Sóller	60	39°47'613	2°41'560	7,3	229	F	2,64	
	MA-3B	Sa Taleca	23	39°49'817	2°44'927	7,3	348	M	1,09	
	MA-3B	Formentor - Cala Figuera	24A	-	-					
	MA-3B	Cala Murta	25	39°54'471	3°10'942	5,4	126	F	2,23	
	MA-5	Cala Formentor	26A	-	-					
	MA-5	Bahía de Pollençà - El Caló / Hotel Formentor	27	39°54'727	3°06'714	4,8	108	MF	2,24	
	MA-5	Bahía de Pollençà - Mal Pas	28	39°52'141	3°08'319	9,8	274	M	1,73	
	MA-6	Bahía de Alcúdia - Coll Baix	29	39°51'898	3°11'359	8,5	393	M	0,84	
	MA-7	Bahía de Alcúdia - Platja de Muro	30	39°47'476	3°08'247	7,9	156	F	1,66	
	MA-7	Bahía de Alcúdia - Playa de Sa Canova	31	39°44'333	3°14'880	10,0	221	F	1,83	
	MA-8	Betlem - Es Caló	32	39°45'661	3°27'463	7,2	338	M	1,42	
	MA-8	Cala Agulla	33	39°43'528	3°27'463	9,6	338	M	2,28	
	MA-9	Canyamel	34	39°32'915	3°21'379	9,1	186	F	2,10	
	MA-9	Cala Petita	35	39°39'282	3°26'721	10,7	261	M	2,28	
	MA-10	Cala d'Or	36	39°22'354	3°14'118	8,2	137	F	2,64	
	MA-10	Portocolom - Cala Estreta	36A	-	-					
	MA-10	Cala Mondragó	37	39°21'000	3°11'526	11,3	173	F	2,36	
	MA-11	Cala Llombards	38	39°19'518	3°08'617	9,9	214	F	1,29	
	MA-11	Punta de sa Cova des Coloms	42	39°21'646	2°53'874	9,0	310	M	1,19	
	MA-13	Cotimplà	43	39°22'044	2°48'403	11,5	327	M	1,72	
	MA-13	Cap Roig	44	39°22'843	2°46'427	8,7	277	M	2,73	
	MA-14	Cap de Regana - Sa Fossa	45	39°26'711	2°44'699					
	MA-14	Cap de Regana	45A	-	-	8,2	627	G	1,55	
	MA-14	Cap Enderrocat - es Davallador	46	39°26'000	2°44'761	7,7	501	G	2,12	

ISLA	MA	Estación 2007/2005	Código	X	Y	Profundidad (m)	Grano medio (mm)	Categoría sedimentaria	M0 (%)	Ambiente
MALLORCA	MA-14	Cap Enderrocat	46A	-	-					Aguas abiertas
	MA-15	Bahía de Palma - S'Arenal	47	39°30'358	2°44'215	10,3	113	MF	1,85	
	MA-15	Bahía de Palma - Can Pastilla	48	39°31'694	2°43'123	8,4	125	MF	1,79	
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Major / Marivent	49	39°33'010	2°36'491	10,3	177	F	1,88	
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Vinyes	50	39°28'756	2°31'660	9,0	168	F	2,89	
CABRERA	MA-12	Conillera - Es Blanquer	39	39°11'117	2°58'264	55,7	391	M	1,00	Aguas abiertas
	MA-12	Cabrera - L'Olla	40	39°08'760	2°57'609	10,6	209	F	1,18	
	MA-12	Cabrera - puerto de Cabrera	41	39°08'884	2°56'161	77,6	506	G	2,25	
MENORCA	ME-2	Bahía de Fornells (entrada)	61	40°03'594	4°08'092	6,4	76	M	2,87	Lugar cerrado
	ME-2	Puerto de Fornells	62	40°03'388	4°08'025	4,1	99	M	2,58	
	ME-2	Bahía de Fornells - Ses Salines (N)	63	40°02'492	4°07'648	7,4	134	F	17,37	
	ME-2	Bahía de Fornells - Ses Salines (S)	64	40°03'003	4°07'872	4,7	327	M	10,06	
	ME-1A	Cap Gros / Cala Pudent	65	40°02'310	4°09'817	7,8	383	M	3,19	Aguas abiertas
	ME-1B	Es Grau	66	39°57'163	4°16'354	8,9	373	M	2,68	
	ME-3	Puerto de Maó - Es Clot	67A	-	-					Aguas modificadas
	ME-3	Puerto de Maó - canal de la isla de Es Llatzeret	68	39°52'652	4°18'482	6,2	189	F	8,95	
	ME-3	Puerto de Maó - Illa Plana	69	39°52'974	4°18'122	8,7	200	F	5,99	
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Llonga	70	39°03'294	4°17'760	11,5	145	F	5,67	
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Rata	71	39°53'621	4°16'779	11,3	48	FA	7,62	
	ME-3	Puerto de Maó - castillo de Sant Felip	72A	-	-					
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Sant Esteve	73	39°51'925	4°18'295	7,7	270	M	3,31	
	ME-1C	Alcalfar / S'Algar	74	39°49'742	4°17'749	6,0	37	G	1,36	Aguas abiertas
	ME-4	Illa de l'Aire	75A	-	-					
	ME-4	Binissafúller	76	39°49'566	4°13'238	9,4	67	M	2,10	
	ME-4	Cala Galdana	77	39°56'235	3°57'469	8,6	81	F	1,79	
	ME-5	Arenal Son Saura	78	39°55'494	3°53'713	9,0	93	F	2,09	
	ME-5	S'Aigua Dolça	79A	-	-					
	ME-5	Cala Santandria	80	39°58'830	3°49'995	9,7	83	M	1,88	
	ME-1A	Algaiarens	81	40°03'039	3°55'329	7,0	406	M	2,78	
	ME-1A	Cala del Pilar	82A	-	-					
	ME-1A	Playa de Cavalleria	83	40°03'793	4°04'310	9,7	94	M	2,58	
	ME-1A	Arenal de Tirant	84A	-	-					

ISLA	MA	Estación 2007/2005	Código	X	Y	Profundidad (m)	Grano medio (mm)	Categoría sedimentaria	MO (%)	Ambiente
IBIZA	IB-1A	Sa Caixota	17	38°52'473	01°17'745	9,2	178	F	1,60	Aguas abiertas
	IB-1A	Cala Tarida	18	38°56'451	01°13'966	11,3	219	F	2,07	
	IB-2	Caló de s'Oli	19	38°58'437	1°17'342	3,3	579	G	1,73	
	IB-2	Port des Torrent	19A	-	-					
	IB-2	Cala Gració	20	38°59'572	1°17'342	3,4	446	M	2,28	
	IB-2	Caló des Moro	20A	-	-					
	IB-1B	Cala Salada	21	39°00'693	1°17'952	3,3	408	M	1,62	
	IB-1B	Ses Balandres	22	39°03'088	1°19'568	11,3	206	F	1,67	
	IB-3	Port de Sant Miquel	1	39°05'118	1°26'369	8,7	197	F	1,57	
	IB-3	Cala Xarraca (Xuçlà)	2	39°06'317	1°30'544	9,8	337	M	1,39	
	IB-4	Cala Sant Vicent	3	39°04'527	1°35'786	8,3	113	MF	1,69	
	IB-4	Cala Negra	4	39°01'801	1°37'116	7,2	260	M	2,43	
	IB-4	Cala Boix	4A	-	-					
	IB-5	Cala Nova	5	39°00'466	1°35'120	6,6	306	M	1,86	
	IB-5	Sta. Eulària - Ses Roquetes	6	38°59'177	1°32'975	7,8	200	F	1,98	
	IB-6	Cala Llonga	7	38°57'253	1°31'442	5,7	132	F	1,33	
	IB-6	Cala Roja (norte)	8	38°55'072	1°28'867	9,3	240	F	1,17	
	IB-7	Talamanca	9	38°54'899	1°27'660	5,6	292	M	1,26	
	IB-7	Platja d'en Bossa	10	38°53'447	1°24'738	5,0	148	F	2,21	
	IBFO-8	Punta de sa Torre	11	38°49'908	1°24'255	9,4	285	M	1,97	
	IBFO-8	Freu Petit - Illa des Penjats (N)	11A	-	-					
FORMENTERA	IBFO-8	Illa de ses Porreres	12	38°44'073	1°27'173	7,7	280	M	2,04	
	IBFO-8	Es Pujols - Punta Prima	12A	-	-					
	FO-10	Racó de sa Pujada	13A	-	-					
	FO-10	Punta de sa Palmera	14A	-	-					
	FO-9	Platja de Migjorn	15A	-	-					
	FO-9	Caló d'en Trull / Cala Saona	16	38°41'925	1°23'282	7,9	242	F	2,16	

Tabla 1. Estaciones de fondos blandos muestreadas durante los años 2005 y 2007. *Se indican los sectores de costa o masa de agua (MA), las coordenadas (X, Y, en grados y minutos), la profundidad, el tamaño medio de grano, la categoría sedimentaria (MG: muy gruesos, G: gruesos, M: medianos, F: finos, MF: muy finos, y FA: fangos), el porcentaje en materia orgánica y el tipo de ambiente. Las estaciones nuevas se resaltan en negrita. El guión corto representa las estaciones muestreadas en 2005 y no muestreadas en 2007. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)

El índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC) fue desarrollado por un equipo del Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC) utilizando datos de Cataluña y de las Islas Baleares.⁵ Este índice se basa en el índice AMBI, creado por investigadores del centro de investigación AZTI, liderados por Ángel Borja.⁶ La base teórica sobre la que se desarrolla es la capacidad que tienen las comunidades de responder a las variaciones inducidas por el ser humano, a las condiciones ambientales y, más concretamente, al enriquecimiento en materia orgánica de los sedimentos, según la sucesión descrita por Pearson y Rosenberg.⁷

Las especies se clasifican en cuatro grupos, según la sensibilidad que tienen a un gradiente de perturbaciones:

- **GI. Sensibles:** especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y solo presentes en condiciones no perturbadas.
- **GII. Indiferentes:** especies indiferentes al enriquecimiento orgánico. Siempre se encuentran en densidades muy bajas.
- **GIII. Tolerantes:** especies tolerantes al enriquecimiento de materia orgánica. Aumentan de densidad con el enriquecimiento en materia orgánica.

→ **GIV. Oportunistas:** especies oportunistas.

El cálculo del índice se obtiene a partir de la fórmula siguiente,^{2, 5} basada en los porcentajes de la abundancia de cada grupo ecológico:

$$\text{MEDOCC} = ((0 \cdot \text{GI}) + (2 \cdot \text{GII}) + (4 \cdot \text{GIII}) + (6 \cdot \text{GIV})) / 100$$

Donde GI, GII, GIII y GIV son los diferentes grupos ecológicos a los que se asignan las especies de una comunidad según su grado de tolerancia al enriquecimiento en materia orgánica. El valor resultante está comprendido entre 0 y 6. Los valores bajos de MEDOCC indican una buena calidad, y a medida que el valor aumenta, la calidad ambiental empeora.

Condiciones de referencia, obtención del estado ecológico (EQR) y umbrales entre estados ecológicos

La Directiva marco del agua establece que el estado ecológico (Ecology Quality Ratio o EQR) se calcula comparando los valores de estado ecológico obtenidos en la zona de estudio con las condiciones biológicas de una condición de referencia, para poder relacionar el estado ecológico real con el potencial, que marca la condición de referencia.

En los estudios de 2005 y 2007 se seleccionó como EQR de referencia el valor de MEDOCC más bajo hallado en la costa catalana y balear, y se mejoró eliminando las especies tolerantes (GIII) y oportunistas (GIV). Así, se consideró como condición de referencia una comunidad con un 90 % de especies sensibles (GI) y un 10 % de especies indiferentes (GII), lo que dio como resultado un valor de MEDOCC de 0,2.

Debido a que las Islas Baleares presentan una gran abundancia de especies tolerantes y una menor abundancia de especies sensibles, se adaptó el valor de referencia ateniendo a las particularidades de las Islas, definiendo una condición de referencia basada únicamente en los datos de las zonas de estudio. De esta manera, partiendo de la condición de referencia de 0,2 y utilizando los datos de los estudios de los años 2005 y 2007, se calcularon los EQR de las diferentes estaciones empleando distintas condiciones de referencia con valores entre 0,2 y 0,7, para poder escoger el que explicase mejor los resultados obtenidos. Se seleccionó un valor de MEDOCC de 0,5 como el mínimo a partir del cual se reflejan las condiciones de referencia de las Is-

las Baleares, ya que se detectó un salto cualitativo de las valoraciones del estado ecológico cuando se hallaba una comunidad con el 80 % de especies sensibles (GI), el 15 % de especies indiferentes (GII) y el 5 % de especies tolerantes (GIII).²

Para valorar el estado ecológico de un lugar, el valor obtenido de MEDOCC debe corregirse por la condición de referencia. Teniendo en cuenta esta condición de referencia, los valores de MEDOCC oscilan entre 0,5 y 6 (0,5 es la mejor situación que podremos encontrar en las comunidades de fondos blandos de la costa balear).

La Directiva marco del agua establece que el EQR debe tener unos valores comprendidos entre 0 y 1. Dado que los valores de MEDOCC varían entre 0,5 y 6, se deben transformar e invertir a escala 0-1, donde los valores cercanos a 1 indican un buen estado ecológico y los valores cercanos a 0 indican un estado ecológico malo. Así, el EQR se calcula de la manera siguiente:

$$\text{EQR} = 1 - [(\text{MEDOCC} - 0,5) / (6 - 0,5)]$$

Los valores del índice MEDOCC y los umbrales del EQR que delimitan los cinco estados ecológicos propuestos por la DMA se detallan en la Tabla 2.

ESTADO ECOLÓGICO	MEDOCC (0-6)	UMBRALES EQR (1-0)
Muy bueno	0 < MEDOCC < 1,60	1,00 - 0,73
Bueno	1,60 < MEDOCC < 3,20	0,73 - 0,47
Moderado	3,20 < MEDOCC < 4,77	0,47 - 0,20
Deficiente	4,77 < MEDOCC < 5,50	0,20 - 0,08
Malo	5,50 < MEDOCC < 6	< 0,08

Tabla 2. Valores del índice MEDOCC para establecer los estados ecológicos propuestos por la DMA y su equivalencia con los valores de EQR
FUENTE: Ballesteros *et al.*²

El estado ecológico muy bueno (*high*) representa una situación de no perturbación donde las comunidades bentónicas de fondos blandos están dominadas por especies sensibles (GI), que suponen más de un 40 % de la abundancia total.

El estado ecológico bueno (*good*) se caracteriza por presentar entre un 20 y un 50 % de especies tolerantes (GIII), pero las especies sensibles continúan siendo importantes en la comunidad (entre un 10 y un 40 % de la abundancia total).

Un estado ecológico moderado (*moderate*) se da cuando aparecen hasta un 50 % de especies tolerantes y menos de un 45 % de especies oportunistas.

Los estados ecológicos deficiente (*poor*) y malo (*bad*) se caracterizan por la dominancia de especies oportunistas (GIV: más de un 45 % y de un 80 %, respectivamente).

RESULTADOS

Características del sedimento

En el estudio del año 2007, de las 72 estaciones muestreadas, 31 pertenecieron a la categoría de arenas finas (43 %), 6 a la de arenas muy finas (8 %), y 1 a fangos (2 %); 29 eran de arenas medianas (40 %) y 5 de arenas gruesas (7 %) (Tabla 1). Así, un total de 38 estaciones tuvieron una granulometría adecuada para determinar el MEDOCC (inferior a arenas medianas), y se añadieron dos estaciones más que, aunque presentaron una media de arenas medianas, en una réplica presentaron arenas finas (Tabla 1).

Menorca fue la isla que presentó un porcentaje de arenas finas más elevado, con las estaciones del puerto de Maó y la bahía de Fornells, mientras que Mallorca lo presentó en Cala en Cranc y en el puerto de Sóller.

Se hallaron valores especialmente altos de materia orgánica (> 5 %) en los ambientes del tipo lugar cerrado con escasa renovación en la bahía de Fornells y en la masa de agua muy modificada del puerto de Maó. También se encontraron valores elevados de materia orgánica (3-5 %) en el puerto de Sóller, en el Cap Gros y en Cala Sant Esteve. 25 estaciones más (12 en Mallorca, 7 en Menorca y 6 en Ibiza y Formentera) presentaron valores relativamente altos, entre el 2 y el 3 % (Tabla 1).

Caracterización de la comunidad

En el año 2005, de las 76 estaciones muestreadas para el estudio biológico de las comunidades de fondos blandos, solo se pudo establecer el estado ecológico de 42 estaciones de arenas finas; mientras que, en el año 2007, de las 72 estaciones muestreadas, la caracterización solo se pudo llevar a cabo en 40 estaciones con sedimentos finos. Esto se debe a que los sedimentos gruesos se asocian a un hidrodinamismo elevado y los organismos que viven en ellos no reflejan la calidad del agua.

En el año 2007 el grupo de organismos con mayor riqueza de especies fue el de los anélidos (poliquetos), con 8.800 individuos repartidos en 160 taxones, de los cuales el 12 % fueron sensibles, el 48 % indiferentes, el 21 % tolerantes y el 10 % oportunistas.

Aquel año, el grupo más abundante fue el de los moluscos, con 11.874 individuos, y también fue el grupo con más taxones sensibles (50 %), seguido del grupo de los crustáceos (35 %).

La abundancia total (número de individuos) disminuyó de 2005 a 2007, mientras que la riqueza específica (número de taxones) no mostró grandes cambios entre los dos años muestreados (Tabla 3).

Código	Abundancia total		Riqueza	
	2005	2007	2005	2007
1	313	237	36	26
3	538	185	31	24
6	496	178	45	28
7	338	130	43	25
8	117	125	25	24
10	-	161	-	15
16	108	58	31	21
17	147	157	38	27
18	112	73	32	30
22	223	261	24	18
25	-	507	-	35
27	-	178	-	20
30	61	90	25	33
31	63	188	24	26
34	236	57	40	24
35	91	145	21	34
36	-	494	-	36
37	224	165	21	19
38	246	227	19	25
40	83	279	31	32
47	215	178	43	46
48	270	100	40	32
49	348	168	44	31
50	457	417	39	37
51	-	539	-	34
53	328	264	40	37
54	-	196	-	34
55	644	159	35	31
56	139	349	30	36
58	18	24	10	9
59	120	175	22	23
60	338	172	44	26
63	30	129	11	28
68	1.131	1.008	76	77
69	491	372	52	62
70	-	574	-	61
71	-	726	-	39
73	375	307	51	38
77	264	347	35	29
78	169	257	32	19
Media	273	218	34	30
Máximo	1.131	1.008	76	77
Mínimo	18	24	10	9

Tabla 3. Abundancia total (número de individuos) y riqueza específica (número de taxones por muestra) de las estaciones muestreadas para los años 2005 y 2007. *Se presentan las medias, el máximo y el mínimo por año, calculados considerando solo las estaciones comunes en los muestreos de 2005 y 2007. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

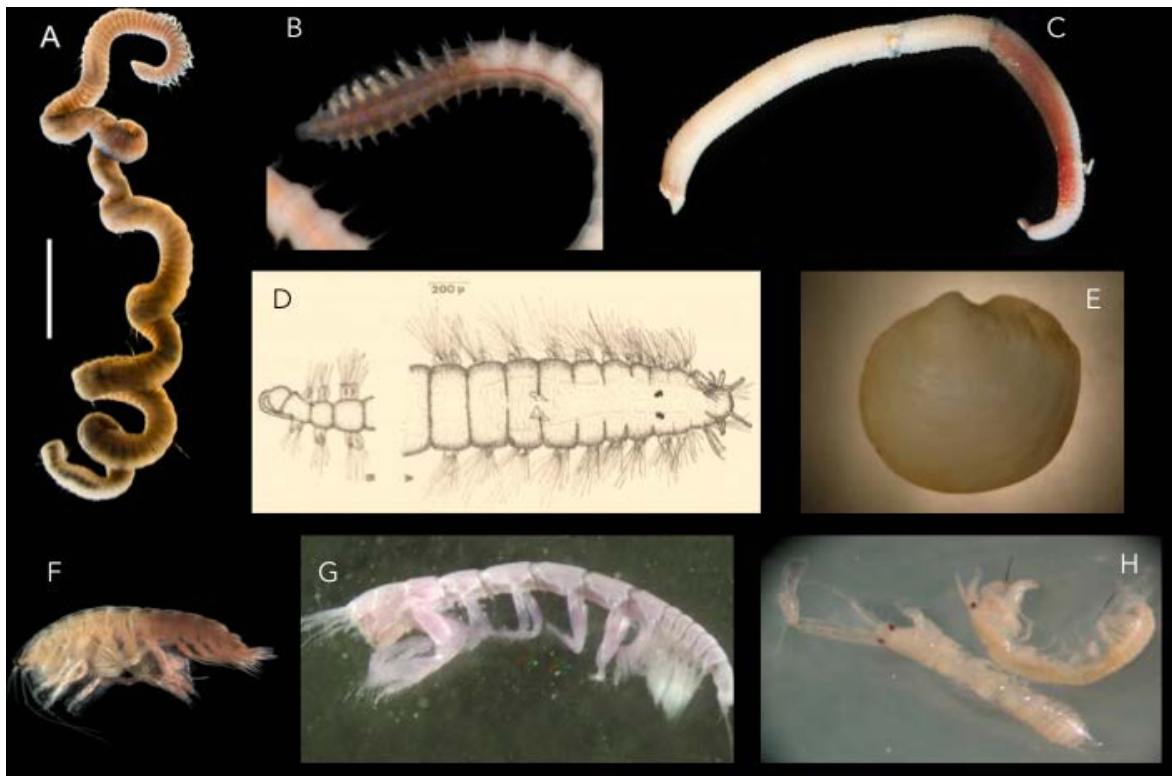


Figura 1. Macroinvertebrados dominantes en las comunidades de las Islas Baleares. Los poliquetos A: *Paradoneis armata* (tolerante); B: *Prionospio fallax*; C: *Abyssoninoe hibernica* (indiferente); D: *Micronephthys maryae* (tolerante); el bivalvo tolerante E: *Loripes lacteus*; los crustáceos F: *Ampelisca brevicornis* (sensible); G: *Apseudes latreillii* (indiferente) y H: *Leptochelia savignyi*. FUENTES: A: Erdogan-Dereli y Cinar⁸; B: <http://www.aphotomarine.com/>; C: Universidad de Oslo, 2011; D: San Martín;⁹ E, G y H: Ballesteros *et al.*⁴ y F: Hans Hillewaert.

En el año 2007 se hallaron diferencias claras entre las comunidades de aguas abiertas de las Baleares (dominadas por el bivalvo tolerante *Loripes lacteus*) y las de aguas modificadas (puerto de Maó y S'Arenal), dominadas por oligoquetos, nematodos, nemertinos, el crustáceo *Leptochelia savignyi* y los poliquetos *Micronephthys maryae* y *Prionospio fallax*, todos ellos tolerantes y oportunistas (Figura 1).

Las especies características de las comunidades de las aguas abiertas de las estaciones de 2007 en toda la costa balear fueron el bivalvo *Loripes lacteus* (tolerante), el poliqueto *Paradoneis armata* (tolerante) y los crustáceos *Apseudes latreillii* (indiferente) y *Ampelisca brevicornis* (sensible). Las aguas abiertas de las Islas Baleares presentaron una abundancia elevada de especies tolerantes (p. e. *Loripes lacteus*) y una menor abundancia de especies sensibles, incluso en zonas donde no hay presiones antrópicas. Esta abundancia de especies tolerantes podría estar relacionada con los elevados contenidos de materia orgánica de origen natural (restos vegetales, sobre todo de *Posidonia oceanica*) hallados en el sedimento, y no indicarían enriquecimiento orgánico de origen antrópico (Figura 1).

En las aguas modificadas, las comunidades del puerto de Maó, donde fueron más abundantes los nematodos (tolerantes) y exclusivos los poliquetos *Micronephthys maryae* (tolerante) y *Abyssoninoe hibernica* (indiferente), se diferenciaron de las comunidades del puerto de S'Arenal, donde fueron más abundantes el crustáceo *Leptochelia savignyi* y el bivalvo *Loripes lacteus* (ambas especies tolerantes), y exclusivos los oligoquetos (oportunistas) (Figura 1).

En la estación de la bahía de Fornells (63) se encontró una comunidad diferenciada de la de aguas abiertas. Esta zona es muy cerrada, por lo que se propuso que sea considerada de tipo lugar cerrado con escasa renovación.²

Evaluación del estado ecológico

De las 42 estaciones evaluadas en el año 2005, 20 presentaron un estado muy bueno (47,6 %); 19, un estado bueno (45,2 %), y 3, un estado ecológico moderado (7,1 %) (Tabla 4).

En el año 2007, de las 40 estaciones evaluadas, 6 presentaron un estado muy bueno (15 %); 25, un estado bueno (62,5 %), y 9, un estado moderado (22,5 %) (Tabla 4).

De las 32 estaciones que se evaluaron tanto en el año 2005 como en el 2007, 12 estaciones bajaron de categoría, 2 estaciones subieron y 18 estaciones se mantuvieron en la misma. Las estaciones que pasaron de un estado muy bueno a bueno fueron: en Ibiza, el Port de Sant Miquel (1), Cala Sant Vicent (3), Ses Roquetes (6), Cala Roja (8) y Cala Tarida (18), y en Mallorca, la playa de Sa Canova (31), Canyamell (34), Cala Petita (35), Cala Deià (58) y el puerto de Sóller (59). Pasaron de un estado bueno a moderado las estaciones de L'Olla, en Cabrera (40), y la playa de Sóller (60), en Mallorca. Las estaciones que mejoraron de categoría y pasaron de un estado bueno a muy bueno fueron Sa Caixota (17), en Ibiza, y S'Arenal (47), en Mallorca (Tabla 4).

En general, se observa un empeoramiento del estado ecológico de las estaciones entre los años 2005 y 2007.

Isla	MA	Estaciones	Código	EQR 2005	EQR 2007	Estado ecológico 2005	Estado ecológico 2007
MALLORCA	MA-3B	Cala Murta	25	-	0,47	-	Moderado
	MA-5	Bahía de Pollença - El Caló / Hotel Formentor	27	NE	0,45	NE	Moderado
	MA-5	Bahía de Pollença - urb. Mal Pas	28	0,85	NE	Muy bueno	NE
	MA-6	Bahía de Alcúdia - Es Coll Baix	29	0,95	NE	Muy bueno	NE
	MA-7	Bahía de Alcúdia - Platja de Muro	30	0,84	0,77	Muy bueno	Muy bueno
	MA-7	Bahía de Alcúdia - playa de Sa Canova	31	0,79	0,52	Muy bueno	Bueno
	MA-8	Betlem - Es Caló	32	NE	NE	NE	NE
	MA-8	Cala Agulla	33	-	NE	-	NE
	MA-9	Canyamel	34	0,76	0,63	Muy bueno	Bueno
	MA-9	Cala Petita	35	0,81	0,54	Muy bueno	Bueno
	MA-10	Cala d'Or	36	-	0,48	-	Bueno
	MA-10	Cala Mondragó	37	0,55	0,56	Bueno	Bueno
	MA-11	Cala Llombards	38	0,53	0,51	Bueno	Bueno
CABRERA	MA-12	Conillera - Es Blanquer	39	NE	NE	NE	NE
	MA-12	Cabrera - L'Olla	40	0,7	0,47	Bueno	Moderado
	MA-12	Cabrera - puerto de Cabrera	41	NE	NE	NE	NE
MALLORCA	MA-11	Punta de sa Cova des Coloms	42	0,57	NE	Bueno	NE
	MA-13	Cotimplà	43	NE	NE	NE	NE
	MA-13	Cap Roig	44	NE	NE	NE	NE
	MA-15	Bahía de Palma - S'Arenal	47	0,67	0,76	Bueno	Muy bueno
	MA-15	Bahía de Palma - Can Pastilla	48	0,65	0,63	Bueno	Bueno
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Major / Marivent	49	0,69	0,51	Bueno	Bueno
	MA-16	Bahía de Palma - Cala Vinyes	50	0,7	0,53	Bueno	Bueno
	MA-1A	Bahía de Palma - Cala Aixada	51	-	0,49	-	Bueno
	MA-1A	Banc d'Eivissa	52	NE	NE	NE	NE
	MA-2	Playa de Santa Ponça	53	0,68	0,57	Bueno	Bueno
	MA-2	Peguera - Palmira	54	NE	0,56	NE	Bueno
	MA-1B	Cala en Cranc	55	0,7	0,55	Bueno	Bueno
	MA-1B	Sant Elm	56	0,52	0,52	Bueno	Bueno
	MA-3A	Cala Deià	58	0,88	0,65	Muy bueno	Bueno
	MA-4	Puerto de Sóller (faro / Cap Gros)	59	0,81	0,56	Muy bueno	Bueno
	MA-4	Playa de Sóller	60	0,6	0,42	Bueno	Moderado

Isla	MA	Estaciones	Código	EQR 2005	EQR 2007	Estado ecológico 2005	Estado ecológico 2007
MENORCA	ME-2	Bahía de Fornells (entrada)	61	NE	NE	NE	NE
	ME-2	Puerto de Fornells	62	0,56	NE	Bueno	NE
	ME-2	Bahía de Fornells - Ses Salines (N)	63	0,44	0,47	Moderado	Moderado
	ME-2	Bahía de Fornells - Ses Salines (S)	64	0,48	NE	Bueno	NE
	ME-1A	Cap Gros / Cala Pudent	65	0,79	NE	Muy bueno	NE
	ME-1B	Es Grau	66	0,71	NE	Bueno	NE
	ME-3	Puerto de Maó - Canal de la isla de Es Llatzeret	68	0,40	0,41	Moderado	Moderado
	ME-3	Puerto de Maó - Illa Plana	69	0,41	0,42	Moderado	Moderado
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Llonga	70	-	0,40	-	Moderado
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Rata	71	-	0,36	-	Moderado
	ME-3	Puerto de Maó - Cala Sant Esteve	73	0,56	0,48	Bueno	Bueno
	ME-1C	Alcalfar - S'Algar	74	NE	NE	NE	NE
	ME-4	Binissafúller	76	-	NE	-	NE
	ME-4	Cala Galdana	77	0,68	0,48	Bueno	Bueno
	ME-5	Arenal de Son Saura	78	0,66	0,49	Bueno	Bueno
	ME-5	Cala Santandria	80	-	NE	-	NE
	ME-1A	Algaiarens	81	-	NE	-	NE
	ME-1A	Playa de Cavalleria	83	-	NE	-	NE
IBIZA	IB-3	Port de Sant Miquel	1	0,85	0,73	Muy bueno	Bueno
	IB-3	Cala Xarraca (Xuçlà)	2	0,76	NE	Muy bueno	NE
	IB-4	Cala Sant Vicent	3	0,85	0,64	Muy bueno	Bueno
	IB-4	Cala Negra	4	-	NE	-	NE
	IB-5	Cala Nova	5	0,81	NE	Muy bueno	NE
	IB-5	Sta. Eulària - Ses Roquetes	6	0,92	0,69	Muy bueno	Bueno
	IB-6	Cala Llonga	7	0,80	0,74	Muy bueno	Molt bo
	IB-6	Cala Roja (N)	8	0,83	0,66	Muy bueno	Bueno
	IB-7	Cala Talamanca	9	NE	NE	NE	NE
	IB-7	Platja d'en Bossa	10	NE	0,57	NE	Bueno
	FO8	Punta de sa Torre	11	-	NE	-	NE
	FO8	Illa de ses Porreres	12	-	NE	-	NE
	FO-9	Caló d'en Trull - Cala Saona	16	0,76	0,80	Muy bueno	Muy bueno
	IB-1A	Sa Caixota	17	0,72	0,82	Bueno	Muy bueno
	IB-1A	Cala Tarida	18	0,76	0,72	Muy bueno	Bueno
	IB-2	Caló de s'Oli	19	-	NE	-	NE
	IB-2	Cala Gració	20	-	NE	-	NE
	IB-1B	Cala Salada	21	0,65	NE	Bueno	NE
	IB-1B	Ses Balandres	22	0,89	0,93	Muy bueno	Muy bueno
	MA-3B	Sa Taleca	23	0,92	NE	Muy bueno	NE

Tabla 4. EQR y estado ecológico de las estaciones de las Islas Baleares según el índice MEDOCC. *NE: no evaluado (estaciones de arenas gruesas); (-): 15 estaciones nuevas de 2007 (no muestreadas en el año 2005). FUENTE: Ballesteros *et al.*²

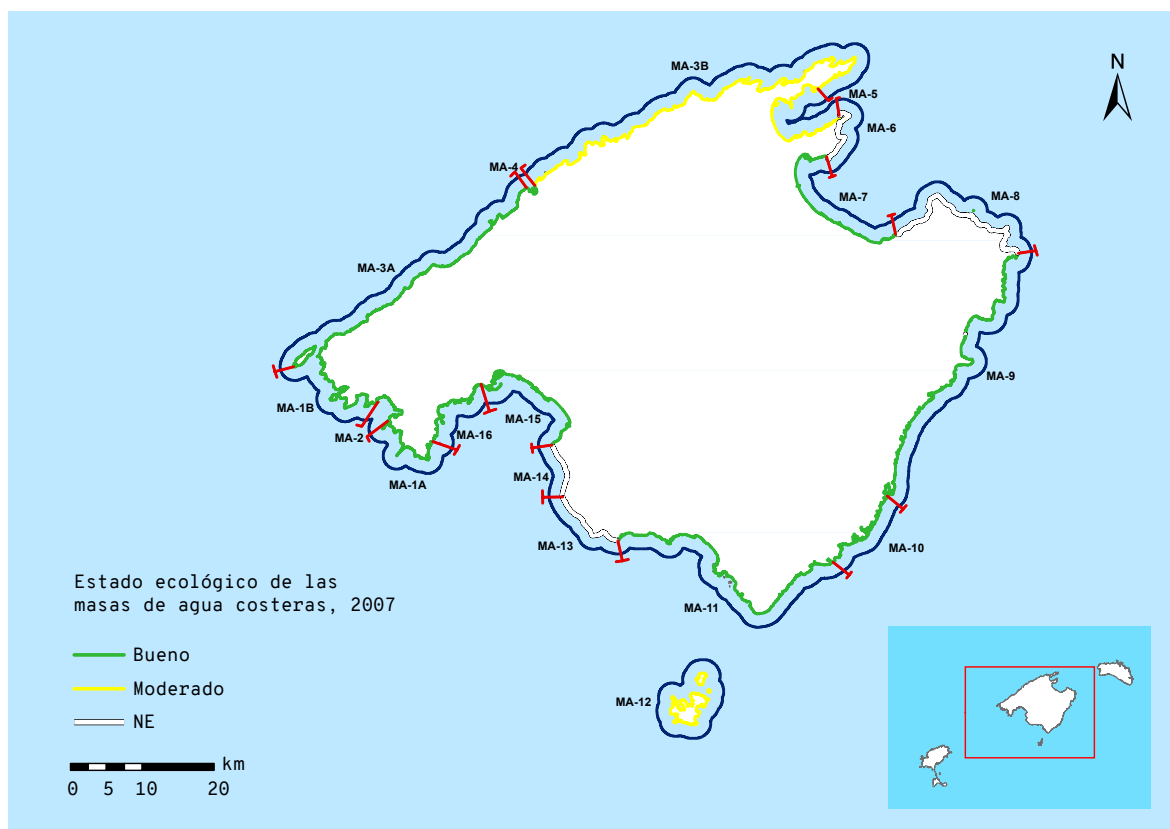


Figura 2. Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en Mallorca y Cabrera en 2007. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

En el año 2005 pudieron evaluarse un total de 27 sectores de los 36 definidos en las Islas. El resto no presentó un tamaño de sedimento apropiado para poder aplicar el índice MEDOCC. De estos 27 sectores, 14 presentaron un estado muy bueno (51,9 %); 12, un estado bueno (44,4 %), y 1, un estado moderado (3,7 %) (Tabla 5, figuras 2-4).

En el año 2007 se evaluaron 26 sectores, de los cuales 3 presentaron un estado muy bueno (11,5 %); 18, un estado bueno (69,2 %), y 5, un estado moderado (19,2 %) (Tabla 5, figuras 2-4).

Aquel mismo año, de los 26 sectores cuyo estado ecológico pudo evaluarse, 3 se mantuvieron en un estado muy bueno, 7 pasaron de muy bueno a bueno, 9 se mantuvieron en un estado bueno, 2 que no habían sido evaluados en 2005 resultaron en un estado bueno, 2 pasaron de un estado muy bueno a moderado, 2 pasaron de un estado bueno a moderado y 1 se mantuvo en un estado moderado (Tabla 5, figuras 2-4).

Las masas de agua que han empeorado y que han pasado de un estado muy bueno a uno moderado o de bueno a moderado, han tenido un esfuerzo de

muestreo bajo, con solo una estación muestreada por masa de agua. Este ha sido el caso de las masas de agua de la Serra de Tramuntana (MA-3B) y de la bahía de Pollença (MA-5), que pasaron de un estado muy bueno a uno de moderado. También es el caso de las masas de agua de Cabrera (MA-12) y de la bahía de Fornells (ME-2), que pasaron de un estado bueno a moderado. Cabe tener en cuenta que en las masas de agua de la Serra de Tramuntana y de la bahía de Pollença no se evaluaron las mismas estaciones en el año 2005 y el 2007.

El estado moderado de las masas de agua de la Serra de Tramuntana (MA-3B) y de las bahías de Pollença (MA-5) y Fornells (ME-2) era muy cercano al umbral de categoría entre bueno y moderado. Aun así, en general se registra una disminución de la calidad del agua de las masas de agua del mar Balear entre los años 2005 y 2007.

Cabe destacar que en el año 2007 quedó sin evaluar prácticamente todo el norte de Menorca (exceptuando la bahía de Fornells, ME-2) debido a la falta de sedimentos adecuados para poder aplicar el índice MEDOCC.

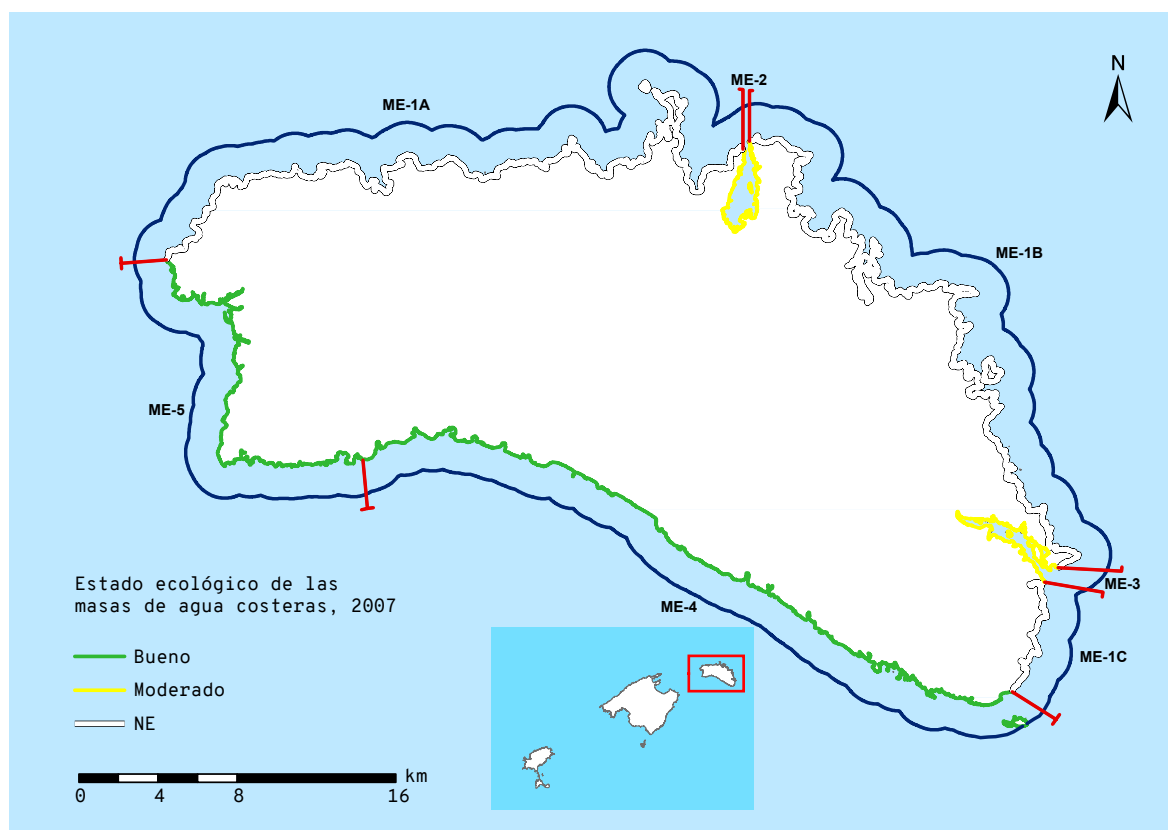


Figura 3. Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en Menorca en el año 2007. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

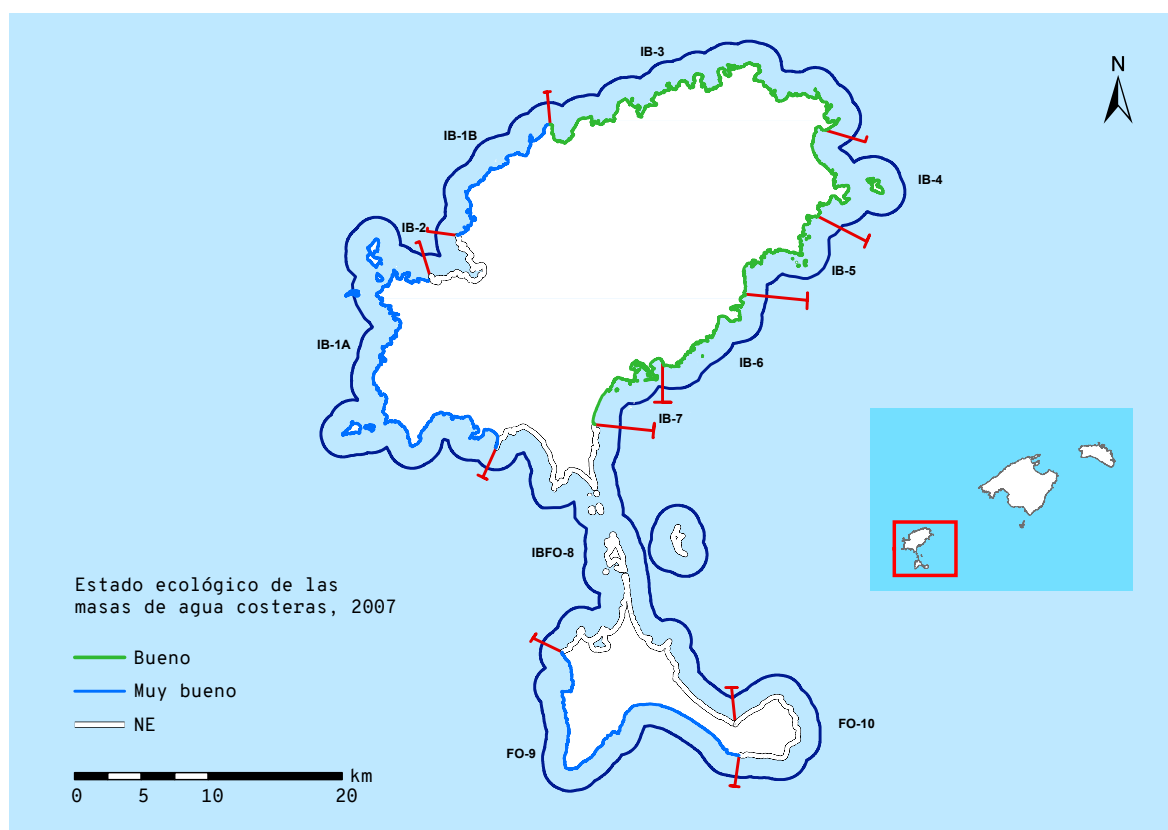


Figura 4. Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en Ibiza y Formentera en el año 2007. Las franjas en blanco indican las masas de agua no evaluadas. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

Isla	MA	EQR MA 2005	EQR MA 2007	Porcentaje de cambio 2007-2005	Tipo de cambio	Estado ecológico MA 2005	Estado ecológico MA 2007
MALLORCA	MA-1A	NE	0,49			NE	Bueno
	MA-1B	0,61	0,54	-11,5	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-2	0,68	0,57	-16,2	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-3A	0,88	0,65	-26,1	Empeora	Muy bueno	Bueno
	MA-3B	0,92	0,47	-48,9	Empeora	Muy bueno	Moderado
	MA-4	0,71	0,49	-31,0	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-5	0,85	0,45	-47,1	Empeora	Muy bueno	Moderado
	MA-6	0,95	NE			Muy bueno	NE
	MA-7	0,82	0,65	-20,7	Empeora	Muy bueno	Bueno
	MA-8	NE	NE			NE	NE
	MA-9	0,79	0,59	-25,3	Empeora	Muy bueno	Bueno
	MA-10	0,55	0,52	-5,5	Empeora	Bueno	Bueno
	MA-11	0,55	0,51	-7,3	Empeora	Bueno	Bueno
CABRERA	MA-12	0,7	0,47	-32,9	Empeora	Bueno	Moderado
MALLORCA	MA-13	NE	NE			NE	NE
	MA-14	NE	NE			NE	NE
	MA-15	0,66	0,70	6,1	Mejora	Bueno	Bueno
	MA-16	0,70	0,52	-25,7	Empeora	Bueno	Bueno
MENORCA	ME-1A	0,79	NE			Muy bueno	NE
	ME-1B	0,71	NE			Bueno	NE
	ME-1C	NE	NE			NE	NE
	ME-2	0,49	0,47	-4,1	Empeora	Bueno	Moderado
	ME-3	0,46	0,41	-10,9	Empeora	Moderado	Moderado
	ME-4	0,68	0,48	-29,4	Empeora	Bueno	Bueno
	ME-5	0,66	0,49	-25,8	Empeora	Bueno	Bueno
IBIZA	IB-1A	0,74	0,77	4,1	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-1B	0,77	0,93	20,8	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-2	NE	NE			NE	NE
	IB-3	0,81	0,73	-9,9	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-4	0,85	0,64	-24,7	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-5	0,87	0,69	-20,7	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-6	0,82	0,70	-14,6	Empeora	Muy bueno	Bueno
	IB-7	NE	0,57			NE	Bueno
	IBFO-8	NE	NE			NE	NE
	FO-9	0,76	0,80	5,3	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	FO-10	-	-			-	-

Tabla 5. EQR para los años 2005 y 2007, porcentaje de cambio entre esos dos años y estado ecológico de las masas de agua de la costa de las Islas Baleares según el índice MEDOCC. *NE: no evaluado (estaciones de arenas gruesas). FUENTE: Ballesteros *et al.*²

CONCLUSIONES

- En las Islas Baleares las especies tolerantes son muy abundantes, en detrimento de las especies sensibles. Como condición de referencia se escogió un valor de MEDOCC de 0,5, que se corresponde con una composición del 80 % de especies sensibles, el 15 % de especies indiferentes y el 5 % de especies tolerantes.
- De los 27 sectores de costa evaluados en el año 2005, 14 presentaron un estado muy bueno (51,9 %); 12, un estado bueno (44,4 %), y 1, un estado moderado (3,7 %).
- De los 26 sectores de costa evaluados en las Islas Baleares en el año 2007, 3 presentaron un estado muy bueno (11,5 %); 18, un estado bueno (69,2 %), y 5, un estado moderado (19,2 %). 10 sectores no pudieron evaluarse por falta de estaciones de arenas finas.
- En el año 2007, 3 masas de agua se mantuvieron en un estado muy bueno, 7 pasaron de un estado muy bueno a uno bueno, 9 se mantuvieron en un estado bueno, 2 pasaron de un estado muy bueno a uno de moderado, 2 pasaron de un estado bueno a uno de moderado, y 1 se mantuvo en estado moderado. Por tanto, se observa una disminución de la calidad del agua entre los años 2005 y 2007.
- De los 26 sectores evaluados en el año 2007, 5 incumplieron la DMA porque presentaban un estado ecológico moderado: la Serra de Tramuntana (MA-3B), la bahía de Pollença (MA-5), Cabrera (MA-12), la bahía de Fornells (ME-2) y el puerto de Maó (ME-3).
- El puerto de Maó (ME-3) se halló en estado moderado tanto en el año 2005 como en el 2007 (estaciones 68-71). En este puerto hay problemas de confinamiento de los sedimentos y se encuentran altas concentraciones de materia orgánica y metales. Se trata de una masa de agua muy modificada.
- La bahía de Sóller, a pesar de presentar un estado ecológico bueno, incluyó una estación con un estado ecológico moderado, que concuerda con la baja calidad fisicoquímica hallada en los sedimentos del puerto de Sóller.
- Tres estaciones presentaron riesgo de incumplimiento de la DMA, ya que, a pesar de encontrarse en un estado ecológico bueno, se acercaban al umbral moderado. Se trata de Cala d'Or (36) en Mallorca, y Cala Sant Esteve (73) y Cala Galdana (77) en Menorca; las tres con un valor de EQR de 0,48.
- Solo se dispone de datos del índice MEDOCC para los años 2005 y 2007. Actualmente se ha licitado un proyecto para elaborar un estudio que evalúe este índice y el índice CARLIT durante el año 2020.

REFERENCIAS

- ¹ PERSONNIC, S. *et al.* (2014). «An Ecosystem-Based Approach to Assess the Status of a Mediterranean Ecosystem, the *Posidonia oceanica* Seagrass Meadow». *PLoS ONE*, 9. DOI: 10.1371/journal.pone.0098994.
- ² BALLESTEROS, E. *et al.* (2010). «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ³ VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. (2008). «Thresholds of hypoxia for marine biodiversity». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 15452-15457.
- ⁴ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ⁵ CARLETTI, A.; HEISKANEN, A.-S. (ed.) (2008) «Water Framework Directive intercalibration technical report. Part 3: Coastal and Transitional waters», 67-75. Luxemburg: Comissió Europea. Oficina de Publicacions de la Unió Europea. Institute for Environment and Sustainability.
- ⁶ BORJA, A.; FRANCO, J.; PÉREZ, V. (2000). «A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments». *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1100-1114. DOI: 10.1016/S0025-326X(00)00061-8.
- ⁷ PEARSON, T. H.; ROSENBERG, R. (1978). «Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment». *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16, 229-311.
- ⁸ ERDOGAN-DERELI, D.; CINAR, M. E. (2019). «The genus *Paradoneis* (Annelida: Paraonidae) from the Sea of Marmara, with descriptions of two new species». *Zootaxa*, 4686, 465-496. DOI: 10.11646/zootaxa.4686.4.2.
- ⁹ SAN MARTIN, G. (1982). «Una nueva especie de Nephtyidae (Poliquetos: Errantes) del Mediterráneo: *Micro-nephtys maryae* n. sp.». *Cahiers de Biologie Marine*, 23, 427-434.

Indicador biológico de macroalgas: CARLIT

La metodología CARLIT se basa en la cartografía de las comunidades bentónicas litorales que se desarrollan sobre sustrato rocoso.¹ Esta metodología permite hacer una valoración precisa del estado ecológico del litoral mediante un estudio no destructivo continuado de la costa que no requiere trabajo de laboratorio, sino un tratamiento de los datos con un sistema de información geográfica (SIG). Así, permite comparar los cambios de las comunidades algales a lo largo del tiempo, y por tanto, observar la evolución del estado ecológico de la zona costera.²

Las comunidades de *Cystoseira* (fucales: Ochrophyta). Actualmente las especies mediterráneas del género han sido reagrupadas en tres géneros diferentes: *Cystoseira*, *Carpodesmia* y *Treptacantha*) dominan los fondos rocosos infralitorales en las zonas con bajo impacto antrópico del Mediterráneo, donde están bien estructuradas, y son complejas, altamente productivas y soportan una alta biodiversidad (Figura 1).³ Estas comunidades han sido afectadas por la degradación ambiental de diversas áreas y están sometidas a una disminución en su distribución en el Mediterráneo. La eutrofización es la principal causa de la rarefacción de las especies de *Cystoseira*,⁴ aunque otros factores también podrían tener un papel importante, como la contaminación inorgánica, el aumento de la turbiedad, el herbivorismo y el cambio climático.³ Su presencia en áreas poco contaminadas y su desaparición de zonas contaminadas, especialmente por eutrofización, las convierten en unos buenos indicadores de la calidad del agua.^{3,5}

según las directrices de la Directiva marco del agua (DMA). Se basa en la agrupación de la gran diversidad de especies presentes a lo largo de la costa en pocas categorías, cada una con un valor de calidad ambiental asignado. Esta agrupación es imprescindible tanto en términos prácticos, a la hora de elaborar la cartografía, como en términos científicos, a la hora de interpretar los resultados. La categoría asignada indica la especie o especies más abundantes en la costa prospectada, y junto con su valoración y el tramo de costa que ocupa, proporciona un valor de calidad ecológica. Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) se obtienen mediante el cociente entre el valor de calidad ecológica obtenido y el valor en las zonas de referencia. Los valores del EQR se asocian a las masas de agua, que son la entidad de gestión ambiental en la Directiva marco del agua (DMA). De esta manera, se cumplen las directrices de la directiva que requieren dar un estatus ecológico a las masas de agua para aplicar planes de gestión que eviten el deterioro de las comunidades litorales y del estado ecológico.²

La metodología CARLIT se ha ido desarrollando en la costa catalana desde el período 1999-2000,

¿QUÉ ES?

La metodología CARLIT se basa en la cartografía de las comunidades bentónicas litorales que se desarrollan sobre sustrato rocoso. Es uno de los índices bióticos que se utilizan para determinar el estado de las masas de aguas costeras definidas por la Directiva marco del agua (DMA).

METODOLOGÍA

La metodología se basa en la agrupación de la gran diversidad de especies presentes a lo largo de la costa en unas cuantas categorías con un valor de calidad ambiental asignado. La categoría asignada indica la especie o especies más abundantes en la costa prospectada y con su valoración y el tramo de costa que ocupa proporciona un valor de calidad ecológica. Los valores de EQR (Ecological Quality Ratio) se obtienen mediante el cociente entre el valor de calidad ecológica obtenido y el valor en las zonas de referencia. Los valores de EQR se asocian a las masas de agua, que son la entidad de gestión ambiental en la Directiva marco del agua (DMA). Permite realizar una valoración precisa del estado ecológico del litoral mediante un estudio no destructivo continuado de la costa y comparar los cambios de las comunidades algales a lo largo del tiempo y la evolución del estado ecológico de la zona costera.

Los resultados que se presentan aquí se basan en dos estudios elaborados por el equipo del CEAB-CSIC liderado por el doctor Ballesteros de los años 2006 y 2009: «Evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados bentónicos como bioindicadores. Informe final 2009-2010» e «Implementación de la Directiva marco del agua en las Islas Baleares. Evaluación de la calidad ambiental de las masas de agua costeras utilizando las macroalgas y los invertebrados bentónicos como bioindicadores (mayo 2005 - marzo 2007)».



Estado ecológico de los sectores de costa muestreados en las Islas Baleares en el año 2009 según la metodología CARLIT. FUENTE: Ballesteros *et al.* (2010).

¿POR QUÉ?

El principal objetivo de la Directiva marco del agua (DMA 2000/60/CEE) es conseguir (o mantener) como mínimo un estado ecológico bueno en las masas de agua europeas. Esta directiva introduce el uso obligatorio de bioindicadores para evaluar el estado ecológico de los sistemas acuáticos. Las comunidades de macroalgas de sustratos rocosos infralitorales son buenos indicadores de la calidad del agua. En concreto, las comunidades de *Cystoseira* son buenas indicadoras de la eutrofización marina, ya que son muy sensibles a esta presión.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Según la aplicación de la metodología CARLIT, el 91,7 % de la costa balear se encuentra en un estado ecológico muy bueno (33 sectores de un total de 36), y el 8,3 % (3 sectores), en un estado ecológico bueno.
- Las tres masas de agua en estado ecológico bueno son: la bahía de Sóller (MA-4), la bahía de Palma (MA-15) y el puerto de Maó (ME-3). En la bahía de Palma y el puerto de Maó, la sustitución de *Cystoseira amentacea* por *Corallina-Haltilton* parece relacionada con presiones antrópicas.
- En la bahía de Sóller (MA-4) se ha detectado un descenso del estado ecológico, que ha pasado de muy bueno en 2006 (con un EQR de 0,86) a bueno en 2009 (EQR de 0,71), con una disminución del EQR del 17,4 %.
- En el puerto de Maó hay una masa de agua muy modificada (ME-3), con el 78 % muy modificada (interior del puerto y otras estructuras artificiales), y no fue evaluada. Por tanto, la valoración de estado bueno obtenida no es representativa de toda la masa de agua. En Cala Sant Esteve, la comunidad estaba dominada por *Cystoseira amentacea*, lo que indica un estado muy bueno. El límite sur de esta masa de agua (con la masa ME-1C) se podría redefinir para mejorar las necesidades de gestión.
- Ninguno de los sectores de costa estudiados en Mallorca presenta un porcentaje alto de ocupación por *Cystoseira amentacea* muy abundante. En el resto de islas, esta categoría presenta valores más altos, pero tampoco predomina en ninguno de los sectores de costa.

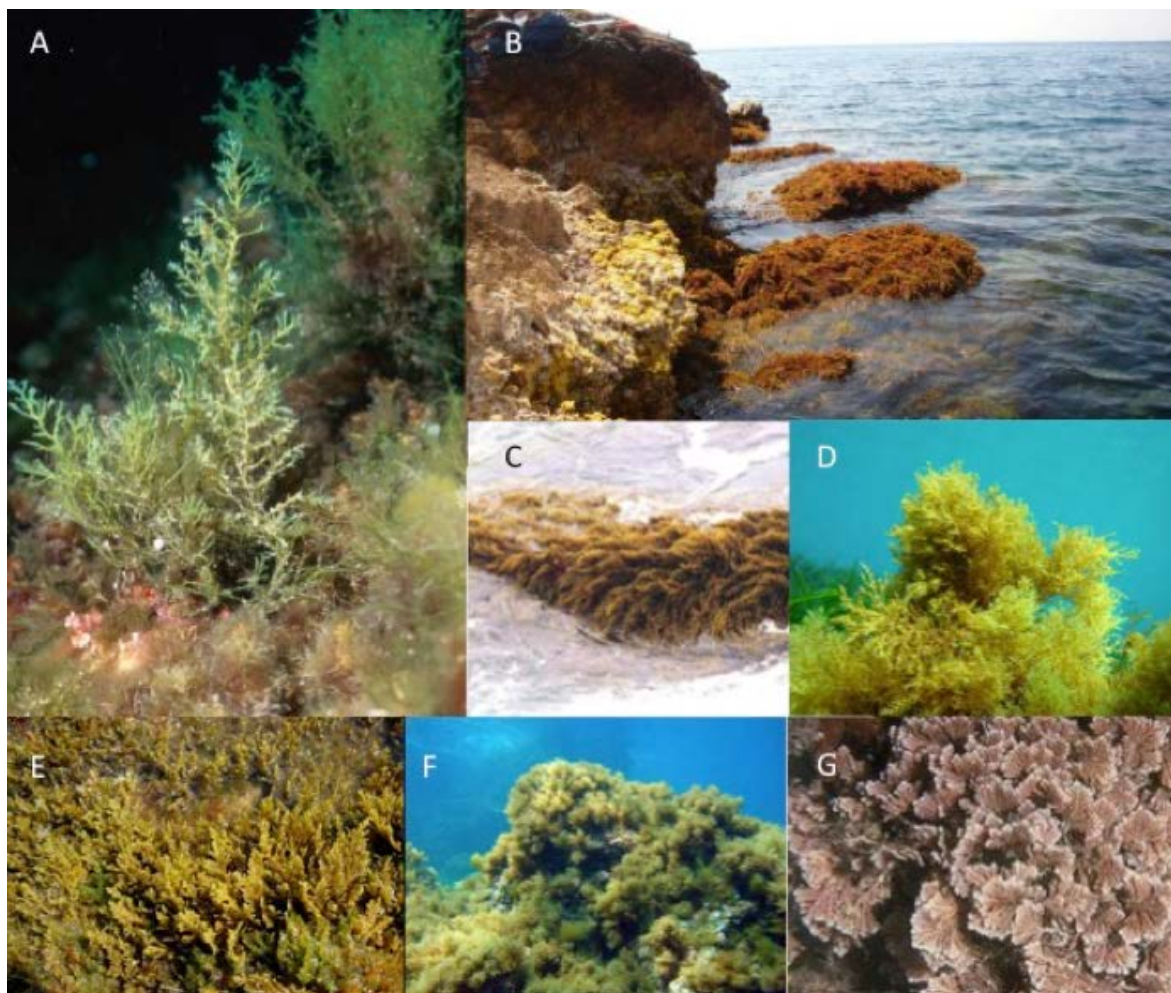


Figura 1. Comunidades de macroalgas dominantes en sustratos rocosos infralitorales del Mediterráneo. A: *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa*. B: comunidad de *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* frente al faro de Botafoc, Ibiza. C: comunidad típica de ambientes batidos y limpios del litoral dominada por *Cystoseira (Carpodesmia) amentacea* al sur de Menorca (Cap d'en Font). D: ejemplar de *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa* a un par de metros de profundidad (Portinatx, Ibiza). E: *Cystoseira compressa*. F: comunidad algal fotófila dominada por *Cystoseira (Carpodesmia) brachycarpa* y *dictyotals* (Portinatx, Ibiza). G: *Corallina elongata*. FUENTES: A, E y G: Ballesteros *et al.*²; B, C, D y F: Ballesteros *et al.*²

NORMATIVA DE APLICACIÓN

- Directiva marco del agua (2000/60/CE).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la planificación hidrológica.
- Decreto ley 1/2015, de 10 de abril, por el que se aprueba la Instrucción de planificación hidrológica para la demarcación hidrográfica intracomunitaria de las Islas Baleares.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

METODOLOGÍA

Aquí presentamos los resultados de dos estudios dirigidos por el doctor Enric Ballesteros, llevados a cabo en los años 2006 y 2009 en la costa de las Baleares, en los que se evalúa el estado biológico de las masas de agua de las Islas mediante la aplicación del índice CARLIT.^{2, 6}

Prospección visual

Se realizó una prospección de la costa con una embarcación neumática durante las primaveras de los años 2006 y 2009 (de abril a junio), coincidiendo con un desarrollo óptimo de las comunidades de fucas para permitir una valoración rápida y adecuada de las mismas.²

Los muestreos consistieron en la observación visual de las principales especies que constituyen las comunidades presentes sobre sustrato rocoso, y quedaron sin valorar las zonas de arena y el interior de los puertos. Se tuvieron en cuenta los ambientes cerrados que podrían ser considerados puertos naturales: el puerto de Maó y la bahía de Fornells.

Se estimó la unidad mínima de tramo de costa para valorar en un mínimo de cincuenta metros de longitud de costa recorrida en barca neumática a unos tres metros de la orilla.

La prospección visual consistió en diferenciar una serie de categorías, cuya extensión se marcó directamente sobre una fotografía aérea de la Aeroguía del litoral (Editorial Planeta, S. A., con fotografías

en color a escala 1:10.000 o 1:20.000) una vez recorrido cada lugar. Cada categoría se corresponde al tipo y a la abundancia de las comunidades de la zona infralitoral superior:^{2, 6}

- *Cystoseira* 5 (Cs5). El horizonte de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* es continuo, denso y muy bien constituido.
- *Cystoseira* 4 (Cs4). El horizonte de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* es continuo solo en los lugares más favorables al desarrollo de esta comunidad (sustrato horizontal).
- *Cystoseira* 3 (Cs3). El horizonte de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* es discontinuo; solo está bien constituido en aquellos lugares más favorables para la especie, y puede haber tramos más o menos largos de costa donde la *Cystoseira* esté ausente o solo haya individuos separados.
- *Cystoseira* 2 (Cs2). Las poblaciones de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* son poco densas y solo se encuentran de forma dispersa en los lugares más favorables.
- *Cystoseira* 1 (Cs1). Se observan individuos aislados de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* y en ningún caso se puede hablar de horizonte. Con esta categoría se quiere constatar solo la presencia de esta especie.

En lugares muy calmados donde *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* no se desarrolla se han considerado otras especies de *Cystoseira* (sobre todo *Cystoseira compressa* y, excepcionalmente, *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *crinita*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *barbata*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *algeriensis*, *Cystoseira* (*Treptacantha*) *ballesterosii* var. *tenuior* y *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *brachycarpa*).

- *Corallina-Haliptilon*. Aunque *Corallina elongata* y *Haliptilon virgatum* están presentes casi por doquier, esta categoría está definida por la abundancia de estas especies siempre que no haya individuos de *Cystoseira*. De hecho, las categorías 1 y 2 de *Cystoseira* (y parte de la categoría 3) son, en la práctica, horizontes de *Corallina elongata* o *Haliptilon virgatum* con *Cystoseira amentacea*. En la costa balear, a menudo se encuentra *Corallina elongata* en sustratos desplomados o verticales, y suele haber *Haliptilon virgatum* en lugares más soleados.
- Algas fotófilas. Se encuentran generalmente algas pardas de talo erecto, como *Dictyota fasciola*, *Dictyota ligulata* o *Dictyota dichotoma*, que substituyen a las algas del género *Cystoseira* en sustratos bien iluminados y con menos hidrodinamismo.
- *Mytilus*. Esta categoría está definida por el mejillón como especie más abundante, en ausencia de *Cystoseira*.

- Ulváceas. Categoría caracterizada por la ausencia de *Cystoseira* spp. y la abundancia de ulváceas (*Ulva*) y otras clorofíceas (*Cladophora* y *Chaetomorpha*).
- *Lithophyllum*. Las especies más abundantes son las coralináceas incrustantes de talo liso. Principalmente se trata de *Neogoniolithon brassica-florida*, así como bases de *Corallina elongata* y de otras coralináceas.
- Cornisa. La existencia de una cornisa del alga *Lithophyllum byssoides* en la zona mediolitoral inferior dificulta o imposibilita el desarrollo de un horizonte de *Cystoseira* spp. o de otras algas fotófilas en el nivel litoral estricto. Habitualmente se establece un poblamiento de algas esciófilas dominado por *Corallina elongata*, pero que cabe diferenciar del horizonte fotófilo de *Corallina*.
- Dendropoma. Esta estructura biogénica resulta de la asociación de dos especies, el vermético gasterópodo *Dendropoma petraeum* con el alga coralinácea *Neogoniolithon brassica-florida*. Aunque tiene una forma variable, habitualmente se trata de una plataforma horizontal cerca del nivel del mar, a pocos centímetros de la superficie. En algunos lugares se pueden encontrar acompañadas de *Cystoseira* spp. o *Palisada tenerima*.
- Cianoficias. Categoría propia de lugares altamente contaminados donde el poblamiento dominante está constituido por cianoficias acompañadas de otras algas muy resistentes a la contaminación (derbesiales, ulváceas).

Aparte de estas categorías, se añadieron otras de poco habituales, definidas a posteriori. En algunos casos se indicó también la abundancia de una especie determinada dentro de cada categoría (por ejemplo: *Cystoseira* 3 con *C. compressa*).

También se tomaron notas sobre los parámetros geomorfológicos que influyen en la composición de las comunidades durante la prospección visual:

- La naturaleza del sustrato: natural (N) o artificial (A).
- El tipo de costa: costa baja (CB) o costa alta (CA).
- El tipo de bloques: bloques dosimétricos de tamaño pequeño (BD) o bloques métricos de tamaño grande (BM).
- El grado de inclinación de la pared: horizontal (H), subvertical (SV), vertical (V), o desplome (D).

TRATAMIENTO DE DATOS

La información obtenida durante la prospección visual se trasladó a un sistema de información geográfico (SIG), al programa ArcGIS versión 9.2. Se utilizaron como soporte de datos las ortofotografías

en color del litoral balear realizadas a partir del año 2002 y la línea de costa elaborada en el año 1995, corregidas al hacer el SIG a escala 1:5.000. Se modificó la línea de costa para adecuarla a la actual, alterada por la continua proliferación de obras nuevas (construcción de puertos nuevos, espigones, etc.).

Del conjunto de datos del SIG se pueden extraer dos tipos de información: en primer lugar, la distribución y el estado de las comunidades que pueden encontrarse en la zona infralitoral superior de la costa balear, y en segundo lugar, un índice de calidad ambiental, el EQR, asociado a cada tramo de costa a partir del cociente entre el valor de calidad ecológica obtenido en el litoral balear y el valor de referencia.

La agrupación de los tramos de costa con la misma comunidad en función de diferentes criterios (territoriales, geomorfológicos, etc.) y la posterior representación en forma de gráficos permite ver claramente la ocupación territorial de las diferentes comunidades y su evolución al comparar años sucesivos. Ello debe ayudar a detectar la presencia no deseada de determinadas comunidades indicadoras de perturbaciones y a obtener una visión global del paisaje costero de las Islas Baleares.

La DMA establece que el índice EQR debe calcularse comparando los valores del lugar estudiado (las diferentes masas de agua de la costa balear) con las condiciones biológicas de las zonas de referencia. Este índice relaciona el estado ecológico real de la zona estudiada, obtenido durante la monitorización, con el estado ecológico potencial, marcado por las condiciones de referencia. Como condiciones de referencia se han escogido zonas en un estado ecológico excelente, a partir de un muestreo realizado en el año 2001. Son la fachada marítima del Parque Natural Regional de Córcega, la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera y la Reserva Marina del Norte de Menorca.

La obtención de un índice de calidad, el EQR (Ecological Quality Ratio), es un proceso relativamente complejo y requiere una serie de cálculos. Primero hay que asignar la calidad ecológica de las comunidades establecidas en una zona de costa (EQ). Estos EQ tienen en cuenta las longitudes de costa ocupada por cada comunidad (i) y la valoración de su calidad ambiental para todo el tramo de costa recorrido. Los valores de calidad ambiental asignados a cada comunidad (Tabla 1) fueron establecidos previamente por el grupo de investigación del CEAB-CSIC que desarrolló la metodología CARLIT. Estas valoraciones no son valores fijos, y se podrían modificar más adelante. El EQ se calcula así:

$$EQ_{SSI} = \frac{\sum (l_i * SL_i)}{\sum l_i}$$

Donde EQ_{SSI} es la calidad ecológica de un determinado tramo de costa; l_i , la longitud de la línea de

costa ocupada por el tipo de comunidad, y SL_i , la valoración de la calidad ambiental de la comunidad i.

Para calcular el índice EQR, se compara el valor EQ_{SSI} que se obtiene en el estudio de la costa balear con el EQ_{RSI} obtenido en el estudio de las zonas de referencia:

$$EQR = \frac{EQ \text{ per a la zona estudiada } (EQ_{SSI})}{EQ \text{ per a les zones de referència } (EQ_{RSI})}$$

COMUNIDADES	SL _i	COMUNIDADES	SL _i
Cs (calmado)	20	Cs1 + U	10
Fanerógamas	20	Co	8
Cs5	20	Co + Cer	8
T	20	Co + Cy	8
Af + Cs (calmado)	20	Co + Gel + L	8
Cs4	19	Co + Gel + M	8
Cs4 + M	19	Co + L	8
Cs4 + T	19	Co + L + U	8
Cs4 + U	19	Gel	8
Cs3	15	Co + M	7
Cs3 + M	15	Co + M + Cy	7
Cs3 + M + T	15	Co + M + T	7
Cs3 + T	15	Co + U	7
Cs3 + U	15	Gel + M	7
Cs2	12	Cer	6
Cs2 + L	12	L	6
Cs2 + T	12	L + M	6
Cs2 + T + U	12	M	6
Cs2 + U	12	Gel + M + U	5
Co + T	12	Gel + U	5
Af	12	L + U	5
H	12	M + U	5
Cs1-2	11	Co + U + Cy	3
Cs1-2 + T	11	U	3
Cs1	10	U + Cer	3
Cs1 + L	10	U + Cy	3

Tabla 1. Valoración de las comunidades y combinaciones de estas en las costas españolas y en las zonas de referencia *Cs1: *Cystoseira* 1; Cs2: *Cystoseira* 2; Cs3 *Cystoseira* 3; Cs4: *Cystoseira* 4; Cs5: *Cystoseira* 5; Cs1-2: *Cystoseira* 1-2; Cs2-3: *Cystoseira* 2-3; Cs3-4: *Cystoseira* 3-4; Cs4-5: *Cystoseira* 4-5; T: cornisa; Co: *Corallina*; L: *Lithophyllum*; M: *Mytilus*; U: ulváceas; Cer: *Ceramiales*; Gel: *Gelidium*; Af: algas fotófilas; Hv: *Halimnion* *virgatum*.

Cabe tener en cuenta la importancia de los parámetros geomorfológicos a la hora de determinar la composición de las comunidades. Se seleccionaron dos parámetros que, de acuerdo con los trabajos del grupo de investigación del CEAB-CSIC, son los que influyen más sobre las comunidades en ambientes poco afectados o nada por perturbaciones humanas: (1) la naturaleza del sustrato (natural o artificial); y (2) el tipo de costa (costa alta, costa baja o bloques métricos).

Se establecieron unas condiciones de referencia para cada combinación de estos dos parámetros geomorfológicos (Tabla 2). De esta manera, el EQR se calculó comparando los tramos de costa con la misma combinación de parámetros con la correspondiente condición de referencia para asegurar que las diferencias detectadas en el estado de las comunidades de los tramos de costa evaluados eran debidas a cambios en la calidad ambiental, y no a estos otros factores.

Comunidad	Mallorca (%)	Menorca (%)	Pitiusas (%)
<i>Cystoseira</i> muy abundante	36,62	46,39	55,67
<i>Cystoseira</i> abundante	35,21	27,12	27,20
<i>Cystoseira</i> poco abundante	13,50	8,48	10,13
<i>Cystoseira compressa</i>	0,67	0,16	0,23
<i>Cystoseira</i> de zonas calmadas	0,76	6,09	0,54
<i>Corallina-Haliptilon</i>	11,87	11,09	5,04
Otras	1,37	0,67	1,19

Tabla 4. Porcentaje de recubrimiento de las comunidades por isla.

TIPO DE COSTA	NATURALEZA DEL SUSTRATO	EQ _{PSI}
BM	A	12
CB	A	12
CA	A	8
BM	N	12
CB	N	17
CA	N	15

Tabla 2. Calidad ecológica de las zonas de referencia para los diferentes paisajes posibles.

Los valores de EQR oscilan entre 0 y 1, e indican un buen estado ecológico cuando son cercanos a 1, mientras que indican un mal estado ecológico cuando se acercan a 0. Dividiendo este rango entre cinco, se han definido los valores del índice EQR que limitan los cinco estados ecológicos propuestos por la DMA (Tabla 3).

EQR	ALTERACIÓN	ESTADO ECOLÓGICO
> 0,75 - 1,00	Inexistente o muy pequeña	Muy bueno
> 0,60 - 0,75	Ligera	Bueno
> 0,40 - 0,60	Moderada	Moderado
> 0,25 - 0,40	Grande	Deficiente
0,0 - 0,25	Muy grande	Malo

Tabla 3. Categorías del estado ecológico en función del EQR.

RESULTADOS

No hay grandes diferencias en las comunidades algales entre las diversas islas, donde, en conjunto, las comunidades de *Cystoseira* ocupan más del 85 % del recubrimiento total. La distribución de este porcentaje de recubrimiento entre las diferentes categorías de *Cystoseira* sí que varía entre islas. Las islas Pitiusas (Ibiza y Formentera) tienen una proporción mayor de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, con más del 90 % de ocupación, que es muy abundante en un 56 % de la su costa. En Menorca, es destacable que el 6 % de la costa está ocupada por especies de *Cystoseira* de zonas calmadas (*Cystoseira* (*Treptacantha*) *barbata*, *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *brachycarpa*, etc.), hecho que, junto con el 82 % ocupado por *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, indica su buen estado de conservación. En cambio, Mallorca presenta un porcentaje inferior de ocupación de especies del género *Cystoseira*, y sus abundancias son las más bajas encontradas. La comunidad de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* con altos recubrimientos solo se encuentra en un 37 % de la costa. La ocupación por *Corallina-Haliptilon* es muy similar en Mallorca y Menorca, con un 11 % de recubrimiento en las dos islas, y es más baja en las Pitiusas (5 %) (Tabla 4).

Isla	MA	Delimitación	EQR 2006	EQR 2009	Porcentaje de cambio 2009-2006	Tipo de cambio	Estado ecológico 2006	Estado ecológico 2009
MALLORCA	MA-1A	Cala Falcó - Na Foradada	1	0,98	-2,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-1B	Punta Castellot - Punta Negra	1	0,99	-1,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-2	Bahía de Santa Ponça	0,82	0,76	-7,3	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-3A	Punta Negra - Cap Gros	1	1	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	MA-3B	Ses Punes - Illa de Formentor	0,99	0,96	-3,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-4	Bahía de Sóller	0,86	0,71	-17,4	Empeora	Muy bueno	Bueno

Isla	MA	Delimitación	EQR 2006	EQR 2009	Porcentaje de cambio 2009-2006	Tipo de cambio	Estado ecológico 2006	Estado ecológico 2009
MALLORCA	MA-5	Bahía de Pollença	0,97	0,94	-3,1	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-6	Cap des Pinar - Illa d'Alcanada	0,99	1	1,0	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-7	Illa d'Alcanada - Colònia de Sant Pere	0,92	0,88	-4,3	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-8	Colònia de Sant Pere - Punta de Capdepera	1	0,95	-5,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-9	Punta de Capdepera - Portocolom	0,91	0,87	-4,4	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-10	Punta des Joncs - Cala Figuera	0,87	0,81	-6,9	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-11	Cala Figuera - Cala Beltran	0,91	0,98	7,7	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-12	Cabrera	1	0,92	-8,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-13	Cala Beltran - Cap de Regana	1	0,99	-1,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	MA-14	Cap de Regana - Cap Enderrocat	1	1	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	MA-15	Cap Enderrocat - Cala Major	0,69	0,75	8,7	Mejora	Bueno	Bueno
	MA-16	Cala Major - Cala Falcó	0,96	0,91	-5,2	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
MENORCA	ME-1A	Cap de Bajolí - Cap de Fornells	0,97	0,97	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	ME-1B	Es Morters - Punta des Clot	1	0,99	-1,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	ME-1C	Cala Sant Esteve - Punta Prima	0,99	1	1,0	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	ME-2	Bahía de Fornells	1	1	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	ME-3	Puerto de Maó	0,70	0,72	2,9	Mejora	Bueno	Bueno
	ME-4	Punta Prima - Punta na Pruna	0,93	0,95	2,2	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	ME-5	Punta na Pruna - Cap de Bajolí	0,91	0,86	-5,5	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
IBIZA	IB-1A	Punta des Jondal - Punta de sa Pedrera	0,96	0,98	2,1	Mejora	Muy bueno	Muy bueno

Isla	MA	Delimitación	EQR 2006	EQR 2009	Porcentaje de cambio 2009-2006	Tipo de cambio	Estado ecológico 2006	Estado ecológico 2009
IBIZA Y FORMENTERA	IB-1B	Cap Negret - Cap des Mossons	0,93	0,85	-8,6	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-2	Bahía de Sant Antoni	1	0,98	-2,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-3	Cap des Mossons - Punta Grossa	0,99	0,96	-3,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-4	Punta Grossa - Cala Llenya	0,98	1	2,0	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	IB-5	Cala Llenya - Punta Blanca	1	1	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	IB-6	Punta Blanca - Punta des Andreus	1	1	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	IB-7	Punta des Andreus - Punta de la Mata	0,93	0,95	2,2	Mejora	Muy bueno	Muy bueno
	IBFO-8	Freus de Ibiza y Formentera	1	1	0,0	Sin cambios	Muy bueno	Muy bueno
	FO-9	Punta de la Gavina - Punta de ses Pesqueres	1	0,99	-1,0	Empeora	Muy bueno	Muy bueno
	FO-10	Punta de ses Pesqueres - Punta de ses Pedres	0,98	1	2,0	Mejora	Muy bueno	Muy bueno

Tabla 5. Valores de EQR para cada sector de costa o masa de agua (MA) de las Baleares, obtenidos mediante la metodología CARLIT, que corresponden a los umbrales entre las cinco categorías de estado ecológico propuestas por la DMA.

*Se indica el porcentaje de cambio entre el muestreo del año 2006 y el del año 2009, la tipología del cambio (empeora, sin cambios o mejora) y el estado ecológico resultante de la aplicación de este índice.

No hay cambios significativos entre los dos años de muestreo (2006 y 2009) (Tabla 5). De los 36 sectores de costa evaluados, ninguno se encuentra en riesgo de incumplimiento, 33 presentan un estado ecológico muy bueno y 3, un estado ecológico bueno (Tabla 5).

Solo una masa de agua, la bahía de Sóller (MA-4), ha cambiado de categoría y ha pasado de muy bueno en el año 2006 (con un EQR de 0,86) a bueno en el 2009 (con un EQR de 0,71), con una disminución del EQR del 17,4 %. Esta diferencia no puede explicarse por un aumento de la longitud de costa muestreada, ya que en 2006 se prospectó un 91 % de la masa de agua. El cambio de las comunidades presentes podría estar relacionado con las obras de ampliación del puerto durante el año 2006, o con causas naturales. Por tanto, se debería realizar un seguimiento más exhaustivo de esta masa de agua para saber cuál es el origen de la perturbación (Tabla 5, Figura 2).

Las otras dos masas de agua que han presentado una valoración de estado bueno, la bahía de Palma (MA-15) y el puerto de Maó (ME-3), ya presentaban esta valoración en 2006. Se corresponden a las masas de agua más antropizadas, donde se ubican las capitales de las islas de Mallorca y Menorca (Tabla 5, figuras 2-3).

La isla de Mallorca es la que presenta más sectores de costa en estado ecológico bueno, con dos masas de agua, la de la bahía de Sóller (MA-4) y la de la bahía de Palma (MA-15), con esta categoría. Además, la masa de agua de la bahía de Santa Ponça (MA-2) presenta un valor de EQR de 0,76, cercano al 0,75, que es el límite entre las categorías de bueno y muy bueno, y ha empeorado en un 7,3 % entre los años 2006 y 2009 (Tabla 5, Figura 2).

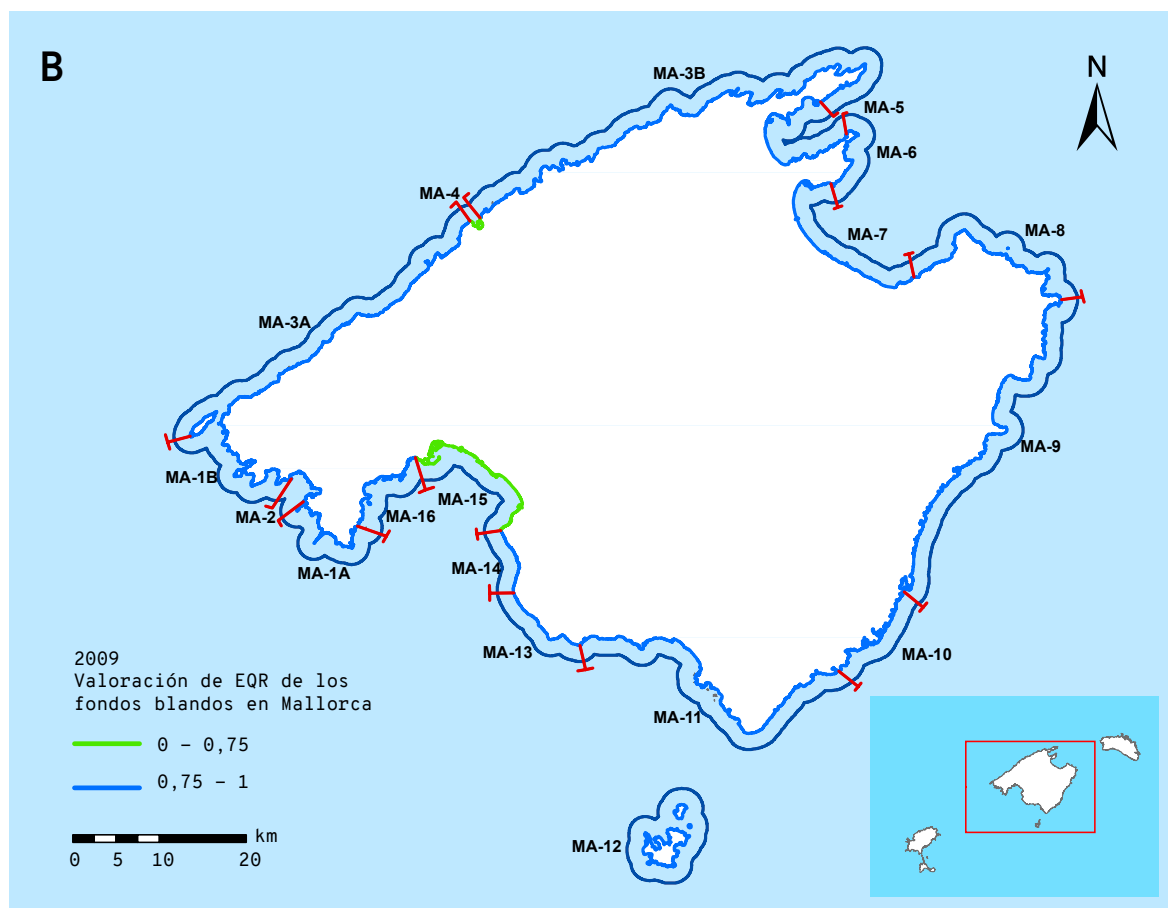
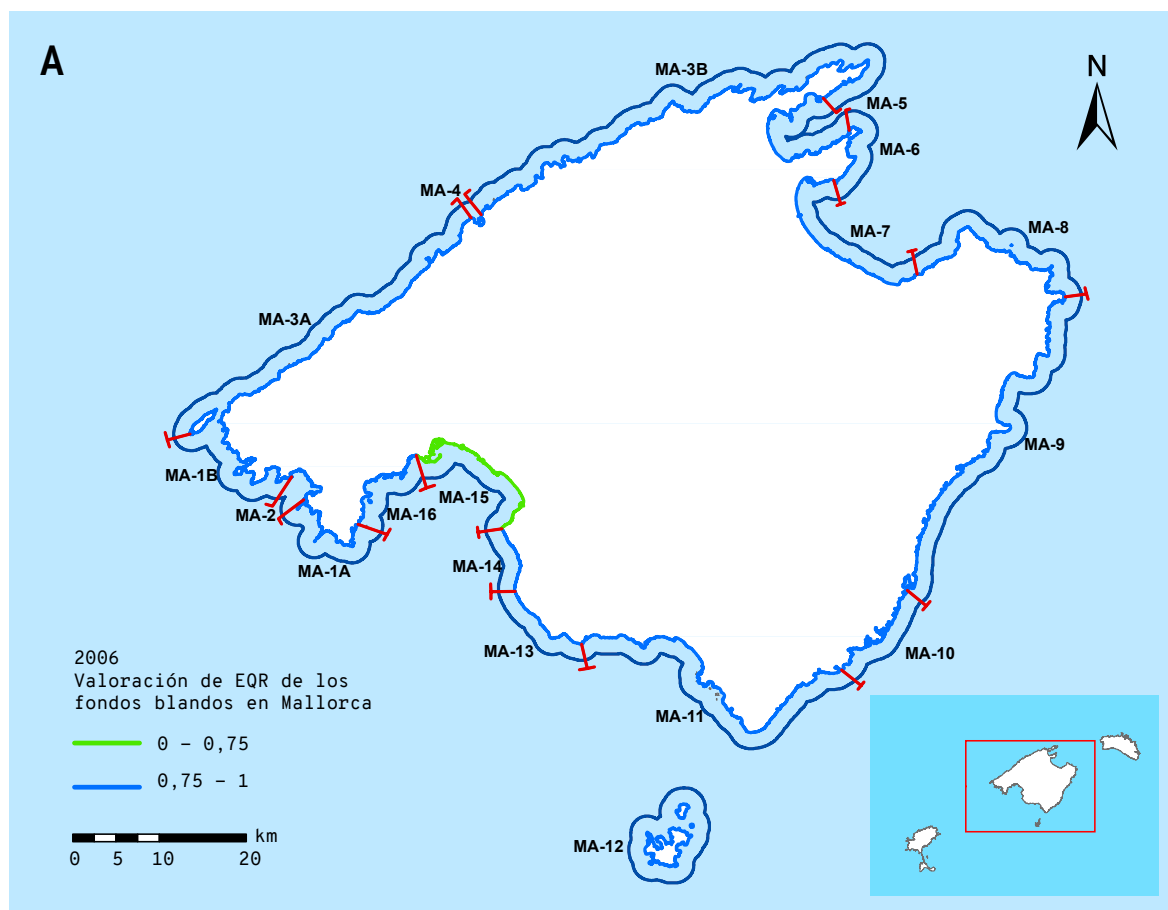


Figura 2. Valores de EQR para cada sector de costa en las islas de Mallorca y Cabrera en el año 2006 (A) y 2009 (B) según el índice CARLIT. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

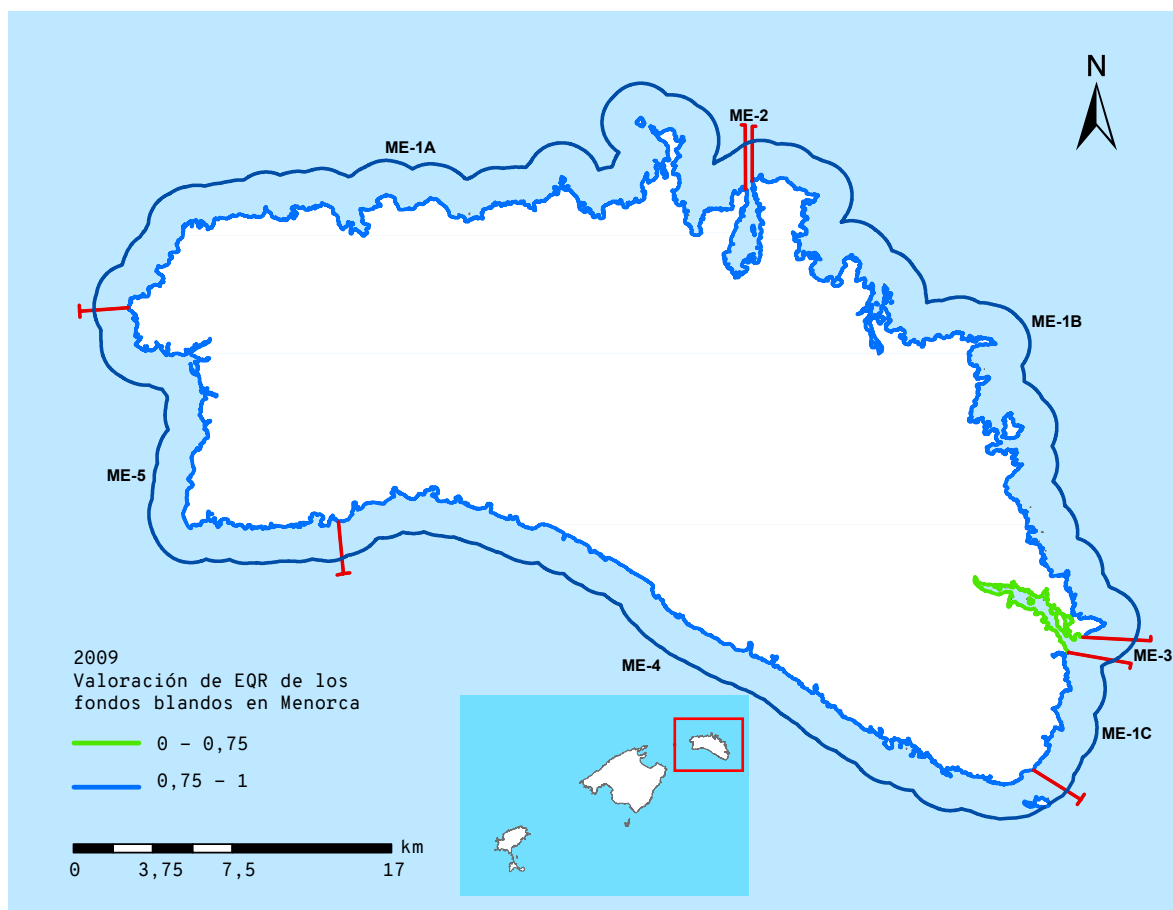


Figura 3. Valores de EQR para cada sector de costa en la isla de Menorca en el año 2009 según el índice CARLIT. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

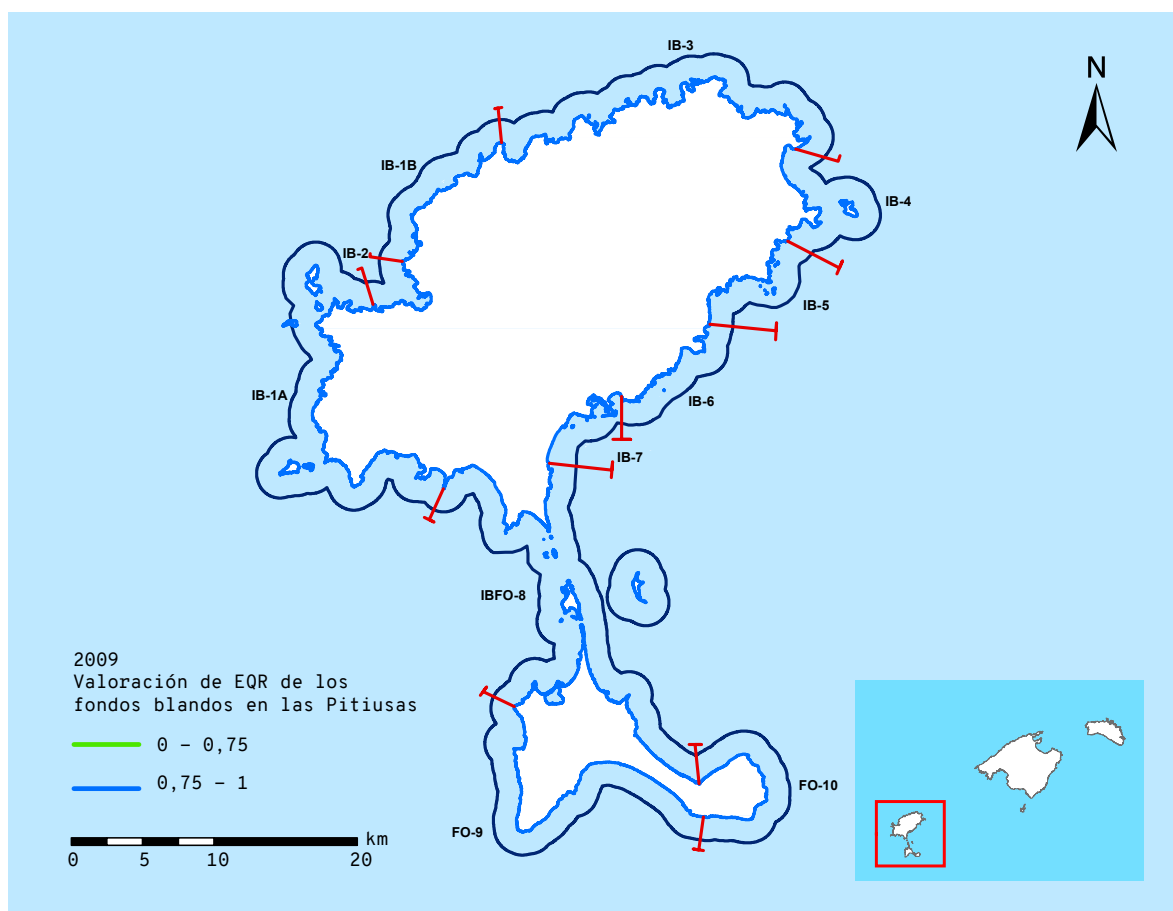


Figura 4. Valores de EQR para cada sector de costa en las islas de Ibiza y Formentera en el año 2009 según el índice CARLIT. FUENTE: Ballesteros *et al.*²

De los cinco sectores de la costa de Menorca, solo el del puerto de Maó (ME-3) presenta un estado ecológico bueno. Se trata de una masa de agua muy modificada para la cual no se requiere la evaluación del estado ecológico, sino la de un potencial ecológico (que todavía no se ha definido) (Tabla 1, Figura 3).

Los once sectores de Ibiza y Formentera presentan un estado ecológico muy bueno (Tabla 5, Figura 4).

CONCLUSIONES

- Se evaluó casi de manera continua toda la costa balear (un 93 %) con la metodología CARLIT. En un 7 % de la costa no se pudo aplicar dicha metodología por tratarse de costas de arena, interiores de puertos y zonas inaccesibles como áreas militares. Las masas de agua donde hubo un porcentaje de costa no evaluada más alto son: Pollença (MA-5), Alcúdia (MA-7), Palma (MA-15), Ibiza (IB-7) y Maó (ME-3). Una parte importante de la costa balear está constituida por sustratos desplomados, donde no puede desarrollarse la comunidad de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* (Cs4 y Cs5).
- De los 36 sectores de costa definidos en la costa balear, 33 se encuentran en un estado ecológico muy bueno, y 3 en un estado ecológico bueno. Los tres en estado bueno son la bahía de Sóller (MA-4), la bahía de Palma (MA-15) y el puerto de Maó (ME-3). En el caso de la bahía de Palma y el puerto de Maó, la sustitución de *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* por *Corallina*-*Haliptilon* en ciertas zonas parece relacionada con el efecto de las presiones antrópicas.
- En la bahía de Sóller (MA-4) se ha detectado un descenso del estado ecológico, que ha pasado de muy bueno en el año 2006 a bueno en 2009. Este hecho podría haber sido causado en parte por las obras de ampliación del puerto durante el año 2006. No obstante, la limitación en el desarrollo de la comunidad de *Cystoseira* puede ser en parte natural, ya que la presencia de acantilados medianos, con un escaso sustrato horizontal, impide el crecimiento de un horizonte continuo de *Cystoseira*. Se recomienda realizar un seguimiento más exhaustivo de esta masa de agua en los próximos años para detectar un posible empeoramiento de su estado ecológico.
- Teniendo en cuenta que, algunas veces, las presiones antrópicas se distribuyen de manera heterogénea dentro de una misma masa de agua, se pueden encontrar comunidades de diferente categoría de calidad ecológica según los tramos prospectados. Si estas masas no se prospectan enteras, podría ocurrir que los tramos escogidos no fuesen representativos de toda la masa de agua. Esto pasa en las masas MA-5, MA-7 y MA-16.
- En el caso de la masa de agua muy modificada del puerto de Maó (ME-3), el 78 % está fuertemente modificado (interior del puerto y otras estructuras artificiales) y no ha sido evaluado. Por tanto, la valoración de estado bueno obtenida no es representativa de toda la masa de agua. Por otro lado, en Cala Sant Esteve la comunidad está dominada por *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea*, lo que indica un estado muy bueno. El límite sur de esta masa de agua (con la masa ME-1C) podría redefinirse para que se atiendan mejor las necesidades de gestión.
- Ninguno de los sectores de costa estudiados en Mallorca presenta un porcentaje alto de ocupación por *Cystoseira* (*Carpodesmia*) *amentacea* muy abundante (Cs5). En el resto de islas, esta categoría presenta valores más altos, pero tampoco predomina en ninguno de los sectores de costa.
- Solo se dispone de datos de CARLIT para los años 2006 y 2009. Actualmente se ha licitado un proyecto para elaborar un estudio que evalúe el EQR siguiendo la metodología CARLIT y el índice MEDOCC durante el año 2020.

REFERENCIAS

- ¹ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 172-180. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.038.
- ² BALLESTEROS, E. *et al.* (2010). «Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors. Informe final 2009-2010». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ³ SALES, M.; BALLESTEROS, E. (2009). «Shallow *Cystoseira* (Fucales: *Ochrophyta*) assemblages thriving in sheltered areas from Menorca (NW Mediterranean): Relationships with environmental factors and anthropogenic pressures». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 84, 476-482. DOI: 10.1016/j.ecss.2009.07.013.
- ⁴ ARÉVALO, R.; BALLESTEROS, E.; PINEDO, S. (2007). «Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae». *Marine Pollution Bulletin*, 55, 104-113. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.023.
- ⁵ ARÉVALO, R.; BALLESTEROS, E.; PINEDO, S. (2015). «Seasonal dynamics of upper sublittoral assemblages on Mediterranean rocky shores along a eutrophication gradient». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 161, 93-101. DOI:10.1016/j.ecss.2015.05.004.
- ⁶ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears. Avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.



Vista aérea del Port d'Alcúdia, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

Presión

IV	Especies alóctonas	190
V	Contaminación	214
VI	Presión pesquera	244
VII	Presión humana y turismo	258
VIII	Cambio climático	302



Cangrejo araña (*Percnon gibbesi*), considerado una especie invasora. FUENTE: Xavier Salvador.

IV

Especies alóctonas

- 57 Especies exóticas e invasoras en el mar Balear 192
(*Callinectes sapidus*, *Lophocladia lallemandii*, *Caulerpa cylindracea*,
Womersleyella setacea, *Asparagopsis taxiformis*, *Acrothamnion preissii*, *Percnon*
gibbesi, *Caulerpa taxifolia*, *Halimeda incrassata*)
- 58 Área invadida por *Halimeda incrassata* 208

Especies exóticas e invasoras en el mar Balear

Las especies que desarrollan un carácter invasor suelen ser un pequeño porcentaje del número total de especies exóticas que se establecen en los diferentes hábitats marinos. Entre las especies incluidas en Catálogo español de especies exóticas invasoras (EEI) (Ley del 42/2007 [BOE-A-2007-21490]) se encuentra un grupo de algas macrófitas marinas que se desarrollan en la zona infralitoral, y en las Baleares se han establecido poblaciones en diferentes localizaciones de las siguientes especies: *Acrothamnion preissii*; *Asparagopsis taxiformis*; *Caulerpa racemosa*; *Caulerpa taxifolia*; *Codium fragile*; *Lophocladia lallemandii*; *Sargassum muticum* y *Womersleyella setacea*. Asimismo, desde principios de los años 2000 se incluye también el crustáceo decápodo *Percnon gibbesi*, que se desarrolla en la zona supramareal e infralitoral. En los últimos años, las especies *Halimeda incrassata* y *Callinectes sapidus* (no incluidas en el Catálogo español de especies exóticas) se han expandido en el archipiélago balear.

La información cualitativa y cuantitativa sobre la abundancia y extensión espacial de estas especies invasoras en un área determinada se considera uno de los criterios establecidos por la DMEM (Decisión 2017/848/EU) para llevar a cabo una evaluación del buen estado ambiental (BEA). El uso de indicadores (valores métricos de abundancia o cobertura) y descriptivos (extensión y distribución) de estas especies sirve para establecer tendencias en el impacto tanto sobre la biodiversidad como sobre la integridad del fondo marino.

El seguimiento del grupo de algas macrófitas invasoras fue diseñado y establecido por el Dr. Enric Ballesteros del Centro de Estudios Avanzados de Blanes del Consejo Superior de Investigaciones

Científicas (CEAB-CSIC), en el año 2008. Desde entonces se viene realizando en colaboración con el personal de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (EIJF) (La Mola, Menorca) de la Consejería de Educación y Universidad (Gobierno Balear) y el Centro Oceanográfico de Baleares (COB-IEO).

La información de este programa de seguimiento, junto con la información de campañas piloto realizadas en la zona infralitoral para la biodiversidad (EIJF/COB-IEO), ^{1,2,3} se han empleado para realizar las fichas actualizadas del seguimiento de las especies invasoras en el archipiélago balear, incluyendo la información proveniente de la ciencia ciudadana (<http://observadoresdelmar.es/> y <https://biodibal.uib.cat/>).

Callinectes sapidus Rathbun, 1896

ESTATUS

Especie comercial (Listado de denominaciones comerciales de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España, BOE-A-2016-3357).

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Especie del Atlántico occidental que vive naturalmente en la costa este de América, desde Nueva Escocia y Canadá hasta el norte de Argentina.⁴

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Transporte marítimo por aguas de lastre vía dispersión de las larvas.⁵

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

C. sapidus fue citada por primera vez en el Mediterráneo oriental en el año 1935.⁶ En el año 2005 se encontraron dos larvas megalopas en las aguas oceánicas del mar Balear,⁷ pero no fue hasta el año 2015 que ejemplares adultos se identificaron en Ibiza (Santa Eulària des Riu, Ses Salines de Ibiza y Formentera), y posteriormente fueron registrados más ejemplares adultos de la especie en las diferentes islas: 19 en Mallorca (S'Albufera y Port de Pollença) y 3 en Menorca (torrente de Cala Galdana y Albufera des Grau).⁸ Desde entonces, la especie se ha ido expandiendo en las aguas dulces y salobres, con pocas citas en el medio marino (comunicación personal).



Figura 1. Localizaciones de presencia de *C. sapidus* en las Islas Baleares. FUENTE: (adultos) Ciencia ciudadana y (larvas) Carbonell *et al.* (2014).



Figura 2. Imagen de *C. sapidus*. FUENTE: Enric Ballesteros.

Lophocladia lallemandii (Montagne) F. Schmitz, 1893

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA Y EXPANSIÓN

Alga originaria del mar Rojo y la zona Indo-Pacífica.

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN

Canal de Suez.

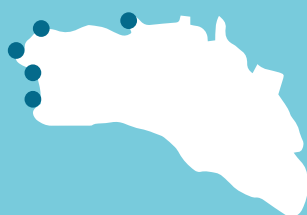
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

L. lallemandii se detectó por primera vez en el año 1998 en Ibiza y, desde entonces, se ha ido expandiendo rápidamente por las islas de Formentera, Mallorca y Menorca.

RESULTADOS

Hasta el año 2014 presentaba una abundancia en cobertura por transecto superior al 50 % al oeste de Menorca y entre el 1 % y el 5 % al norte y al este.¹ Pero en los últimos años se ha observado cómo se ha extendido su distribución al sur y al este de la isla (Figura 1). Sin embargo, su abundancia promedio ha disminuido respecto a los primeros años, representando en la actualidad menos del 25 % de la cobertura por transecto.² En profundidad, su máxima cobertura se da entre 5 y 25 metros, con una presencia prácticamente nula a mayor profundidad. Exceptuando el año 2016, en el que su población se desplazó hacia cotas más profundas, que en 2018 volvió a profundidades más someras (Figura 2).

2008



2018



Figura 1. Localizaciones de *L. lallemandii* en la red de estaciones del programa de seguimiento en el año 2008 (a) y en el 2018 (b). FUENTE: EIJF / COB-IEO.



Figura 2. Porcentaje (%) de cobertura promedio de *L. lallemandii* entre 0 y 50 m de profundidad desde el año 2008 hasta el 2018. FUENTE: EIJF / COB-IEO.



Figura 3. Localizaciones de *L. lallemandii* en la red de estaciones de muestreo en la zona infralitoral rocosa del archipiélago balear. FUENTE: EIJF / COB-IEO.



Figura 4. Alga invasora *Lophocladia lallemandii* (roja). FUENTE: Enric Ballesteros.

Caulerpa cylindracea Sonder, 1845

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Especie de origen australiano, concretamente del sudoeste de Australia.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

C. cylindracea se encuentra en todo tipo de fondos entre 0 y 70 metros de profundidad. Se ha expandido notablemente en las Baleares y en determinadas zonas presenta abundancias altas.³

2008



2018



Figura 1. Localizaciones de *C. cylindracea* en la red de estaciones del programa de seguimiento en el año 2008 (a) y en el 2018 (b). FUENTE: COB-IEO.

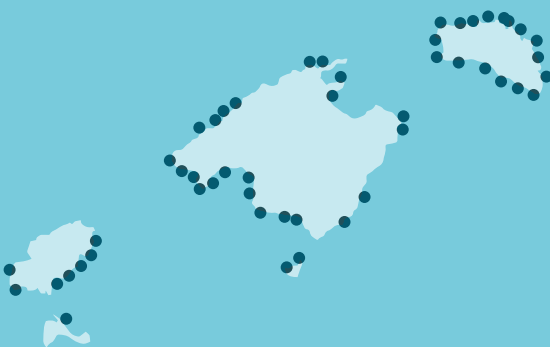


Figura 3. Localizaciones de *C. cylindracea* en la red de estaciones de muestreo en la zona infralitoral rocosa del archipiélago balear. FUENTE: EIJF / COB-IEO.

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Transporte marítimo (aguas de lastre y *biofouling*) y acuariofilia.

RESULTADOS

Desde el año 2008 hasta 2018 se ha expandido progresivamente desde la Illa de l'Aire a toda Menorca.¹ Sin embargo, en los dos últimos años de muestreo (2016 y 2018) se observa una disminución de su abundancia. En 2018, como promedio no superó el 5 % de la cobertura. Los valores más altos de abundancia se encontraron, al oeste, en la zona de Ciutadella; al este, en la Illa de l'Aire y La Mola; al norte, en Cavalleria y la Mola de Fornells.² Al analizar la serie temporal se puede observar cómo la especie ha ido aumentando su cobertura desde el año 2010, especialmente en las zonas profundas, y en menor medida en los primeros 10 metros de profundidad. Los valores máximos de cobertura se detectaron en el año 2014 a 25 metros. En los años 2016 y 2018 su presencia fue casi nula en los primeros 25 metros, y su máxima cobertura se encontró entre 40 y 45 metros (Figura 2).

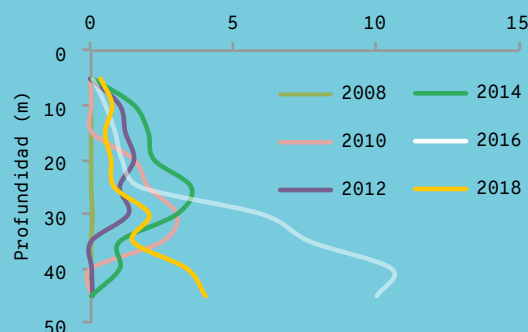


Figura 2. Porcentaje (%) de cobertura promedio de *C. cylindracea* entre 0 y 50 m de profundidad del año 2008 hasta el 2018. FUENTE: EIJF / COB-IEO.



Figura 4. Imagen de *C. cylindracea*. FUENTE: Enric Ballesteros.

Womersleyella setacea (Hollenberg) R. E. Norris, 1992

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Exótica.

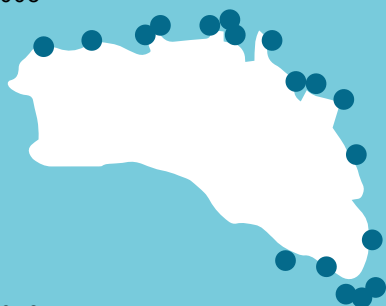
DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Descrita originalmente en las islas hawaianas y posteriormente en regiones tropicales del Pacífico y el Atlántico.

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Transporte marítimo (aguas de lastre) y dispersión por redes de pesca.

2008



2018

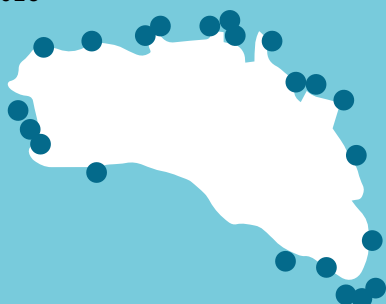


Figura 1. Localizaciones de *Womersleyella setacea* en la red de estaciones del programa de seguimiento en el año 2008 (a) y en el 2018 (b). FUENTE: EIJF / COB-IEO.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Se encuentra en fondos rocosos y esciáfilos, formando alfombras gruesas y resistentes.⁹ *W. setacea* se ha establecido en Menorca hace ya un par de décadas, y es más abundante en la zona norte de la isla debido a la morfología de la costa, formada por fondos más profundos y con mayor pendiente, constituidos por hábitats de coralígenos y algas hemiesciáfilas.¹

RESULTADOS

Los datos recogidos desde 2008 hasta 2014 mostraban una tendencia a la disminución de la abundancia en toda Menorca.¹ No obstante, en los dos últimos años de muestreo, 2016 y 2018, vuelve a ser abundante en el norte de la isla.²

En la figura 2 se puede observar cómo *W. setacea* se distribuye entre 25 y 45 m de profundidad y presenta su máxima cobertura a 40 m. En el año 2018, se registraron valores mucho más bajos a 35 m. Esta diferencia se debió únicamente a la disminución observada en algunas estaciones del norte de la isla.²

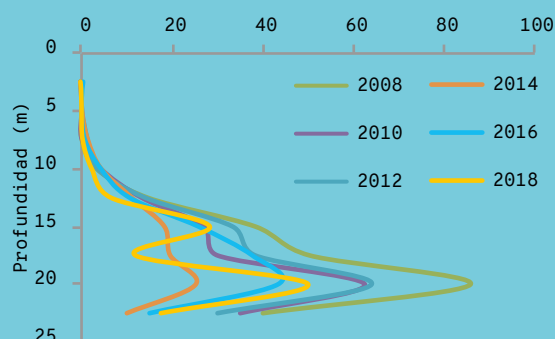


Figura 2. Porcentaje (%) de cobertura promedio de *W. setacea* entre 0 y 50 m de profundidad del año 2008 hasta el 2018. FUENTE: EIJF / COB-IEO.

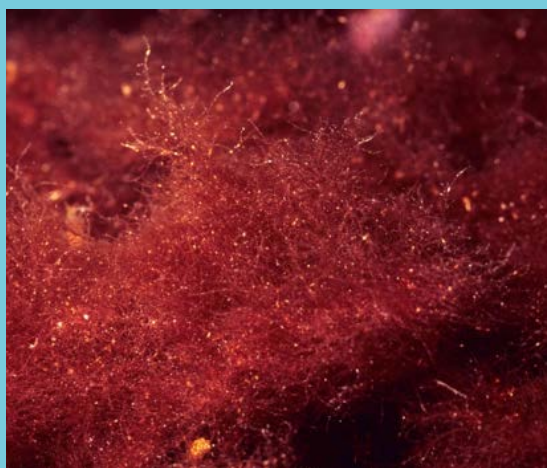


Figura 3. Imagen de *W. setacea*. FUENTE: Enric Ballesteros.

Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Criptogénica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Originaria del oeste de Australia, con una distribución muy amplia en todos los mares tropicales y subtropicales.

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Transporte marítimo (aguas de lastre).

RESULTADOS

En el programa de seguimiento de algas invasoras de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (Menorca) se ha observado que *A. taxiformis* no representa una especie dominante en una comunidad ni desplaza a otras especies; por lo tanto, no presenta un carácter invasor en la isla.² Se encuentra presente en todas las islas del archipiélago balear y actualmente se considera un alga establecida en las Baleares.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Se citó por primera vez en la Islas Baleares en el año 1993, concretamente en Ciutadella (Menorca)¹¹. Se trata de un alga que en su ciclo de vida presenta dos fases diferenciadas morfológicamente: una fase esporofítica en invierno y primavera, localizada en comunidades fotófilas a poca profundidad, y una fase gametofita, presente todo el año, aunque más común en primavera y verano en comunidades hemiesciáficas situadas entre 10 y 30 m de profundidad.¹



Figura 1. Localizaciones de *Asparagopsis taxiformis* en la red de estaciones del programa de biodiversidad en el infralitoral del año 2016, programa de seguimiento. FUENTE: EIJF / COB-IE0.



Figura 2. Imagen de *Asparagopsis taxiformis*. FUENTE: Enric Ballesteros.

Acrothamnion preissii E. N. Wollaston, 1968

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Originaria del Indo-Pacífico, nativa del oeste de Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica y Japón.

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Transporte marítimo, incrustaciones en el casco de las embarcaciones (*biofouling*).

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

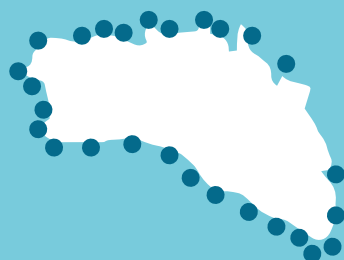
Se trata de una especie que crece en lugares donde la luz es atenuada, entre 5 y 70 metros de profundidad. Crece sobre los rizomas de *Posidonia oceanica* y otras algas esciáfilas de la zona infralitoral. Por otra parte, puede formar densas alfombras y llegar a desplazar la flora y fauna de la zona. Se encuentra instalada en las Islas Baleares desde hace al menos 20 años, y ya se considera un alga establecida.¹

RESULTADOS

Entre el año 2008 y 2016 ha presentado una distribución muy similar. Pero en el último año de seguimiento se detectó una disminución de la especie respecto a los años anteriores, especialmente en la zona norte, este y oeste de la isla. Esta disminución fue menor en el sur de Menorca, donde presentó una abundancia similar respecto a los años anteriores, lo que se podría explicar por una mayor cobertura de prados de *Posidonia oceanica*.²

Su máxima cobertura se encuentra entre los 15 y 35 metros de profundidad, mostrando una tendencia a disminuir en su abundancia en todo el rango batimétrico de distribución. Durante los primeros años de muestreo, la máxima cobertura promedio (casi el 40 %) se encontraba a 25 metros de profundidad, que disminuyó al 15 % en el año 2014 y no superó el 5 % en 2018 a ninguna profundidad (Figura 2).

2008



2018

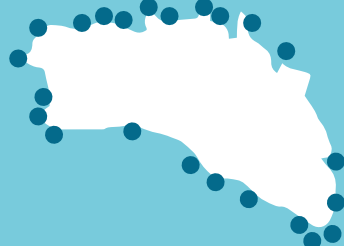


Figura 1. Localizaciones de *Acrothamnion preissii* en la red de estaciones del programa de seguimiento en el año 2008 (a) y en el 2018 (b). FUENTE: EIJF / COB-IEO.

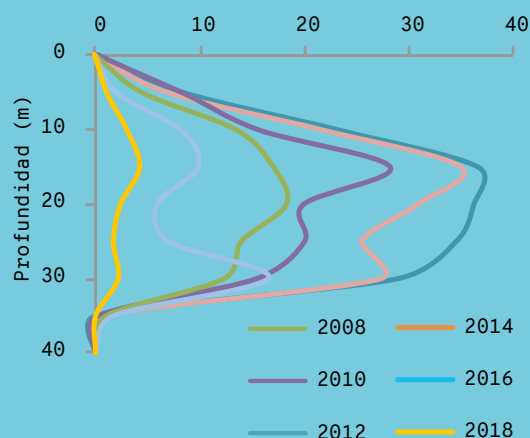


Figura 2. Porcentaje (%) de cobertura promedio de *Acrothamnion preissii* entre 0 y 40 m de profundidad del año 2008 hasta el 2018. FUENTE: EIJF / COB-IEO.

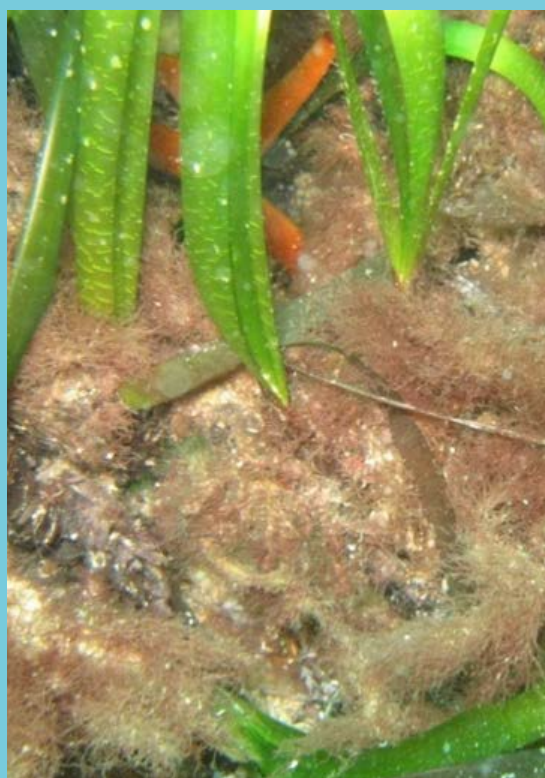


Figura 3. Imágenes de *Acrothamnion preissii*. FUENTE: Enric Ballesteros.

Percnon gibbesi (H. Milne Edwards, 1853)

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Se distribuye naturalmente en el océano Pacífico desde Chile hasta California, y en el Atlántico desde Brasil a Florida y desde el Golfo de Guinea hasta Madeira.

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Transporte marítimo (aguas de lastre y/o incrustaciones) y mediante el transporte de larvas por las corrientes.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Percnon gibbesi fue citada por primera vez en el Mediterráneo en el año 1999, concretamente en la isla Linosa, en Italia.¹² Ese mismo año fue citada en Mallorca y Menorca¹³ y en Ibiza.¹⁴ Posteriormente se ha expandido con rapidez por todo el Mediterráneo. En la actualidad, esta especie muestra poblaciones establecidas y estables en el archipiélago balear, lo que dificulta su erradicación. Vive en hábitats rocosos de la zona infralitoral entre 0,5 y 8 metros de profundidad, en grietas, puertos comerciales y marinas deportivas, con un máximo de abundancia a 1 m de profundidad.¹⁵



Figura 1. Localizaciones de presencia de *Percnon gibbesi* en las Islas Baleares obtenidas de diversas fuentes. FUENTE: Ciencia ciudadana.



Figura 2. Imagen de *Percnon gibbesi*. FUENTE: Salud Deudero.

Caulerpa taxifolia (M. Vahl) C. Agardh, 1817

ESTATUS

Especie exótica invasora (Catálogo español de especies exóticas invasoras. Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto).

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Especie del Caribe, el Atlántico sur y el Pacífico, en zonas tropicales y subtropicales.

VÍA DE INTRODUCCIÓN

De forma accidental en el Mediterráneo occidental debido a un escape de agua con propágulos de los acuarios del Museo Oceanográfico de Mónaco en 1984.¹⁶

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Fue citada por primera vez en Cala d'Or (Mallorca) en el año 1992.¹⁷ Tras su fase de expansión en el archipiélago balear, actualmente la especie está en regresión y solo se encuentra en la zona sudeste de la isla de Mallorca.



Figura 1. Localizaciones de presencia de *Caulerpa taxifolia* en las Islas Baleares. FUENTE: Ciencia ciudadana.



Figura 2. Imagen de *Caulerpa taxifolia*. FUENTE: Enric Ballesteros.

Halimeda incrassata (J. Ellis) J. V. Lamouroux, 1816

ESTATUS

Especie exótica.

ESTATUS EASIN

Especie exótica.

DISTRIBUCIÓN BIOGEOGRÁFICA

Se distribuye naturalmente en el océano Atlántico tropical y el océano Indo-Pacífico.¹⁸

POSIBLES VÍAS DE INTRODUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Acuicultura y transporte marítimo (incrustaciones en anclas y yates).¹⁹

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

H. incrassata fue citada por primera vez en el Mediterráneo en el año 2011, específicamente en la Reserva Marina de la Bahía de Palma, localizada a lo largo de la costa suroeste de la isla de Mallorca.¹⁹ En el año 2014 fue detectada en la parte occidental de la bahía de Palma, en Portals Vells.¹⁹ Se posiciona como una nueva especie potencialmente invasora en las Baleares. Crece sobre fondos arenosos, matas de *Posidonia oceanica* y sobre zonas rocosas, y puede llegar a formar praderas muy extensas. Productora de materia orgánica y formadora de carbonato cálcico en sedimentos,^{20,21} presenta una tasa de crecimiento alta^{20,22} e interactúa con especies nativas.²³ Consecuentemente, puede amenazar la estructura y el funcionamiento del ecosistema nativo.



Figura 1. Localizaciones de presencia de *Halimeda incrassata* en las Islas Baleares. FUENTE: Ciencia ciudadana.



Figura 2. Imagen de *Halimeda incrassata*. FUENTE: Enric Ballesteros.

El Sexto Programa de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente Europea (Decisión del Parlamento Europeo nº 1600/2002/CE), dio origen a la Comunicación de la Comisión de 2002 «Hacia una estrategia de protección y conservación del medio ambiente marino» [COM (2002) 539], y esta dio lugar a la Comunicación de Comisión de 2005 «Estrategia temática sobre la protección y la conservación del medio ambiente marino» [COM (2005) 504]. Como resultado final de estas comunicaciones se aprobó la Directiva marco sobre la estrategia marina (DMEM) [2008/56/CE] por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino, con el objetivo general de promover la utilización sostenible de los mares y proteger los ecosistemas marinos, utilizando un enfoque ecosistémico que incluya zonas protegidas y cubra todas las actividades humanas causantes de impacto en el medio marino.

Por su parte, el Estado español desarrolló la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad [BOE-A-2007-21490], en la que las especies exóticas e invasoras (EEI) se definen como aquellas especies que se introducen o establecen en un ecosistema o hábitat natural o seminatural y son un agente de cambio y amenaza para la diversidad biológica nativa, ya sea por su comportamiento invasor o por el riesgo de contaminación genética. Las EEI se consideran una de las causas de pérdida de biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas.²³

La definición de EEI se establece diferenciando las especies exóticas, que son especies introducidas fuera de su área de distribución normal, de las especies exóticas invasoras, que son especies que al establecerse fuera de su área de distribución y propagarse modifican los ecosistemas, los hábitats u otras especies. Las especies que se detectan de forma casual o que están formando parte de las comunidades en los diferentes hábitats contribuyen a la biodiversidad de los mismos. Solo las especies invasoras constituyen una amenaza para la biodiversidad de los ecosistemas. Las EEI invasoras son una de las presiones ambientales que sufre el medio marino, y deben evaluarse en la aplicación de la Directiva marco de la estrategia marina de la Unión Europea (DMEM). Esta presión ambiental—el denominado Descriptor 2 (D2)—, define su buen estado medioambiental (BEA) como aquel en el que «la introducción de especies no autóctonas debido a las actividades humanas se encuentra a niveles que no afectan adversamente los ecosistemas». Es un descriptor cualitativo que se basa principalmente en dos criterios: el criterio primario (D2C1), que establece el número de nuevas especies alóctonas introducidas por la actividad humana por periodo de evaluación (cada 6 años) desde el año de referencia inicial—que en el caso de la primera evaluación de la DMEM se realizó en el año 2012—; y dos criterios secundarios, uno que mide la abundancia y distribución espacial de EEI establecidas (D2C2)—midiendo su tendencia de abundancia y distribución en el espacio—, y otro (D2C3) que mide la proporción (tasa) de estas especies en relación a las especies nativas y estudia su efectos adversos.

Los principales vectores de introducción debidos a la actividad humana son el transporte marítimo—tanto por la liberación de aguas de lastre como por organismos bioincrustantes que viajan en los cascos de las embarcaciones— y la introducción de organismos no nativos por la acuicultura o la liberación al mar de ejemplares exóticos del comercio de acuariofilia. Otras vías de introducción desde el Atlántico oriental y desde el océano Índico son los corredores del Estrecho de Gibraltar y del Canal de Suez, que favorecen la introducción y la expansión de especies más típicas de aguas cálidas tanto desde zonas del Mediterráneo como de ambientes cercanos de las zonas circuntropicales más próximas.

El éxito de la introducción y establecimiento de EEI depende de las cantidades y frecuencias en que llegan los propágulos (quistes, esporas o larvas) y/o individuos adultos. La secuencia desde una introducción a una invasión comienza desde la fase I, cuando la especie aparece en el nuevo hábitat; la fase II, cuando la especie es capaz de reproducirse en el nuevo hábitat; la fase III, cuando pasa a ser considerada localizada y rara; la fase IVa, cuando se considera extendida y rara (poco abundante); la fase IVb, cuando se considera extendida y abundante; y la fase V, cuando se considera invasora (extendida y dominante).

Un inventario actualizado de la lista de especies exóticas identificadas en el Mediterráneo occidental sitúa el número de estas en torno a 250.²⁴ Este número aparece bastante estable, con una ligera disminución en relación al listado anterior realizado en el año 2012.²⁵ La biodiversidad marina por grupo taxonómico de las EEI en el Mediterráneo es, por orden de mayor a menor número de especies: moluscos, crustáceos, poliquetos, algas macrofitas, peces y foraminíferos; mientras que los grupos de cnidarios, briozoos y ascidias presentan un menor número de EEI.²⁵ La importancia relativa de los grupos taxonómicos depende en gran parte de la experiencia en identificación de especies por parte de los expertos. Así, los grupos taxonómicos con mayor número de EEI detectadas son los que generalmente son más abundantes y que cuentan con mayor número de expertos. Del total de especies exóticas en el Mediterráneo se estima que solo alrededor del 15 % son invasoras²⁶, mientras que el resto de especies se ha detectado casualmente (una o dos veces, en general presentan pocas citas) o bien están establecidas en los hábitats y ecosistemas sin alterarlos negativamente, por lo que contribuyen a la biodiversidad.

Dentro del Mediterráneo occidental, las Islas Baleares se localizan en una región oceánica de características oceanográficas muy dinámicas asociada a frentes marinos y giros ciclónicos.^{27,28,29} Estas condiciones favorecen un cierto aislamiento de las poblaciones y hábitats^{7,30,31,32,33} pero no aísla completamente el archipiélago, y las poblaciones de las especies marinas pueden dispersarse entre las diferentes zonas del Mediterráneo occidental a través de las fases larvarias planctónicas que se

dispersan mediante las corrientes y por migraciones entre zonas próximas de individuos adultos. Sin embargo, el principal vector de introducción de especies exóticas en las Islas es el transporte marítimo, cuya intensidad es muy importante en las Baleares. Considerando estos factores de dispersión e introducción, la lista de EEI en el mar Balear contempla las especies detectadas en el Mediterráneo occidental, que a su vez se han detectado en el archipiélago. La lista que se presenta incluye las especies de algas unicelulares

que pueden causar floraciones marinas nocivas (dinoflagelados), una bacteria y un protozoo parásito, ambos causantes potenciales de mortalidad masiva en organismos pluricelulares como los moluscos bivalvos. La lista se presenta actualizada al año 2018 y se incluye la información del seguimiento de algas macrófitas invasoras (programa de seguimiento de algas macrófitas invasoras, realizado por la Estación de Investigación Jaume Ferrer, de Menorca, del IEO) y de las especies de crustáceos decápodos invasores.

REGISTRO	ESPECIE	ESTATUS
Grupo algas		
1	<i>Acrothamnion preissii</i> (Sonder) E. M. Wollaston, 1968	Est
2	<i>Anotrichium furcellatum</i> (J. Agardh) Baldock, 1976	A
3	<i>Antithamnion amphigeneum</i> A. Millar, 1990	Est
4	<i>Apoglossum gregarium</i> (E. Y. Dawson) M. J. Wynne, 1985	Est
5	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey, 1855	I
6	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de Saint-Léon, 1845	Est
7	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot, 1891	Est
8	<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh, 1823	A
9	<i>Caulacanthus okamurae</i> Yamada, 1933	A
10	<i>Caulacanthus ustulatus</i> (Mertens ex Turner) Kützting, 1843	A
11	<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder, 1845	I
12	<i>Caulerpa taxifolia</i> (M. Vahl) C. Agardh, 1817	I
13	<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh, 1817	A
14	<i>Codium fragile</i> subsp. fragile (Suringar) Hariot, 1889	I
15	<i>Colaconema codicola</i> (Børgesen) H. Stegenga, J. J. Bolton & R. J. Anderson, 1997	A
16	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens ex Roth) Derbès & Solier, 1851	A
17	<i>Corynophlaea cystophorae</i> J. Agardh, 1882	A
18	<i>Goniotrichopsis sublittoralis</i> G. M. Smith, 1943	A
19	<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamouroux) C. Agardh, 1822	Est
20	<i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J. V. Lamouroux, 1816	A
21	<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützting, 1847	Est
22	<i>Lophocladia lallemantii</i> (Montagne) F. Schmitz, 1893	I
23	<i>Plocamium secundatum</i> (Kützting) Kützting, 1866	Q
24	<i>Polysiphonia atlantica</i> Kapraun & J. N. Norris, 1982	Est
25	<i>Pyropia koreana</i> (M. S. Hwang & I. K. Lee) M. S. Hwang, H. G. Choi, Y. S. Oh & I. K. Lee, 2011	A
26	<i>Pyropia suborbiculata</i> (Kjellman) J. E. Sutherland, H. G. Choi, M. S. Hwang & W. A. Nelson, 2011	Est
27	<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt, 1955	I
28	<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R. E. Norris, 1992	I
Grupo poliquetos		
29	<i>Branchiomma bairdi</i> (McIntosh, 1885)	A
30	<i>Branchiomma luctuosum</i> (Grube, 1870)	Est
31	<i>Erinaceusyllis serratosetosa</i> (Hartmann-Schröder, 1982)	A
32	<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)	I
33	<i>Hydroides dianthus</i> (Verrill, 1873)	Est
34	<i>Hydroides dirampha</i> Mörch, 1863	Est
35	<i>Hydroides elegans</i> (Haswell, 1883) [nomen protectum]	Est
36	<i>Leiochrides australis</i> Augener, 1914	A
37	<i>Lepidonotus carinulatus</i> (Grube, 1870)	A
38	<i>Lumbrineris perkinsi</i> Carrera-Parra, 2001	A
39	<i>Lysidice collaris</i> Grube, 1870	Est
40	<i>Neanthes agulhana</i> (Day, 1963)	Est
41	<i>Novafabricia infratorquata</i> (Fitzhugh, 1973)	A
42	<i>Pista unibranchia</i> Day, 1963	Est
43	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802	A
44	<i>Sigambra parva</i> (Day, 1963)	Est

REGISTRO	ESPECIE	ESTATUS
Grupo crustáceos		
45	<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	A
46	<i>Caprella scaura</i> Templeton, 1835	Est
47	<i>Palaemon macrodactylus</i> Rathbun, 1902	Cas
48	<i>Paracaprella pusilla</i> Mayer, 1890	A
49	<i>Paranthura japonica</i> Richardson, 1909	A
50	<i>Penaeus japonicus</i> Spence Bate, 1888	Est
51	<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)	I
52	<i>Processa macrodactyla</i> Holthuis, 1952	Cas
Grupo peces		
53	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	A
54	<i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902	A
55	<i>Epinephelus aeneus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	A
56	<i>Epinephelus fasciatus</i> (Forsskal, 1775)	A
57	<i>Fistularia commersonii</i> Rüppell, 1838	Cas
58	<i>Lagocephalus lagocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	A
59	<i>Lagocephalus sceleratus</i> (Gmelin, 1789)	A
60	<i>Psenes pellucidus</i> Lütken, 1880	A
61	<i>Scorpaena maderensis</i> Valenciennes, 1833	A
62	<i>Seriola fasciata</i> (Bloch, 1973)	Est
63	<i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller & Troschel, 1848)	A
Moluscos		
64	<i>Biueve fulvipunctata</i> (Baba, 1938)	Est
65	<i>Bivetiella cancellata</i> (Linnaeus, 1767)	A
66	<i>Bursatella leachii</i> Blainville, 1817	Est
67	<i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793)	A
68	<i>Marginella glabella</i> (Linnaeus, 1758)	Est
69	<i>Pinctada imbricata radiata</i> (Leach, 1814)	A
70	<i>Ruditapes philippinarum</i> (Adams & Reeve, 1850)	Est
71	<i>Sinum bifasciatum</i> (Récluz, 1851)	Est
Grupo cnidarios		
72	<i>Aurelia coerulea</i> von Lendenfeld, 1884	A
73	<i>Clytia hummelincki</i> (Leloup, 1935)	A
74	<i>Clytia linearis</i> (Thorneley, 1900)	A
75	<i>Eucheilota paradoxia</i> Mayer, 1900	A
76	<i>Filellum serratum</i> (Clarke, 1879)	Est
77	<i>Haliscera bigelowi</i> Kramp, 1947	Cas
Grupo ascidias		
79	<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)	Est
80	<i>Cystodytes dellechiaiei</i> (Della Valle, 1877)	A
81	<i>Distaplia bermudensis</i> Van Name, 1902	A
82	<i>Microcosmus squamiger</i> Michaelsen, 1927	A
83	<i>Styela plicata</i> (Lesueur, 1823)	A
Fitoplancton		
84	<i>Alexandrium catenella</i> (Whedon & Kofoed) Balech, 1985	A
85	<i>Alexandrium taylori</i> Balech, 1994	A
86	<i>Ostreopsis siamensis</i> Johs.Schmidt, 1901	A
Grupo Briozoos		
87	<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	Est
88	<i>Schizoporella errata</i> (Waters, 1878)	A

REGISTRO	ESPECIE	ESTATUS
Grupo ctenóforos		
89	<i>Mnemiopsis leidyi</i> A. Agassiz, 1865	Est
Grupo equinodermos		
90	<i>Protoreaster nodosus</i> (Linnaeus, 1758)	A
Parásito		
91	<i>Marteilia refringens</i> Grizel, Comps, Bonami, Cousserans, Duthoit & Le Pennec, 1974	A
Poríferos		
92	<i>Paraleucilla magna</i> Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004	Est

Tabla 1. Listado actualizado para el año 2018 de EEI en el mar Balear. A: Alien; I: invasora; Est: establecida; Cas: casual; y Q: cuestionable.

FILO	CLASE	ESPECIE
Arthropoda	Malacostraca	<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896
Arthropoda	Malacostraca	<i>Caprella scaura</i> Templeton, 1835
Arthropoda	Malacostraca	<i>Paracaprella pusilla</i> Mayer, 1890
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J. V. Lamouroux, 1816
Chordata	Actinopterygii	<i>Lagocephalus lagocephalus</i> (Linnaeus, 1758)
Chordata	Actinopterygii	<i>Lagocephalus sceleratus</i> (Gmelin, 1789)
Mollusca	Gastropoda	<i>Biue fulvipunctata</i> (Baba, 1938)
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Plocamium secundatum</i> (Kützinger) Kützinger, 1866

Tabla 2. Lista de nuevas especies alóctonas detectadas en el Mar Balear desde del año 2012.

FILO	CLASE	ESPECIE
Annelida	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)
Annelida	Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i> Bosc, 1802
Arthropoda	Malacostraca	<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896
Arthropoda	Malacostraca	<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Caulerpa cylindracea</i> Sonder, 1845
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Caulerpa taxifolia</i> (M. Vahl) C. Agardh, 1817
Chlorophyta	Ulvophyceae	<i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J. V. Lamouroux, 1816
Cnidaria	Hydrozoa	<i>Clytia linearis</i> (Thorneley, 1900)
Ochrophyta	Phaeophyceae	<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt, 1955
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Asparagopsis armata</i> Harvey, 1855
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Codium fragile subsp. fragile</i> (Suringar) Hariot, 1889
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Lophocladia lallemandii</i> (Montagne) F. Schmitz, 1893
Rhodophyta	Florideophyceae	<i>Womersleyella setacea</i> (Hollenberg) R. E. Norris, 1992

Tabla 3. Lista de especies establecidas consideradas invasoras y/o en expansión.

BASES DE DATOS

La lista de especies EEI que se encuentran en el mar Balear se ha realizado en base a 1.437 registros, obtenidos a partir de 392 publicaciones, y de la revisión y consulta de diversas fuentes de datos propios y datos externos, incluyendo medios de comunicación y plataformas en línea de biodiversidad y específicas sobre especies alóctonas (<https://eunis.eea.europa.eu/>). También se han consultado las bases de datos validados de la ciencia ciudadana que incluyen información de las Islas Baleares (<http://www.observado-resdelmar.es/>; <https://biodibal.uib.cat/>).

El listado de EEI sigue la nomenclatura del Registro Mundial de Especies Marinas (WoRMS, 2016) y se ha actualizado excluyendo las especies criptogénicas, especies que no son claramente nativas ni tampoco exóticas,³⁴ y que son especies dudosas

por ser similares a especies nativas o que pertenecen a taxones complejos de difícil identificación o poco conocidos.

El estatus de EEI^{26,35} se valora provisionalmente para las especies de las que se dispone de suficiente información en base a la siguiente clasificación: a) CASUAL es una especie que ha sido registrada una o dos veces; b) ESTABLECIDA es una especie de la que al menos es conocida una población en la naturaleza, incluso si no hay evidencia de reproducción; c) INVASORA, si la especie establecida se está extendiendo rápidamente, con impactos documentados en el ecosistema; d) DESCONOCIDA, principalmente para registros antiguos con poca información reciente; e) CUESTIONABLE, cuando la presencia de la especie en el área es dudosa y necesita ser confirmada; y f) ALIEN, cuando no se puede determinar con certeza el estatus.

La elaboración de las tablas de EEI se ha realizado también considerando los criterios que establece la DMEM para la evaluación del buen estado medioambiental: el criterio D2C1 (número de especies de nueva introducción) y el criterio D2C2 (abundancia y distribución espacial de las especies alóctonas establecidas, especialmente invasivas) [Directiva 2017/845/UE y Decisión 2017/848/EU].

NORMATIVA

- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio natural y de la biodiversidad. CAPÍTULO III. Prevención y control de las especies exóticas invasoras. Artículo 64. Catálogo español de especies exóticas invasoras. (BOE-A-2007-21490).
- Resolución, de 28 de marzo de 2016, de la Secretaría General de Pesca, por la que se publica el listado de denominaciones comerciales de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España. (BOE-A-2016-3357).
- Directiva (UE) 2017/845 de la Comisión, de 17 de mayo de 2017, por la que se modifica la Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo referente a las listas indicativas de elementos que deben tomarse en consideración a la hora de elaborar estrategias marinas (Texto con relevancia EEA) [en línea]. <http://data.europa.eu/eli/dir/2017/845/oj>
- 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/EU (Texto con relevancia EEA) [en línea]. <http://data.europa.eu/eli/dec/2017/848/oj>

FUENTES DE DATOS PÚBLICOS EMPLEADOS

EASIN: <https://easin.jrc.ec.europa.eu/easin/>
Ciencia ciudadana: <http://www.observadoresdelmar.es/>; <https://biodibal.uib.cat/>
WoRMS, 2016: <http://www.marinespecies.org>
IEO: <http://barretosm.md.ieo.es/arcgis/rest/services/MSFD-Spain>

RESULTADOS

En el mar Balear, excluyendo las especies criptogénicas, hay registradas 92 especies EEI (Tabla 1), de las cuales 6 especies son de nueva introducción, es decir, han aparecido posteriormente al año 2012 (Tabla 2), 9 especies son invasoras y aparecen en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras (Ley 42/2007), mientras que 4 son especies consideradas

con capacidad invasora, ya que se han extendido en numerosas localizaciones del archipiélago (Tabla 3). Así pues, las especies invasoras representan el 14,13 % del total de EEI, valor similar al estimado globalmente para el Mediterráneo. El grupo taxonómico más abundante está representado por las algas macrófitas (28 especies), seguido de los poliquetos (16 especies), peces (11 especies), moluscos y crustáceos (8 especies cada uno); el resto de especies se encuentra distribuido en una miscelánea de diferentes grupos taxonómicos (ascidias, briozoos, dinoflagelados, esponjas y equinodermos).

REFERENCIAS

- ¹ MASSUTÍ, E. *et al.* (2015). «Convenio de colaboración para la puesta en marcha y el desarrollo científico de la Estación de Investigación Jaume Ferrer (La Mola, Menorca). Informe final 2010-2015». Instituto Español de Oceanografía (IEO).
- ² CEFALI, M. E. *et al.* (2018). «Informe anual de las actividades científico-técnicas realizadas en la Estación Jaume Ferrer de la Mola de Mahón (Menorca) durante el año 2018». Conselleria d'Innovació, Recerca i Turisme del Govern de les Illes Balears.
- ³ VÁZQUEZ-LUIS, M. *et al.* (2018) «Informe de resultados campaña piloto INFRAROCK2016». Instituto Español de Oceanografía-Centro Oceanográfico de Baleares.
- ⁴ WILLIAMS, A. B. (1984). *Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- ⁵ GALIL, B. *et al.* (2002). *CIESM Atlas of Exotic Species in the Mediterranean (Vol. 2: Crustaceans: decapods and stomatopods)*. Mónaco: Briand F. (ed.), CIESM Publishers.
- ⁶ GIORDANI-SOIKA, A. (1951). «Il *Neptunus pelagicus* (L.) nell'alto Adriatico». *Natura*, 42, 18-20.
- ⁷ CARBONELL, A. *et al.* (2014). «Environmental driving forces determining the epipelagic Decapod larval community distribution in the Balearic Sea (Western Mediterranean)». *Crustaceans*, 87(6), 686-714.
- ⁸ GARCÍA, L. *et al.* (2008). «The first recorded occurrence of the invasive crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (*Crustacea: Decapoda: Portunidae*) in coastal lagoons of the Balearic Islands (Spain). *BiolInvasions Records*, 7, 191-196.
- ⁹ CEBRIÁN, E.; RODRÍGUEZ-PRIETO, C. (2012). «Marine invasion in the Mediterranean Sea: the role of abiotic factors when there is no biological resistance». *PLoS one*, 7(2): e31135.
- ¹⁰ CIENCIA CIUDADANA: www.observadoresdelmar.es, <https://biodibal.uib.cat/>.

- ¹¹ BALLESTEROS, E.; RODRÍGUEZ, C. (1996). «Presència d'*Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan a Balears». *Boletín de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 39.
- ¹² RELINI, M. *et al.* (2000). «The exotic crab *Percnon gibbesi* (H. Milne Edwards, 1853) (Decapoda, Grapsidae) in the Central Mediterranean». *Scientia Marina*, 64(3), 337-340.
- ¹³ GARCÍA, L.; REVIRIEGO, B. (2000). «Presència del cranc subtropical *Percnon gibbesi* a les Illes Balears. Primera cita a la Mediterrània occidental. Biologia». En: SANCHIS MARTÍNEZ, A. M. (2010).
- ¹⁴ MÜLLER, C. (2001). «First record of *Percnon gibbesi* (Crustacea: Brachyura: Grapsidae) for the Balearic Islands». *Senckenbergiana Maritima*, 31, 83-89.
- ¹⁵ DEUDERO, S. *et al.* (2005). «Distribution and densities of the decapod crab *Percnon gibbesi*, an invasive Grapsidae, in western Mediterranean waters». *Marine Ecology Progress Series*, 285, 151-156.
- ¹⁶ MEINESZ, A.; HESSE, B. (1991). «Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale». *Oceanologica Acta*, 14(4), 415-426.
- ¹⁷ POU, S. *et al.* (1993). «Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en aguas costeras de Mallorca». *Boletín de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 36, 83-90.
- ¹⁸ GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. (2016). World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. www.algaebase.org
- ¹⁹ ALÓS, J. *et al.* (2016). «Fast-spreading Green beds of recently introduced *Halimeda incrassata* invade Mallorca island (NW Mediterranean Sea)». *Marine Ecology Progress Series*, 558, 153-158.
- ²⁰ WEFER, G. (1980). «Carbonate production by algae *Halimeda*, *Peniculus* and *Padina*». *Nature*, 285, 323-324.
- ²¹ MULTER, H. G. (1988). «Growth rate, ultrastructure and sediment contribution of *Halimeda incrassata* and *Halimeda monile*, Nonsuch and Falmouth Bays, Antigua, W.I.». *Coral Reefs*, 6, 179-186.
- ²² VAN TUSSENBOECK, B. I.; VAN DIJK, J. K. (2007). «Spatial and temporal variability in biomass and production of psammophytic *Halimeda incrassata* (Bryopsidales chlorophyta) in a Caribbean reef lagoon 1». *Journal of Phycology*, 43(1), 69-77.
- ²³ PARKER, I. M., *et al.* (1999). «Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders». *Biological invasions*, 1(1): 3-19.
- ²⁴ TSAMIS, K. *et al.* (2019). «Non-indigenous species refined national baseline inventories: A synthesis in the context of the European Union's Marine Strategy Framework Directive». *Marine Pollution Bulletin*, 145: 429-435.
- ²⁵ ZENETOS, A. *et al.* (2012). «Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways». *Mediterranean Marine Science*, 13: 328- 352.
- ²⁶ ZENETOS, A. *et al.* (2017). «Uncertainties and validation of alien species catalogues: The Mediterranean as an example». *Estuarine, Coastal and Shelf Science, Elsevier*, 2017, 191, pp. 171-187. [ff10.1016/j.ecss.2017.03.031](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.03.031) [ff. fhal-01976050f](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.03.031)
- ²⁷ FONT, J. *et al.* (1988). «Permanent features of the circulation in the Catalan Sea». In *Océanographie Pélagique Méditerranéenne*, edited by H.J. Minas and P. Nival, Oceanologica Acta, 9, 51-57.
- ²⁸ PINOT, J.M. *et al.* (1995). «Three-dimensional circulation of a mesoscale eddy/front system and its biological implications». *Oceanologica Acta*, 18: 389 - 400.
- ²⁹ BALBÍN, R. *et al.* (2014). «Interannual variability of the early summer circulation around the Balearic Islands: driving factors and potential effects on the marine ecosystem». *Journal of Marine Systems*, 138: 70-81.
- ³⁰ ALEMANY, F. *et al.* (2010). «Characterization of the spawning habitat of Atlantic bluefin tuna and related species in the Balearic Sea (western Mediterranean)». *Progress in Oceanography*, 86, 21-38.
- ³¹ QUETGLAS, A. *et al.* (2012). «Stock boundaries for fisheries assessment and management in the Mediterranean: the Balearic Islands as a case study». *Scientia marina*, 76(1), 17-28. doi: 10.3989/scimar.2012.76n1017
- ³² RODRÍGUEZ, J.M. *et al.* (2013). «Environmental forcing and the larval fish community in the Balearic region (Western Mediterranean), a main spawning ground for bluefin tuna, in early summer 2005». *Progress in Oceanography Part I- Oceanographic Research Papers*, 77, 11-22.
- ³³ HIDALGO, M. *et al.* (2014). «Hydrographic and biological components of the seascape structure the meroplankton community in a frontal system». *Marine Ecology Progress Series*, 505. 65-80. doi: <https://doi.org/10.3354/meps10763>.
- ³⁴ CARLTON, J.T. (1996). «Biological invasions and cryptogenic species». *Ecology*, 77(6), 1653-1655. <http://dx.doi.org/10.2307/2265767>.
- ³⁵ ZENETOS, A. *et al.* (2018). «Deep cleaning of alien and cryptogenic species records in the Greek Seas (2018 update)». *Management of Biological Invasions*, 9. In press.

Área colonizada por el alga invasora *Halimeda incrassata*

El calentamiento global propicia la colonización del mar Mediterráneo por parte de especies de origen tropical y subtropical. Este fenómeno se conoce como tropicalización del Mediterráneo.¹ La tropicalización lleva asociado un cambio en la distribución de las especies, en la biodiversidad y en el funcionamiento de los ecosistemas. Una de las especies tropicales que se ha establecido en estos últimos años en aguas del Mediterráneo es la macroalga invasora *Halimeda incrassata*.

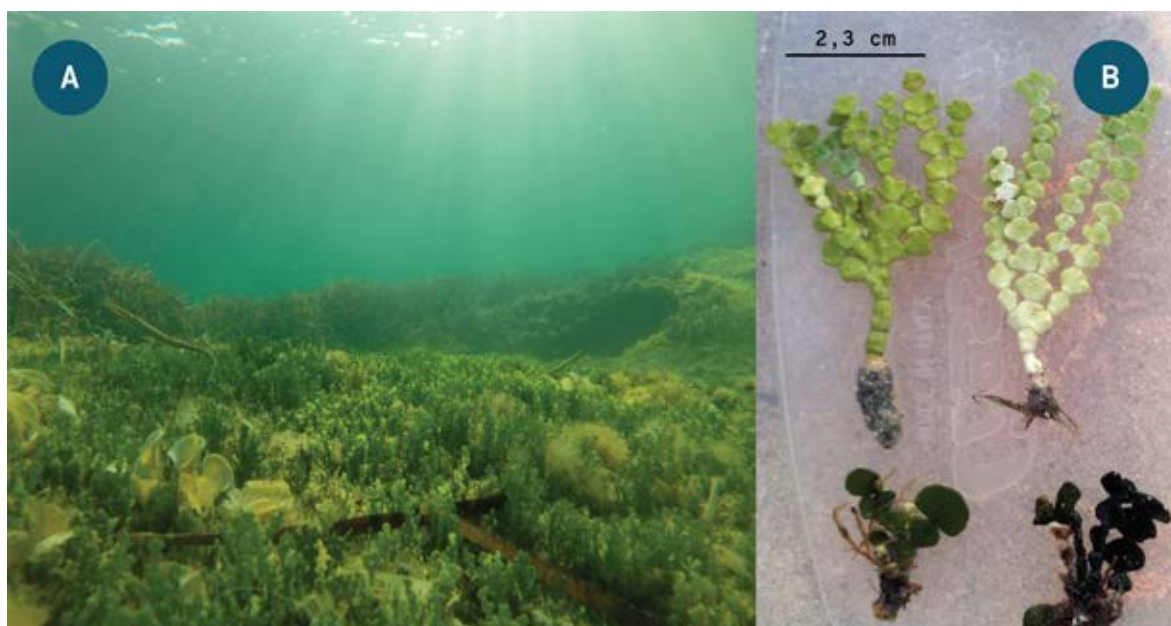


Figura 1. A. Fotografía de un fondo colonizado por la especie invasora *Halimeda incrassata*. B. Individuos de la especie invasora *Halimeda incrassata* (parte superior) comparados con la especie nativa *H. tuna* (parte inferior). FUENTE: Fiona Tomàs (A) y Laura Royo (B).

La macroalga *Halimeda incrassata* (Bryopsidales, Chlorophyta) es un alga verde calcárea tropical (figuras 1 y 2). En 2011 se localizó por primera vez en las Islas Baleares, concretamente dentro de la Reserva Marina de la Bahía de Palma.² Puesto que se trata de un alga calcárea, tiene el potencial de variar las condiciones de las zonas donde se establece porque es una importante productora de arena y puede cambiar la morfología del hábitat.

Realizar un seguimiento de la variación en la distribución resulta esencial para poder conocer el esta-

do de invasión de la especie y los posibles efectos que puede causar sobre la diversidad y las funciones de los ecosistemas que coloniza.

METODOLOGÍA

Desde que se identificó su presencia en la Reserva Marina de la Bahía de Palma, investigadores del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA) han realizado un seguimiento de su distribución en esta área marina protegida.

¿QUÉ ES?

La macroalga *Halimeda incrassata* (Bryopsidales, Chlorophyta) es un alga verde calcárea tropical. En el año 2011 se localizó por primera vez en las Islas Baleares, dentro de la Reserva Marina de la Bahía de Palma.

METODOLOGÍA

Desde que se identificó su presencia en la Reserva Marina de la Bahía de Palma, un grupo de investigadores del Institut Mediterrani d'Estudis Avançats han realizado su seguimiento. Dicho seguimiento se ha llevado a cabo mediante videocámaras submarinas en un área de estudio de 6,4 km², fondeadas cada mes de agosto entre los años 2011 y 2018. Los videos se analizaron y se determinó la presencia o la ausencia de la macroalga *Halimeda incrassata* en cada punto geográfico evaluado. Su distribución y área colonizada se estimaron empleando herramientas de análisis espacial, por interpolación lineal convencional basada en una malla de celdas de 50 x 50 metros para predecir su presencia o ausencia en el área de estudio.

RESULTADOS

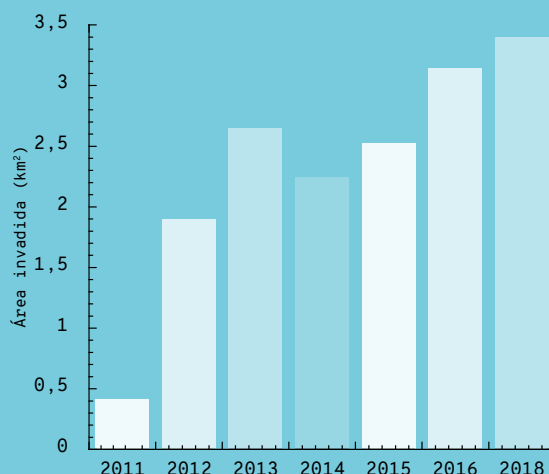
La macroalga invasora *Halimeda incrassata* está colonizando rápidamente la zona arenosa de la Reserva Marina de la Bahía de Palma. En el año 2011, el área colonizada era de 0,41 km², cifra que representaba un 6,25 % del área de estudio, mientras que en el año 2018 ya era de 3,4 km² (el 52,5 % del área evaluada). Ello representa un incremento de 8 veces en 7 años.

¿POR QUÉ?

El calentamiento global propicia la colonización del mar Mediterráneo por parte de especies de origen tropical y subtropical, un fenómeno conocido como tropicalización del Mediterráneo. La tropicalización conlleva un cambio en la distribución de las especies, en la biodiversidad y en el funcionamiento de los ecosistemas.

Realizar un seguimiento de la variación en su distribución resulta esencial para poder saber cuál es el estado de invasión de la especie y los posibles efectos que puede causar sobre la diversidad y las funciones de los ecosistemas que coloniza.

LOCALIZACIÓN



Área colonizada por la macroalga invasora *Halimeda incrassata* dentro de la Reserva Marina de la Bahía de Palma entre los años 2011 y 2018.

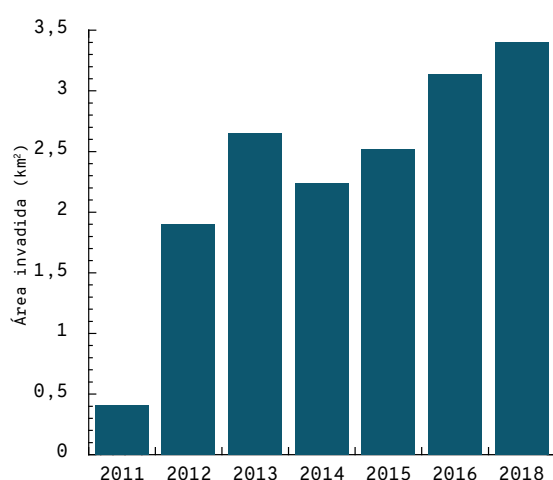


Figura 2. Área colonizada por la macroalga invasora *Halimeda incrassata* dentro de la Reserva Marina de la Bahía de Palma en los diversos años de estudio (entre 2011 y 2018). FUENTE: Vivó.³

El seguimiento ha consistido en fondear cámaras submarinas en un área de estudio de 6,4 km². Las cámaras de vídeo se fondearon cada mes de agosto entre los años 2011 y 2018 en un número diferente de puntos geográficos aleatorios dentro de la zona de estudio. Estos vídeos se realizaron y se determinó la presencia o la ausencia de la macroalga *Halimeda incrassata* en cada punto geográfico evaluado. La distribución de la macroalga y su área colonizada se estimó empleando herramientas de análisis espacial. Se utilizó la interpolación lineal convencional basada en una malla de celdas de 50 x 50 metros para predecir la presencia o la ausencia de esta especie invasora en el área de estudio. Para poder evaluar el área colonizada mediante interpolación lineal, es un requisito que los datos estén autocorrelacionados espacialmente, y para comprobarlo se estimó la autocorrelación espacial de los datos empleando el índice de autocorrelación I de Moran. Los resultados demostraron que los datos estaban espacialmente autocorrelacionados. Los análisis se llevaron a cabo empleando el programa R (R Core Team 2015).^{2, 3}

RESULTADOS

Cuando se realizó el primer seguimiento, en el año 2011, el área colonizada por *Halimeda incrassata* era de 0,41 km², cifra que representaba un 6,25 % del área de estudio (Figura 2 y Alós *et al.*, 2016). En el año 2018 esta área se había incrementado hasta los 3,4 km² (el 52,5 % del área evaluada).³

Esta especie ha colonizado rápidamente los fondos arenosos, con preferencia por arenas finas, de la zona de estudio. Entre los años 2011 y 2015 aumentó casi 7 veces su área de distribución (un aumento de 6,75 veces en 4 años);² mientras que entre los años 2011 y 2018 este incremento ha sido de 8 veces³ (figuras 2 y 3). Ello demuestra que en los últimos años se ha moderado la velocidad de dispersión.

Aunque durante los últimos años las nuevas áreas invadidas dentro del área de estudio han aumentado a un ritmo inferior, esta especie invasora se ha localizado en diferentes áreas fuera de la reserva marina. Ya ha sido identificada en la zona de la

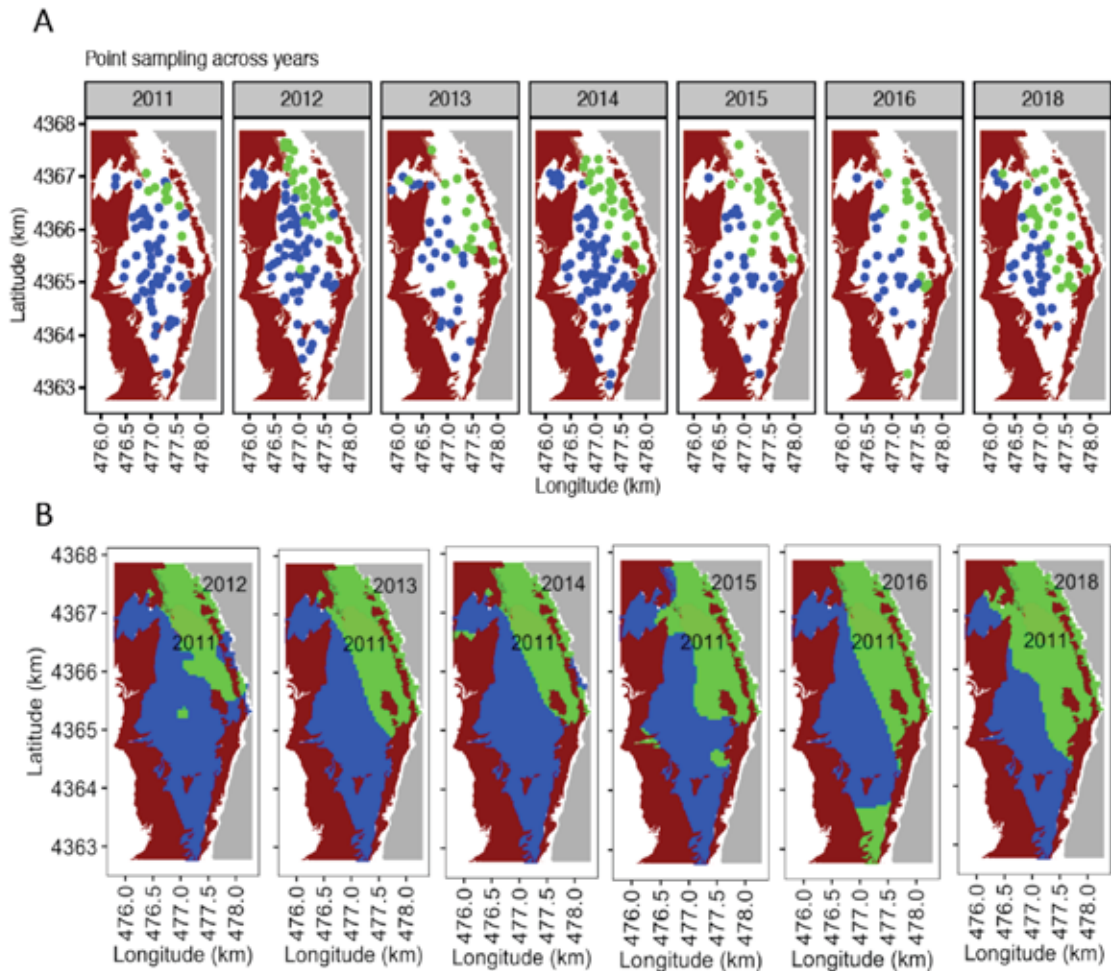


Figura 3. A. Puntos de muestreo de los diferentes años de estudio en la Reserva Marina de la Bahía de Palma. La presencia de *Halimeda incrassata* está marcada con puntos de color verde, y la ausencia, con puntos de color azul. B. Extensión ocupada por la especie invasora *H. incrassata* estimada mediante interpolación lineal para los diversos años estudiados. FUENTE: Vivó.³

Colònia de Sant de Jordi y dentro del puerto de Cabrera, lo cual indica que tiene una gran capacidad de dispersión (Tomàs, comentario personal, Observadores del Mar).

POSIBLES IMPLICACIONES

Las especies invasoras —especies exóticas que se establecen y dispersan con éxito en una nueva área— pueden tener diversos impactos sobre los ecosistemas que colonizan. Estos impactos pueden afectar la biodiversidad, la biogeoquímica y las funciones de los ecosistemas que invaden, y de esta manera pueden causar pérdidas económicas importantes.⁴⁻⁶

Esta especie invasora puede tener efectos negativos, positivos o neutros sobre las comunidades en las que se establece. Hasta ahora existen pocos estudios que muestren los efectos que la colonización de esta especie pueda provocar sobre los ecosistemas invadidos.

Se ha demostrado que la macroalga invasora *Halimeda incrassata* produce estrés oxidativo a una especie de macroalga nativa, *Dasycladus vermicularis*, mientras que no afecta a la fanerógama marina *Posidonia oceanica*.⁷ De hecho, la presencia de *P. oceanica* induce estrés oxidativo a la macroalga invasora *H. incrassata*, y posiblemente ello impide que esta especie invasora colonice áreas donde hay praderas de posidonia.⁷ Por tanto, el primer caso sería un ejemplo de interacción negativa entre la macroalga invasora y la nativa *D. vermicularis*; mientras que el segundo caso mostraría una interacción neutra con la fanerógama *P. oceanica*, a la que no provocaría estrés oxidativo.

Esta especie invasora también tiene la capacidad de variar las dinámicas de oxígeno y carbono en las áreas que coloniza. Puesto que se trata de un productor primario, esta especie produce oxígeno mediante la fotosíntesis y lo consume con la respiración. El balance entre estas dos tasas metabólicas afecta a las dinámicas de oxígeno del hábitat que ha colonizado. Se ha observado que en las praderas de

la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* colonizadas por *Halimeda incrassata* la producción primaria neta se torna negativa con el aumento de temperatura.⁸ Ello significa que el consumo biológico de oxígeno es mayor que su producción y lleva a una reducción del oxígeno disuelto disponible en este ecosistema. Por otro lado, las praderas colonizadas por *H. incrassata* aumentaron notablemente la producción de dióxido de carbono (CO₂) al aumentar la temperatura, con los consiguientes efectos sobre el calentamiento global.⁸

La presencia de esta macroalga invasora también afecta a la distribución y la abundancia de diversas especies de peces.³ En particular, se ha visto que el raor (galán o lorito) (*Xyrichtys novacula*), una especie muy importante para la pesca recreativa, se siente atraído por las áreas colonizadas por *Halimeda incrassata*.⁹ El hecho de que la presencia de esta especie invasora atraiga a los raors (galanes) se debe probablemente a que la macroalga favorece un incremento de diversas especies de crustáceos¹⁰ que sirven de alimento a este pez.¹¹

CONCLUSIONES

- La macroalga invasora *Halimeda incrassata* está colonizando rápidamente la zona arenosa de la Reserva Marina de la Bahía de Palma. En el año 2011, el área colonizada era de 0,41 km², cifra que representaba un 6,25 % del área de estudio, mientras que en el año 2018 ya era de 3,4 km² (el 52,5 % del área evaluada). Ello representa un incremento de 8 veces en 7 años.
- Sería conveniente continuar realizando el seguimiento de la evolución de la colonización de esta especie invasora y ampliar el área.
- Otra medida que nos podría ayudar a tener una visión más global sobre los posibles efectos de esta especie invasora sería ampliar el número de estudios sobre los efectos y las interacciones que produce sobre las especies y las comunidades nativas y sobre los ciclos biogeoquímicos de los hábitats que coloniza. Se ha comprobado que la presencia de *Halimeda incrassata* hace disminuir la producción primaria neta cuando aumenta la temperatura.

REFERENCIAS

- ¹ BIANCHI, C. M.; MORRI, C. (2003). «Global sea warming and “tropicalization” of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects». *Biogeographia*, 24, 319-327.
- ² ALÓS, J. *et al.* (2016). «Fast-spreading green beds of recently introduced *Halimeda incrassata* invade Mallorca island (NW Mediterranean Sea)». *Marine Ecology Progress Series*, 558, 153-158. DOI: 10.3354/meps11869.
- ³ VIVÓ, A. (2019). «Dispersion and effect on native fish communities by the invasive seaweed *Halimeda incrassata*». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Trabajo de fin de máster].
- ⁴ ANTON, A. *et al.* (2019). «Global ecological impacts of marine exotic species». *Nature Ecology & Evolution*, 3, 787-800. DOI: 10.1038/s41559-019-0851-0.
- ⁵ BAX, N. *et al.* (2003). «Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity». *Marine Policy*, 27, 313-323. DOI: 10.1016/s0308-597x(03)00041-1.
- ⁶ CATFORD, J. A.; BODE, M.; TILMAN, D. (2018). «Introduced species that overcome life history tradeoffs can cause native extinctions». *Nature Communications*, 9. DOI: 10.1038/s41467-018-04491-3.
- ⁷ SUREDA, A. *et al.* (2017). «Oxidative stress response in the seagrass *Posidonia oceanica* and the seaweed *Dasycladus vermicularis* associated to the invasive tropical green seaweed *Halimeda incrassata*». *Science of the Total Environment*, 601, 918-925. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.05.261.
- ⁸ BARCONS, J. (2017). «Efectos del aumento de la temperatura sobre el metabolismo de praderas de *Cymodocea nodosa* afectadas por la macroalga invasora *Halimeda incrassata*». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Trabajo de fin de máster].
- ⁹ ALÓS, J. *et al.* (2018). «Spatial distribution shifts in two temperate fish species associated to a newly-introduced tropical seaweed invasion». *Biological Invasions*, 20, 3193-3205. DOI: 10.1007/s10530-018-1768-2.
- ¹⁰ ZABARTE, I. (2017). «Estudio de la mesofauna en fondos arenosos y de *Halimeda incrassata* (Chlorophyta, Bryopsidales) del Cap Enderrocat, Mallorca». La Coruña: Universidade da Coruña. [Trabajo de fin de máster].
- ¹¹ CASTRIOTA, L.; GRAZIA FINOIA, M.; ANDALORO, F. (2005). «Trophic interactions between *Xyrichtys novacula* (Labridae) and juvenile *Pagrus pagrus* (Sparidae) in the central Mediterranean Sea». *Electronic Journal of Ichthyology*, 1, 54-60.

Plásticos y otros residuos flotando en el mar. FUENTE: Xavi Mas.

V

Contaminación

59	Abundancia de residuos flotantes recogidos en el mar	216
60	Ruido submarino	222
CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN SEDIMENTOS		226
61	Concentración de metales pesados en sedimentos	226
62	Concentración de bifenilos policlorados (PCB) en sedimentos	236
63	Concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) en sedimentos. .	237
64	Concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en sedimentos	239
65	Concentración de pesticidas organoclorados en sedimentos	240

59

Número de embarcaciones de limpieza de litoral y abundancia de residuos flotantes recogidos en el mar

Se define como residuo marino «cualquier material sólido persistente (manufacturado o procesado) que termina siendo descartado, depositado o abandonado en el ambiente marino y costero» (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

Estos residuos afectan negativamente a las especies y a los hábitats marinos.¹ Por ejemplo, los plásticos suponen una de las mayores amenazas para la biodiversidad, ya que causan degeneraciones fisiológicas y biológicas en los organismos marinos por ingesta y/o impactos físicos externos. Además, ya se ha demostrado la incorporación de los plásticos en la cadena alimentaria², cuyas repercusiones son objeto de estudio.

No solo los plásticos tienen efectos negativos sobre los organismos marinos, ya que también hay que considerar los contaminantes que se añaden a estas partículas durante su manufacturación o los que se absorben o adhieren a ellos en el medio marino,³ los cuales pueden causar disrupciones endocrinas, daños celulares, alteraciones histológicas y/o tumores.⁴

Se tiene constancia de que el 80 % de la basura marina tiene un origen terrestre (ciudades y ríos), mientras que el 20 % restante proviene de actividades relacionadas con el mar como la pesca, la acuicultura y el transporte marítimo, entre otros.⁵ Sin embargo, las corrientes, la hidrografía y el clima pueden transportar las basuras a zonas alejadas de su fuente de origen.⁶ En el litoral balear se han identificado zonas más propensas a la acumulación de residuos y zonas aparentemente sin residuos, en función de los vientos y de las corrientes superficiales oceánicas.⁷ En la actualidad, se están dirigiendo esfuerzos de investigación a monitorear los patrones de distribución de los residuos marinos en el mar Balear. Un estudio sobre los patrones espacio-temporales de residuos flotantes recogidos en aguas costeras de las Islas Baleares durante 11 años ha demostrado una distribución heterogénea, con mayores concentra-

ciones en el litoral balear principalmente durante el mes de agosto.⁸ Adicionalmente, se ha observado que las condiciones de mar en calma facilitan la recogida y el monitoreo de los residuos marinos flotantes.

Aunque la solución directa a la contaminación marina reside en las buenas prácticas de la sociedad en materia de gestión de residuos, el sistema de recogida de residuos flotantes con embarcaciones es altamente efectivo a la hora de retirar contaminantes del litoral balear⁸, contribuyendo así a paliar los diversos impactos marinos que originan.

METODOLOGÍA

En el año 2004, la Administración balear inició un plan pionero de limpieza del litoral en el Mediterráneo, llamado Coordinació de Neteja del Litoral (CNL), gestionado por el departamento de la Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental (ABAQUA) del Govern de les Illes Balears. El equipo de CNL se encarga del sistema de recogida de residuos flotantes mediante embarcaciones para mejorar la calidad y el aspecto de las playas y el mar Balear. En 2019, el equipo dispone de alrededor de 40 personas y 30 barcos de recogida de residuos.

En 2015, 2018-2019, la temporada de recogida se ha ampliado del 15 de mayo al 30 de septiembre, mientras que en el resto de años se llevaba a cabo de junio a septiembre. Entre los años 2004-2007 el número de embarcaciones se reforzaba durante los meses de julio y agosto.

Los residuos se clasifican en seis categorías: aceites (gasóleo, alquitrán, limpieza de sentinas), materia orgánica

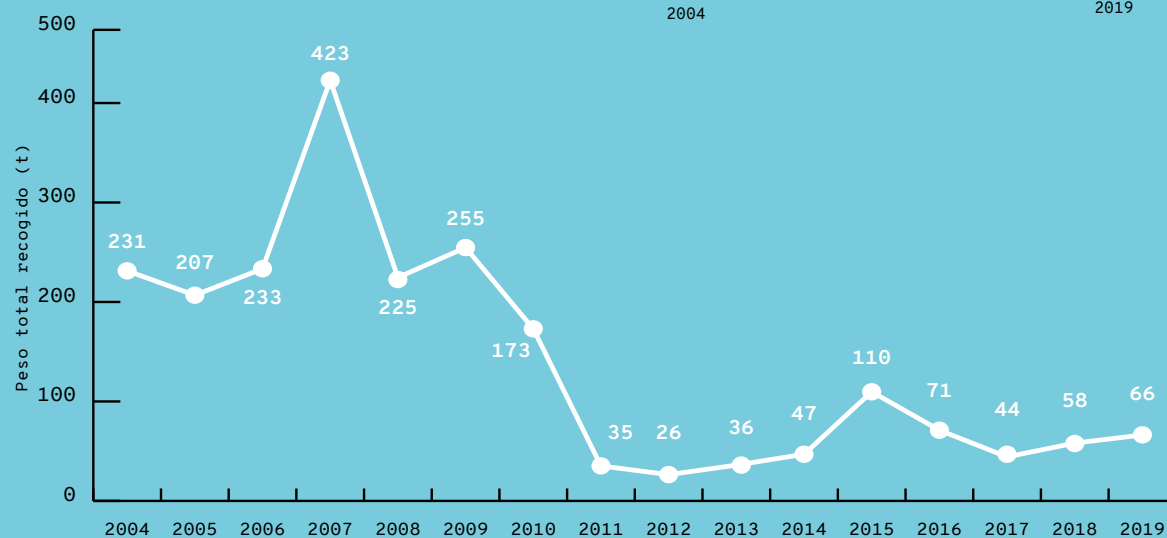
¿QUÉ ES?

El servicio de embarcaciones de recogida de residuos flotantes es un plan pionero en el litoral balear encargado de pesar y clasificar los materiales encontrados durante la temporada estival. Los residuos se pesan y se clasifican entre las siguientes sustancias: plásticos, maderas, vegetación, materia orgánica y otros.

METODOLOGÍA

Desde 2004, el servicio de Coordinació de Neteja de Litoral (CNL) del ente público ABAQUA (Agència Balear de l'Aigua i la Qualitat Ambiental) se encarga de recoger residuos flotantes del litoral balear entre los meses de mayo y septiembre.

El equipo está compuesto por diferentes tipos de embarcaciones en función de su capacidad de recogida (de mayor a menor: litoral, semilitoral y playa), lo que condiciona la cantidad total de residuos que puede ser recogida. En el año 2019, existen en las Islas Baleares 26 embarcaciones de tipo playa (recogen residuos en primera línea de mar) y 4 embarcaciones de tipo semilitoral (más rápidas que las anteriores).



Evolución temporal de la cantidad de residuos flotantes recogidos en todas las Islas Baleares por embarcaciones de limpieza de litoral. FUENTE: CNL (ABAQUA).

RESULTADOS

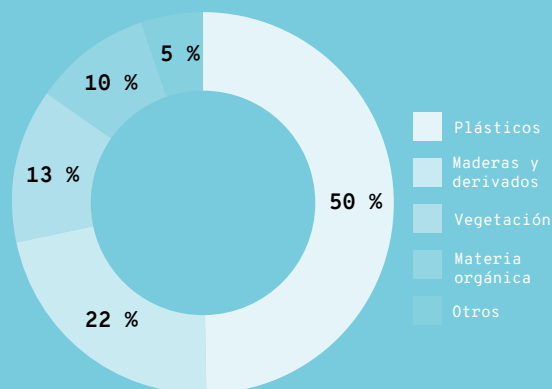
Desde 2004 hasta 2019, el servicio de CNL ha recogido 2.240 t de residuos, lo que supone una media de 140 t al año. Estas cantidades recogidas no son homogéneas a lo largo de los años, ya que la cantidad disminuye notablemente a partir de 2011 (≤ 110 t) debido a la eliminación de las embarcaciones tipo litoral.

En la temporada de 2019, 30 embarcaciones de limpieza han recogido un total de 66 t de residuos flotantes: 42 t en Mallorca, 13 t en Menorca, 10 t en Ibiza y 2 t en Formentera. De estos, la mitad de la cantidad en peso recogida del litoral balear es plástico. Le siguen las maderas y derivados (22 %), vegetación (13 %), materia orgánica (10 %) y otros. No se han recogido cantidades significativas de vertidos de aceites (0,1 %).

¿POR QUÉ?

La información sobre el número de embarcaciones de limpieza de litoral y la cantidad en peso y tipo de material recogidos permite obtener un seguimiento de los residuos marinos que frecuentan el mar Balear. La extracción de estos residuos es de gran importancia, ya que generan impactos negativos medioambientales y económicos (especialmente en el sector pesquero y turístico). Estos datos contribuyen a definir mejoras en la gestión de residuos marinos y a conocer mejor los modelos de distribución de los mismos en el litoral balear.

LOCALIZACIÓN



Porcentaje en peso de tipo de residuo recogido del litoral balear por las 30 embarcaciones operativas de 2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).



Figura 1. Imagen de embarcación de tipo litoral (Pelicà) recogiendo residuos. FUENTE: CNL (ABAQUA).

(medusas, restos de animales y alimentos), maderas (troncos naturales, palés, tabloneros y derivados), vegetación (hojas, frutos o restos de *Posidonia oceanica* mezclados con material orgánico o plástico), plásticos (botellas, bolsas, fragmentos) y otros.

Las embarcaciones de recogida se propulsan con gas propano y carga solar. Existen tres tipos de embarcaciones, en función de su tamaño, que han ido variando a lo largo de los años, lo cual afecta a la cantidad de residuos y la zona desde donde se recogen:

- 1) Embarcaciones tipo playa o tipo Viroto (2004-2019): pequeñas y capacitadas para recoger residuos acumulados en la primera línea de mar. Forman la mayoría de la flota.
- 2) Embarcaciones tipo litoral o tipo Pelicà (2004-2010) o tipo Esquit (2009-2010): tienen una eslora ≥ 10 m y 2 tripulantes. Están capacitadas para trabajar mar adentro y solapan las zonas de costa de las embarcaciones tipo playa.
- 3) Embarcaciones tipo semilitoral (2017-2019): eslora de 6-9m y 1 solo tripulante (Minipelicà, Viroto, Corb Marí). Trabajan en la primera línea de costa, pero son más rápidas que las de tipo playa, lo que permite realizar mayor número de desplazamientos en menos tiempo.

RESULTADOS

Para poder comparar los datos entre años hay que considerar las variaciones en el tipo y cantidad de embarcaciones, ya que ello condiciona la cantidad total de peso recogida para cada año (Tabla 2). Entre 2004-2010 operaban barcas tipo playa y litoral; entre 2011-2016 únicamente se disponía de barcas

de limpieza tipo playa coincidiendo con el periodo de crisis económica; y entre 2017-2019 se vuelve a disponer de las barcas tipo playa y semilitoral.

El peso de recogida total por año muestra una tendencia de decrecimiento en la cantidad de residuos flotantes recogidos (Figura 2). Esto se debe a dos motivos principales: (i) una disminución de embarcaciones del servicio (entre 37-40 embarcaciones durante 2004-2010) y (ii) la eliminación de la flota de tipo litoral en 2011 (Tabla 1, Figura 2).

En el año 2007, debido al hundimiento en Ibiza del barco Don Pedro, se muestra el mayor peso de residuos recogidos por vertidos de aceite. La disminución en la cantidad de residuos recogidos a partir del año 2011 se manifiesta claramente como respuesta a la eliminación de las embarcaciones de tipo litoral (Pelicà). En 2015 se observa un incremento en la cantidad recogida de residuos (110 t). Este aumento se vio propiciado por el buen tiempo de vientos térmicos (conocido como *embat*) alrededor de todas las Islas, prácticamente durante los 5 meses de recogida. Ello originó una mayor recogida de residuos, ya que el servicio de limpieza pudo trabajar durante más horas. Por último, entre 2018-2019 se observa un ligero aumento gradual en la cantidad recogida, a pesar de reducirse en 3 el número de embarcaciones, posiblemente debido a que se implantaron las embarcaciones de semilitoral (Tabla 1, Figura 2).

El peso total de recogida de residuos por Islas disminuye a partir del 2011 hasta la actualidad (Figura 3) debido de nuevo a la disminución en el número de embarcaciones (Tabla 1). Mallorca reduce sus recogidas un 79 %; Menorca, un 73 %; Ibiza, un 80 % (valor alto debido al vertido del 2007); y Formentera, un 72 %. La isla que presenta una mayor

NÚMERO DE EMBARCACIONES

AÑO	DE PLAYA					DE LITORAL					DE SEMILITORAL					Total
	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	Total	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	Total	Mallorca	Menorca	Ibiza	Formentera	Total	
2004	10	5	4	2	21	8	3	3	1	15						36
2005	12	6	5	2	25	8	3	3	1	15						40
2006	12	6	5	2	25	8	3	3	1	15						40
2007	12	6	5	2	25	8	3	3	1	15						40
2008	11	5	5	2	23	9	3	3	1	16						39
2009	11	5	5	2	23	9	3	4	1	17						40
2010	11	5	5	2	23	9	3	4	1	17						40
2011	12	5	4	2	23											23
2012	9	6	6	2	23											23
2013	9	6	6	2	23											23
2014	15	8	8	2	33											33
2015	15	8	8	2	33											33
2016	15	8	8	2	33											33
2017	13	6	6	1	26						1	1	1	1	4	30
2018	13	6	6	1	26						1	1	1	1	4	30
2019	13	6	6	1	26						1	1	1	1	4	30

Tabla 2. Número de embarcaciones de recogida de residuos por año (2004-2019) y por tipo (playa, litoral y semilitoral). Se ha señalado el número de máximo de embarcaciones en servicio por temporada. FUENTE: CNL (ABAQUA).

disminución en la recogida de residuos es Mallorca, pasando de > 100 t de residuos recogidos entre los años 2004-2010 a < 50 t entre 2011-2019 (a excepción del año 2015, alcanzando las 65,3 t).

En Mallorca se recoge mayor cantidad de residuos, sobre todo durante 2004-2010 (> 100 t), cuando se utilizaban las embarcaciones de tipo litoral, 8 embarcaciones en Mallorca frente a 3 en Menorca e Ibiza y 1 en Formentera (Figura 3, Tabla 1). En Mallorca se recoge una media del 58 % del total recogido, en Menorca un 20 %, en Ibiza un 18 % y en Formentera un 4 %. Las excepciones se encuentran en el año 2007, cuando se recogieron más residuos

del tipo aceites en Ibiza debido al hundimiento del barco Don Pedro. Otras dos excepciones se encuentran en Ibiza en los años 2015 y 2016, que superan el peso de recogida de Menorca.

Datos anuales desde el 2004 muestran que, en general, el tipo de residuo con mayor porcentaje en peso es plástico, seguido de maderas y derivados, vegetación, materia orgánica, otros y aceites (Figura 4). La mayor excepción ocurre en 2007, cuando los aceites se convierten en el residuo más recogido debido al hundimiento del barco Don Pedro en Ibiza. Desde 2015 hasta 2019, alrededor de la mitad del % en peso recogido es plástico (49,6 %).

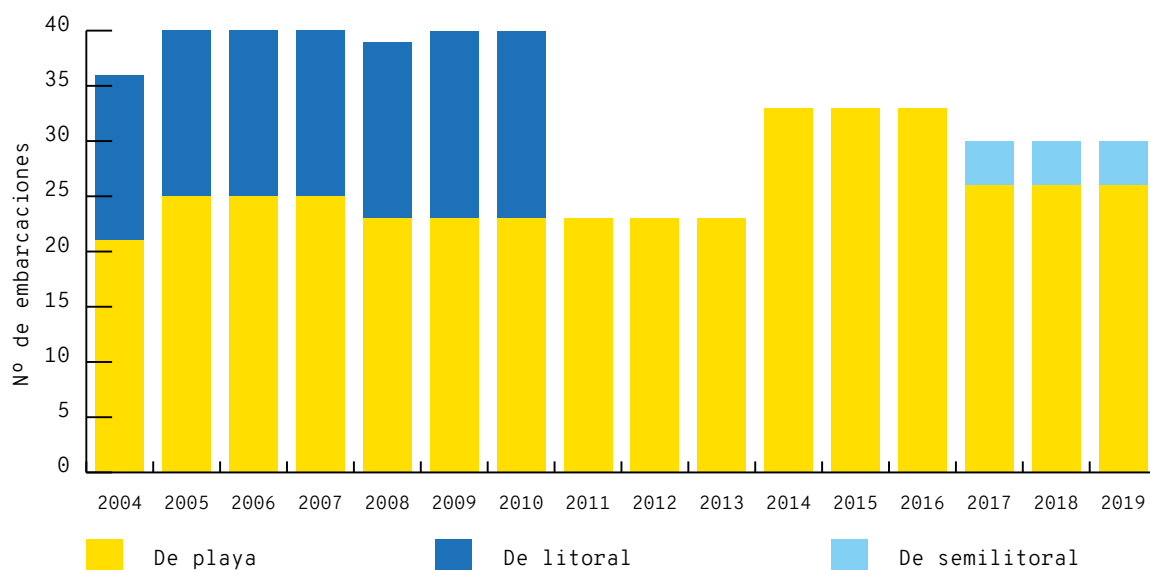


Figura 2. Peso total recogido en toneladas (línea naranja) y número de embarcaciones de limpieza de litoral por tipo (playa, litoral y semilitoral) entre los años 2004-2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).

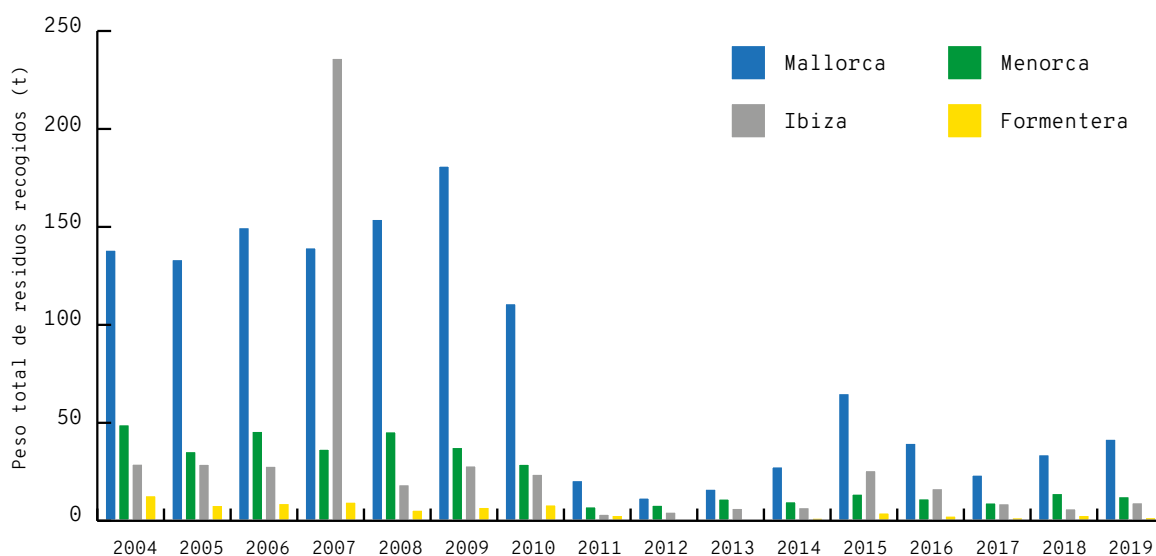


Figura 3. Peso total de recogida de residuos flotantes en toneladas por Islas entre los años 2004-2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).

POSIBLES IMPLICACIONES

Los residuos marinos tienen diversas implicaciones para los ecosistemas marinos. Por un lado, pueden provocar que algunos organismos queden enredados y sufran ahogamiento, pueden dañar ecosistemas frágiles como corales o praderas de plantas marinas, también pueden ser vectores de especies invasoras y, finalmente, pueden ser ingeridos por animales marinos.

En el mar Balear se ha documentado la ingesta de microplásticos tanto en especies pelágicas como demersales, con valores medios que oscilan entre $0 \pm 0,00$ y $3,75 \pm 0,25$ microplásticos/individuo (Tabla 1)⁹⁻¹². No solo la ingesta de plásticos es una realidad en esta zona, sino que se ha observado la activación de ciertas enzimas, concretamente la Glutathione-S-Transferasa (GST), como respuesta de especies ícticas (peces) a la exposición de plásticos en el medio marino.¹² Además, existen predicciones de exposición a la contaminación por plásticos

que señalan que la biodiversidad de la zona costera de estas islas está sometida a un mayor riesgo por contaminación por plásticos que otras zonas del Mediterráneo.¹³

CONCLUSIONES

- El tipo de embarcación utilizada en el servicio de limpieza de litoral condiciona la cantidad de toneladas recogidas anualmente. Las embarcaciones de tipo litoral (Pelica) son las más efectivas, ya que se recogió mayor peso anualmente (173-423 t) durante los años en que fueron operativas (2004-2010). Posteriormente (años 2011-2019), la cantidad recogida no supera las 110 t anuales.
- En 2011 se observa una reducción en la recogida de residuos de todas las Islas, debido a la desaparición de las embarcaciones tipo litoral de la flota.

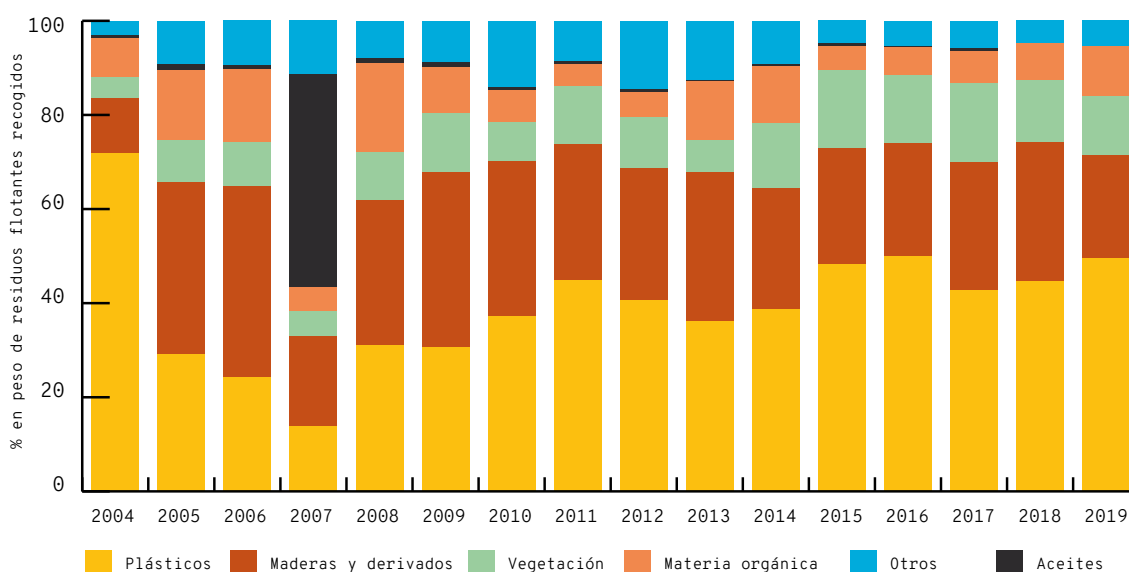


Figura 4. Porcentaje en peso de residuos flotantes recogidos por tipo (plásticos, maderas y derivados, vegetación, materia orgánica, otros y aceites) durante los años 2004-2019. FUENTE: CNL (ABAQUA).

Especie	Número de individuos analizados	Ocurrencia microplásticos (%)	Ingestión de microplásticos	Referencia
Boga (<i>Boops boops</i>)	337/24	57,80/16,67	$3,75 \pm 0,25/0,33 \pm 0,87$	Nadal <i>et al.</i> , 2016 ⁹ / Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰
Pintarroja (<i>Galeus melastomus</i>)	125	16,80	$0,34 \pm 0,07$	Alomar, Deudero, 2017 ¹¹
Salmonete (<i>Mullus surmuletus</i>)	417	27,30	$0,42 \pm 0,04$	Alomar <i>et al.</i> , 2017 ¹²
Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	7	14,29	$0,14 \pm 0,38$	Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰
Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	24	0	0	Ríos-Fuster <i>et al.</i> , 2019 ¹⁰

Tabla 1. Ocurrencia y valor medio de microplásticos por individuo encontrados en 6 especies de peces analizadas en el mar Balear con la referencia correspondiente.

- La cantidad de residuos recogidos por isla muestra que el servicio recoge de media un 58 % de los residuos en Mallorca, un 20 % en Menorca, un 18 % en Ibiza y un 4 % en Formentera.
- El mayor componente de residuo recogido es el plástico (~ 50 %), seguido de maderas y derivados (~ 30 %).

REFERENCIAS

- ¹ DEUDERO, S.; ALOMAR, C. (2015). «Mediterranean marine biodiversity under threat: reviewing influence of marine litter on species». *Marine Pollution Bulletin*, 98 (1-2), 58-68, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.012.
- ² FARRELL, P.; NELSON, K. (2013). «Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.)». *Environmental Pollution*, Vol. 177, 1-3.
- ³ ROCHMAN, C. M. *et al.* (2013). «Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress». *Nature, Scientific Reports* 3 (3263), DOI: <http://doi.org/10.1038/srep03263>.
- ⁴ WRIGHT, S. L. *et al.* (2013). «The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review». *Environmental Pollution*, 178, 483-492.
- ⁵ JAMBECK, J. R. *et al.* (2015). «Plastic waste inputs from land into the ocean». *Science*, 347, 768-777, DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1260352>.
- ⁶ LIUBARTSEVA, S. *et al.* (2019). «Are Mediterranean Marine Protected Areas sheltered from plastic pollution?». *Marine Pollution Bulletin*, 140, 579-587, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.01.022.
- ⁷ RUIZ-OREJÓN, L. F. *et al.* (2019). «Quarterly variability of floating plastic debris in the marine protected area of the Menorca Channel (Spain)». *Environmental Pollution*, 252, 1.742-1.754, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.063>.
- ⁸ COMPA, M. *et al.* (2019). «Spatio-temporal monitoring of coastal floating marine debris in the Balearic Islands from sea-cleaning boats». *Marine Pollution Bulletin*, 141, 205-214, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2019.02.027.
- ⁹ NADAL, M. A. *et al.* (2016). «High levels of microplastic ingestion by the semipelagic fish bogue *Boops boops* (L.) around the Balearic Islands». *Environmental Pollution*, 214, 517-532.
- ¹⁰ RÍOS-FUSTER, B. *et al.* (2019). «Anthropogenic particles ingestion in fish species from two areas of the western Mediterranean Sea». *Marine Pollution Bulletin*, 144, 325-333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.064>.
- ¹¹ ALOMAR, C.; DEUDERO, S. (2017). «Evidence of microplastic ingestion in the shark *Galeus melastomus* Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea». *Environmental Pollution*, 223, 223-229. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.01.015.
- ¹² ALOMAR, C. *et al.* (2017). «Microplastic ingestion by *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758 fish and its potential for causing oxidative stress». *Environmental Research*, 159, 135-142. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.043>.
- ¹³ COMPA, M. *et al.* (2019). «Risk assessment of plastic pollution on marine diversity in the Mediterranean Sea». *Science of The Total Environment*, 678, 188-196.

Ruido submarino

En el océano hay una gran variedad de sonidos naturales, tanto bióticos como provenientes del medio. Entre estos últimos, se pueden diferenciar los sonidos normales, como el viento o las olas, y los producidos por acontecimientos catastróficos, movimientos sísmicos o volcanes submarinos, que evidentemente pueden causar impactos sobre la fauna.

Entre los sonidos naturales hay algunos de gran intensidad instantánea, como los clics de los cachalotes, que probablemente constituyen la fuente sonora animal de mayor potencia. Sin embargo, estos pulsos son muy cortos, y los niveles de energía asociados son mucho más reducidos que los de los sonares humanos de alta intensidad, por lo que la comparación entre ambas fuentes sonoras no es razonable.¹ Cabe considerar que las especies se han adaptado a lo largo de un tiempo evolutivo a las condiciones acústicas de su medio, mientras que la contaminación acústica humana se ha propagado de forma significativa en los últimos cien años y ha producido cambios de importancia en el ambiente acústico normal de amplias zonas marinas.

Hay que distinguir dos escenarios, recogidos en la Decisión 2010/477/UE, de 1 de septiembre de 2010, sobre los criterios y las normas metodológicas para el buen estado medioambiental de las aguas marinas, que son:

→ La presencia de ruidos impulsivos de alta, media y baja frecuencia donde las fuentes sonoras antropogénicas superen los niveles que pueden producir un impacto significativo en los animales marinos, medidos en la banda de frecuencias de 10 Hz a 10 kHz como nivel de exposición sonora (en dB re 1μPa 2.s) o como nivel de presión acústica de pico (en dB re 1μPa peak) a un metro.

→ El ruido continuo de baja frecuencia o ruido ambiental en las bandas de 1/3 de octava 63 y 125 Hz (frecuencia central) (re 1μPa RMS).

Aunque este último punto, recogido en las directrices para la Guía para el control del ruido subacuático en aguas europeas,² sugiere el cálculo del ruido ambiente a 1/3 de las bandas de 63 y 125 Hz (centro de frecuencia) re 1μPa RMS como indicador de la actividad antrópica, otros autores recomiendan también el muestreo sobre las bandas de 250 y 500 Hz, ya que estas se ven más afectadas por las embarcaciones rápidas.³ Pero, puesto que la información que existe en zonas costeras de baja profundidad es muy reducida, para valorar el efecto de las actividades antrópicas en la banda costera balear—al margen de las bandas citadas—debería calcularse la media de la energía en las bandas de un tercio de octava de 1.000, 2.000, 4.000, 8.000, 16.000 y 32.000.

El ruido producido por las actividades humanas es un contaminante regulado legalmente en España, pero en el ámbito marino, la legislación en este sentido presenta un retraso considerable, porque existe un desconocimiento tradicional sobre el uso del sonido por parte de la fauna marina y su papel estructurador en el ecosistema acuático, ya que facilita ciertas funciones vitales de numerosos taxones animales, desde mamíferos a peces e invertebrados.

¿QUÉ ES?

El ruido del océano puede ser producido de forma natural (por organismos o por el medio) o de forma humana (desde los últimos ~100 años). El ruido antrópico supone una forma de contaminación acústica que se produce en amplias zonas marinas y utiliza frecuencias que compiten con los sonidos naturales, como los que producen los cetáceos para comunicarse. Este indicador proporciona información sobre la cantidad de actividad antrópica que existe en una determinada área marina. Actualmente forma un descriptor del buen estado ambiental marino.

METODOLOGÍA

Los datos de ruido submarino han sido recogidos en los proyectos realizados por la Asociación Tursiops: Els nostres Dofins, CALMA y CALMADOS (estos dos últimos, con el apoyo de Fundación Biodiversidad).

Los censos acústicos se realizan mediante hidrófonos, que se descargan de los barcos. Los resultados muestran las grabaciones de sonidos antrópicos en la Reserva Marina de los Freus de Ibiza y Formentera en 2018. Se estudian diferentes bandas de frecuencias por meses.

RESULTADOS

Los ruidos detectados en los Freus de Ibiza y Formentera están asociados a las actividades de navegación.

La cantidad de energía acústica es mayor en verano (>15 dB).

En los meses de verano, la presencia de embarcaciones rápidas eleva la energía en la zona de alta frecuencia.

¿POR QUÉ?

Aunque todavía existe desconocimiento general sobre el uso del sonido por parte de la fauna marina, se ha evidenciado que la contaminación acústica afecta a ciertas funciones vitales de mamíferos, peces e invertebrados. Existe normativa y convenios nacionales e internacionales, pero todavía urge tener un mejor control para mitigar este impacto.

LOCALIZACIÓN



Imagen de hidrófono sumergido, aparato utilizado para la medición de sonidos submarinos. FUENTE: Rubén Casas.

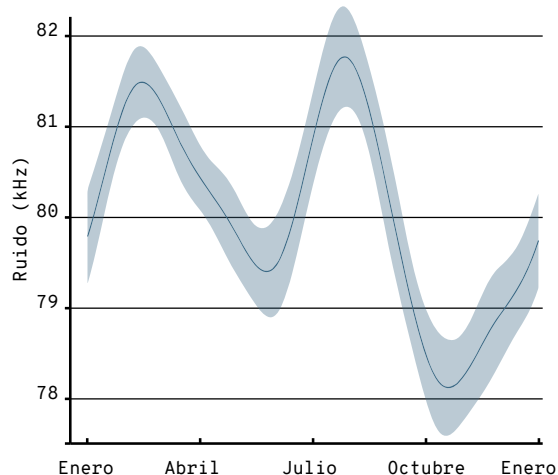


Figura 1. Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 63 Hz. FUENTE: Asociación Tursiops.

A pesar de una cierta incertidumbre científica en algunos casos, es evidente que el ruido antrópico marino es una forma de contaminación que daña la vida marina y, por tanto, sería preciso controlar sus emisiones. Un beneficio de este control es que el ruido no sufre bioacumulación, la contaminación acústica desaparece cuando se detiene la fuente de emisión, con lo que las medidas mitigadoras tienen un efecto positivo inmediato.

METODOLOGÍA

Los datos existentes sobre ruido submarino en las Islas Baleares provienen de los proyectos Els nostres dofins, CALMA y CALMADOS, estos dos últimos con el apoyo de la Fundación Biodiversidad, y todos ellos desarrollados por la Asociación Tursiops. Se han obtenido grabaciones con una tasa de muestreo de 96 kHz con un protocolo de grabación de 3 minutos por 15 en 3 localizaciones de Ibiza y de 4 minutos por 30 en dos montañas submarinas del canal de Mallorca, y se han calculado las presiones sonoras según lo argumentado en la descripción. Se muestran los datos para los Freus de Ibiza y Formentera del año 2018, donde se puede comprobar cómo el paso de embarcaciones rápidas en verano eleva la energía especialmente en la franja de alta frecuencia (figuras 1 y 2). Ello es constatable fehacientemente observando su paso diario (Figura 3).

RESULTADOS

En los Freus, se ha podido diagnosticar bien el nivel de ruido submarino asociado a la navegación y describir su patrón. De manera resumida, la cantidad de energía acústica derivada de la navegación aumenta en los meses de verano y supera los 15 dB en

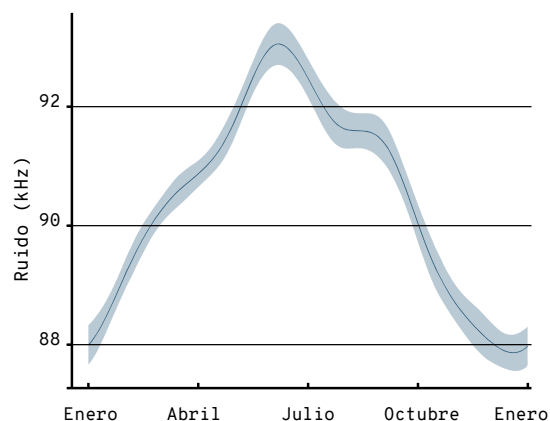


Figura 2. Generalized Additive Model (GAM) por días (eje con meses), banda 4.000 Hz. FUENTE: Asociación Tursiops.

las medidas basales. Pero esta contaminación no es homogénea en las diferentes frecuencias, y es muy marcado el efecto de las embarcaciones rápidas a altas frecuencias. Las embarcaciones presentan una estacionalidad elevada y un pico abrupto estival.

NORMATIVA

La legislación nacional aplicable actualmente es la Ley 37/2003 de ruido, así como la Ley 41/2010 de protección del medio marino, la Ley 42/2007 del patrimonio natural y la biodiversidad y la Ley 9/2006 de evaluación de impacto ambiental, porque el ruido es una fuente de impacto potencial sobre la vida silvestre y porque la introducción de energía, incluyendo el ruido subacuático, es uno de los descriptores para determinar el buen estado ambiental. Además de la legislación existente en el ámbito nacional, la contaminación acústica marina se incluye en el marco del derecho internacional, tanto a través de instrumentos normativos como a través de resoluciones procedentes de diferentes instituciones, como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU-PNUMA), la Organización Marítima Internacional (OMI), la Convención sobre el Derecho del Mar de las Naciones Unidas (UNCLOS), las instituciones de la Unión Europea y numerosos convenios de gestión y conservación del medio marino: OSPAR, ACCOBAMS, ASCOBANS, CBI. En estos textos y resoluciones se refleja una preocupación sobre el impacto no regulado de la contaminación acústica y se convoca el principio de precaución y la puesta en marcha de medidas de mitigación de impacto. España participa en la mayor parte de estos convenios internacionales y urge actuar en consecuencia.

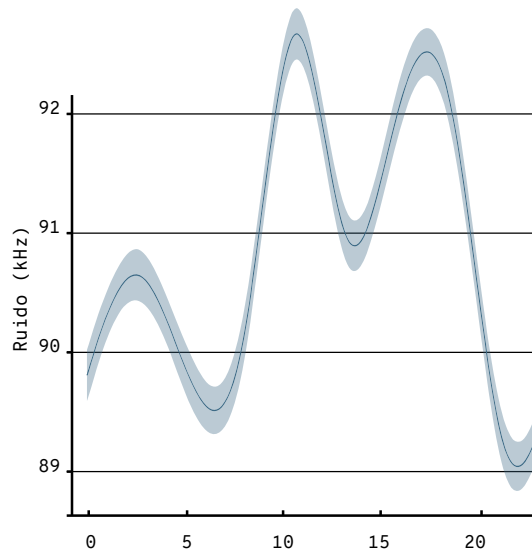


Figura 3. Generalized Additive Model (GAM) por horas diarias, banda 4.000 Hz. FUENTE: Asociación Tursiops.



Instalación de hidrófono en aguas de Ibiza. FUENTE: Rubén Casas.

REFERENCIAS

- ¹ DEKELING, R. *et al.* (2014). «Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas, Part II: Monitoring Guidance Specifications». *JRC Scientific and Policy Report EUR 26557 EN*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- ² MADSEN, P. (2005). «Marine mammals and noise: Problems with root mean square sound pressure levels for transients». *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117, 3952-3957.
- ³ MERCHANT, N. D. *et al.* (2014). «Monitoring ship noise to assess the impact of coastal developments on marine mammals». *Marine Pollution Bulletin*, 78, 85-95.

61-65

Concentración de contaminantes en sedimentos

Los sedimentos acumulan una gran cantidad de contaminantes que son perjudiciales para el medio ambiente y tóxicos para los organismos marinos y para la salud humana. Algunos de estos contaminantes son los **metales pesados**, los **compuestos bifenilos policlorados** (PCB), los **hidrocarburos policíclicos aromáticos** (PAH), los **compuestos orgánicos volátiles** (VOC) y los **pesticidas organoclorados**. Muchos de estos compuestos están incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas. La legislación europea establece la necesidad de controlar y eliminar los vertidos de estas sustancias al medio acuático para evitar su contaminación y la posible afectación del medio ambiente y los organismos marinos.

Los resultados que presentamos aquí pertenecen al estudio elaborado por técnicos de los Servicios Científicotécnicos de la Universitat de les Illes Balears para la Direcció General de Recursos Hídrics, titulado «Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11)». Este estudio se realizó entre los meses de enero y octubre del año 2009 y se tomaron muestras de sedimentos marinos de un total de 44 lugares diferentes de las Islas: 27 en Mallorca, 2 en Cabrera, 7 en Ibiza, 3 en Formentera y 5 en Menorca.¹

NORMATIVA

Decisión núm. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE.

Decisión de la Comisión Europea, de 1 de septiembre de 2010, sobre los criterios y las normas metodológicas aplicables al buen estado medioambiental de las aguas marinas (2010/477/UE).

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).

Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las directivas 82/176/CEE, 85/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CEE.

61. Concentración de metales pesados en sedimentos

Los metales pesados generalmente se definen como metales con densidades, pesos atómicos o números atómicos relativamente altos.²

Las actividades humanas han incrementado la cantidad y la distribución de metales pesados en la atmósfera, suelos, ríos, lagos y mares de todo el mundo. Esta contaminación generalizada y a la vez difusa ha causado preocupación sobre sus posibles efectos en plantas, animales y seres humanos. Una gran proporción de estos metales pesados se acumula en los sedimentos.³

¿QUÉ ES?

Los sedimentos acumulan una gran cantidad de contaminantes que son perjudiciales para el medio ambiente y tóxicos para los organismos marinos y para la salud humana.

Mostramos resultados de concentraciones de diversos contaminantes en sedimentos:

- (61) metales pesados,
- (62) compuestos bifenilos policlorados (PCB),
- (63) hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH),
- (64) compuestos orgánicos volátiles (VOC) y
- (65) pesticidas organoclorados.

METODOLOGÍA

Los resultados pertenecen al estudio llevado a cabo en el año 2009 por técnicos de los Servicios Científicotécnicos de la Universitat de les Illes Balears para la Direcció General de Recursos Hídrics, titulado «Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11)». Se tomaron muestras de un total de 44 lugares diferentes de las islas: 27 en Mallorca, 2 en Cabrera, 7 en Ibiza, 3 en Formentera y 5 en Menorca.

En el caso de tres metales incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, también se muestran resultados de un estudio elaborado en el año 2005: «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005-març 2007)».

No se dispone de valores de líneas de base de concentraciones de estos contaminantes en las Baleares que puedan servir para determinar si la concentración que presentan es natural o debida a contaminación, y por ello hay que emplear valores de corte basados en las concentraciones medidas (en este caso, la suma de la media más la desviación estándar).

¿POR QUÉ?

La actividad humana ha incrementado la cantidad y la distribución de contaminantes en la atmósfera, la tierra, ríos, lagos y mares. Una gran proporción de estas sustancias se acumula en los sedimentos. Estos contaminantes pueden ser bioacumulados por organismos marinos y entrar así en la cadena trófica, de manera que los predadores reciben dosis más elevadas, que pueden llegar a tener efectos nocivos para los seres humanos.

Muchos de estos compuestos están incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas. La legislación europea establece la necesidad de controlar y eliminar los vertidos de estas sustancias al medio acuático para evitar la contaminación y la posible afectación del medio ambiente y los organismos marinos.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

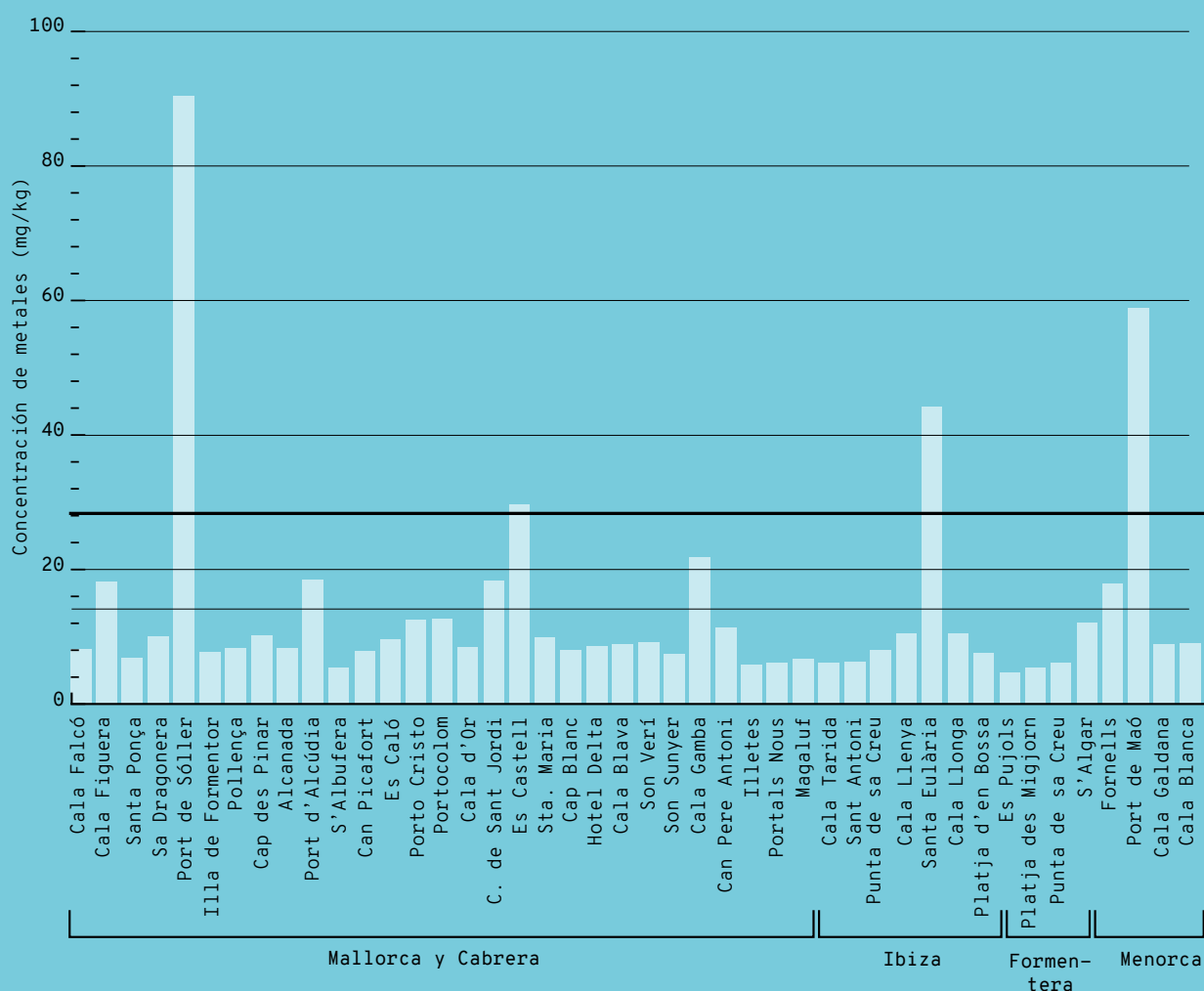
Las zonas contaminadas por metales pesados en sedimentos según el estudio elaborado en el año 2009 son el puerto de Sóller (Mallorca) y el puerto de Maó (Menorca). Si además se consideran los resultados del estudio realizado en el año 2005, la bahía de Fornells (Menorca) y Ses Roquetes (Ibiza) también deben incluirse en la lista de zonas altamente contaminadas por metales pesados.

Se detectó contaminación por PCB en dos lugares de estudio: Sant Antoni (Ibiza) y S'Algar (Menorca).

Hay tres lugares donde se ha detectado contaminación por hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH): Cala Figuera, Cala Gamba y el puerto de Maó. Se detectó contaminación por compuestos orgánicos volátiles (VOC) en dos lugares: Cala Figuera y el puerto de Alcúdia.

Se detectó contaminación por pesticidas organoclorados en Sant Antoni (Ibiza), Cala Blanca (Menorca), Cala Gamba (Mallorca) y S'Algar (Menorca) cuando se considera la suma de todos los pesticidas organoclorados medidos en el estudio, y en Cala Blanca cuando solo se consideran los compuestos incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.

Los datos que se tienen sobre contaminantes en sedimentos en las Islas Baleares provienen de un único estudio del año 2009 y, en el caso de algunos metales, de un estudio adicional del año 2005, y pueden haber variado con el paso del tiempo. Sería recomendable actualizar estos datos con estudios nuevos para evaluar la evolución de las concentraciones de contaminantes en sedimentos.



Concentración de contaminantes en sedimentos

Suma de las concentraciones de los metales incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (cadmio, plomo, mercurio y níquel) en mg de metal por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2009. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Albertí y colaboradores.

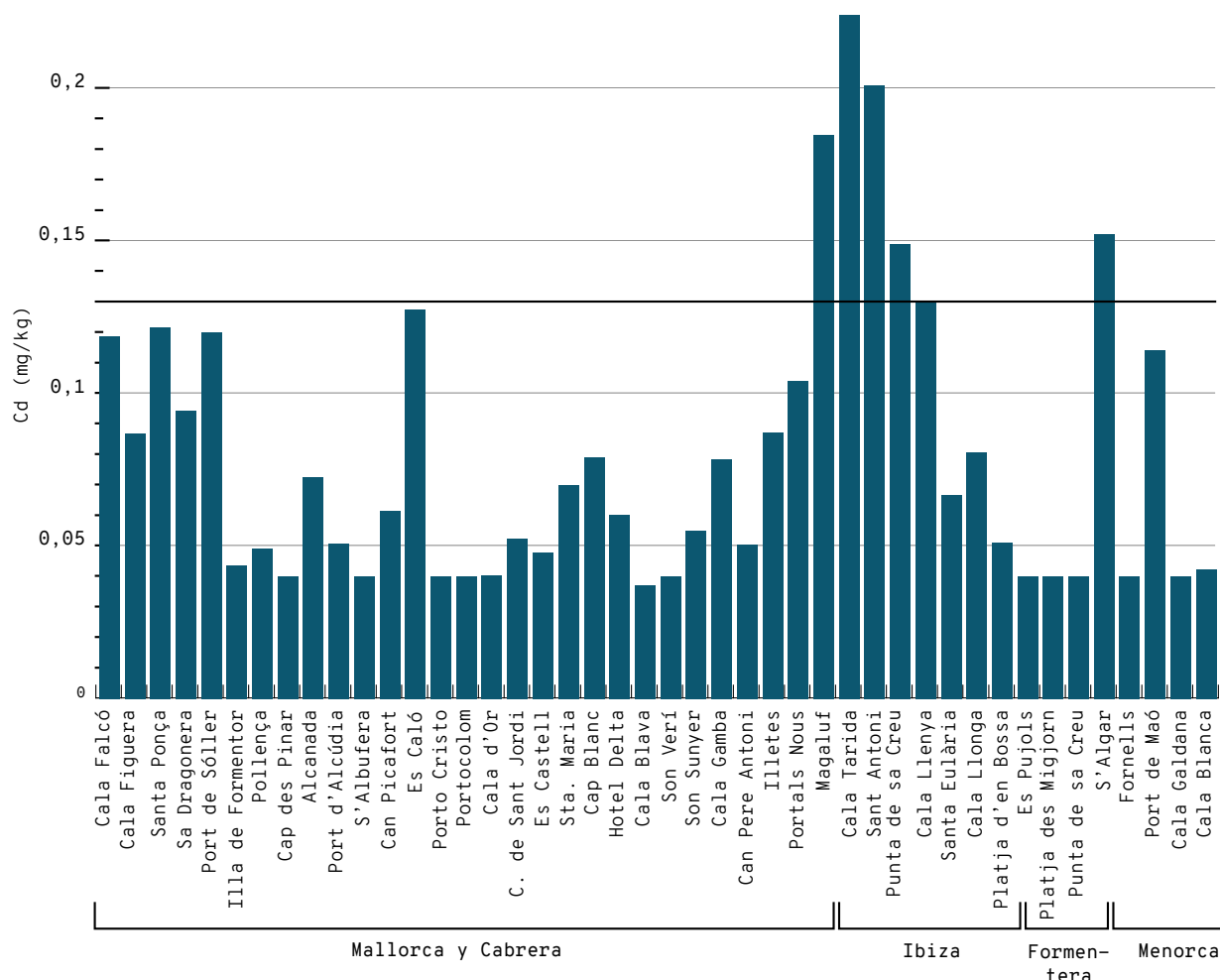


Figura 1. Concentración de cadmio (Cd) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2009. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

El origen de los metales en los ambientes marinos es tanto natural como antropogénico. No son degradados por bacterias y, por tanto, se acumulan permanentemente en el mar y en los sedimentos.⁴

⁵ Los metales intervienen en diversos mecanismos biogeoquímicos (en rutas metabólicas y procesos geológicos), tienen una alta movilidad y se puede bioacumular en los organismos marinos y amplificarse en la cadena trófica —así, los predadores recibirían dosis más elevadas de estas sustancias conservativas—,⁵ algo que puede tener efectos nocivos para la salud humana (como en el caso del mercurio).⁴

Diversos estudios han demostrado que la exposición a metales pesados (tóxicos) causa problemas de salud a largo plazo en las poblaciones humanas. Estos metales son tóxicos sistémicos conocidos por inducir efectos adversos para la salud en humanos, entre los cuales figuran enfermedades cardiovasculares, anomalías en el desarrollo, trastornos neurológicos, diabetes, pérdida auditiva, trastornos hematológicos e inmunológicos y diversos tipos de cáncer. Aunque se conocen los efectos agudos y crónicos que causan algunos metales, se dispone de muy poca información del impacto sobre la salud de las mezclas de elementos tóxicos y sus efectos sinérgicos.⁶

METODOLOGÍA

La mayoría de los resultados presentados aquí provienen del estudio de Albertí y colaboradores,¹ que emplearon la metodología siguiente:

Se midieron los siguientes metales en sedimentos: aluminio (Al), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), níquel (Ni), zinc (Zn), arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), vanadio (V) y mercurio (Hg) utilizando las técnicas que se describen a continuación.

Para el análisis de aluminio (Al), cobre (Cu), cromo (Cr), hierro (Fe), níquel (Ni) y zinc (Zn), las muestras se trataron según la norma UNE 77303, secándolas a 60 °C durante 48 horas. Se tamizó y molió la sección inferior a 2 mm. La submuestra se digirió según la norma EPA 3051 y se analizó siguiendo la norma UNE-EN ISO 11885:1998: espectrometría de emisión atómica mediante un plasma de radiofrecuencia acoplado inductivamente (ICP-OES). El método que se utilizó es el de la determinación de elementos disueltos.¹

Para el análisis de arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb) y vanadio (V), las muestras se trataron según la norma UNE 77303, secándolas a 60 °C durante 48

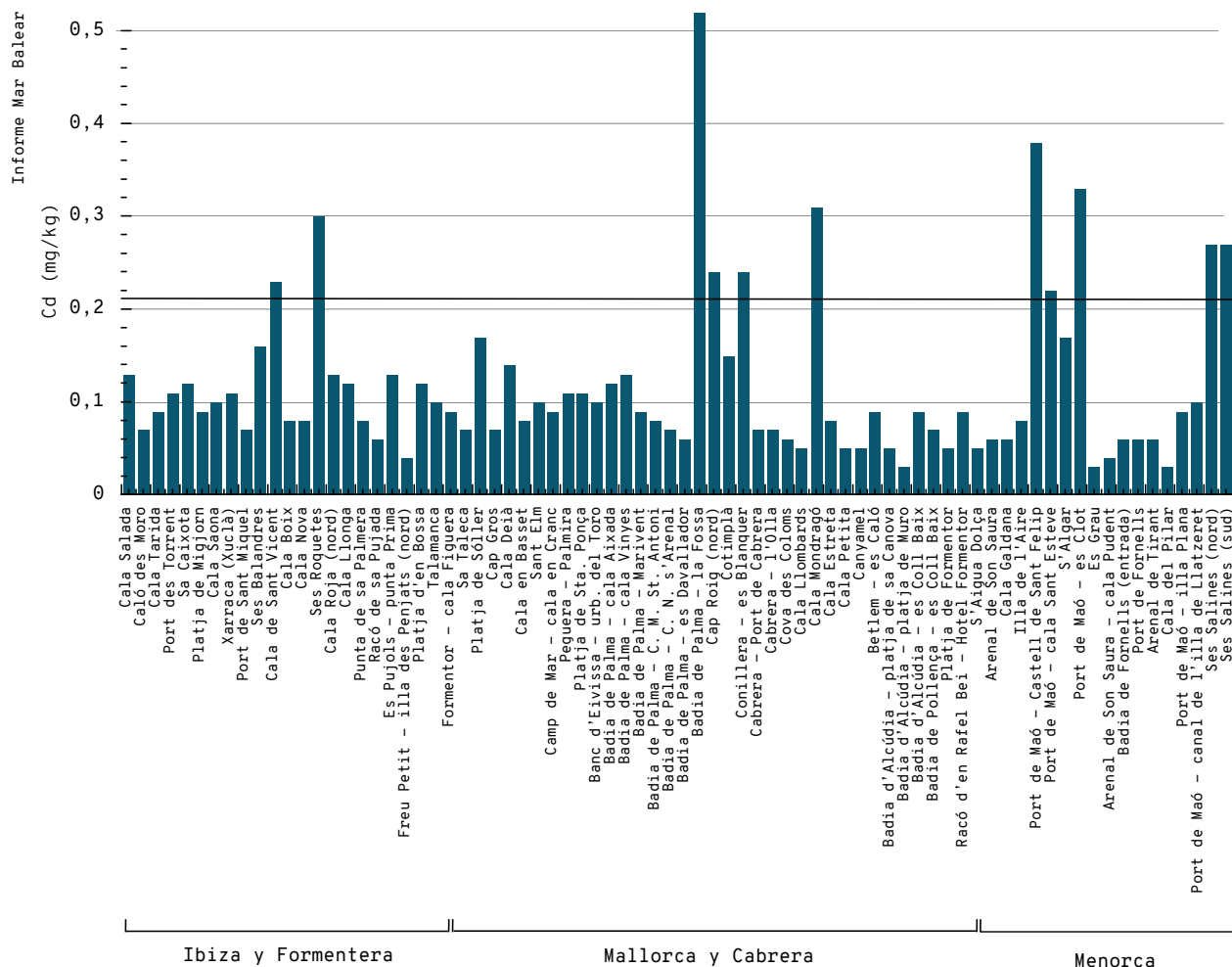


Figura 2. Concentración de cadmio (Cd) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2005. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Ballesteros y colaboradores.⁷

horas. Se tamizó y molió la sección inferior a 2 mm. La submuestra se digirió según la norma EPA 3051 y se analizó siguiendo la norma UNE-EN ISO 17294-1,2; espectrometría de emisión atómica mediante un plasma de radiofrecuencia acoplado inductivamente (ICP-MS). El método que se utilizó es el de la determinación de elementos disueltos.¹

Para el análisis de mercurio (Hg), las muestras se trataron según la norma UNE 77303, secándolas a 60 °C durante 48 horas. Se tamizó y molió la sección inferior a 2 mm. La submuestra se digirió según la norma EPA 3051 y se analizó siguiendo la norma UNE-EN ISO 1483:1998; espectrometría de absorción atómica (técnica de vapor frío). El método que se utilizó es el de la determinación de elementos disueltos.¹

Adicionalmente, presentamos unos resultados provenientes del estudio elaborado entre los años 2005 y 2007 «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005-març 2007)», liderado por Enrique Ballesteros,⁷ en el que se analizaron las concentraciones de algunos metales pesados (zinc [Zn], cobre [Cu], plomo [Pb], vanadio [V], cadmio [Cd], mercurio [Hg] y aluminio [Al]) en sedimentos de 76 localizaciones repartidas por las Islas Balea-

res (36 entre Mallorca y Cabrera, 18 en Menorca, 19 en Ibiza y 3 en Formentera).

En este estudio se siguió la metodología siguiente para el análisis de metales: las muestras se descongelaron y liofilizaron. Para cada muestra se pesaron cantidades de 0,1 g aproximadamente de sedimento liofilizado y triturado, y se digirieron en recipientes de teflón en una solución de ácido nítrico concentrado y de peróxido de hidrógeno (reactivos Suprapur Merck®) en la estufa a 90 °C durante 24 horas. Este proceso también se llevó a cabo en un total de 42 blancos. La solución de sedimentos digerida se diluyó con agua Mili-Q y se guardó en la nevera en tubos de polietileno. La concentración de metales en la solución se determinó mediante un espectrofotómetro de inducción de plasma acoplado (ICP-MS) en los Servicios Científicotécnicos de la Universitat de Barcelona. Los valores se expresan en miligramos de metal por kilogramo de sedimento (mg/kg).

No hay límites establecidos para las concentraciones máximas recomendables de estos metales en sedimentos ni una línea de base de condiciones prístinas con la que poder comparar estas concentraciones. A fin de establecer un valor de corte para poder identificar las zonas que presenten más contaminación se ha seleccionado la suma de la media y de la desviación estándar de todos los puntos de muestreo para el parámetro estudiado.¹

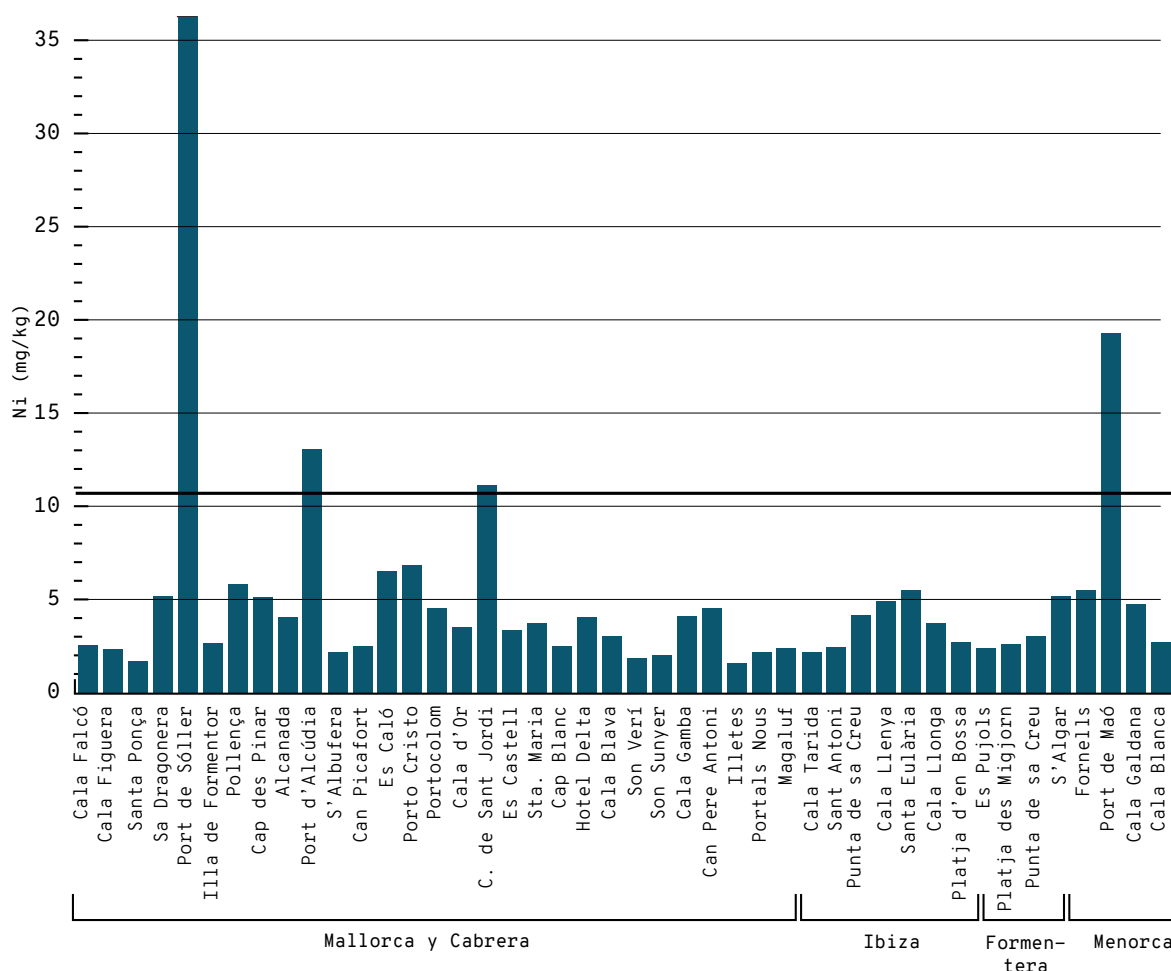


Figura 3. Concentración de níquel (Ni) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2009. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

RESULTADOS

Nos centraremos principalmente en las concentraciones de metales pesados que están incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas: cadmio (Cd), níquel (Ni), plomo (Pb) y mercurio (Hg) (figuras 1-5).

Cadmio (Cd)

El cadmio es un metal extremadamente tóxico clasificado como cancerígeno para los humanos según la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer. Se usa en procesos de galvanización, en pinturas industriales y en pilas de níquel y cadmio.

En el caso del cadmio, el valor de corte que resulta de sumar la media y la desviación estándar de todas las medidas del estudio realizado en el año 2009 es de 0,13 mg/kg (Figura 1). Las zonas que han presentado más contaminación, por encima de este valor de corte, han sido Magaluf, en Mallorca; Cala Tarida, Sant Antoni y la Punta de sa Creu, en Ibiza, y S'Algar, en Menorca. Hay dos estaciones más donde los valores rozan este valor de corte: Es Caló, en Mallorca, y Cala Llenya, en Ibiza (Figura 1).

Según este estudio, la isla de Ibiza es la que presenta más zonas con contaminación por cadmio en comparación con el resto de isla.

En el caso de los análisis realizados en sedimentos muestreados en el año 2005, el valor de corte fue de 0,21 mg/kg, más alto que el valor de corte estimado para el año 2009 (Figura 2). Cuando se hizo este estudio, 11 de los 76 puntos de muestreo presentaron valores por encima de este valor de corte: dos situados dentro de la bahía de Fornells y 3 dentro del puerto de Maó, en Menorca; dos puntos en Ibiza: Cala de Sant Vicenç y Ses Roquetes; y 4 puntos en Mallorca: un punto en la bahía de Palma, Cala Mondragó, el Cap Roig y Sa Conillera (Figura 2).

Este estudio muestra resultados diferentes de los del estudio del año 2009, seguramente a causa de las diferencias entre los puntos de muestreo. En el año 2005, la isla que presentó más localizaciones contaminadas por cadmio fue Menorca, ya que hay diversos puntos de muestreo dentro de la bahía de Fornells y dentro del puerto de Maó, que son los lugares que presentan concentraciones mayores de este metal.

Níquel (Ni)

El níquel se encuentra de manera natural en suelos y aguas superficiales, pero ciertas actividades como la industrialización, las aguas residuales o el uso de fertilizantes artificiales o pesticidas aumentan su concentración en el medio ambiente.⁸

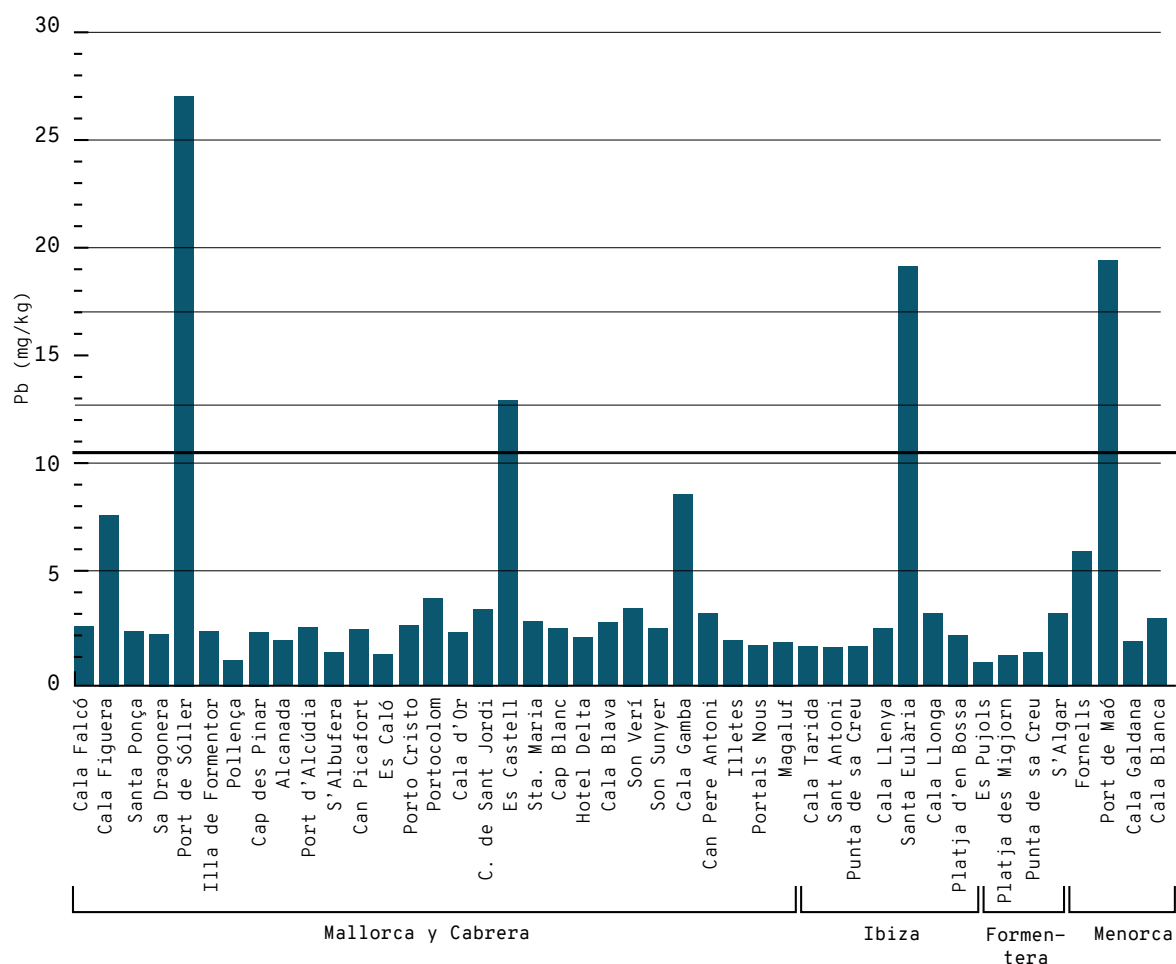


Figura 4. Concentración de plomo (Pb) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2009. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

El valor de corte resultante de la suma de la media de las concentraciones de níquel en los lugares de estudio más la desviación estándar fue de 10,91 mg/kg (Figura 3). Las zonas del estudio con concentraciones mayores de níquel —por encima de este valor de corte— fueron los puertos de Sóller y de Alcúdia y la Colònia de Sant Jordi, en Mallorca, y el puerto de Maó, en Menorca (Figura 3).

Plomo (Pb)

El plomo es un metal gris azulado que se presenta de forma natural en la corteza terrestre. Aunque se produce de forma natural en el medio, algunas actividades antropogénicas como la quema de combustibles fósiles, la minería y los procesos industriales contribuyen a liberar concentraciones elevadas de este metal. El plomo presenta diversas aplicaciones industriales, agrícolas y domésticas. Actualmente se utiliza en la producción de baterías de plomo-ácido, municiones, productos metálicos (soldadura y cañerías) y dispositivos para blindar los rayos X.⁶ En los últimos años, el uso industrial del plomo se ha reducido significativamente de las pinturas y los productos cerámicos, los calafateados y la soldadura de cañerías.⁶

Para las personas, la exposición al plomo se produce principalmente mediante la inhalación de partículas de polvo o aerosoles contaminados con plomo o la ingestión de alimentos, agua o pinturas

contaminados con plomo.⁹ En el cuerpo humano, el porcentaje más elevado de plomo se acumula en los riñones, seguidamente en el hígado y en otros tejidos blandos como el corazón y el cerebro, pero el plomo que se acumula en el esqueleto representa la fracción corporal mayor. El sistema nervioso es el objetivo más vulnerable a la intoxicación por plomo. Dolor de cabeza, falta de atención, irritabilidad, pérdida de memoria y somnolencia son los primeros síntomas de los efectos de exposición del sistema nervioso central al plomo. La exposición aguda al plomo induce daños cerebrales, daños renales y enfermedades gastrointestinales, mientras que la exposición crónica puede causar efectos adversos sobre la sangre, el sistema nervioso central, la presión arterial, los riñones y el metabolismo de la vitamina D.⁶ Desde finales de los años setenta del siglo XX, la exposición al plomo ha disminuido significativamente como resultado de múltiples esfuerzos, entre los que figura la eliminación de este metal de la gasolina, pinturas, latas de comida y bebida y cañerías.^{6,9}

En los lugares de estudio analizados en el año 2009, el valor de corte calculado fue de 19,45 mg/kg. Este valor se superó en el puerto de Sóller, en Mallorca; en Es Castell, en Cabrera; en Santa Eulària, en Ibiza, y en el Port de Maó, en Menorca. Hubo otros puntos que presentaron altas concentraciones, pero sin superar el nivel de corte: Cala Gamba y Cala Figuera, ambas en la isla de Mallorca (Figura 4).

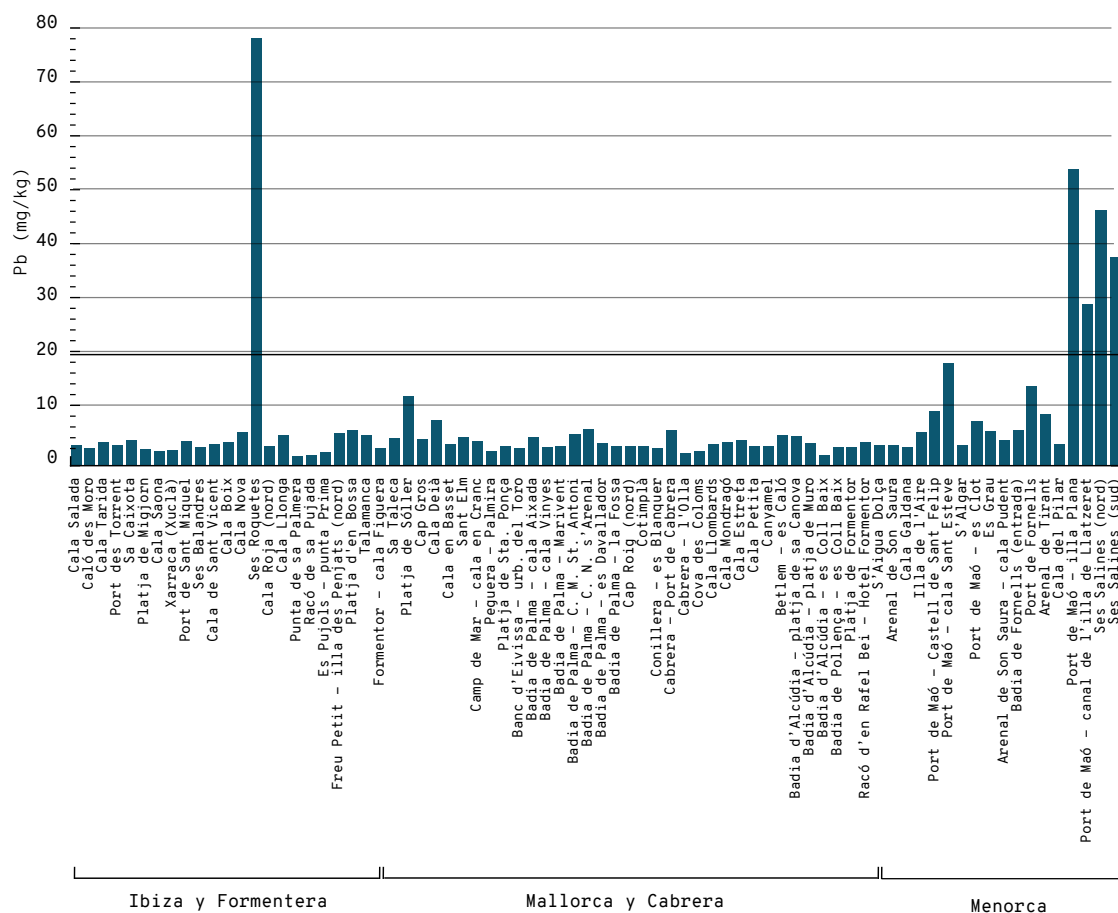


Figura 5. Concentración de plomo (Pb) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2005. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Ballesteros y colaboradores.⁷

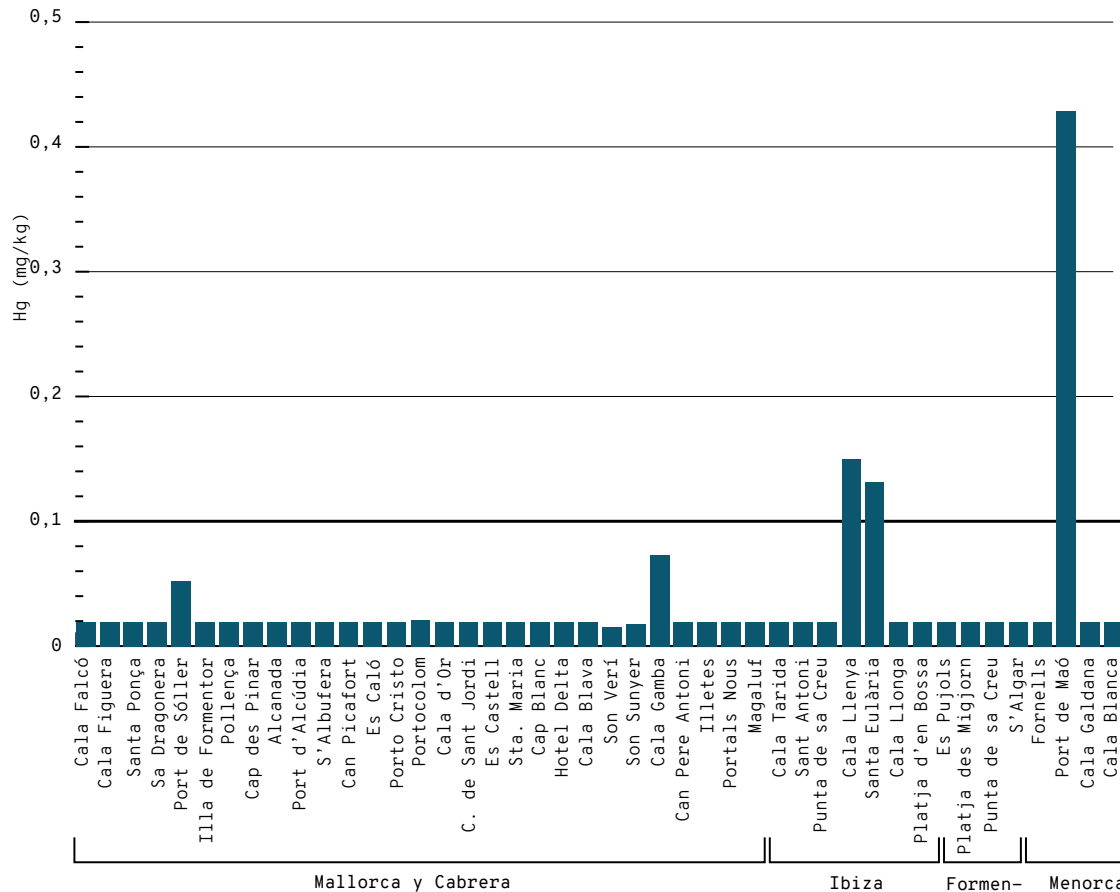


Figura 6. Concentración de mercurio (Hg) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2009. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

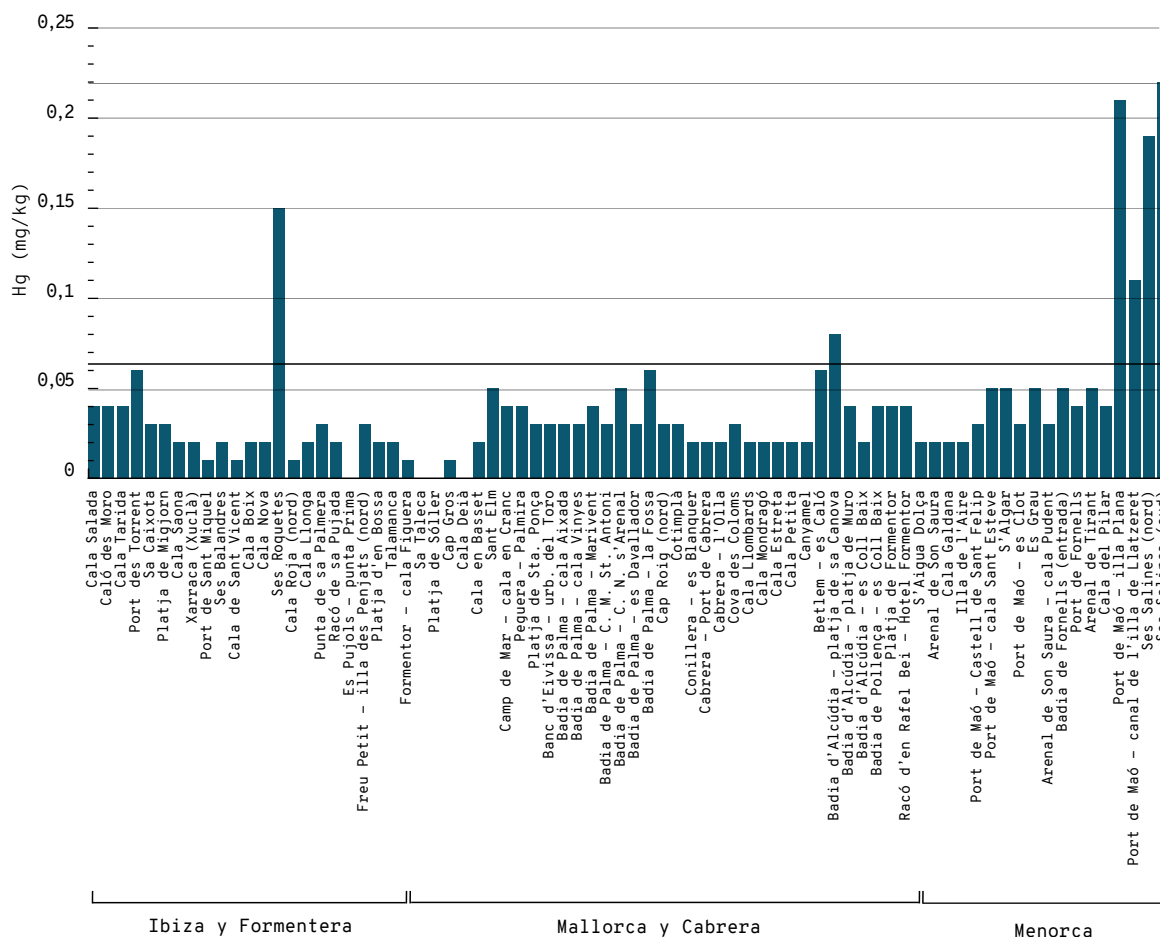


Figura 7. Concentración de mercurio (Hg) en mg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió en el año 2005. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Ballesteros y colaboradores.⁷

El estudio elaborado en el año 2005 presentó un valor de corte para el plomo de 19,71 mg/kg, muy parecido al de 19,45 mg/kg resultante del estudio del año 2009 (Figura 5). Cinco puntos de muestreo superaron este valor de corte: 4 en Menorca y 1 en Ibiza. Los puntos de Menorca con una concentración mayor por plomo se encontraron en la bahía de Fornells (2) y en el puerto de Maó (2). La mayor contaminación por plomo se detectó en Ibiza, en Ses Roquetes, con una concentración de 77,01 mg/kg.

Mercurio (Hg)

El mercurio es un metal tóxico y peligroso que se encuentra de forma natural en la corteza terrestre. Las principales fuentes de mercurio en el medio ambiente son procesos naturales como la erosión y las erupciones volcánicas, y algunas actividades antropogénicas como la fundición, la producción y el uso industrial de metales.¹⁰

El mercurio es muy pernicioso para la salud humana. El consumo de este metal a través de alimentos ha provocado brotes catastróficos de enfermedades.¹⁰ Tiene una neurotoxicidad elevada, con efectos particularmente devastadores en los sistemas nerviosos centrales y periféricos de los niños.¹⁰

La suma de la media de las concentraciones de mercurio en todos los lugares medidos más su desviación

estándar del estudio realizado en 2009 ha dado como resultado un valor de corte de 0,10 mg de Hg por kg de sedimento (Figura 6). Este valor se superó en el puerto de Maó, en Menorca, y en Cala Llenya y en Santa Eulària, en Ibiza. Los valores de mercurio han sido particularmente altos en el puerto de Maó, con unas concentraciones de 0.43 mg/kg (Figura 6).

El estudio realizado en el año 2005 presentó un valor de corte para el mercurio de 0,08 mg/kg, muy similar aunque inferior al de 0,10 mg/kg resultante del estudio del año 2009 (figuras 6 y 7). En el año 2005 se midió la mayor concentración de mercurio dentro de la bahía de Fornells, en la estación de Ses Salines sur, donde se detectaron 0,22 mg/kg de mercurio, un valor muy inferior al medido dentro del puerto de Maó en el año 2009, de 0,43 mg/kg. En el estudio del año 2005 también se detectaron 5 puntos de muestreo con valores superiores al valor de corte: 2 dentro de la bahía de Fornells, 2 dentro del puerto de Maó y uno en Ses Roquetes (Ibiza) (Figura 7).

SUMA DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO,
NÍQUEL, PLOMO Y MERCURIO

El estudio realizado en el año 2005 por Ballesteros y colaboradores⁷ no analizó las concentraciones de níquel, por lo que no puede incluirse en este apartado.

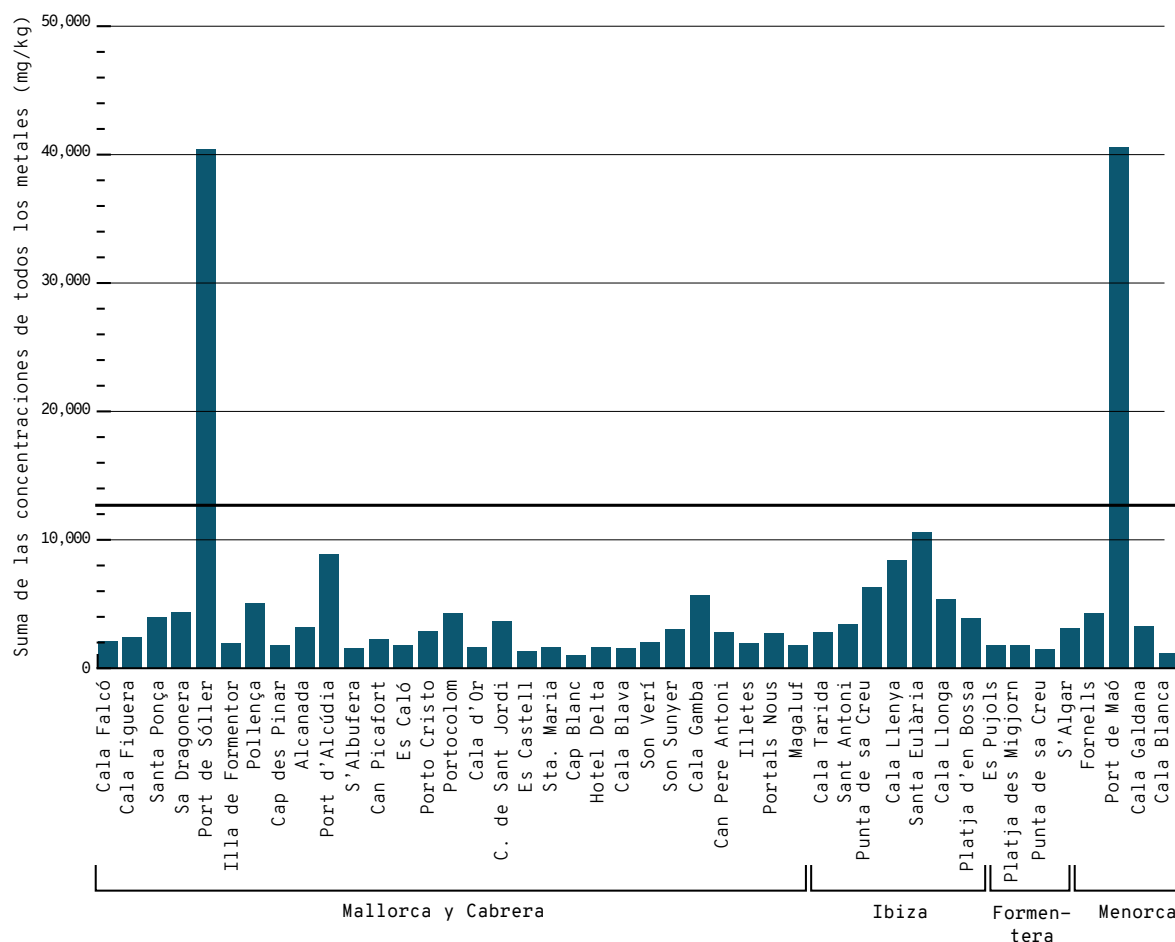


Figura 8. Suma de las concentraciones de todos los metales medidos (aluminio, cobre, cromo, hierro, níquel, zinc, arsénico, cadmio, plomo, vanadio y mercurio) en mg de metal por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

La suma de las concentraciones de los metales pesados incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (Cd, Ni, Pb y Hg) ha tenido un valor de corte de 29,53 mg/kg (figura de la ficha). Los lugares de estudio que han superado este valor han sido el puerto de Sóller (Mallorca), el puerto de Maó (Menorca), Santa Eulària (Ibiza) y Es Castell (Cabrera) (figura de la ficha).

Los lugares donde la suma de las concentraciones de estos metales pesados tóxicos está por encima del valor de corte son puertos y/o bahías cerradas. En estos lugares, la contaminación por metales se ha ido acumulando a lo largo del tiempo, y se han convertido así en los enclaves con más contaminación de las Baleares de los estudiados.

El puerto de Sóller muestra el valor más elevado de la suma de concentraciones de metales pesados incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, con un valor de 90,62 mg/kg: 61,09 mg/kg por encima del valor de corte. Este hecho muestra que es la zona más contaminada por estos metales pesados. También está por encima de los valores de corte de concentraciones de níquel y plomo.

En el puerto de Maó, la suma de las concentraciones de metales pesados incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política

de aguas ha sido de 58,98 mg/kg. Este lugar ha superado los valores de corte para níquel, plomo y mercurio. El puerto de Maó es una zona contaminada por metales pesados tóxicos.

SUMA DE LAS CONCENTRACIONES DE TODOS LOS METALES MEDIDOS: ALUMINIO, COBRE, CROMO, HIERRO, NÍQUEL, ZINC, ARSÉNICO, CADMIO, PLOMO, VANADIO Y MERCURIO

Nos referiremos solo a los resultados obtenidos en el año 2009 en el estudio de Albertí y colaboradores,¹ ya que en el estudio del año 2005 no se midieron tantos metales pesados como en el primero, lo cual no nos permite comparar los resultados.

Si consideramos todos los metales de estudio (aluminio, cobre, cromo, hierro, níquel, zinc, arsénico, cadmio, plomo, vanadio y mercurio), el valor de corte, resultante de sumar la media y la desviación estándar de todas las medidas, ha sido de 13.087,6 mg/kg. Dos localizaciones han superado este valor de corte: el puerto de Sóller y el puerto de Maó. Estas dos localizaciones son las que presentan más contaminación por metales pesados de las Islas Baleares de todas las zonas incluidas en el estudio de Albertí y colaboradores. La posible causa de estas elevadas concentraciones de metales es el pasado industrial de estos puertos (Figura 8).

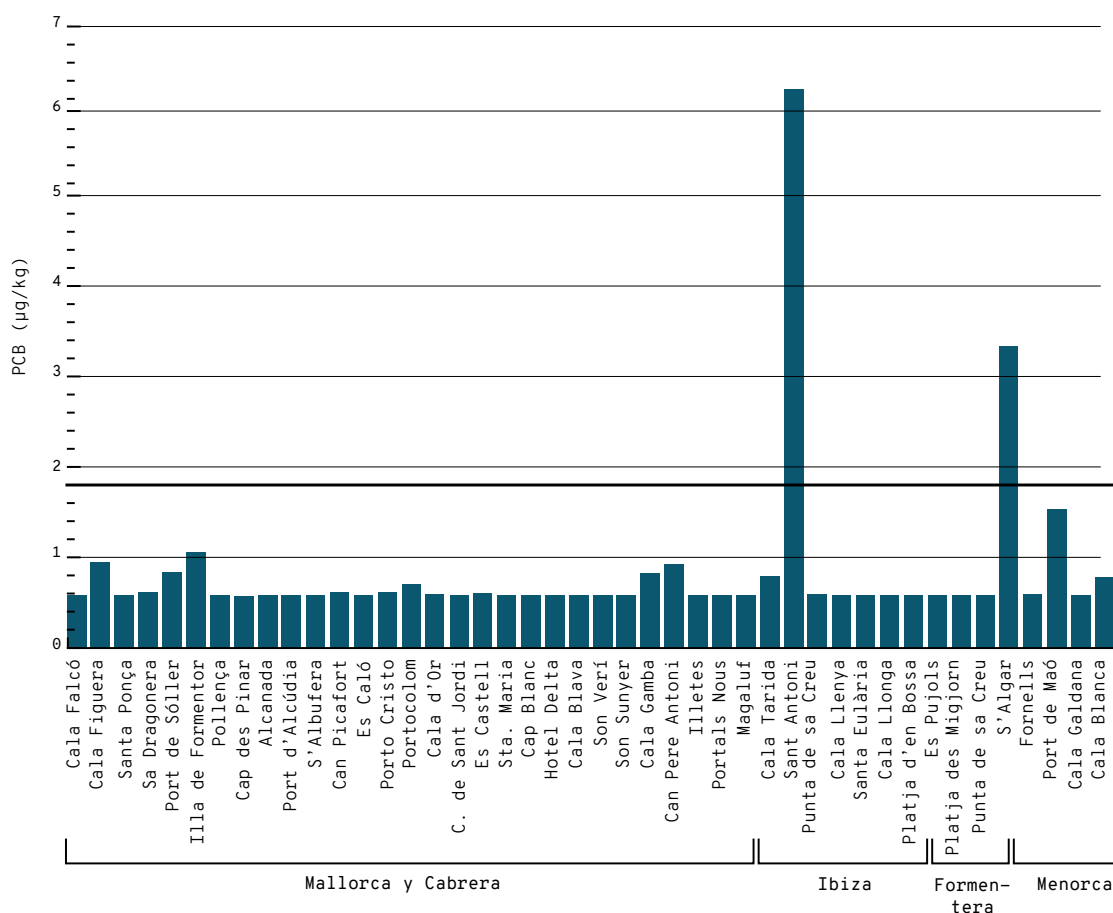


Figura 9. Suma de las concentraciones de todos los compuestos bifenilos policlorados (PCB) en µg por kg de sedimento para los diferentes lugares donde se midió. La línea negra representa la media más la desviación estándar de todas las medidas (valor de corte). FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

62. Concentración de bifenilos policlorados (PCB) en sedimentos

Los bifenilos policlorados (PCB en sus siglas en inglés) son compuestos aromáticos organoclorados sintéticos (es decir, compuestos químicos de forma plana formados por cloro, carbono e hidrógeno sintetizados artificialmente) y constituyen una serie de 209 compuestos que se forman mediante la cloración del bifenilo. Su fórmula empírica es $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, donde n puede variar entre 1 y 10. Están muy relacionados con los pesticidas organoclorados.¹¹⁻¹³

Los PCB se consideran contaminantes orgánicos persistentes. Tienen una alta estabilidad química, por lo que persisten en el ambiente y se bioacumulan en los tejidos animales (sobre todo en la leche y derivados, el tejido adiposo, el cerebro y el hígado). Son tóxicos para los animales y los humanos. Prácticamente todas las personas están expuestas a la entrada de estos compuestos en su organismo a pesar de las restricciones legales en lo referente a su producción industrial, uso y almacenamiento que se han establecido (se prohibieron en los años setenta y ochenta). La compañía Monsanto produjo más del 50 % de todos los PCB producidos mundialmente entre los años 1930 y 1977.¹³

Los PCB se incluyeron en el año 2008 en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (Directiva 2008/105/CE).

METODOLOGÍA

Se midieron los siguientes bifenilos policlorados (PCB): PCB-18, PCB-28, PCB-31, PCB-44, PCB-52, PCB-101, PCB-118, PCB-138, PCB-149, PCB-153, PCB-180 y PCB-194. La metodología que se siguió fue: las muestras se liofilizaron durante 48 horas. Se realizó una extracción sólido-líquido mediante Soxhlet con una mezcla de acetona y hexano (1:1) durante 48 horas. Se purificó la muestra con Florisil® PR y cobre pirogénico. Las muestras se analizaron mediante cromatografía de gases (GC) acoplada a un detector de tipo ECD. Posteriormente se confirmaron los compuestos por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS).

RESULTADOS

La suma de la media y la desviación estándar de las concentraciones de todos los PCB medidos en este estudio dio como resultado un valor de corte de 1,82 µg/kg. Hay dos localizaciones donde se superó este valor de corte: Sant Antoni, en Ibiza, con una concentración total de PCB de 6,30 µg/kg, y S'Algar, en Menorca, con una concentración de 3,41 µg/kg (Figura 9). Cabe destacar que, aunque no se supera el valor de corte, el punto correspondiente al puerto de Maó, en Menorca, presentó un valor próximo al mismo.

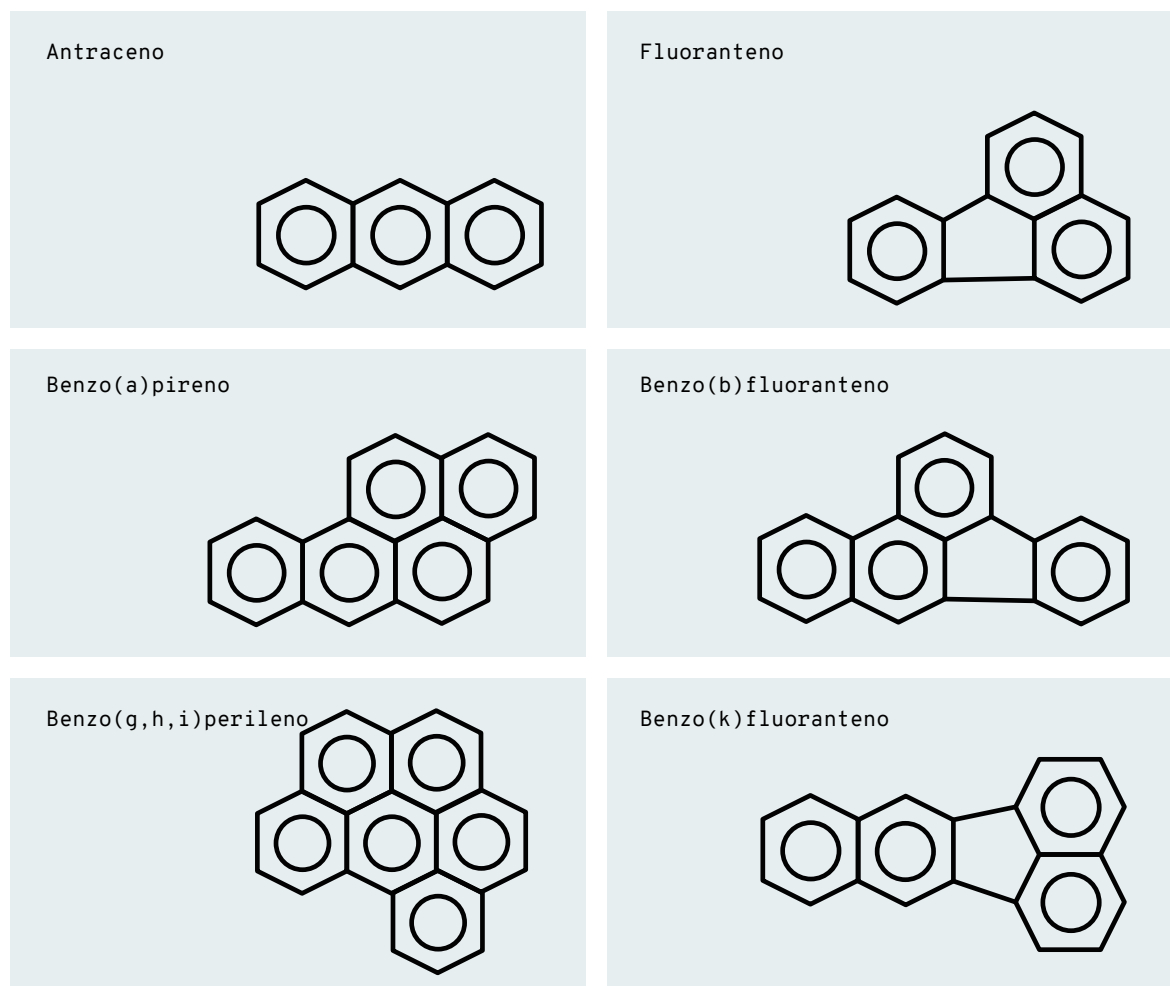


Figura 10. Estructura química de los seis hidrocarburos aromáticos policíclicos incluidos en la lista de sustancias prioritarias.

63. Concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) en sedimentos

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) son un grupo de más de cien compuestos orgánicos diferentes formados durante la quema incompleta de carbón, petróleo y gas, residuos orgánicos u otras sustancias orgánicas como el tabaco o la carne, y que tienen dos anillos de benceno o más. Pueden ser de origen natural o causados por actividades humanas.¹⁴ Los PAH suelen encontrarse como una mezcla de dos o más de estos compuestos.

Aunque los efectos sobre la salud humana de los PAH individuales no son exactamente los mismos, algunos se han identificado como tóxicos, mutágenos y cancerígenos.¹⁴

METODOLOGÍA

Se midieron los siguientes PAH en sedimentos: acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno, pireno, benzo(a)antraceno, criseno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(a)pireno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(ghi)perileno e indeno(1,2,3-cd)pireno utilizando las técnicas siguientes: las muestras se liofilizaron durante 48 horas. Se realizó una extracción sólido-líquido mediante Soxhlet con una mezcla de acetona y hexa-

no (1:1) durante 48 horas. Se purificó la muestra con Florisil® PR y cobre pirogénico. Se analizó mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) acoplada a un fluorímetro y a un detector de tipo PDA.

Al igual que para el resto de contaminantes anteriormente tratados, no hay límites establecidos para las concentraciones máximas aconsejables de estos compuestos en sedimentos, ni una línea de base de condiciones prístinas con la que poder comparar estas concentraciones. Con el fin de establecer un valor de corte para poder identificar las zonas que presentan más contaminación, se ha seleccionado la suma de la media y de la desviación estándar de todos los puntos de muestreo para el parámetro estudiado.¹

RESULTADOS

Hay seis hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas: antraceno, fluoranteno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno y benzo(k)fluoranteno (Figura 10), todos ellos analizados en este estudio. Los PAH en general también se incluyen en esta lista.

La suma de las concentraciones de los PAH incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas muestra tres estaciones con

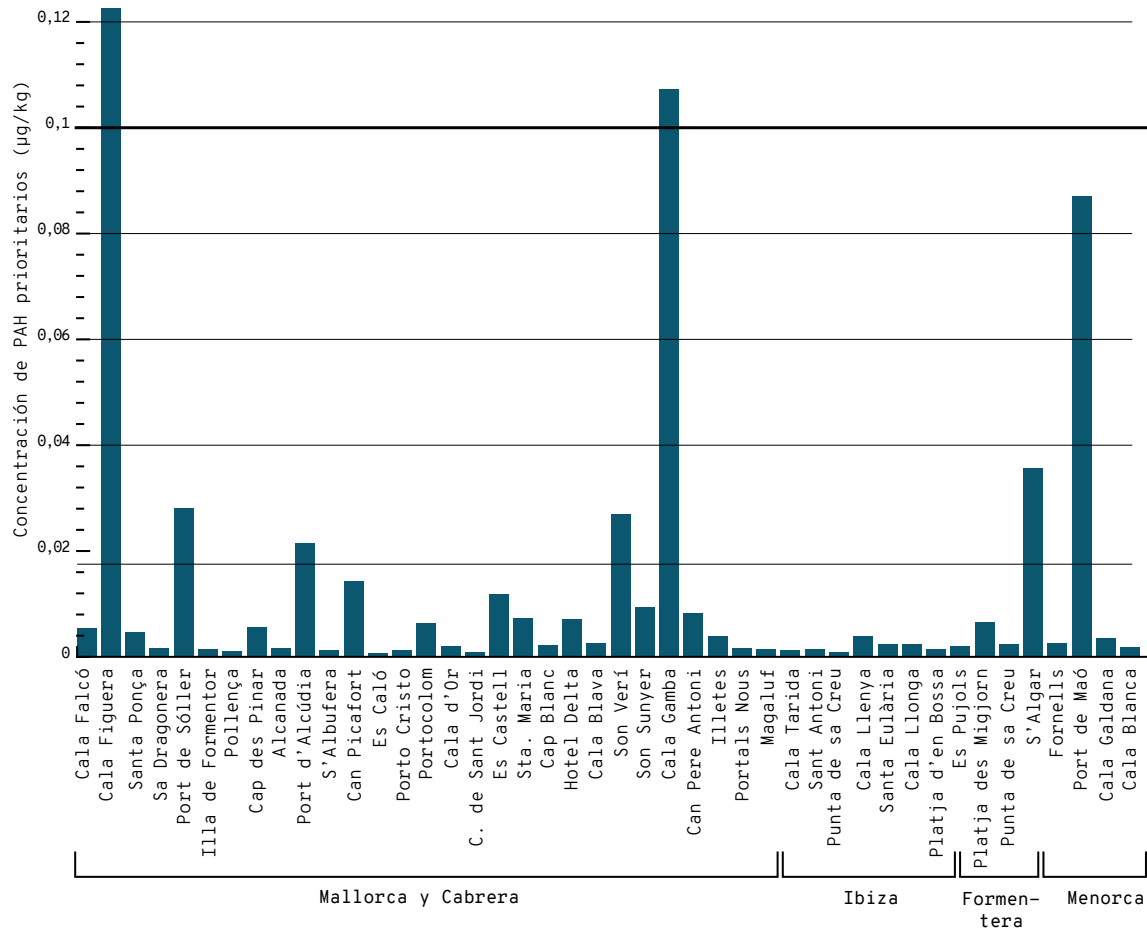


Figura 11. Suma de las concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (antraceno, fluoranteno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(ghi)perileno y benzo(k)fluoranteno) en sedimentos. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

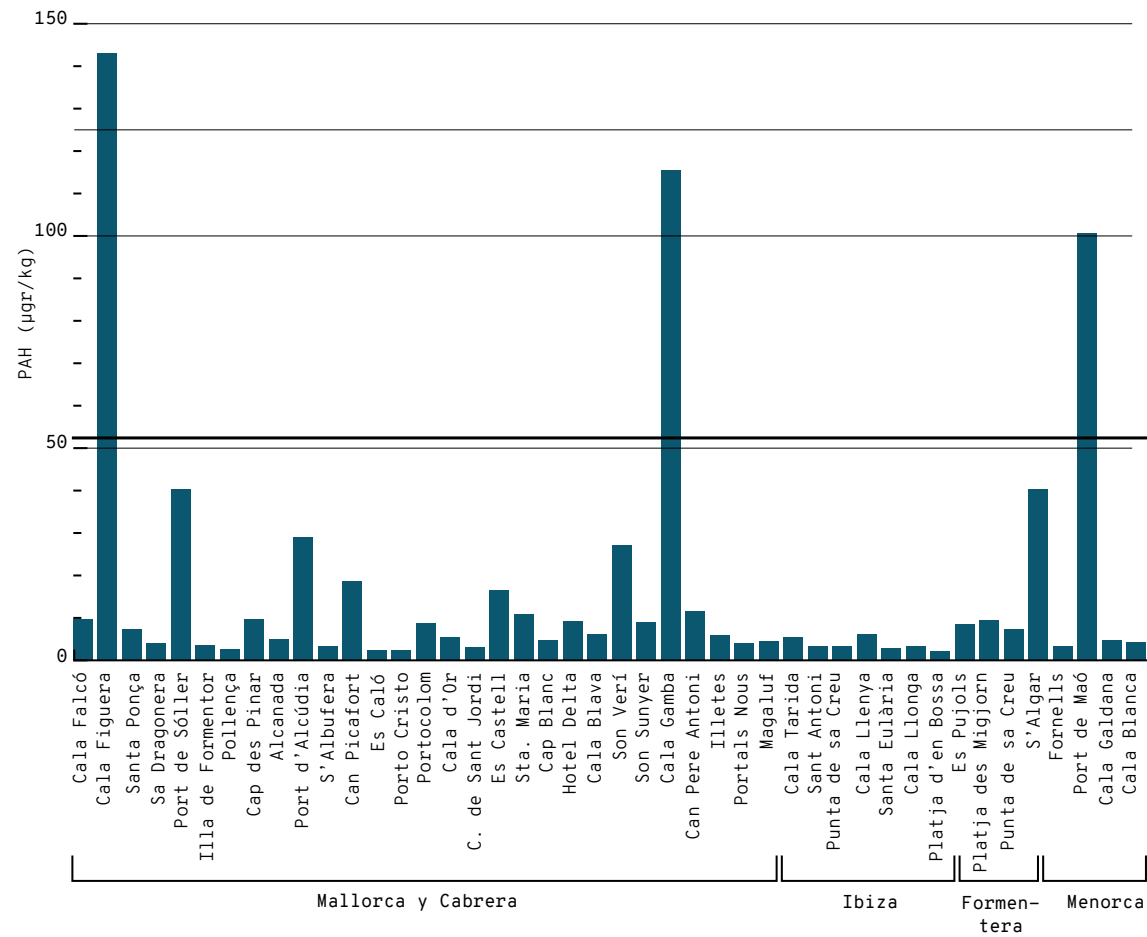


Figura 12. Suma de las concentraciones de todos los hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) medidos en sedimentos. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

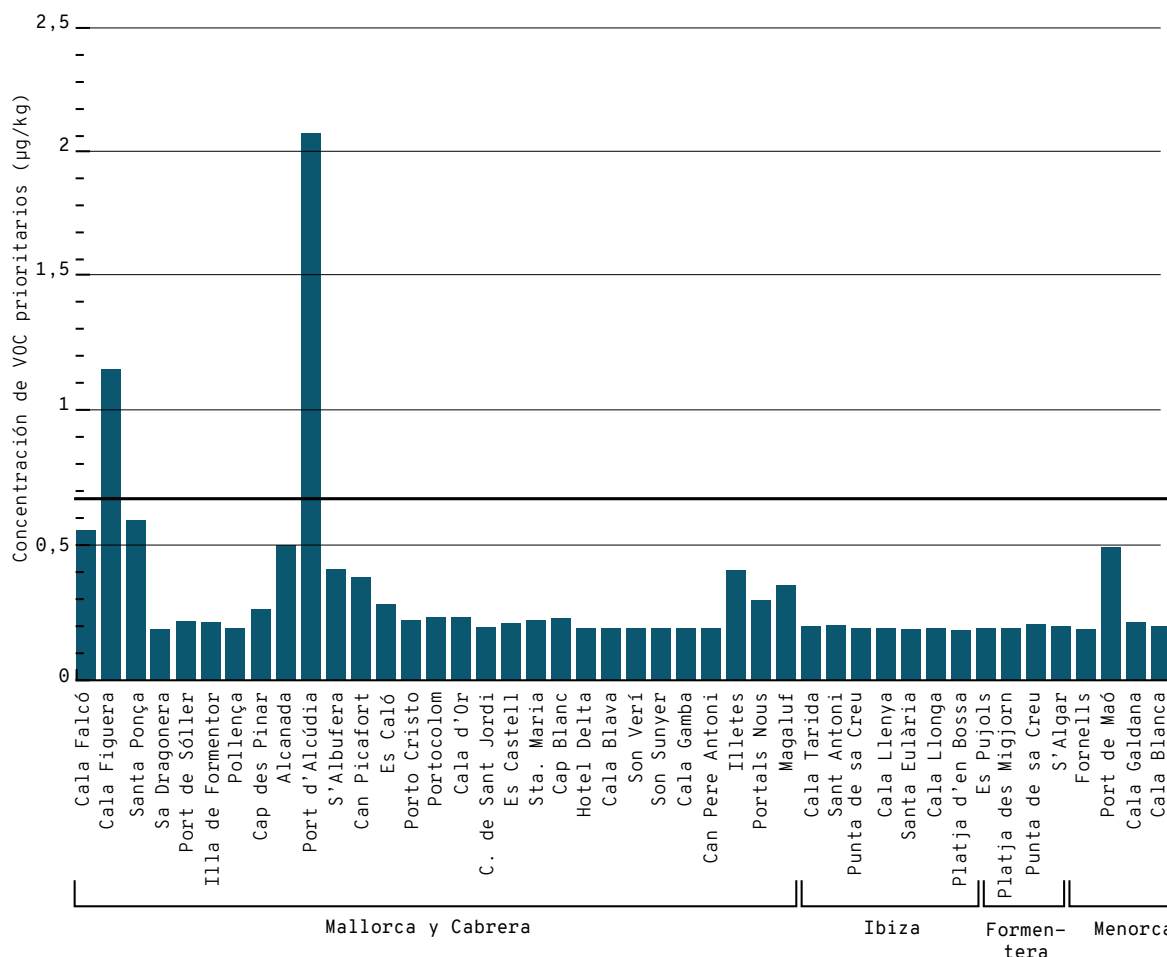


Figura 13. Suma de las concentraciones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (benceno, 1,2-dicloroetano, naftaleno, 1,2,4-triclorobenceno y cloroformo) en sedimentos. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

concentraciones superiores al valor de corte, que ha sido de 20,13 µg/kg: Cala Figuera, con una concentración de 62,18 µg/kg, seguida de Cala Gamba, donde se detectaron 54,37 µg/kg, ambas en Mallorca; y del puerto de Maó, en Menorca, donde se encontraron 44,15 µg/kg (Figura 11).

El lugar donde se midió mayor contaminación por hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) en sedimentos fue Cala Figuera, con una concentración de 143,15 µg/kg, seguido de Cala Gamba, ambas en Mallorca, donde se detectaron 115,61 µg/kg; y del puerto de Maó, en Menorca, donde se encontraron 100,78 µg/kg. Estos tres lugares de muestreo superaron el valor de corte establecido en 46,67 µg/kg (Figura 12).

64. Concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en sedimentos

Los compuestos orgánicos volátiles (VOC en sus siglas en inglés) son compuestos orgánicos que presentan una alta presión de vapor a temperatura ambiente. Los VOC son numerosos, variados y omnipresentes. Incluyen compuestos químicos naturales y también originados por actividades humanas. Algunos VOC son peligrosos para la salud humana o causan daños

al medio ambiente. Puesto que las concentraciones suelen ser bajas y los síntomas se desarrollan lentamente, es difícil investigar los VOC y sus efectos.

METODOLOGÍA

Se midieron los siguientes compuestos orgánicos volátiles en sedimentos: cloroformo, 1,2-dicloroetano, benceno, tetracloruro de carbono, tricloroetileno, tolueno, tetracloroetileno, clorobenceno, etilbenceno, p-xileno y m-xileno, o-xileno; 1,3-diclorobenceno, 1,4-diclorobenceno, 1,2-diclorobenceno, 1,3,5-triclorobenceno, 1,2,4-triclorobenceno, 1,2,3-triclorobenceno y naftaleno utilizando las siguientes técnicas: las muestras se analizaron directamente en contacto con agua marina mediante un automuestreador agua-sólido acoplado a un cromatógrafo de gases con detector de masas.

RESULTADOS

Cinco de los compuestos orgánicos volátiles (VOC) analizados están incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas: benceno, 1,2-dicloroetano, naftaleno, 1,2,4-triclorobenceno y cloroformo. El valor de corte para

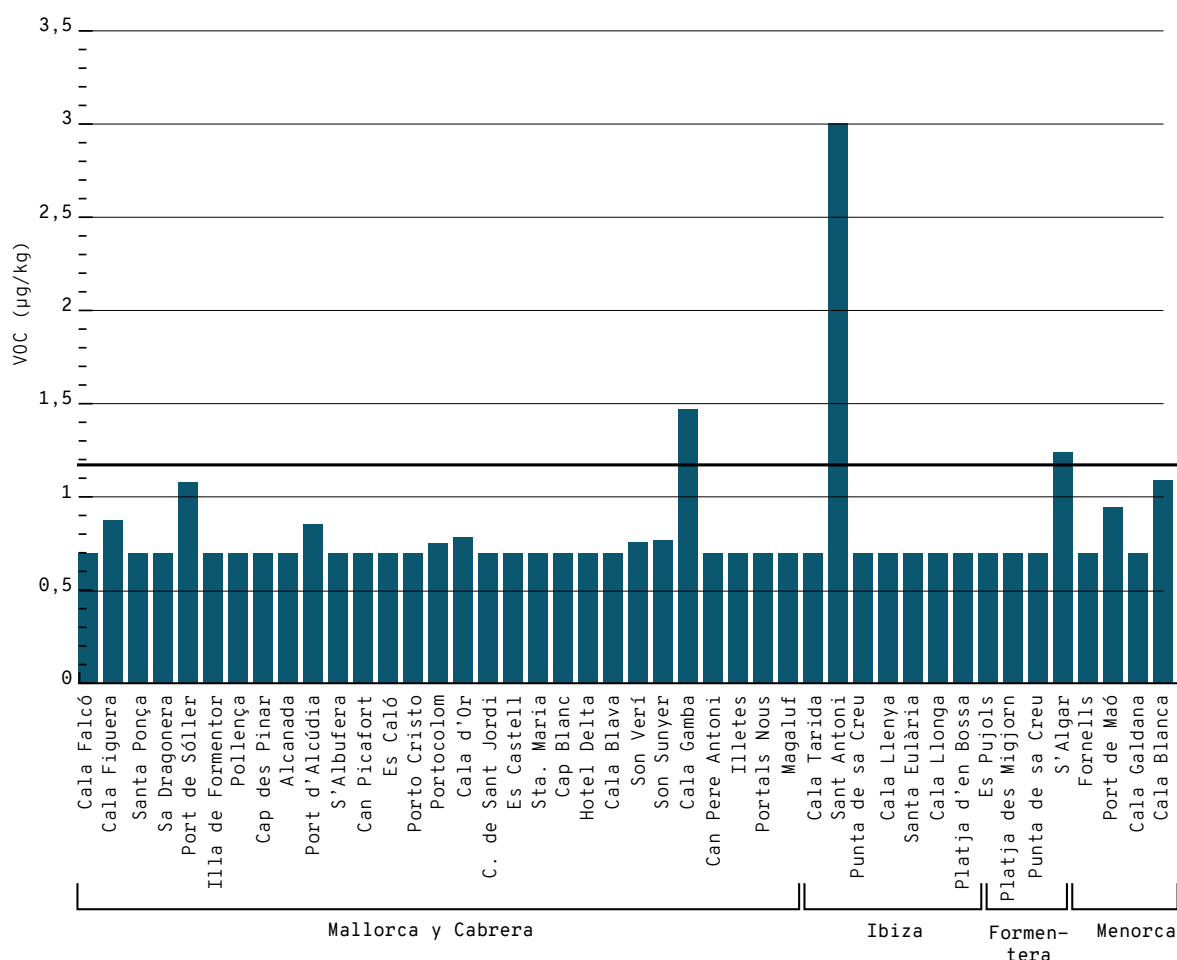


Figura 14. Suma de las concentraciones de todos los compuestos orgánicos volátiles (VOC) medidos en sedimentos. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

la suma de estos compuestos ha sido de 0,66 µg/kg. Dos de los lugares de muestreo tuvieron concentraciones de estos VOC superiores al valor de corte: el puerto de Alcúdia, con una concentración de 2,10 µg/kg, y Cala Figuera, donde se midieron 1,19 µg/kg de VOC incluidos en la lista de sustancias prioritarias (Figura 13).

La suma de todos los VOC medidos durante el estudio tuvo un valor de corte de 3,34 µg/kg. Los lugares de muestreo que presentaron contaminación por VOC con valores superiores al valor de corte fueron los mismos que ya la presentaron para la suma de los VOC incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas: Cala Figuera, con una concentración total de 10,94 µg/kg, y el puerto de Alcúdia, con 9,27 µg/kg (Figura 14).

65. Concentración de pesticidas organoclorados en sedimentos

Los pesticidas organoclorados son unos plaguicidas que fueron ampliamente empleados en la agricultura (como, por ejemplo, el DDT). Pertenecen a una familia de compuestos orgánicos que contienen como mínimo un átomo de cloro. Normalmente son más densos que el agua, razón por la cual se acumulan en los sedimentos.

Su uso ha sido drásticamente eliminado en la Unión Europea a causa de su elevada persistencia en el medio ambiente y por el hecho de ser bioacumulables en la grasa de los animales.

METODOLOGÍA

Se midieron los siguientes pesticidas organoclorados: hexaclorobutadieno, hexaclorobenceno, lindano, alacloro, aldrín, isodrin, 2,4-DDE, 4,4-DDE, dieldrina, 2,4-DDD, 4,4-DDD, 2,4-DDT y 4,4-DDT. Se utilizaron las técnicas siguientes: las muestras se liofilizaron durante 48 horas. Se realizó una extracción sólido-líquido mediante Soxhlet con una mezcla de acetona y hexano (1:1) durante 48 horas. Se purificó la muestra con Florisil® PR y cobre pirogénico. Las muestras se analizaron mediante cromatografía de gases (GC) acoplada a un detector de tipo ECD. Posteriormente se confirmaron los compuestos por cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS).

RESULTADOS

Tres de los pesticidas organoclorados evaluados en este estudio están incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas: alacloro, hexaclorobenceno y hexaclorobutadieno. El valor de corte para estas sustancias prioritarias fue

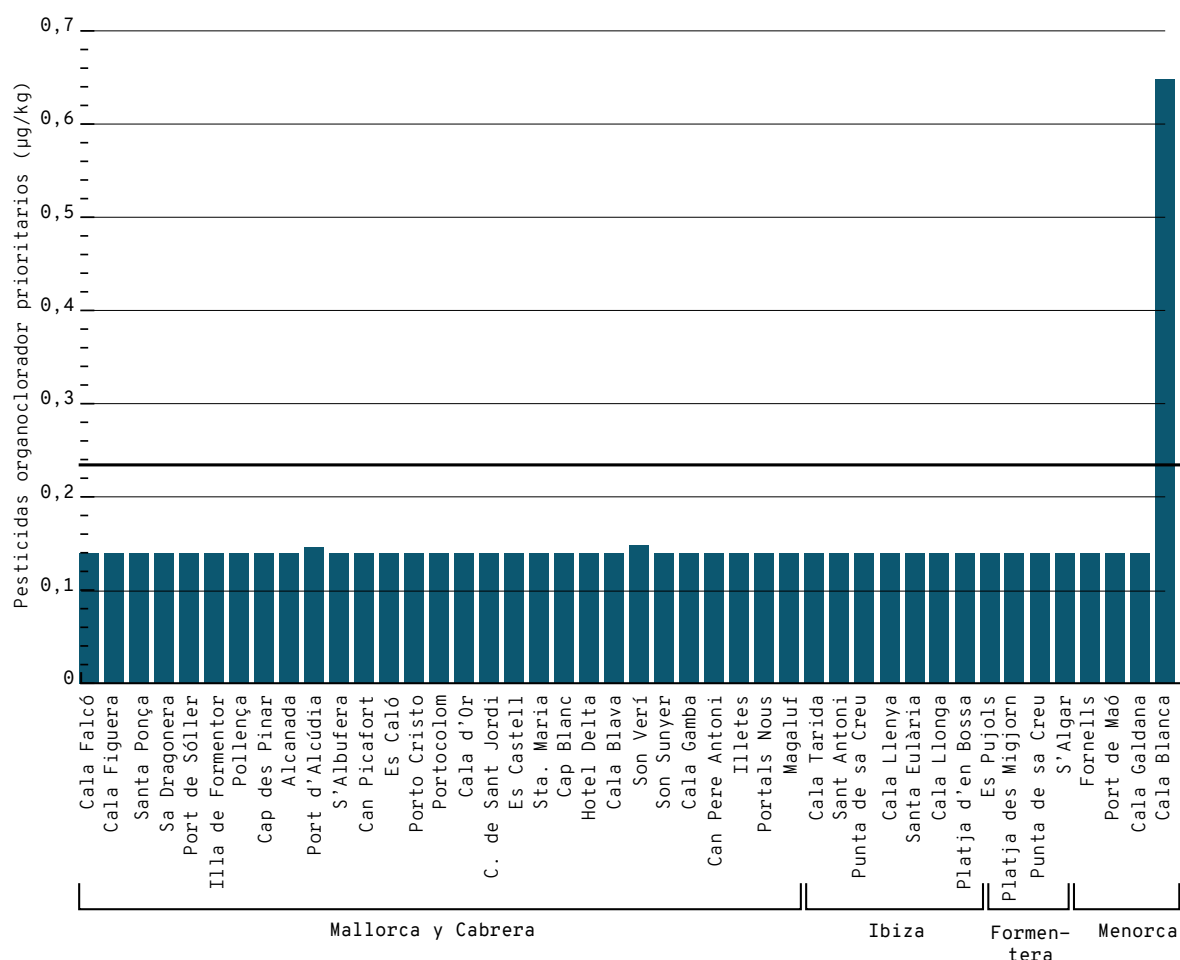


Figura 15. Suma de las concentraciones de pesticidas organoclorados incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas (alacloro, hexaclorobenceno y hexaclorobutadieno) en sedimentos. FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

de 0,24 µg/kg. Una única localización ha superado este valor de corte: Cala Blanca, en Menorca, donde se midió una concentración de 0,70 µg/kg (Figura 15).

Si se consideran todos los compuestos de pesticidas organoclorados medidos en el estudio, el valor de corte es de 1,17 µg/kg. La concentración más elevada de pesticidas organoclorados se midió en Sant Antoni (Ibiza), donde se estimó una concentración de 2,96 µg/kg, seguido de Cala Blanca (Menorca), con 1,59 µg/kg; de Cala Gamba (Mallorca), con 1,42 µg/kg y, finalmente, de S'Algar (Menorca), con 1,19 µg/kg (Figura 16). Estos cuatro puntos de muestreo superaron el valor de corte y se pueden considerar contaminados por pesticidas organoclorados.

CONCLUSIONES

- Los metales pesados tienden a acumularse en los sedimentos marinos y se pueden bioacumular y amplificar en la cadena trófica. Así, los predadores reciben dosis mayores, que pueden ser perjudiciales para la salud humana.
- Hay cuatro metales pesados incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas: cadmio (Cd), níquel (Ni), plomo (Pb) y mercurio (Hg), por sus posibles efectos negativos sobre los organismos marinos y la salud humana.

→ Tanto los metales pesados como otros contaminantes orgánicos se encuentran de forma natural en el medio ambiente y se precisan valores de línea de base para poder determinar si su concentración es natural o debida a actividades humanas. No disponemos de estas líneas de base en las Baleares, por lo que deben emplearse valores de corte basados en las concentraciones medidas. Aquí usamos la suma de la media más la desviación estándar como valor de corte.

→ El valor de corte del cadmio en el año 2009 fue de 0,13 mg/kg, mientras que en el año 2005 fue muy superior: alcanzó los 0,21 mg/kg. Las zonas que presentaron mayor contaminación por cadmio en el año 2009 fueron Magaluf, en Mallorca; Cala Tarida, Sant Antoni y la Punta de sa Creu, en Ibiza; y S'Algar, en Menorca. En el año 2005, 11 de los 76 puntos de muestreo mostraron contaminación por cadmio: 4 en Mallorca, 5 en Menorca (2 dentro de la bahía de Fornells y 3 dentro del puerto de Maó) y 2 en Ibiza (en Cala de Sant Vicenç y en Ses Roquetes).

→ El valor de corte del níquel en los lugares de estudio fue de 10,91 mg/kg. Las zonas con más concentración de níquel fueron los puertos de Sóller y de Alcúdia y la Colònia de Sant Jordi, en Mallorca, y el puerto de Maó, en Menorca.

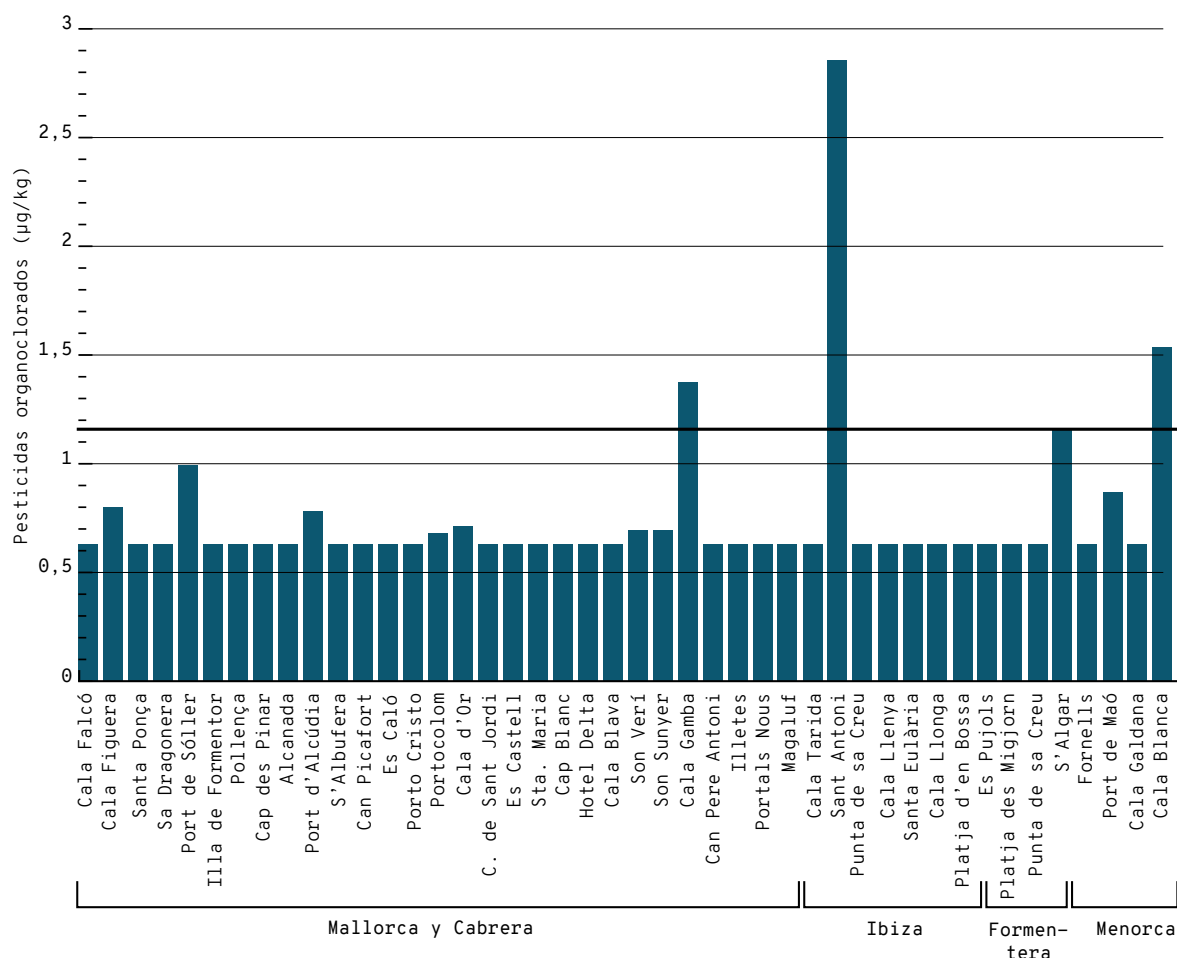


Figura 16. Suma de las concentraciones de todos los pesticidas organoclorados medidos en sedimentos.
FUENTE: Albertí y colaboradores.¹

→ El plomo es un metal muy tóxico para la salud humana. El valor de corte hallado en los lugares de estudio en el año 2009 fue de 19,45 mg/kg, mientras que en el año 2005 fue de 19,71 mg/kg. Las zonas con más contaminación por plomo en el año 2009 fueron el puerto de Sóller, Es Castell (Cabrera), Santa Eulària y el puerto de Maó. En el año 2005, las zonas más contaminadas por plomo fueron la bahía de Fornells y el puerto de Maó, en Menorca, y Ses Roquetes, en Ibiza.

→ El mercurio también tiene efectos nocivos sobre la salud humana. El valor de corte para las muestras analizadas en el año 2009 fue de 0,10 mg/kg, mientras que en el año 2005 fue de 0,08 mg/kg. Donde se encontró más contaminación por mercurio en el año 2009 fue en el puerto de Maó, con valores de 0,43 mg/kg. También se superó el valor de corte en Cala Llenya y en Santa Eulària, en Ibiza. En el año 2005, 5 de los 76 puntos de muestreo mostraron contaminación por mercurio: 2 dentro de la bahía de Fornells y 2 dentro del puerto de Maó, en Menorca, y 1 en Ibiza, en Ses Roquetes.

→ La suma de las concentraciones de los cuatro metales pesados incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política

de aguas (Cd, Ni, Pb y Hg) ha tenido un valor de corte de 29,53 mg/kg. Los lugares más contaminados, que superan este valor, han sido los puertos de Sóller y de Maó, Santa Eulària y Es Castell (Cabrera).

→ La suma de las concentraciones de todos los metales medidos (aluminio [Al], cobre [Cu], cromo [Cr], hierro [Fe], níquel [Ni], zinc [Zn], arsénico [As], cadmio [Cd], plomo [Pb], vanadio [V] y mercurio [Hg]) ha resultado en un valor de corte de 13.087,6 mg/kg. Dos localizaciones han superado este valor de corte: los puertos de Sóller y de Maó, lo que muestra que son las zonas más contaminadas por metales pesados.

→ Si solo se tienen en cuenta los resultados provenientes del estudio elaborado en el año 2009, las zonas más contaminadas por metales pesados son los puertos de Sóller y de Maó. Cuando además se consideran los resultados del estudio del año 2005, se ve que la bahía de Fornells y Ses Roquetes también están altamente contaminadas por metales pesados.

→ En dos de los lugares de estudio se encontraron concentraciones de PCB mayores que el valor de corte: Sant Antoni (Ibiza) y S'Algar (Menorca).

- Hay tres lugares donde se ha detectado contaminación por hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH), tanto por la suma de las concentraciones de los PAH incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas como por la suma de todos los PAH analizados: Cala Figuera, Cala Gamba y el puerto de Maó.
- Dos de los puntos de muestreo mostraron contaminación por compuestos orgánicos volátiles (VOC): Cala Figuera y el puerto de Alcúdia, ambos en Mallorca.
- Se ha detectado contaminación por pesticidas organoclorados en Sant Antoni (Ibiza), Cala Blanca (Menorca), Cala Gamba (Mallorca) y S'Algar (Menorca) cuando se considera la suma de todos los pesticidas organoclorados medidos en el estudio; y en el puerto de Alcúdia, cuando solo se consideran los compuestos incluidos en la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.
- Los datos de los que se dispone sobre contaminantes en sedimentos en las Islas Baleares provienen de un único estudio realizado en el año 2009 y, en el caso de algunos de los metales, de un estudio adicional del año 2005, y pueden haber variado con el paso del tiempo. Sería recomendable actualizar estos datos con nuevos estudios para evaluar la evolución de las concentraciones de contaminantes en sedimentos.

REFERENCIAS

- ¹ ALBERTÍ, S. *et al.* (2010). «Informe corresponent als contaminants prioritaris a mostres de sediments marins (BMQ1601-11)». Palma: Direcció General de Recursos Hídrics. Agència Balear de l'Aigua i de la Qualitat Ambiental.
- ² FERGUSSON, J. E. (1990). *The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects*. Oxford: Pergamon Press.
- ³ WARREN, L. J. (1981). «Contamination of sediments by lead, zinc and cadmium: A review». *Environmental Pollution Series B, Chemical and Physical*, 2, 401-436.
- ⁴ TRANCHINA, L. *et al.* (2008). «Distribution of Heavy Metals in Marine Sediments of Palermo Gulf (Sicily, Italy)». *Water Air and Soil Pollution*, 191, 245-256. DOI: 10.1007/s11270-008-9621-3.
- ⁵ CLARK, R. B. (2001). *Marine Pollution*. 5a ed. Oxford: Oxford University Press.
- ⁶ TCHOUNWOU, P. B. *et al.* (2012). *Molecular, Clinical and Environmental Toxicology. Volum 3, Environmental Toxicology*. Berlín: Andreas Luch; Springer Basel AG, 133-164.
- ⁷ BALLESTEROS, E. *et al.* (2007). «Implementació de la Directiva marc de l'aigua a les Illes Balears: avaluació de la qualitat ambiental de les masses d'aigua costaneres utilitzant les macroalgues i els invertebrats bentònics com a bioindicadors (maig 2005 - març 2007)». Palma: Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient.
- ⁸ RATHOR, G.; CHOPRA, N.; ADHIKAR, T. (2014). «Nickel as a Pollutant and its Management». *International Research Journal of Environment Sciences*, 3, 94-98.
- ⁹ AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR) (1999). «Toxicological profile for Lead. (Draft for Public Comment)». Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- ¹⁰ TCHOUNWOU, P. B. *et al.* (2003). «Environmental exposure to mercury and its toxicopathologic implications for public health». *Environmental Toxicology*, 18, 149-175. DOI: 10.1002/tox.10116.
- ¹¹ BREIVIK, K. *et al.* (2016). «Tracking the Global Distribution of Persistent Organic Pollutants Accounting for E-Waste Exports to Developing Regions». *Environmental Science & Technology*, 50, 798-805. DOI: 10.1021/acs.est.5b04226.
- ¹² BREIVIK, K. *et al.* (2002). «Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach: 1. Global production and consumption». *Science of the Total Environment*, 290, 181-198. DOI: 10.1016/S0048-9697(01)01075-0.
- ¹³ BREIVIK, K. *et al.* (2007). «Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners — a mass balance approach: 3. An update». *Science of the Total Environment*, 377, 296-307. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2007.02.026.
- ¹⁴ HARITASH, A. K.; KAUSHIK, C. P. (2009). «Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs): A review». *Journal of Hazardous Materials*, 169, 1-15. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.03.137.



Pescador en el puerto de Alcúdia, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

VI

Presión pesquera

- 66 Número de licencias de pesca marítima recreativa por tipo (individual, embarcación, submarina, colectiva y deportiva) 246
- 67 Evolución del número de embarcaciones de la flota pesquera profesional y pesca recreativa 252

66

Número de licencias vigentes de pesca marítima recreativa

(individual, embarcación, submarina y deportiva)

La pesca marítima recreativa es una actividad en auge en las Baleares debido al gran número de usuarios que la practican. Las Islas Baleares es la comunidad autónoma mediterránea con más licencias de pesca de recreo.¹ La práctica de esta actividad no es reciente, ya que se encuentra arraigada culturalmente en las Islas desde hace siglos, pero en los últimos años el aumento del número de licencias y los avances tecnológicos en los equipamientos y materiales han producido un incremento en la capacidad extractiva de los recursos pesqueros.

El registro de licencias de pesca recreativa proporciona a los gestores una orientación del esfuerzo pesquero de este sector. Esta información es de gran importancia a nivel de gestión pesquera, ya que el sector recreativo compite en cierta medida con el sector de pesca profesional, especialmente con el sector pesquero artesanal. El número de licencias vigentes de pesca profesional es aproximadamente de 252, de las que 197 son de la modalidad artesanal, mientras que las licencias de embarcación de recreo se estiman en torno a las 12.000. Esto supone que la cifra de usuarios del sector recreativo es dos órdenes de magnitud mayor que el sector profesional.

REGULACIONES

→ Decreto 3/2018, de 23 de febrero, por el que se regulan los títulos profesionales del sector pesquero de patrón costero polivalente, patrón local de pesca y marinero pescador en el ámbito de las Islas Baleares, y se modifican el Decreto 34/2014, de 1 de agosto, por el que se fijan los principios generales de la pesca recreativa y deportiva en las aguas interiores de las Islas Baleares, y el Decreto 5/2015, de 13 de febrero, por el que se regula el cambio de puerto base y las autorizaciones de uso temporal de puertos distintos al

puerto base de las embarcaciones pesqueras en la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.

- Decreto 41/2015, de 22 de mayo, por el que se regulan las actividades de extracción de flora y fauna marina y las actividades subacuáticas en las reservas marinas de las aguas interiores de las Islas Baleares (cada reserva marina dispone de una normativa específica).
- Decreto 26/2015, de 24 de abril, por el que se regula el marisqueo profesional y recreativo en las Islas Baleares.
- Decreto 34/2014, de 1 de agosto, por el que se fijan los principios generales de la pesca recreativa y deportiva en las aguas interiores.
- Ley 6/2013, de 7 de noviembre, de pesca marítima, marisqueo y acuicultura en las Islas Baleares.
- Real Decreto 347/2011, de 11 de marzo, por el que se regula la pesca marítima de recreo en aguas exteriores.
- Orden de 26 de febrero de 1999, por la que se establecen las normas que regulan la pesca marítima recreativa.

¿QUÉ ES?

El número de licencias vigentes anualmente de pesca marítima recreativa de tipo individual (desde tierra o artefactos flotantes), desde embarcación (una licencia cubre a todas las personas), submarina y deportiva (desde tierra durante entrenamientos y competiciones).

METODOLOGÍA

La vigencia de cada tipo de licencia de pesca tiene una duración de tiempo determinada. Actualmente, las licencias de tipo individual y de embarcación tienen una validez de 3 años, mientras que las de pesca deportiva duran 1 año natural y las de pesca submarina son de validez anual. Antes del 2014, la licencia de pesca individual tenía una validez de 2 años. La licencia de embarcación no existía antes del año 2007 (ya que se incluía dentro de las licencias de tipo individual), desde 2011 se expide cada 3 años en aguas exteriores y desde 2014 en aguas interiores. Por tanto, para calcular cuántas licencias están vigentes anualmente es preciso estandarizar los datos de las licencias expedidas en función de esta información.

RESULTADOS

En 2018, el tipo de licencia recreativa más solicitada en las Islas Baleares es la de pesca individual (67 %), seguido de los tipos de pesca de embarcación (28 %), submarina (3 %) y deportiva (2 %).

El incremento de las licencias de pesca individual desde 1997 hasta 2004 se debe a cambios en las normativas estatales y autonómicas. El máximo se alcanza en 2010 (~ 45.000 licencias), coincidiendo con la crisis económica del momento.

¿POR QUÉ?

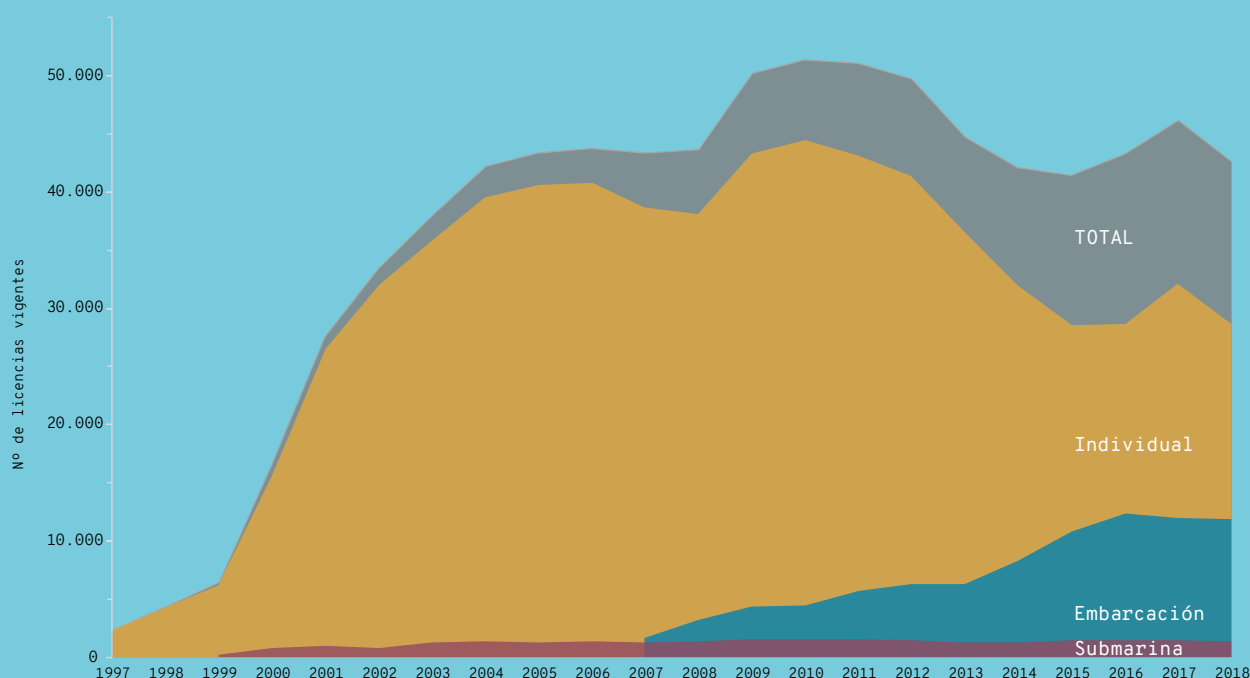
Las actividades de pesca marítima recreativa van en aumento en las Islas Baleares. Las licencias de pesca recreativa vigentes aportan una información orientativa sobre el esfuerzo pesquero que este sector ejerce anualmente en el litoral balear, ya que todavía no se dispone de medidas de control para contabilizar sus capturas.

LOCALIZACIÓN



La diferencia en el año de implantación de normativas de pesca de embarcación entre aguas exteriores (2011) e interiores (2014) produce fluctuaciones en los resultados que se estabilizan a partir de 2016 con ~ 12.000 licencias hasta la actualidad.

Las licencias de pesca submarina son las que menos fluctúan a lo largo del tiempo (~ 1.400 licencias).



Número de licencias vigentes de pesca recreativa en las Islas Baleares entre los años 1997-2018. Se muestran 3 tipos de licencias: submarina, individual y de embarcación. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

METODOLOGÍA

La Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears gestiona y otorga las licencias y, por lo tanto, dispone de un registro y seguimiento del número y tipo de licencias de pesca recreativa desde 1997. Actualmente, las modalidades de licencias de pesca marítima recreativa en la comunidad autónoma son cuatro:

- 1. Pesca recreativa individual, desde tierra o artefactos flotantes (piraguas, kayaks, patines de pedales y similares).
- 2. Pesca deportiva, únicamente desde tierra durante entrenamientos y competiciones especiales.
- 3. Pesca recreativa de embarcación, solo se necesita una licencia por embarcación.
- 4. Pesca recreativa submarina.

Entre los años 2003-2013 hubo otro tipo de licencia llamada pesca recreativa colectiva, referida a la pesca realizada desde barcas de lista sexta (chárteres). En 2014 se suprimió la licencia de esta modalidad, ya que siempre se mantuvo inferior a 10 licencias anuales y, por tanto, no se incluyen por separado como tipo de licencia en los resultados.

Se muestran los datos de licencias vigentes correspondientes a 21 años consecutivos (1997 a 2018). No obstante, la comparación entre ellos no resulta fácil, pues durante todo este periodo de tiempo no han existido las mismas licencias ni su duración ha sido idéntica. Por tanto, para poder interpretar los datos se deben diferenciar cuatro tramos temporales:

1. Hasta 1999

Existen diferencias en la regulación autonómica y estatal de la pesca recreativa que hacen que dos administraciones diferentes concedan casi los mismos tipos de licencias pero con condiciones muy diferentes. Por un

lado, las autonómicas únicamente son válidas en aguas interiores con una duración de 2 años; por otro, las estatales son válidas en aguas interiores y exteriores con una duración de 5 años. Adicionalmente, resulta significativo que las estatales son gratuitas, mientras que las autonómicas se otorgan bajo el pago de una tasa.

2. De 1999 a 2011

La aprobación de la Orden estatal de 26 de febrero de 1999, por la que se establecen las normas que regulan la pesca marítima recreativa, supone un cambio muy importante en la regulación de las licencias de pesca recreativa. La nueva norma establece que a partir de ese momento será únicamente la Administración autonómica la responsable de expedir todas las licencias de pesca recreativa. Esto supone acabar con la duplicidad de permisos en aguas exteriores e interiores.

Por otra parte, con esta orden se deroga el reglamento de 1963 y, de alguna manera, se obliga a la Comunitat Autònoma de les Illes Balears (CAIB) a aprobar un decreto más completo que los anteriores, expectativa que se cumple con la aprobación del Decreto autonómico 69/1999, de 4 de junio de 1999, por el que se regula la pesca deportiva y recreativa en las aguas interiores del archipiélago balear.

En cuanto a las licencias de pesca, el Decreto 69/1999 mantiene los tres tipos de licencias anteriores, con las siguientes vigencias:

- Licencia de pesca recreativa colectiva de embarcación (chárter): 1 año.
- Licencia para la pesca recreativa submarina o de caza submarina: 2 años.
- Licencia para la pesca recreativa: 2 años.

Posteriormente, el Decreto 69/1999 se modifica dos veces. En 2002 se crea la licencia de pesca deportiva que permite participar en campeonatos de pesca, y se reduce a 1 año la vigencia de las licencias

de pesca submarina. En 2006 se vuelve a modificar, creando la licencia de pesca recreativa de embarcación de la lista séptima para aguas interiores con una duración de 3 años.

Esta nueva realidad se ve claramente reflejada en el gran incremento de emisión de licencias expedidas por el órgano competente de la CAIB. Es de suponer que, a medida que caducaban las licencias de pesca emitidas por las capitanías marítimas, se iba incrementando la cifra de licencias autonómicas.

Finalmente, durante este periodo las licencias individuales todavía permiten pescar tanto desde la costa como desde la embarcación. Esta tendencia cambiará de forma importante en el año 2011 con la aprobación de una norma estatal.

3. De 2011 a 2014

La aprobación del Real Decreto 347/2011, de 11 de marzo, por el que se regula la pesca marítima recreativa en aguas exteriores, supone un cambio muy importante en cuanto a las licencias de pesca, pues establece que para pescar desde embarcación es necesario que esta disponga de una licencia específica. Es decir, que en aguas exteriores la licencia individual solo permite pescar desde tierra.

La entrada en vigor de la norma de 2011 supone que parte de los pescadores de embarcación que podían pescar con su licencia individual ahora necesiten obligatoriamente, en aguas exteriores, la licencia de embarcación.

4. A partir de 2014

La aprobación del Decreto autonómico 34/2014, de 1 de agosto, por el que se fijan los principios generales de la pesca recreativa y deportiva en las aguas interiores de las Islas Baleares, supuso un nuevo cambio en cuanto a las licencias.

Otro cambio importante en 2014 es que la vigencia de las licencias de pesca individuales aumenta de 2

a 3 años, pero solo permite pescar desde la costa, lo que implica que para pescar desde embarcación se debe disponer de una licencia de pesca específica. Así la norma autonómica de aguas interiores se equipara con la norma estatal de aguas exteriores.

Finalmente, en el año 2018 se aprueba una modificación del Decreto, que establece que la licencia de pesca individual permitirá la pesca desde artefactos flotantes como los kayaks o los cayucos.

Para el cálculo de las licencias vigentes se reajustan los valores de licencias expedidas con estos distintos periodos de tiempo de vigencia.

Es preciso considerar que en las licencias de pesca de embarcación hay un aumento del esfuerzo pesquero que no se contabiliza, ya que cualquier persona dentro de la embarcación queda cubierta por la licencia. Mejoras en la noción del esfuerzo pesquero, tiempo invertido y capturas realizadas vendrán dadas por medio de la aplicación de teléfono móvil Diario de Pesca Recreativa, financiada por el Impuesto de Turismo Sostenible y ya operativa para 7 reservas marinas de interés pesquero de las Baleares. Esta aplicación permitirá recopilar más información de la pesca de embarcación realizada en otras partes del litoral balear, contabilizando cuántos días se realizan salidas, cuántas personas participan y qué capturan. Por el contrario, también puede ocurrir que una persona tenga más de una licencia. Si la aplicación se ampliara a todos los tipos de pesca recreativa, ello ayudaría a obtener datos más precisos de presión pesquera.

Para más información sobre dónde, qué y cómo se debe efectuar la pesca recreativa se recomienda la lectura del «Cuaderno de pesca recreativa en las Islas Baleares»² de la Direcció General de Pesca i Medi Marí (Servei de Recursos Marins).

RESULTADOS

El número de licencias vigentes totales emitidas por la Direcció General de Pesca entre los años 1997-

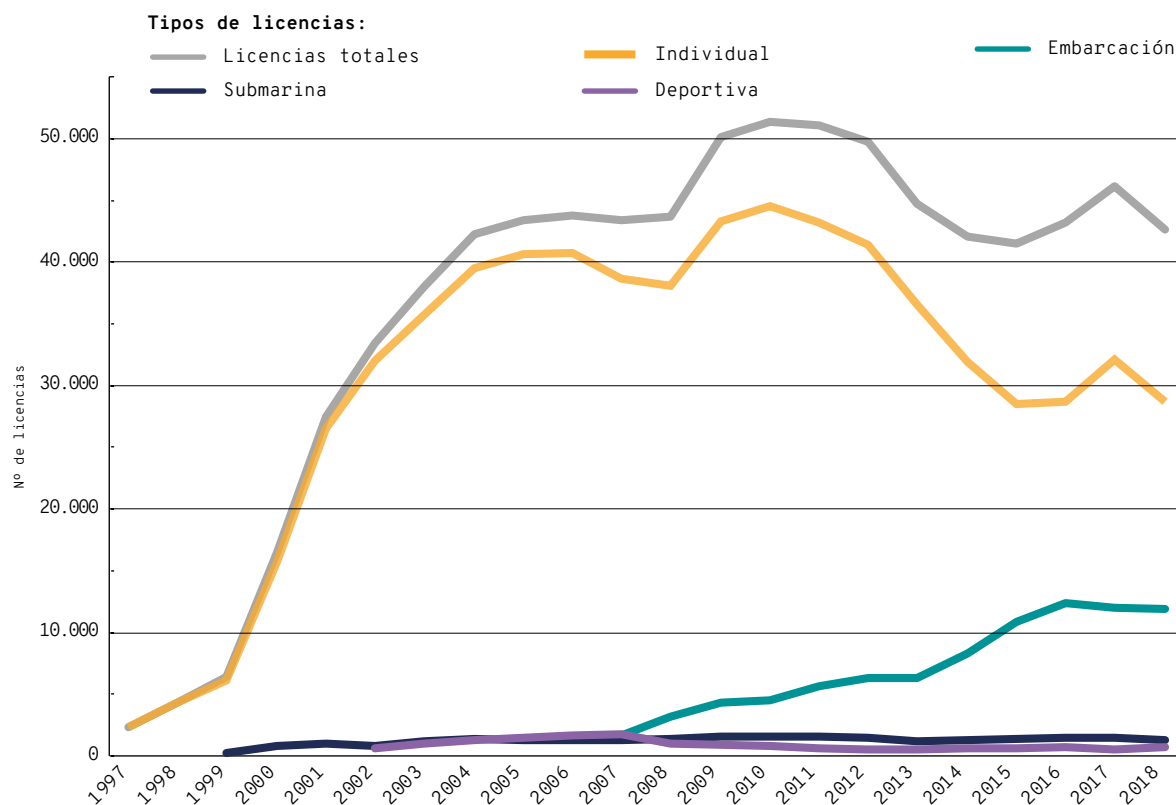


Figura 1. Número total de licencias vigentes de pesca recreativa marítima y por tipo de modalidad (individual, embarcación, submarina y deportiva) en todas las Islas Baleares entre los años 1997 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Mari.

2018 oscila entre un mínimo de 2.313 licencias en 1997 y un máximo de 51.350 licencias en 2010 (Figura 1). Estas tendencias tienen que interpretarse en el contexto de los cambios en la normativa y vigencia explicados en la metodología.

El análisis de las licencias por tipos muestra que las licencias individuales tienen las mismas tendencias de crecimiento y decrecimiento que las licencias totales, ya que esta modalidad de pesca es la mayoritaria (figuras 1 y 2).

El incremento de las licencias individuales es muy grande hasta el año 2004. No obstante, hay que considerar que antes de 1999 había diferencias de prestaciones y coste entre las licencias estatales y autonómicas que originan valores bajos de licencias al inicio del seguimiento temporal. En los años 2005 y 2006 se estabilizan los valores de licencias individuales y descienden a partir de los años 2007 y 2008 (Figura 1). Este descenso puede tener su explicación con la entrada en vigor en 2007 de la licencia de pesca de embarcación, que se separa de la licencia individual, y que además tiene una duración de 3 años y permite pescar hasta a 5 personas sin necesidad de que dispongan de una licencia individual. Sin embargo, durante los años 2009 y 2010, a pesar de mantenerse el aumento progresivo de las licencias de embarcación, se registra un incremento de las licencias de pesca individual

que, a falta de estudios más precisos, podría estar relacionada con la crisis económica del momento.

Debido a la normativa de 2011, que exige tener licencia de embarcación en aguas exteriores, se observa un incremento continuado de licencias de pesca de embarcación y un descenso importante del número de licencias individuales hasta el año 2014 (Figura 1). Esta tendencia se hizo muy evidente en la isla de Menorca, pues una parte muy importante de las zonas de pesca se sitúan en aguas exteriores.

En 2014, debido a la aprobación de la normativa de disponer de licencia de pesca desde embarcación para aguas interiores, se observa un incremento progresivo de las licencias de embarcación hasta 2016, año en que su número se estabiliza con ~ 12.000 licencias hasta 2018 (Figura 1). En cuanto a las licencias individuales, en 2014 se produce un aumento de 2 a 3 años de vigencia, que se observa con una fluctuación entre esos años, aunque actualmente el número se está estabilizando con ~ 30.000 licencias vigentes.

Las licencias vigentes que se mantienen más estables en el tiempo son las de pesca submarina, con valores en torno a las 1.400 licencias. Por último, la pesca deportiva muestra una disminución de más de la mitad de las licencias vigentes a partir de 2008, pasando de 1.770 en 2007 a 712 en 2018.

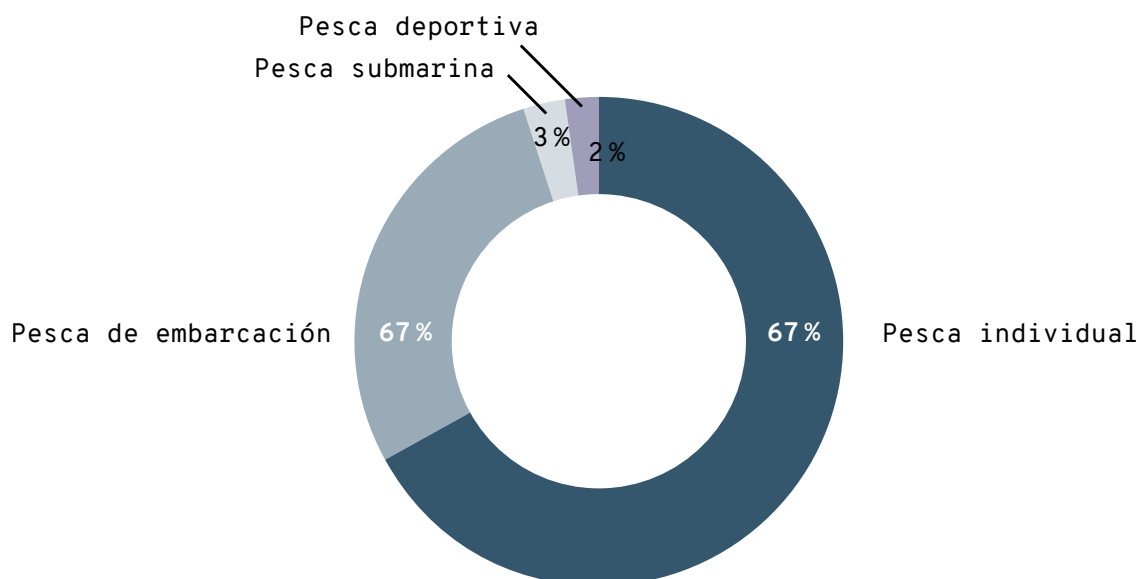


Figura 2. Porcentajes totales del número de licencias vigentes en 2018 de los cuatro tipos de pesca recreativa marítima (individual, de embarcación, submarina y deportiva). FUENTE: datos de la Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Las licencias de pesca deportiva se han expedido principalmente en Mallorca e Ibiza.

Para el año 2018, el tipo de licencia de pesca recreativa más solicitada es la individual, con un 67 % de las licencias vigentes totales (Figura 2). Le siguen la pesca de embarcación con un 28 %, la pesca submarina con un 3 % y la deportiva con un 2 %.

CONCLUSIONES

- Se observa un gran incremento de licencias individuales entre 1997-2004. Esto se debe a diferencias en la normativa vigente que generan diferencias en la duración y el coste entre las licencias estatales y autonómicas.
- El máximo número de licencias totales vigentes (50.000-51.350) se registra entre los años 2009-2012, coincidiendo con la crisis económica.
- Las licencias desde embarcación muestran un incremento gradual desde el 2007 (año de su establecimiento, con 1.703 licencias) hasta 2016 (~12.000 licencias), cuando se estabiliza hasta la actualidad. Este incremento se debe a la implementación de normativa que exigía en 2011 licencia para pesca desde embarcación en aguas exteriores, y en 2014, licencia para aguas interiores.

→ Las licencias de pesca submarina son las que se mantienen más estables de todas las modalidades de pesca recreativa, con aproximadamente 1.400 licencias desde 2003.

→ Las licencias de modalidad deportiva son las menos representativas, con valores de 712 licencias en 2018.

→ En 2018, el tipo de licencia de pesca recreativa más solicitada es la pesca individual (67 %), seguida de la de embarcación (28 %), la submarina (3 %) y la deportiva (2 %).

REFERENCIAS

¹ TRAGSATEC (2004). «Estudio del impacto socioeconómico de la pesca recreativa en el Mediterráneo español». Madrid: Secretaría General de Pesca Marítima, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

² SERVEI DE RECURSOS MARINS (2019). «Cuaderno de pesca recreativa en las Islas Baleares». Palma: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. <http://www.caib.es/govern/sac/fitxa.do?codi=32337&coduo=1160&lang=es>.

Evolución del número de embarcaciones de la flota pesquera profesional y de pesca recreativa

La actividad pesquera proporciona alimento, beneficios económicos, ocio y bienestar a la sociedad. El sector pesquero profesional de Baleares provee, según estimaciones realizadas por la Federació Balear de Confraries de Pescadors, entre el 15 % y el 17 % del pescado que se comercializa en dicha comunidad. En cuanto a la pesca recreativa, 1 de cada 10 personas pesca por ocio en países desarrollados, un valor 5 veces mayor que el número de pescadores profesionales.¹ La normativa exige que sea una actividad de afición o deporte, sin ánimo de lucro, donde el consumo de las capturas sea exclusivo del pescador. De hecho, la captura de peces es solo uno de los atributos que determinan la práctica de la pesca recreativa, siendo factores hedónicos como disfrutar del mar, de la familia o de la soledad los más importantes.²

No obstante, el sector recreativo también fomenta el beneficio económico de los sectores que lo proveen de servicios, como la hostelería, los fabricantes de suministros, los astilleros, la reparación naval y el chárter, manteniendo un gran número de puestos de trabajo.³ Tanto la pesca profesional como la recreativa son fundamentales para mantener el contacto de los ciudadanos con el medio ambiente y, particularmente, con el mar.

Para mejorar la sostenibilidad y la gestión de los recursos pesqueros de ambas actividades es necesario conocer la evolución del número de embarcaciones de la flota pesquera profesional y de pesca recreativa en las Islas Baleares para obtener una mejor orientación sobre su grado de sostenibilidad. Pero también es preciso alcanzar un equilibrio sostenible social entre ambos sectores, tanto para

mantener los recursos pesqueros compartidos (que son un bien común de todos), como para que los valores culturales, económicos y sociales de ambas actividades permanezcan en el tiempo frente enemigos comunes más relevantes como el cambio climático, la pérdida de hábitats esenciales o la preocupante falta de conocimiento e de interés por los productos pesqueros locales.

REGULACIONES

La pesca de arrastre podrá realizarse en fondos > 50 m con una potencia de los arrastreros de 500 caballos de vapor (CV) o 493,15 Horsepower (Hp): Real Decreto 1440/1999, de 10 de septiembre, por el que se regula el ejercicio de la pesca con artes de arrastre de fondo en el caladero nacional del Mediterráneo.

¿QUÉ ES?

Número de embarcaciones dedicadas a la pesca profesional y de embarcaciones de pesca recreativa. Las actividades de pesca profesional y recreativa proporcionan beneficios económicos, alimento, bienestar y ocio a la sociedad.

METODOLOGÍA

Se presentan datos históricos de la flota pesquera profesional recogidos por la Federació Balear de Confraries de Pescadors (FBCP) y valores aproximados de las embarcaciones recreativas en base a las licencias vigentes de 2018, expedidas por la Direcció General de Pesca i Recursos Marins del Govern de les Illes Balears.

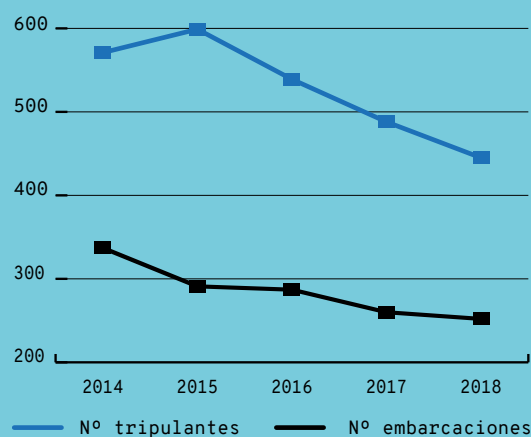
RESULTADOS

- El sector pesquero profesional de Baleares se encuentra en recesión.
- La flota pesquera de Mallorca es un mínimo de 4 veces mayor que la del resto de islas.
- En 2018 se contabilizan 252 licencias vigentes de pesca profesional frente a 11.313 de pesca recreativa. Ello supone la existencia de unas 45 embarcaciones de pesca recreativa por cada embarcación profesional.

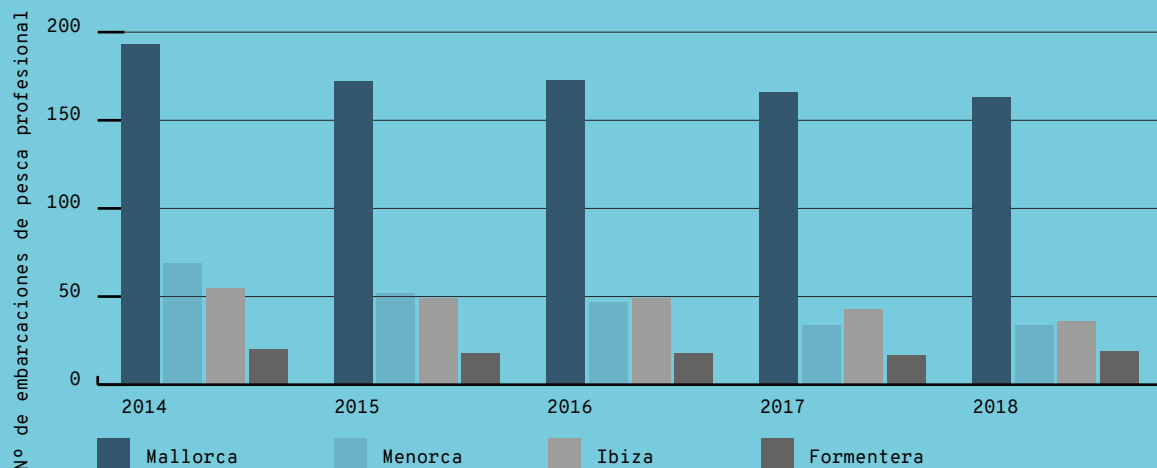
¿POR QUÉ?

Conocer la evolución tanto de la flota profesional como de la recreativa es necesario para mejorar la sostenibilidad y la gestión de los recursos pesqueros locales.

LOCALIZACIÓN



Evolución de la flota pesquera profesional entre 2014-2018. FUENTE: FBCP.



Flota pesquera profesional de las Baleares por islas entre los años 2014-2018. FUENTE: FBCP.

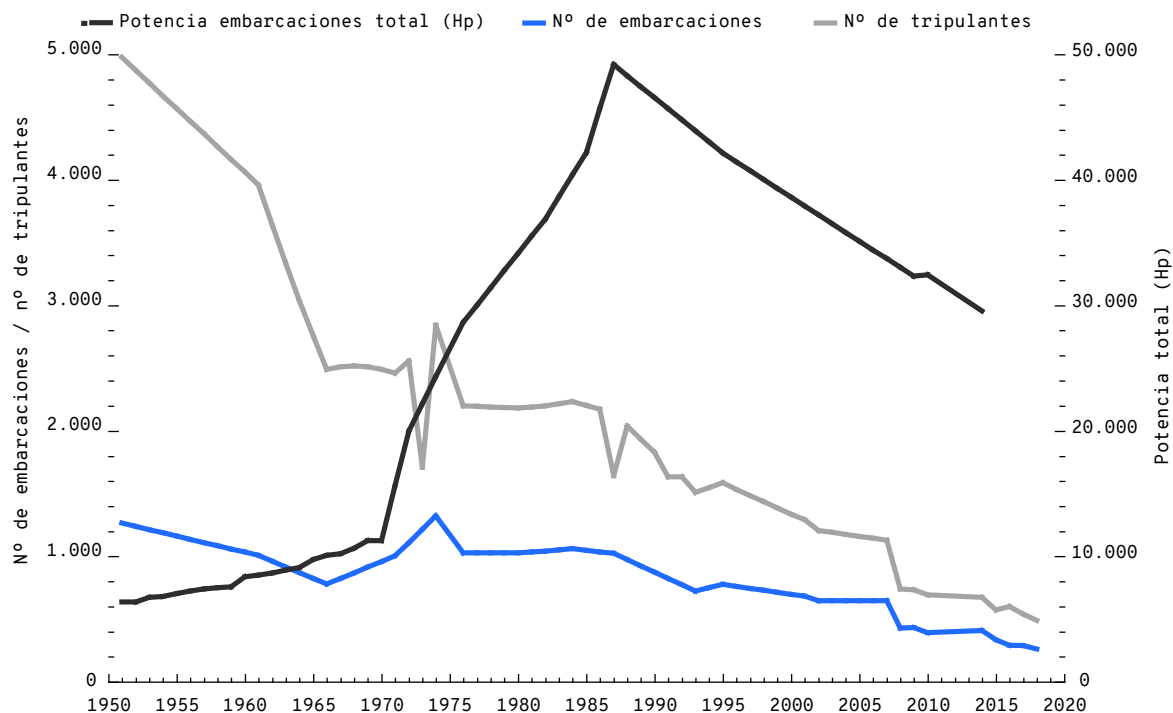


Figura 1. Evolución temporal de 1950 a 2018 en número de embarcaciones (línea azul) y tripulantes (línea gris) de pesca profesional en las Islas Baleares. También se contrasta la potencia total en Hp de la flota profesional. Datos compilados de diversos estudios.⁴⁻¹³

METODOLOGÍA

Se presentan datos históricos puntuales de la flota pesquera, potencia de las embarcaciones, tripulantes y flota de arrastre.⁴⁻¹¹ Para los años sin registro se han añadido datos de interpolaciones lineales presentadas en Carreras *et al.* (2015).¹²

Adicionalmente, se muestran con más detalle datos anuales de la flota pesquera profesional entre los años 2014-2018. Estos datos son registrados por la Federació Balear de Confraries de Pescadors, que representa a 16 puertos de las cuatro islas repartidos en 16 cofradías: 10 en Mallorca (Alcúdia, Andratx, Cala Rajada, Colònia de Sant Jordi, Palma, Pollença, Portocolom, Porto Cristo, Santanyí, Sóller), 3 en Menorca (Ciutadella, Fornells, Maó), 2 en Ibiza (Eivissa, Sant Antoni) y 1 en Formentera. Los datos se han extraído de los informes «Estadístiques de l'Agricultura, la Ramaderia i la Pesca a les Illes Balears», años 2014 a 2018, de la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears (<http://www.caib.es/sites/semilla/ca/introduccio-78163/>).¹³

En el recuento de las embarcaciones recreativas hay que considerar que se trata de valores aproximados, ya que es difícil obtener un número exacto de ellas en las Baleares —a pesar de que es necesaria una licencia para su práctica— debido a su gran heterogeneidad y magnitud. No obstante, se estima el censo de las embarcaciones recreativas por medio del número de licencias en vigor que han sido proporcionadas por la Direcció General de Pesca i Recursos Marins de les Illes Balears. Es probable

que las estimas estén sesgadas, ya que no se contabiliza, por ejemplo, a los usuarios recreativos de embarcaciones extranjeras o chárter de pesca. Asimismo, el esfuerzo que ejerce cada embarcación recreativa es extremadamente diverso (días de pesca), siendo fundamental el desarrollo de metodologías que permitan conocer de una manera más detallada el número de días efectivos de pesca generados por el sector recreativo.

RESULTADOS

Los datos históricos sobre la flota pesquera, tripulantes y potencia de embarcaciones desde los años 50 del siglo xx muestran el declive temporal de la flota y tripulación frente al aumento de la potencia (Figura 1). El número de embarcaciones varía de 1.265 a 252, con un máximo de 1.322 en 1973, lo que resulta en una reducción del 80 % en 68 años. La tripulación muestra una disminución gradual de 4.976 a 445 personas, lo que supone un declive del 91 % de tripulación en 68 años. La potencia de los motores de las embarcaciones se incrementa en un 78 %, de 6.360 Hp a 29.561 Hp en 60 años. La máxima potencia, de 49.200 Hp, se registra en 1986, año a partir del cual empieza a descender (Figura 1). La bajada de la potencia podría deberse, en gran parte, a la progresiva reducción de la flota. Asimismo, el Real Decreto 679/1988 (actualmente derogado por el RD 1440/1999) estableció por primera vez una potencia máxima de 500 CV.

Entre 2014-2018, el número total de embarcaciones de pesca profesional en las Islas Baleares

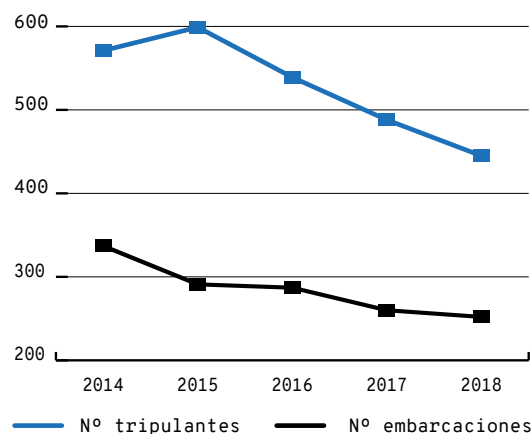


Figura 2. Evolución temporal del número de embarcaciones totales de pesca profesional y su tripulación entre 2014-2018. En general, se observa un declive en la flota pesquera profesional en estos cinco años de seguimiento. Datos de la Federació Balear de Confraries de Pescadors.

ha descendido gradualmente de 337 en 2014 a 252 en 2018 durante la época de menor actividad (Figura 2). En cuanto a su tripulación, asciende en 28 tripulantes en 2015, punto desde el que desciende linealmente hasta alcanzar los 445 tripulantes en 2018.

El análisis de la flota profesional por tipo muestra un descenso gradual desde 2014 para las modalidades de pesca profesional de arrastre y artes menores (Figura 3). La pesca de arrastre muestra una disminución de 44 a 36 embarcaciones en 5 años. La pesca de artes menores es la de mayor flota de todos los tipos, y es en la que más disminuye su flota, pasando de 265 embarcaciones en 2014 a 197 embarcaciones en 2018 (Figura 3). La pesca de cerco y palangre de fondo aumenta de

7 a 8 y de 2 a 4 embarcaciones, respectivamente. Por último, la pesca de palangre de superficie (2 embarcaciones), mariscadores (2 embarcaciones) y coralleros (3 embarcaciones) se mantienen estables respecto al año 2014.

En detalle, la flota pesquera de arrastre muestra un aumento de 47 a 96 embarcaciones entre 1965 y 1975 (Figura 4). A partir de esta última fecha empieza a disminuir la flota hasta alcanzar las 36 embarcaciones en 2018 (Figura 4). Hay que considerar que la potencia de las embarcaciones ha ido en aumento (Figura 1), de manera que las capturas no han disminuido proporcionalmente a la flota.

El análisis de la flota pesquera profesional por islas entre los años 2014-2018 muestra que Mallorca dispone de una flota como mínimo 4 veces mayor que el resto de islas (Figura 5). En los cinco años de seguimiento se observa una disminución de 30 embarcaciones en Mallorca, de 193 a 163; en esta isla solo aumentan los valores con una embarcación en 2016, pasando de 172 a 173. En Menorca, disminuye la flota de 69 a 34 embarcaciones entre 2014-2017, y se mantiene estable con 34 en 2018. En Ibiza, la flota pasa de 55 a 36, disminuyendo todos los años excepto en 2016, que se mantiene estable con 49 embarcaciones. La flota de Formentera es la que menos ha variado de todas las islas, fluctuando entre 20 y 17 embarcaciones.

La evolución temporal en el número de tripulantes por islas muestra un aumento de la flota en 2015 en todas ellas (Figura 6) que, sin embargo, no se corresponde con un aumento del número de embarcaciones (Figura 4). Entre 2016-2018 los valores de la tripulación disminuyen en todas las islas según

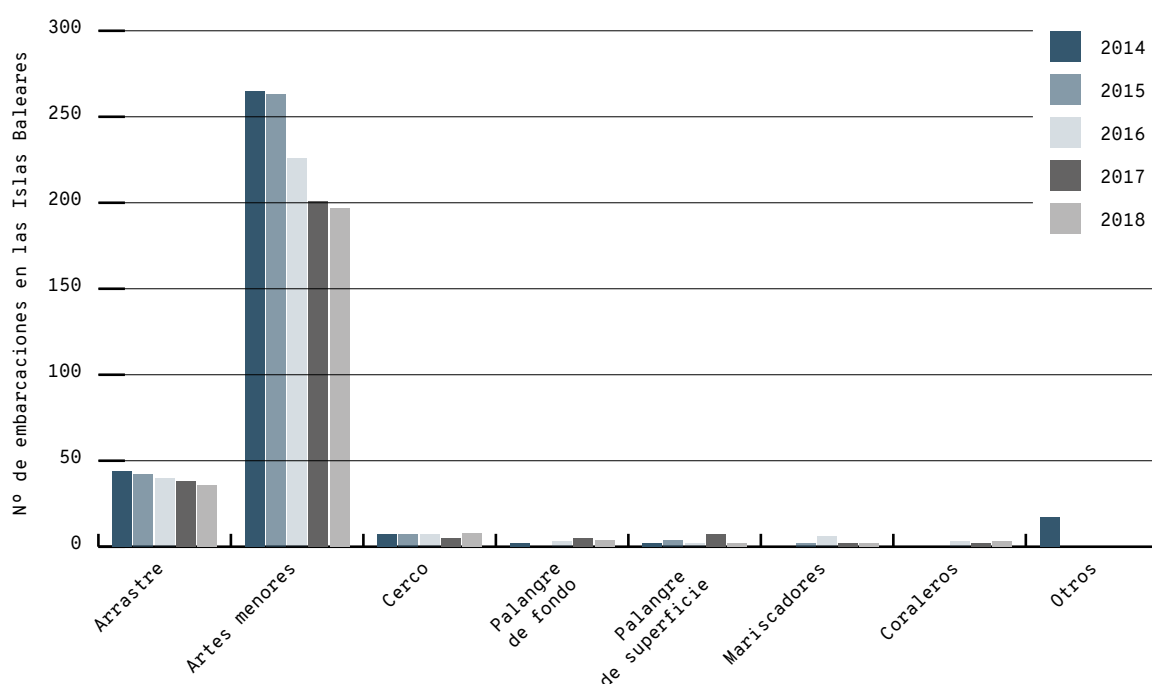


Figura 3. Número y evolución de embarcaciones de pesca profesional por modalidad en las Islas Baleares entre los años 2014 y 2018. FUENTE: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

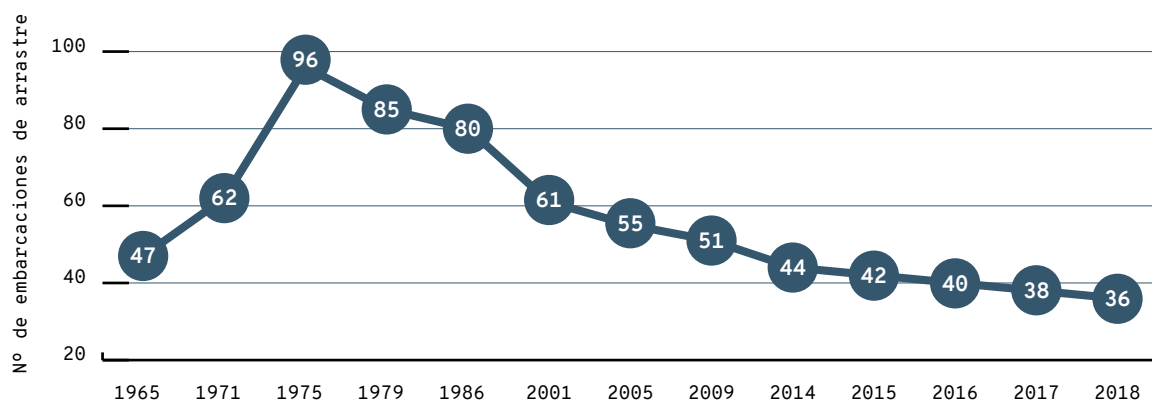


Figura 4. Datos históricos sobre el número de embarcaciones de flota profesional de arrastre en las Islas Baleares para los años 1965, 1971, 1975, 1979, 1986, 2001, 2005, 2009 y 2014-2018. FUENTE: Datos compilados de diversos estudios.^{4, 10, 11, 13}

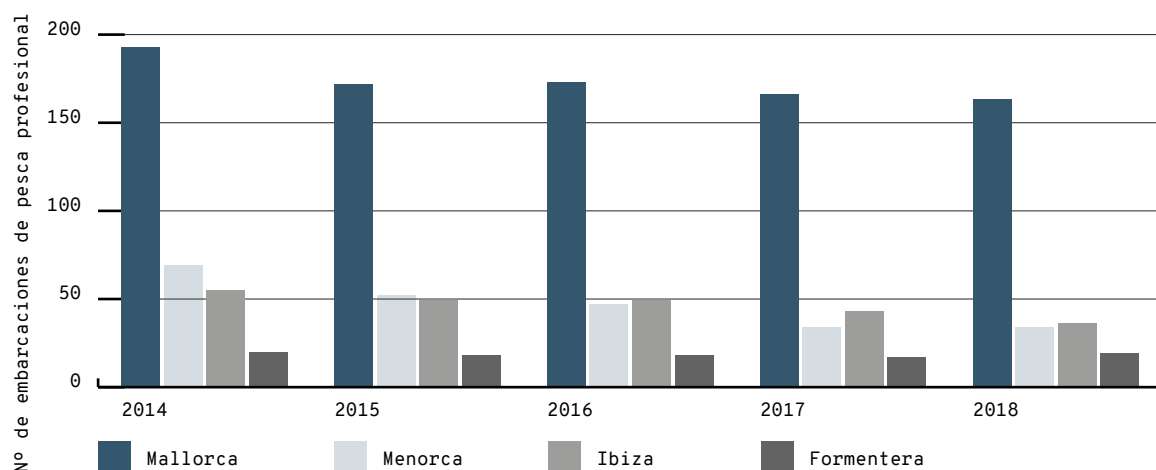


Figura 5. Número de embarcaciones de pesca profesional por isla entre los años 2014-2018 (Ma: Mallorca, Me: Menorca, Ib: Ibiza y Fo: Formentera). FUENTE: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

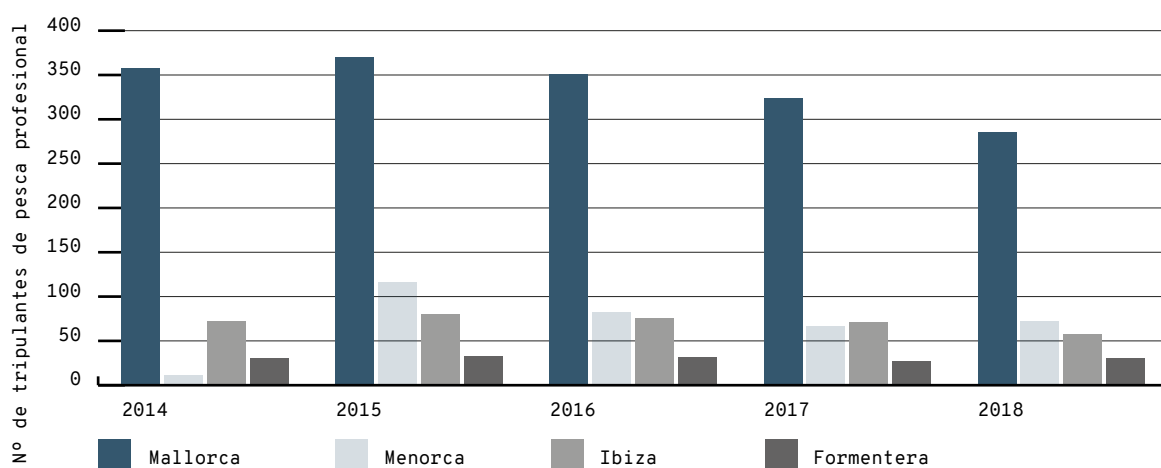


Figura 6. Número de tripulantes de pesca profesional por isla entre los años 2014-2018 (Ma: Mallorca, Me: Menorca, Ib: Ibiza y Fo: Formentera). FUENTE: Federació Balear de Confraries de Pescadors.

pasan los años, excepto en Formentera, donde oscilan entre 33-27 (Figura 6).

Las estimas de las embarcaciones recreativas en 2018 se establecen en referencia a las licencias de pesca recreativa desde embarcación vigentes en 2018 (ver indicador «Número de licencias de pesca marítima recreativa por tipo»). Esto resulta en 11.915 embarcaciones recreativas censadas en 2018 por medio de licencias en vigor. Por lo tanto, considerando que en 2018 había 252 embarcaciones profesionales (Figura 2), existen aproximadamente 47 embarcaciones de pesca recreativas por cada embarcación profesional.

CONCLUSIONES

→ El sector pesquero profesional de las Baleares se encuentra en declive desde los años 50 del siglo XX.

→ La flota pesquera profesional es, como mínimo, 4 veces mayor en Mallorca que en el resto de las islas.

→ La modalidad de pesca profesional con más embarcaciones y tripulantes es la artesanal. En 2018 existen ~6 embarcaciones de pesca artesanal por cada embarcación de arrastre. No obstante, la pesca artesanal es la que ha experimentado mayor recesión en los últimos años.

→ En 2018 se estima que existen alrededor de 45 embarcaciones de pesca recreativas por cada embarcación profesional.

→ Para mejorar la comparativa de los indicadores de pesca profesional y recreativa es necesaria una mejora en la gestión del sector recreativo. Ello se podría alcanzar mediante la colaboración del sector recreativo con la Administración autonómica para mejorar la colecta de datos, el monitoreo, la toma de decisiones y la gestión.²

REFERENCIAS

¹ FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture*. Roma: Food and Agricultural Organization of the United Nations.

² ARLINGHAUS, R. *et al.* (2019). «Opinion: Governing the recreational dimension of global fisheries». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (12) 5209-5213. DOI: 10.1073/pnas.1902796116.

³ TRAGSATEC (2003). *Estudio del impacto socioeconómico de la pesca recreativa en el Mediterráneo español*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General de Pesca Marítima.

⁴ OLIVER P. (1983). «Los recursos pesqueros del Mediterráneo. Primera Parte: Mediterráneo occidental». Food and Agricultural Organization of the United Nations (Análisis y estudios; 59).

⁵ MAPA. (1971-1986). *Anuario de Pesca marítima*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría General Técnica.

⁶ MASSUTÍ, M. (1973). *La pesca industrial mallorquina*. Palma: Edicions Cort.

⁷ MASSUTÍ, M. (1989). *El Libro Azul de la Pesca Balear*. Palma: Conselleria d'Agricultura i Pesca.

⁸ MASSUTÍ, M. (1994). *Els recursos pesquers del Mar Balear*. Bases per a una explotació sostenible. Palma: Govern Balear.

⁹ MASSUTÍ, M. (1995). *La pesca en el Mar Balear*. Palma: Edicions Cort.

¹⁰ VELASCO, T. (1992). «La flota pesquera de las Islas Baleares». *Revista de Geografía*, vol. XXVI, 67-86.

¹¹ MORALES-NIN, B.; GRAU, A. M.; PALMER, M. (2010). «Managing coastal zone fisheries: A Mediterranean case study». *Ocean & Coastal Management*, 53, 99-106.

¹² CARRERAS, M. *et al.* (2015). «Estimates of total fisheries removal for the balearic islands (1950-2010)». *Fisheries Centre Working Paper #2015-19*. Vancouver: University of British Columbia.

¹³ CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AGRICULTURA I PESCA (2014-2018). «Estadístiques de l'Agricultura, la Ramaderia i la Pesca a les Illes Balears». <http://www.caib.es/sites/semilla/ca/introduccio-78163/>.

An aerial photograph of a very crowded beach. The sandy shore is filled with people, many of whom are lying on towels or blankets. Numerous colorful beach umbrellas are open, creating a vibrant pattern of reds, blues, yellows, and greens. The water is a clear, light blue, and hundreds of people are swimming or wading. Many inflatable toys, including rings and small boats, are scattered throughout the water. The beach curves along the coastline, and some buildings are visible in the upper left corner. The overall scene is one of a busy, popular summer destination.

Playa de Can Picafort, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

VII

Presión humana y turismo

68	Índice de presión humana (IPH)	260
69	Superficie de costa urbanizada	270
BUQUES EN PUERTO.		274
70	Número de tránsito total de buques por mes, año y puerto.	274
71	Número de cruceros por mes, año y puerto	276
72	Número de ferris por mes, año y puerto	276
73	Número de petroleros por mes, año y puerto	276
74	Número de cementeros por mes, año y puerto.	278
75	Número de barcos con carga rodada por mes, año y puerto	278
76	Número de puertos deportivos y número de amarres	280
77	Número de embarcaciones fondeadas en playas	284
USO DE LAS PLAYAS		290
78	Número de usuarios de las playas	293
79	Densidad de usuarios en las playas	294
80	Porcentaje de capacidad de carga de las playas	294
81	Número de turistas y número de plazas turísticas	298

68

Indicador de presión humana (IPH) de las Islas Baleares

El indicador de presión humana (IPH) estima la carga demográfica real que soporta un territorio en un período determinado. Pretende complementar la información que se desprende de las cifras oficiales de población. En este sentido, se diferencia de los resultados obtenidos tanto de los censos demográficos como del padrón municipal o de las estimas de población actual publicadas por el INE, unas operaciones que se centran únicamente en la población residente. Además, dadas las fuentes estadísticas en que se basa el cálculo del IPH, su desagregación temporal es diaria.

En una comunidad esencialmente turística, donde el número de personas presentes se diferencia significativamente de la población residente, el conocimiento de la carga demográfica real puede ayudar a conseguir una correcta planificación y gestión de los recursos y de los residuos producidos por una población.

FRECUENCIA Y ÁMBITO

El indicador de presión humana (IPH) desarrollado por el Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT) recoge la carga demográfica real que soporta diariamente cada una de las islas que integran el archipiélago. Para el año en curso se publica una serie de avances con frecuencia diaria solo disponible en el ámbito de la comunidad autónoma.

METODOLOGÍA

El indicador de presión humana (IPH) se calcula mediante la suma de las estimas diarias de la población residente y la población estacional. Ello se realiza anualmente a partir de la población empadronada el 1 de enero de cada año, a la que se suman las entradas y salidas de pasajeros a través de puertos y aeropuertos. Estos datos obtenidos

se ajustan posteriormente mediante la aplicación de un factor de corrección para cada año, que se distribuye proporcionalmente en función del peso correspondiente del indicador diario de presión humana de cada día del año. Esto se lleva a cabo para compensar el crecimiento vegetativo y las carencias en los registros de pasajeros. Así, la estima definitiva de la población estacional diaria incorpora dos correcciones que requieren información de carácter anual, hecho que interviene sobre el flujo neto de pasajeros y que influye sobre la población estacional a 31 de diciembre. De esta manera, las estimas de población estacional del año en curso deben considerarse siempre como un avance, puesto que no se dispone de la información total del año y, por tanto, no se pueden realizar las correcciones pertinentes. Estas correcciones impiden proporcionar datos de avance mensual desagregados por islas^{1, 2}

En el caso de Ibiza y Formentera, el registro de las llegadas y salidas de pasajeros entre las dos islas no se realiza cada día sino periódicamente, por ello se ha procedido —por falta de coherencia de los datos mensuales— a distribuir los pasajeros anuales entre la proporción de los pasajeros entrantes y salientes diarios a lo largo del año en Ibiza, sin considerar las entradas y salidas a Formentera y desde Formentera.

¿QUÉ ES?

El Indicador de Presión Humana (IPH) pretende dar a conocer la población real que, diariamente, hay en las Islas Baleares.

METODOLOGÍA

El cálculo del IPH se realiza anualmente a partir de la población empadronada más las entradas y salidas de pasajeros a través de los puertos y aeropuertos.

RESULTADOS

El número máximo de personas que ha habido en las Islas Baleares en un mismo día es de 2.074.004 personas. Para la isla de Mallorca, es de 1.476.738 personas; para Menorca, de 224.004, y para las Pitiusas, de 376.961. Todos estos valores se han registrado el mes de agosto de 2017.

Desde el año 1997 se observa una tendencia de aumento de población, tanto residente como visitante,

¿POR QUÉ?

Nos indica la población real de cada día del año.

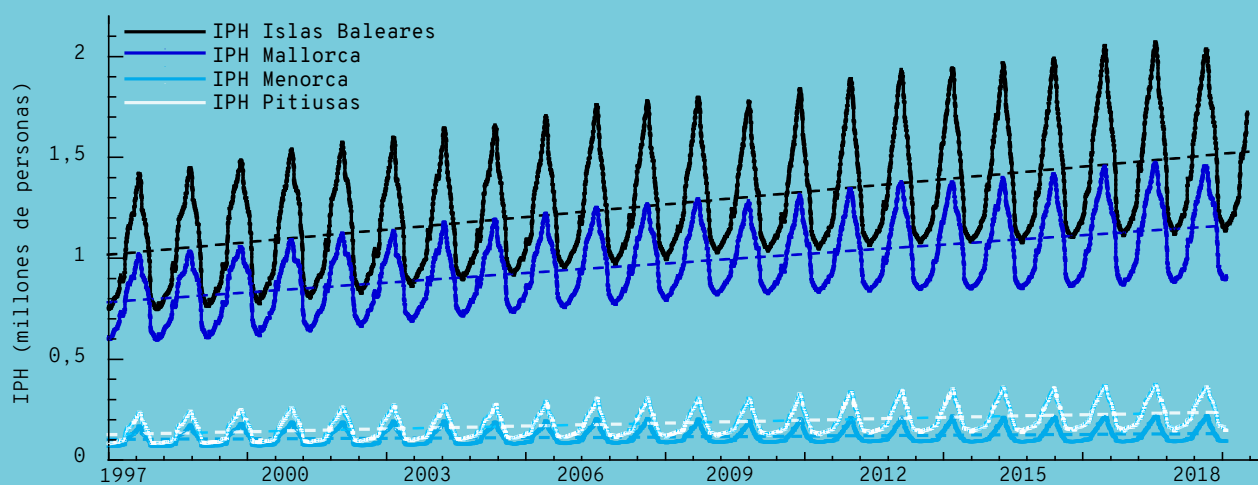
Da una idea de la presión humana a la que están sometidas las Islas Baleares

LOCALIZACIÓN



equivalente a 62,5 personas al día para todas las Baleares, y de 47,2 para Mallorca; 3,7 para Menorca y 13,9 para las Pitiusas.

En el caso del IPH medio, el aumento es de 23.411 personas anuales para todas las Islas Baleares, mientras que para la isla de Mallorca es de 17.061; para Menorca, de 1.288, y para las Pitiusas, de 5.010.



Evolución del indicador de presión humana diaria (IPH) en las Islas Baleares desde el año 1997 hasta el mes de mayo del año 2019. FUENTE: IBESTAT.

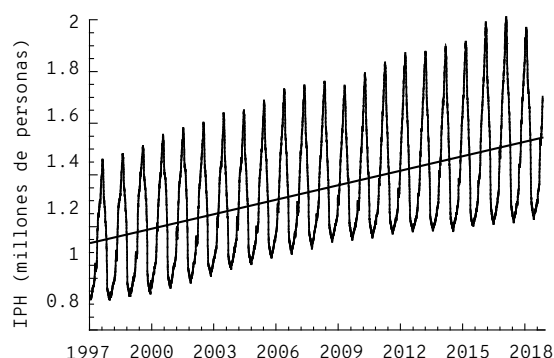


Figura 1. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 1997 hasta el 31 de mayo de 2019. Los datos del año 2018 son provisionales y los de 2019 son un avance, mientras que el resto son definitivos. La línea sólida representa la regresión lineal ($R^2 = 0,25$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

Fuente: Los datos del IPH provienen del Institut d'Estadística de les Illes Balears (IBESTAT).

FUENTES DEL IBESTAT:

- Llegadas y salidas diarias de pasajeros de aeropuertos. Fuente: Aeropuerto de Son Sant Joan, Aeropuerto de Maó y Aeropuerto de Ibiza (AENA, Ministerio de Fomento).
- Llegadas y salidas diarias de pasajeros a los puertos de competencia estatal. Fuente: Explotación propia del IBESTAT a partir de datos de Puertos del Estado (Ministerio de Fomento).
- Llegadas y salidas diarias de pasajeros a los puertos de competencia autonómica. Fuente: Ports de les Illes Balears (Conselleria d'Habitatge i Obres Públiques).
- Estimaciones de población actual y proyecciones de población a corto plazo. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) e IBESTAT.

Se puede encontrar una descripción más detallada de la metodología en el enlace siguiente de la página web del IBESTAT: https://ibestat.caib.es/ibfiles/content/files/IPH_VWF_esp.pdf.

Para analizar las tendencias temporales se han empleado regresiones lineales de mínimos cuadrados, donde R^2 es el coeficiente de determinación del ajuste de la recta y representa la proporción de variación de resultados que explica el ajuste de la recta (un R^2 de 0,80 indicaría que la recta explica el 80 % de los resultados); p -valor indica la significancia de la regresión (valores inferiores a 0,05 indican que la regresión es significativa y que la variable X explica los cambios en la variable Y).

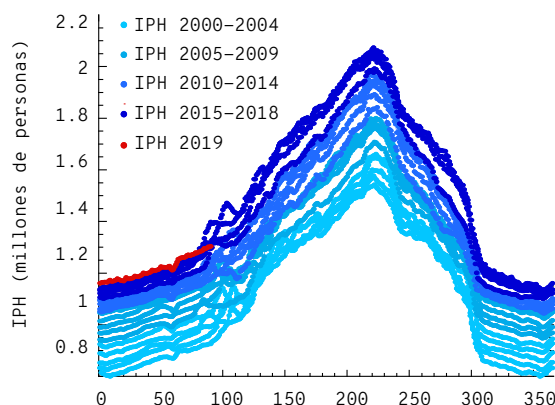


Figura 2. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 2000 hasta el 31 de mayo de 2019 para el conjunto de las Islas Baleares. El eje X muestra un año desde el 1 de enero (1) hasta el 31 de diciembre (365). FUENTE: IBESTAT.¹

RESULTADOS

Islas Baleares

Se observa una clara tendencia al alza del IPH para el conjunto de las Islas Baleares, hecho que demuestra que la carga demográfica que soportan aumenta año tras año (figuras 1 y 2).

Para todos los datos diarios se puede ver un aumento de la presión humana soportada por las Islas de 62,5 personas diarias ($R^2 = 0,25$; $p < 0,0001$) (Figura 1).

El último año se observa una disminución del número máximo de personas que se encuentran en territorio balear al mismo tiempo. Ello puede deberse al hecho de que los datos del año 2018 son todavía provisionales y los que existen del año 2019 son un avance y, por tanto, pueden sufrir modificaciones cuando sean definitivos (figuras 1 y 2).

Si observamos los cambios para cada día del año de los diferentes años (Figura 2) se ve que para la inmensa mayoría de los días del año, el IPH aumenta cada año. Se observa también la variabilidad debida al cambio de día de las vacaciones de Semana Santa (Figura 2).

En cuanto al número máximo de personas que se encuentran a la vez en las Islas Baleares, también vemos una tendencia al alza, aunque el dato del año 2018 sea un poco inferior al de 2017, lo cual puede ser debido a la provisionalidad de los datos de 2018. El máximo anual del IPH ha variado entre 1.423.380 y 2.074.004, ambos registrados el día 8 de agosto de los años 1997 y 2017, respectivamente (Tabla 1). Este número máximo de personas que se encuentran a la vez en las Islas aumenta en 31.104 personas por año ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$) (Figura 3). Los únicos años que presentan un máximo anual del IPH inferior al del año anterior son 2009 y 2018. Ya hemos comentado que

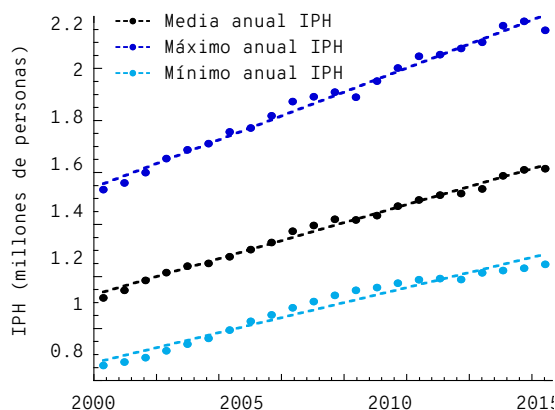


Figura 3. Media anual (puntos negros), máximo anual (azul oscuro) y mínimo anual (azul claro) del indicador de presión humana (IPH) de las Islas Baleares para los años 1997-2018. Las líneas discontinuas representan la regresión lineal mediante mínimos cuadrados. Media ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$), máximo ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$), mínimo ($R^2 = 0,96$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

la causa del IPH menor del año 2018 puede deberse a la provisionalidad de los datos. La reducción en el máximo del IPH de 2009 respecto al de 2008 podría ser debida a la crisis económica sufrida aquellos años.

La media anual del IPH en el período 1997-2018 varió entre 1.004.680 personas en el año 1997 y 1.504.079 en el 2018. Esta media ha ido aumentando en 23.411 personas al año ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$) (Figura 3).

El mínimo anual del indicador de presión humana ha variado entre 743.835 personas registradas el 18 de diciembre de 1997 y 1.160.976 personas el 1 de enero de 2019. El mínimo anual del IPH ha ido aumentando en 19.582 personas al año ($R^2 = 0,96$; $p < 0,0001$) (Figura 3).

Si los datos del IPH se estandarizan para la superficie de las Islas, el máximo número de personas por kilómetro cuadrado que han estado presentes a la

vez en las Islas Baleares ha sido de 417,2 personas/km² registradas en el año 2017. La media anual de personas por kilómetro cuadrado en las Islas Baleares ha variado entre 202,1 y 302,5 personas/km², registradas en los años 1997 y 2018 respectivamente. La mínima presión humana anual por unidad de superficie durante los 22 años de estudio ha variado entre 149,6 y 228,3 personas/km², registradas en los años 1997 y 2018 respectivamente (Figura 4).

El aumento del máximo anual del IPH ha sido más acentuado que el aumento de la media o el mínimo anual (Figura 3). Ello muestra que el aumento de la población visitante es mayor que el aumento de población residente.

Si se observa la diferencia entre los valores máximos anuales y los valores mínimos anuales del IPH, se aprecia una tendencia al alza (Figura 5), lo que indica que la población visitante ha ido aumentando a lo largo del tiempo respecto a la población residente. Este aumento en la diferencia entre el IPH máximo y mínimo a lo largo del tiempo también nos muestra una gran estacionalidad.

La ratio entre el IPH mínimo y el máximo nos puede servir como indicador de la saturación a la que se encuentran sometidas las Islas. Nos serviría como indicador del número de personas no residentes que habría por cada habitante. Esta ratio muestra los valores más altos para las Pitiusas, e indica que son las islas con más presión demográfica y más proporción de población no residente (Figura 6), con una media de 2,7 personas no residentes por cada residente en el período comprendido entre 1997 y 2018. La segunda ratio mayor entre el IPH máximo y mínimo se daría en Menorca, con una media de 2,4 no residentes por cada residente para el mismo período. Mallorca sería la isla que presentaría una ratio más pequeña entre el IPH máximo y mínimo, con una media de 1,7 no residentes por cada residente en los 22 años de estudio.

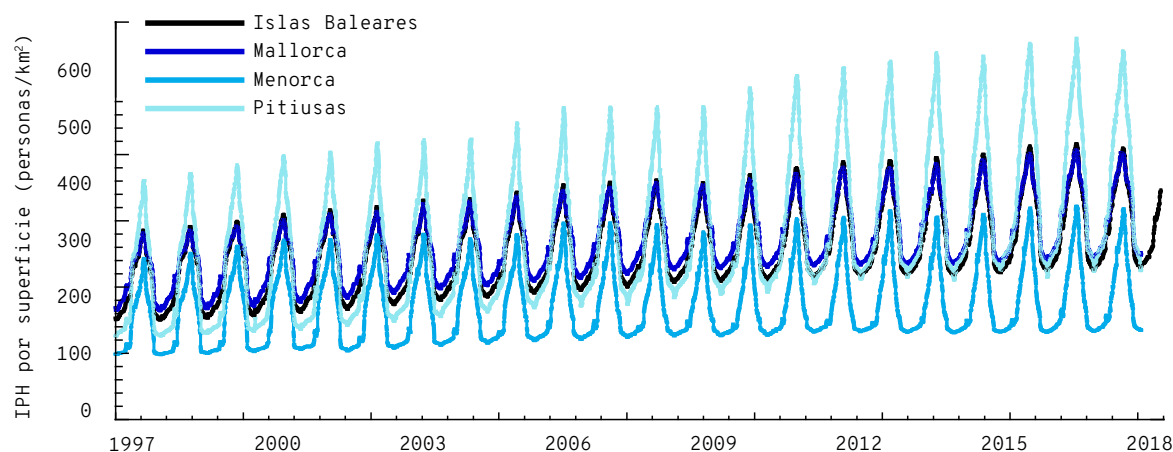


Figura 4. Indicador de presión humana (IPH) estandarizado por unidad de superficie en personas por kilómetro cuadrado. FUENTE: IBESTAT.¹

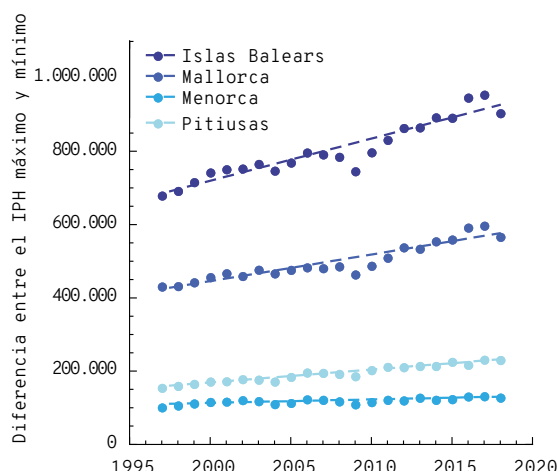


Figura 5. Diferencia entre el IPH máximo y mínimo anual a lo largo del tiempo. Las líneas discontinuas representan la regresión lineal mediante mínimos cuadrados. En todas las Islas Baleares ($R^2 = 0,89$; $p < 0,0001$); en Mallorca ($R^2 = 0,88$; $p < 0,0001$); en Menorca ($R^2 = 0,62$; $p < 0,0001$) y en las Pitiusas ($R^2 = 0,96$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

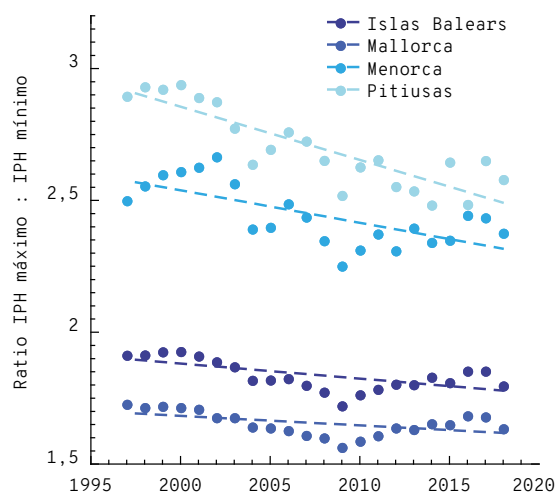


Figura 6. Ratio de los IPH máximo y mínimo anuales a lo largo del tiempo. Las líneas discontinuas representan la regresión lineal mediante mínimos cuadrados. En todas las Islas Baleares ($R^2 = 0,41$; $p < 0,0015$); en Mallorca ($R^2 = 0,26$; $p < 0,015$); en Menorca ($R^2 = 0,47$; $p < 0,0005$), y en las Pitiusas ($R^2 = 0,75$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

Esta ratio entre el IPH máximo y mínimo ha disminuido a lo largo del tiempo (Figura 5), con una disminución más acentuada en el caso de las Pitiusas y la isla de Menorca. Esta disminución a lo largo del tiempo nos indica que, aunque siga con una gran estacionalidad, la población residente aumenta año tras año, lo que sitúa a las Islas Baleares como una de las principales potencias demográficas de España. También podría indicar un aumento de la afluencia de visitantes durante los meses de invierno.

Mallorca

La isla de Mallorca presenta, al igual que todas las Islas Baleares, un IPH con una clara tendencia al alza, lo que indica que la carga demográfica que soporta aumenta año tras año (figuras 7 y 8).

Para el conjunto de datos diarios se observa un aumento de la presión humana soportada por la isla de Mallorca de 47 personas diarias ($R^2 = 0,31$; $p < 0,0001$) (Figura 7).

En el año 2018 se observa una disminución en el número máximo de personas que se encuentran a la vez en la isla de Mallorca. Ello puede ser debido a que los datos de 2018 todavía son provisionales y, por tanto, pueden sufrir modificaciones cuando sean definitivos, o a que en el último año se haya producido una reducción en el número de visitantes.

Los cambios para cada día del año de los diferentes años (Figura 8) muestran que la inmensa mayoría de los días del año el IPH va aumentando en años sucesivos. Hacia el mes de abril se observa un pico con una cierta variabilidad diaria, que se debe al cambio de fechas de las vacaciones de Semana Santa (Figura 8).

La media anual del IPH para la isla de Mallorca muestra una clara tendencia al alza a lo largo de los años (Figura 9). Esta media ha aumentado en 17.061 personas anuales en el período comprendido entre el 1 de enero de 1997 y el 31 de diciembre de 2018.

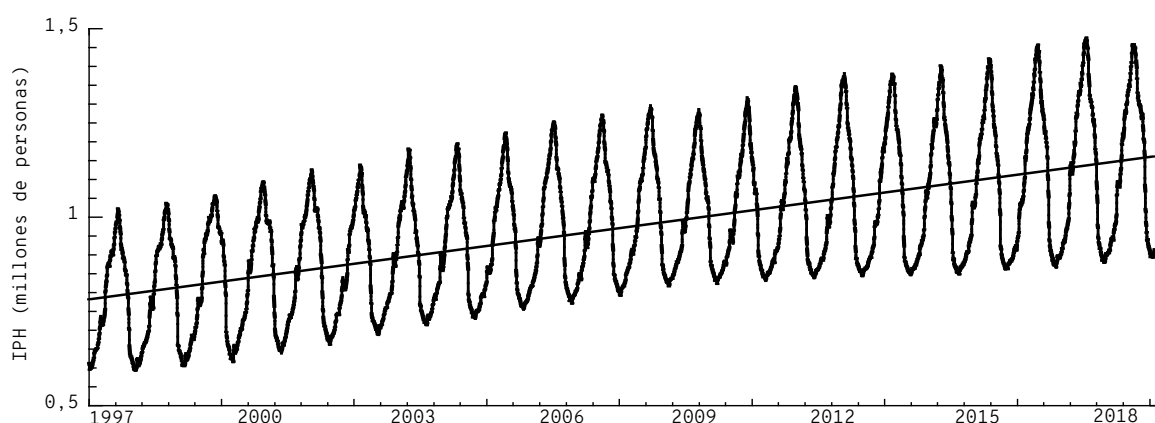


Figura 7. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 1997 hasta el 31 de diciembre de 2018. Los datos del año 2018 son provisionales, mientras que el resto son definitivos. La línea sólida representa la regresión lineal ($R^2 = 0,31$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

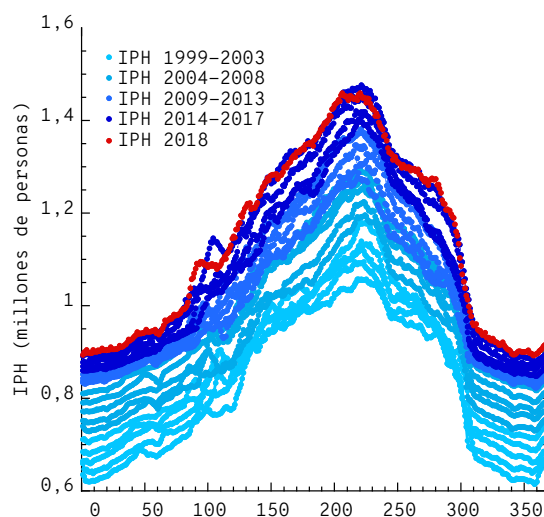


Figura 8. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 2000 hasta el 31 de diciembre de 2018 para la isla de Mallorca. El eje X muestra un año desde el 1 de enero (1) hasta el 31 de diciembre (365). FUENTE: IBESTAT.¹

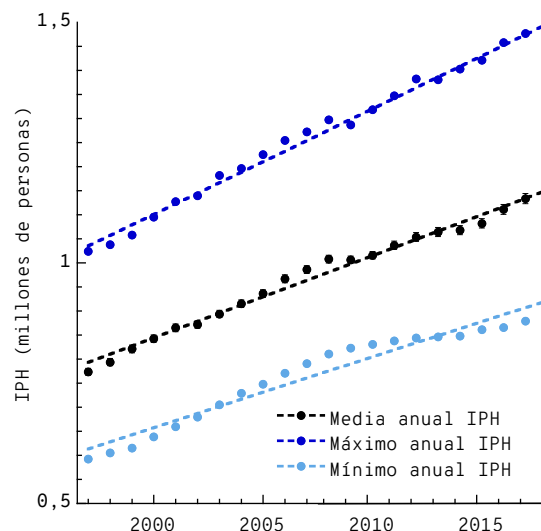


Figura 9. Media anual (puntos negros), máximo anual (azul oscuro) y mínimo anual (azul claro) del indicador de presión humana (IPH) de la isla de Mallorca para el período comprendido entre los años 1997 y 2018. Las líneas sólidas representan la regresión lineal mediante mínimos cuadrados. Media ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$), máximo ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$), mínimo ($R^2 = 0,95$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

El máximo anual del IPH en la isla de Mallorca ha variado entre 1.023.769 y 1.476.738 personas registradas el 7 de agosto del año 1997 y el 8 de agosto del 2017, respectivamente (Tabla 1). Este máximo anual ha aumentado a un ritmo de 21.952 personas al año entre los años 1997 y 2017. El máximo anual del año 2017 ha sido mayor que el de 2018, y este último ha sido el único año en el que se observa un crecimiento de este indicador (Figura 9). Ello puede deberse a una disminución del número de turistas que han visitado la isla en el último año o a que los datos del año 2018 son provisionales y todavía pueden sufrir cambios cuando sean definitivos, algo que podría dar como resultado final un máximo del IPH mayor para 2018 que para 2017. Como en todas las Baleares, en la isla de Mallorca el máximo anual se ha incrementado a un ritmo mayor que el de la media o el mínimo anual, lo que indica que el turismo crece a mayor velocidad que la población residente (Tabla 2).

El mínimo anual del IPH en la isla de Mallorca ha variado entre 592.537 y 892.937, datos registrados los días 18 de diciembre de 1997 y el 22 de diciembre de 2018, respectivamente. Este mínimo anual ha aumentado en 14.687 personas al año en los últimos 20 años.

LUGAR	IPH MÁXIMO	DÍA
Islas Baleares	2.074.004	09/08/17
Mallorca	1.476.738	08/08/17
Menorca	224.004	08/08/17
Pitiusas	376.961	09/08/17

Tabla 1. Comparativa de los valores máximos del indicador de presión humana (IPH) para el conjunto de las Islas Baleares y para cada isla con el día en que se alcanzó. FUENTE: IBESTAT.¹

Si estandarizamos los datos anuales del IPH para la superficie de la isla de Mallorca, observamos que la media anual de personas por kilómetro cuadrado en la isla ha variado entre 213,5 y 314,0 personas/

	ISLAS BALEARES	MALLORCA	MENORCA	PITIUSAS
Conjunto de datos	62,5	47,2	3,7	13,9
(aumento diario del número de personas)				
R^2	0,21	0,31	0,05	0,22
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Media	23.411	17.061	1.288	5.010
(aumento anual de personas)				
R^2	0,99	0,99	0,94	0,99
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Máximo	31.1104	21.952	2.272	6.866
(aumento anual de personas)				
R^2	0,99	0,99	0,92	0,98
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Mínimo	19.582	14.687	1.323	3.393
(aumento anual de personas)				
R^2	0,96	0,95	0,93	0,93
p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

Tabla 2. Resultados de las relaciones lineales temporales para el conjunto de los datos, las medias, los máximos y los mínimos a lo largo del tiempo. FUENTE: IBESTAT.¹

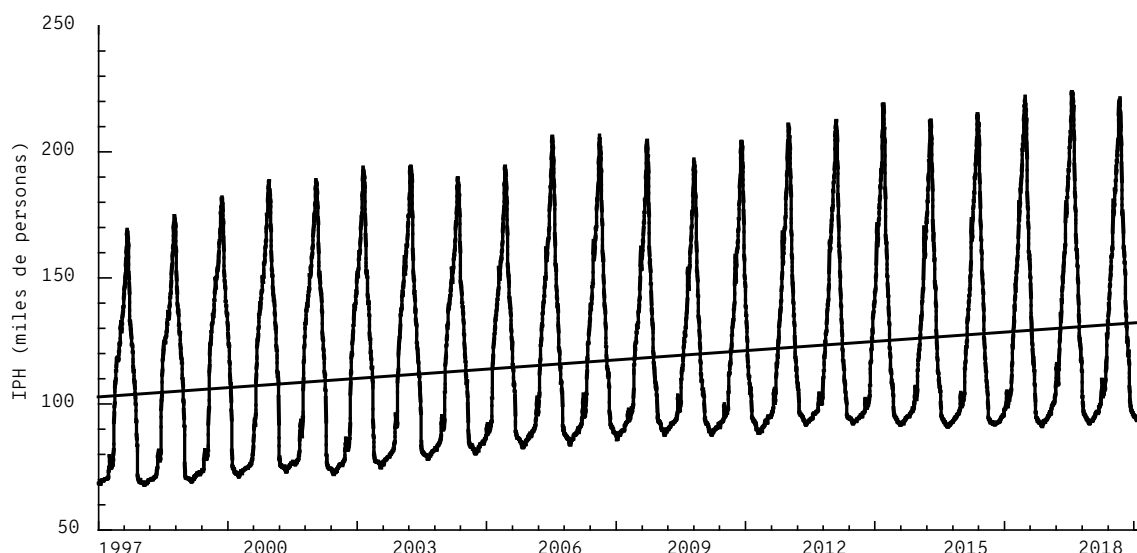


Figura 10. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 1997 hasta el 31 de diciembre de 2018 para la isla de Menorca. Los datos del año 2018 son provisionales, mientras que el resto de datos son definitivos. La línea sólida representa la regresión lineal ($R^2 = 0,05$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

km² registradas en los años 1997 y 2018, respectivamente. La mínima presión humana anual por unidad de superficie durante los 22 años de estudio en la isla de Mallorca ha variado entre 163,6 y 246,5 personas/km² registradas en los años 1997 y 2018, respectivamente. Los máximos anuales estandarizados por superficie variaron entre 282,6 y 407,7 personas/km² registradas en los años 1997 y 2017, respectivamente (Figura 4).

Menorca

La isla de Menorca presenta, al igual que todas las Islas Baleares, un IPH con una clara tendencia al alza, lo que muestra que la carga demográfica que soporta la isla aumenta año tras año (figuras 10 y 11). Aun así, esta isla muestra un crecimiento inferior respecto al resto de islas.

Para el conjunto de datos diarios se observa un aumento de la presión humana soportada por la isla de Menorca de 3,7 personas diarias ($R^2 = 0,05$; $p < 0,0001$) (Figura 10), muy por debajo de las 47 personas diarias registradas en la isla de Mallorca o del incremento en 62,5 personas diarias para todas las Islas.

En el último año (2018) se aprecia una disminución del número máximo de personas que se encuentran a la vez en la isla de Menorca. Sin embargo, estos datos deben interpretarse con cautela, ya que todavía son datos provisionales y, por tanto, pueden sufrir modificaciones cuando sean definitivos (figuras 10 y 11).

Los cambios para cada día del año en los diferentes años (Figura 11) muestran la misma tendencia en todas las Islas y en la isla de Menorca, donde la inmensa mayoría de los días del año el IPH va aumentando en años sucesivos. En torno al mes de abril, se observa un pico con cierta variabilidad diaria a causa de los cambios en las fechas de las vacaciones de Semana Santa (Figura 11).

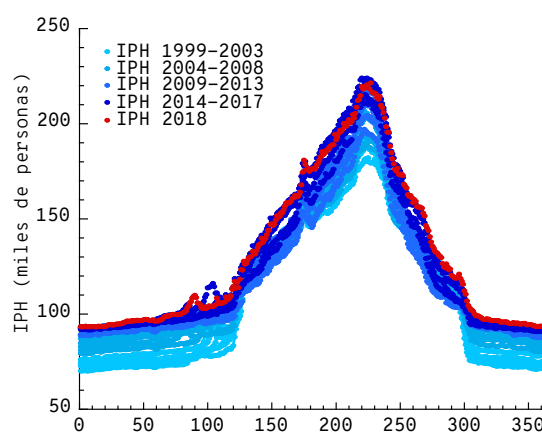


Figura 11. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 2000 hasta el 31 de diciembre de 2018 para la isla de Menorca. El eje X muestra un año desde el 1 de enero (1) hasta el 31 de diciembre (365). FUENTE: IBESTAT.¹

En la isla de Menorca, la media anual del indicador de presión humana ha ido aumentando año tras año, con un ritmo de 1.288 personas al año (Figura 12). La media anual del IPH en el período de estudio ha variado entre 98.801 y 131.504 personas en los años 1997 y 2007, respectivamente. La media anual de la isla ha aumentado en 1.288 personas al año entre los años 1997 y 2018 ($R^2 = 0,94$; $p < 0,0001$) (Figura 12).

El máximo anual registrado en Menorca ha variado entre 169.374 y 224.004 personas registradas los días 13 de agosto de 1997 y 8 de agosto de 2017, respectivamente. El número máximo de personas registradas en la isla de Menorca en 2018 fue de 221.450 personas, por debajo de los valores registrados en los años 2016 y 2017. En Menorca, el máximo anual se ha incrementado en 2.272 personas cada año ($R^2 = 0,92$; $p < 0,0001$) (Figura 12).

En la isla de Menorca, el mínimo anual registrado entre los años 1997 y 2018 ha variado entre 67.756 y 93.196 personas registradas los días 12 de diciembre

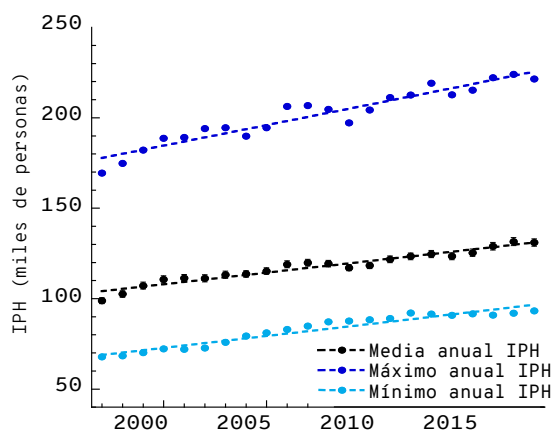


Figura 12. Media anual (puntos negros), máximo anual (azul oscuro) y mínimo anual (azul claro) del indicador de presión humana (IPH) de la isla de Menorca para el período comprendido entre 1997 y 2018. Las líneas sólidas representan la regresión lineal mediante mínimos cuadrados. Media ($R^2 = 0,94$; $p < 0,0001$), máximo ($R^2 = 0,92$; $p < 0,0001$), mínimo ($R^2 = 0,93$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

de 1997 y el 2 de enero del año 2018, respectivamente. Este mínimo anual ha aumentado en 1.323 personas al año ($R^2 = 0,93$; $p < 0,0001$) (Figura 12).

Considerando el número de personas por kilómetro cuadrado presentes a la vez en la isla de Menorca, se ha observado que el máximo fue de 322,4 personas/km² y se registró en el año 2017. Esta densidad de población máxima es inferior a la registrada en el resto de las Islas. La media anual de personas por kilómetro cuadrado en Menorca ha variado entre 142,2 y 189,3 personas/km² registradas en los años 1997 y 2017, respectivamente. La mínima presión humana anual por unidad de superficie durante los 22 años de estudio en la isla de Menorca ha variado entre 97,6 y 134,1 personas/km², registradas en los años 1997 y 2018, respectivamente. Los máximos anuales estandarizados por superficie variaron entre 243,8 y 322,4 personas/km², registradas en los años 1997 y 2017, respectivamente. La isla de Menorca es la que presenta una densidad demográfica

menor, tanto en valores medios como en valores mínimos, mientras que los valores máximos son comparables a los del resto de islas (Figura 4).

En la isla de Menorca, a diferencia del conjunto de las Islas Baleares y la isla de Mallorca, la media anual ha aumentado a un ritmo inferior a los máximos y mínimos anuales, mientras que en los otros casos la mínima anual era la que se incrementaba a un menor ritmo.

Pitiusas

Los datos del IPH para las islas de Ibiza y Formentera están agrupados. Estos datos están calculados de manera un poco distinta a los del resto de islas, debido a que el registro de llegadas y salidas de pasajeros entre las dos islas no se realiza diariamente, sino periódicamente; por ello, los datos se calculan distribuyendo los pasajeros anuales entre la proporción de los pasajeros entrantes y salien-

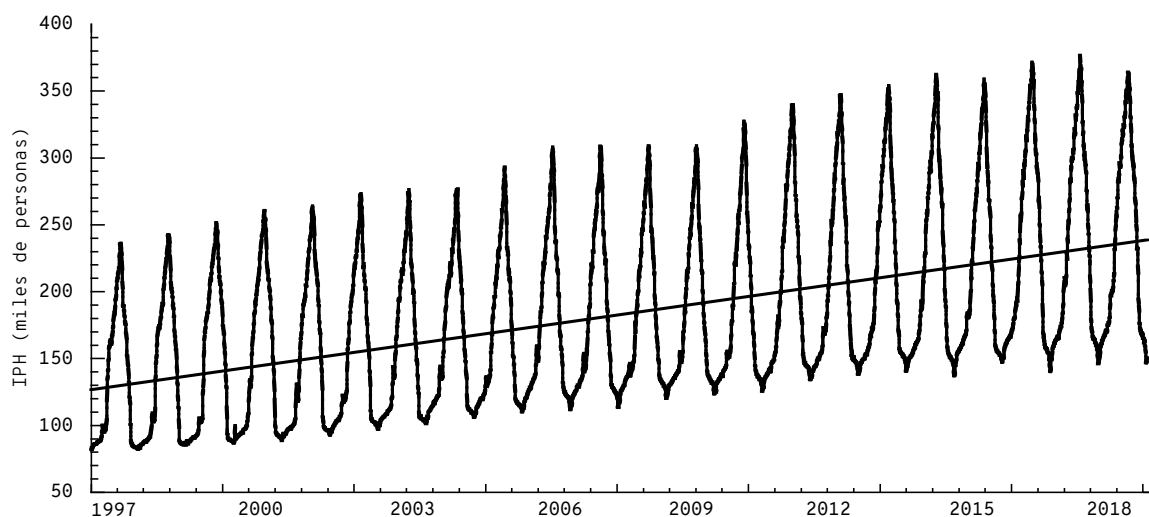


Figura 13. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero de 1997 hasta el 31 de diciembre de 2018 para las Pitiusas. Los datos del año 2018 son provisionales, mientras que los del resto son definitivos. La línea sólida representa la regresión lineal ($R^2 = 0,22$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

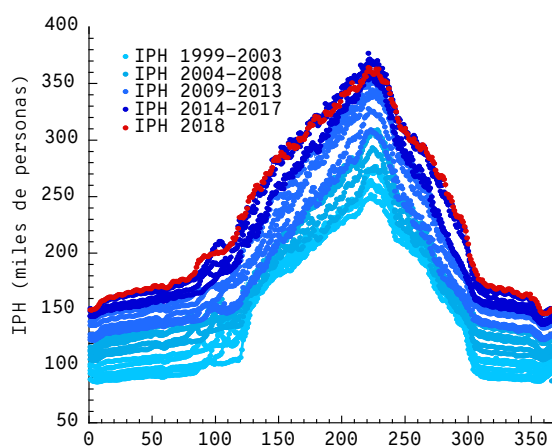


Figura 14. Evolución del indicador de presión humana (IPH) diaria desde el 1 de enero del año 2000 hasta el 31 de diciembre de 2018 para las Pitiusas. El eje X muestra un año desde el 1 de enero (1) hasta el 31 de diciembre (365). FUENTE: IBESTAT.¹

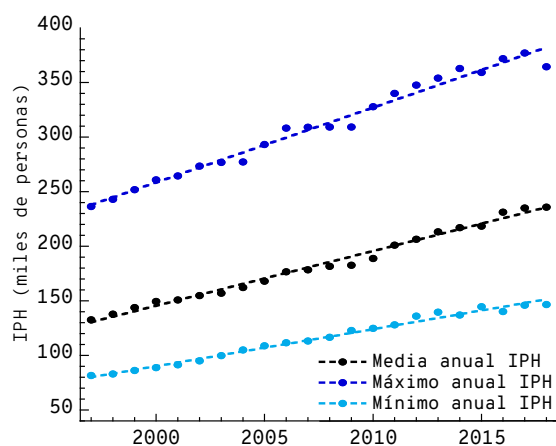


Figura 15. Media anual (puntos negros), máximo anual (azul oscuro) y mínimo anual (azul claro) del indicador de presión humana (IPH) de las Pitiusas para el período comprendido entre 1997 y 2018. Las líneas sólidas representan la regresión lineal mediante mínimos cuadrados. Media ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$), máximo ($R^2 = 0,98$; $p < 0,0001$), mínimo ($R^2 = 0,99$; $p < 0,0001$). FUENTE: IBESTAT.¹

tes diarios a lo largo del año en Ibiza, sin tener en cuenta las entradas y las salidas a Formentera y desde Formentera.

Las Pitiusas muestran un claro aumento en el indicador de presión humana a lo largo del tiempo (figuras 13 y 14). Para todos los datos diarios registrados entre el 1 de enero de 1997 y el 31 de diciembre de 2018 este aumento fue de 13,93 personas diarias ($R^2 = 0,22$; $p < 0,0001$) (Figura 13).

En el año 2018 se observa que el IPH, aunque es mayor que en el resto de los años a principio y final del período, en la zona cercana a los máximos es menor. Ello, al igual que en el resto de las Islas, puede deberse a una disminución del número de visitantes durante la temporada alta, o bien a que los datos del año 2018 son aún provisionales. Será preciso esperar a disponer de los datos definitivos para este año para poder sacar conclusiones al respecto (figuras 13 y 14).

Si estandarizamos los datos del IPH para la superficie de las islas Pitiusas, la media anual de personas por kilómetro cuadrado varió entre 202,6 y 360,4 personas/km², registradas en los años 1997 y 2016, respectivamente. La mínima presión humana anual por unidad de superficie durante los 22 años de estudio ha variado entre 124,8 y 224,1 personas/km², registradas en los años 1997 y 2016, respectivamente. El número máximo de

personas por kilómetro cuadrado que han estado presentes a la vez en las Pitiusas ha variado entre 361,5 y 576,2 personas/km², registradas en los años 1997 y 2018, respectivamente. Las Pitiusas son las islas que soportan una carga demográfica mayor por unidad de superficie (Figura 4).

En las Pitiusas, la media anual del IPH ha ido aumentando a un ritmo de 5.010 personas al año (Figura 15). Este incremento es mayor que el de la isla de Menorca, pero menor que el de Mallorca y el del conjunto de las Islas Baleares (Tabla 2).

El valor máximo anual para las islas Pitiusas ha sido de 376.961 personas registradas el día 9 de agosto del año 2017 (Tabla 1). Los valores máximos anuales del IPH han aumentado en estas islas a un ritmo de 6.866 personas al año (Figura 15, Tabla 2). El año en que se registró el valor mínimo del máximo anual fue 1997 (el primero del que se dispone de datos), y fue de 236.529 personas el 13 de agosto.

Los valores mínimos anuales para las Pitiusas entre los años 1997 y 2018 han variado entre 81.675 y 146.619 personas, registradas los días 6 de enero de 1997 y el 26 de diciembre de 2018, respectivamente. Estos valores mínimos anuales han ido incrementándose a un ritmo de 3.393 personas al año (Figura 15, Tabla 2). Este aumento es mayor que el de la isla de Menorca y menor que el de Mallorca y de todas las Islas Baleares.

CONCLUSIONES

- El indicador de presión humana muestra una clara tendencia al alza en todas las Islas Baleares, con un aumento de 62,5 personas diarias para el conjunto de las Islas. Este aumento es mayor en el caso de la isla de Mallorca, seguido por el de las islas Pitiusas (Ibiza y Formentera) y, en último lugar, por el de Menorca, que es la isla que presenta una tasa de crecimiento poblacional más pequeña, tanto residente como visitante.
- El aumento de la población visitante provoca picos de más de 2 millones de personas a la vez en las Islas Baleares (Tabla 1). El crecimiento mayor del IPH se da para los valores máximos anuales (Tabla 2), hecho que demuestra que el turismo es el principal motor de este incremento.
- Este indicador es muy relevante y es muy positivo que el IBESTAT lo haya incorporado a sus operaciones estadísticas. Sería muy interesante profundizar en él metodológicamente y dar pasos para poder aplicarlo a la isla de Formentera por separado.

REFERENCIAS

- ¹ INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE LES ILLES BALEARS (IBESTAT). <https://ibestat.caib.es/ibestat/estadistiques/poblacio>, https://ibestat.caib.es/ibfiles/content/files/IPH_VWF_esp.pdf.
- ² MURRAY, I. *et al.* (2010). *Els indicadors de sostenibilitat socioecològica de les Illes Balears (2003-2008)*. Palma: Universitat de les Illes Balears.

Superficie de costa urbanizada

El aumento de la urbanización y de las superficies artificiales que han transformado zonas húmedas, marismas, dunas, playas y otras zonas costeras es una amenaza grave para la costa en España. En las comunidades autónomas turísticas, esta urbanización de la costa constituye una amenaza aún más grave, y crece a un ritmo mayor que en las comunidades con menor intensidad turística.

La industria turística y el sector inmobiliario, que son dos de los sectores económicos más importantes, tienen un papel crucial en la transformación de los espacios naturales en espacios artificiales.¹⁻³ Esta alteración se ha producido durante décadas y ha modificado de manera significativa la zona costera.³

Los cambios en la ocupación del suelo, sobre todo a través del proceso de urbanización, son un buen indicador de la pérdida de servicios ecosistémicos de la zona litoral, donde las áreas naturales se transforman y se cubren con edificaciones y zonas cementadas.²

METODOLOGÍA

Los datos sobre la superficie de costa urbanizada se han obtenido del trabajo de fin de master de Jaime Rudolf Rosselló-Beck, dirigido por Ivan Murray en el año 2017 en la Universitat de les Illes Balears (UIB).³

Fuentes de Rosselló-Beck (2017):

- Instituto Geográfico Nacional (IGN).⁴
- CORINE Land Cover files 1990 y 2012.⁵
- Línea de costa española.
- NUTS II (Nomenclatura de Unidades Territoriales Estadísticas).

Para poder extraer la información deseada, se realizó un tratamiento de los datos geográficos de cobertura terrestre usando el programa informático de información geográfica ARCGIS. Con este programa se creó una capa de la zona costera de un kilómetro de longitud, y utilizando los datos de cobertura procedentes de CORINE⁵ se elaboró una relación

de los datos del tipo de cobertura para cada una de las dos series temporales evaluadas en este estudio. Finalmente, se estimó el cambio de los tipos de cobertura entre los años 2009 y 2012.

Se puede encontrar una descripción más detallada de la metodología en la tesis de fin de master de Rosselló-Beck en el siguiente enlace: <<http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/146590>>.

RESULTADOS

Las Islas Baleares tienen una línea de costa de 1.341 km, de los cuales cerca de 1.000 km son áreas rocosas y peñascos² difícilmente urbanizables.

La superficie artificial en el primer kilómetro de costa de las Islas Baleares varió entre 97,6 km² (12,5 % del total de costa) en el año 1990 y 134,3 km² (17,2 %) en el año 2012 (Figura 1). Esto representa un aumento del 37,6 % de la superficie artificial presente en las Islas en 12 años.

Este incremento en el área urbanizada se ha producido en zonas que anteriormente estaban dedicadas a la agricultura, eran bosques, zonas húmedas o masas de agua (Figura 2).

Esta urbanización de la costa es heterogénea en los diferentes municipios de las Islas; por ejemplo, Eivissa (Ibiza) tiene hasta el 85 % (3,2 km²) de los primeros 500 metros de costa urbanizados.² El segundo municipio de las Islas con un porcentaje mayor de costa artificial es Calvià, con el 63 % de la superficie de la costa urbanizada (11,5 km²).²

En el año 2005, ocho de los diez municipios con un porcentaje mayor de costa urbanizada pertenecían a la isla de Mallorca (el 80 %); uno a la isla de Ibiza (10 %) y el resto, a la isla de Menorca (10 %) (Tabla 1).⁶

¿QUÉ ES?

Superficie artificial en el primer kilómetro de la costa.

METODOLOGÍA

Los datos sobre la zona de costa urbanizada se han obtenido del trabajo de fin de máster de Jaime Rudolf Rosselló-Beck, dirigido por Ivan Murray en el año 2017 en la Universitat de les Illes Balears (UIB).

RESULTADOS

En las dos últimas décadas, la presencia de superficies artificiales en el primer kilómetro de costa ha aumentado un 37,6 %, con los consiguientes impactos sobre el medio ambiente.

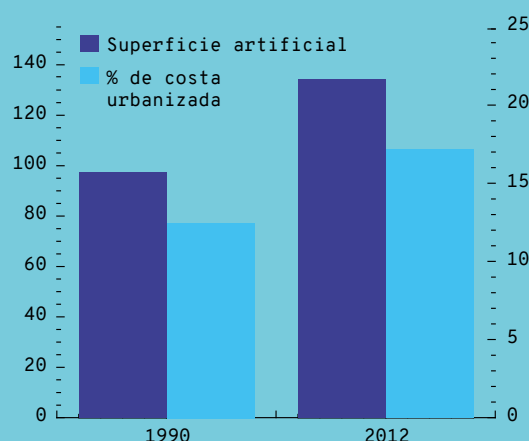
Es necesario disponer de información cartográfica actualizada de los cambios de ocupación del suelo en la zona costera como herramienta de gestión ante los potenciales efectos del cambio climático en esta zona.

¿POR QUÉ?

El aumento de la urbanización y de las superficies artificiales es una amenaza grave para la costa, aún más en las comunidades autónomas turísticas, donde crece a un ritmo mayor que en las comunidades con menos intensidad turística.

Los cambios en la ocupación del suelo, sobre todo a través del proceso de urbanización, son un buen indicador de la pérdida de servicios ecosistémicos de la zona litoral, donde las áreas naturales se transforman y se cubren con edificaciones y zonas cementadas.

LOCALIZACIÓN



Superficie artificial en kilómetros cuadrados (km²) en el primer kilómetro de costa, en azul oscuro. FUENTE: Rosselló-Beck (2017).



Fotografía aérea de Alcanada, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

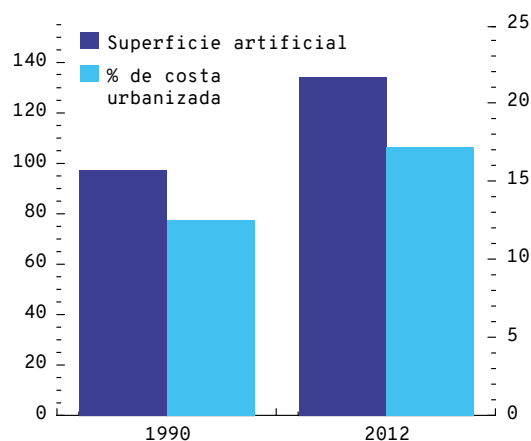


Figura 1. Superficie artificial en kilómetros cuadrados (km²) en el primer kilómetro de costa, en azul oscuro. Las columnas marcadas en azul claro muestran el porcentaje de costa urbanizada. FUENTE: Rosselló-Beck.³

MUNICIPIO	SUPERFICIE ARTIFICIAL (km²)	SUPERFICIE ARTIFICIAL (%)
Eivissa (Ibiza)	3,18	85
Calvià	11,52	63
Sant Lluís	4,05	57
Son Servera	2	51
Sant Llorenç des Cardassar	1,37	42
Palma	8,53	40
Manacor	3,95	35
Capdepera	3,75	34
Santa Margalida	1,66	34
Muro	0,91	33

Tabla 1. Lista de los 10 municipios de las Islas con una superficie artificial mayor en los primeros 500 metros de costa en el año 2005. FUENTE: Murray.⁶

Las zonas protegidas, cuya artificialización no es posible, comprenden una superficie importante: representan el 49,45 % del primer kilómetro de la franja litoral de las Baleares (Figura 3).

Si comparamos el porcentaje de superficie urbanizada en las Islas Baleares con el del resto de comunidades autónomas de España, este ocupaba el séptimo lugar de la lista en el año 2012, mientras que ocupaba el octavo en el año 1990.³ Ello se debe a que las Islas tienden a tener un menor grado de urbanización de la costa que la Península, debido a factores como el aislamiento geográfico, la estacionalidad y otros factores físicos y socioeconómicos.⁷

CONCLUSIONES

En las dos últimas décadas, la presencia de superficies artificiales en el primer kilómetro de costa ha aumentado un 37,6 %, principalmente por la expansión urbana y las actividades comerciales relacionadas con el turismo, con los consiguientes impactos sobre el medio ambiente.³

Una gestión integrada de la costa resulta crucial para prevenir impactos en el litoral y promover

un uso sostenible de los recursos costeros y un desarrollo sostenible.

Es preciso disponer de información cartográfica actualizada de los cambios de ocupación del suelo en la zona costera, particularmente como herramienta de gestión ante los potenciales efectos del cambio climático en esta zona.

REFERENCIAS

¹ MIR-GUAL, M. (2014). «Anàlisi, caracterització i dinàmica de les formes erosives Blowout en sistemes dunars de Mallorca i Menorca (Illes Balears)». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Trabajo de fin de máster]

² PRIETO, F.; RUIZ, J. B. (2013). *Costas inteligentes*. Estudio realizado para Greenpeace España. Madrid.

³ ROSSELLÓ-BECK, J. R. (2017). «The urban transformation of the Spanish coast: Land Cover Change Analysis 1990-2012». Palma: Universitat de les Illes Balears. [Trabajo de fin de máster]

⁴ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN). Centro de Descargas. <<http://centrodedescargas.cnig.es/Centro-Descargas/index.jsp>>.

⁵ COPERNICUS (2015). «Copernicus Land Service – Pan-European Component: CORINE Land Cover». Copenhagen: European Environment Agency. Disponible en: <<http://land.copernicus.eu/user-corner/publications/clc-flyer/view>>.

⁶ MURRAY, I. (2013). «Análisi por comunidades autónomas: Illes Balears». En: PRIETO, F.; RUIZ, J. B. *Costas Inteligentes*. Estudio realizado para Greenpeace España. Madrid.

⁷ PONS, A.; RULLAN, O. (2014). «Artificialization and Islandness on the Spanish Tourist Coast». *Miscellanea Geographica: Regional Studies on Development*, 18, 5-16. DOI: 10.2478/mgrsd-2014-0010.



Figura 2. Mapa de los cambios en el uso del suelo del primer kilómetro de franja costera entre los años 1990 y 2012. Se marcan las superficies artificiales y, en diferentes colores, el tipo de uso que tenían antes de pasar a ser artificiales. En rojo se marcan las superficies artificiales sin cambio; en naranja, las superficies que tenían un uso; en verde, las superficies que eran bosque; en azul oscuro, las áreas que eran zonas húmedas, y en azul claro, las zonas que se correspondían con masas de agua. FUENTE: Rosselló-Beck.³



Figura 3. Mapa que muestra la superficie natural protegida, en verde; la superficie artificial, en rojo, y la disponible para nuevas construcciones, en gris. FUENTE: Rosselló-Beck.³

70-75

Buques en puertos

Los buques en puerto hacen referencia al número de escalas que diversos tipos de embarcaciones efectúan en los puertos principales de las Baleares. Por tanto, proporcionan una visión sobre el tráfico marítimo profesional que frecuenta las Islas.

Debido al territorio insular, existe una gran dependencia del transporte marítimo del exterior y entre islas. Este hecho supone una frecuentación elevada de embarcaciones que ejerce una presión en el mar Balear.

Principalmente, la presencia de embarcaciones en puertos puede generar impactos de escala ambiental y social. Entre las amenazas ecológicas destacan la contaminación del aire (emisiones atmosféricas producto de la quema de combustibles que emiten gases y partículas contaminantes en suspensión) y del mar (vertidos no controlados y/o accidentales, descargas de aguas de lastre). Adicionalmente, las embarcaciones contribuyen a la contaminación acústica del medio marino producida por el ruido submarino, que genera impactos negativos en la fauna marina.

Por último, los cruceros por el Mediterráneo suponen actualmente una modalidad turística en auge. Dada la creciente actividad de este tipo de turismo en las Baleares, se pueden generar problemas sociales en términos de capacidad de carga humana.

METODOLOGÍA

Se han adquirido los datos en línea de la página web de Ports de Balears.¹ Los datos provienen de los 5 puertos urbanos gestionados por la Autoridad Portuaria de Baleares.

Los tipos de buques hallados se resumen en 17 categorías: buques de guerra nacionales, convencional, cruceros turísticos, ferris de carga/pasaje, ferris de pasaje/coches, granelero carbonero, granelero cementero, granelero, cerealero, otros buques, buques de pasaje rápidos, pesca litoral, remolcadores, *ro-ro* de carga rodada, *ro-ro* de coches, tanques de gases licuados, tanques de otros líquidos, tanques petroleros.

En los resultados se incluyen los datos de todos los buques (indicador 70) y de los buques por tipo más frecuentes y/o más relacionados con los indicadores de presión humana y turismo (71-75):

→ **Cruceros turísticos:** incluye los cruceros mediterráneos que hacen escala en las Islas.

→ **Ferris (transbordadores):** incluye ferris de carga/pasaje, ferris de pasaje/coches, buques de pasaje rápidos. Transportan tanto pasajeros como vehículos y suelen tener horarios diarios programados que permiten el tránsito directo entre dos puntos.

→ **Petroleros:** tanques petroleros.

→ **Cementeros:** granelero cementero.

→ **Ro-ro:** *ro-ro* de carga rodada, *ro-ro* de coches, *ro-ro* de contenedores. El nombre de estos barcos proviene del inglés *roll on-roll off*, y hace referencia a buques que transportan carga rodada (contenedores, coches de alquiler, etc.).

RESULTADOS

70. Número de tránsito total de buques por mes, año y puerto

De los 5 puertos de estudio, destacan Ibiza y La Savina, que superan hasta en un orden de magnitud el número de embarcaciones mensuales (máximo de ~ 3.200 buques mensuales) (Figura 1). Asimismo, los mayores cambios anuales se muestran en esos puertos, con un incremento de 1.000 buques mensuales en verano entre 2014 y 2019.

El puerto de Palma alcanza los ~ 400 buques mensuales, y se observa un incremento entre 2014 y 2019 de alrededor de 100 embarcaciones más mensuales.

El puerto de Alcúdia alcanza las 270 embarcaciones mensuales, y entre 2014 y 2019 ha aumentado el número de escalas con unas 70 embarcaciones.

Por último, el puerto de Maó es el que presenta menor tráfico de todos (sin superar las 100 embarcaciones mensuales) y mantiene más estables las escalas de buques entre los años 2014 y 2019.

¿QUÉ ES?

Los buques en puerto hacen referencia al número de escalas de embarcaciones (incluyendo embarque y desembarque) que se producen en los puertos gestionados por la Autoridad Portuaria de Baleares. Se incluyen distintos tipos de embarcaciones: buques de guerra, cruceros, ferris, tanques petroleros, *ro-ro* (buques de carga rodada), granerelos, remolcadores, tanques de gases y líquidos, pesca litoral y otros buques.



Puerto de Maó, Menorca. FUENTE: David Arquimbau.

METODOLOGÍA

Se incluyen datos de las escalas realizadas entre 2014-2019 en los 5 puertos gestionados por Ports de Balears (Autoridad Portuaria de Baleares):

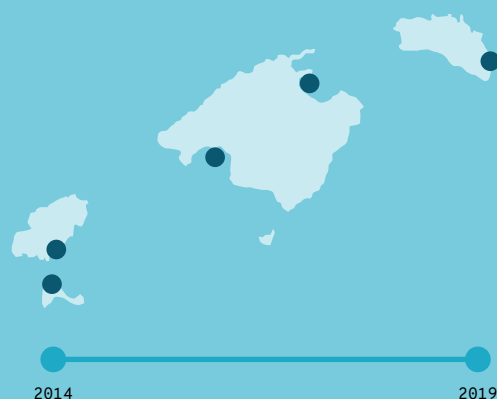
- Mallorca: puerto de Palma y puerto de Alcúdia
- Menorca: puerto de Maó
- Ibiza: puerto de Ibiza
- Formentera: puerto de La Savina

Los datos se encuentran publicados en Internet en la página: www.portsdebalears.com/es/buques-en-puerto

¿POR QUÉ?

La información sobre el número total y tipo de embarcación proporciona un marco de referencia para entender la presión ambiental a la que se someten el medio marino y terrestre.

LOCALIZACIÓN



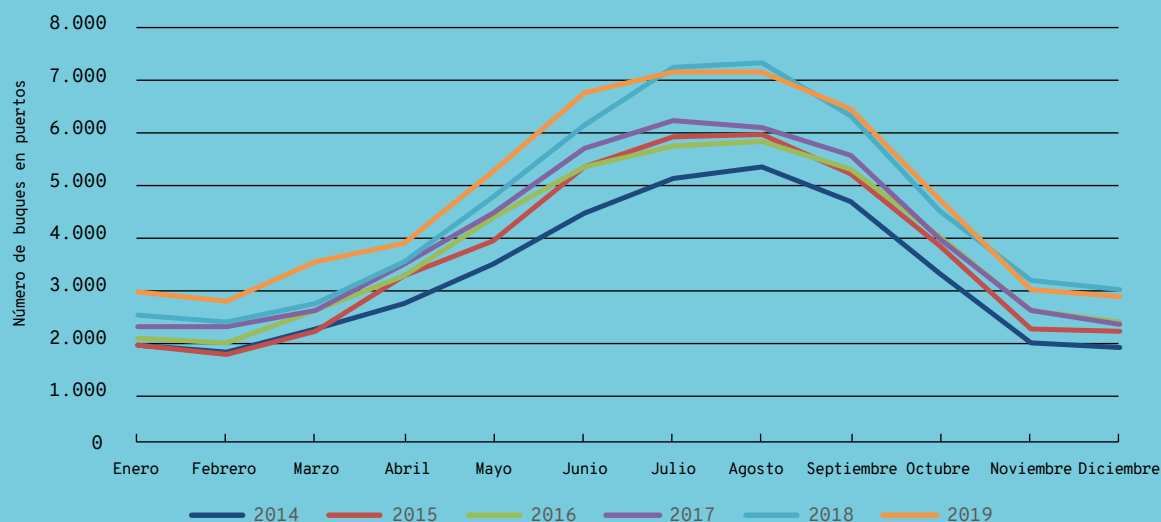
RESULTADOS

Los buques totales mensuales en puertos muestran tendencias crecientes en el número de escalas en los seis años de registro (2014-2019). Desde 2014 han aumentado los buques en puerto en 1.000 más mensuales.

En 2019 se registran aproximadamente de 2.600 a 7.000 buques mensuales.

En 2019 las escalas de los buques en puertos fueron mayores que en 2018 entre enero y junio; durante la temporada estival fueron mayores en 2018, y se igualaron el resto del año.

Los puertos de Ibiza y La Savina son los que registran más navegación de las Islas Baleares (un orden de magnitud mayor). Ello se debe al gran número de ferris que circulan entre Ibiza y Formentera.



Tránsito total de los buques de todos los puertos de las Baleares (Palma, Alcúdia, Maó, Ibiza y La Savina). FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

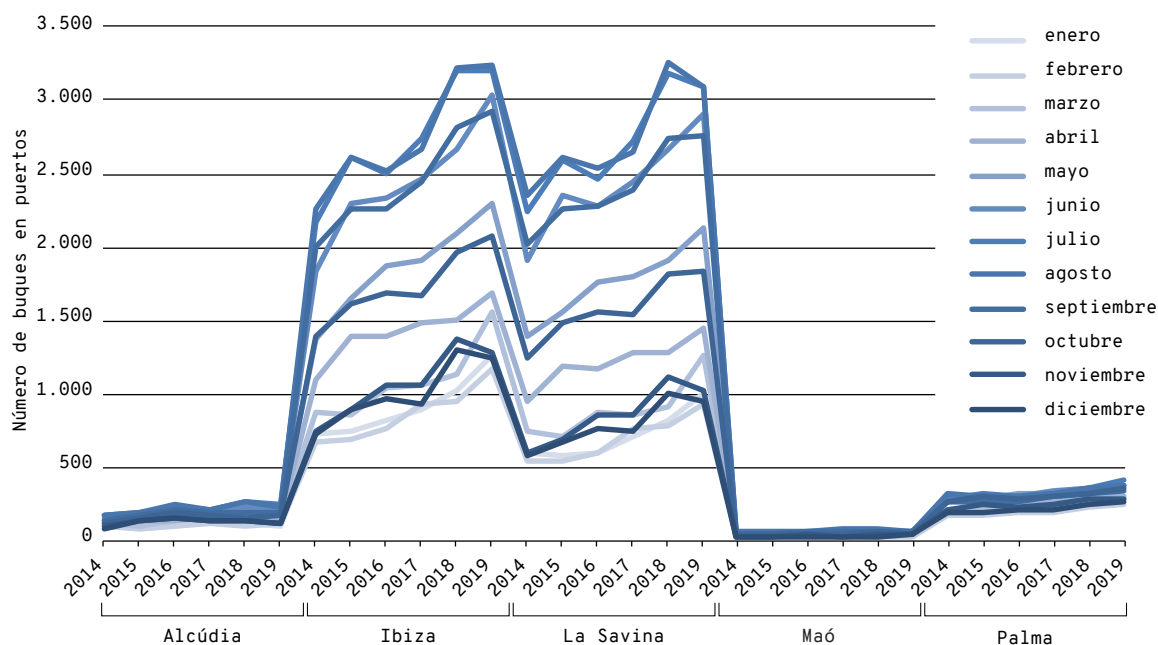


Figura 1. Tránsito total de buques en los puertos de Palma, Alcúdia, Maó, Ibiza y La Savina. FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

Una característica común de todos los puertos es el incremento del número de embarcaciones mensuales durante la temporada estival (principalmente en los meses de julio y agosto, seguidos de junio y septiembre) (Figura 1).

71. Número de cruceros por mes, año y puerto

En el puerto de Ibiza se observa una tendencia creciente en el número de escalas de cruceros desde 2014 hasta 2019 (Figura 3). En 2017 se alcanzó el máximo de 38 escalas en agosto. Junio-septiembre son los meses de mayor tráfico, y no se efectúan escalas en el mes de enero.

En La Savina, entre 2014-2019 se registran ≤ 5 cruceros mensuales (Figura 4). No existen escalas en 2017 y 2019. En el resto de los años, enero-marzo, junio, septiembre, noviembre y diciembre no registran escalas.

En el puerto de Maó no se observa una tendencia de crecimiento del número de cruceros con los años (Figura 2). Tampoco se observa un mayor incremento durante los meses de verano. No se registran escalas de cruceros en enero y febrero.

En el puerto de Palma, entre mayo y octubre de 2015 a 2019 se observa un mayor número de escalas con respecto a 2014 (Figura 2). El máximo número de cruceros en puerto se registra en octubre, donde se alcanzan los 89 cruceros mensuales.

En el puerto de Alcúdia, el número de escalas de cruceros turísticos es ≤ 3 mensuales entre 2014-2019 (3 cruceros se registran únicamente en octubre de 2016) (Figura 2). No existen escalas en los meses de enero-marzo, noviembre y diciembre.

72. Número de ferris por mes, año y puerto

En general, en los 5 puertos se registra un incremento anual en el número de escalas entre los años 2014-2019 (Figura 3). Destacan en número los puertos de las Pitiusas, que son un orden de magnitud mayor que el resto. Estos dos puertos muestran las mismas tendencias anuales y mensuales, probablemente debido a la línea de tránsito que conecta ambas islas. Las mayores escalas en puertos de las Pitiusas (> 1.500 escalas mensuales) se observan entre abril-octubre.

El puerto de Maó muestra una mayor estacionalidad, pasando de 25 escalas en invierno a 40 escalas en verano.

En los puertos de Mallorca se observa una mayor estacionalidad, con mayor número de escalas entre junio-septiembre en Alcúdia (pasando aproximadamente de 75 a 225) que en Palma (pasando de 140-200 a 200-260).

73. Número de petroleros por mes, año y puerto

La Savina es el único puerto que no registra petroleros entre 2014-2019. En los puertos de Ibiza y Maó, entre junio y septiembre existe un mayor número de petroleros mensuales (máximo de 8 y 6 petroleros mensuales, respectivamente) (Figura 4). En el puerto de Palma se observa un incremento de escalas en verano en los años 2014, 2017 y 2018, alcanzando los 9 petroleros mensuales. Por último, Alcúdia registra poca frecuencia mensual de petroleros (entre 1-3), con algunos meses sin registro.

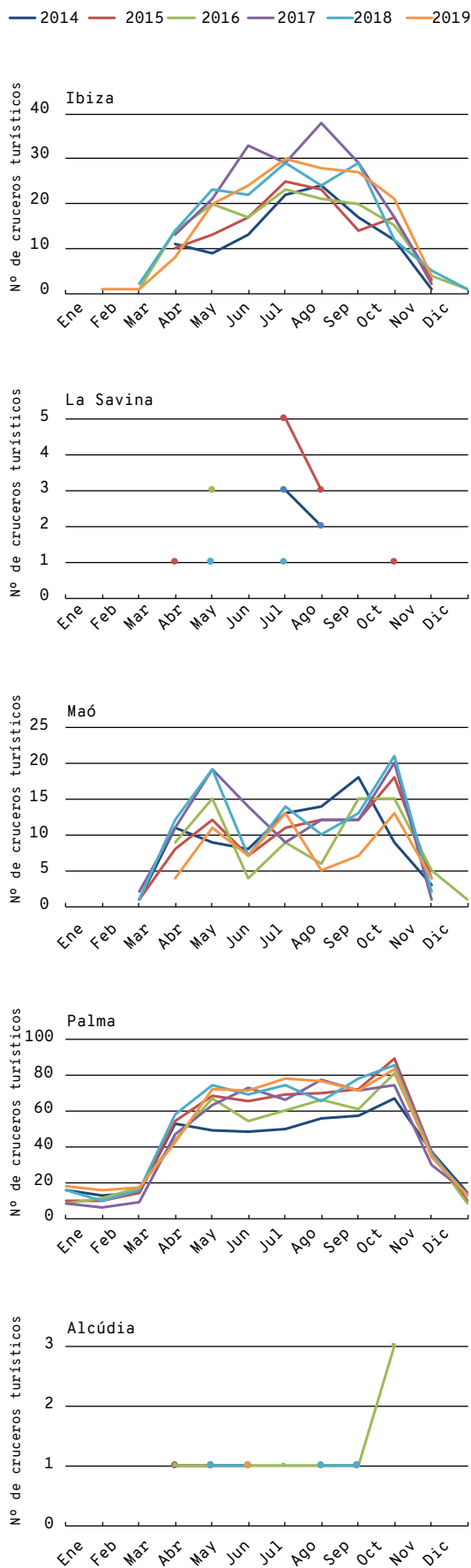


Figura 2. Número de escalas de cruceros en los puertos de Ibiza, La Savina, Maó, Palma y Alcúdia entre 2014-2019. FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

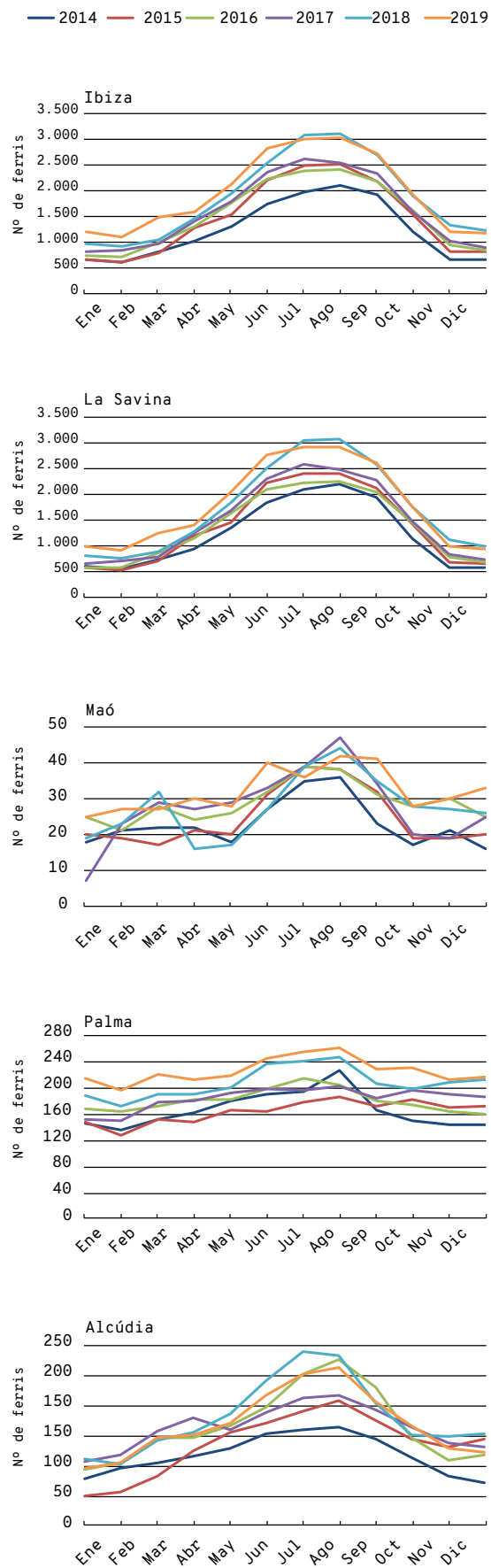


Figura 3. Número de escalas de ferris en los puertos de Ibiza, La Savina, Maó, Palma y Alcúdia entre los años 2014-2019. FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

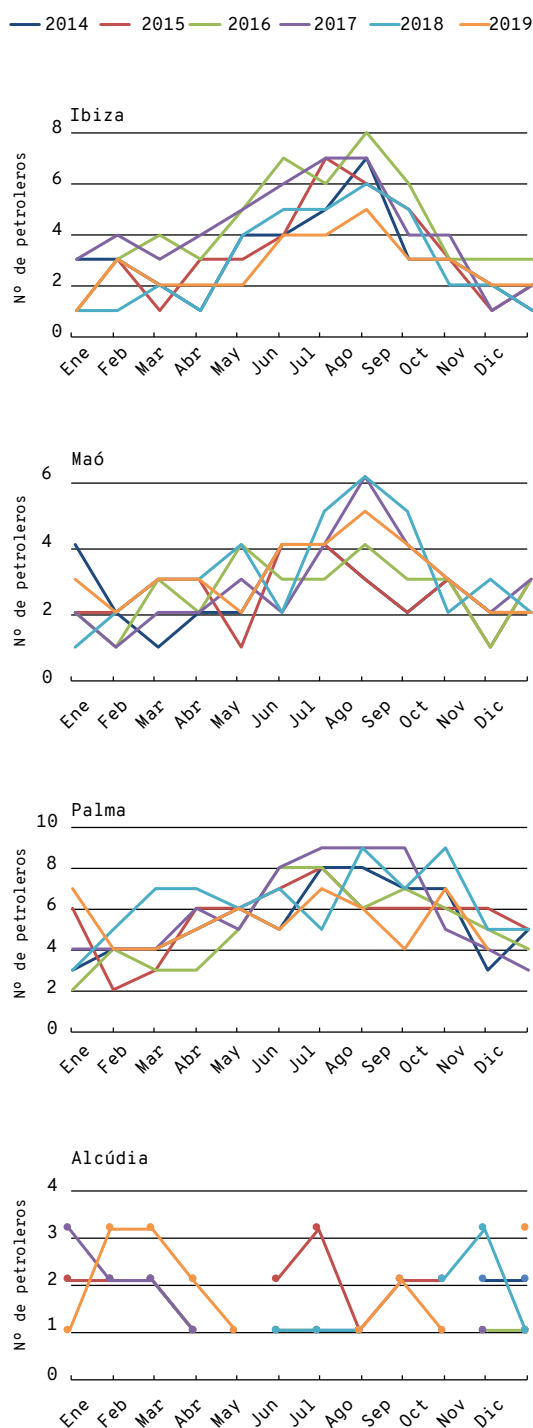


Figura 4. Número de escalas de petroleros en los puertos de Ibiza, Maó, Palma y Alcúdia entre 2014-2019 (no se muestra el puerto de La Savina, ya que no dispone de datos). FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

74. Número de cementeros por mes, año y puerto

La Savina es el único puerto que no tiene cementeros atracados durante 2014-2019.

Los puertos de Maó y Alcúdia registran un número bajo e irregular mensual (≤ 2 cementeros/mes) (Figura 5). Ibiza presenta ≤ 4 cementeros mensuales, y suele registrarse mayor número de atraques durante los meses de invierno. El puerto de Palma registra entre 1-9 atraques de cementeros mensuales y muestra un ligero incremento anual en el número de atraques desde 2014.

75. Número de *ro-ro* por mes, año y puerto

Las tendencias mensuales y anuales presentan un registro de escalas irregulares en los 4 puertos con escalas de *ro-ro* (sin escalas en La Savina) (Figura 6). En abril de 2015 se alcanza el valor máximo de 65 escalas en el puerto de Ibiza. El valor máximo de *ro-ro* en el puerto de Palma también se registra en abril de 2015, con 31 escalas. El puerto de Maó muestra el mayor número de escalas, un total de 16, en enero de 2017, y para el resto de meses con registro las escalas son ≤ 5 mensuales. El puerto de Alcúdia presenta el segundo máximo, con 47 escalas mensuales en octubre de 2016, aunque el resto de meses con registro la cifra es de ≤ 10 mensuales.

CONCLUSIONES

- Los buques totales en puertos de las Baleares aumentan temporalmente entre los años 2014-2019. En estos 6 años, las escalas mensuales de embarcaciones se incrementan con 1.000 más en los puertos de las Pitiusas, 100 más en Palma, 70 más en Alcúdia y 20 más en Maó.
- Los puertos de las Pitiusas son los que registran más navegación de todas las islas (alrededor de 10 veces más de escalas mensuales en los meses de verano). Esta diferencia se explica principalmente por el gran número de ferris que frecuentan Ibiza y Formentera.
- El número de escalas de cruceros turísticos es mayor en Palma (en torno a las 70-80 escalas mensuales en temporada estival), seguida de Ibiza (20-30 escalas mensuales en temporada alta) y Maó (entre 10-20 escalas mensuales). En Alcúdia y La Savina son menos frecuentes (≤ 5 escalas mensuales).
- El número de ferris es el más alto de todos los tipos de buques analizados, y por tanto, dirige las tendencias anuales y mensuales de todos los buques en puertos. En 2019, las escalas de ferris en la temporada baja y alta oscilan entre ~ 1.250 y 3.000, respectivamente.
- El número de petroleros fluctúa entre 0-9 mensuales (no hay escalas en La Savina).
- El mayor número de escalas de cementeros se registra en Palma e Ibiza, con hasta 9 y 4 cementeros mensuales respectivamente (no hay escalas de cementeros en La Savina).

Las tendencias temporales de escalas *ro-ro* (buques con carga rodada) son irregulares. El mayor número se registra en los puertos de Ibiza, Palma y Alcúdia (máximos de 65, 47, 31 *ro-ro* mensuales, respectivamente), mientras que en Maó se registra un máximo de 16.

— 2014 — 2015 — 2016 — 2017 — 2018 — 2019

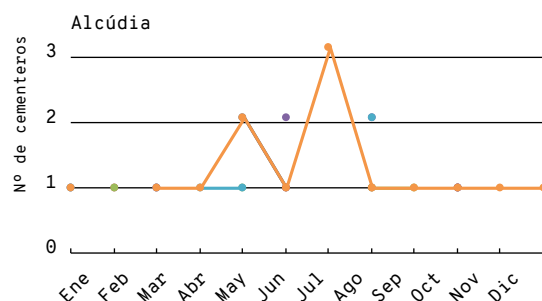
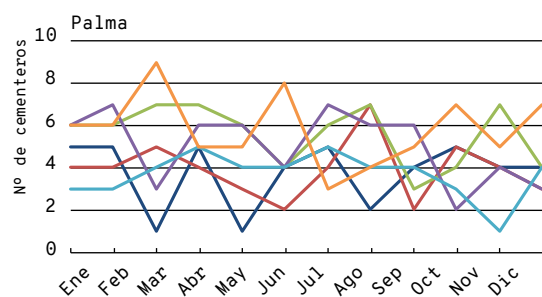
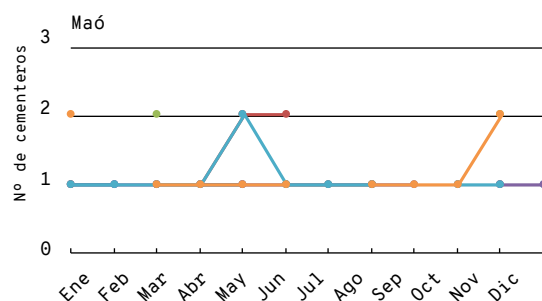
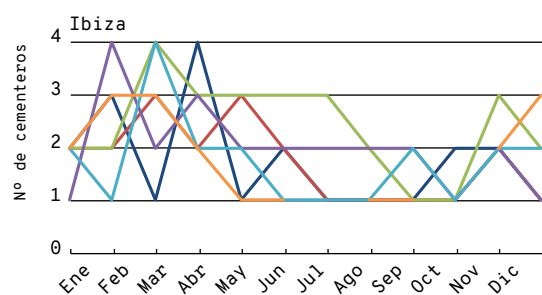


Figura 5. Número de escalas de cementeros en los puertos de Ibiza, Maó, Palma y Alcúdia entre 2014-2019 (no se muestra el puerto de La Savina, ya que no dispone de datos). FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

— 2014 — 2015 — 2016 — 2017 — 2018 — 2019

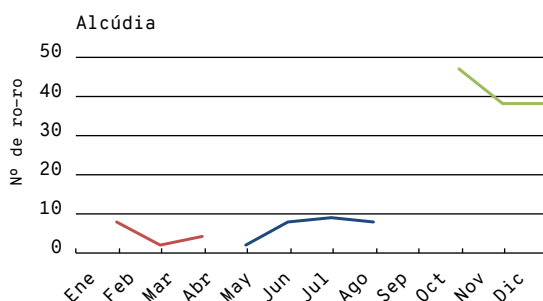
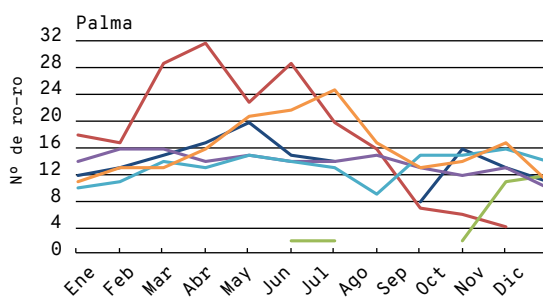
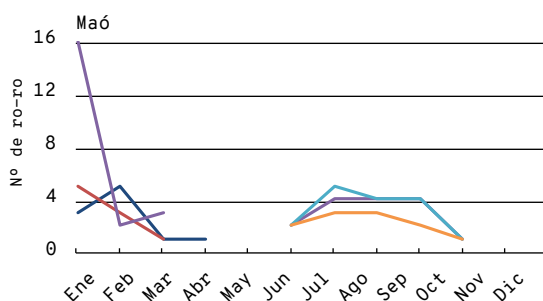
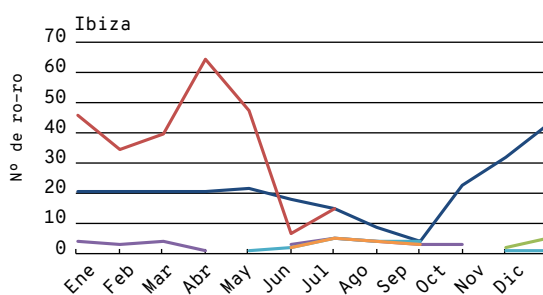


Figura 6. Número de escalas de ro-ro (buques que transportan carga rodada) en los puertos de Ibiza, Maó, Palma y Alcúdia entre 2014-2019 (no se muestra el puerto de La Savina, ya que no dispone de datos). FUENTE: Autoridad Portuaria de Baleares.¹

REFERENCIAS

¹ PORTS DE BALEARS: <http://www.portsdebalears.com/es/buques-en-puerto>.

Número de amarres en puertos deportivos

En los últimos años, y especialmente durante las temporadas de verano, se ha observado un aumento del número de embarcaciones recreativas que frecuentan el litoral de todas las Islas Baleares. Los amarres son espacios físicos que se encuentran dentro de aguas portuarias ocupados o no por embarcaciones. Por tanto, el número total de amarres proporciona una estima sobre el número de embarcaciones recreativas que podrían llegar a estar presentes en el litoral balear. Esta deducción proviene del hecho de que la gran mayoría de embarcaciones que frecuentan las Islas se amarran o atracan en algún momento en sus puertos.

Por tanto, la información sobre el número de amarres ayuda a evaluar la capacidad de carga del dominio público marítimo-terrestre. Otra importancia del seguimiento de este indicador radica en que ejerce diversos impactos ambientales en cuanto a la dinámica litoral; la calidad acústica, del aire y del agua; la flora y fauna; la pesca; el paisaje; y la generación y el consumo de residuos. Todos estos factores ejercen una presión ambiental cuyo impacto debe evaluarse para trabajar hacia la mejora de la ordenación de este sector.

METODOLOGÍA

El número de puertos deportivos presentes en las Islas Baleares no ha variado a lo largo de los últimos 20 años. Las Islas Baleares tienen un total de 38 puertos deportivos. De estos, 5 están gestionados por el Estado (Autoritat Portuària de Balears) y 33 por la Comunidad Autónoma (Ports de les Illes Balears, Ports IB). Aunque el número de puertos no ha variado con los años sí lo ha hecho el número de amarres, y por tanto será objeto de análisis en los resultados. El número de amarres que se presentan provienen de los puertos gestionados por el ente público Ports IB. Los datos han sido extraídos del Plan General de Puertos de las Islas Baleares, 2018-2033 (versión borrador de abril 2019).¹ De esta memoria se obtiene información de los años 1975, 1987, 1994, 2000-2008, 2011, 2014 y 2018.

En verano, en los alrededores de los puertos (aguas Tipo II, fuera de la estructura portuaria) y en algunas calas, se amplían zonas de fondeo mediante pantalanés de temporada, lastres de hormigón y, en ocasiones, anclajes de tipo geotécnico que originan un menor impacto sobre los fondos marinos. Estos servicios portuarios de temporada muestran cierta variación en los fondeos disponibles, pero también se encuentran contabilizados en los resultados totales. Adicionalmente, establecido por la ley, Ports IB dispone de un 25 % de los amarres reservados al tránsito de embarcaciones extranjeras. El número de amarres de clubes náuticos y en rampas de varada (por ejemplo, Port de Valldemossa) también se contabilizan.

Sin embargo, hay que considerar un porcentaje de embarcaciones que descansan en puertos por medio de fondeo ilegal (sin ningún organismo de gestión), cuyas plazas no se contabilizan en los resultados. Estos fondeos se realizan desde hace muchos años en zonas concretas (por ejemplo, en Colonia de Sant Jordi, Pollença y Sóller). Para fijar las embarcaciones al fondo utilizan una gran variedad de objetos que dañan el entorno (lastres de hormigón, motores, ruedas con cemento, motos, etc.). Debido a que estos fondeos ilegales no tienen en cuenta parámetros como la oceanografía del lugar, el peso de la embarcación, etc., en períodos de temporal pueden ocasionar desperfectos en las embarcaciones (llegando al hundimiento) y deterioro del fondo marino. Para solucionar este problema, Ports IB propone legalizar estos fondeos ilegales en zonas de aguas portuarias.

¿QUÉ ES?

Los amarres hacen referencia a un espacio físico del puerto ocupado o no por una embarcación.

METODOLOGÍA

Se utilizan datos del Plan General de Puertos de las Islas Baleares (Ports IB). Se compila información de los años 1975, 1987, 1994, 2000-2008, 2011, 2014 y 2018. En esta ficha se presentan datos del número de amarres totales que gestiona Ports IB en 2018.

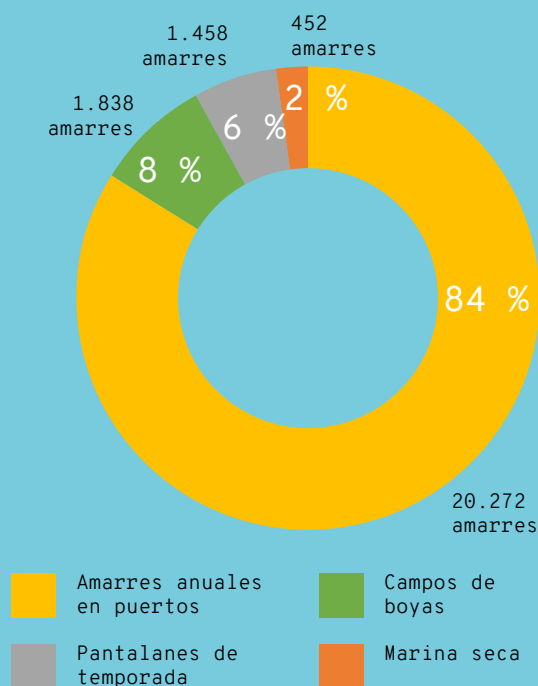
RESULTADOS

En 2018 existen en torno a 24.000 amarres, de los cuales un 86 % son amarres en puertos deportivos, un 8 % son campos de boyas, un 6 % se localizan en pantalanés de temporada y un 2 % en marinas secas. Ello implica que un 13 % (3.166) son instalaciones de amarre estivales.

¿POR QUÉ?

El número total de amarres en puertos deportivos representa el número de embarcaciones recreativas que podrían frecuentar el litoral balear. Esto proporciona información sobre la posible presión del sector náutico en el medio marino.

LOCALIZACIÓN



Número de amarres totales en 2018 gestionados por Ports IB. Estos se localizan en puertos, campos de boyas, pantalanés de temporada y marinas secas. FUENTE: Ports IB.

Amarres anuales en puertos	Marina seca	Campos de boyas				Pantalanés de temporada		TOTAL
		Boyas anuales	Boyas de temporada de verano					
		Puerto	Puerto	Costas	LIFE Posidonia	Puerto	Costas	
20.272	452	130	247	1203	258	519	939	24.020

Número de amarres gestionados por Ports IB por tipo (amarres en puerto, marina seca, campos de boyas, pantalanés de verano en zonas de puerto o cercanos a las costas). FUENTE: Ports IB.

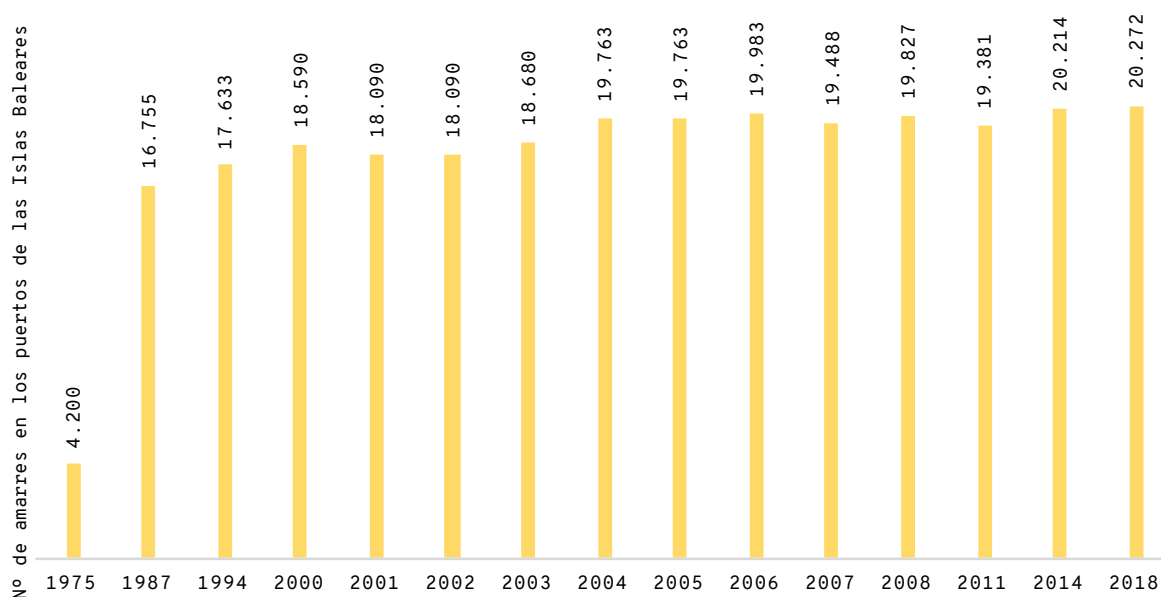


Figura 1. Evolución temporal entre 1975-2018 del número de amarres en muelle/pantalán de los puertos deportivos de las Baleares. FUENTE: Ports IB.¹

RESULTADOS

El número de amarres en los puertos deportivos de las Baleares ha pasado de 4.200 en 1975 a 20.272 en 2018 (Figura 2). Este incremento no se ha efectuado de manera gradual, ya que entre los años 1975-1987 es cuando se produce el mayor aumento, con 12.555 amarres. Este aumento tan destacable se explica por medio del nacimiento de la náutica deportiva en las Baleares entre los años 1970-1980. Posteriormente, se observa crecimiento paulatino y constante hasta 2004. Luego el número de amarres ha ido fluctuando y aumentando hasta alcanzar el máximo de 20.272 amarres en 2018 (Figura 2). En 2011 se produce un ligero decrecimiento ligado a la crisis económica, que se remonta en el año 2014 (antes que la media nacional)¹.

Aparte de los amarres anuales en puertos, los cuales suponen el 84 % del total, también existen (Figura 2):

1) Campos de boyas de amarre de bajo impacto: 1.838 puntos de amarre (8 %)

- a) 130 puntos de amarre anuales en puertos
- b) 1.708 amarres estivales (en puertos, costas y LIFE Posidonia)

2) Pantalanes de temporada: 1.458 amarres (6 %)

3) Marinas secas: 452 amarres (2 %)

Si se incluyen todas las plazas deportivas de todos los tipos de amarres, en 2018 hay 24.020 amarres totales. Por tanto, se puede estimar que las Islas Baleares pueden tener como máximo 24.000 embarcaciones recreativas anuales que potencialmente pueden salir a navegar.

Previsiones para los próximos 15 años estiman un incremento de 3.082 embarcaciones recreativas¹, lo que supone un aumento del 13 %. Esta adición no se va a

gestionar directamente con un mayor número de amarres en puertos deportivos, ya que si se aprueba el Plan General de Puertos de las Islas Baleares, 2018-2033¹, se evitará la ampliación de las infraestructuras portuarias como resultado del pacto de gobierno del 2015. En consecuencia, la gestión de este aumento de embarcaciones se pretende realizar destinando embarcaciones a marinas secas, a campos de boyas y a rampas de varada, donde se van a incluir mejoras de acceso para embarcaciones. Por último, también se va a fomentar el alquiler de embarcaciones, lo que conlleva una multipropiedad de puestos de amarre y de embarcaciones.

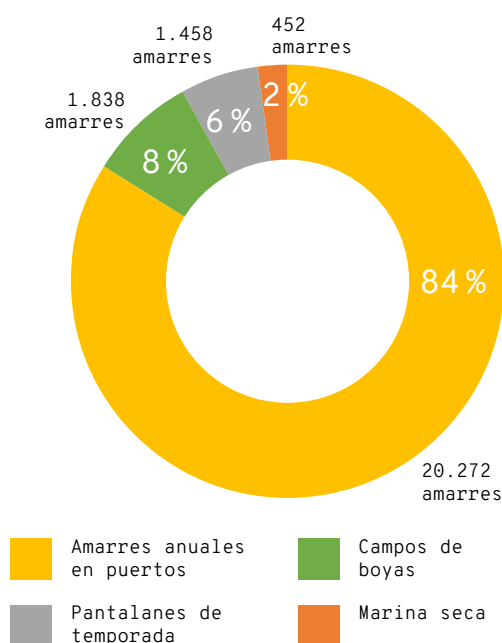


Figura 2. Número total y porcentaje asociado de los diferentes tipos de plazas de embarcaciones recreativas para el año 2018 según su tipo de amarre (amarres anuales en puertos, boyas de amarre de bajo impacto, pantalanes de temporada y marinas secas). FUENTE: Ports IB.¹



Puerto de Palma, Mallorca. FUENTE: David Arquimbau.

CONCLUSIONES

- El número de amarres en puertos deportivos experimenta el mayor crecimiento, con 12.500 amarres, entre los años 70-80 del siglo xx, debido al establecimiento de la náutica deportiva en las Islas Baleares.
- En los años 90 del siglo xx, el número de amarres en puertos deportivos era de 17.600. Desde 2004 se establecen como > 19.000 y no varían sustancialmente en el tiempo, ya que se alcanzan los 20.272 amarres en 2018.
- El total de amarres de todos los tipos (en puertos, campos de boyas, pantalanés de temporada, marinas secas) para el año 2018 es de 24.020 amarres.
- Durante la temporada de verano se amplían los amarres en un 13,2 % mediante campos de boyas y pantalanés de temporada.
- Existe un pequeño porcentaje de fondeos ilegales cuyos resultados no se han incluido. Hay planes de legalización de los mismos por parte de Ports IB para lograr gestionarlos.
- Se prevé un crecimiento de unas 3.000 embarcaciones recreativas en los próximos 15 años, que se pretende gestionar por medio de marinas secas, campos de boyas y mejoras en las instalaciones portuarias secundarias (puestos o rampas de varada). Otras medidas para lidiar con este incremento consisten en fomentar el alquiler de embarcaciones.

REFERENCIAS

- ¹ PORTS IB (2019). *Plan General de Puertos de las Islas Baleares, 2018-2033*. Aquática Ingeniería Civil. [versión borrador de abril 2019]

Número y evolución de embarcaciones fondeadas en playas

En los últimos años, usuarios que frecuentan las mismas playas año tras año han observado un incremento en el número de embarcaciones fondeadas en el litoral balear.¹ Este aumento en embarcaciones de recreo se ha visto impulsado por una oferta turística de alquiler fácil de las mismas.

Entre los efectos directos de un aumento incontrolado del número de embarcaciones se encuentran los fondeos prohibidos sobre posidonia, el ruido submarino y los vertidos de fuel y residuos. Otro efecto indirecto es el aumento del número de amarres.

En la actualidad, no se dispone de un valor orientativo del número total de embarcaciones de recreo que fondean anualmente en las playas de las Islas Baleares para poder evaluar la presión náutica que ejercen en el medio. No obstante, en Menorca se realiza desde 2002 un seguimiento histórico sobre el número de embarcaciones fondeadas en sus playas más frecuentadas. La realización de este tipo de seguimiento es un gran ejemplo a seguir para el resto de las Islas, ya que podría contribuir a mejorar la información sobre los usuarios del sector náutico para no exceder los límites de capacidad de carga de cada playa. El objetivo final es contribuir a la mejora de la gestión del sector náutico presente en el litoral balear durante la temporada estival.

METODOLOGÍA

La Agència Menorca Reserva de Biosfera, en colaboración con la Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca del Govern de les Illes Balears, el Consell Insular de Menorca y el Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) han implantado un sistema de conteo de embarcaciones fondeadas.^{1, 2}

Se estudian 3 tipos de playas³ repartidas alrededor de la costa de Menorca (Figura 1):

- Playas tipo A: urbanas
- Playas tipo B: playas vírgenes con algún tipo de servicio
- Playas tipo C: playas vírgenes sin servicios y únicamente alcanzables a pie

El criterio de selección de la playa de estudio consiste en cumplir con condiciones meteorológicas favora-

¿QUÉ ES?

Hace referencia al número de embarcaciones diarias máximas que durante la temporada de verano frecuentan y fondean en playas de Menorca.

METODOLOGÍA

Equipos humanos de la Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca) y el Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM) se han encargado de realizar el conteo de embarcaciones fondeadas. En 2018 se estudiaron 54 playas repartidas alrededor de la costa de Menorca. En el recuento se reporta el número de embarcaciones de una misma playa en 3 momentos (12.00 h, 14.00 h y 17.00 h), y se escoge el número máximo diario alcanzado.

RESULTADOS

El recuento de embarcaciones fondeadas en 2018 muestra que en 19 playas se alcanzan valores diarios máximos de entre 0-5 embarcaciones (un 35 % del total). Siguen 11 playas (un 20 %) que han tenido > 40 embarcaciones fondeadas simultáneamente. En las restantes 24 playas se dan valores de entre 5-40 embarcaciones.

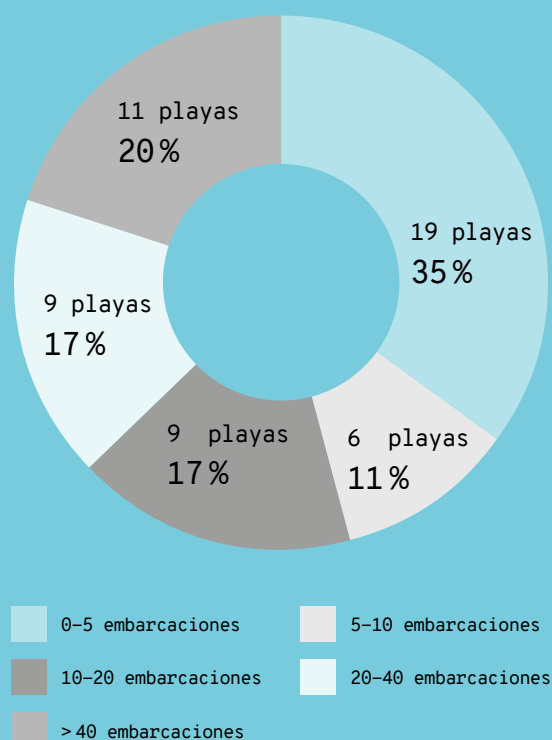
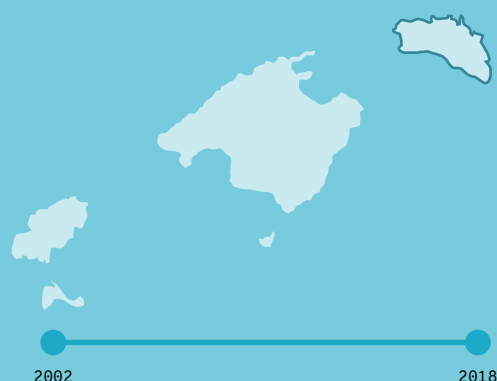


Barcas en la playa de Binibèquer, Menorca. FUENTE: David Arquimbau.

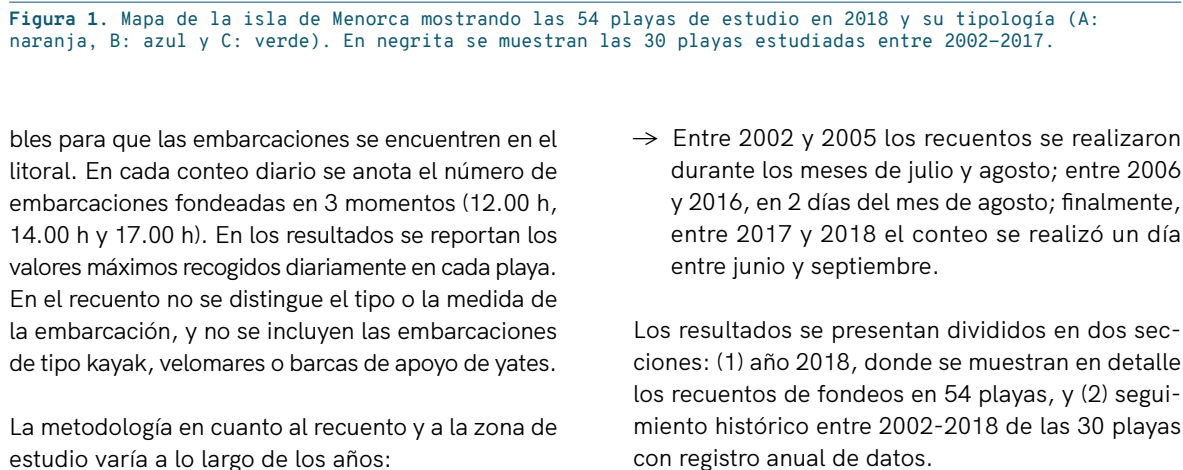
¿POR QUÉ?

Este número proporciona información orientativa sobre la presión que puede llegar a ejercer el sector náutico recreativo en el litoral. El conocimiento de esta información resulta fundamental para ayudar a tomar medidas de gestión óptimas en caso de que sea necesario.

LOCALIZACIÓN



Número y porcentaje de playas de Menorca indicando el máximo de embarcaciones fondeadas en un mismo día de verano en 2018. FUENTE: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).



La metodología en cuanto al recuento y a la zona de estudio varía a lo largo de los años:

Los resultados se presentan divididos en dos secciones: (1) año 2018, donde se muestran en detalle los recuentos de fondeos en 54 playas, y (2) seguimiento histórico entre 2002-2018 de las 30 playas con registro anual de datos.

El cambio de metodología y las interrupciones en el censo hacen que los datos no guarden la continuidad ni la homogeneidad deseada. Ello genera una limitación de los datos disponibles para poder hacer estimas de la evolución de la presión náutica que se ejerce sobre el litoral menorquín. No obstante, esta información proporciona una orientación sobre el número de embarcaciones que frecuentan cada una de las playas de Menorca. En el contexto actual de la isla, con la ampliación de la figura de protección de Reserva de la Biosfera hacia el mar, se hace necesario evaluar la presión náutica en el medio ambiente para implantar regulaciones en caso de que sea necesario.

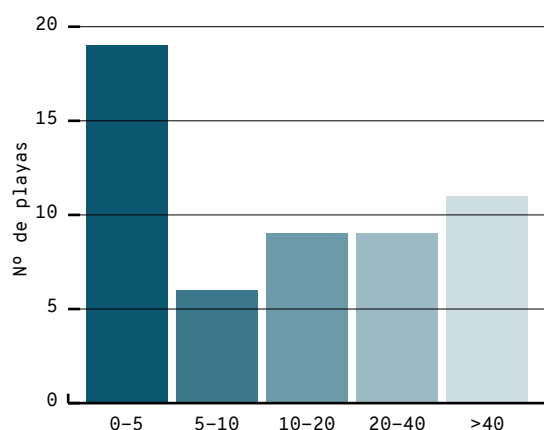


Figura 2. Número de embarcaciones diarias fondeadas en el estudio de 54 playas de Menorca durante junio-septiembre de 2018. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.¹

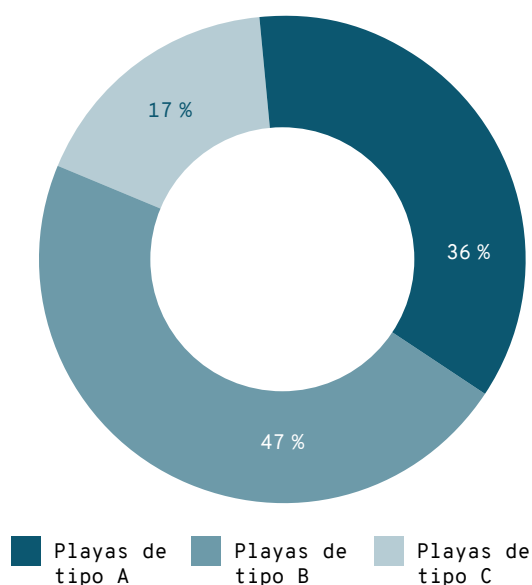


Figura 3. Porcentaje de embarcaciones fondeadas en 2018 por tipo de playa: A (urbanas), B (vírgenes con algún tipo de servicios) y C (vírgenes sin servicios y únicamente alcanzables a pie). FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.¹

RESULTADOS

En 2018

En el recuento de 2018, en 19 de las 54 playas estudiadas se contabilizan entre 0-5 embarcaciones diarias máximas (35,2 %) (Figura 2). En 11 playas se cuentan > 40 embarcaciones diarias (20,3 %). En 9 playas se presentan entre 10-20 embarcaciones (16,7 %), y en otras 9 playas, 20-40 embarcaciones (16,7 %). Por último, en 6 de las 54 playas se observan entre 5-10 embarcaciones máximas (11,1 %). Estos resultados podrían reflejar una alta carga de embarcaciones sobre 20 playas al mostrar > 20 embarcaciones fondeadas por día.

El número de embarcaciones máximas fondeadas en 2018 ha variado de 0 a 134. Este último valor máximo proviene de Es Grau, aunque hay que considerar que la mayoría estaban amarradas en el embarcadero. Playas con mayor afluencia de embarcaciones (~ 60 embarcaciones) son Macarella, Macarelleta, Binissafúller y Son Saura-Bellavista. Le siguen otras playas con 40-60 embarcaciones: Binibèquer, Cala Canutells, Cala Alcalfar, Pregonda-s'Embarcador, Pregonda-Platja Gran y La Vall-es Bot.

El tipo de playa con mayor número de embarcaciones censadas en 2018 es la tipo B, con una media

de 28 embarcaciones; seguido de playas tipo A, con 22 embarcaciones; y, por último, las playas tipo C, con 10 embarcaciones (Figura 3).

Seguimiento temporal (2002-2018)

Se observa un mayor número de embarcaciones entre 2008 y 2016 (~ 80-90 embarcaciones) con respecto a 2002, 2006, 2017 y 2018 (~ 50-60) (Figura 4). En 2017 se produce una disminución con 48 embarcaciones, que aumentan en 2018 a 59 embarcaciones. Este aumento de 2018 con respecto a 2017 se debe principalmente a un mayor número de embarcaciones en playas urbanas (de 10 a 21 embarcaciones de media).

A lo largo de los años, la frecuentación de embarcaciones fondeadas en playas vírgenes (tipo B y C) ha ido en aumento hasta 2016, con 97 embarcaciones de media (Figura 4).

La disminución del número medio de embarcaciones en 2017 y 2018 puede deberse a un cambio de la metodología, ya que el conteo pasó a efectuarse en 2 días aleatorios entre junio y septiembre, pudiendo haber perdido el día de mayor presencia de embarcaciones, que suele ser en agosto.

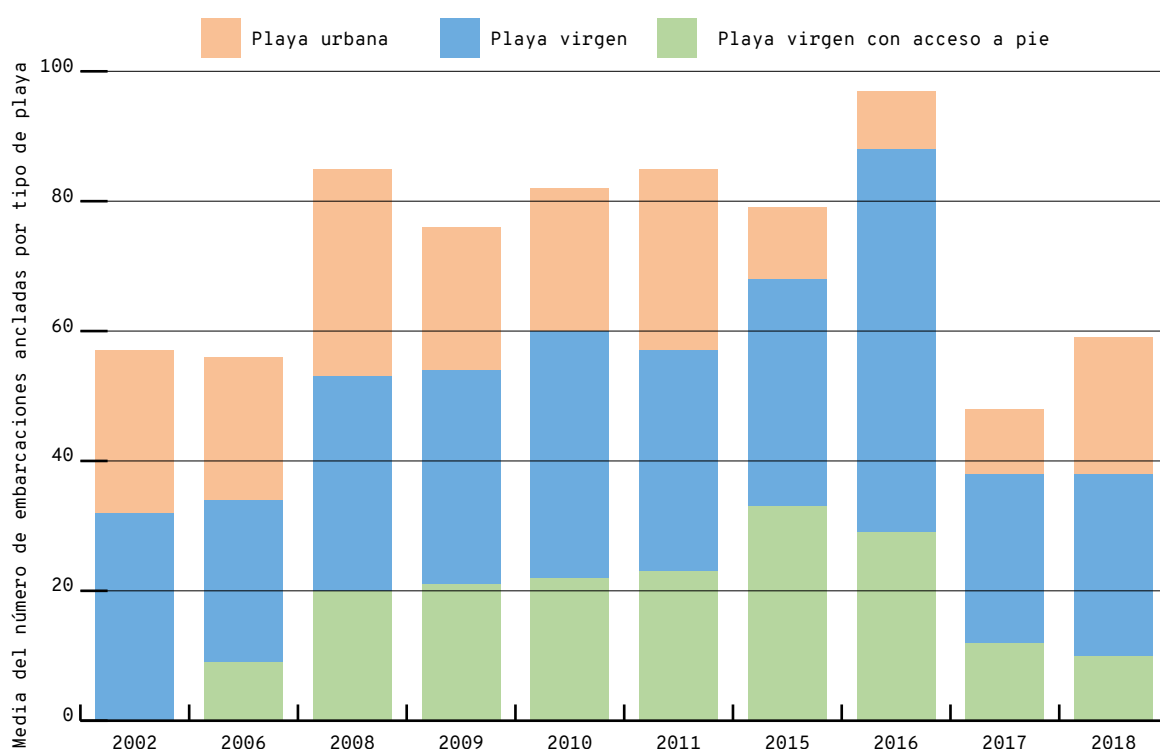


Figura 4. Media del número de embarcaciones presentes en cada tipo de playa de Menorca (A: playa urbana, B: playa virgen, C: playa virgen con acceso a pie). Para cada año, los valores han sido estandarizados por el número de playas y tipos estudiados. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca i OBSAM-Institut Menorquí d'Estudis.²

CONCLUSIONES

- Desde 2002, las playas tipo B son las más frecuentadas por embarcaciones. Esto indica que, en general, los usuarios valoran más fondear en playas no urbanizadas.
- En 2018, casi la mitad de las embarcaciones fondeadas se encuentran en playas tipo B (un 47 %), mientras que un 36 % y un 17 % lo hacen en playas tipo A y tipo C, respectivamente.
- En 2018, aumentan las embarcaciones en playas urbanas de Menorca con 21 embar-

caciones de media por playa respecto a los valores más bajos registrados en 2015, con 9-10 embarcaciones.

- En 2018, 11 de las 54 playas estudiadas tienen > 40 embarcaciones fondeadas. Las playas con mayor densidad de embarcaciones son, en orden de mayor a menor: Es Grau, Macarella, Macarelleta, Binissafúller, Son Saura-Bellavista, Binibèquer, Cala Canutells, Cala Alcalfar, Pregonda-s'Embarcador, Pregonda-Platja Gran y La Vall-es Bot.

REFERENCIAS

¹ CARRERAS, L., *et al.* (2018). «Servei d'informadors de la Reserva de la Biosfera de Menorca». Informe técnico 02/2018. Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.

² OBSERVATORI SOCIOAMBIENTAL DE MENORCA (OBSAM) (2017). «Indicadors bàsics: Pressió nàutica a les platges de Menorca (2002-2017)». Institut Menorquí d'Estudis. [www.obsam.cat/documents/medi-natural/]

³ ROIG, F. X. (2003). «Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de playas y calas. El caso de la isla de Menorca (Islas Baleares)». *Boletín AGE*, 35.

78–80

Uso de las playas

(número de usuarios, densidad de usuarios, porcentaje de capacidad de carga)

El principal recurso turístico de las Islas Baleares es su litoral. Esto provoca que durante los meses de verano se concentre un gran número de usuarios en sus playas. Únicamente se dispone de datos de uso de playas para la isla de Menorca. Encuestas del Servei de Platges del Consell Insular de Menorca realizadas a residentes y visitantes concluyen que la tranquilidad, la conservación y preservación de los espacios naturales son unos de los atractivos más valorados de las playas de Menorca.¹

Por tanto, una alta densidad de usuarios en playas podría originar impactos negativos tanto ambientales como socioeconómicos. Entre ellos, una mayor generación de residuos, el empeoramiento del hábitat, cambios geomorfológicos y una sensación de masificación.

Para mejorar el control y la gestión sostenible en el futuro de estos sistemas naturales tan frágiles es necesario disponer de información sobre el uso público de playas. Entre los indicadores que ayudan a medir el estado de las playas se encuentran el número de usuarios, la densidad de usuarios y la capacidad de carga de la playa.

METODOLOGÍA

El recuento de usuarios de playas se efectúa desde el año 2000 por parte del OBSAM (Observatori Socioambiental de Menorca del Institut Menorquí d'Estudis, IME)^{2,3,4}, el Servei de Platges del Consell Insular de Menorca y el servicio de socorrismo de algunos ayuntamientos. En los últimos 2 años, la Agència Menorca Reserva de Biosfera ha contado con un servicio de informadores en las playas de la isla que, aparte de las tareas de información y concienciación, han sido los encargados de realizar los recuentos.¹

Para valorar el estado de las playas se utilizan los siguientes indicadores:

→ **Número de usuarios:** la abundancia máxima de usuarios diarios.

→ **Densidad de usuarios:** la superficie terrestre de reposo disponible por usuario en cada playa ($\text{m}^2/\text{persona}$).

→ **Porcentaje de capacidad de carga de las playas:** la cabida máxima de usuarios que el sistema natural playa-duna puede soportar indefinidamente sin sufrir impactos negativos y satisfaciendo las necesidades de los usuarios. Se calcula como la relación entre la superficie de arena óptima por persona por tipo de playa (tipo A: $5 \text{ m}^2/\text{usuario}$, tipos B y C: $15 \text{ m}^2/\text{usuario}$)² y la superficie total de cada playa. Se expresa en % donde valores $> 100 \%$ indican playas por encima de su capacidad de carga.

A lo largo de los años, la toma de datos ha sufrido interrupciones y ha seguido diferentes metodologías, ya sea por el número de playas muestreadas, los días de recuento o los equipos humanos involucrados. Por ejemplo, para el estudio de 2018 se realizó como mínimo un recuento de usuarios en 54 playas alrededor de toda la costa menorquina, que coinciden con las más frecuentadas (Figura 1, Tabla 1), mientras que en otros años se restringió el estudio a 21 playas. Por este motivo, para el seguimiento temporal 2006-2018 de estos indicadores se ha tomado como referencia el estudio de 21 playas, ya que estas son las que se han muestreado anualmente (Tabla 2). Por tanto, los datos se presentan en detalle para el 2018, con las 54 playas de estudio, y como seguimiento histórico entre 2006-2018 para las 21 playas con mayor número de registros.

La metodología del día de recuento también ha variado a lo largo de los años. Desde el año 2006

¿QUÉ ES?

El estado de las playas se puede medir a través del número de usuarios que las frecuentan por medio de los siguientes indicadores (solo se dispone de datos de la isla de Menorca):

- Número de usuarios: abundancia máxima de personas contadas en un día.
- Densidad de usuarios: superficie terrestre de reposo disponible para cada persona.
- Capacidad de carga: número óptimo de personas para cada playa.

METODOLOGÍA

El OBSAM (Observatori Socioambiental de Menorca del Institut Menorquí d'Estudis), el servicio de socorrismo de algunos ayuntamientos, el Servei de Platges y la Agència Menorca Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca han llevado a cabo recuentos de usuarios en 54 playas de Menorca. Se recuentan las personas en el agua y en la arena, sin contabilizar las personas de embarcaciones fondeadas. La superficie terrestre de cada playa se mide utilizando ortofotomapas y trabajo de campo que se integran en sistemas de información geográfica. El Servei de Platges del Consell Insular de Menorca define valores óptimos de superficie de 15 m²/persona en playas vírgenes y de 5 m²/persona en playas urbanas.

RESULTADOS

Número de usuarios

En 2018, 15 de las 54 playas de Menorca estudiadas tienen entre 0-100 usuarios diarios (28 %). Otras 15 playas tienen > 500 usuarios en un día (28 %), de las que 5 playas muestran > 1.000 usuarios (9 %).

Densidad de usuarios

En 2018, la superficie disponible por persona en 7 de las 54 playas estudiadas (13 %) es inferior a la óptima (< 5 m²), mientras que en 22 playas se dan valores recomendables (> 15 m²).

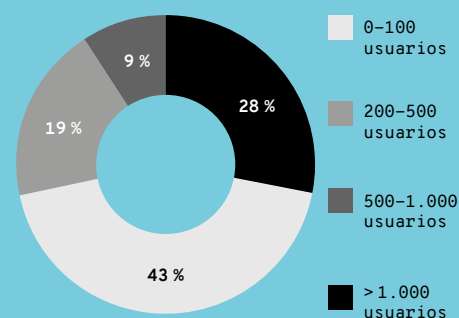
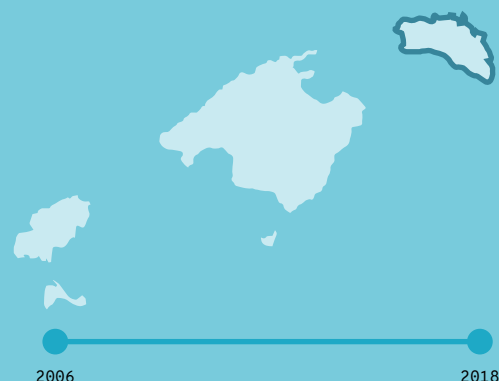
Capacidad de carga

En 2018, el porcentaje de la capacidad de carga de 17 playas fue > 100 %, mientras que 37 playas mostraban valores adecuados < 100 %.

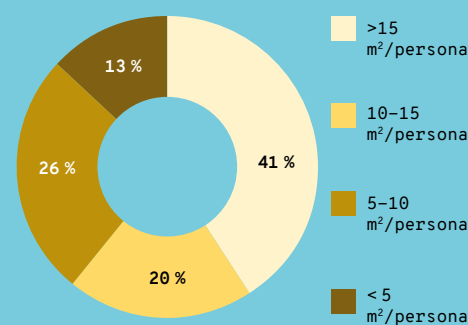
¿POR QUÉ?

La sobrefrecuentación de usuarios en playas durante la temporada estival puede generar presiones sobre estos frágiles sistemas naturales. Futuras medidas de gestión de las playas podrían basarse en el conocimiento de su capacidad de carga.

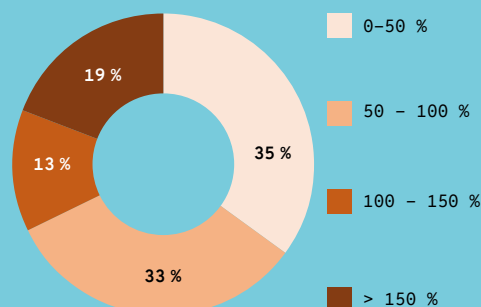
LOCALIZACIÓN



Número de usuarios de 54 playas de Menorca en 2018. FUENTE: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).



Superficie disponible por persona en 54 playas de Menorca en 2018. FUENTE: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).



Porcentaje de capacidad de carga de 54 playas objeto de estudio de Menorca en 2018. FUENTE: Agència Menorca Reserva de Biosfera (Consell Insular de Menorca).

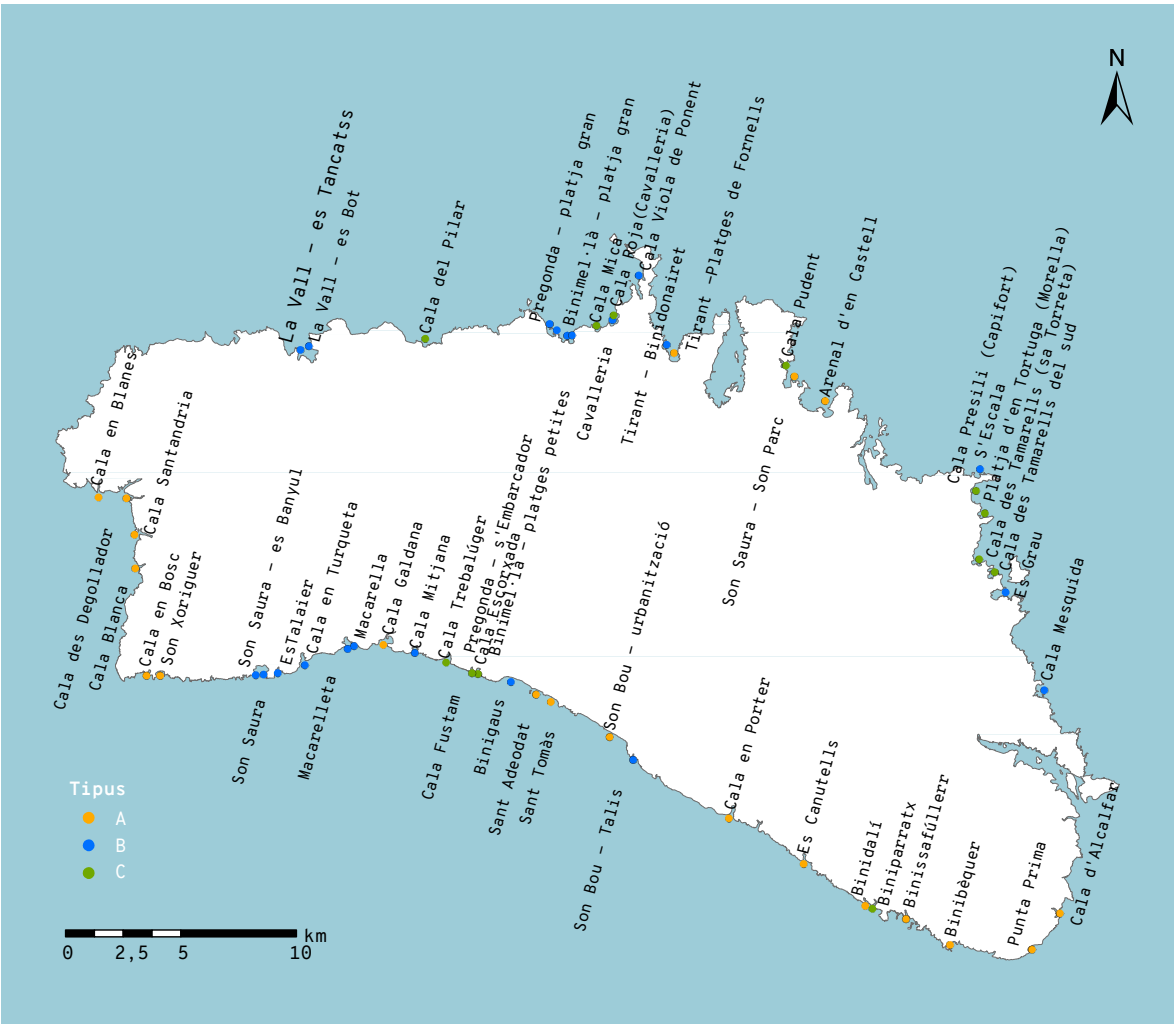


Figura 1. Mapa de Menorca indicando las 54 playas de estudio y su tipología.

hasta el año 2016, se elige un día entre semana y un día de fin de semana en agosto para garantizar el censo durante la semana de mayor frecuentación, y obtener así el valor máximo de usuarios. En cambio, en 2017 este recuento se realizó un día en torno al 15 de agosto para las playas más frecuentadas, y para el resto se realizaron 2 conteos cualquier día de la semana entre junio y septiembre.

Se incluyen playas de los 3 tipos descritos en Roig (2003)⁵:

- **Playas tipo A:** playas urbanas
- **Playas tipo B:** playas vírgenes con algún tipo de servicios
- **Playas tipo C:** playas vírgenes sin servicios, únicamente con acceso a pie

En la elección de playas para el recuento se tenían en cuenta las condiciones meteorológicas diarias, las 9 playas prioritarias que necesitaban una medida por mes (Tabla 1), y se valoraba la superficie y la proximidad de las playas a visitar para realizar conteos en más de una playa al día.

N	PLAYAS	TIPO
1	Santandria	A
2	Cala Blanca	A
3	Cala en Bosc	A
4	Son Xoriguer	A
5	Son Bou - urbanització	A
6	Cavalleria	B
7	Pregonda - s'Embarcador	B
8	Pregonda - platja gran	B
9	La Vall - es Bot	B
10	La Vall - es Tancats	B
11	Son Saura - es Banyul - Bellavista	B
12	Cala en Turqueta	B
13	Macarelleta	B
14	Macarella	B
15	Cala Mitjana	B
16	Biniguaus	B
17	Son Bou - Talis	B
18	Platja d'en Tortuga (Morella)	C
19	Cala Presili (Capifort)	C
20	Cala del Pilar	C
21	Trebalúger	C

Tabla 2. Listado y tipología de las 21 playas que han sido censadas anualmente desde 2006 y que, por tanto, se incluyen en los resultados de seguimiento temporal 2006-2018.

N	PLAYAS	TIPUS	N	PLAYAS	TIPO
1	Cala Mesquida	B	28	Cala Blanca	A
2	Es Grau	B	29	Cala en Bosc*	A
3	Cala des Tamarells del sud	C	30	Son Xoriguer*	A
4	Cala des Tamarells (sa Torreta)	C	31	Son Saura - es Banyul	B
5	Platja d'en Tortuga (Morella)	C	32	Son Saura - Bellavista	B
6	Cala Presili (Capifort)	C	33	Es Talaier	B
7	S'Escala	B	34	Cala en Turqueta	B
8	Arenal d'en Castell*	A	35	Macarelleta	B
9	Son Saura - Son Parc	A	36	Macarella	B
10	Cala Pudent	C	37	Cala Galdana*	A
11	Tirant - Platges de Fornells	A	38	Cala Mitjana	B
12	Tirant - Binidonairet	B	39	Trebalúger	C
13	Cala Viola de Ponent	B	40	Cala Fustam	C
14	Cala Roja (Cavalleria)	C	41	Cala Escorxada	C
15	Cavalleria	B	42	Binigauss*	B
16	Cala Mica	C	43	Sant Adeodat*	A
17	Binimel·là - platges petites	B	44	Sant Tomàs*	A
18	Binimel·là - platja gran	B	45	Son Bou - Talis*	B
19	Pregonda - s'Embarcador	B	46	Son Bou - urbanització*	A
20	Pregonda - platja gran	B	47	Cala en Porter	A
21	Cala del Pilar	C	48	Es Canutells	A
22	La Vall - es Bot	B	49	Binidali	A
23	La Vall - es Tancats	B	50	Biniparratx	C
24	Cala en Blanes	A	51	Binissafüller	A
25	Cala des Degollador - Platja Gran	A	52	Binibèquer	A
26	Sa Caleta	A	53	Punta Prima	A
27	Santandria	A	54	Cala d'Alcalfar	A

Tabla 1. Nombre y tipo de las 54 playas estudiadas en Menorca en 2018. *Las 9 playas con más usuarios y con seguimiento mensual.

Los recuentos se efectúan a pie de playa 3 veces al día a las 12.00 h, a las 14.00 h y a las 17.00 h. El número de usuarios se define como el valor máximo de estos tres recuentos. Para el conteo, los trabajadores se concentran en un mismo punto, desde donde avanzan al mismo tiempo en direcciones opuestas realizando un barrido progresivo de la playa. Cada informador sigue una línea recta y contabiliza las personas que circulan o reposan en su campo de visión. Se contabilizan las personas en el agua, en la arena y en los alrededores naturales del entorno. No se cuentan las personas sobre embarcaciones fondeadas.

El tratamiento de datos utiliza los valores máximos de usuarios para evitar que días de condiciones meteorológicas no favorables bajen los resultados. El cálculo de la superficie de las playas se adapta en función de los diferentes ortofotomapas anuales disponibles. Estos provienen del año 2006, 2007, 2008 y 2015, último año de su medición, mediante sistemas de información geográfica combinados con trabajo de campo. La superficie de playa contabiliza la zona de pinos con arena, pero no contabiliza otras zonas ocupadas por vegetación, dunas, humedales, zona de batida de litoral o zonas de acceso a la playa.

RESULTADOS

78. Número de usuarios

2018

En 2018, un máximo de 23.188 usuarios se contabilizó en las 54 playas de estudio de Menorca. De estas 54 playas, 15 tienen un rango de 0-100 usuarios, mientras que 5 playas tienen > 1.000 usuarios (Figura 2).

Las playas con más frecuentación de usuarios (> 1.000) en 2018 son, de mayor a menor, Son Bou-urbanización (~ 2.500), Cala Galdana (~ 2.100), Arenal d'en Castell (~ 1.600), Cala en Bosc (~ 1.100) y Sant Tomàs (~ 1.000). Todas estas playas son de tipo A, urbanas. Por otro lado, las playas con menor afluencia de personas en 2018 son Son Saura-Es Banyuls (4), S'Escala (3), Sa Torreta (13), Cala Fustam (28), Cala Escorxada (43), Cala Mica (21), Cala Tamarells (39), Cala Presili (41) y Cala Pudent (38). Todas estas playas son vírgenes de tipo B y C.

La media de usuarios diarios de los distintos tipos de playas es de 935 personas en playas tipo A, de 521 usuarios en playas tipo B y de 165 personas en playas tipo C.

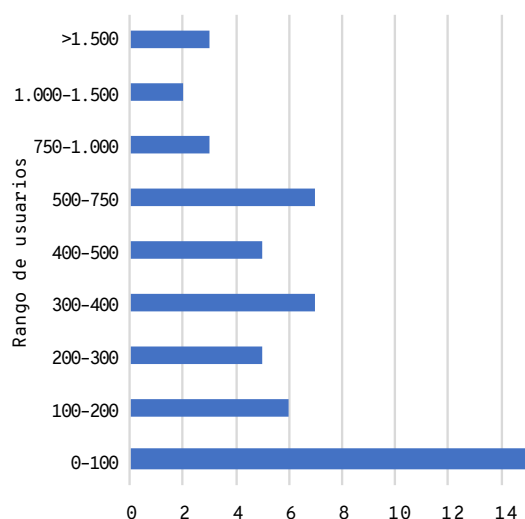


Figura 2. Rango de usuarios en las 54 playas de estudio en Menorca (Tabla 1) para el año 2018. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.¹

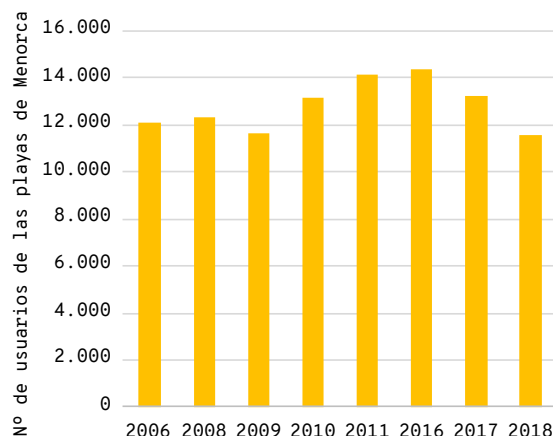


Figura 3. Evolución temporal en el número de usuarios en 21 playas de Menorca (Tabla 2) en los años 2006, 2008-2011, 2016-2018. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca i OBSAM-Institut Menorquí d'Estudis.²⁻⁴

Evolución temporal

En las 21 playas consideradas para la evolución temporal (Tabla 2), se muestra un incremento desde 2006 hasta 2016 de aproximadamente 2.000 usuarios (Figura 3). En 2016 se alcanza el máximo recuento de usuarios, 14.398. En 2017 y 2018 desciende gradualmente el número de personas hasta alcanzar los 11.586 usuarios. Este descenso se pudo haber producido por un cambio en la metodología del recuento, ya que para algunas de las playas de 2017 y 2018 los conteos se realizaron en cualquier día de la semana entre junio y septiembre, y no todas las playas se pudieron contar durante la primera quincena de agosto, cuando Menorca tiene mayor número de visitantes.

Los mayores valores de 2017 con respecto a 2018 se pueden explicar debido a que el equipo del OBSAM ayudó en 2017 a los informadores durante el mes de agosto. Adicionalmente, dos playas en 2018 (Cala Presili y Cala Tortuga) únicamente permitieron su acceso en autobús con destino a Favàritx, lo cual probablemente también contribuyó a bajar la media de usuarios.

79. Densidad de usuarios

2018

En 7 playas de las 54 estudiadas en 2018 existe la mayor densidad de usuarios, con $< 5 \text{ m}^2$ por persona, que no es apta para ningún tipo de playa (Figura 4). En 14 playas la superficie por usuario es de $5\text{-}10 \text{ m}^2$, y en 11 playas, de $10\text{-}15 \text{ m}^2$. La superficie óptima para todos los tipos de playas ($> 15 \text{ m}^2$) se da en 22 playas de las 54 estudiadas.

Las playas con menos espacio por persona ($< 5 \text{ m}^2$) en 2018 fueron Binidali (2,3 m^2), Macarelleta (2,8 m^2), Cala en Turqueta (3,9 m^2), Binibèquer (4 m^2), Cala Mitjana (4,4 m^2), Binisafúller (4,6 m^2) y Cala en

Blanes (4,7 m^2). Todas estas playas pertenecen a la categoría A excepto Macarelleta, Cala en Turqueta y Cala Mitjana, que son tipo B.

Las playas con más espacio por persona ($> 150 \text{ m}^2$) fueron Son Saura-Es Banyuls (1.213 m^2), Sa Torreta (449 m^2), S'Escala (379 m^2), Son Bou-Atalis (317 m^2) y Cala Mica (177 m^2). Todas estas playas pertenecen a los tipos B y C.

La media de usuarios de playas tipo A ha sido de 7,9 m^2 /usuario; en playas tipo B la media es de 36,1 m^2 /usuario; y en playas tipo C, de 27,6 m^2 /usuario.

Evolución temporal

En todos los años de estudio, las playas urbanas (tipo A) disponen de menos espacio para los bañistas (Figura 5). Estos valores se han reducido levemente a lo largo del tiempo pasando de 12 m^2 /usuario a 8 m^2 /usuario.

En cambio, en las playas tipo B se muestra en el último año un aumento en la superficie disponible por usuario, superior a los 25 m^2 /persona. Este incremento puede deberse a que en la playa Son Bou-Atalis se obtuvieron valores altos de densidad de usuarios (317 m^2) que condicionan la media de los datos de playas tipo B. Si este valor no se considera en el conteo, se obtiene un valor medio de playas tipo B de 10,5 m^2 /usuario, por tanto, de ~ 5,5 m^2 menor que en 2017.

Las playas tipo C son las que presentan una mayor variabilidad interanual. En 2018 se obtiene una mayor superficie por usuario, con una media de 28 m^2 . Este aumento puede deberse a un menor número de playas estudiadas de tipo C en 2018 (4 en lugar de 21, censando únicamente Trebalúger, Cala Pilar, Cala Presili y Cala Tortuga). Además de una muestra más baja, el aumento de la superficie de playas tipo

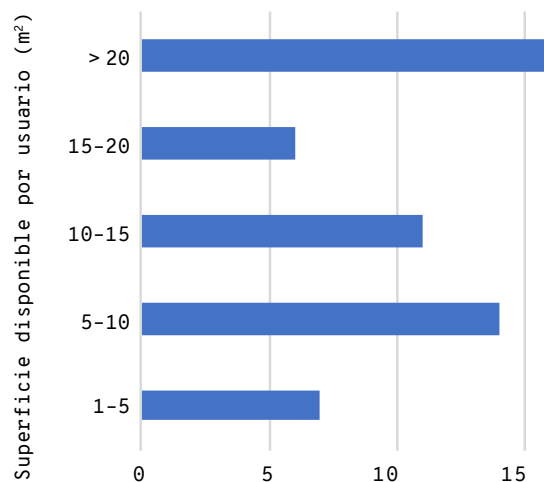


Figura 4. Densidad de usuarios (m²/persona) en las 54 playas de estudio en 2018 (Tabla 1).
FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.¹

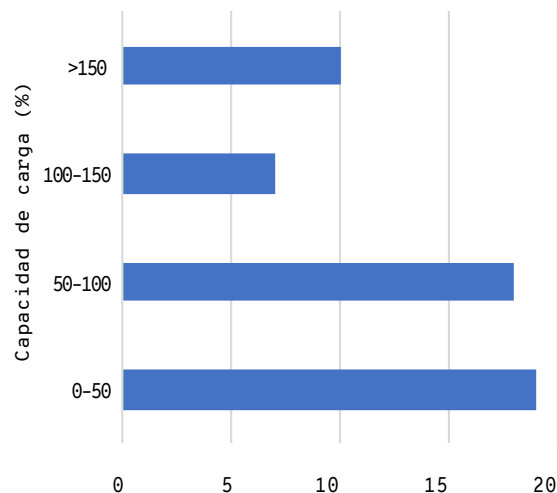


Figura 6. Porcentaje de capacidad de carga en las 54 playas de estudio. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.¹

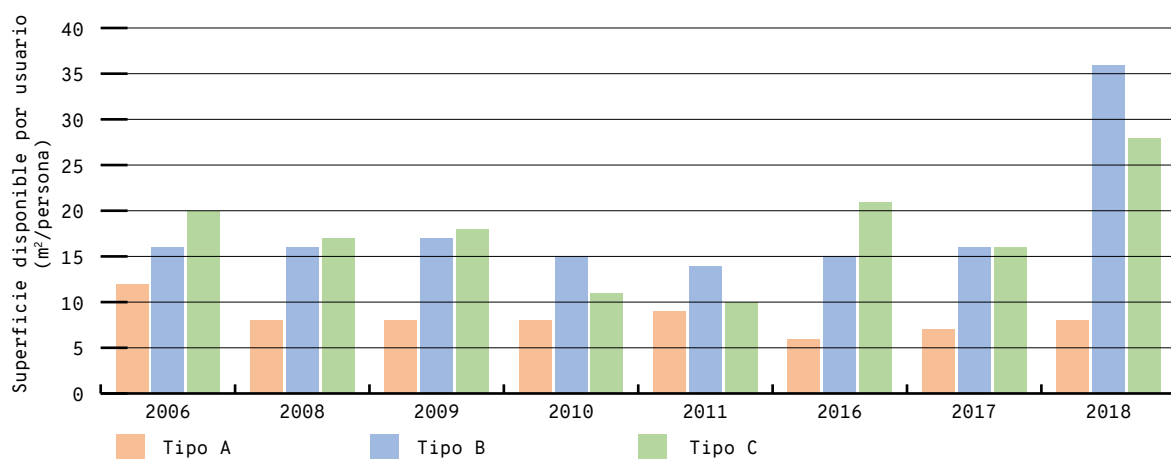


Figura 5. Datos de la superficie disponible por usuario y por tipo de playa en las 21 playas (Tabla 2) contabilizadas en 2006, 2008-2011 y 2016-2018. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca i OBSAM-Institut Menorquí d'Estudis.²⁻⁴

C puede derivar del hecho que en 2018 únicamente se podía acceder a las cercanías de Cala Presili y Cala Tortuga mediante autobús.

80. Porcentaje de capacidad de carga

2018

De las 54 playas de estudio, 17 playas se encuentran por encima de su capacidad de carga (> 100 %) (Figura 6). Las playas más sobrefrecuentadas son playas tipo B: Macarelleta (527,9 %), Cala en Turqueta (377,9 %) y Cala Mitjana (339,7 %) (Figura 7). Por el contrario, 37 se muestran por debajo de su límite (< 100 %), particularmente Sa Torreña (3,3%), S'Escala (2,6 %), Cala Mica (8,5 %), Son Saura-Es Banyuls (1,2 %) y Son Bou-Atalis (4,7 %).

Evolución temporal

El seguimiento temporal de las 21 playas estudiadas desde 2006 muestra que el valor medio de la capacidad de carga alcanzó su máximo en 2016 (189 %), y posteriormente descendió hasta 135 % en 2018 (Figura 8). Aunque menor, este valor sigue siendo muy alto, y una gran parte de las playas se encuentran en estado de sobrefrecuentación (figuras 6 y 7). Los picos más altos se registraron en 2011 (171 %) y en 2016 (189 %). Es importante destacar que en todos los años de estudio los valores medios de capacidad de carga se encuentran por encima del límite de 100 %.

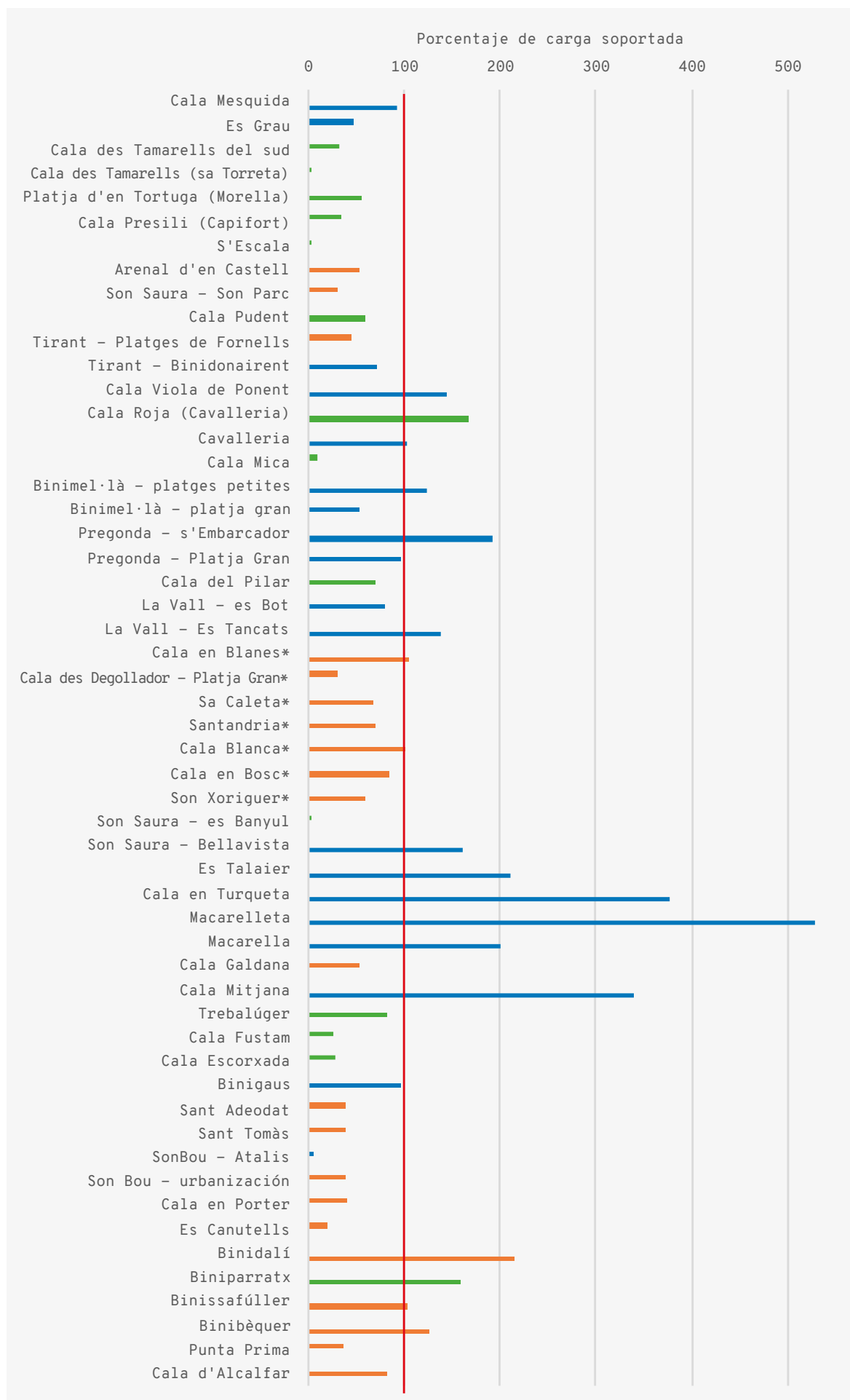


Figura 7. Porcentaje de carga soportada en el año 2018 en 54 playas de Menorca. Barras naranjas: playas tipo A; barras azules: playas tipo B; barras verdes: playas tipo C. La línea roja vertical indica el límite (100 %) a partir del cual las playas superan su capacidad de carga. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca.¹

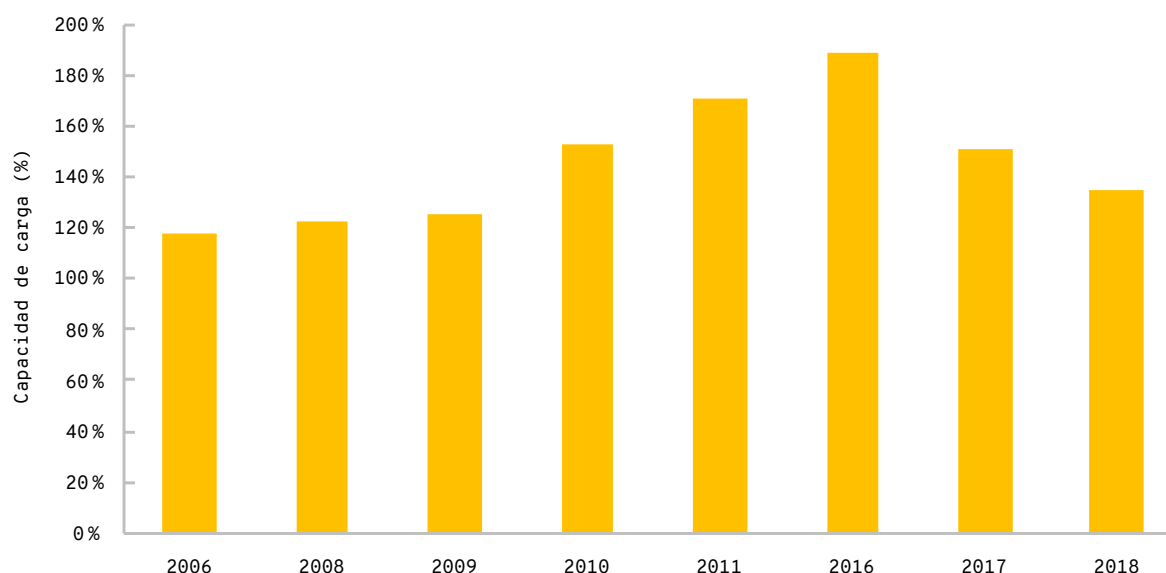


Figura 8. Valor medio de la capacidad de carga de las 21 playas estudiadas de Menorca. FUENTE: Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca i OBSAM-Institut Menorquí d'Estudis.²

CONCLUSIONES

→ Número de usuarios:

En 2018, las playas tipo A son las más frecuentadas, con valores > 1.000 usuarios el día de máxima frecuentación. Son Bou (~ 2.500), Cala Galdana (~ 2.100), Arenal d'en Castell (~ 1.600), Cala en Bosc (~ 1.100) y Sant Tomàs.

→ Densidad de usuarios:

En las playas urbanas hay más densidad de usuarios que en las playas vírgenes.

En algunas playas vírgenes, especialmente en las de tipo B (con algún tipo de servicio) como Macarelleta, Cala en Turqueta y Cala Mitjana, se muestra una densidad de < 5 m² que no es óptima para este tipo de playas, ya que idealmente se necesitaría un valor de 15 m²/persona.

En 2018, playas del tipo B y C han mostrado un aumento en el espacio disponible por usuario. El incremento es posiblemente debido a diferencias en el muestreo. Además, un valor alto de superficie libre obtenido en una playa tipo B y el hecho de que 2 de las playas tipo C sean únicamente accesibles en autobús a partir de ese año puede contribuir a bajar los valores de la media.

→ Capacidad de carga:

En el año 2018, 17 de las 54 playas estudiadas (un 32 %) se encuentran por encima de su capacidad óptima de carga.

Desde 2006, la media de la capacidad de carga de las 21 playas estudiadas supera anualmente el límite de carga de 100 %.

REFERENCIAS

¹ CARRERA, L. *et al.* (2018). «Servei d'informadores de la Reserva de Biosfera de Menorca. Any 2018». Informe técnico 02/2018. Departament de Medi Ambient i Reserva de Biosfera del Consell Insular de Menorca; Observatori Socioambiental de Menorca-Institut Menorquí d'Estudis.

² FLORIT, A. *et al.* (2016). «Estudi de l'afluència de persones a les platges de Menorca (2000-2016)». Observatori Socioambiental de Menorca (OBSAM)-Institut Menorquí d'Estudis.

³ OBSAM (2017). «Densitat d'usuaris a les platges de Menorca. Nombre d'usuaris 2000-2017». <https://docs.google.com/file/d/1pd4TCCJ2FXT8auj05pRXR15ecLXDCKEO/view>.

⁴ OBSAM (2017). «Densitat d'usuaris a les platges de Menorca. Capacitat de càrrega 2000-2017». <https://docs.google.com/file/d/1XqLEXEdUcYbEABAU5J3exVUMUSx6sxia/view>

⁵ ROIG, F. X. (2003). «Identificación de variables útiles para la clasificación y gestión de playas y calas. El caso de la isla de Menorca (I. Baleares)». *Boletín AGE*, 35.

81

Número de turistas y de plazas turísticas

Las Islas Baleares son una comunidad esencialmente turística, ya que el turismo es su principal motor económico, causando gran número de impactos sobre el medio marino. El principal tipo de turismo que acogen las Islas es el turismo de sol y playa, que concentra su actividad en la franja costera. El sector turístico representa el 45 % del Producto Interior Bruto (PIB) de las Islas Baleares, y la mayor parte de la economía gira en torno a los servicios vinculados al turismo y al mercado inmobiliario relacionado, lo que convierte a las Baleares en un caso único en todo el mundo en cuanto a intensidad turística.^{1, 2}

El número de turistas que llega cada año modifica otro indicador ya presentado, el de presión humana, ya que altera la carga demográfica y tiene una gran influencia sobre los recursos consumidos y los residuos producidos por la carga demográfica total que soporta un territorio tan frágil como las Islas.

La zona costera está especialmente afectada por el turismo. Según los datos del anuario de turismo del año 2018 de la Agència d'Estratègia Turística de les Illes Balears (AETIB), en los municipios de las Islas con costa se concentra el 99,2 % de todas las plazas turísticas.

METODOLOGÍA

Los datos referentes al número de plazas turísticas y al número de turistas que visitan las Islas se han obtenido del artículo científico publicado por Valdivieso y Moranta.² Sus datos proceden de Murray *et al.*³, actualizados con datos de la Agència d'Estratègia Turística de les Illes Balears (AETIB)⁴ <<http://www.caib.es/govern/organigrama/area.do?lang=ca&coduo=475>>.

Los datos de plazas turísticas de 2019 corresponden al límite total de plazas legales incluidos en la bolsa.²

RESULTADOS

El número de turistas que visitan las Islas cada año se ha incrementado de 320.000 turistas en el año 1959 a 16.590.000 de turistas en 2018. Esto supone un incremento de más de 16 millones de turistas (16.270.000) en 59 años (Tabla 1, Figura 1).² Este número de turistas se ha doblado a lo largo de este siglo, de 8 a 16 millones, mientras que la población residente es de 1,1 millones de personas, aproximadamente (Tabla 1, Figura 1).²

Paralelamente al aumento del número de turistas, se ha producido un incremento del número de plazas turísticas, que ha pasado de 14.609 en el año 1959 a 623.624 en 2019; un aumento de más de 600.000 plazas turísticas a lo largo de 60 años.²

¿QUÉ ES?

Número de plazas turísticas legales registradas en las Islas Baleares entre los años 1959 y 2019.
Número total de turistas que visitan las Baleares entre los años 1959 y 2018.

METODOLOGÍA

Los datos provienen de Valdivieso y Moranta (2019), procedentes de Murray *et al.* (2017), actualizados con datos de la Agència d'Estratègia Turística de les Illes Balears (AETIB).

RESULTADOS

El número de turistas que visitan las Islas Baleares cada año se ha incrementado, y ha pasado de 320.000 turistas en el año 1959 a 16,6 millones de turistas en el año 2018, un incremento de más de 16 millones de turistas en 59 años. A lo largo de este siglo la cifra se ha doblado, y ha pasado de 8 a 16 millones.

El número de plazas turísticas ha aumentado de 14.609 plazas en el año 1959 a 575.196 plazas turísticas en el año 2018, con un incremento de más de 560.000 plazas turísticas a lo largo de 59 años.

El incremento tanto en el número de plazas turísticas como en el de turistas que reciben las Islas tiene consecuencias importantes en el consumo de recursos y en la producción de residuos.



Sombrillas y tumbonas en la playa de Cala en Porter, Menorca. FUENTE: David Arquimbau.

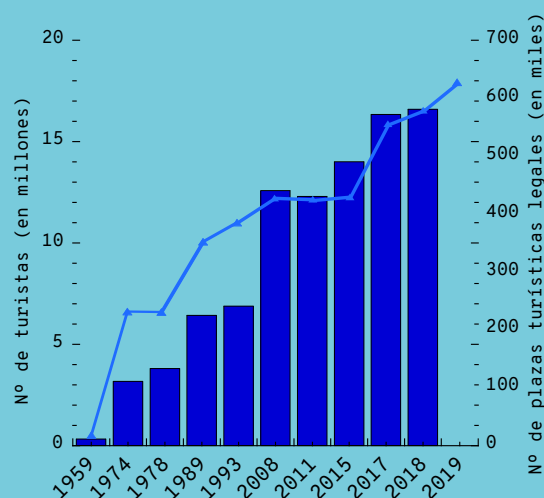
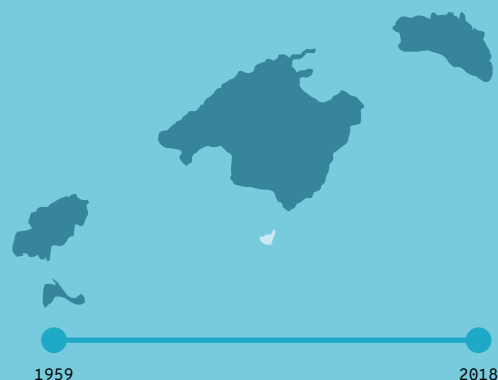
¿POR QUÉ?

Las Islas Baleares son una comunidad esencialmente turística, con el turismo siendo su principal motor económico (45 % del PIB) y causando un gran número de impactos sobre el medio marino.

El 99,2 % del total de las plazas turísticas se concentran en municipios con costa.

El número de turistas que llegan cada año modifica el indicador de presión humana (IPH) y altera la carga demográfica que soporta el territorio, al tiempo que ejerce una gran influencia sobre los recursos consumidos y los residuos producidos.

LOCALIZACIÓN



Evolución del número de turistas (en millones, barras azules) y de plazas turísticas legales (en miles, triángulos azul claro) entre el año 1959 y la actualidad. FUENTE: Valdivieso y Moranta (2019).

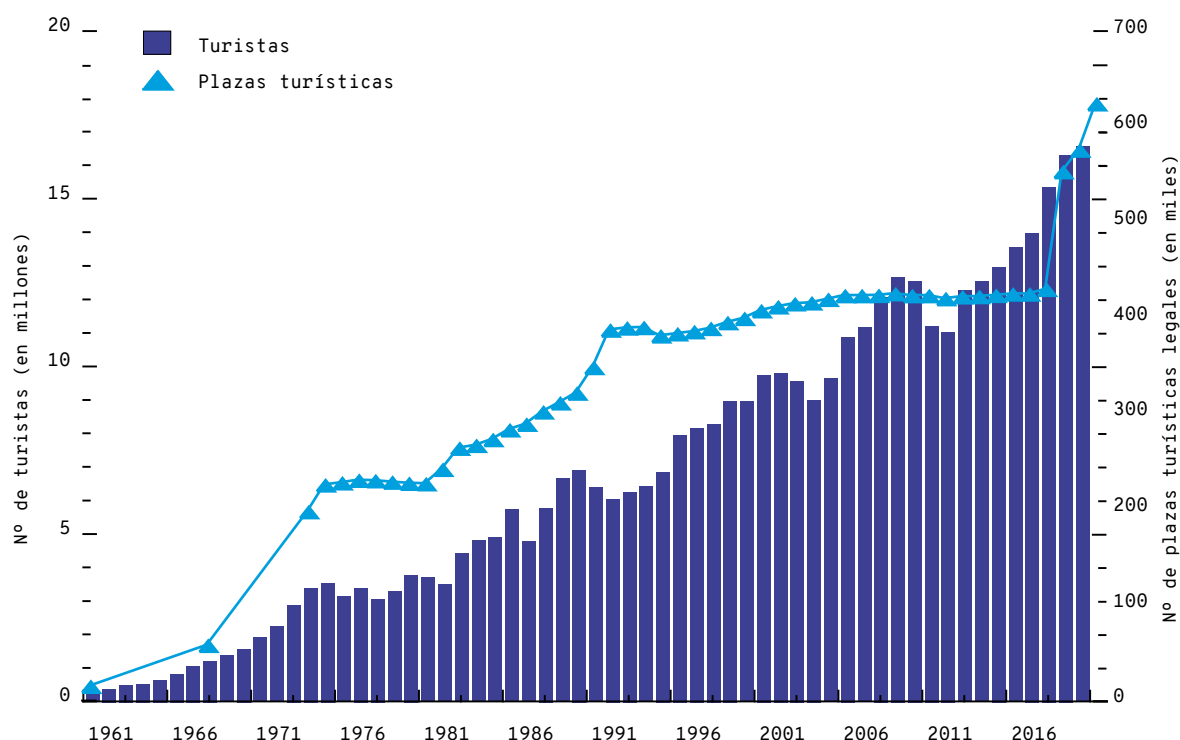


Figura 1. Número de turistas (en millones) que visitan las Islas por año en columnas azul marino, y número de plazas turísticas legales (en millares) en triángulos azul oscuro. FUENTE: Valdivielso y Moranta.²

Este aumento del número de plazas turísticas y de turistas que visitan las Islas se ha ido produciendo escalonadamente, siguiendo diversos *booms* turísticos. Rullan⁵ estableció la tipología de los diferentes *booms* según el modelo territorial de cada uno. Así, el primer *boom* se produjo entre los años 1959 y 1974, con una urbanización intensiva y vertical de hoteles en zonas concretas de la costa. El segundo *boom* se produjo entre los años 1978 y 1989, con una expansión a lo largo de la zona costera con construcciones horizontales de hoteles-apartamento y complejos turísticos. El tercer *boom*, comprendido entre los años 1993 y 2008, llevó las construcciones residenciales al interior de la isla e incorporó propiedades rurales dispersas en el negocio del turismo.

AÑO	PLAZAS TURÍSTICAS LEGALES	Nº DE TURISTAS (MILLONES)
1959	14.609	0,32
1974	227.406	3,17
1978	226.883	3,80
1989	348.019	6,42
1993	381.108	6,88
2008	423.054	12,58
2011	421.782	12,29
2015	424.663	14,01
2017	552.680	16,33
2018	575.196	16,59
2019	623.624	

Tabla 1. Número de plazas turísticas legales y número de turistas en millones. FUENTE: Valdivielso y Moranta.²

En 2017 se aprobó la modificación de la Ley de turismo (Ley 6/2017),⁶ en la que se regulaba la comercialización de estancias turísticas en viviendas. Con la aprobación de esta ley se produce un aumento considerable del número de plazas turísticas, así como del número de visitantes que reciben las Islas (Tabla 1, Figura 1). Entre los años 2015 y 2017, el número de plazas turísticas legales aumenta en 128.017 plazas, y el número de turistas, en 2.320.000 (Tabla 1).

CONCLUSIONES

- El número de turistas y de plazas turísticas ha ido aumentando a lo largo del tiempo, con un incremento de más de 16 millones en 59 años.
- Este incremento ha sido mucho más acentuado durante este siglo, ya que se ha doblado el número de turistas que reciben las Islas Baleares.
- El incremento tanto del número de plazas turísticas como de turistas que reciben las Islas tiene consecuencias importantes en el consumo de recursos y en la producción de residuos.

REFERENCIAS

¹ MANERA, C.; NAVINES, F. (2018). *La indústria invisible, 1950-2016: el desenvolupament del turisme a l'economia balear* [The invisible industry, 1950-2016. The development of tourism in the Balearic economy]. Palma: Lleonard Muntaner.

² VALDIVIELSO, J.; MORANTA, J. (2019). «The social construction of the tourism degrowth discourse in the Balearic Islands». *Journal of Sustainable Tourism*. DOI: 10.1080/09669582.2019.1660670.

³ MURRAY, I.; YRIGOIY CADENA, I.; BLÁZQUEZ-SALOM, M. (2017). «The role of crises in the production, destruction and restructuring of tourist spaces: the case of the Balearic Islands». *Investigaciones Turísticas*, 1-29. DOI: 10.14461/inturi2017.13.01.

⁴ AGÈNCIA D'ESTRATÈGIA TURÍSTICA DE LES ILLES BALEARS (AETIB). <http://www.caib.es/govern/organigrama/area.do?lang=ca&coduo=475>.

⁵ RULLAN, O. (1998). «De la cova de Canet al Tercer Boom turístic: una primera aproximació a la geografia històrica de Mallorca». En: *El medi ambient a les Illes Balears: qui és qui?* [Actas de les Jornades en Can Tàpera]. Palma: "Sa Nostra", Obra Social i Cultural de la Caixa de Balears, 171-213. (Papers de Medi Ambient; 6).

⁶ Ley 6/2017, de 31 de julio, de modificación de la Ley 8/2012, de 19 de julio, del turismo de las Islas Baleares, relativa a la comercialización de estancias turísticas en viviendas.



Cala s'Almunia. FUENTE: Sebastià Torrens.

VIII

Cambio climático

82	Nivel del mar	304
----	-------------------------	-----

Nivel del mar

El calentamiento global está provocando un aumento del nivel del mar en todo el planeta, que globalmente se debe a la fusión del hielo de los glaciares y de los casquetes polares, y en menor medida, a la expansión térmica de los océanos. Esta subida del nivel del mar se ha acelerado en los últimos cuarenta años.¹ Se ha estimado que como mínimo el 45 % del incremento observado desde el inicio del siglo XX tiene un origen antropogénico.²

Las Islas son especialmente vulnerables a la subida del nivel del mar porque presentan una gran longitud de costa. Un estudio, que considera tanto la subida del nivel del mar como de las olas, predice que las playas de las Baleares retrocederán entre 7 y 50 metros a finales de siglo, en función de su configuración, hecho que equivaldrá a una reducción a la mitad de la superficie aérea de las playas.³ El retroceso de la línea de costa tiene consecuencias tanto ambientales como socioeconómicas. La población se concentra en la costa, y una subida del nivel del mar provocaría que las infraestructuras y las edificaciones costeras tuviesen una mayor exposición a fenómenos extremos e inundaciones. El impacto de la subida del nivel del mar se ha convertido en una preocupación creciente, sobre todo en zonas donde la economía depende del turismo de sol y playa y de otras actividades costeras.

METODOLOGÍA

Los datos *in situ* del nivel del mar provienen de los registros de mareógrafos. La mayoría de estos registros son transmitidos al Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar (PSMSL en sus siglas en inglés: <https://www.psmsl.org>). El PSMSL se encarga de recoger, publicar, analizar e interpretar los datos de la red global de mareógrafos.

Aquí se han seleccionado las medias anuales de la estación de Marsella, porque es la serie más larga (más

de 100 años) del mar Mediterráneo occidental y se considera que es representativa de esta cuenca. En el gráfico de Marsella se han superpuesto las series de datos de los mareógrafos que Puertos del Estado tiene instalados en Palma (10 años) y Barcelona (24 años).

Los datos de las proyecciones futuras de la subida del nivel del mar proceden del trabajo elaborado por Kopp y colaboradores.⁴ En este trabajo se realizan proyecciones y agregaciones de los componentes individuales de subida del nivel del mar en un marco probabilístico, actualmente pionero en cuanto a proyecciones de esta variable. En concreto, en este estudio se consideran: las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida, los glaciares y el balance de masa superficial, la expansión térmica global y regional y los efectos dinámicos oceánicos, las reservas de agua continental, y también los cambios locales no climáticos del nivel del mar relativos a la costa, como los derivados de la compactación del sedimento y de movimientos tectónicos que provocan un descenso de la costa.⁴

Las proyecciones de subida del nivel del mar se han realizado para dos trayectorias de concentración representativas (RCP en sus siglas en inglés): un escenario de estabilización de concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico (RCP 4,5) y otro con emisiones de CO₂ elevadas (RCP 8,5), ambos definidos en el 5º informe del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés).³

¿QUÉ ES?

El nivel del mar se define aquí como la altura del mar en relación a la costa. Dado que esta altura varía a causa de los efectos del oleaje y las mareas, se toma como referencia el nivel medio. El nivel del mar se mide con mareógrafos, que son unas instalaciones que permiten medirlo respecto al punto de tierra donde se encuentran instalados, normalmente filtrando el efecto de las olas. Desde satélites puede medirse el nivel del mar absoluto (referido a una superficie imaginaria o elipsoide de referencia); en este caso, para referirlo a la costa también hay que medir los eventuales movimientos verticales.

METODOLOGÍA

Los datos del nivel del mar de los mareógrafos usados aquí provienen del Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar (PSMSL en sus siglas en inglés: <https://www.psmsl.org>). Concretamente, se muestran las medias anuales de la estación de Marsella, que se considera representativa del Mediterráneo occidental.

Los datos de las proyecciones futuras de la subida del nivel del mar (siglo XXI) provienen del trabajo elaborado por Kopp *et al.* (2014).

RESULTADOS

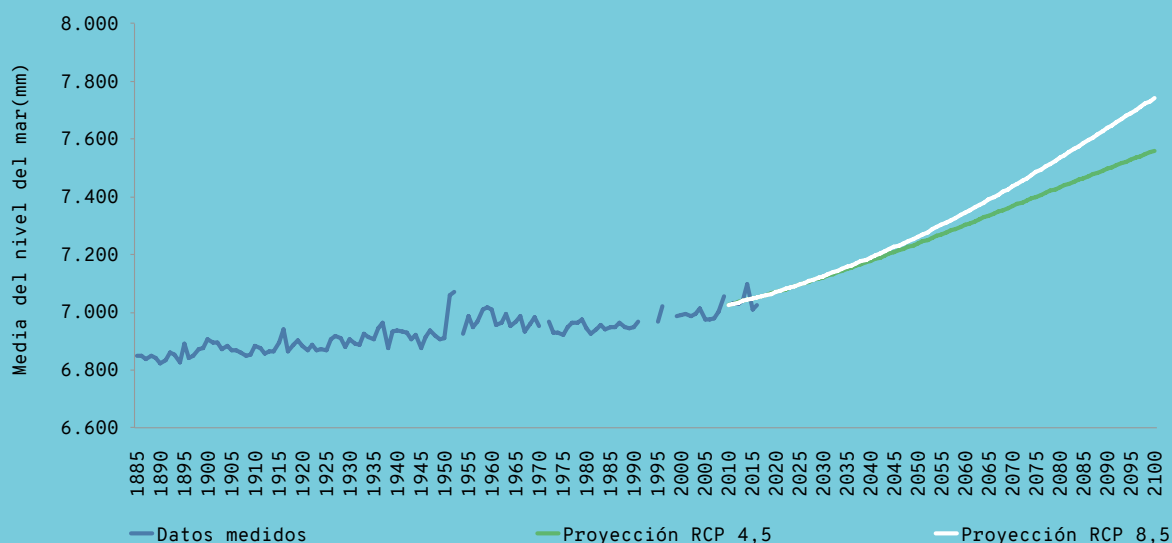
La subida del nivel del mar en el Mediterráneo occidental se ha acelerado en los últimos años. Concretamente, ha aumentado 1,3 mm/año en los últimos 131 años (incremento acumulado de 17 cm durante este período). En los últimos 36 años el aumento ha sido de 3,28 mm/año.

Las proyecciones para dos escenarios de emisiones de CO₂ muestran que el nivel del mar podría aumentar entre 57 y 75 cm a finales de siglo. Esto supondría un retroceso de las playas de las Baleares de entre 7 y 50 metros.

¿POR QUÉ?

El calentamiento global provoca la subida del nivel del mar, tanto por la expansión térmica de los océanos como por la fusión de hielo de los glaciares y los casquetes polares. Localmente el nivel del mar también varía a causa de los cambios en la circulación oceánica, de la presión atmosférica y de los vientos, pero ninguna de estas tres causas puede hacer variar la media global. La subida del nivel del mar tiene consecuencias tanto ambientales como socioeconómicas. Una subida del nivel del mar y el consiguiente retroceso de la línea de costa pueden conducir a la reducción o a la desaparición de la superficie aérea de las playas y al incremento de las inundaciones causadas por tormentas marinas. En las Islas Baleares, donde la economía se basa en el turismo de sol y playa, una subida del nivel del mar puede tener consecuencias importantes. Se ha observado que este incremento del nivel del mar se ha acelerado en los últimos cuarenta años.

LOCALIZACIÓN



Media del nivel del mar (en milímetros) entre los años 1885 y 2016 en el Mediterráneo occidental (estación de Marsella) y proyecciones futuras hasta finales del siglo XXI para dos escenarios de emisiones. FUENTE: www.psmsl.org y Kopp *et al.* (2014).

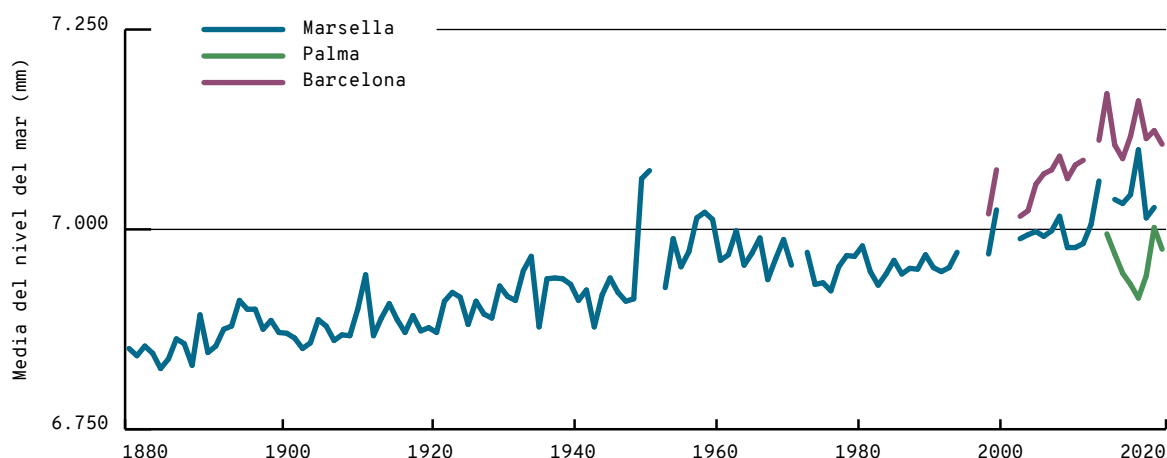


Figura 1. Medias anuales del nivel del mar para las estaciones de Marsella, Palma y Barcelona. Las líneas muestran el ajuste de una regresión lineal. Para el periodo entre 1885 y 2016, la estación de Marsella ha mostrado un aumento del nivel del mar de 1,3 mm/año ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$); mientras que la estación de Barcelona ha mostrado un incremento de 5,05 mm/año para el periodo comprendido entre 1993 y 2017 ($R^2 = 0,68$; $p < 0,0001$). FUENTE: www.psmsl.org.

RESULTADOS

En el Mediterráneo occidental se ha observado una subida del nivel del mar entre los años 1885 y 2016 de 1,3 mm/año ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$), basándose en los datos de la estación de Marsella (Figura 1). Esto representa un aumento de 17 cm en 131 años.

Para la estación de Barcelona solo se dispone de datos a partir del año 1993. Durante el periodo comprendido entre 1993 y 2017, en Barcelona se ha observado una subida del nivel del mar de 5,05 mm/año ($R^2 = 0,68$; $p < 0,0001$). Si evaluamos la subida del nivel del mar en la estación de Marsella para el mismo periodo de tiempo, es decir, para los últimos 24 años, esta subida ha sido de 3,28 mm/año ($R^2 = 0,44$; $p < 0,002$); mientras que entre los años 1980 y 2017 ha sido de 2,95 mm/año ($R^2 = 0,72$; $p < 0,0001$) (Figura 1). Estos datos son coherentes con una aceleración del ritmo de subida del nivel del mar en los últimos años.

La estación de Palma solo dispone de datos a partir del año 2010 y hasta el 2017. Se trata de un número de datos demasiado pequeño para poder extraer conclusiones. De hecho, no se observa ninguna tendencia clara del nivel del mar en estos siete años a causa de la variabilidad interanual.

Las proyecciones de subida del nivel del mar para los escenarios RCP 4,5 (de estabilización de concentraciones de CO_2) y RCP 8,5 (con emisiones elevadas) de Kopp y colaboradores⁴ muestran que el nivel del mar Mediterráneo podría aumentar entre $57,0 \pm 23,7$ cm y $75,3 \pm 28,4$ cm a lo largo de este siglo (Figura 2).

CONCLUSIONES

- En el Mediterráneo occidental (en la estación de Marsella) el nivel del mar ha aumentado a un ritmo de 1,3 mm/año en los últimos 131 años; 2,95 mm/año en los últimos 36 años y 3,28 mm/año en los últimos 23 años. Esto muestra una aceleración del ritmo de subida.
- En la estación de Barcelona, el aumento del nivel del mar ha sido de 5,05 mm/año en los últimos 24 años.
- Las proyecciones para dos escenarios diferentes de emisiones muestran que a finales de siglo el nivel del mar podría aumentar entre 57 y 75 cm.
- Las playas de las Baleares podrían retroceder entre 7 y 50 metros, lo que equivaldría a una reducción a la mitad de su superficie aérea.

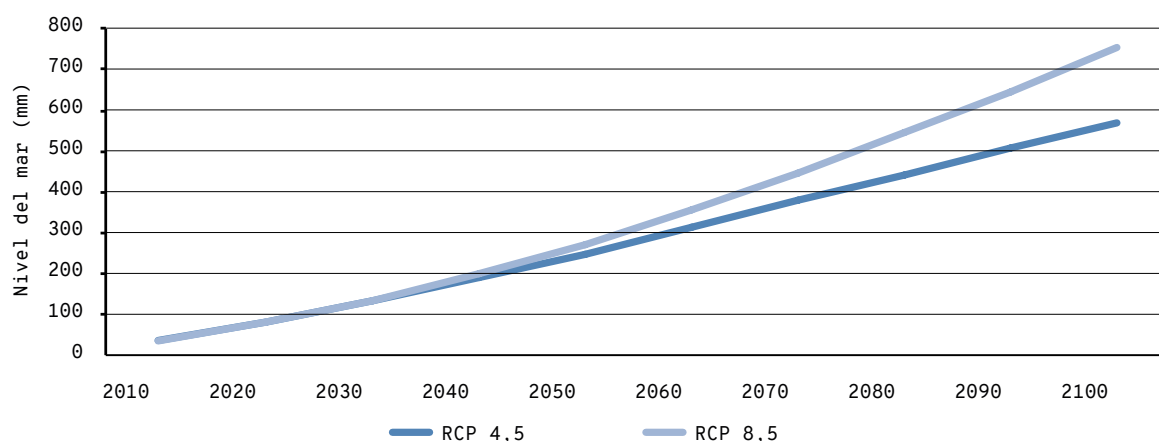


Figura 2. Proyecciones de la subida del nivel del mar Mediterráneo entre los años 2010 y 2100 para los escenarios de emisiones RCP 4,5 y RCP 8,5 del IPCC. FUENTE: Kopp *et al.*⁴

REFERENCIAS

- ¹ DANGENDORF, S. *et al.* (2019). «Persistent acceleration in global sea-level rise since the 1960s». *Nature Climate Change*, 9. DOI: 10.1038/s41558-019-0531-8.
- ² DANGENDORF, S. *et al.* (2015). «Detecting anthropogenic footprints in sea level rise». *Nature Communications*, 6. DOI: 10.1038/ncomms8849.
- ³ ENRÍQUEZ, A. R. *et al.* (2017). «Changes in beach shoreline due to sea level rise and waves under climate change scenarios: application to the Balearic Islands (western Mediterranean)». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, 1075-1089. DOI: 10.5194/nhess-17-1075-2017.
- ⁴ KOPP, R. E. *et al.* (2014). «Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites». *Earth's Future*, 2, 383-406. DOI: 10.1002/2014ef000239.



Respuesta

IX	Gestión ambiental	310
X	Gestión pesquera	334
XI	Inversión en mejora del medio marino .	340



Cartel informativo en la playa de Sa Punta Prima, con el faro de la Illa de l'Aire al fondo, Menorca.
FUENTE: David Arquimbau.

IX

Gestión ambiental

83	Número de boyas de amarre de bajo impacto	312
SERVICIO DE VIGILANCIA DE LA POSIDONIA 318		
84	Número de embarcaciones de vigilancia	318
85	Número de embarcaciones informadas/asesoradas/comprobadas/movidas .	318
86	Número de infracciones por fondeo indebido	318
87	Educación ambiental marina: porcentajes de interés, de oferta/demanda y de barreras más citadas	326

Número de boyas de amarre de bajo impacto

En los últimos años, durante la temporada estival se ha producido un incremento en el número de embarcaciones de recreo que fondean en el litoral balear. La planta marina *Posidonia oceanica* se encuentra protegida a nivel europeo, nacional y autonómico como especie y como hábitat, y se ha observado que el fondeo mediante cabo o cadena utilizando anclas o muertos la erosiona¹ (Figura 1). Esta erosión producida por las malas prácticas del fondeo puede acabar con praderas que se han acumulado durante miles de años² debido al lento crecimiento de esta planta (~ 2 cm/año)³.



Figura 1. Ejemplos de abrasión producidos por (a) anclas o (b) cadenas sobre fondos con *Posidonia oceanica*. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

La conservación de esta planta es fundamental debido a los numerosos beneficios ecológicos que aporta a las aguas mediterráneas, como la oxigenación, la absorción de nutrientes y carbono y la generación de hábitats propicios para el aumento de la productividad y la biodiversidad.

Para mitigar la abrasión de los fondos de *Posidonia oceanica* se han instalado boyas flotantes de amarre adaptadas al anclaje de embarcaciones de diferentes esloras (Figura 2).

NORMATIVA

Directivas europeas:

- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestre.
- Decisión de la Comisión, de 19 de julio de 2006, por la cual se adopta, de conformidad con la Directiva 92/43/CEE, la lista de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de la región biogeográfica mediterránea (DOCE 2006/613/CE).

¿QUÉ ES?

La Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears dispone de zonas de fondeo regulado mediante boyas de fondeo de bajo impacto ecológico en Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de las Islas Baleares.

METODOLOGÍA

En los resultados únicamente se incluyen los campos de boyas en zonas LIC, que son los gestionados por la Conselleria de Medi Ambient i Territori (CMAT). Actualmente la empresa CBBA, adjudicataria del concurso público, se encarga de la gestión diaria de estos campos. Las boyas se encuentran a disposición de los navegantes del 1 de junio al 30 de septiembre.

Los campos de boyas en LIC gestionados actualmente por la CMAT son:

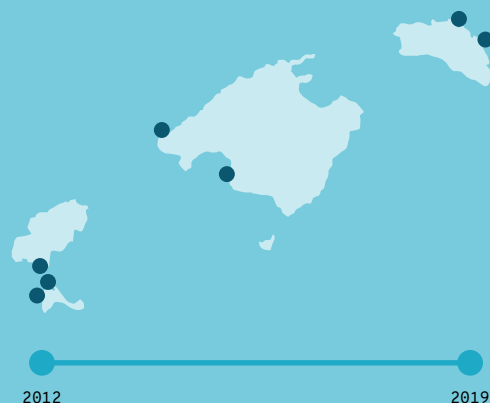
- Mallorca (2): Cala Blava y Sant Elm
- Menorca (2): Bahía de Fornells e Illa d'en Colom
- Ibiza (1): Ses Salines
- Formentera (2): S'Espalmador y Caló de s'Oli

Es preciso considerar que existe una amplia diversidad de organismos que gestionan campos de boyas fuera de los LIC de las Baleares (por ejemplo: Ports IB, Fundació Nous Vents, asociaciones de vecinos, etc.). Intentar recopilar toda esta información será el objetivo de futuras versiones del INFORME MAR BALEAR.

¿POR QUÉ?

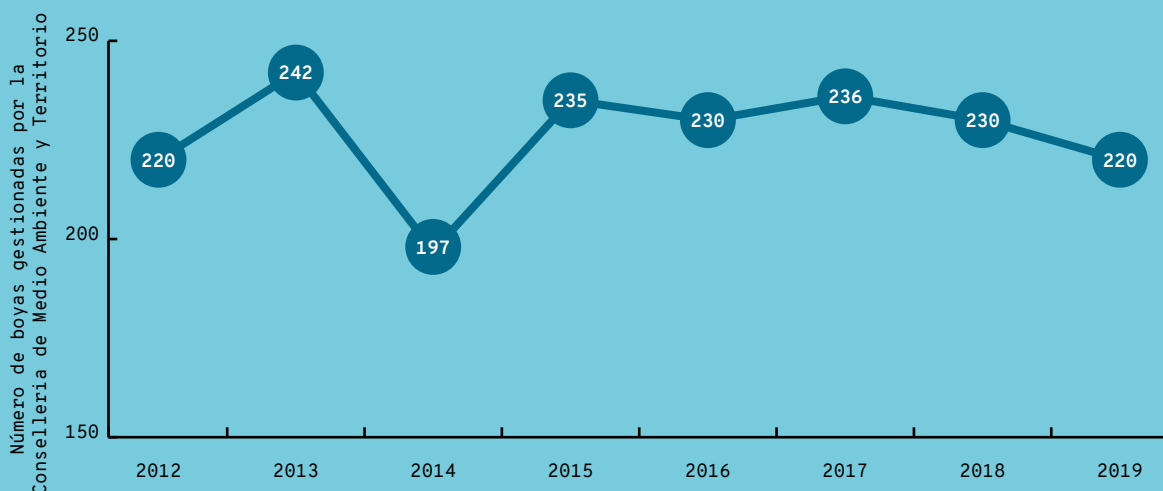
La gestión de estas boyas proporciona una medida de respuesta ambiental con el objetivo de hacer compatibles la navegación recreativa y la protección de las praderas de *Posidonia oceanica*.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- El número de boyas gestionadas por la CMAT desde 2012 ha variado entre 197 (2014) y 242 (2013).
- El mínimo de 197 boyas se explica debido a la cesión de la gestión de 4 campos de boyas.
- En 2019 la CMAT ha gestionado 220 boyas en Mallorca, Menorca y las Pitiusas, repartidas en 7 zonas LIC. Si incluimos las boyas de Cabrera, el número aumenta a 330 boyas.



Número de boyas en Mallorca, Menorca y las Pitiusas gestionadas entre los años 2012-2019 por la Conselleria de Medi Ambient i Territori. FUENTE: IBANAT, Conselleria de Medi Ambient i Territori.



Figura 2. Embarcaciones de recreo ancladas por medio de boyas de amarre de bajo impacto en Sant Elm (Mallorca). FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

Legislación estatal:

- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad (BOE núm. 299, 14/12/2007).
- Real Decreto 1421/2006, de 1 de abril, por el cual se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales de la fauna y de la flora silvestres (BOE núm. 288, 2/12/2006).
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de las especies amenazadas (BOE núm. 46, 23/2/2011).
- Real Decreto 1431/1992, de 27 de noviembre, por el que se aprueba el plan de ordenación de los recursos naturales del Parque Nacional Marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera.
- Decreto 19/2007, de 16 de marzo, por el que se aprueba el plan de ordenación de los Recursos Naturales de la Serra de Tramuntana.
- Acuerdo de Consejo de Gobierno, de 16 de mayo de 2003, por el que se aprueba definitivamente el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Albufera des Grau.
- Decreto 29/2006, de 24 de marzo, por el que se aprueba la ampliación de la lista de LIC y se declaran más Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) en el ámbito de las Islas Baleares.

Legislación autonómica:

- Ley 5/2005, de 26 de mayo, para la conservación de los espacios de relevancia ambiental (LECO).
- Decreto 25/2018, de 27 de julio, sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Islas Baleares.
- Decreto 132/2005, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el plan de uso y gestión del Parque Natural de las Salinas de Ibiza y Formentera.
- Decreto 58/2006, de 1 de julio, por el que se aprueba el plan de uso y gestión del Parque Nacional Marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera para el período 2006-2012.
- Acuerdo del Consejo de Gobierno, de 3 de marzo de 2006, por el que se aprueba definitivamente la lista de LIC aprobada por el Acuerdo del Consejo de Gobierno de 28 de julio de 2000 en el ámbito de las Islas Baleares.
- Decreto 25/2007, de 30 de marzo, de conformidad con la Ley de Gestión del LIC de Sa Dragonera (ES 0000221).
- Decreto 26/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC del Área Marina del Sur de Menorca (ES 5310036).
- Decreto 27/2007, de 30 de marzo de 2007, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC del Archipiélago de Cabrera-sección Área Costera del Migjorn de Mallorca (ES 0000083).
- Decreto 28/2007, de 30 de marzo, por el que

se aprueba el plan de gestión del LIC de Ad-daia en S'Albufera (ES 0000233) y S'Albufera des Grau (ES 000234).

- Decreto 29/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC del Área Marina del Norte de Menorca (ES 5310035).
- Decreto 32/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC Cap de Barbaria (ES 5310025).
- Decreto 33/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC Cap En-derrocat-Cap Blanc (ES 0000081).
- Decreto 34/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC Es Vedrà-Es Vedranell (ES 0000078).
- Decreto 35/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC La Mola (ES 5310024).
- Decreto 36/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC Costa de Llevant de Mallorca (ES 5310030).
- Decreto 37/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC Illots de Ponent de Ibiza (ES 5310023).
- Decreto 38/2007, de 30 de marzo, por el que se aprueba el plan de gestión del LIC Tagomago (ES 0000082).
- Decreto 47/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Gestión Natura 2000 del Archipiélago de Cabrera.
- Decreto 48/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el plan de Gestión Natura 2000 de las Salinas de Ibiza y Formentera.

- Decreto 49/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el plan de Gestión Natura 2000 de la Serra de Tramuntana.

METODOLOGÍA

La instalación de campos de boyas en el litoral balear se inició en 2004 en el marco del proyecto LIFE Posidonia Balears «Protección de praderas de Posidonia en Lugares de Interés Comunitario (LIC) de Baleares» (LIFE00 NAT/E/007303), por petición de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears. Este proyecto contó con la colaboración de la Direcció General de Pesca, la Fundació Bosch i Gimpera y el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados. Las zonas de instalación se localizan principalmente en áreas catalogadas como LIC. Desde su establecimiento, se han implantado campos de boyas en las siguientes zonas:

- Mallorca:
 - **Punta de l'Avançada (Pollença).** No vigente desde el año 2014.
 - **Bahía de Formentor.** Campo de boyas gestionado por la Fundació Nous Vents (vinculada a la ONG Projecte Home Balears), que actualmente consta de 94 boyas ($23 \leq 8\text{m}$; $28 \leq 15\text{m}$; $17 \leq 25\text{m}$; $7 \leq 35\text{m}$; $4 > 40\text{m}$; 15 boyas para residentes $> 10\text{m}$).
 - **Sant Elm***
 - **Cala Blava***
 - **Porto Petro,** gestionado por Ports IB (Club Nàutic de Porto Petro) desde 2014.
 - **Portocolom,** gestionado por Ports IB (Club Nàutic de Porto Petro) desde 2014.
- Menorca:
 - **Bahía de Fornells***
 - **Illa d'en Colom-Es Tamarells***
 - Existen zonas de Menorca, como S'Albufera des Grau, donde los campos de boyas están gestionados por asociaciones de vecinos.
- Ibiza:
 - **Ses Salines***

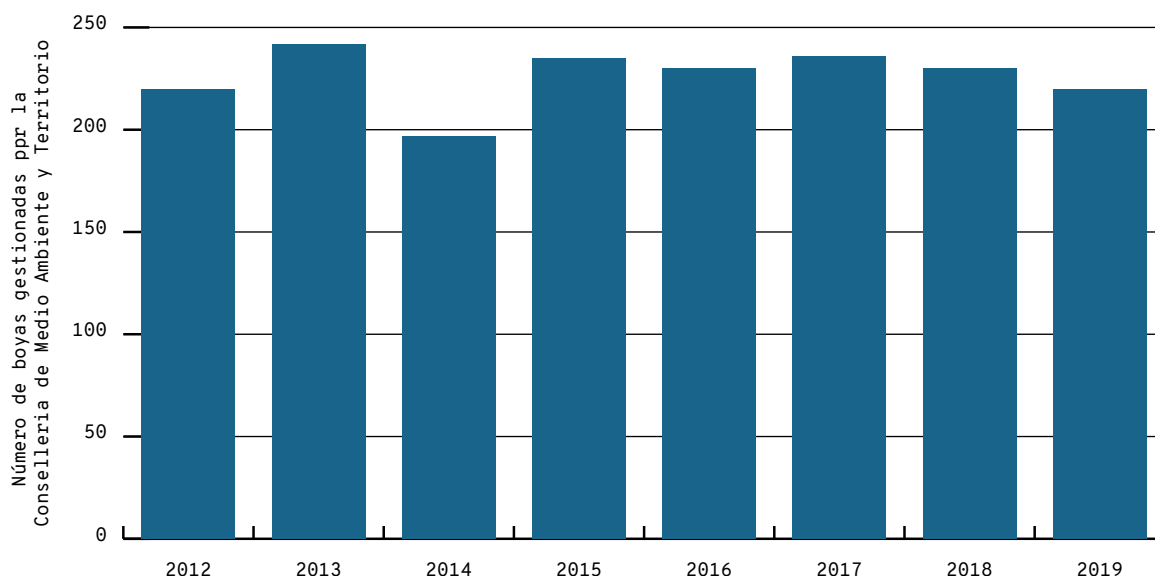


Figura 3. Número de boyas para el fondeo de bajo impacto gestionadas por la Conselleria de Medi Ambient i Territori entre los años 2013–2019. No se incluyen los datos de campos de boyas de Cabrera. FUENTE: IBANAT, Conselleria de Medi Ambient i Territori.

→ Formentera:

- S'Espalmador*
- Caló de s'Oli*

→ Cabrera:

- **Campos de fondeo gestionados por el Parque Nacional Marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera.** Existe un campo en funcionamiento todo el año que consta de 50 boyas nocturnas de pago. Desde Pascua hasta finales de octubre el parque dispone de 50 boyas más, diurnas y gratuitas.

(*) En los resultados del número de boyas nos centraremos en los campos de boyas que gestiona directamente la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears.

Existen diferentes tipos de boyas de amarre que, en general, se diferencian en función de la eslora de la embarcación, que otorga un radio de borneo diferente:

→ ≤ 8 m eslora

→ ≤ 15 m de eslora

→ ≤ 20 m de eslora (desde 2018)

→ ≤ 25 m de eslora (desde 2018)

→ ≤ 35 m de eslora (hasta 2012)

Según el tipo de hábitat de fondo, los fondeos de bajo impacto son de diferentes tipos:

- Fondos arenosos: muertos de hormigón
- Fondo posidonia: hélix

- Fondos rocosos: mediante taco químico que consiste en hierros fijados en roca con epoxi

El período de disposición de las boyas se extiende del 1 de junio al 30 de septiembre, y los mayores porcentajes de ocupación se producen desde mediados de julio hasta finales de agosto. Hasta 2011 la ocupación de boyas fue gratuita. Actualmente la mayoría de boyas se alquilan, y su precio varía entre, aproximadamente, 10 y 200 € diarios (por propuesta de la empresa adjudicataria) en función de los metros de eslora de cada embarcación.

Las limitaciones para interpretar el número de boyas radican en el hecho de estar gestionadas por diferentes organismos y con diversos métodos de gestión a lo largo del tiempo. Han sido gratuitas, de pago, un año no se instalaron (2011), etc., lo que imposibilita tener una visión completa de las tendencias en el tiempo, aunque sí orientativa.

RESULTADOS

El número de boyas de amarre gestionadas por la Conselleria de Medi Ambient i Territori desde 2013 (sin contabilizar Cabrera) muestra valores que oscilan entre 197-242 boyas (Figura 3). El mínimo de 197 boyas se alcanza en 2014, debido en parte a la entrega de la gestión de las boyas a otros organismos —como es el caso del campo de boyas de Formentor, que se cedió a la Fundació Nous Vents—. Además, se eliminó el campo de boyas de Punta de l'Avançada (Pollença) y se cedió a Ports IB la gestión de los campos de boyas de Porto Petro y Portocolom.

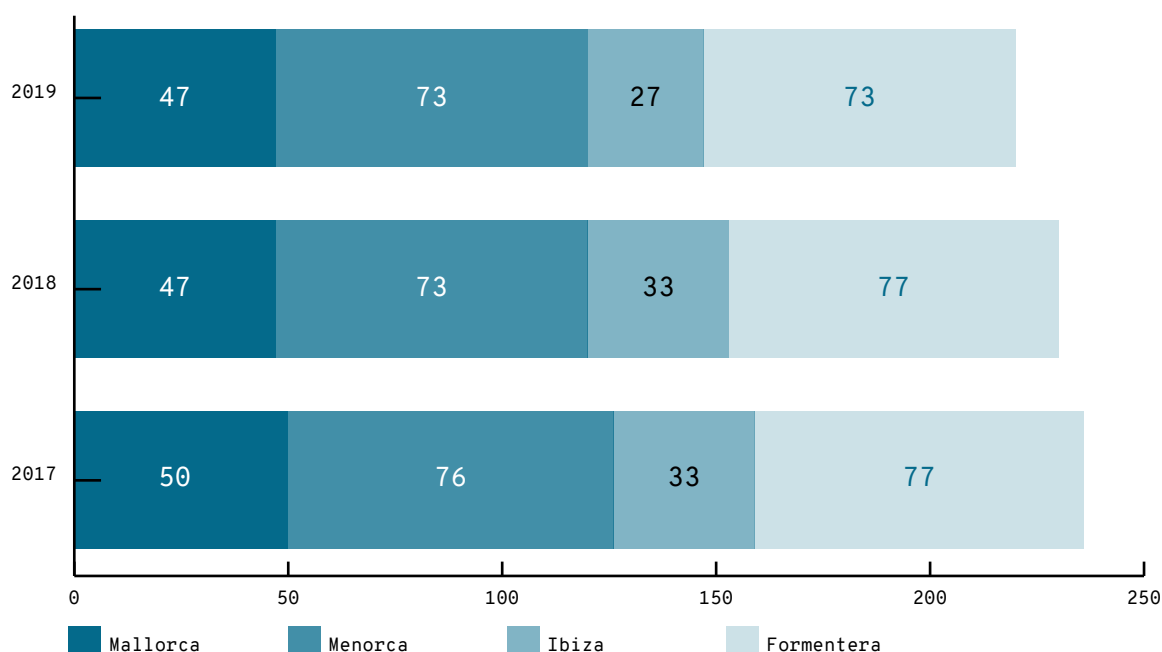


Figura 4. Detalle por islas del número de boyas gestionadas por la Conselleria de Medi Ambient i Territori entre los años 2017-2019. FUENTE: IBANAT, Conselleria de Medi Ambient i Territori.

En general, las disminuciones también pueden interpretarse por el hecho de que algunas fijaciones de boyas no se han encontrado o bien se han deteriorado.

Los datos de los últimos tres años por islas muestran que Formentera (73-81 boyas) y Menorca (76-73 boyas) disponen de mayor número de boyas, seguidas de Mallorca (47-50 boyas) e Ibiza (27-39 boyas) (Figura 4). En 2019 disminuyen las boyas en las Pitiusas con respecto a las de 2018 (con 6 boyas menos en Ibiza y 4 boyas menos en Formentera).

CONCLUSIONES

- La gestión de las boyas de amarre de bajo impacto ha ido variando desde su establecimiento. En 2019, la Conselleria de Medi Ambient i Territori gestiona 220 boyas en 7 campos de boyas de junio a septiembre. Si agregamos a estos datos los de Cabrera, en 2019 se gestionan 8 campos de boyas con 320 boyas.
- La mayor disminución en el número de boyas se observa en 2014, debido a la finalización de la gestión de 4 campos de boyas por parte de la Conselleria de Medi Ambient i Territori.
- En las Pitiusas, en 2019 hay 10 boyas menos que en 2018.
- En próximas versiones del INFORME MAR BALEAR se incluirán mejoras en la implementación de

este indicador con la introducción de todos los organismos que gestionan campos de boyas (Fundació Nous Vents, Parque Nacional Marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera, Ports IB, sector privado, etc.).

REFERENCIAS

- ¹ DEMARTINI, C. *et al.* (2010). «Stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages des navires de plaisance». *DREAL PACA*; Préfecture Maritime de la Méditerranée; Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement Méditerranée.
- ² MATEO, M. A. *et al.* (1997). «Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*». *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 44, 103-110. DOI:10.1006/ecss.1996.0116.
- ³ MARBÀ, N.; DUARTE, C. M. (1998). «Rhizome elongation and seagrass clonal growth». *Marine Ecology Progress Series*, 174, 269-280. DOI:10.3354/meps174269.

84-86

Servicio de vigilancia de la posidonia

La presencia de embarcaciones en el litoral balear va en aumento. La vigilancia de los fondeos sobre la planta marina *Posidonia oceanica* supone un requisito fundamental para su protección y conservación, y tiene como objetivo concienciar a la sociedad de la obligatoriedad de cumplir la normativa de no fondear sobre ella.

El servicio de vigilancia de *Posidonia oceanica* del mar Balear es pionero en el Mediterráneo en lo referente a vigilar que los barcos respeten la prohibición de fondear sobre posidonia. Este servicio funciona en todas las Islas y se encarga principalmente de informar, asesorar al fondeo y reubicar las embarcaciones mal fondeadas. Esta respuesta promueve los buenos hábitos del fondeo sobre arena o utilizando boyas de amarre, mitigando así los impactos futuros sobre los hábitats frágiles del fondo marino.

NORMATIVA

Protección de la posidonia y legislación ambiental

- Decreto 25/2018, de 27 de julio, sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Islas Baleares (BOIB núm. 93 de 28 de julio de 2018). Supone la legislación donde se prohíbe fondear sobre su superficie.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de especies en régimen de protección especial y del Catálogo español de especies amenazadas.
- Decreto 132/2005, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Plan rector de uso y gestión del Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera. Se prohíbe por primera vez el fondeo sobre posidonia y otras fanerógamas marinas.

- Ley 5/2005, de 26 de mayo, para la conservación de los espacios de relevancia ambiental (LECO). Establece diferentes penalizaciones en caso de infracción.
- Directiva Hábitats 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre (Anexo I: el hábitat 1120 *Posidonia oceanica* es un tipo de hábitat prioritario para la conservación).

Declaración de los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) Natura 2000 Islas Baleares.

- Acuerdo del Consejo de Gobierno, de día 3 de marzo de 2006, por el que se aprueba definitivamente la lista de LIC aprobada por el Acuerdo del Consejo de Gobierno de 28 de julio de 2000 en el ámbito de las Islas Baleares.

METODOLOGÍA

El servicio de vigilancia de la posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears utiliza embarcaciones y patrones profesionales con la titulación necesaria para prestar el servicio y llevar una embarcación de lista sexta para realizar vigilancia (Figura 1). Únicamente los agentes de medio ambiente (AMA) pueden levantar actas de denuncia por infracción, y acompañan al servicio de vigilancia una media de 3 a 4 días por semana. Se suman a la vigilancia las embarcaciones del Institut Balear de la Natura (IBANAT), organismo público encargado de gestionar el Parque Natural de S'Albufera des Grau

¿QUÉ ES?

El servicio de vigilancia de *Posidonia oceanica* es un equipo marítimo que se encarga de informar, asesorar y comprobar el fondeo sobre esta planta marina protegida. En caso de encontrar embarcaciones mal fondeadas, tal y como dicta la normativa (Decreto 25/2018), se mueven a zonas de fondeo permitidas sin posidonia y se puede sancionar.

METODOLOGÍA

Este servicio está gestionado por la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears y opera principalmente en aguas de los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) Natura 2000 de las Islas Baleares. Si a bordo de las embarcaciones de vigilancia se encuentra un Agente de Medio Ambiente (AMA) se pueden levantar actas.

RESULTADOS

Desde la implantación del servicio en todas las Islas (2017) se observa un aumento en el tiempo en cuanto al número de embarcaciones de vigilancia, el número de embarcaciones asesoradas y movidas, y el número de actas de infracción. Esto muestra una mejora significativa de gestión de este servicio con el paso del tiempo

¿POR QUÉ?

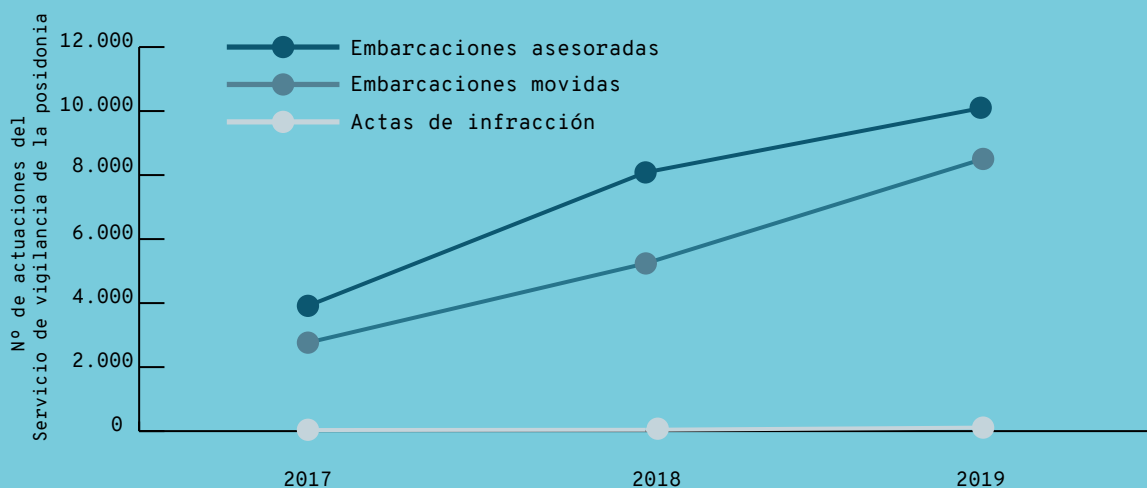
Los datos sobre el servicio de vigilancia proporcionan una visión sobre el comportamiento de la sociedad ante la prohibición de fondear sobre esta planta. Esta respuesta se puede utilizar para mejorar la gestión ambiental de los hábitats de posidonia. Se contabilizan las actuaciones del servicio en todas las islas sin incluir Cabrera.

LOCALIZACIÓN



Servicio de vigilancia posidonia

	2017	2018	2019
Nº de embarcaciones de vigilancia	10	15	15
Nº de embarcaciones asesoradas	3.914	8.083	10.104
Nº de embarcaciones movidas	2.764	5.239	8.504
Nº de actas de infracción	34	42	110



Número de actuaciones (embarcaciones asesoradas, embarcaciones movidas y actas de infracción) del servicio de vigilancia de posidonia entre los años 2017-2019. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

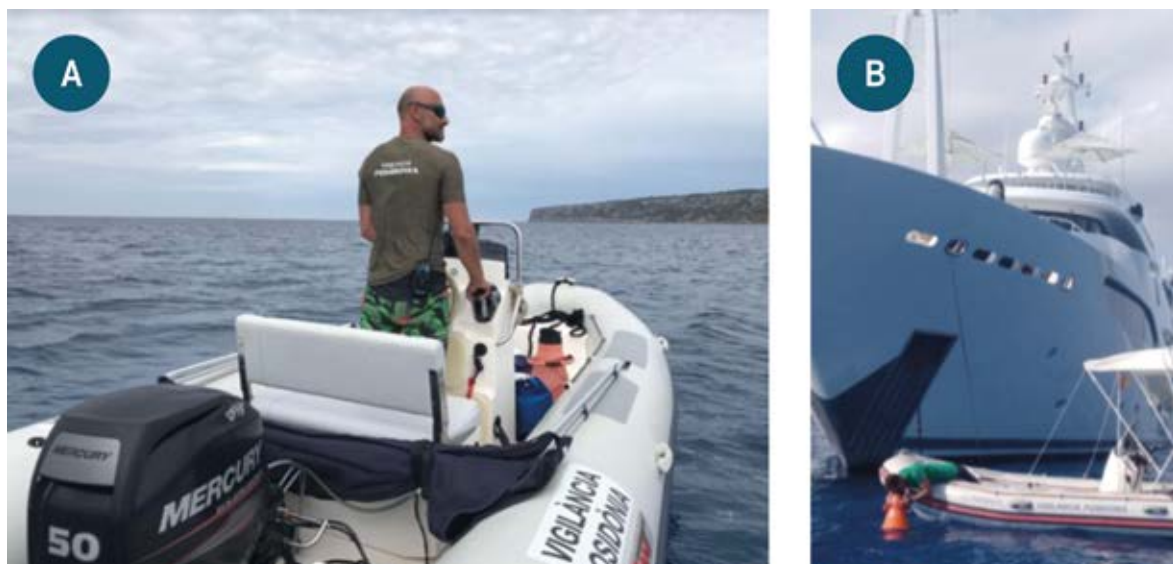


Figura 1. Actuaciones del servicio de vigilancia de posidonia con embarcación (A) y realizando comprobaciones superficiales del fondeo con mirafondos (B). FUENTE: IBANAT.

en Menorca, el Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera, las reservas naturales de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes o Illots de Ponent, en Ibiza, y del Parque Nacional Marítimo-terrestre del Archipiélago de Cabrera.

En 2012 se inicia un protocolo de vigilancia compartido con todos los agentes competentes (reservas marinas, Servicio Marítimo de la Guardia Civil, IBANAT, AMA) en Formentera, específicamente en el Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera. Este servicio se inicia en esta zona porque presenta una alta frecuencia de fondeos de embarcaciones recreativas de gran eslora y una alta afluencia de barcos en general durante la temporada estival, que al no caber en las manchas de arena producían fondeos y afecciones muy graves sobre los fondos, sancionables por el Decreto 132/2005. En 2013 se establece el servicio de vigilancia como tal y en 2017 se implanta en el resto de las islas.

El periodo de vigilancia se realiza del 15 de mayo al 30 de septiembre en las Pitiusas, mientras que en Mallorca y Menorca se establece del 1 de junio al 30 de septiembre. Los ciudadanos también pueden contribuir llamando al 112 para activar el protocolo de vigilancia; el 112 contacta con la Central de Incendios Forestales del IBANAT, desde donde se envía un patrón de vigilancia a la zona, un AMA o un agente de la Guardia Civil. Si las embarcaciones están mal fondeadas sobre posidonia se desplazan a una zona de fondeo adecuado. En caso de que se encuentre un AMA en la embarcación de vigilancia, se puede levantar un acta.

En la actualidad, la información que se colecta por parte del IBANAT, los patrones de vigilancia y los AMA consta de:

- 1) Número de embarcaciones de vigilancia
- 2) Número de embarcaciones informadas
- 3) Número de embarcaciones asesoradas

- 4) Número de embarcaciones comprobadas
- 5) Número de embarcaciones movidas
- 6) Número de actas de infracción por fondeo indebido

Aunque no se dispone de un registro continuo temporal de toda esta información, se presenta en los resultados toda la información facilitada. Se excluye de los resultados la información referente a la isla de Cabrera, que se intentará recopilar en futuras versiones del INFORME MAR BALEAR.

En cuanto al número de embarcaciones, en estos resultados se hace referencia exclusivamente a las del servicio de vigilancia de posidonia del IBANAT. Actualmente, el servicio está formado por 15 embarcaciones en todas las islas: 5 en Mallorca (repartidas entre Palma, Colònia de Sant Jordi, Portocolom, Colònia de Sant Pere, bahías de Pollença y Alcúdia, Cap de Cala Figuera y Calvià); 2 en Menorca (Ciutadella y Maó); 3 en Ibiza y 5 en Formentera (Parque Natural de Ses Salines, Platja de Tramuntana, Cala Saona y Tagomago).

Entre los años 2017-2019 se dispone de más información, y se estandarizan los resultados por número de embarcación de vigilancia para facilitar la comparación entre años y entre islas (Tabla 1).

Embarcaciones de vigilancia

	2017	2018	2019
Mallorca	3	5	5
Menorca	1	2	2
Ibiza	2	3	3
Formentera	4	5	5

Tabla 1. Número de embarcaciones por isla y por año utilizadas para la estandarización de las actuaciones.

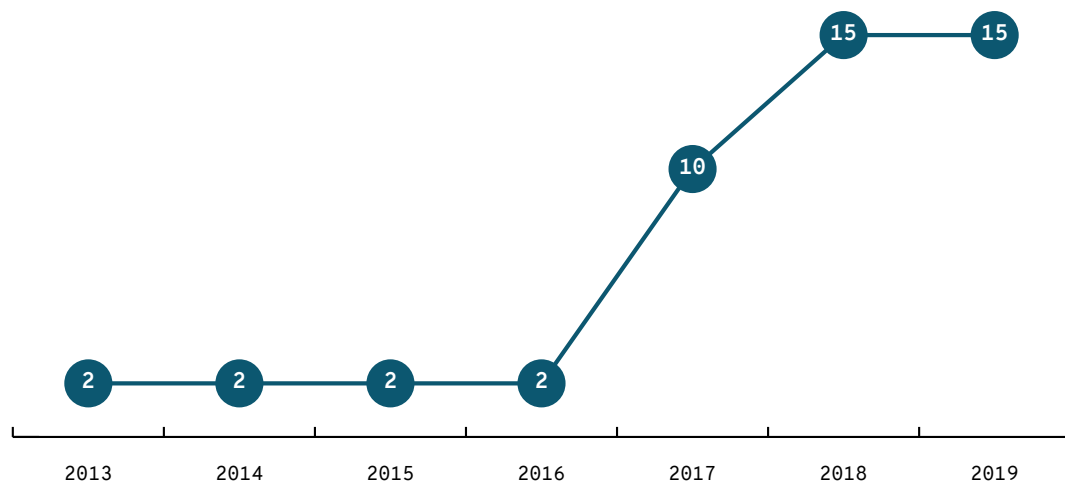


Figura 2. Número de embarcaciones del Servicio de Vigilancia posidonia entre 2013-2019. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

RESULTADOS

El número de embarcaciones del servicio de vigilancia de posidonia ha aumentado desde 2013 de 2 a 15 embarcaciones (Figura 2). Estos valores han ido oscilando con los mínimos de 2 embarcaciones, únicamente en Formentera, entre los años 2013-2016. En 2017 aumenta a 10 embarcaciones (3 en Mallorca, 4 en Formentera, 2 en Ibiza y 1 en Menorca). Desde 2018 el número de embarcaciones de vigilancia es de 15 (5 en Mallorca, 2 en Menorca, 3 en Ibiza y 5 en Formentera). En cada embarcación va un patrón de vigilancia.

El número de actuaciones del servicio de vigilancia de posidonia muestra un aumento creciente del número de embarcaciones asesoradas al fondeo y del número de embarcaciones movidas (Figura 3). La mejor comparativa se da entre los años 2018 y 2019, ya que estos disponen del mismo número de embarcaciones de vigilancia (15), lo cual resulta en un incremento en la actividad del servicio con más embarcaciones asesoradas al fondeo y más embarcaciones movidas. Este incremento puede relacionarse con un aumento de la efectividad del operativo con

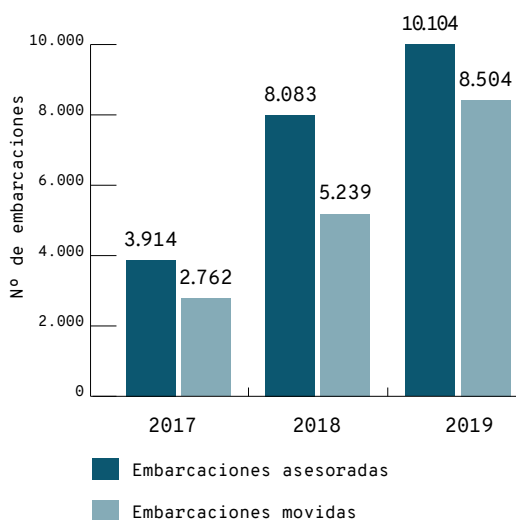


Figura 3. Número de embarcaciones asesoradas/informadas para el fondeo y número de embarcaciones movidas del servicio de vigilancia de posidonia de todas las islas (años 2017-2019). FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

el paso de los años, disponiendo de más tiempo para patrullar debido al conocimiento de los patrones de embarcación de sus zonas y al tener que asesorar menos a los barcos de gran eslora en algunas áreas. Cuando se analizan los datos de todas las actuaciones por embarcación de vigilancia, el número de embarcaciones movidas sube de 276 por embarcación en 2017 a 567 embarcaciones movidas por embarcación en 2019 (Figura 4).



Figura 4. Intervenciones del servicio de vigilancia de posidonia para el asesoramiento de fondeo (azul oscuro) y para recolocar embarcaciones mal fondeadas (azul claro). En 2017: 10 embarcaciones de vigilancia, mientras que en 2018 y 2019: 15 embarcaciones de vigilancia. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

En 2019, el número de embarcaciones informadas se ha incrementado sobre todo en Menorca con ~ 6.800 (Figura 5). Este aumento en tareas informativas en Menorca deriva de la poca frecuencia de barcos de gran eslora (> 25 m) en su litoral, por lo que el servicio se dedica más tiempo a informar que a asesorar. En Mallorca predomina el asesoramiento a embarcaciones de pequeña y mediana eslora (hasta 15 m), con un total de 3.550 embarcaciones, mientras que en el Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera las embarcaciones asesoradas son de esloras superiores (> 25 m).

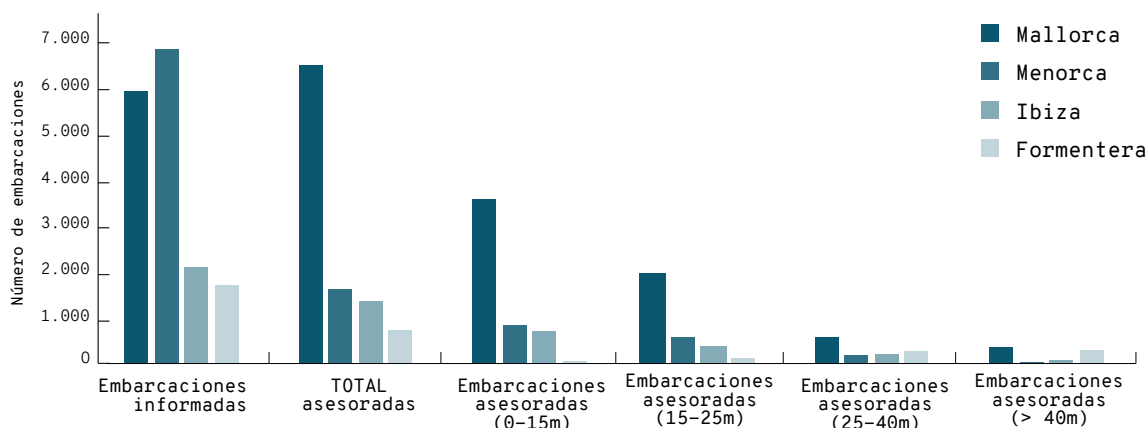


Figura 5. Número de embarcaciones informadas y asesoradas por tipo de eslora por islas en 2019. Datos elaborados en base a los resultados de las 15 embarcaciones del servicio de vigilancia de posidonia de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

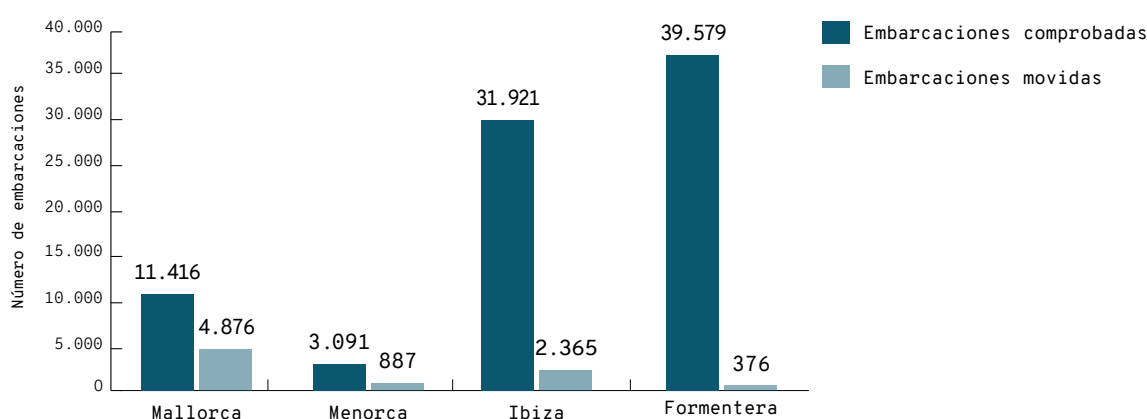


Figura 6. Número de embarcaciones comprobadas y movidas por islas en 2019. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

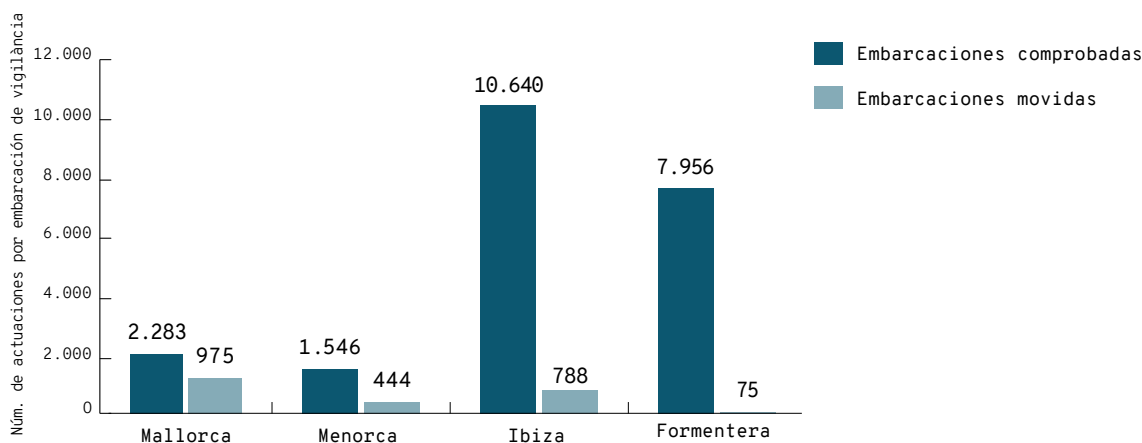


Figura 7. Número de embarcaciones comprobadas y movidas por islas en 2019 dividido por embarcación de vigilancia. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

En 2019, el mayor número de comprobaciones se realiza en Formentera, con casi 40.000, seguido de Ibiza (31.921), Mallorca (11.416) y Menorca (3.091) (Figura 6). En Menorca se comprueba una cifra mucho menor que en otras islas, posiblemente debido a un menor número de embarcaciones de gran eslora y a unas aguas con más visibilidad del fondo.

Cuando se analizan las actuaciones por embarcación de vigilancia en 2019, Ibiza presenta un mayor número de comprobaciones por embar-

cación (10.640) (Figura 7). El porcentaje de las embarcaciones revisadas con fondeo incorrecto en 2019 es de un 9,9 % (en 2018 fue de un 17 %). El mayor número de fondeos indebidos ocurre en Mallorca (42,7 %), seguido de Menorca (28,7 %), Ibiza (7,4 %) y Formentera (1 %).

En 2018 se informa a ~ 8.000 embarcaciones y se comprueba el fondeo sobre todo en Menorca (11.861 comprobaciones) y Mallorca (10.966 embarcaciones) (Figura 8). De todas las embarcaciones

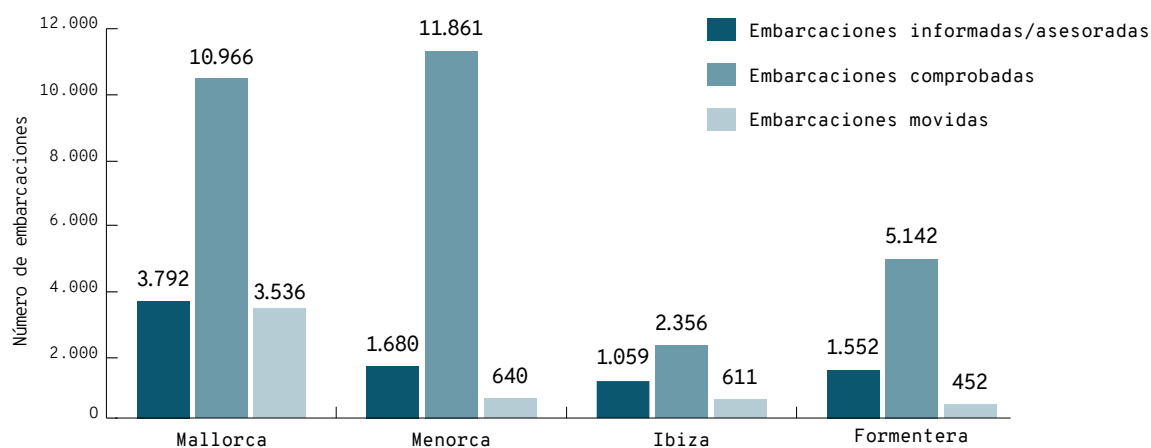


Figura 8. Número de embarcaciones comprobadas y movidas por islas en 2018 (A) y los mismos datos estandarizados por embarcación de vigilancia (B). FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

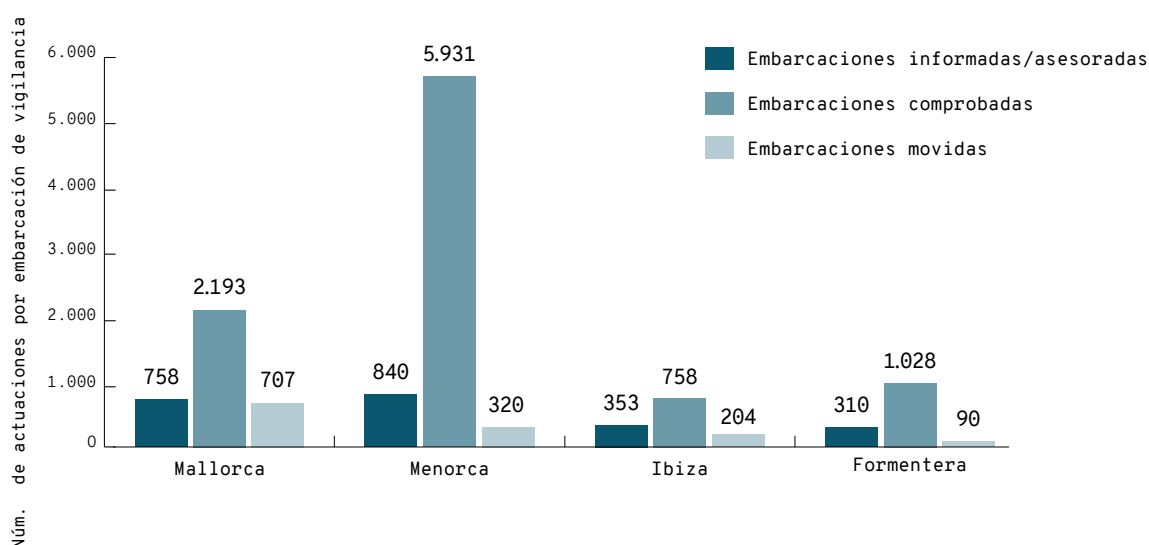


Figura 9. Número de embarcaciones comprobadas y movidas por embarcación de vigilancia y por islas en 2018. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

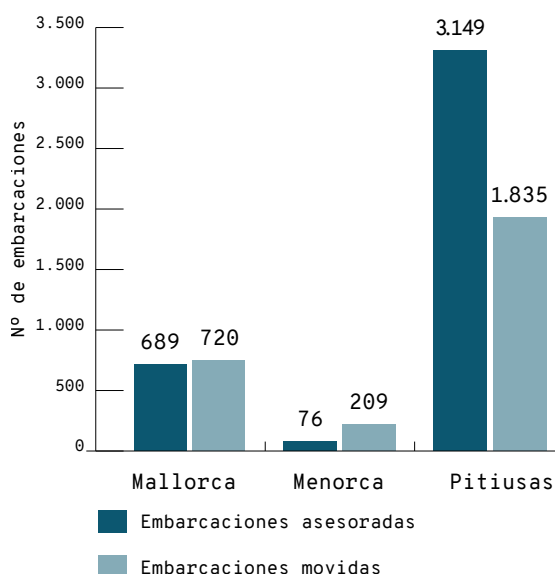


Figura 10. Número de embarcaciones comprobadas y movidas por islas en 2017. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

comprobadas en 2018, un 32,2 % fueron movidas en Mallorca, 5,4 % en Menorca, 25,9 % en Ibiza y 8,8 % en Formentera.

Las actuaciones de 2018 divididas por embarcación de vigilancia también muestran que en Menorca se producen mayor número de acciones de asesoramiento y comprobación (Figura 9).

En 2017, el número de embarcaciones asesoradas y movidas es un orden de magnitud mayor en las Pitiusas que en el resto de las islas (Figura 10).

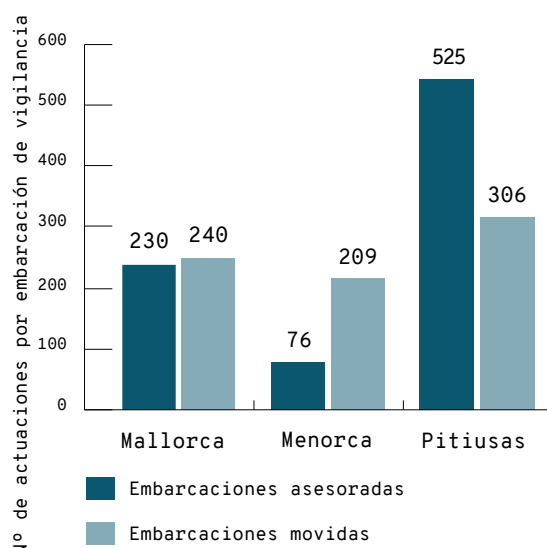


Figura 11. Número de actuaciones por número de embarcaciones de vigilancia en cada isla en 2017. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

El número de actuaciones por embarcación de vigilancia en 2017 en las Pitiusas es el mayor, tanto de asesoramiento al fondeo como de embarcaciones movidas (Figura 11).

Con respecto al número de infracciones, los AMA levantan 110 actas en 2019 (80 en Mallorca, 21 en Menorca y 9 en Ibiza). En 2018, las actas se reducen a 42, mientras que en 2017 se presentan 34 actas (Figura 12). Nota: no están contabilizadas las sanciones de Cabrera.

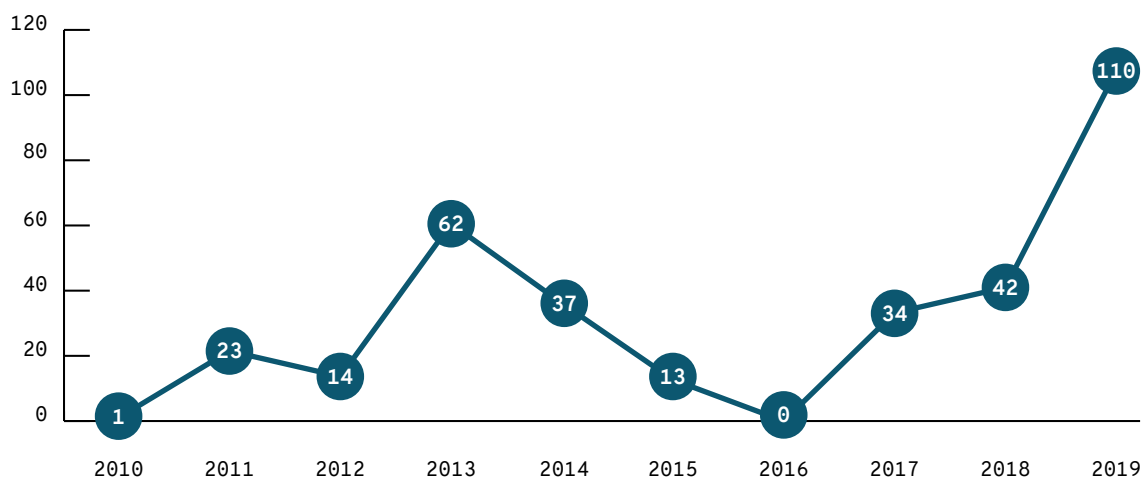


Figura 12. Número de actas de infracción por fondeo indebido de los Agentes de Medio Ambiente en todas las Islas Baleares, sin incluir Cabrera. FUENTE: Conselleria de Medi Ambient i Territori e IBANAT.

CONCLUSIONES

- Con los años, se ha impulsado una mejora del servicio de vigilancia de posidonia por medio de un aumento en las embarcaciones que vigilan los fondeos en todas las Islas. Este hecho permite ampliar la vigilancia a otras zonas.
- Desde que se estableció el servicio en todas las Islas en 2017, el número de actuaciones (informadas, asesoradas y movidas con asesoramiento) ha aumentado gradualmente. En 2019 se comprobó ~ 4 veces más el fondeo que en 2018.
- El número de embarcaciones movidas aumenta desde 2017 hasta 2019 en Mallorca, Menorca e Ibiza (Mallorca ha movido 1.340 embarcaciones más respecto a 2018; Menorca, 247 embarcaciones, e Ibiza, 1.754). En cambio, este número disminuye con los años en Formentera (76 embarcaciones menos movidas en 2019 respecto a 2018), probablemente debido a que en esta isla se implantó el servicio de vigilancia hace más años y los patrones quizás conozcan las zonas de conflicto para el fondeo.
- En 2019 Mallorca presenta los mayores porcentajes de embarcaciones movidas de las comprobadas (42,7 %), seguida de Menorca (28,7 %). Ibiza y Formentera muestran el menor número de embarcaciones movidas de las comprobadas (7,4 % y 1 % respectivamente).
- Las embarcaciones de mayor eslora (> 25 m) se concentran en las Pitiusas, mientras que en Menorca son escasas. Esto permite disponer de más tiempo para informar a más embarcaciones en Menorca que en otras islas, ya que se deben asesorar y comprobar menos embarcaciones.
- Las actas de infracción por fondeos indebidos sobre fondos de posidonia ascienden a más del doble en 2019 (110 actas) respecto a 2018 (42 actas).

Educación ambiental marina

(porcentajes de interés, de oferta y demanda y de barreras más citadas en actividades de educación ambiental marina)

Se entiende por educación ambiental marina aquella práctica que pretende acercar las personas al mar para que este mejore su estado. Los objetivos de la educación ambiental marina consisten en promover (1) la acción para la mejora ambiental, (2) el trato de las problemáticas existentes y (3) el cambio social, utilizando herramientas de comunicación, divulgación, información, concienciación y sensibilización.

Una de las claves para la mejora de los ecosistemas marinos es implicar a la sociedad en actividades de educación ambiental marina. Estas actividades pueden ser realizadas por parte de todos los sectores de las Islas Baleares (sector público, privado y tercer sector). Por tanto, para mejorar la situación de la educación ambiental marina es necesario conocer el interés de cada sector en promover actividades de este tipo, la oferta y la demanda existentes y las principales barreras encontradas.

METODOLOGÍA

Los resultados proceden de tres estudios internos de consultorías de Mallorca,¹ Menorca² y las Pitiusas³ encargados por la Fundación Marilles para el análisis de las siguientes preguntas:

- ¿Qué entidades se dedican a la educación ambiental marina o tienen interés en ello?
- ¿Cuál es la oferta y la demanda existentes?
- ¿Qué barreras limitantes se encuentran para la expansión de la oferta educativa?

Las principales herramientas utilizadas para responder estas preguntas constan de:

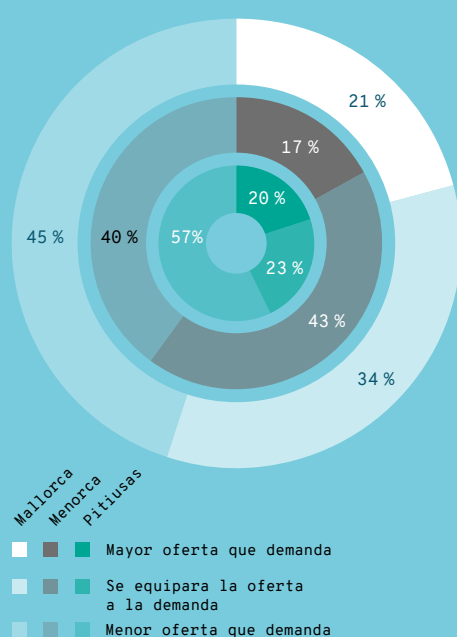
- A. Una búsqueda inicial en la red de los principales agentes identificados en educación ambiental marina.
- B. Realización de cuestionarios *online* a las distintas entidades encontradas en (A) utilizando la extensión Google Forms (Tabla 1). Los cuestionarios se complementaron con entrevistas telefónicas/presenciales para la constatación y mejora de la información adquirida y recogida de percepciones.

¿QUÉ ES?

Actividad que utiliza herramientas de comunicación, divulgación, información y concienciación para acercar las personas al mar. Tiene como objetivo principal mejorar el estado del mar, ya que su práctica invita a la actuación, a tratar las problemáticas existentes y al cambio social. Estas prácticas pueden realizarse por parte de todos los sectores de las Islas (público, privado y tercer sector).

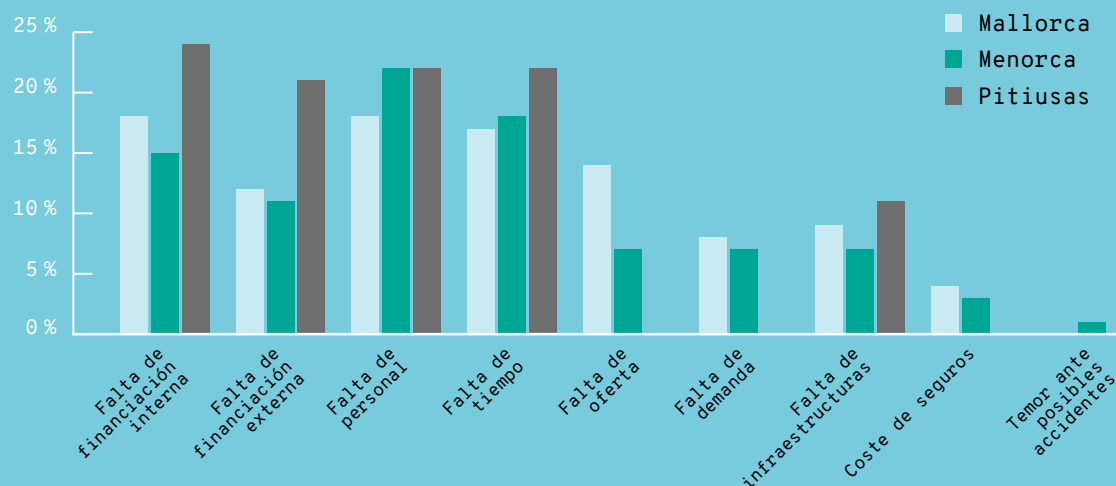
RESULTADOS

Se identifican 5 sectores implicados en educación ambiental marina en Baleares: (1) instituciones públicas, (2) tercer sector, (3) centros educativos, (4) sector privado y (5) entidades de tiempo libre. En general, existe oferta de actividades entre los distintos sectores, pero todavía la demanda de actividades es mayor que la oferta en todas las Islas.



Relación del porcentaje de oferta y demanda en actividades de educación ambiental marina de todos los sectores de las Islas Baleares. FUENTES: Ribas-Villalta (2018), Viladomat-Rojo (2018), Pi-Cunningham (2019).

Las principales barreras encontradas para la realización de actividades de educación ambiental marina son similares en todas las Islas. Se citan principalmente: la falta de recursos económicos tanto internos como externos, la falta de personal y la falta de tiempo.

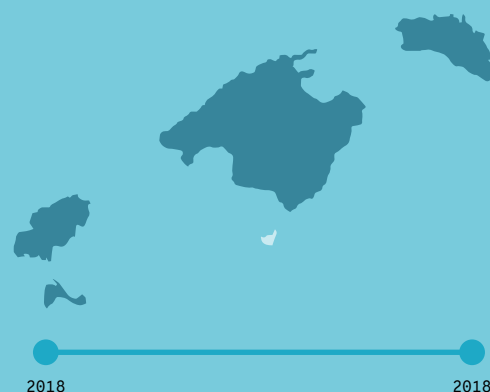


Porcentaje de barreras más citadas por islas en la realización de actividades de educación ambiental marina. FUENTE: Ribas-Villalta (2018), Viladomat-Rojo (2018), Pi-Cunningham (2019).

¿POR QUÉ?

Ofrece una orientación sobre la respuesta y el interés de la sociedad en conocer el medio marino para promover su buen estado de conservación. También identifica las problemáticas principales que impiden cubrir la demanda de actividades de educación ambiental marina.

LOCALIZACIÓN



METODOLOGÍA

Se analizan las siguientes preguntas por medio de encuestas:

- ¿Qué entidades se dedican a la educación ambiental marina o muestran interés en ella?
- ¿Cuál es la oferta y la demanda existentes?
- ¿Qué barreras limitantes se encuentran para la expansión de la oferta educativa?

Cuestionario 1	Educación ambiental marina en las Islas Baleares
Datos generales	Nombre, localidad, sector, página web
Datos de contacto	Persona responsable, nombre, cargo, teléfono, correo electrónico
Oferta	¿Llevan a cabo actividades de educación ambiental marina? (Sí/No) ¿Estarían interesados/as en promoverlas? (Sí/No) "En el caso de representar a un centro escolar: ¿se ofrecen actividades extraescolares del sector marino/marítimo/náutico? (Sí/No)" ¿Estarían interesados/as en ampliar la oferta extraescolar de su centro? (Sí/No)
Demanda	¿Qué demanda general real existe de actividades de educación ambiental marina? (Mayor oferta que demanda / Se equipara la oferta a la demanda / Menor oferta que demanda)
Barreras	"¿Qué barreras les impiden llevar a cabo más actividades en el sector de la educación ambiental marina? (Falta de tiempo, falta de recursos económicos internos, falta de financiación externa, falta de infraestructura, falta de personal, falta de oferta, falta de demanda, temor ante posibles accidentes, coste de los seguros, otros)"
Recomendaciones	"Sugerencias o recomendaciones para solventar las barreras y para ampliar la oferta de equipamientos"

Tabla 1. Cuestionario empleado para conocer la situación de la educación ambiental en Baleares. FUENTES: Ribas-Villalta,¹ Viladomat-Rojo,² Pi-Cunningham.³

Las principales limitaciones en la metodología de este estudio radican en el muestreo incompleto (bajo volumen de respuestas por parte de las entidades) y, por lo tanto, los resultados estadísticos no deben considerarse extrapolables al sector o área de estudio. También es preciso considerar que algunas preguntas de los cuestionarios se han podido confundir o malinterpretar, lo cual afecta a la fiabilidad de los datos. Para solucionar este punto se complementaron los cuestionarios con el contacto telefónico o presencial.

RESULTADOS

Se han identificado cinco sectores implicados en educación ambiental marina en Baleares:

- 1. Instituciones públicas (estatal, autonómico, insular, local).
- 2. Tercer sector (ONG/asociaciones/fundaciones).
- 3. Centros educativos (públicos, privados, concertados). El número de centros educativos ecoambientales de la Conselleria d'Educació, Universitat i Recerca para el curso 2018/2019 es de 143: 82 en Mallorca, 38 en Ibiza, 16 en Menorca y 4 en Formentera.
- 4. Sector privado, representantes mayoritarios de la oferta de actividades (empresas que se dedican a la educación ambiental, asociaciones de trabajadores, clubs de buceo, clubs náuticos).

→ 5. Entidades de tiempo libre (centros de educación para el tiempo libre, escuelas).

Mallorca

El volumen de respuestas al cuestionario es bajo: 131 respuestas (22 % de participación). El porcentaje de respuestas por sectores muestra, de mayor a menor participación: centros educativos (40 %), instituciones públicas (27 %), ONG/asociaciones/fundaciones (15 %), sector privado (12 %) y entidades de tiempo libre (6 %) (Figura 1).

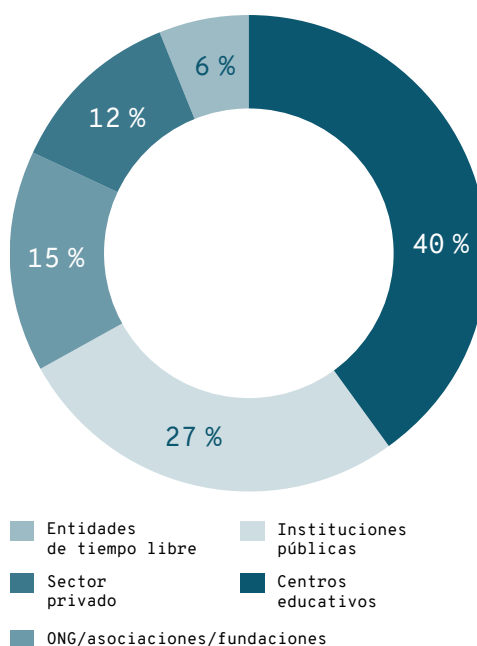


Figura 1. Porcentajes de participación del cuestionario (Tabla 1) de los distintos actores de Mallorca implicados en educación ambiental marina. FUENTE: Ribas-Villalta.¹

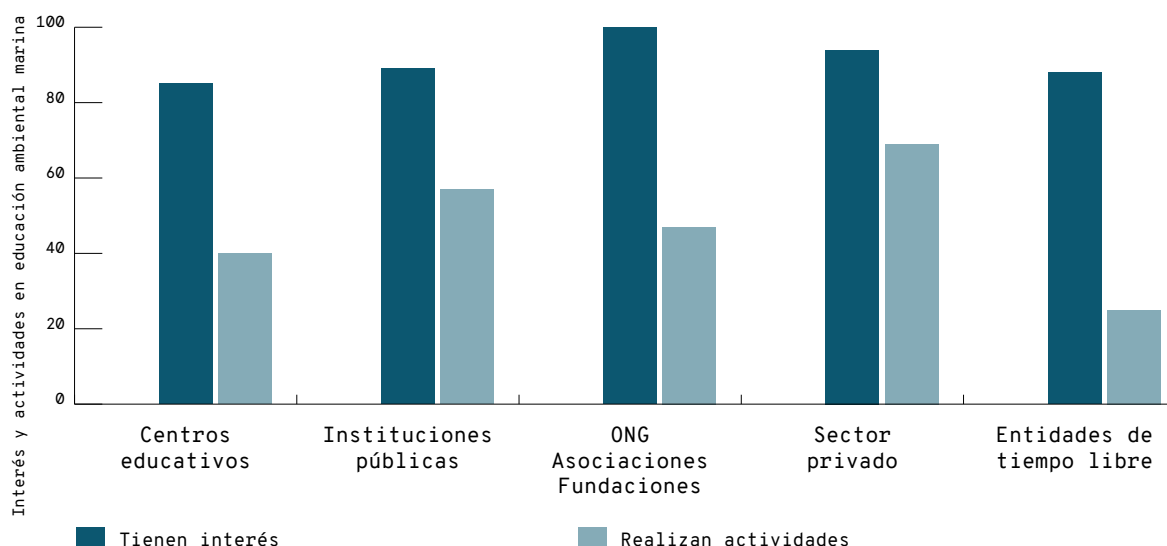


Figura 2. Porcentajes de interés en actividades de educación ambiental marina por parte de los cinco sectores en Mallorca. FUENTE: Ribas-Villalta.¹

El porcentaje de interés en promover actividades relacionadas con la educación ambiental marina refleja una elevada demanda (>80 %) por parte de todos los sectores de Mallorca (Figura 2). La realización de actividades es menor al interés en todos los sectores, siendo superior en el sector privado (69 %), seguido de las instituciones públicas (57 %), ONG/asociaciones/fundaciones (47 %), centros educativos (40 %) y, por último, entidades de tiempo libre (25 %).

En los sectores de Mallorca suele ser menor la oferta que la demanda de actividades de educación ambiental marina, a excepción de las instituciones públicas y las entidades de tiempo libre (Figura 3). El sector que mayor demanda tiene frente a la oferta es el de ONG/asociaciones/fundaciones, con un

63 %. El sector con mayor oferta frente a la demanda son las entidades de tiempo libre, con un 37 %.

Los principales factores limitantes más citados en el desarrollo de iniciativas en Mallorca son: la falta de personal y recursos económicos internos/externos, la falta de tiempo, la falta de oferta/demanda y la falta de infraestructuras (Figura 4). Además de las barreras citadas en la Figura 4, la proximidad al mar también se ha mencionado como barrera en los municipios de interior, donde los centros educativos, ayuntamientos y entidades de tiempo libre suelen enfocarse hacia otras áreas de la educación ambiental. Los centros educativos y las asociaciones destacan la falta de coordinación y apoyo entre las distintas entidades que forman sus sectores.

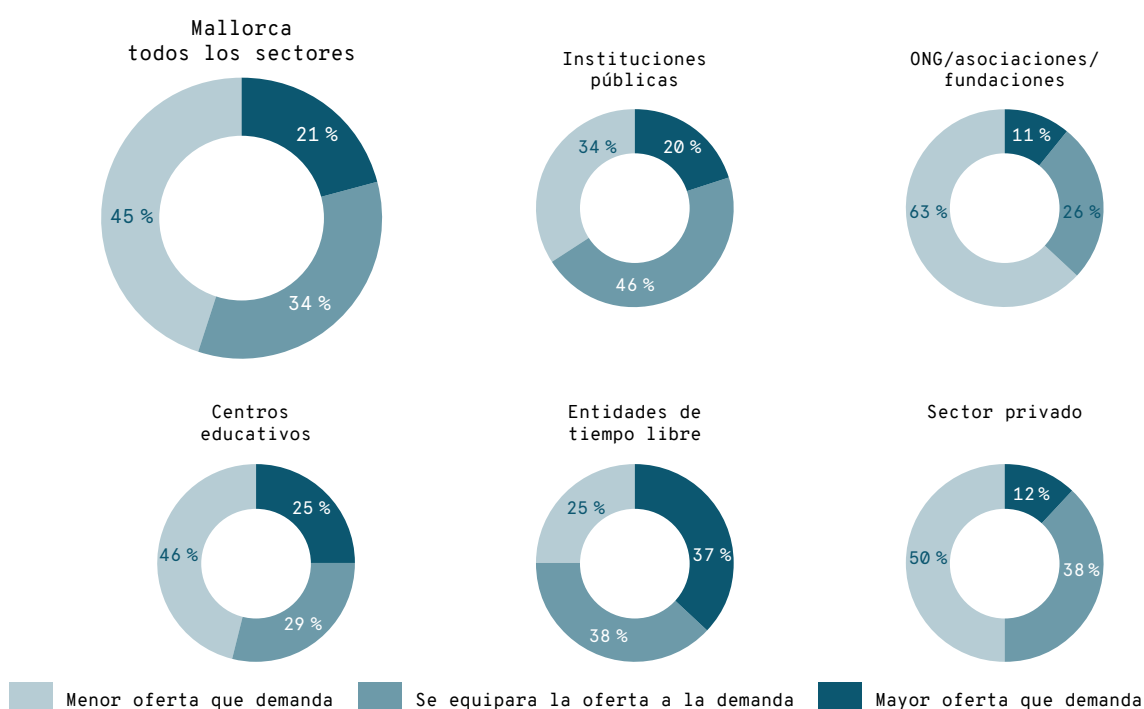


Figura 3. Porcentajes de oferta vs. demanda en actividades de educación ambiental marina de todos los sectores de Mallorca. FUENTE: Ribas-Villalta.¹

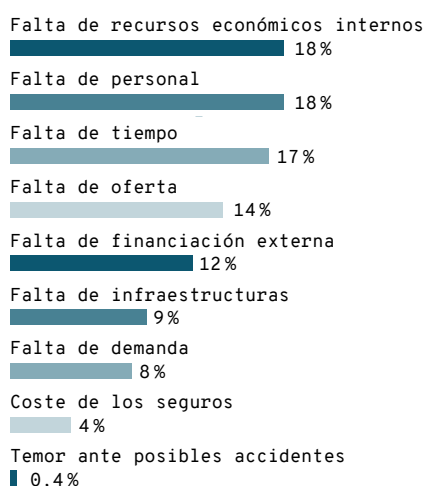


Figura 4. Porcentajes de las barreras más citadas para impulsar actividades de educación ambiental marina en Mallorca. FUENTE: Ribas-Villalta.¹

Menorca

En Menorca, se enviaron 167 cuestionarios *online*, se contactó por teléfono con 92 entidades y se realizaron 11 entrevistas presenciales (7 a centros educativos y 4 a instituciones públicas).

El 69 % de todas las entidades están interesadas en promover la educación ambiental marina

(Figura 5). Por sectores, un 100 % de entidades de tiempo libre; un 81 % de ONG/asociaciones/fundaciones; un 79 % de instituciones públicas; un 78 % de sector privado y, en último lugar, un 51 % de centros educativos.

La mayor parte de las entidades consultadas no realizan actividades de educación ambiental marina, pero sí relacionadas con la educación ambiental. Ello puede deberse al mayor desconocimiento del ecosistema marino por parte de la sociedad. El 63 % de las entidades estudiadas no realizan actividades relacionadas con la educación ambiental marina. Sí que realizan actividades el 3 % de los centros educativos, el 44 % del sector privado, el 62 % de instituciones públicas y ONG/asociaciones/fundaciones y el 100 % de entidades de tiempo libre (Figura 6). Destaca el bajo porcentaje por parte de los centros educativos, aunque es preciso considerar que los resultados solo hacen referencia a los recursos internos de cada entidad (muchas escuelas traen personal externo para realizar talleres, charlas o salidas).

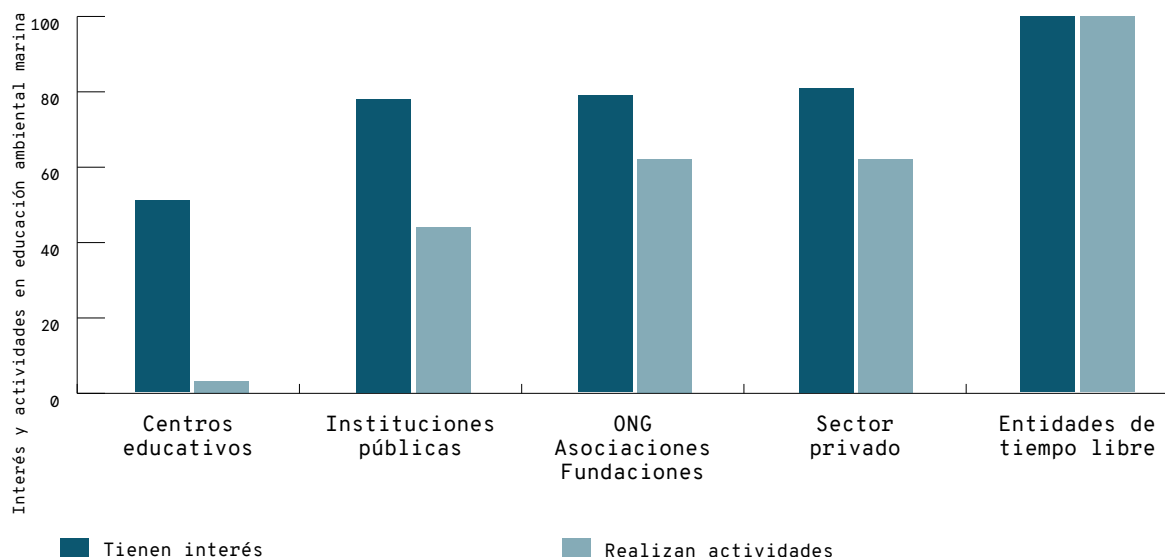


Figura 5. Porcentajes de interés en realizar actividades de educación ambiental marina por parte de los distintos sectores de Menorca. FUENTE: Viladomat-Rojo.²

La demanda se equipara o es mayor que la oferta cuando se analizan todos los sectores de Menorca en conjunto (Figura 6). La oferta es baja (17 %), aunque las entidades se disponen a fomentar actividades de educación ambiental marina. Se suele conocer la oferta local pero no resulta fácil encontrar la información de entidades que trabajan en planos más amplios. Por sectores, las entidades de tiempo libre son las que muestran mayor oferta que demanda (50 %), y el tercer sector, el que menor (8 %).

Las principales barreras citadas en los sectores de Menorca han sido la falta de personal, de tiempo, de recursos económicos internos/externos (Figura 7). En particular, las instituciones públicas y el sector de ONG, asociaciones y fundaciones mencionan la falta de personal como barrera principal. Las entidades de tiempo libre y los centros educativos citan con mayor frecuencia la falta de tiempo. El sector privado cita ambas opciones, falta de tiempo y falta de personal.

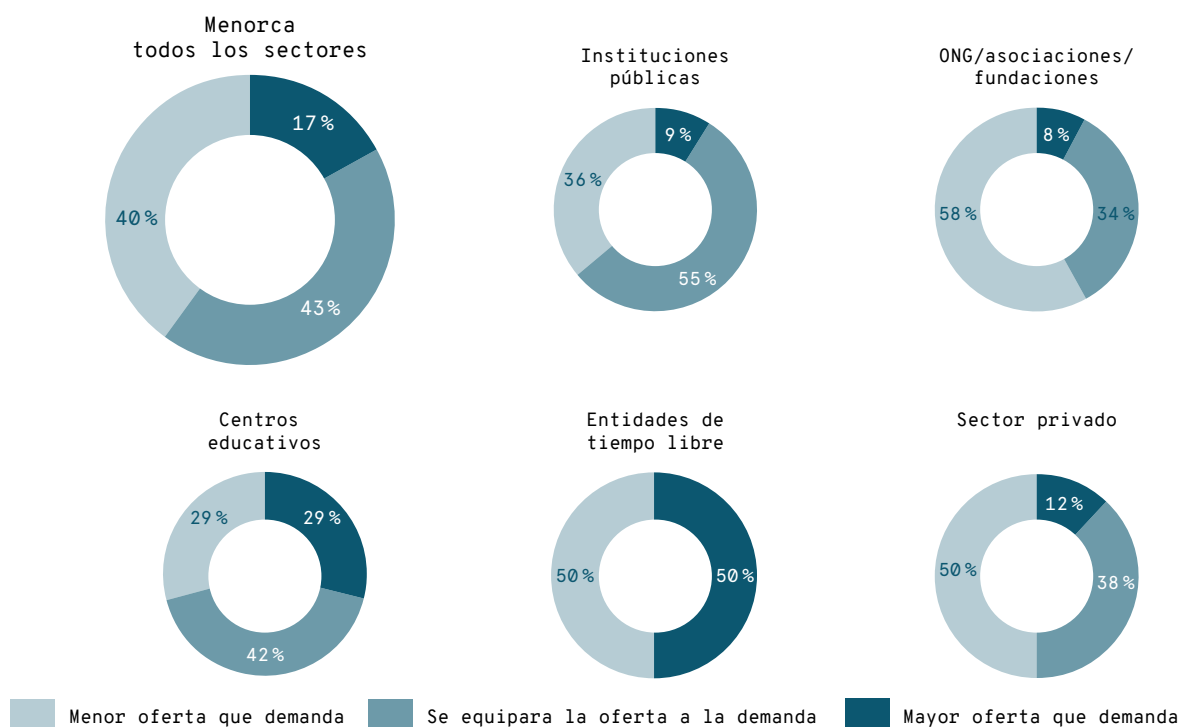


Figura 6. Porcentajes de oferta vs. demanda de actividades de educación ambiental marina de todos los sectores de Menorca. FUENTE: Viladomat-Rojo.²

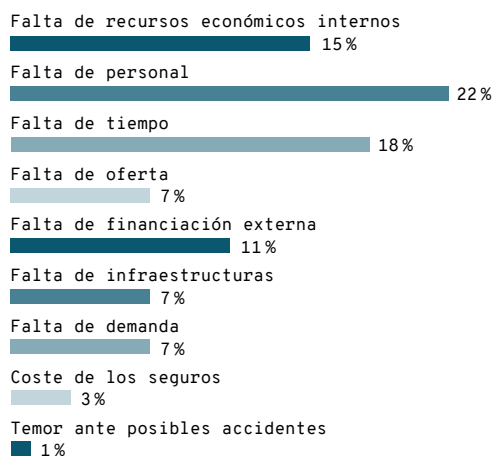


Figura 7. Datos porcentuales por tipo de barrera presentes en conjunto y en cada una de las 5 entidades estudiadas de Menorca. FUENTE: Viladomat-Rojo.²

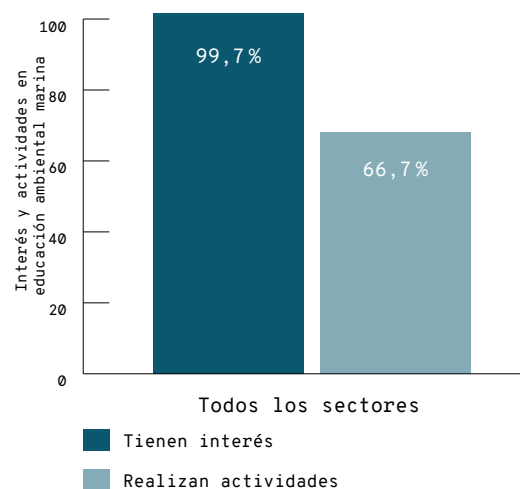


Figura 8. Porcentaje de interés y actividades en educación ambiental marina de todos los sectores de las Pitiusas en conjunto. FUENTE: Pi-Cunningham.³

Islas Pitiusas

En Ibiza y Formentera se enviaron 240 cuestionarios que fueron contestados por 98 entidades, lo que supone un 41 % de participación.

El 66,7 % de todos los sectores en conjunto realiza actividades de educación ambiental marina y el 96,7 % tiene interés en promoverlas (Figura 8). En los centros escolares, el 12,8 % ofrece actividades extraescolares de educación ambiental marina y el 63,9% estaría interesado en ampliar la oferta.

En el 56,7 % de todos los sectores es menor la oferta que la demanda (Figura 9). Lo contrario se considera en un 20 %, mientras que se equiparan la oferta y demanda en un 23,3 %. No existen datos aislados de cada sector de las Pitiusas, solo en conjunto.

Las principales barreras para fomentar la educación ambiental marina en las Pitiusas se atribuyen a la falta de recursos económicos internos (24 %), falta de tiempo (23 %), falta de personal (22 %), falta de financiación externa (21 %) y, en menor cantidad, falta de infraestructuras (11%) (Figura 10).

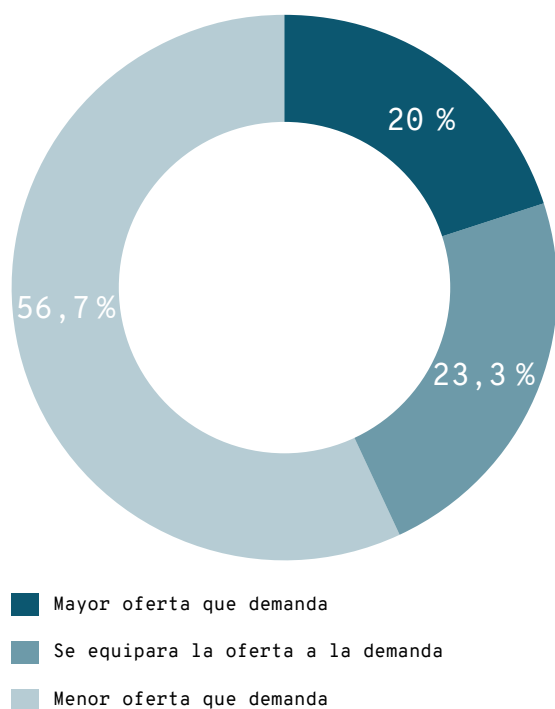


Figura 9. Relación del porcentaje de oferta y demanda en actividades de educación ambiental marina de todos los sectores de Ibiza. FUENTE: Pi-Cunningham.³

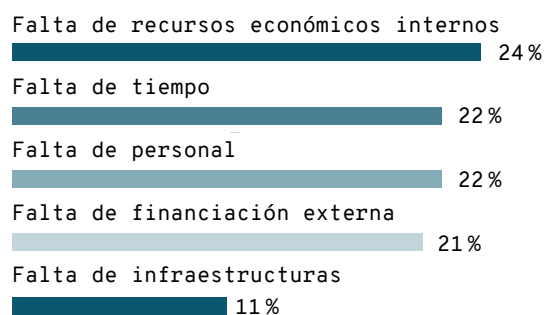


Figura 10. Porcentaje de barreras citadas para el fomento de actividades de educación marina en todos los sectores de Ibiza. FUENTE: Pi-Cunningham.³

CONCLUSIONES

En general, existe una oferta bastante amplia de actividades en todas las islas, pero no llega a cubrir la demanda (Figura 11). Los porcentajes de oferta mayor a la demanda son bastante similares en todas las Baleares, variando entre el 17-21 %. En los casos donde se igualan la oferta y la demanda, existe más heterogeneidad en los resultados entre islas. Menorca presenta el mayor porcentaje (43 %), seguida de Mallorca (34 %) y las Pitiusas (23 %). Finalmente, en las Pitiusas la oferta es menor que la demanda en el 57 % de los casos; les sigue Mallorca con un 45 % y Menorca con un 40 %.

Sería preciso aprovechar el interés de las entidades de los diferentes sectores para potenciar actividades de educación ambiental marina.

Las principales limitaciones reportadas son (1) falta de coordinación e información; (2) falta de diversificación de la oferta en cuanto a contenidos y destinatarios; y (3) falta de personal cualificado y de tiempo, lo que se traduce en una falta de financiación.

Aunque los datos presentados son bastante limitantes, es preciso considerar que su riqueza radica en la recogida de contactos e información cualitativa por medio de encuestas. A través de encuestas anuales podrían realizarse mejoras en la información sobre indicadores de educación ambiental marina. Deberían añadirse nuevos indicadores como, por ejemplo, el número de alumnos que realizan actividades de educación ambiental marina en las Baleares.

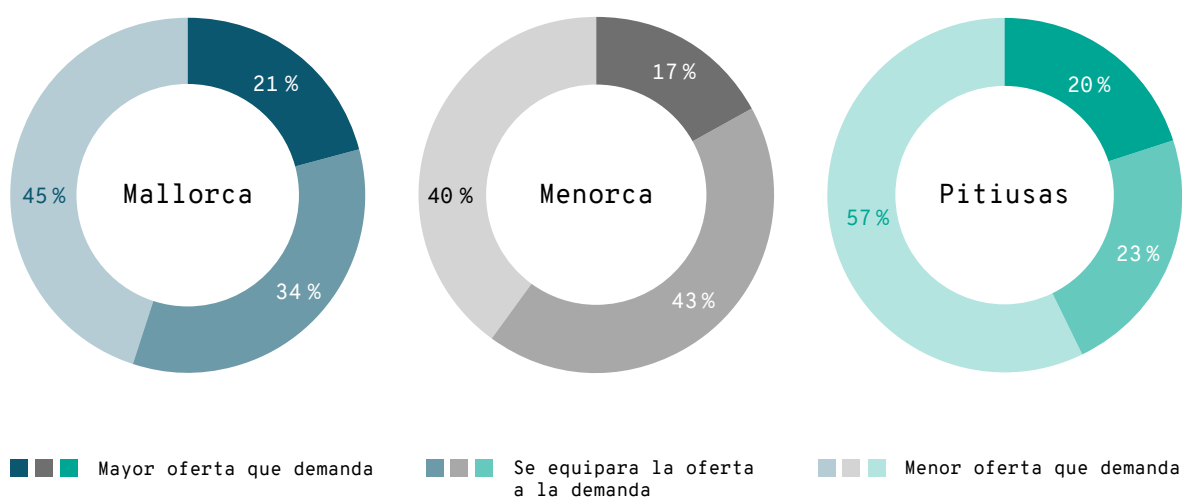


Figura 11. Porcentajes de oferta respecto a la demanda en actividades de educación ambiental marina en todas las Islas Baleares. FUENTES: Ribas-Villalta,¹ Viladomat-Rojo,² Pi-Cunningham.³

REFERENCIAS

¹ RIBAS-VILLALTA, B. (2018). «Mallorca: Educación ambiental marina. Agentes implicados, oferta, demanda y barreras». [Informe inédito para la Fundación Marilles].

² VILADOMAT-ROJO, M. (2018). «Menorca: Educación ambiental marina. Agentes implicados, oferta, demanda y barreras». [Informe inédito para la Fundación Marilles].

³ PI-CUNNINGHAM, A. (2019). «Pitiusas: Educación ambiental marina. Agentes implicados, oferta, demanda y barreras». [Informe inédito para la Fundación Marilles].



Barca de vigilancia en la Reserva Marina del Llevant de Mallorca. FUENTE: Toni Font.

X

Gestión pesquera

88 Evolución del área y porcentaje de mar y litoral balear protegidos como reservas marinas de interés pesquero	336
--	-----

88

Evolución del área y porcentaje de mar y litoral balear protegidos como reservas marinas de interés pesquero

Las reservas marinas de interés pesquero son porciones del medio marino donde la pesca industrial o semindustrial (arrastre, cerco y palangre de superficie) están prohibidas, mientras que la pesca artesanal o la recreativa se encuentran reguladas. Algunas reservas marinas incluyen superficies cerradas totalmente a la pesca, lo que se denomina reserva integral o *no-take zone*.

Globalmente, estas figuras de gestión pesquera se convierten en herramientas para la regeneración de los ecosistemas marinos, con el doble objetivo de incrementar la productividad de los recursos pesqueros y conservar hábitats y especies marinas.

METODOLOGÍA

Para el cálculo de la evolución del área se ha extraído información sobre las reservas marinas de las Islas Baleares de la página web de la Direcció General

de Pesca i Medi Marí (Servei de Recursos Marins). Para poner en perspectiva el porcentaje (%) de mar y litoral balear protegidos por reservas marinas de interés pesquero, se presentan datos en referencia a:

1. Mar Balear: definido como el contorno del promontorio balear sumergido hasta la isóbata de 1.000 m de profundidad. Ocupa un área total de 28.290 km².
2. Aguas litorales: estimadas aproximadamente en 5.000 km²

¿QUÉ ES?

Las reservas marinas de interés pesquero son figuras de protección pesquera donde se prohíbe la pesca de arrastre y se regulan las actividades de pesca artesanal o recreativa. Algunas reservas marinas incluyen áreas de reserva integral, donde la extracción de recursos pesqueros se encuentra totalmente prohibida. Se crean para regenerar los ecosistemas marinos de las zonas protegidas con un doble objetivo: (1) incrementar la productividad de los recursos pesqueros y (2) conservar los hábitats y las especies.

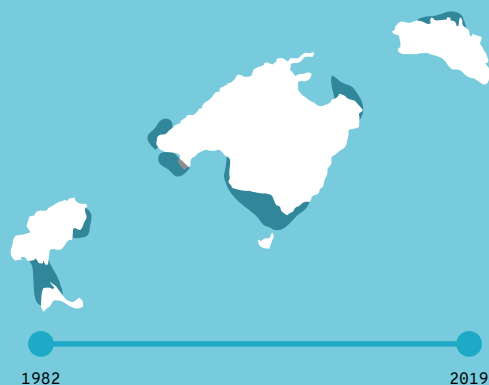
METODOLOGÍA

Se compilan los datos de las reservas marinas de la página web de la Direcció General de Pesca i Medi Marí <https://www.caib.es/sites/reservesmarines/es/plano_de_situacion_y_zonificacion-852/>. Se describen los datos en función del área de mar Balear delimitada por la isóbata de 1.000 m de profundidad (A = 28.290 km²).

¿POR QUÉ?

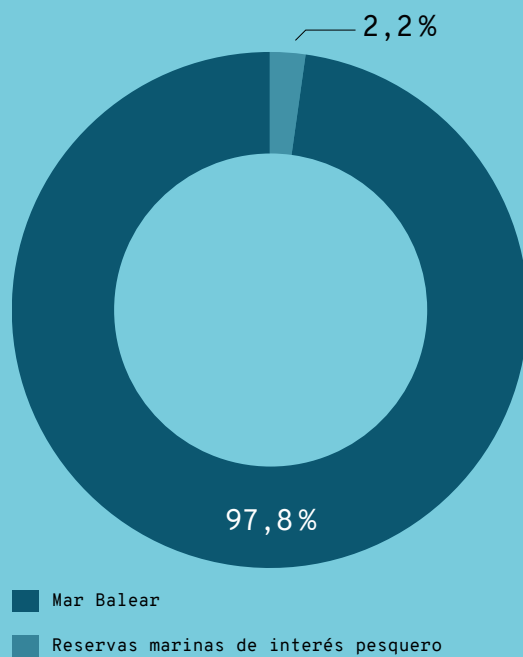
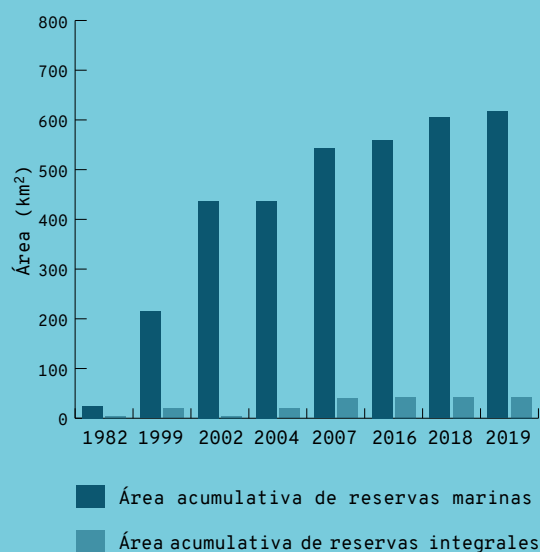
Este indicador se utiliza como medida de respuesta para mejorar la gestión marina en cuanto a la regeneración de los recursos pesqueros.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

Las reservas marinas de interés pesquero en las Baleares son 11: 6 en Mallorca, 2 en Menorca y 3 en las Pitiusas. Desde su establecimiento en 1982, las áreas de reservas marinas han ido aumentando gradualmente hasta sumar un área total de 613,7 km². Este incremento no es de la misma magnitud en las zonas de reserva integral, que solo alcanzan los 42,6 km².



Evolución, desde su establecimiento, del área de las reservas marinas de interés pesquero de Baleares y del área de reserva integral que incluyen. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Un 2,2 % del mar Balear se encuentra protegido por medio de reservas marinas de interés pesquero, dentro de las cuales un 0,9 % se encuentra totalmente cerrado a la pesca (reserva integral). FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

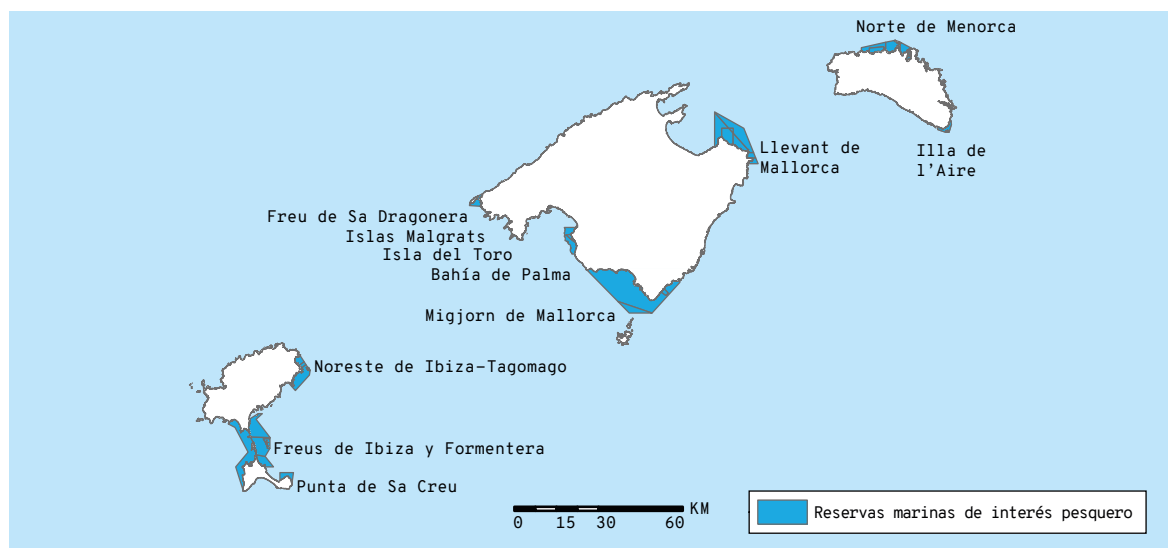


Figura 1. Mapa de las Islas Baleares con la localización de las 11 reservas marinas (azul claro). FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

RESULTADOS

Las reservas marinas de interés pesquero en las Baleares son 11 (Tabla 1, Fig. 1). Por orden de año de establecimiento, se trata de las siguientes: Bahía de Palma (1982), Norte de Menorca (1999), Freus de Ibiza y Formentera (1999), Migjorn de Mallorca (2002), Isla del Toro (2004), Islas Malgrats (2004), Llevant de Mallorca (2007), Freu de sa Dragonera (2016), Punta de sa Creu (2018), Noreste de Ibiza-Tagomago (2018) e Illa de l'Aire (2019).

Nombre de la reserva	Año	Área total (km ²)	Área reserva integral (km ²)
Bahía de Palma	1982	23,94	2
Menorca	1999	50,85	11,11
Freus Ibiza y Formentera	1999	136,17	4,27
Migjorn de Mallorca	2002	223,23	2,93
Isla del Toro	2004	1,5	-
Islas Malgrats	2004	0,89	-
Llevant de Mallorca	2007	112,86	20,05
Freu de sa Dragonera	2016	9,12	-
Punta de sa Creu	2018	10,59	-
Noreste Ibiza-Tagomago	2018	37,38	2,28
TOTAL		613,72	42,64
% de mar Balear		2,17	0,15

Tabla 1. Descripción de las distintas reservas marinas de Baleares y su año de creación. Área de Mar Balear considerada: 28.290 km². Área de litoral balear considerado: 5.000 km². FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Evolución del área

Desde 1982, las reservas marinas de interés pesquero han acumulado una superficie total de 614 km² (Tabla 1, Figura 2). Los mayores incrementos se producen en los años 1999, 2002 y 2007, como resultado de agregar las reservas marinas de mayor superficie de las Baleares: Freus de Ibiza y Formentera, Migjorn de Mallorca y Llevant de Mallorca, respectivamente. La superficie cerrada a la pesca que conforman las reservas integrales o *no-take zones* no aumenta signi-

ficativamente con el tiempo (Tabla 1, Fig. 2). Este tipo de reserva más restrictiva alcanza un área acumulativa de 43 km² en 2019. El área de las reservas integrales (*no-take zones*) supone solo un 7 % del área de reserva marina de interés pesquero total.

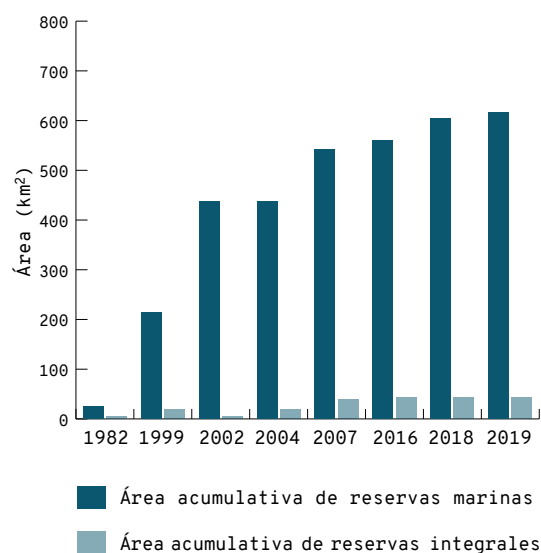


Figura 2. Gráfico de barras indicando la evolución en superficie acumulativa de las reservas marinas de interés pesquero de las Baleares (azul oscuro) y sus áreas de reserva integral (azul claro). FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

Porcentaje de mar balear protegido

El porcentaje de mar Balear protegido por reservas marinas de interés pesquero es de un 2,17 %, mientras que las zonas de reserva integral suponen un 0,15 % (Tabla 1).

Porcentaje de litoral balear protegido

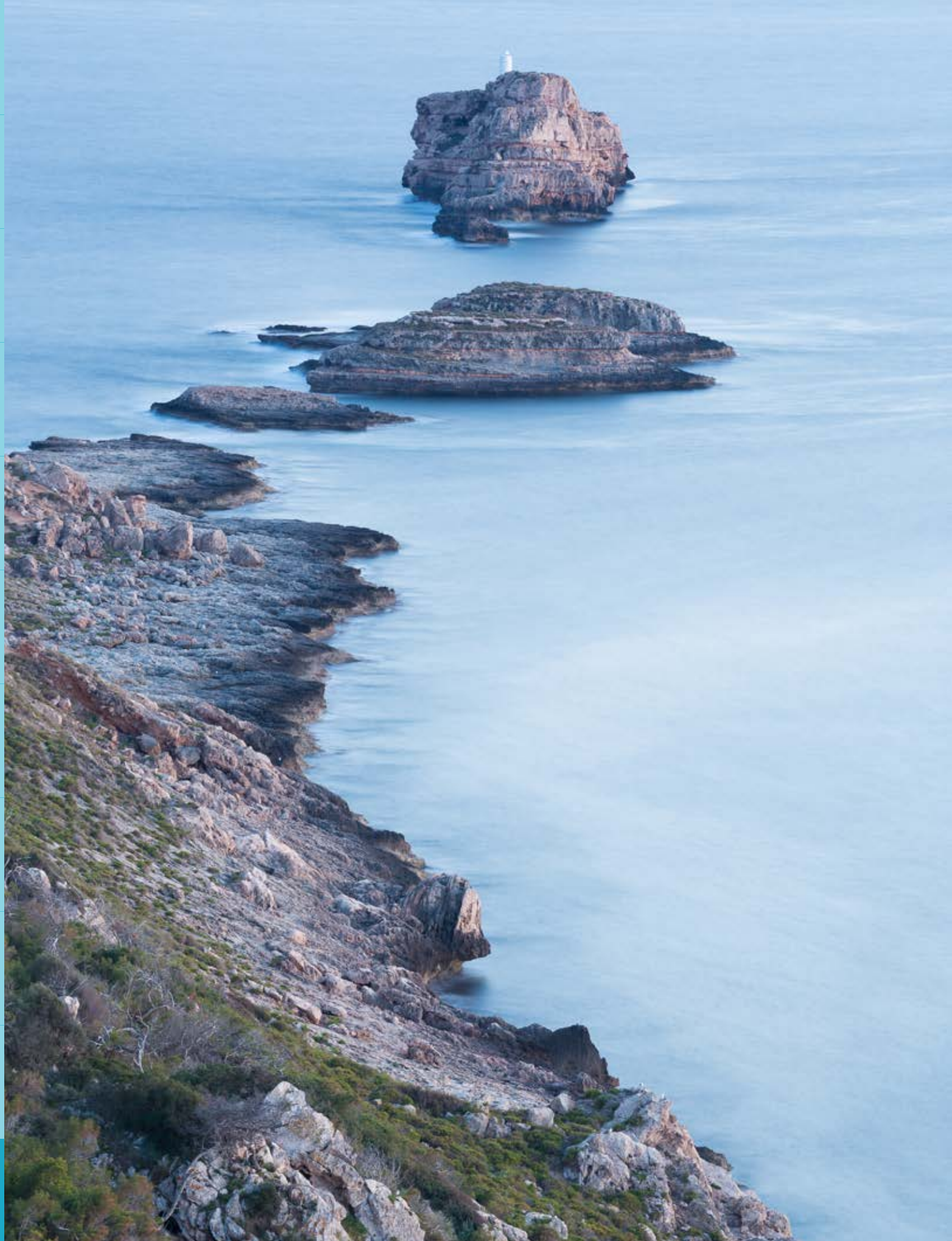
Se estima que el porcentaje de litoral protegido por reservas marinas es de un 12,27 %, mientras que el de las zonas de reserva integral es de un 0,85 %.

CONCLUSIONES

- Existen 11 reservas marinas de interés pesquero gestionadas por el Govern de les Illes Balears: 6 en Mallorca, 2 Menorca y 3 en Ibiza y Formentera.
- Las reservas marinas de interés pesquero de las Baleares han aumentado en las últimas cuatro décadas hasta un total de 614 km².
- El incremento del área de las *no-take zones* ha pasado de 2 km² a 43 km² en 40 años.
- Las reservas integrales representan un 7 % de la zona total de reserva marina de interés pesquero.
- Un 2,17 % del mar Balear se encuentra protegido por reservas marinas y un 0,15 % por reservas integrales. Por lo tanto, un 0,15 % del mar Balear se encuentra totalmente cerrado a la pesca.
- Respecto a los 5.000 km de aguas litorales, las reservas marinas suponen el 12,27 % protegido, mientras que la reserva integral supone el 0,85 %.

REFERENCIAS

- ¹ SERVEI DE RECURSOS MARINS. Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears <https://www.caib.es/sites/reservesmarines/es/plano_de_situacion_y_zonificacion-852/>.



Reserva marina de interés pesquero de la Isla del Toro, Mallorca. FUENTE: Sebastià Torrens.

XI

Inversión en mejora del medio marino

89	Gasto e inversión en áreas marinas protegidas	342
----	---	-----

Gasto e inversión en áreas marinas protegidas

Las áreas marinas protegidas (AMP) se utilizan globalmente como herramientas para la preservación y regeneración del capital natural de los océanos. Un factor fundamental para la mejora de la gestión y funcionamiento de estas áreas recae en su financiación. Por tanto, es preciso conocer la información sobre la cantidad económica que se destina a la conservación del medio marino de las Islas Baleares para evaluar su relación coste-beneficio. Este tipo de estudio financiero de AMP supone el primero en Europa, y tiene como objetivo final poder ser utilizado para implementar la gestión de cada AMP y mejorar su estado.

METODOLOGÍA

La información presentada en estos resultados procede de un estudio interno encargado por la Fundación Marilles realizado por la consultoría ambiental Pandion en 2018 [<https://marilles.org/storage/media/2019/12/300/estudi-de-despesa-amp.pdf>]¹. La recopilación de datos para este estudio consistió en 2 meses de trabajo de campo por medio de entrevistas, reuniones con los gestores, consultas bibliográficas, búsquedas por internet, cartas de petición de información dirigidas a los directivos de las diferentes instituciones, prensa, etc.

En la realización del estudio, se contactó con un mínimo de 95 personas de las siguientes entidades:

- Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears (incluyendo sus departamentos dependientes).
- Organismos del Gobierno de España (Secretaría General de Pesca Marítima [SGPM] y Organismo Autónomo Parques Nacionales [OAPN]).
- Consejos insulares de Menorca, Ibiza y Formentera.
- Municipios.
- Organismos de investigación.
- ONG y fundaciones (Oceana, Tursiops, GENGOB, GOB Menorca, Sociedad Española de Ornitología [SEO]).

Las limitaciones de los resultados del estudio surgen de una problemática general en cuanto al conocimiento histórico de los gastos de financiación en AMP. Esto se debe, en parte, a la poca cultura de recopilación de datos de los organismos públicos de España. Como consecuencia, se originan vacíos de información y falta de consistencia en el tipo de datos colectados. Otro impedimento en la colecta de datos deriva del amplio espectro de organismos gestores de las AMP, lo cual imposibilita disponer de un recuento exacto del gasto anual y sin distinciones entre el gasto de ámbito terrestre o marino.

No obstante, se ha conseguido estudiar 6 áreas principales de gasto e inversión:

- **i) Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera (PNMTAC).** Se recogen datos muy fiables de la cifra total del presupuesto anual entre 1991 y 2008 por medio del análisis de copias en papel de las memorias de 1991-1992, 1994-1998; documentación de trabajo de la dirección del parque; acuerdos de la comisión de cogestión que se formó a partir de 2003 para preparar la transferencia del parque; y actas del patronato proporcionadas por los directivos.
- **ii) Reserva Natural de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent.** En AMP no se dispone de una contabilidad metódica sobre cuál es la parte del gasto en cada una de ellas, y mucho menos de una serie temporal a lo largo de los años. Esta reserva natural representa el único análisis

¿QUÉ ES?

La creación de áreas marinas protegidas (AMP) promueve la regeneración de los recursos marinos que contienen, lo que se conoce como el capital natural de los océanos. Un indicador clave para el buen funcionamiento de las AMP es conocer la financiación que se otorga en actividades relacionadas con el medio marino.

METODOLOGÍA

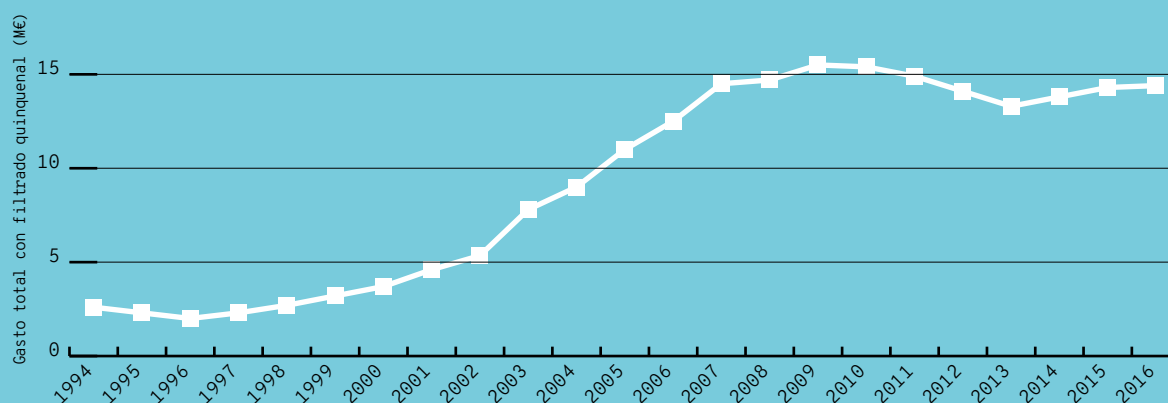
La información proviene de un estudio encargado por la Fundación Marilles a la consultoría ambiental Pandion [<https://marilles.org/storage/media/2019/12/300/estudi-de-despesa-amp.pdf>], ya que no existía ningún indicador fiable de esta índole. En ese informe se compila información de distintos organismos (Govern de les Illes Balears, Gobierno de España, consejos insulares, municipios, centros de investigación y ONG) durante 32 años.

Se realiza un filtrado quinquenal de los datos para reducir el ruido producido por la variabilidad anual. Este método consiste en obtener un valor para cada año sumándole los 2 años anteriores y los 2 años posteriores, y calculando la media de los 5 años. Por tanto, el último año que se adjudica con este método es 2016, ya que a partir de 2019 existe menos información.

Las principales limitaciones de este indicador radican en la laboriosa obtención de información. No hay datos con un gran nivel de detalle, con criterios de recogida homogéneos, y no se suelen retener series temporales largas. Por tanto, es necesario implantar mejoras que faciliten la recopilación de datos en torno a este indicador en el futuro.

RESULTADOS

El gasto quinquenal analizado aumenta gradualmente desde 1997 hasta 2007. Posteriormente, el gasto fue máximo entre 2007-2011, resultando de entre 14,6 y 15,5 millones de euros (M€). En 2012 y 2013 baja hasta los 13,3 M€, y vuelve a aumentar ligeramente entre 2014-2016, alcanzando los 14,5 M€.

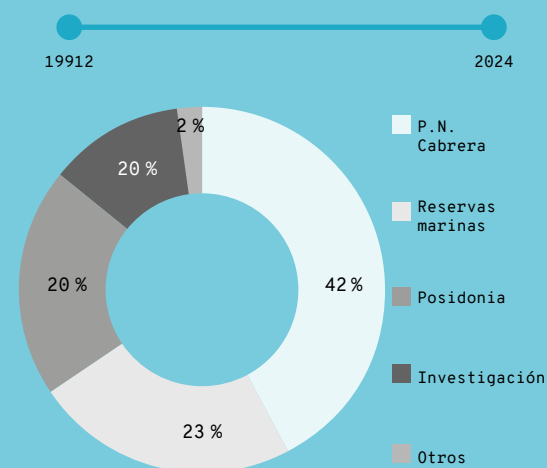


Media quinquenal del gasto total en conservación del medio marino durante los años 1994-2016. FUENTE: Font-Gelabert (2018).

¿POR QUÉ?

Permite conocer la evolución temporal sobre cuál es el gasto invertido en AMP de las Baleares y cómo se distribuye esta inversión por tipo de actividad, ente financiador y tipo de AMP. Esta respuesta supone una herramienta fundamental para mejorar la gestión en conservación del medio marino de las Islas Baleares.

LOCALIZACIÓN



Porcentaje del gasto en conservación marina total analizado entre 1992-2024 dividido por categorías. FUENTE: Font-Gelabert (2018).

Del importe total analizado entre 1992-2024, > 55 M€, el gasto del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera supone la figura que utiliza más dinero en conservación marina (42,4 %), seguido de las reservas marinas de interés pesquero (23,4 %), posidonia (campos de boyas y servicio de vigilancia, 20 %), investigación (12,3 %) y otros (1,9 %).

detallado de gasto en una AMP de Baleares. Se presentan datos de los años 2016 y 2017, estimados sobre el % de gasto (en inversión y personal) en actuaciones y programas relacionados con el medio marino de esta reserva.

- **iii) Reservas marinas de interés pesquero: vigilancia y seguimiento de peces.** Las reservas marinas de interés pesquero se iniciaron en 1999. Actualmente hay 11 reservas marinas de este tipo. Dentro de ellas se llevan a cabo dos servicios principales de gestión:

- **Vigilancia.** El servicio de vigilancia se inició en 2002 por iniciativa de la Direcció General de Pesca del Govern de les Illes Balears coincidiendo con el proyecto LIFE Posidonia. A partir de 2007, año en que se declaró la reserva marina de interés pesquero de Llevant de Mallorca, se constituyó un equipo de vigilancia dependiente de la SGPM del Gobierno central para cubrir las aguas exteriores de competencia estatal.

El equipo de vigilancia (contratación de trabajadores y adquisición/mantenimiento de embarcaciones y dispositivos necesarios) está gestionado por la empresa pública Serveis de Millora Agrària i Pesquera (SEMILLA). Esta entidad dispone de información exacta de gasto para los años 2017 y 2018, y también de cantidad presupuestada para los próximos años, hasta 2023, con los fondos del Impuesto del Turismo Sostenible (ITS).

Adicionalmente, los responsables de pesca de los consejos insulares de Ibiza y de Formentera proporcionaron información parcial de su gasto para la creación de esta AMP. No se dispone de datos sobre qué parte fue financiada por el Instrumento Financiero de Orientación Pesquera (IFOP) o por Low Impact Fishers of Europe.

- **Seguimiento de peces.** El seguimiento continuado de las poblaciones de peces se realiza desde el año 2000 por parte del mismo equipo científico de Tragsatec. Se analizan factores en especies de peces vulnerables a la pesca como la biomasa, la riqueza específica o la talla media, que son parámetros que responden rápidamente al establecimiento de la reserva. Se dispone de un gasto homogéneo a lo largo del tiempo. El servicio va rotando con tres reservas por año. Marcan la excepción los años 2012-2015, ya que entonces se suprimió el programa de seguimiento en todas las reservas marinas como consecuencia de la crisis económica. Parte del gasto entre los años 2001-2011 fue cubierta por el IFOP; entre 2012-2015 no se financió este seguimiento; y entre 2016-2020 se pagará con fondos del ITS.

- **iv) Impactos del sector náutico sobre las praderas de *Posidonia oceanica*.** En 2012, el Parque Natu-

ral de Ses Salines de Ibiza y Formentera inició un programa de información a los navegantes para reducir el impacto de las embarcaciones recreativas cuando fondean sobre praderas de posidonia. En 2017 se estableció en todas las islas, especialmente en lugares de importancia comunitaria (LIC). Las principales actuaciones son informar, asesorar y comprobar el fondeo, y en caso de fondeo indebido sobre posidonia se procede a mover la embarcación a una zona adecuada.

- **Campos de boyas ecológicas para el fondeo en LIC.** La creación de campos de boyas se inició en 1992 en el PNMTAC a través de la prohibición del fondeo libre que dañaba las praderas de posidonia. Como solución se propuso utilizar sistemas de amarre alternativos que originan un menor impacto sobre el fondo marino. El proyecto LIFE Posidonia 2000 equipó una serie de campos de boyas en zonas LIC, los cuales se han mantenido ininterrumpidamente a excepción del año 2011, debido a un cambio de gobierno que no llegó a tiempo de aprobar el expediente.

Durante los años 2005-2012, el gasto de mantenimiento y operación de los campos de fondeo ha sido pagado por el Govern de les Illes Balears a través de diferentes fórmulas. A partir de 2013 se realiza una adjudicación de gestión a la consultoría ambiental CBBA, que cubre los gastos de operación y paga un canon al Govern de les Illes Balears con lo que cobra a los usuarios de las boyas, que son quienes financian este servicio. Lamentablemente, no se dispone de datos económicos de la explotación del adjudicatario, por lo que no se puede deducir la contribución de los usuarios del sector náutico a la conservación del medio marino.

- **Ayudas para el fondeo en LIC.** En 2012, en el Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera se inició un programa informativo para reducir el impacto de los fondeos sobre posidonia. En las Pitiusas se adjudicó la ayuda a la consultoría ambiental Ecología entre los años 2012-2016.

Posteriormente, debido a la publicación del Decreto 25/2018, de 27 de julio, sobre la conservación de *Posidonia oceanica* en las Islas Baleares, se inició en 2017 el servicio de vigilancia de posidonia por parte de la Conselleria de Medi Ambient i Territori del Govern de les Illes Balears. Se adjudicó la ayuda de un año (2017) y de 4 años (2018-2021) a la consultoría ambiental CBBA para todas las Islas.

- **v) Investigación por parte de diversos organismos e instituciones:**

- **Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN).** Los datos de proyectos de investigación en Cabrera facilitados por el OAPN cubren proyectos concedidos entre los años 2002 y 2014.

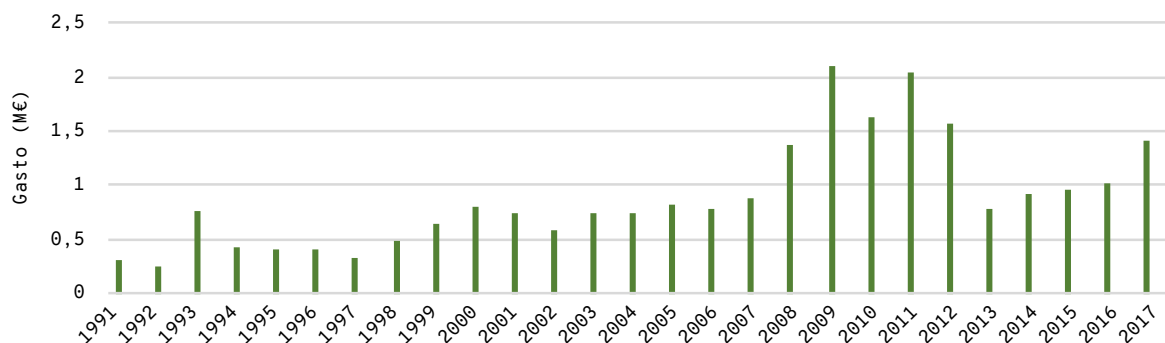


Figura 1. Gasto en millones de € en inversión marina del Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera entre los años 1991-2017. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

Tras unos años sin financiación de este programa (2015-2018), existen expectativas de que en 2019 se pueda retomar esta línea.

- **Oceana.** Entre 2006-2014 se realizaron 6 campañas científicas con la embarcación Ranger y un ROV (Remote Operated Vehicle), con un total de 124 días trabajados en aguas de AMP de las Baleares con el objetivo principal de la conservación marina. Adicionalmente, desde 2006 Oceana realiza un seguimiento en las Baleares sobre las problemáticas pesqueras y la conservación de recursos, pero no ha podido cuantificar el gasto asociado a estas actividades.

- **Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB)-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).** Se reportan datos de los proyectos efectuados en el CEAB-CSIC durante 21 años (1996-2017). Los proyectos hacen referencia principalmente al inventario de comunidades marinas y a la valoración de espacios marinos para generar nuevas AMP.

- **Centro Oceanográfico de Baleares-Instituto Español de Oceanografía (COB-IEO).** En su página web se encuentra la descripción de 78 proyectos diferentes realizados desde 2007, en ocasiones sin información sobre el gasto. Los proyectos se realizan en AMP (Cabrera, Canal de Menorca, Reserva Marina de Llevant y Nord de Menorca). Diversos proyectos no han podido ser incluidos por falta de información.

- **Sociedad Española de Ornitología (SEO).** Se realizan 6 proyectos en la Reserva Natural de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent, Reserva de la Biosfera de Menorca y Red Natura 2000 marina.

- **Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA)-CSIC.** Dos investigadores del IMEDEA han reportado un total de 11 proyectos. Se ha recibido información de otros proyectos por parte del Parque Nacional Marítimo-Terrestre

del Archipiélago de Cabrera (9 proyectos), que incluyen centros del CSIC de las Baleares y de la Península. En prensa, se ha recolectado información sobre el proyecto ANTROPOSI, financiado por el Consell Insular de Formentera, y sobre las cantidades recogidas mediante *crowdfunding* con el proyecto Save Posidonia [www.saveposidoniaproject.org]. De los archivos del proyecto LIFE Posidonia de 2002-2005 se recogen 4 acciones.

→ **vi) Impuesto del Turismo Sostenible (ITS).** El ITS es una herramienta que podría contribuir a mejorar la gestión de AMP reemplazando los vacíos existentes en cuestión de recursos. La información sobre los proyectos que financia el ITS desde 2016 se resume en la página web <https://www.caib.es/sites/imposturisme/ca/inici/>. Para conocer si un proyecto hace referencia a la conservación del medio marino ha sido preciso contactar con numerosos administradores del ITS. No hay información clasificada sobre las cantidades recibidas anualmente, y los cálculos sobre el fondo recaudado anualmente se realizan en base a estimaciones por medio de las actas de la comisión de seguimiento, que no son las cantidades que suman los proyectos que se conceden.

RESULTADOS

i) Parque Nacional Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera (PNMTAC).

Desde 1991, año de su establecimiento, el PNMTAC ha sido dotado de gran aportación económica (47,7 M€) hasta 2017. A través del análisis detallado de las memorias y de las consultas de los gestores actuales y anteriores del PNMTAC, se considera que un mínimo del 50 % de esta cantidad se destina a la conservación del medio marino. Hay que considerar que, aunque se destinen también presupuestos a la parte terrestre, los programas de vigilancia marina y mantenimiento de campos de boyas, más otras actividades marinas, tienen un coste elevado.

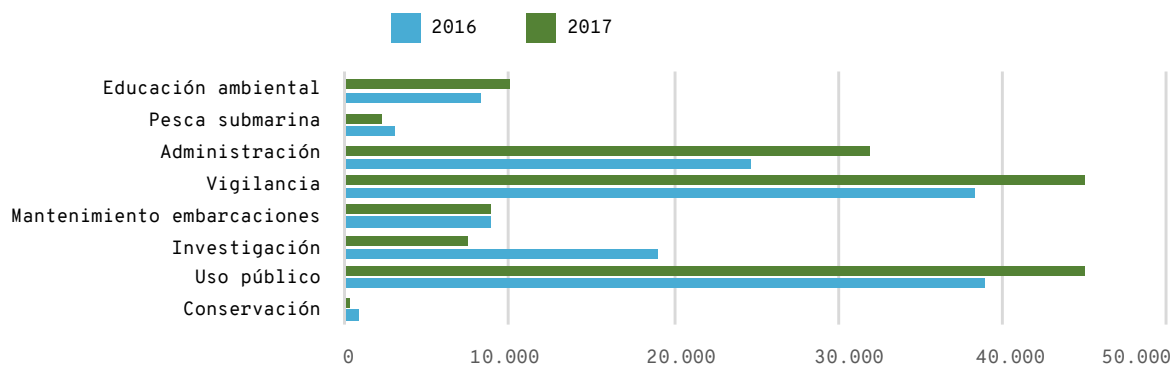


Figura 2. Gasto en € de los distintos programas relacionados con el medio marino de la Reserva Natural de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent en los años 2016 y 2017. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

Por tanto, si el 50% del gasto total (47,7 M€) se destina al medio marino, resulta en 23,85 M€ el gasto en programas y personal marino desde 1991 a 2017 (Figura 1). La media de gasto anual desde 1991 es de 1,77 M€. Esto supone el 42 % de la suma del total del gasto realizado en las Baleares.

ii) Reserva Natural de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent.

Los gastos de los distintos programas entre los años 2016 y 2017 muestran un incremento en vigilancia de 6.800 €; en administración, de 7.133,3 €; y en el uso público, de 6.115,1 €; todo ello a cambio de una disminución en investigación de 11.502 € (Figura 2). Los programas de vigilancia, uso público y administración son en los que más se invierte en 2017 (> 30.000 €). El gasto total en 2016 fue de 141.628,6 €, y en 2017, de 150.345,2 €.

El porcentaje total del gasto invertido en medio marino en esta AMP es del 76,1 % en 2016 y del 88,51 % en 2017. Estos porcentajes elevados derivan del hecho de que esta AMP es predominantemente marina, con tan solo algunos programas terrestres de seguimiento de fauna y flora.

iii) Reservas marinas de interés pesquero:

• **Vigilancia.** La cantidad aproximada del gasto entre 2002-2016 es de 250.000 € anuales por parte de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears (Figura 3). En 2007, debido a la creación de la Reserva Marina de Llevant de Mallorca —que incluye aguas interiores y exteriores—, se amplió la gestión de vigilancia a organismos estatales (SGPM). Los datos aproximados de gasto invertido por el Gobierno central son de 350.000 € anuales. Se desconoce si existe financiamiento europeo.

• **Seguimiento de peces en reservas marinas de interés pesquero.** Las estimas del gasto en seguimiento de peces entre 2001-2011 son de 105.000 € anuales (Figura 4). Entre 2016-2020 las aproximaciones oscilan entre 123.942,2 € y 102.833,3 €.

iv) Impactos del sector náutico sobre las praderas de Posidonia oceanica:

• **Campos de boyas ecológicas para el fondeo en LIC.** El gasto de los años 2005-2012 en mantenimiento y operación de los fondeos de bajo impacto se ha gestionado por medio del Govern de les Illes

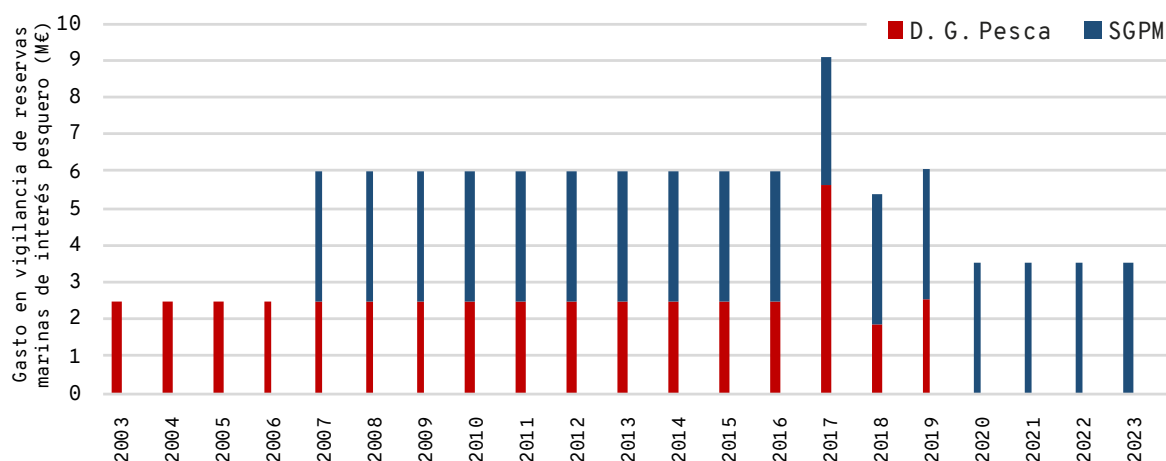


Figura 3. Gasto aproximado en vigilancia en reservas marinas de interés pesquero por parte de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears (rojo) y la Secretaria General de Pesca Marítima (SGPM) del Gobierno central (azul) durante 2003-2023. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

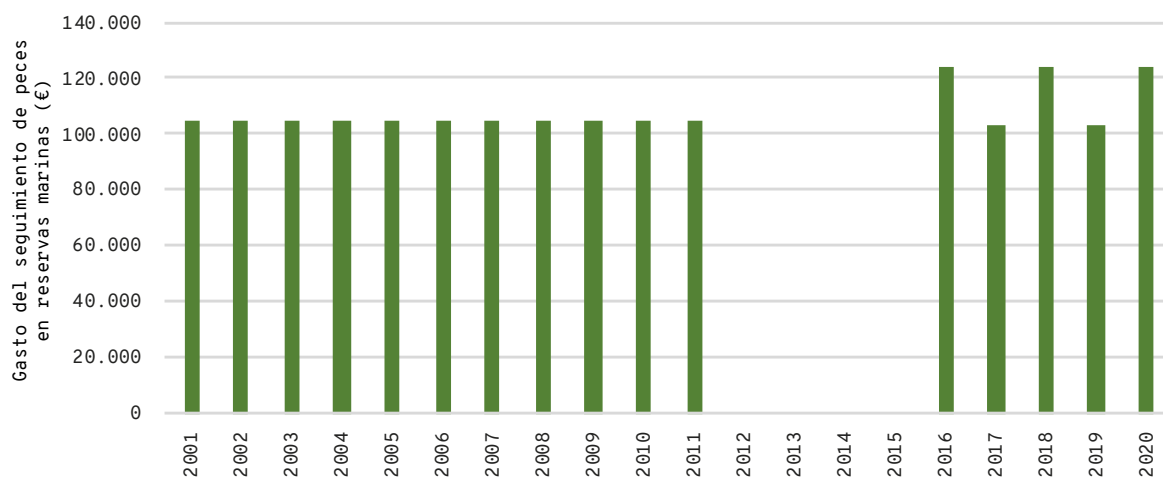


Figura 4. Estimaciones y proyecciones sobre el gasto en el programa de seguimiento de peces en reservas marinas de interés pesquero entre los años 2001-2020. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

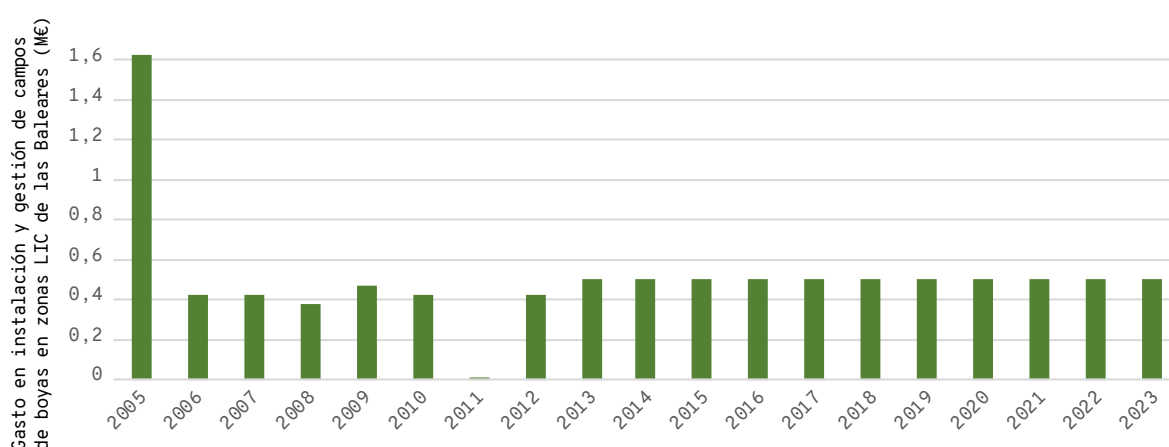


Figura 5. Gasto en operar y mantener los campos de boyas en LIC de las Baleares entre los años 2005-2023. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

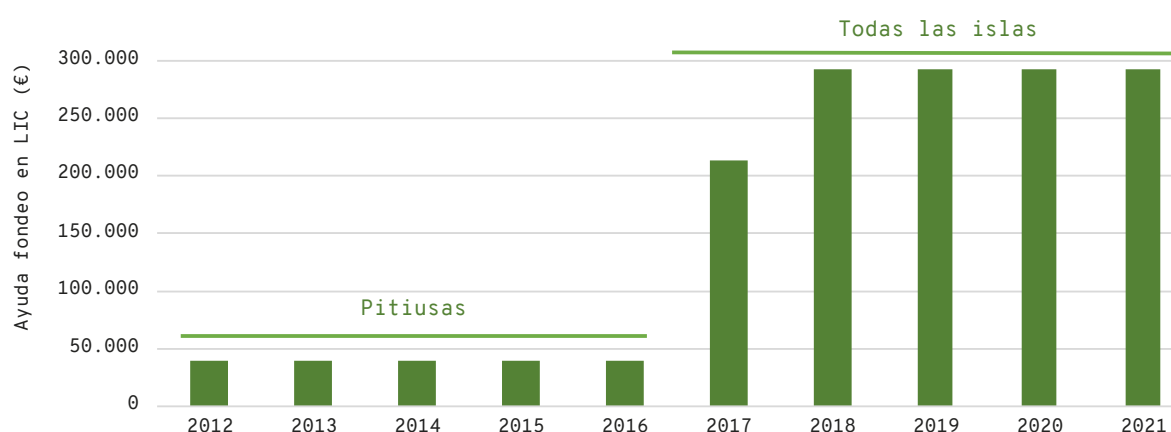


Figura 6. Ayuda para el fondeo en LIC en las Pitiusas (2012-2016) y en todas las islas (2017-2021). FUENTE: Pandion-Marilles.¹

Balears, y su valor ha fluctuado de 1.622.478 € (en 2005, año de su establecimiento) a 12.000 € (2011 fue un año sin apenas financiación) (Figura 5). Para los años 2006-2007 y 2011-2012 se presentan estimaciones del BOIB, ya que no se encontraron datos publicados. A partir de 2013 y hasta 2023, una

empresa adjudicataria pasa a cubrir los gastos de operación con un gasto estable de 501.621,3 €. Este valor se infiere únicamente de una cifra extraída de un expediente de adjudicación, donde se describe que el valor de contratación para 4 años es de 2.006.485 €.

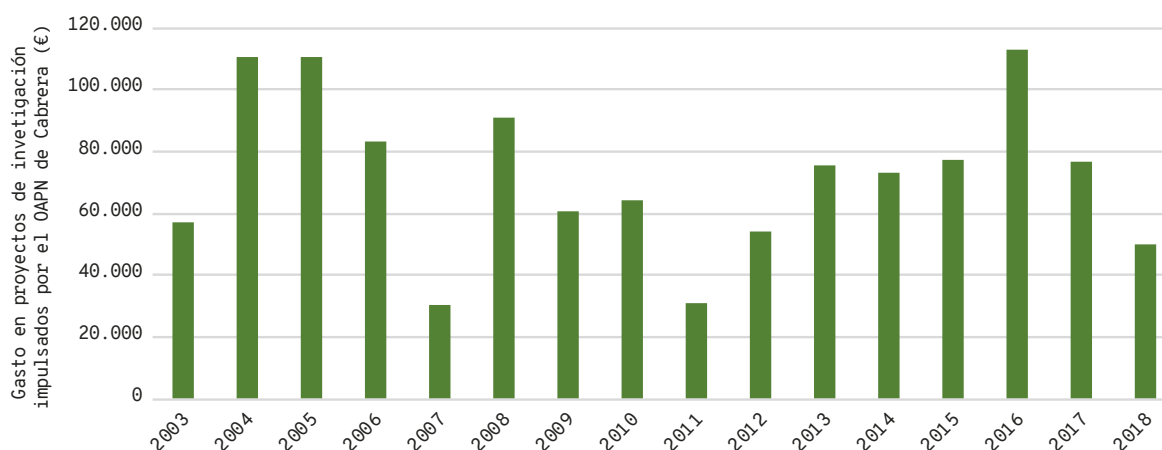


Figura 7. Gasto destinado a investigación por el Organismo Autónomo de Parques Nacionales en Cabrera entre 2003-2018. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

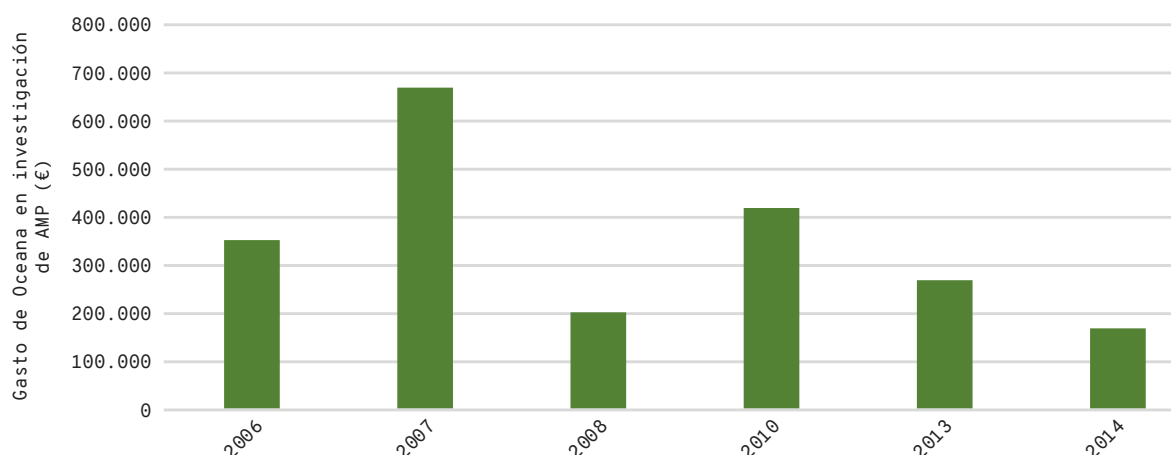


Figura 8. Gasto en investigación por parte de Oceana en aguas de AMP de las Baleares en 2006-2008, 2010, 2013-2014. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

• **Ayudas para el fondeo en LIC.** Este programa se inició en las Pitiusas, donde entre 2012-2016 se otorgó un valor anual aproximado de 40.000 € a la empresa adjudicataria Ecología (Figura 6). En 2017 se expandió este servicio a todas las Islas y se adjudicó la gestión a la consultoría ambiental CBBA, que continuará en los próximos años (2021). En 2017 se destinaron 213.500 €, y para 2018-2023 se han presupuestado 292.190 € anuales.

v) Investigación: OAPN, Oceana, CEAB-CSIS de Blanes, IEO, SEO, CSIC.

• **OAPN.** Los datos fluctúan con mínimos de gasto en 2007 y 2011 (~ 30.000 €) y máximos en 2004, 2005 y 2016 (~ 110.000 €) (Figura 7).

• **Oceana.** De las 6 campañas científicas realizadas en 2006-2008, 2010 y 2013-2014 (124 días) en AMP de las Baleares se estima un coste operativo mensual de 500.000 €, que se traduce en un gasto medio anual por año de campaña de 344.444,4 € (Figura 8). El 42 % del esfuerzo se efectuó en aguas de Cabrera (52 días, 862.500 €), mientras que el resto se realizó en

Binidali, Cap Blanc, Cap de sa Creu, Sa Conillera, Sa Dragonera, Formentera, Maó, montañas submarinas de Mallorca y Menorca, Ses Bledes y otros puntos de la costa de las Baleares.

• **CEAB-CSIC de Blanes.** Entre 1996-2017, los proyectos realizados suman un total de 910.138,2 € (Figura 9). Se observa una gran variabilidad anual, con un máximo en 2004 en torno a los 127.000 €.

• **COB-IEO.** La información recogida sobre los proyectos del COB-IEO entre los años 2007-2021 suma un total de 1.433.787,1 € (Figura 10). De los 78 proyectos analizados, la mayor parte se realizan en AMP. Cabe destacar que no se ha podido incluir información de todos los proyectos que se llevan a cabo.

• **SEO.** Los seis proyectos que se financian (en la Reserva Natural de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent, la Reserva de la Biosfera de Menorca y la Red Natura 2000 marina de las Baleares) suman 65.500 € (Figura 11).

• **IMEDEA-CSIC.** De los 11 proyectos analizados entre 2002-2019 se alcanza la cifra de

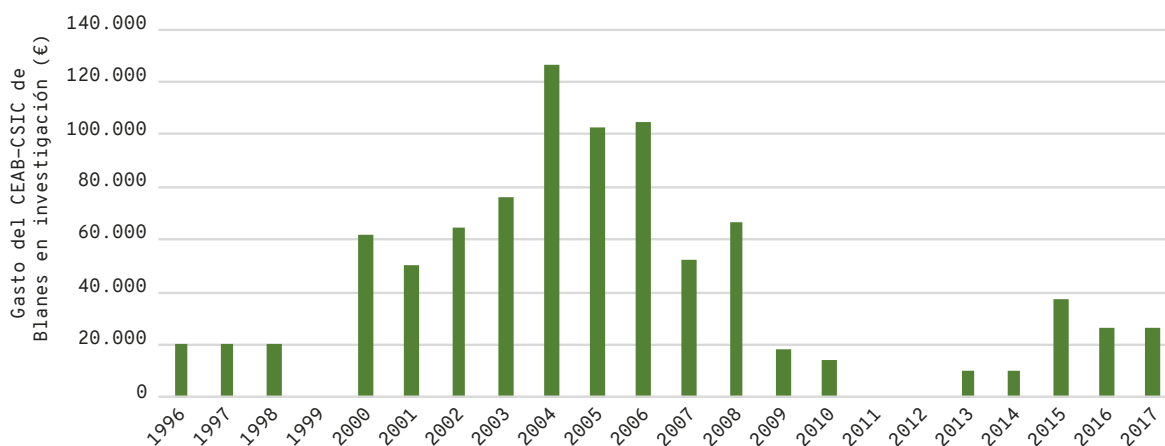


Figura 9. Gasto en proyectos de seguimiento ecosistémico y estudio de zonas idóneas como áreas marinas protegidas por parte del CEAB-CSIC entre los años 1996-2017. FUENTE: Pandion-Marilles¹.

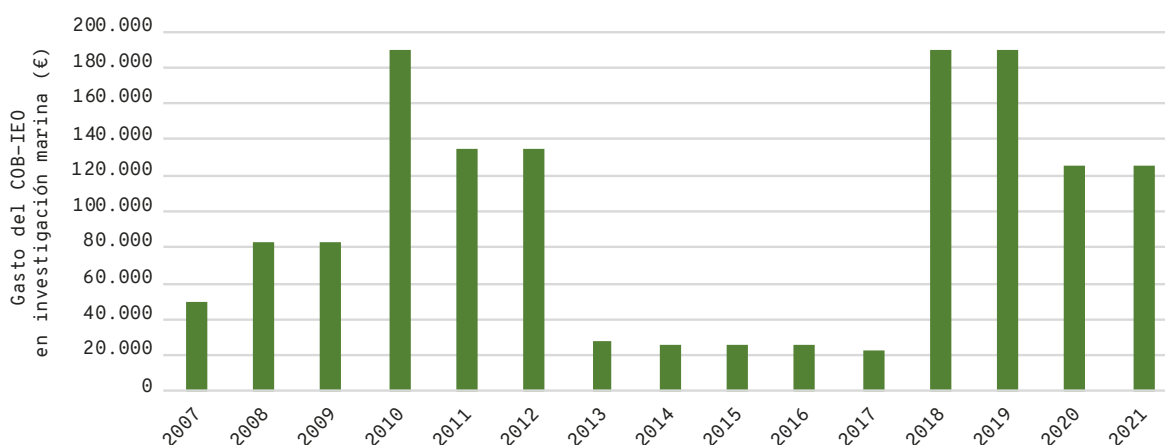


Figura 10. Gasto en algunos proyectos de investigación marina del COB-IEO entre los años 2007-2021. FUENTE: Pandion-Marilles¹.

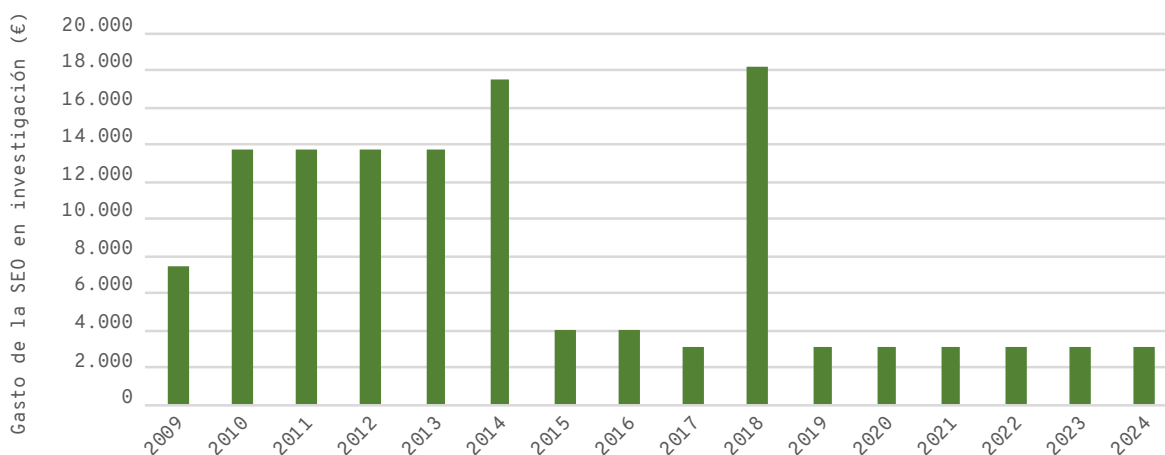


Figura 11. Gasto en € de los proyectos de investigación realizados por la SEO entre los años 2009-2024. FUENTE: Pandion-Marilles¹.

1.051.530,6 € (Figura 12). Nueve proyectos realizados en el PNMTAC suman 523.455,84 €, aunque estos incluyen diferentes centros del CSIC de las Baleares y de la Península. Otros proyectos hallados en prensa (ANTROPOSI, financiado a través de *crowdfunding* por el proyecto Save Posidonia del Consell Insular de Formentera) y en el archivo del proyecto LIFE Posidonia de 2002-2005 suman 496.190,9 €.

vi) Impuesto del Turismo Sostenible en AMP.

Entre 2016-2018, la cantidad total del ITS destinada a proyectos relacionados con la conservación marina es de 163,5 M€. Un 50 % del ITS se dedica a actividades relacionadas con el medio ambiente. De esta cantidad, únicamente un 2,6 % del importe total financiado por el ITS hace referencia a proyectos de conservación marina (Figura13).

CONCLUSIONES

- Desde 1992 se han destinado un total de 56,3 M€ a proyectos de conservación marina; de esta cantidad, un total de 28,9 M€ corresponde al período 2008-2017, lo que, por tanto, da una media de 2,9 M€ de gasto anual.
- Desde 1991, Cabrera destina la mitad de su aportación económica a la conservación del medio marino, lo que supone una media de gasto anual de 1,8 M€.
- La Reserva Natural de Es Vedrà, Es Vedranell y los islotes de Ponent es la única AMP que se ha podido analizar en detalle. Durante 2016 y 2017 el gasto anual dirigido al ámbito marino fue de 146.000 € anuales.
- En reservas marinas de interés pesquero la vigilancia supone un gasto anual de 350.000 €, mientras que el seguimiento de peces en estas zonas suele ser de 105.000 € anuales.
- En los campos de boyas de fondeo situados en LIC se estima un gasto de unos 500.000 € anuales.
- La ayuda al fondeo del servicio de vigilancia posidonia origina un gasto de casi 300.000 € anuales.
- Los centros de investigación de las Islas muestran una metodología poco robusta en cuanto a los proyectos de investigación marina que realizan exclusivamente en AMP. Todos los proyectos analizados de centros de investigación y ONG suman un total de ~ 7 M€. Convendría realizar una mejor recogida de datos para mejorar la calidad de esta información.
- El ITS destina una pequeña contribución a la realización de proyectos de conservación marina: un 2,6 % del total y un 5,2 % de los proyectos relacionados con medio ambiente.

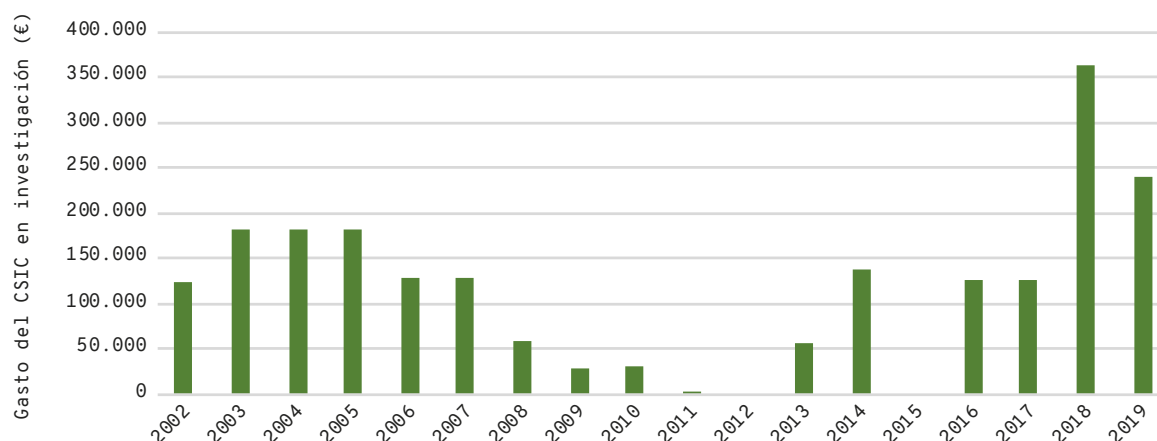


Figura 12. Gasto en € del CSIC para proyectos de conservación marina entre los años 2002-2019. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

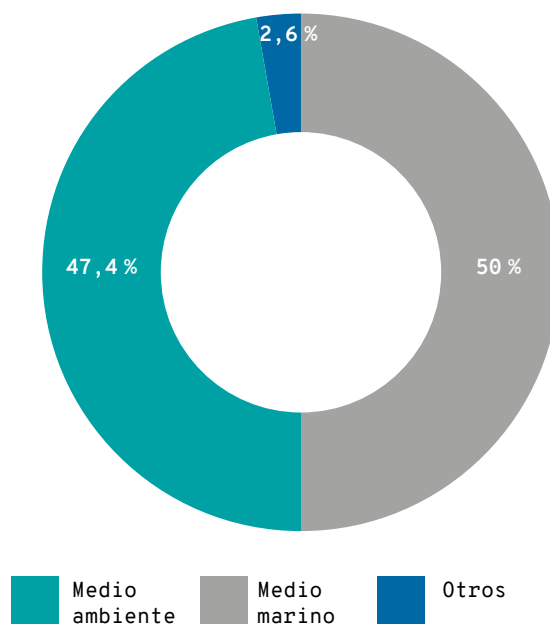


Figura 13. Porcentaje del gasto del Impuesto del Turismo Sostenible entre 2016-2018 destinado a medio ambiente, medio marino y otros proyectos. FUENTE: Pandion-Marilles.¹

REFERENCIAS

¹ FONT-GELABERT, A. (2018). «Estudi de despesa en Àrees Marines Protegides a les Illes Balears». [Informe inédito para la Fundación Marilles]. <https://marilles.org/storage/media/2019/12/300/estudi-de-despesa-amp.pdf>.



Buceadores observando un gallo o pez de san Pedro (*Zeus faber*) en Punta Gavina, Formentera.
FUENTE: Manu San Félix.



Aspectos socioeconómicos

XII Economía azul 354



Grupo de kayaks en la entrada de Cales Coves, Menorca. FUENTE: David Arquimbau.

XII

Economía azul

MEDIDA DE LA ECONOMÍA AZUL	356
90 Valor añadido bruto	359
91 Número de empresas	359
92 Número de trabajadores	359
93 Volumen total de capturas de pesca profesional por especies y su valor económico	362
ACUICULTURA MARINA	370
94 Producción de peces marinos en peso (toneladas)	372
95 Valor económico de la producción de peces marinos	373
96 Producción de alevines de peces en peso (toneladas)	373
97 Valor económico de la producción de alevines de peces	373
98 Producción de moluscos en peso (toneladas)	373
99 Valor económico de la producción de moluscos	373
100 Número de centros de investigación con actividad en materia acuícola	375
101 Valor económico total de la acuicultura en las Baleares	375

90-92

Medida de la economía azul

(valor añadido, número de empresas, número de trabajadores)

El mar Balear es la base fundamental de la prosperidad económica de las Islas Baleares debido al gran número de beneficios económicos y sociales que proporciona. La economía azul se define como un entorno productivo emergente que engloba una gran amplitud de actividades interdependientes que mantienen una marcada vinculación con el medio marino.¹⁻³ La estrategia de la economía azul a largo plazo, reconocida a nivel europeo, trata de crear y reforzar oportunidades productivas vinculadas con el mar donde todos los actores implicados deberían integrar la sostenibilidad ambiental como palanca de valor.^{1,3} Por tanto, el principal objetivo de la economía azul radica en la creación de un balance entre la salud del mar y la productividad de las actividades económicas que se desarrollan en él.

Desde un enfoque integrado, la economía azul requiere, en base a las disposiciones europeas vigentes:¹

- Existencia de bases de conocimiento productivo.
- Habilidades e infraestructuras de carácter compartido.
- Necesidades asociadas a la planificación espacial y la seguridad marítima.
- Protección ambiental.
- Generación de nuevos datos en torno al uso de los recursos marinos.

Resulta de vital importancia llevar a cabo estudios sobre los análisis productivos del mar Balear para mejorar la gestión y la toma de decisiones. Especialmente en las islas, las vinculaciones con actividades relacionadas con el mar hacen referencia a:^{1,4}

- 1) La explotación de recursos marinos:
 - Recursos marinos vivos: actividades de pesca, acuicultura y procesamiento/comercialización de alimentos de productos del mar.
 - Minerales y energía: extracción de recursos del fondo marino como petróleo, gas, arena y minerales.

- 2) Navegación y transporte:
 - Labores portuarias: actividades de los servicios del transporte marítimo, mercancías y obras hidráulicas.
 - Construcción y reparación de embarcaciones: construcción, reparación y mantenimiento de naves. Manufactura de equipo textil, mecánico y deportivo.
 - Transporte marítimo: transporte de pasajeros/mercancías. Alquiler de navegación y prestación de servicios auxiliares.
- 3) Ocio y turismo de costa:
 - Alojamiento: establecimientos turísticos.
 - Resto de actividades: transporte de pasajeros, restauración y comercio de bienes culturales y entretenimiento.

NORMATIVA

- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva marco del agua).

¿QUÉ ES?

Se define economía azul como el conjunto de actividades productivas en las que confluyen bienes y servicios relacionados con el mar. Incluye un amplio rango de actividades relacionadas con el turismo de costa, la actividad pesquera y la acuicultura, la navegación y el transporte, y la producción energética y la extracción minera. Idealmente, la economía azul debe medirse desde la sostenibilidad, considerando el balance a largo plazo de los océanos.

METODOLOGÍA

En 2019 la Fundació Impulsa Balears publicó un estudio donde se miden 3 indicadores principales (valor añadido bruto -VAB-, número de empresas y número de trabajadores) tomando como referencia la delimitación económica europea vigente.

Los datos sobre el número de empresas y trabajadores se extrajeron de los registros oficiales de tejido empresarial y trabajo del año 2018. Los datos sobre el VAB provienen de la Fundació Impulsa Balears para el año 2017. Las actividades de estudio incluyen:

- Recursos marinos (recursos vivos y recursos minerales y energía).
- Navegación y transporte (labores portuarias, construcción y reparación de embarcaciones y transporte marítimo).
- Ocio y turismo de costa (alojamiento y resto de actividades relacionadas).

¿POR QUÉ?

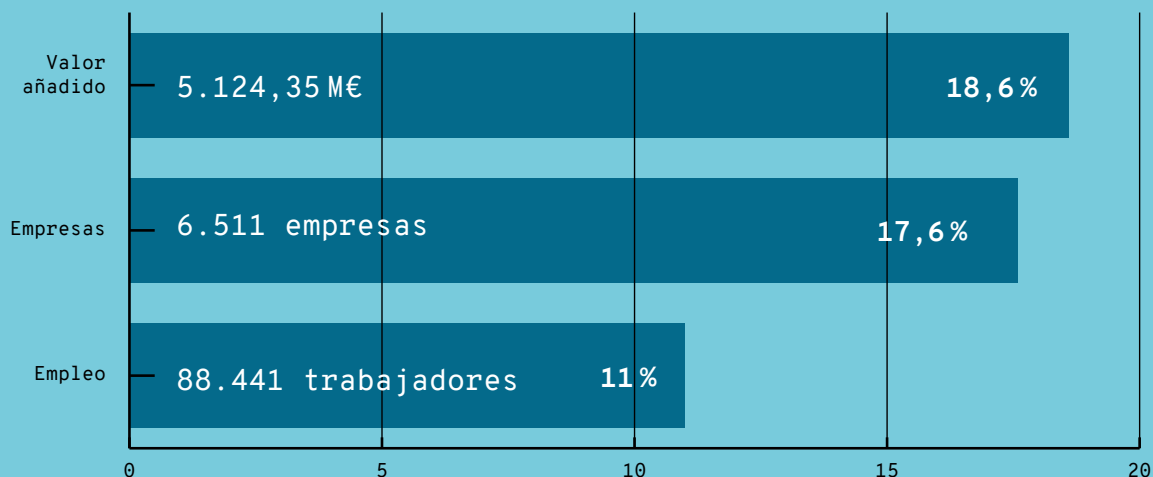
El mar Balear tiene un gran peso en la economía de las Islas debido al gran número de beneficios económicos que aporta a la sociedad balear. La economía azul fomenta la inversión y la innovación y mejora la gestión de los recursos marinos. Por tanto, es de vital importancia llevar a cabo un análisis detallado de las actividades económicas que se realizan en relación con el mar y la costa balear.

LOCALIZACIÓN



RESULTADOS

- Las actividades relacionadas con la economía azul de las Baleares resultan en un VAB de 5.124,4 M€ (18,6 %). Ello supone que 1/5 parte del VAB de las Baleares depende económicamente del mar.
- Un total de 6.511 empresas relacionadas con el mar Balear (17,6 % del total de las Baleares) dan empleo a 88.441 trabajadores (11 % del total).
- Las Islas Baleares tienen mayor representación económica en la economía azul que a nivel nacional y europeo. Se deben extender los análisis a todas las actividades y recursos relacionados con el mar para ampliar la información socioeconómica e implementar medidas de gestión sostenible.



Categoría	Sector	% Economía azul	VAB (M€)	Nº de empresas	Nº de trabajadores
Recursos marinos	Recursos marinos vivos	1,8 %	92,56	290	2.071
	Recursos minerales y energía	0,6 %	31,40	32	248
Navegación y transporte	Labores portuarias	1,6 %	84,38	70	964
	Construcción y reparación de embarcaciones	3,2 %	162,75	428	3.403
	Transporte marítimo	2,2 %	111,54	544	2.160
Ocio y turismo	Turismo de costa · Alojamiento	69,4 %	3.555,25	2.008	52.983
	Turismo de costa · Resto de actividades	21,8 %	1.117,98	3.293	27.111
		TOTAL	5.124,35	6.511	88.441

Tabla 1. Composición y características de las actividades vinculadas a la economía azul en las Baleares. El % de economía azul ha sido calculado en base al valor añadido bruto (VAB). FUENTE: Fundació Impulsa Balears.^{1, 4}

- 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).
- Comunicación de la Comisión Europea: «Crecimiento azul: oportunidades para un crecimiento marino y marítimo sostenible». COM(13.09.2012) 494 final.
- Comunicación de la Comisión Europea: «Innovación en economía azul: reconocimiento del potencial de nuestros mares y océanos para el empleo y crecimiento». COM(13/05/2014) 254/2.
- Comunicación de la Comisión Europea: «Iniciativa de desarrollo sostenible de la economía azul en el Mediterráneo occidental». COM(2017) 183 final.
- Objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

METODOLOGÍA

Los datos provienen de los recursos elaborados por la Fundació Impulsa Balears, fruto de la actuación sobre economía azul y competitividad llevada a cabo en 2019 con el apoyo de la Fundación Marilles en calidad de actor impulsor.^{1, 4} Para más información, los principales resultados se pueden consultar a través del enlace: <http://impulsabalears.org/index.php/ca/recursos/i-publicacions/i-producció/número-3>.¹

Para abordar la presencia, huella territorial y rendimiento del tejido azul balear se ha tomado como referencia la delimitación económica de uso vigente a nivel europeo.³ A partir de dicha delimitación se ha procedido, por una parte, a la exploración estadística de los registros oficiales disponibles en materia de trabajo y tejido empresarial y, por otra, al tratamiento de la información que la Fundació Impulsa Balears dispone en materia de valor añadido sectorial y gestión económico-financiera de la empresa balear.

La compilación de datos sobre economía azul en las Baleares se ha realizado de acuerdo con la última información disponible en materia de trabajo y tejido empresarial (que corresponde al ejercicio 2018), y la referente a valor añadido bruto y gestión económico-financiera, con la del ejercicio 2017.

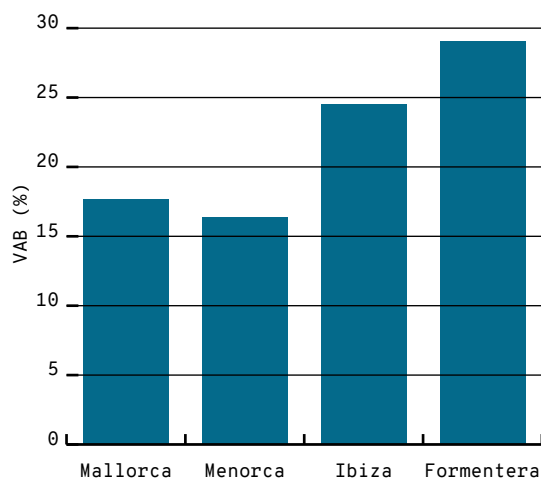


Figura 1. Porcentaje del valor añadido bruto (VAB) por islas de los sectores de economía azul de las Baleares. Nota: datos del 2017. FUENTE: Fundació Impulsa Balears.¹⁴

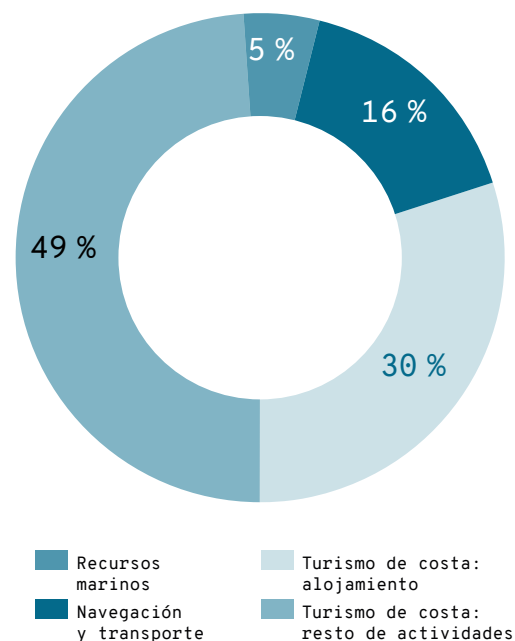


Figura 2. Porcentaje de representación de los distintos sectores en cuanto al número de empresas relacionadas con la economía azul de las Baleares. Nota: datos del año 2018. FUENTE: Fundació Impulsa Balears.¹⁴

Se describen datos sobre el valor añadido bruto (VAB, medida del valor generado de bienes y servicios por los productores del área de la economía azul), número de trabajadores y número de empresas de la economía azul en las Baleares. Asimismo, se dispone de las principales ratios de gestión económico-financiera de las empresas del tejido azul y de los diferenciales que estas mantienen respecto a la media en términos de rentabilidad, eficiencia y equilibrio financiero.

RESULTADOS

La categoría principal que conforma la mayor parte de la economía azul de las Baleares es el ocio y el turismo de costa (91,2 %) (Tabla 1). En menor grado se encuentran la industria náutica (7 %) y la explotación de recursos marinos (2,4 %).

90. Valor añadido bruto (VAB)

Los sectores de economía azul estudiados en las Baleares (Tabla 1) generan un VAB de 5.124,35 M€. Ello supone que 1/5 parte de todo el VAB de las Baleares se apoya en el mar.¹

El valor añadido insular de la economía azul de Mallorca y Menorca es similar (17,7 % en Mallorca y 16,4 % en Menorca), mientras que Formentera e

Ibiza las superan (con un 29,1 % y un 24,5 %, respectivamente) (Figura 1). Ello se debe a una mayor aportación de las Pitiusas en:

- Formentera: mayor contribución que en el resto de las islas de los sectores de transporte marítimo (2,1 % vs. 0,4 % de media balear) y de la explotación de los recursos marinos vivos (1,2 % vs. 0,3 % en las Baleares).
- Ibiza: mayor contribución que en el resto de las islas de los sectores del turismo de costa (16,9 % vs. 12,9 % de las Baleares) y del resto de actividades del turismo (5,3 % vs. 4,1 %).

91. Número de empresas

En el año 2018, un total de 6.511 empresas dependen del mar Balear (Tabla 1). De estas, un 5 % opera en la explotación de recursos marinos (Figura 2). Un 8,4 %, en transporte marítimo. Un 6,6 %, en construcción y reparación de embarcaciones. Por último, y con la mayor representación, un 81,4 %, en turismo de costa (30,8 % alojamiento y 50,6 % resto de actividades).

92. Número de trabajadores

Un total de 88.441 empleados trabajan en empresas relacionadas con el mar Balear (Tabla 1). El 90 %

de los trabajadores se encuentra en el sector de turismo de costa (60 % en alojamiento y 30 % en el resto de actividades) (Figura 3).

CONCLUSIONES

- Los sectores estudiados en relación a la economía azul de las Baleares generan un valor añadido de 5.124,4 M€ => 1/5 parte del VAB de las Baleares se sustenta en el mar.
- Existe un mayor VAB en las Pitiusas que en el resto de las islas, debido al transporte marítimo y la explotación de los recursos marinos vivos (Formentera) y a un mayor turismo de costa y actividades relacionadas (Ibiza).
- Un total de 6.511 empresas de las islas dependen económicamente del mar Balear => un 80 % de todas las empresas de economía azul provienen del sector de turismo de costa.
- Alrededor de 90.000 trabajadores de las islas trabajan en empresas que dependen del mar Balear, donde el 91,2 % trabaja en empresas derivadas del turismo de costa.
- En general, la economía azul tiene una elevada presencia en las Islas Baleares si se compara con el entorno nacional y europeo.¹ Este hecho justifica la necesidad de adoptar una perspectiva estratégica, conjunta e integrada de las actividades asociadas para asegurar simultáneamente la productividad de las mismas y el estado de salud del mar. Por ejemplo, además de considerar las actividades que tienen el mar como recurso también debería realizarse un seguimiento específico del peso de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) del sector, y dar cabida a nuevas actividades como la biotecnología azul y las energías renovables marinas.

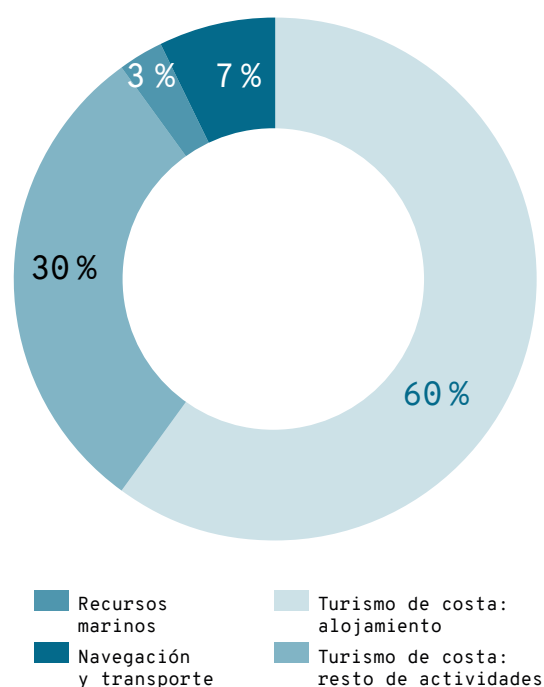


Figura 3. Porcentaje de contribución de número de trabajadores por categoría de economía azul de las Baleares. Nota: datos del año 2018. FUENTE: Fundació Impulsa Balears.^{1,4}

REFERENCIAS

¹ FUNDACIÓ IMPULSA BALEARS (2019). «Revisando la creación de valor que proviene del mar». *ilproducció*, 3. <http://impulsabalears.org/index.php/recursos/i-publicaciones/i-producció/número-3>.

² COMISIÓN EUROPEA (2012). «Crecimiento azul. Oportunidades para un crecimiento marino y marítimo sostenible». COM(2012) 494 final.

³ COMISIÓN EUROPEA (2019). «The EU Blue economy report». Luxemburgo: Publications Office of the European Union. DOI: 10.2771/21854.

⁴ FUNDACIÓ IMPULSA BALEARS (2019). «La propuesta de valor de la economía azul». *ilfocus*. <http://www.impulsabalears.org/index.php/recursos/i-focus/i-focus-2>.

Volumen total de capturas de pesca profesional por especies y valor económico

Las capturas de pesca profesional aportan beneficios a la economía balear. Mallorca representa el 75 % de desembarques que se producen en todas las Islas Baleares.¹ No obstante, en las islas se consumen, aproximadamente, > 20.000 t de productos pesqueros. Si tenemos en cuenta que la producción pesquera en Baleares se sitúa en torno a las 3.500 t y que prácticamente todo lo que se comercializa se consume en las islas, se puede decir que un 15 % del pescado comercializado en las Baleares proviene de la flota local (datos del sector pesquero español del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente; datos de comercialización pesquera de las Islas Baleares de la Federació Balear de Confraries de Pescadors).

La cuantificación de las capturas de pesca profesional aporta información para la mejora de la gestión pesquera, ayudando así a promover la sostenibilidad de los recursos pesqueros en el futuro. Esta información es de gran importancia, ya que el mar Mediterráneo es el más sobreexplotado de todos los océanos del mundo.²

METODOLOGÍA

Se presentan datos del volumen de capturas en toneladas y su valor medio anual en millones de € desde 2002 hasta 2018. Estos datos han sido proporcionados por el Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

En las Islas Baleares hay un total de 44 puertos pesqueros repartidos entre 16 cofradías: 10 en Mallorca (coordinadas), 3 en Menorca, 2 en Ibiza y 1 en Formentera (Figura 1). En Mallorca: Pollença, Alcúdia, Cala Rajada, Porto Cristo, Portocolom, Santanyí, Colònia de Sant Jordi, Palma, Andratx y Sóller. En Menorca: Maó, Ciutadella y Fornells. En Ibiza: Eivissa y Sant Antoni. En Formentera: La Savina.

Tras el desembarque de las capturas se efectúa la identificación de las especies en las lonjas, donde cada responsable se encarga de designar un código de identificación de la base de datos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Posteriormente, se colectan los datos de la cantidad de capturas en las notas de venta de las lonjas.

Una de las limitaciones sobre la descripción de las especies capturadas radica en designar correctamente el código FAO. Además, es preciso considerar que estos códigos se han ido ampliando con mayor número de especies, lo cual puede conllevar la disminución de una categoría a cambio de otra nueva.

Los resultados de las capturas han sido separados en 3 grupos taxonómicos: peces, crustáceos y moluscos.

El criterio de selección de las especies principales de peces se ha realizado en base a las diez mayores especies capturadas para cada año. Ello ha resultado en un total de 15 especies de captura más frecuente durante los años 2002-2018: sardina europea (ES, CA) = *Sardina pilchardus*; carameles (ES) = *gerrets* (CA) = *Spicara* spp.; jureles (ES) = *sorells* (CA) = *Trachurus* spp.; bacaladilla (ES) = *maire* (CA) = *Micromesistius*

¿QUÉ ES?

La cuantificación de las capturas de la flota pesquera profesional balear en toneladas por especies y su precio medio anual en millones de €. El volumen de capturas aporta información sobre el total de descargas para conocer cuáles son las especies más capturadas del mar Balear. El valor económico muestra el beneficio que las capturas aportan a la economía balear.

RESULTADOS

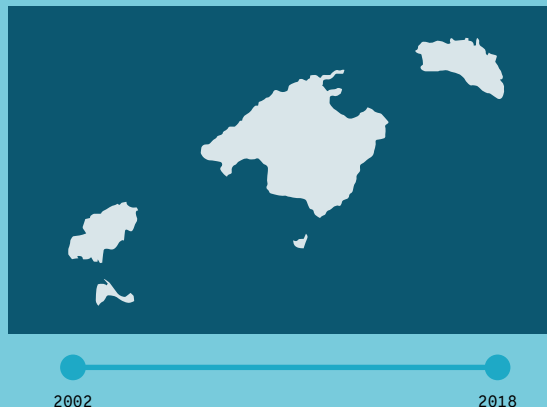
Se percibe una disminución de las capturas a lo largo del tiempo. Las capturas de peces son las que más disminuyen, de 3.900 t en 2002 a 3.000 t en 2018. La especie con más capturas pasa de ser la sardina en 2002 (488 T) al boquerón en 2018 (432 T). Esta disminución de la sardina puede deberse a que es sensible al calentamiento global y migra a mayores latitudes cuando las aguas se calientan. El crustáceo más capturado es la gamba roja (media de 186t), y entre los moluscos destaca la especie de pulpo *Octopus vulgaris* (media de 177 t).

El grupo de los crustáceos, en particular la especie de gamba roja (*Aristeus antennatus*), aporta un mayor beneficio económico teniendo en cuenta las capturas totales. En 2018, las diez especies cuyas capturas implican mayor valor económico son: gamba roja, langosta, calamar, cabracho, boquerón, pulpo común, sepia, salmonete, cigala y lampuga.

¿POR QUÉ?

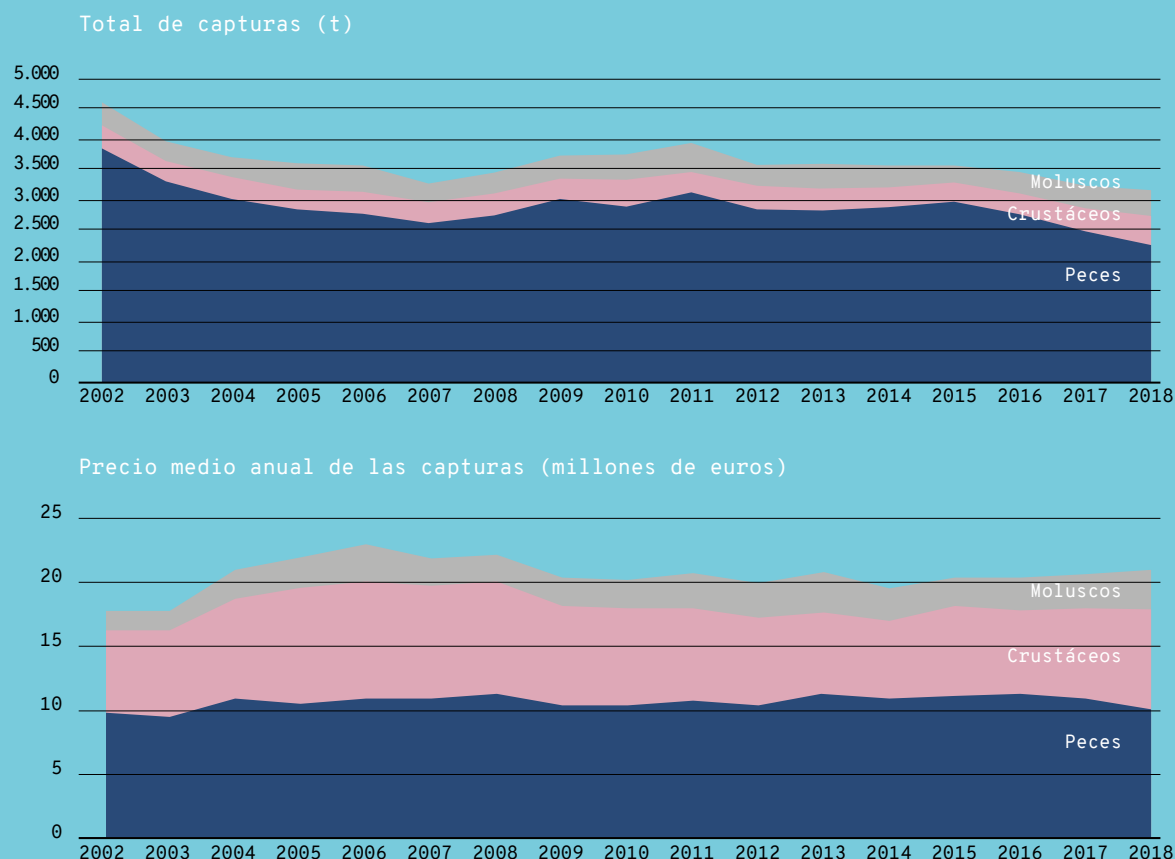
Muestra el seguimiento temporal de las especies más abundantes del mar Balear y las más valoradas por los consumidores. También aporta información sobre la evolución económica del mercado de los productos pesqueros.

LOCALIZACIÓN



METODOLOGÍA

En las lonjas, se identifican y pesan las especies capturadas y los resultados se reportan al Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears. Las capturas se separan en 3 grupos: peces, crustáceos y moluscos, y se especifican las especies más representativas en abundancia de cada grupo.



Capturas totales de peces, crustáceos y moluscos y su precio medio anual entre los años 2002-2018. FUENTE: Servei de Recursos Marins de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

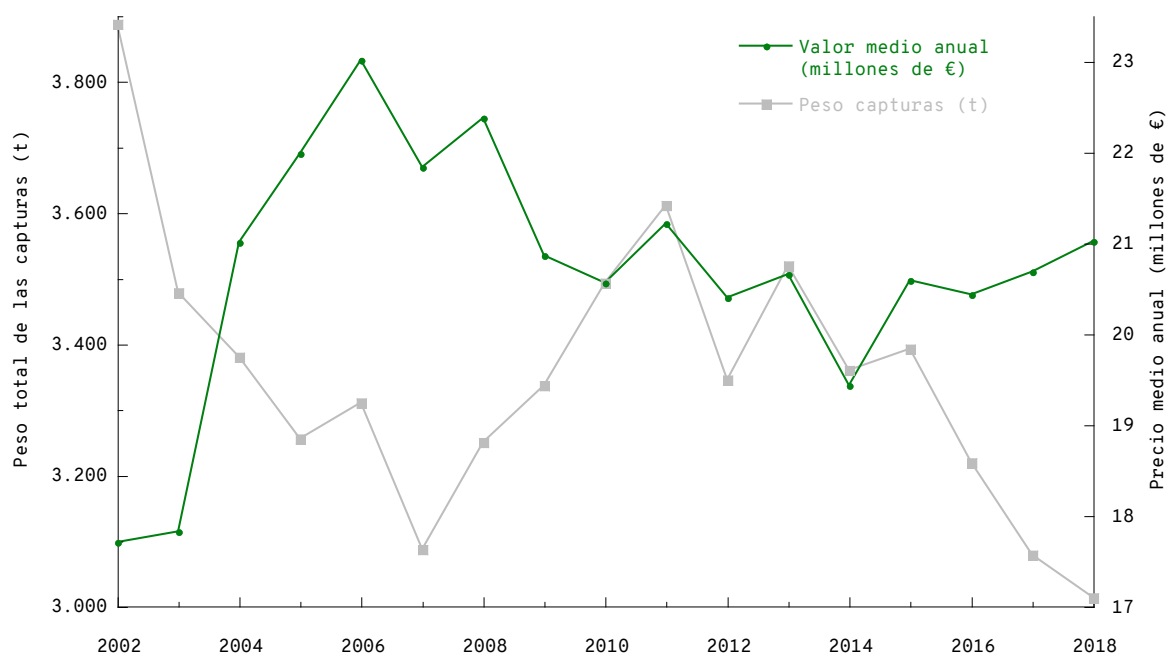


Figura 1. Peso total en toneladas de todas las capturas de pesca profesional en las Baleares y su valor medio anual entre los años 2002-2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

poutassou; alacha (ES) = *alatxa* (CA) = *Sardinella aurita*; salmonetes (ES) = *molls* (CA) = *Mullus* spp.; pintarrojas (ES) = *gatons* (CA) = *Scyliorhinus* spp.; merluza europea (ES) = *lluç* (CA) = *Merluccius merluccius*; rayas (ES) = *rajades* (CA) = *Raja* spp.; lampuga (ES) = *llampuga* (CA) = *Coryphaena hippurus*; pez de limón (ES) = *cirviola o verderol* (CA) = *Seriola dumerili*; boquerón (ES) = *aladroc* (CA) = *Engraulis encrasicolus*; cabracho (ES) = *cap-roig* (CA) = *Scorpaena scrofa*; pez espada o emperador (ES) = *peix espasa* (CA) = *Xiphias gladius*; pez de san Pedro (ES) = *gall de Sant Pere* (CA) = *Zeus faber*. Las 152 especies restantes se han agrupado en la categoría «otros peces».

El grupo taxonómico de crustáceos contiene cinco divisiones en función de su mayor valor económico y cantidad desembarcada: gamba roja (ES) = gamba rosada (CA) = *Aristeus antennatus*; gamba blanca (ES) = gamba blanca o gamba d'altura (CA) = *Parapenaeus longirostris*; langosta (ES) = *llagosta* (CA) = *Palinurus elephas*; cigala (ES) = *escamarlà* (CA) = *Nephrops norvegicus*; otras gambas = *gambosí* (CA); y otros crustáceos. La categoría de «otras gambas o gambosí» hace referencia a un conjunto de especies de gambas de bajo valor comercial e incluye principalmente *Plesionika* spp. (sobre todo *P. edwardsii* y *P. martia*) y, en menor cantidad, *Pasiphaea sivado*, *Solenocera* spp. y otras gambas. También tienen su importancia los cangrejos, como la falsa nécora (ES) = *cranc de ròssec* (CA) = *Liocarcinus depurator*, o el cangrejo rojo mediterráneo (ES) = *cranc de fonera* (CA) = *Geryon longipes*. En la categoría de «otros crustáceos» se han incluido: otras langostas poco capturadas como la langosta mora (ES) = *llagosta blanca* (CA) = *Palinurus mauritanicus*; y otras capturas poco representativas de otros decápodos como

el cangrejo ermitaño (ES) = *bernat ermità* (CA) = *Dardanus arrosor*, la centolla de fondo (ES) = *cranca de fonera* (CA) = *Paromola cuvieri*, el cangrejo real (ES) = *cranc reial* (CA) = *Calappa granulata*, etc.

En el grupo de moluscos se han diferenciado 5 categorías: pulpos (*Octopus* y *Eledone* spp.), calamares (*Loligo* spp. y *Alloteuthis* spp.), sepias (*Sepiida* spp.), potas (*Illex coindetii* y *Todarodes sagittatus*) y otros moluscos. Las principales especies capturadas de pulpos son el pulpo (ES) = *pop* (CA) = *Octopus vulgaris* y las especies de bajo valor comercial como el pulpo blanco (ES) = *pop blanc* (CA) = *Eledones cirrhosa* y el pulpo almizclado (ES) = *pop mesquer* (CA) = *E. moschata*. Las especies de calamar capturadas son mayoritariamente de *Loligo vulgaris*, aunque también se producen capturas menos representativas de *L. forbesii* y puntillas (ES) = *calamarins* (CA) = *Alloteuthis* spp. La especie de sepia con mayor volumen de capturas e importancia comercial es la sepia (ES) = *sípia* (CA) = *Sepia officinalis*. Las especies de sepia con capturas marginales son la *Sepia elegans* y *S. orbignyana*, conocidas comúnmente como choquitos (ES) = *sipions* (CA). Las capturas de pota hacen referencia a la pota voladora o canana (ES) = *aluda* (CA) = *Illex coindetii*, y la pota (ES) = *pota* (CA) = *Todarodes sagittatus*. Se capturan otros moluscos en menores cantidades como subproductos de la pesca, principalmente con redes de trasmallo, como la cañailla (ES) = *corn amb pues* (CA) = *Bolinus brandaris* y el busano (ES) = *corn de tap* (CA) = *Phyllonotus trunculus*. No se ha incluido la producción de moluscos de acuicultura, ya que se trata en el indicador «Acuicultura marina» de este informe.

Hay que considerar que las fluctuaciones de los datos de capturas pueden no ser debidas a la pesca.

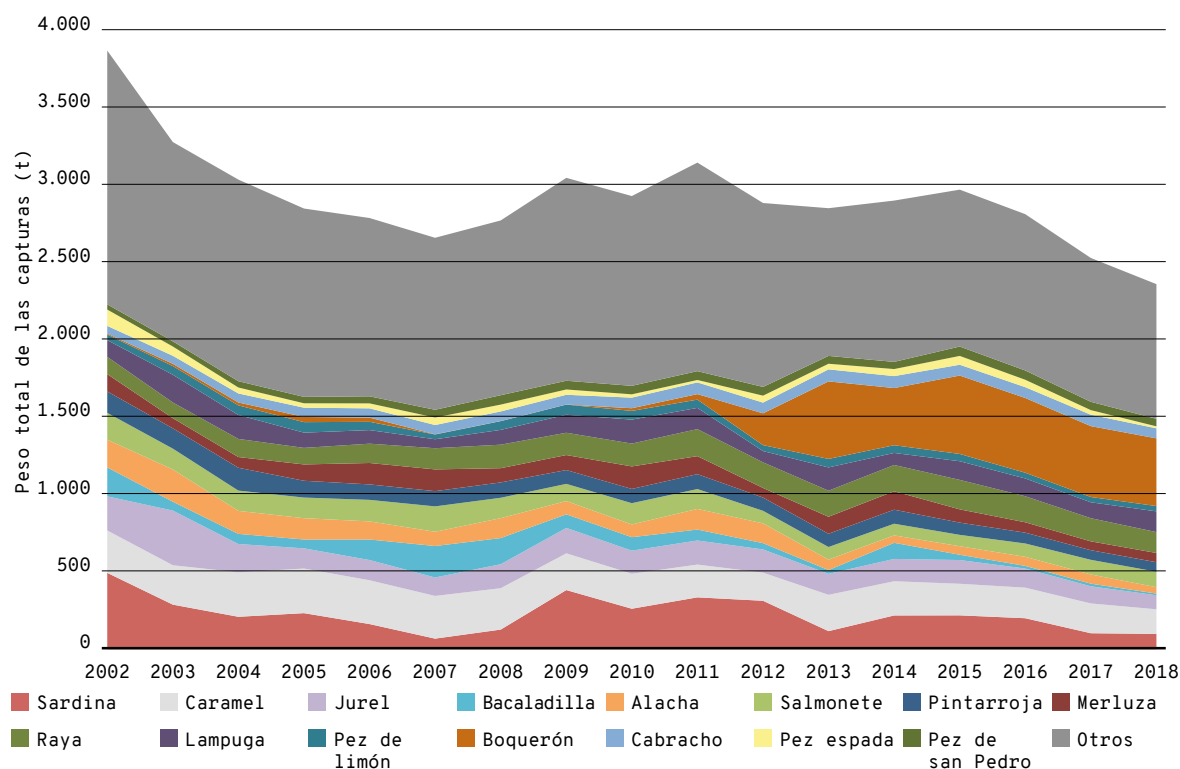


Figura 2. Peso anual en toneladas (t) de las capturas totales de pesca profesional de peces en todas las Islas Baleares entre los años 2002-2018. Se distinguen las 15 especies más representativas en cantidad de capturas, mientras que el resto de especies capturadas se agrupan dentro de «otros peces». El grosor de cada franja de color se refiere a la cantidad capturada de cada especie. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

Por lo tanto, a la hora de interpretar la información presentada en los resultados es preciso tener en cuenta los siguientes factores:

- La disminución de flota pesquera profesional.
- Las vedas de nueva implantación como, por ejemplo, la del pez espada.
- La mejor toma de datos estadísticos (caramel actualmente diferenciado de chupas y caramel imperial).
- Los cupos o cuotas máximas diarias que se han autoimpuesto los propios pescadores o que impone OP Mallorca Mar para mantener el precio (lampuga, caramel, boquerón, etc.), o que se imponen por normativa (*jonquillo*). Esto supone un decrecimiento de las capturas por cuestiones de mercado y regulaciones, no por falta de capturas.
- Los cambios en las costumbres alimentarias debido a la irrupción masiva del pescado refrigerado a precios bajos (merluza, rape, salmón, bacalao, diferentes especies de cefalópodos, crustáceos como los bogavantes americanos, cigalas del Atlántico, etc.). Esto origina caídas de precios y pérdida de la costumbre de consumir algunas especies locales como jurel, salmonete, caramel, etc. Por tanto, nuestros pescadores dejan de considerarlas especie objetivo y abandonan su pesca.
- Ciclos biológicos de abundancia (por ejemplo, el atún).
- Cambios en las condiciones fisicoquímicas del agua (alacha³, sardina^{4,5}).

RESULTADOS

La cantidad anual total de producción pesquera profesional—incluyendo peces, moluscos y crustáceos— oscila aproximadamente entre 3.900 t (máximo en 2002) y 3.000 t (mínimo en 2018) (Figura 1). Los mayores cambios en el volumen de capturas se observan entre 2002-2007, con una disminución progresiva de ~800 t (de 3.888 t a 3.087 T). Entre 2007-2011 se produce un incremento gradual de ~500 T, donde se alcanza el segundo máximo en 2011 con 3.600 t. Posteriormente, se observa un decrecimiento gradual de ~600 t entre 2011-2018, hasta alcanzar las 3.014 t.

El valor medio anual de las capturas varía de 17,7 millones de € (mínimo en 2002) a 23 millones de € (máximo en 2006) (Figura 1). De 2002 a 2006 se produce el mayor incremento, de 2,7 millones de €, a partir del cual el valor económico anual decrece progresivamente hasta los 19,4 millones de € en 2014. De 2015 a 2018 el valor medio anual se ha mantenido más estable, oscilando entre los 20,4-21 millones de €.

Los valores económicos asociados a las capturas muestran una tendencia a la inversa de ambas variables entre 2002 y 2009 (Figura 1). Entre 2010 y 2014, los valores de las capturas y valor medio anual están en fase, y en 2015 vuelven a divergir.

Las capturas de peces presentan un orden de magnitud más que el resto de grupos taxonómicos (Figuras 2, 3 y 4). Las descargas totales de peces han disminuido desde el año 2002 hasta el 2018, pasando de 3.800 t a 2.300 t respectivamente (Figura 2). Esta disminución de 1.500 t

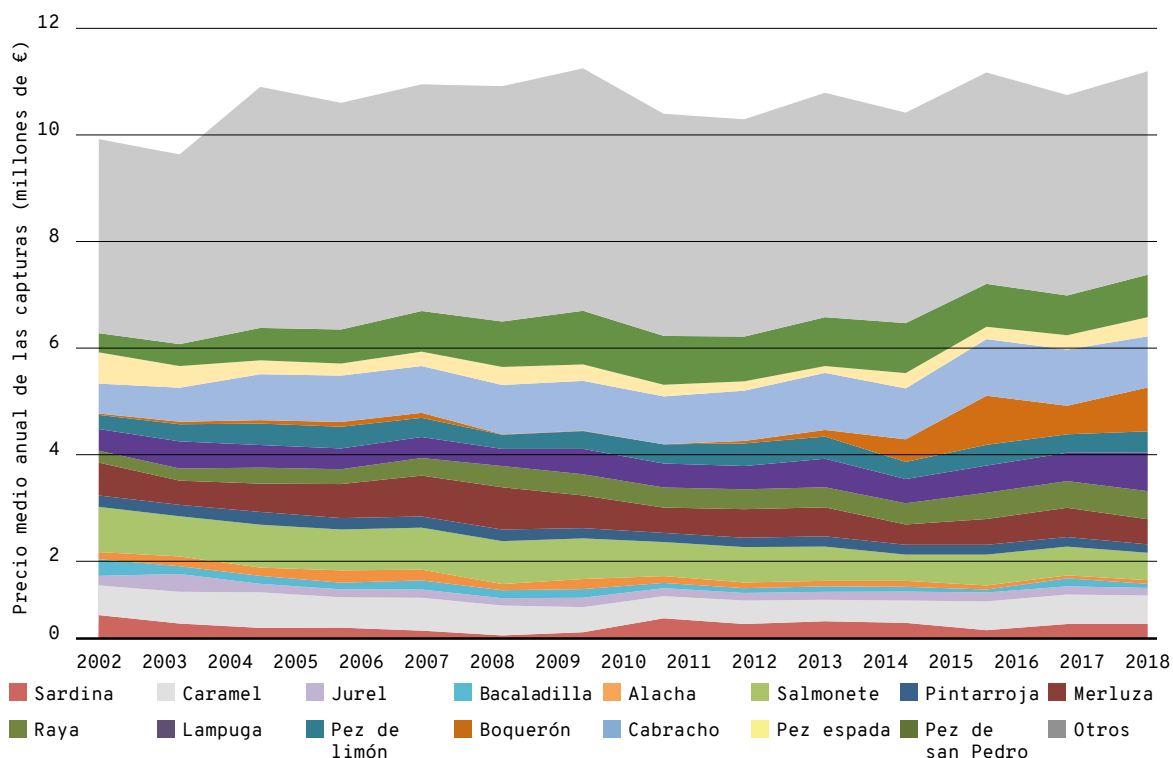


Figura 3. Valor medio anual en millones de € de las capturas totales de pesca profesional de peces en todas las Islas Baleares entre los años 2002-2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

se ha producido principalmente en dos eventos, entre 2002-2004 (decrecimiento de ~900 T) y entre 2015-2018 (decrecimiento de ~600 T). Entre 2005-2010 los valores oscilan en torno a las ~3.000-2.700 t.

Entre las especies de peces que más reducen las capturas entre 2002-2018 se observa la sardina europea (*Sardina pilchardus*), pasando de 448 t a 98 t. Esta especie muestra cuatro disminuciones principales en 2007, 2013, 2017 y 2018. Las capturas de chuclas y carameles (*Spicara* spp.) se reducen progresivamente de 270 t en 2002 a 153 t en 2018, posiblemente debido a cuestiones de mercado, que establece cuotas máximas diarias de 79 kg/día. Las descargas de jureles (*Trachurus* spp.) pasan del máximo de 350 t en 2003 al mínimo de 90 t en 2018. Las capturas de bacaladilla (*Micromesistius poutassou*) decrecen de 200 t en el año 2007 a 11 t en 2018. La especie alacha (*Sardinella aurita*) presenta una disminución de 206 t en 2003 a 40 t en 2018. El salmonete (*Mullus* spp.) pasa de 171 t en 2002 a 100 t en 2018. Las capturas de pintarroja (*Scyllorhinus* spp.) se reducen de 146 t en 2004 a 71 t en 2018. La merluza (*Merluccius merluccius*) baja del máximo de 139 t en 2007 a 59 t en 2018. Por último, decrecen las capturas de pez espada (*Xiphias gladius*) de 104 t en 2002 a 13 t en 2018.

Entre las especies que muestran una oscilación temporal de las capturas se encuentra la lampuga (*Coryphaena hippurus*), que varía del mínimo de 57 t en 2007 al máximo de 177 t en 2003, registrando 132 t descargadas en 2018. En la actualidad, la lampuga tiene una cuota de 150 kg/barca/día. El pez de limón muestra un mínimo de 30 t capturadas en 2005 y un máximo de 67 t en 2007, llegando a 34 t en 2018.

La especie que más ha aumentado el volumen de capturas desde el 2002 es el boquerón, pasando de 0,9 t a 35 t entre 2002-2011, y de 203 t a 500 t entre 2012-2018 (Figura 2). Las capturas de cabracho aumentan ligeramente de 50 t en 2002 a 64 t en 2018. Las capturas de pez de san Pedro han aumentado de 33 t en 2002 a 48 t en 2018. Finalmente, las rayas (*Raja* spp.) varían entre 100 t (año 2003) y 188 t (año 2015), hasta alcanzar 134 t en 2018. Este ligero aumento en las rayas podría ser un síntoma de recuperación, ya que se trata de especies estrategas K (conservadoras) que tienen pocos descendientes.

Las especies de mayor captura, en orden de mayor a menor valor económico medio entre 2002-2018, son (Figura 3): cabracho (0,97 millones de €), pez de san Pedro (0,77 millones de €), salmonete (0,70 millones de €), merluza europea (0,56 millones de €), chuclas y carameles (0,55 millones de €), lampuga (0,5 millones de €), rayas (0,41 millones de €), pez de limón (0,37 millones de €), boquerón (0,35 millones de €), pez espada (0,29 millones de €), sardina europea (0,25 millones de €), pintarrojas (0,20 millones de €), jureles (0,17 millones de €), alacha (0,13 millones de €) y bacaladilla (0,12 millones de €).

Esto demuestra que las especies más capturadas no siempre son las de mayor valor económico y viceversa (Figs. 2 y 3). En general, el valor medio anual se mantiene más estable que el volumen de capturas. La especie que más varía en valor es el boquerón, como también ocurre con el peso de sus capturas.

Las capturas de moluscos varían entre 298 t (año 2003) y 444,4 t (año 2013), y se alcanzan 410,5 t en 2018 (Figura 4). Los principales incrementos se observan entre los años 2005-2006 y 2008-2014,

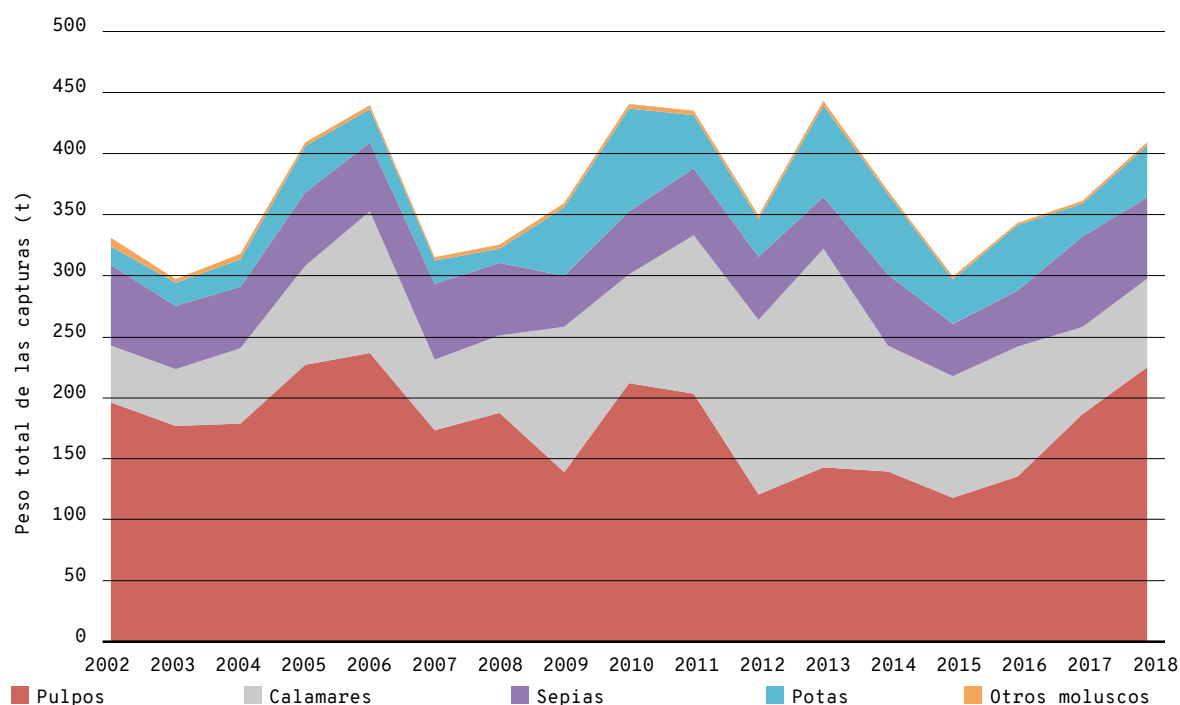


Figura 4. Peso anual en toneladas (t) de las capturas totales de pesca profesional de moluscos en todas las Islas Baleares entre los años 2002-2018. El grosor de cada franja de color se refiere a la cantidad capturada de cada especie. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

mientras que los principales descensos se dan en 2007 y 2015. Estas variaciones se producen sobre todo en las capturas de pulpos y calamares, siendo estos los grupos que se capturan en mayor cantidad. Las especies de moluscos que registran más capturas son los pulpos, con 177 t de media entre 2002-2018, seguidos de los calamares, con 93,6 t de media. Después, continúan en orden de cantidad las capturas de sepia, con 55,2 t de media, y finalmente de pota, con 11,7 t de media.

El mayor valor medio anual de las capturas de moluscos lo aportan los calamares (Figura 5). Este grupo también muestra la mayor variabilidad económica desde el año 2002. Se observan aumentos considerables en 2006, con 1,70 millones de €, y en 2013, con 1,97 millones de €. Los precios medios de los grupos restantes no presentan tanta variabilidad económica temporal. Los pulpos han aumentado gradualmente el precio medio anual desde 2015, que ha pasado de 0,39 millones de € a 0,93 millones de €. En la última década, el precio del pulpo (*O. vulgaris*) se ha incrementado, aunque este incremento no se observa en la Figura 5, ya que se diluye con el bajo valor comercial del pulpo blanco (*E. cirrhosa*) y el pulpo almizclado (*E. Moschata*).

El grupo de moluscos que sigue en ingresos a los calamares y pulpos es el de las sepias, cuyo valor es constante en el tiempo, con un ligero aumento a partir de 2017, alcanzando en 2018 los 0,71 millones de € (Figura 5). Finalmente, el grupo de menor valor anual siempre ha sido el de las potas, aunque se observa un ligero aumento a partir de 2010, que se mantiene hasta 2018 con 0,10 millones de €. El grupo de otros moluscos apenas

representa beneficio económico, ya que se refiere a las capturas que se efectúan como subproducto de las actividades pesqueras de redes.

Las capturas de crustáceos han variado de 297,5 t (en 2014) a 388,8 t (en 2002) (Figura 6). Entre 2003 y 2009 bajan en aproximadamente 50 T, alcanzando las 330 t. Entre 2013 y 2016 se obtienen los mínimos valores de capturas de crustáceos (~300 T). Finalmente, en 2017 y 2018 se produce un aumento en las capturas de ~80 T, llegando a las 386,1 t en 2018.

La gamba roja es el crustáceo más capturado del mar Balear, con una media de 186,3 t entre 2002-2018 (Figura 6). El *gambosí* o conjunto de especies de gambas le sigue en cantidad, aunque muestra una disminución de ~30 t desde 2005. El grupo de «otros crustáceos» se ha llegado a duplicar de 25 a 50 t entre 2010-2017, y vuelve a disminuir en 2018 con 38,5 t. Las capturas de langosta o cigala se han mantenido constantes desde 2002, con aproximadamente 30 t. La excepción la marca la cigala, que muestra una disminución de 10 t entre 2015-2018. La gamba blanca es la más capturada después de la gamba roja, aunque esta representa únicamente 1/18 parte de la captura de gamba roja. Las mayores capturas de gamba blanca (entre 38-22 T) se muestran en 2002-2003 y 2017-2018.

La gamba roja es también la que supone una mayor fuente de ingresos, entre 4 y 6 millones de € (Figura 7). Los mayores valores se alcanzan entre 2004 y 2009. Le sigue la langosta, con 1,4 millones de € de media, aunque en 2018 aumenta a 2 millones de €. El valor económico anual de la cigala se mantiene en torno a los 0,7 millones de €. El

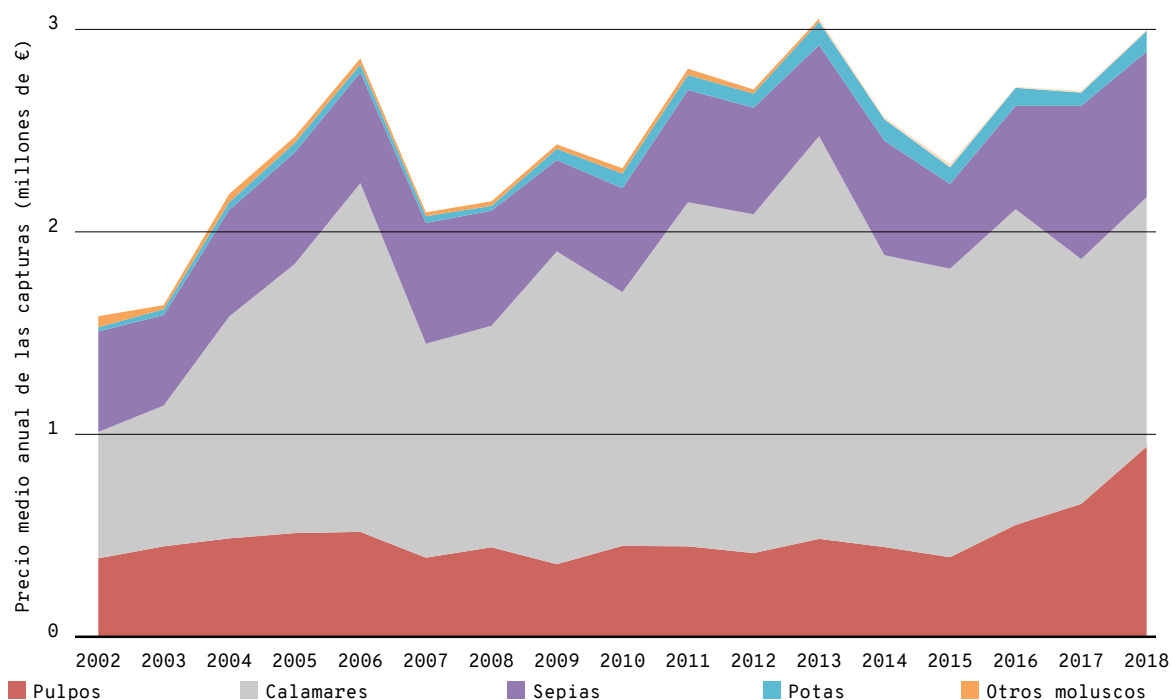


Figura 5. Precio medio anual en € de las capturas totales de pesca profesional de moluscos en todas las Islas Baleares entre los años 2002-2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

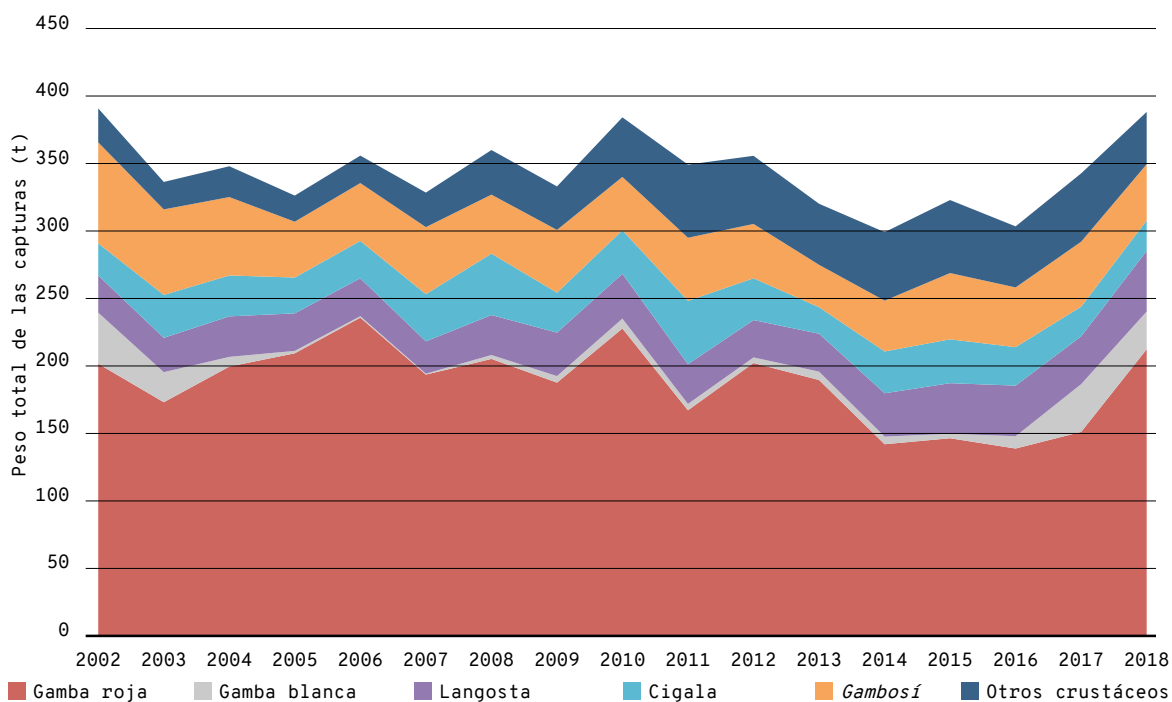


Figura 6. Peso en toneladas (t) anuales de las capturas totales de pesca profesional de crustáceos en todas las Islas Baleares entre los años 2002-2018. El grosor de cada franja de color se refiere a la cantidad capturada de cada especie. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

gambosí está formado por un conjunto de especies de gambas de bajo valor comercial cuyo precio medio entre 2002-2018 es de 0,3 millones de €. El grupo de «otros crustáceos» (incluyendo cangrejos) alcanza los 0,2 millones de €.

fesional, las vedas y las cuotas máximas de pesca diaria, el cambio de costumbres alimentarias, los ciclos biológicos intrínsecos de las especies y los cambios en las condiciones oceanográficas.

CONCLUSIONES

→ Las capturas de pesca profesional balear en 2018 disminuyen en 900 t respecto al año 2002 (pasando de 3.900 a 3.000 t). Ello puede deberse a diferentes factores: una disminución de la flota pesquera pro-

→ El mayor volumen de capturas de la flota pesquera profesional balear lo constituyen peces, al capturarse en un orden de magnitud mayor (~3.800-2.300 T) al de las capturas de crustáceos y moluscos (~450-300 t).

→ La especie más capturada pasa de ser la sardina en 2002 (488 T) al boquerón en 2018 (432 T).

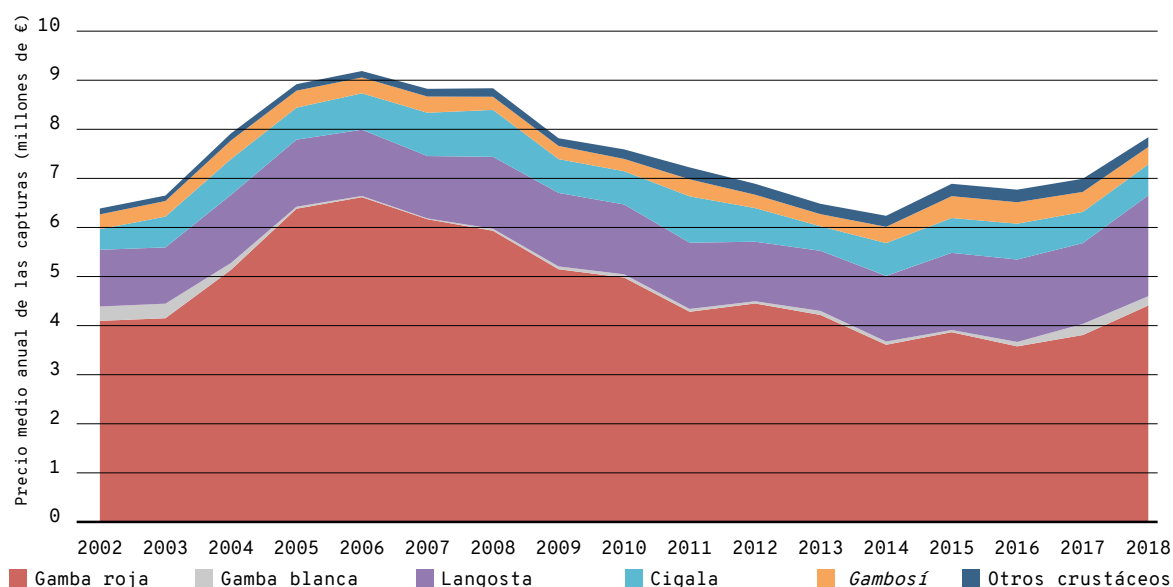


Figura 7. Precio medio anual en millones de € de las capturas totales de pesca profesional de crustáceos en todas las Islas Baleares entre los años 2002-2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears.

Las 15 especies de peces más capturadas son: sardina europea (ES, CA) = *Sardina pilchardus*; carameles (ES) = *gerrets* (CA) = *Spicara* spp.; jureles (ES) = *sorrells* (CA) = *Trachurus* spp.; bacaladilla (ES) = *maire* (CA) = *Micromesistius poutassou*; alacha (ES) = *alatxa* (CA) = *Sardinella aurita*; salmonete (ES) = *moll* (CA) = *Mullus* spp.; pintarroja (ES) = *gató* (CA) = *Scyllorhinus* spp.; merluza europea (ES) = *lluç* (CA) = *Merluccius merluccius*; rayas (ES) = *rajades* (CA) = *Raja* spp.; lampuga (ES) = *llampuga* (CA) = *Coryphaena hippurus*; pez de limón (ES) = *cirviola o verderol* (CA) = *Seriola dumerili*; boquerón (ES) = *aladroc* (CA) = *Engraulis encrasicolus*; cabracho (ES) = *cap-roig* (CA) = *Scorpaena scrofa*; pez espada o emperador (ES) = *peix espasa* (CA) = *Xiphias gladius*; pez de san Pedro (ES) = *gall de Sant Pere* (CA) = *Zeus faber*.

→ Las descargas totales de peces se han reducido en 1.500 t, disminuyendo la mayoría de las especies, aunque con un incremento desde 2002 en el boquerón (el más significativo, con ~500

T), el cabracho y el pez de san Pedro (~15 t) y las rayas (~30 t).

→ El crustáceo más capturado del mar Balear es la gamba roja. Entre 2002-2018 se reportaron como media 186,3 t.

→ El molusco más capturado en la pesca profesional balear es el grupo de los pulpos, con una media de 176,8 t entre 2002-2018; la especie de pulpo que implica mayor montante económico y tiene verdadera importancia comercial es el *Octopus vulgaris*.

→ El grupo de los crustáceos es el que muestra mayor aporte económico.

→ En 2018, las diez especies cuyas capturas implican mayor valor económico son: gamba roja, langosta, calamares, cabracho, boquerón, pulpo común, sepia, salmonete, cigala y lampuga.

REFERENCIAS

¹ QUETGLAS, A. *et al.* (2016). «Plan de Implementación Regional para Pesquerías Demersales de las Islas Baleares (Mediterráneo Occidental)». Informe del Proyecto Myfish.

² FAO (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018: Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

³ SABATÉS, A. *et al.* (2006). «Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean». *Global Change Biology*, 12, 2.209-2.219. DOI:10.1111/j.1365-2486.2006.01246.x.

⁴ TUGORES, M. *et al.* (2011). «Habitat suitability modelling for sardine *Sardina pilchardus* in a highly diverse ecosystem: The Mediterranean Sea». *Marine Ecology Progress Series*, 443, 181-205. DOI: 10.3354/meps09366.

⁵ MONTERO-SERRA, I. *et al.* (2015). «Warming shelf seas drive the subtropicalization of European pelagic fish communities». *Global Change Biology*, 21 (1), 144-153. DOI: 10.1111/gcb.12747.

94-101

Acuicultura marina

(producción de peces, valor económico de la producción de peces, producción de alevines, valor económico de alevines, producción de moluscos, valor económico de moluscos, centros de investigación acuícola, valor económico total)

La acuicultura, la cría en cautividad de especies de agua dulce o salada, tiene importancia económica y de producción de alimentos. En este documento nos referimos únicamente a las especies marinas de acuicultura.

ANTECEDENTES

La acuicultura de las Islas Baleares nació en Menorca hacia el año 1880, con los primeros cultivos de moluscos en parques y bateas dedicados al consumo de la isla y explotados de manera totalmente artesanal. Esta actividad cesó entre los años 1970 y 1980 por razones sanitarias.¹

En el año 1980, con un incipiente desarrollo de la acuicultura mediterránea, empezaron en Mallorca las primeras experiencias de investigación en acuicultura, impulsadas por el Consell General Interinsular, un organismo preautonómico. En 1980 se creó también la Estació d'Aqüicultura para la investigación y la implementación de cultivos de especies mediterráneas y para el asesoramiento científico.¹

En el año 1984 empezó el desarrollo industrial del cultivo de dorada (*Sparus aurata*) y de lubina (*Dicentrarchus labrax*) con la creación de diez empresas, de capital mixto o privado, con una capacidad de producción total de 500 toneladas.¹

Cinco cofradías de pescadores de las Islas se interesaron por la producción de pescado y, junto con el asesoramiento de los técnicos de la Estació d'Aqüicultura, instalaron polígonos de jaulas en Portocolom, Port d'Andratx, Fornells y Formentera. También se dio un nuevo impulso a la actividad mariscadora y de cultivo de moluscos en el puerto de Maó.¹

La competencia exterior de las grandes empresas productoras de la Península, de Francia o de Grecia y la escasa rentabilidad de las instalaciones en el mar propiciaron la desaparición —a mediados de

la década de los años noventa y durante la primera de este siglo— de estas pequeñas empresas, con la excepción de los mariscadores de Menorca.¹

Uno de los problemas de la acuicultura en las Baleares radica en la creencia de que esta actividad no es compatible con el turismo y con una correcta conservación del medio marino, y siempre ha chocado con una fuerte resistencia y con el rechazo público. El elevado valor económico de los terrenos litorales provocó que se descartasen las instalaciones de grandes empresas acuícolas en terrenos costeros, a parte del impacto visual y ambiental negativo de los polígonos de jaulas. Todo ello ha determinado que, a pesar de la excelente calidad del agua del mar Balear y de la existencia de diversos lugares idóneos para emplazar las instalaciones, la acuicultura marina de peces en esta comunidad autónoma se haya reducido hoy en día a una única empresa de acuicultura marina del grupo Culmarex, que en el año 2018 produjo 46,8 millones de alevines de dorada y de lubina para la explotación y el engorde en instalaciones del mismo grupo en granjas de la Península (Málaga, Murcia o Almería).

La acuicultura continental se fundó en los años ochenta del siglo pasado, con una empresa dedicada al cultivo originalmente de carpas y, actualmente, de especies ornamentales de agua dulce y estanques de depuración que sigue en funcionamiento.

NORMATIVA

Ley 6/2013, de 7 de noviembre, de pesca marítima, marisqueo y acuicultura en las Islas Baleares.

¿QUÉ ES?

La acuicultura es la cría en cautividad de especies de agua dulce o salada. En este documento nos referimos únicamente a las especies marinas.

METODOLOGÍA

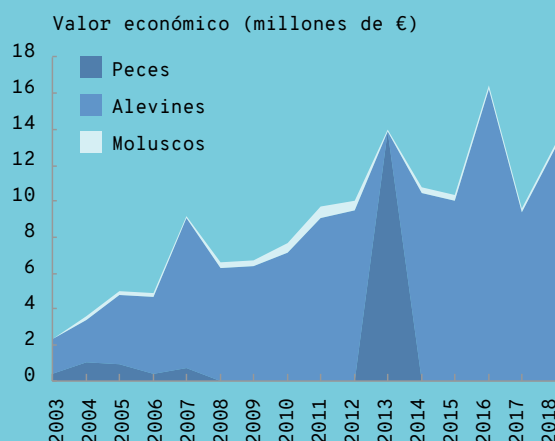
Los datos proceden de la Direcció General de Pesca i Medi Marí y del Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020.

RESULTADOS

En las Baleares, la producción de pescado para acuicultura marina cesó en el año 2007 y fue sustituida por la producción de alevines, para engordarlos posteriormente en instalaciones de la Península. Esta producción varió entre 65,7 t en el año 2003 y 455 t en el año 2013, cuando la producción de alevines se había engordado y estos se vendieron como adultos.

En la venta de peces adultos se ha vendido mayoritariamente la dorada (*Sparus auratus*), mientras que el engorde de lubina (*Dicentrarchus labrax*) siempre ha sido minoritario. En cambio, en la producción de alevines es mayoritaria la lubina, que representa el 89,9 % de las unidades de alevines producidas en el año 2018.

El valor económico de los alevines ha variado entre 1,95 millones de euros en el año 2003 y 16,23 millones de euros en el año 2016. En el año 2018 fue de 13,2 millones de euros, y los alevines de lubina supusieron el 94 % de los ingresos.



Evolución de la producción total de acuicultura marina en las Islas Baleares desde el año 1994 hasta el 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

¿POR QUÉ?

Importancia económica.
Importancia como fuente de alimento.

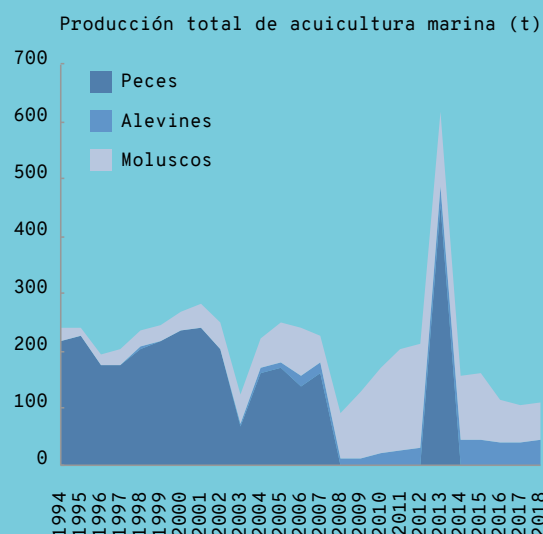
LOCALIZACIÓN



Solo existe producción acuícola de moluscos en Menorca, y se basa en la producción de mejillones (*Mytilus galloprovincialis*) y almejones (*Venus verrucosa*), aunque la producción de mejillón es muy mayoritaria en peso (entre el 98,8 y el 94,7 %). La producción de almejón, aunque es muy minoritaria en términos de peso, tiene un importante valor económico, y ha representado entre el 32 % del total del valor de la producción de moluscos en el año 2006 y el 0,8 % en el año 2018. Desde los años noventa, la producción de almejón se ha reducido drásticamente, y ha pasado de unas 5 t a 0,15 t en el año 2018.

En las Baleares solo hay un centro de investigación con actividad en materia acuícola, situado en Port d'Andratx: el Laboratori d'Investigacions Marines i Aqüicultura (LIMIA).

El valor económico total de la acuicultura marina de las Baleares ha variado entre 2,13 millones de euros en el año 2003 y 16,4 millones de euros en el año 2016.



Evolución del valor económico de la acuicultura marina en las Islas Baleares desde el año 2003 hasta el 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

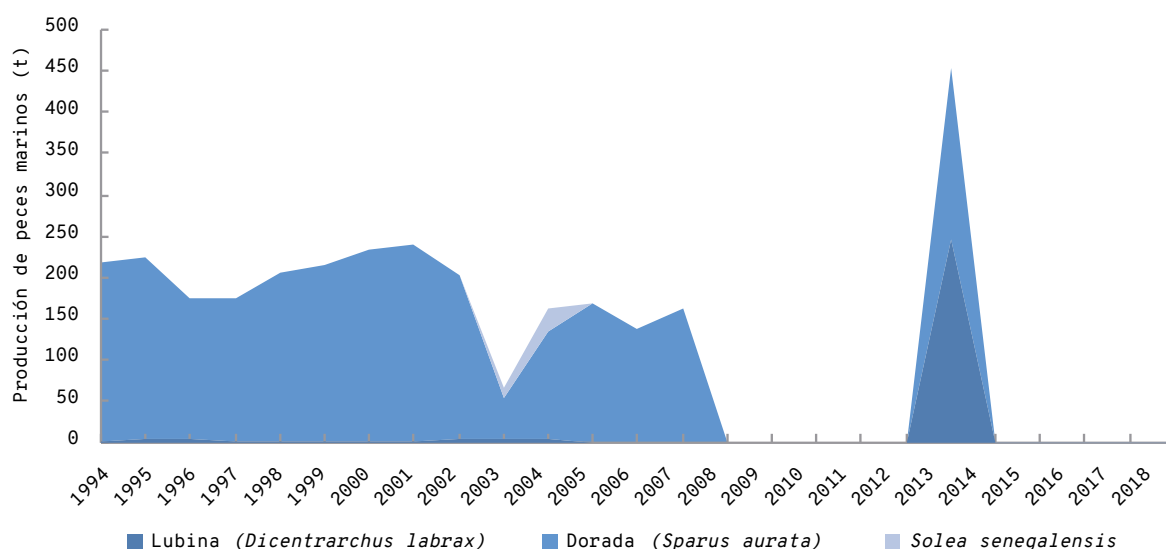


Figura 1. Producción de peces en peso (toneladas) por acuicultura marina entre los años 1994 y 2018.
FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

METODOLOGÍA

Se han obtenido datos de los siguientes indicadores sobre acuicultura en las Islas Baleares para el período 1994-2018:

- Producción de peces marinos en peso (en toneladas).
- Valor económico de la producción de peces marinos.
- Producción de alevines de peces en peso (en toneladas).
- Valor económico de la producción de alevines de peces.
- Producción de moluscos en peso (en toneladas).
- Valor económico de la producción de moluscos.
- Número de centros de investigación con actividad en materia acuícola.
- Valor económico total de la acuicultura en las Baleares.

Los datos referentes a estos indicadores sobre acuicultura se han obtenido de la Direcció General de Pesca i Medi Marí del Govern de les Illes Balears y del Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020.¹

RESULTADOS

94. Producción de peces marinos

Durante las dos últimas décadas, el número de empresas dedicadas a la acuicultura se ha reducido y han desaparecido las dos únicas empresas mallorquinas que se dedicaban a engordar y a comercializar doradas (*Sparus aurata*) y lubinas (*Dicentrarchus labrax*).

Una de estas empresas pertenecía a la Confraria de Pescadors de Portocolom y tenía vivero dentro del mar, donde engordaba doradas (*Sparus aurata*) y lubinas (*Dicentrarchus labrax*). Esta empresa estuvo en funcionamiento entre los años 1983 y 2005.²

La otra empresa engordaba los peces —doradas y lubinas— en tierra, aprovechando la energía calórica del agua de refrigeración de la central térmica de producción de energía de Es Murterar (Alcúdia).

Las dos empresas se abrieron a principios de la década de los ochenta y cerraron en los años 2005 y 2007, en parte debido a la imposibilidad de competir con los precios de venta del producto. Por ello, los datos de producción de peces muestran que a partir del año 2007 no hay producción, excepto en el año 2013, que hubo producción derivada de la venta de peces provenientes de la granja de alevines instalada en Mallorca, que se pusieron en venta tras ser engordados (Figura 1, Tabla 1).

La producción total de peces marinos producidos mediante acuicultura ha variado entre 65,7 t y 455 t, los años 2003 y 2013, respectivamente. Tal y como hemos expuesto, entre los años ochenta y hasta mediados de la primera década de este siglo hubo dos granjas de engorde de peces de las que procedía toda la producción de pescado marino por acuicultura. A partir del año 2007 finalizó esta producción, con excepción del año 2013, cuando se vendieron los pescados procedentes de la granja de alevines en fase adulta (Figura 1).

La especie que se ha producido mayoritariamente ha sido la dorada (*Sparus auratus*), mientras que el engorde de lubina (*Dicentrarchus labrax*) siempre ha sido minoritario (Figura 1). La máxima producción de doradas se generó en el año 2000 con 237,3 t, mientras que el año en que se produjeron menos fue 2003, con una producción de 51,9 t. Los años 2002 y 2003 se produjo *Solea senegalensis*, un pez plano similar al lenguado, pero su producción fue de poca importancia (10,5 y 26 t anuales, respectivamente).

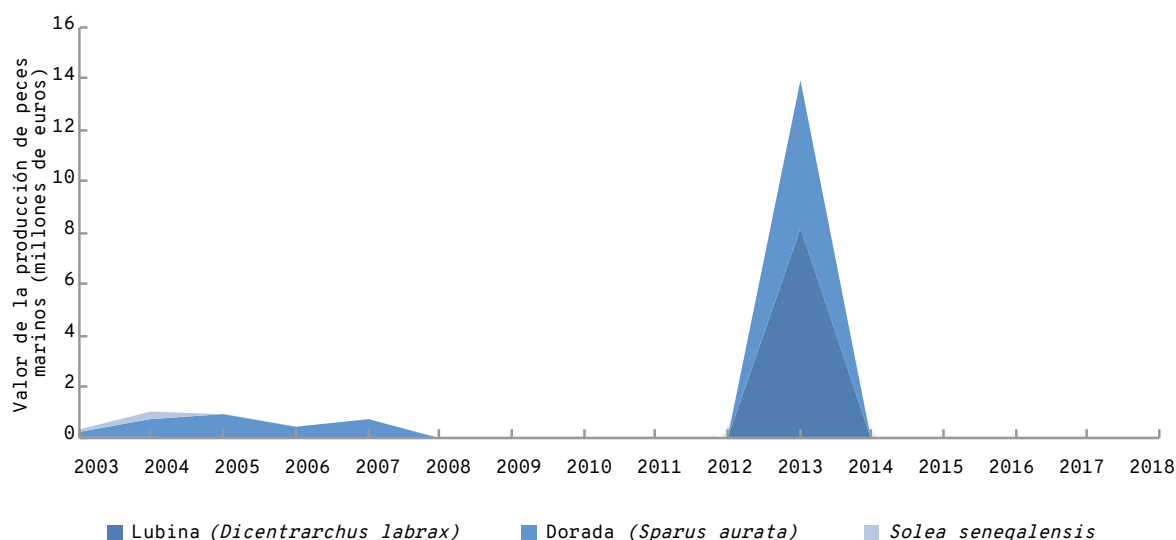


Figura 2. Valor económico (en millones de euros) de la producción de pescado por acuicultura marina entre los años 2003 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

INDICADOR	2004	2008	2012	2016	2018
94. Producción de peces marinos (t)	161,5	0	0	0	0
95. Valor de peces marinos (millones de euros)	1,03	0	0	0	0
96. Producción de alevines de peces marinos (millones de unidades)	7,0	9,6	32,8	42,1	46,8
97. Valor de alevines de peces marinos (millones de euros)	2,4	6,3	9,5	16,2	13,1
98. Producción de moluscos (t)	2,9	1,8	0,3	0,3	0,2
99. Valor de los moluscos (miles de euros)	152,9	262,1	544,1	172,4	174,2
100. Núm. de centros de investigación acuícola	1	1	1	1	1
101. Valor económico total (millones de euros)	3,6	6,6	10,0	16,4	13,2

Tabla 1. Resumen de los diferentes indicadores para los años 2004, 2008, 2012, 2016 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

95. Valor económico de la producción de peces marinos

El valor económico de la producción de peces mediante acuicultura marina ha variado entre los 0 € desde que se cerraron las granjas de engorde de peces marinos y un total de casi 14 millones de euros (13.911.888 €) el año en que se vendieron los peces procedentes de granjas de alevines como adultos (2013) (Figura 2). Cuando las granjas marinas de engorde estaban en funcionamiento, el valor económico varió entre 363.500 € en el año 2003 (primer año del que se tienen datos) y 1.031.140 € en el año 2004. La mayor parte de este valor económico proviene del engorde de dorada (*Sparus auratus*), mientras que el engorde de lubina (*Dicentrarchus labrax*) ha proporcionado unos beneficios económicos inferiores, ya que siempre se han producido menos toneladas que de dorada (figuras 1 y 2).

96. Producción de alevines de peces marinos

La mayor actividad acuícola de las Baleares se centra en una única empresa de producción de alevines (*hatchery*) instalada en Mallorca que cada año aumenta su producción (Figura 3). Toda su producción se transporta a la Península, donde se engorda en instalaciones del mismo grupo empresarial.

La producción de alevines ha variado entre 40.000 unidades en el año 1996 y 46.795.960 unidades en

2018. El año 2018 se produjeron 42.072.566 unidades de lubina (*Dicentrarchus labrax*) y 4.723.394 unidades de dorada (*Sparus auratus*), y las cifras de lubina representan el 89,9 % de las unidades de alevines producidas (Figura 3).

97. Valor económico de la producción de alevines de peces marinos

Esta actividad ha reportado unos ingresos de entre 1.950.000 € en el año 2003 y 16.231.379,5 € en el 2016. El valor económico de esta actividad en el año 2018 fue de más de 13 millones de euros, concretamente de 13.051.274,8 €. Los alevines de lubina supusieron el 94 % de los ingresos (Figura 4). En el año 2013 se muestra un valor económico de 0 € porque los alevines se engordaron y se vendieron como adultos; su valor económico puede verse en el apartado del valor económico de la producción de peces.

98-99. Producción de moluscos en peso (toneladas) y valor económico

La actividad de producción de moluscos se concentra en Menorca y se basa en la producción de mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) y almejón (*Venus verrucosa*). La producción de mejillones es muy mayoritaria en peso: en el período 1994-2018 varió entre 8 t el año 1995 y 177,9 t el año 2012,

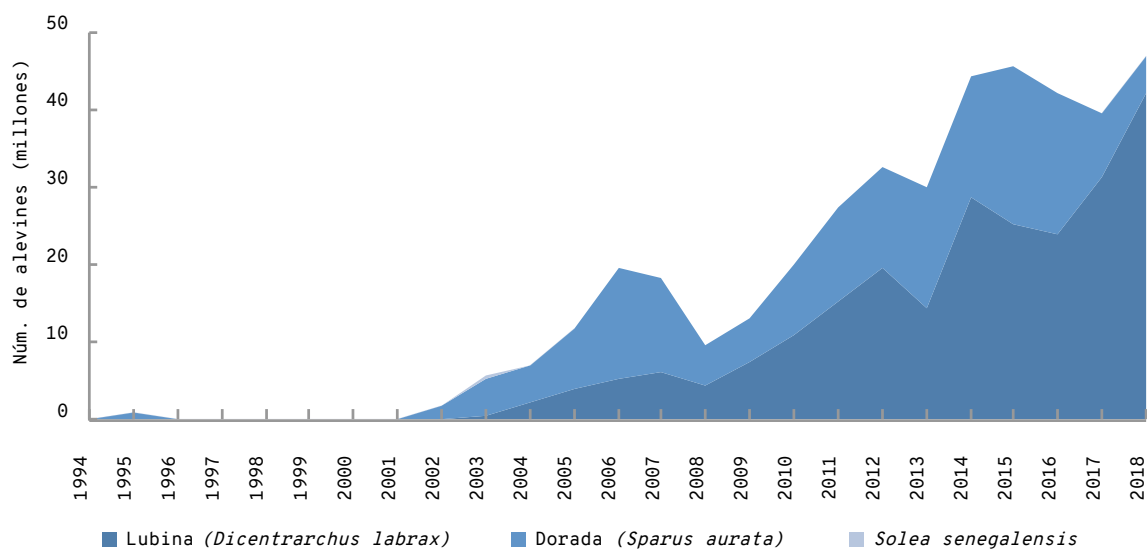


Figura 3. Número de alevines de peces marinos (en millones) producidos para el período comprendido entre los años 1994 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

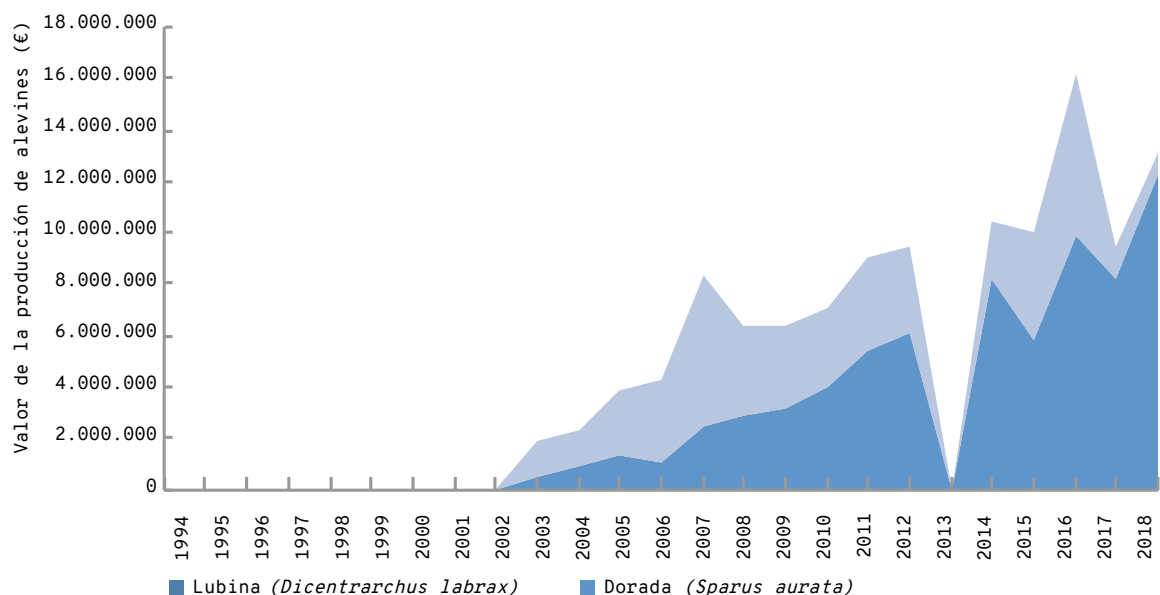


Figura 4. Valor económico de la producción de alevines de peces marinos (en euros) en el período comprendido entre los años 1994 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

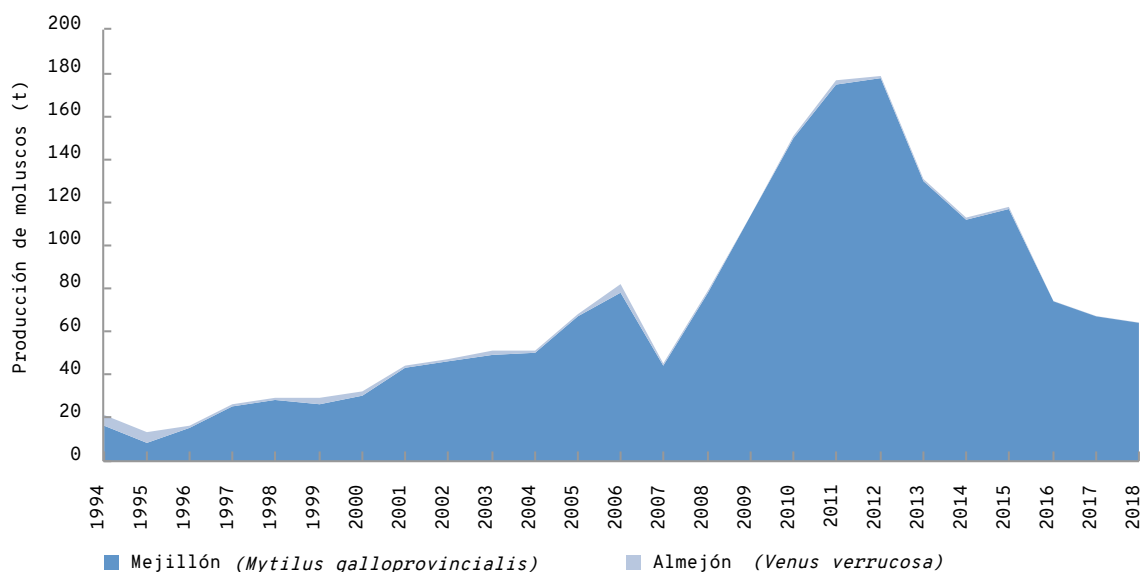


Figura 5. Producción de moluscos en peso (toneladas) por acuicultura marina entre los años 1994 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

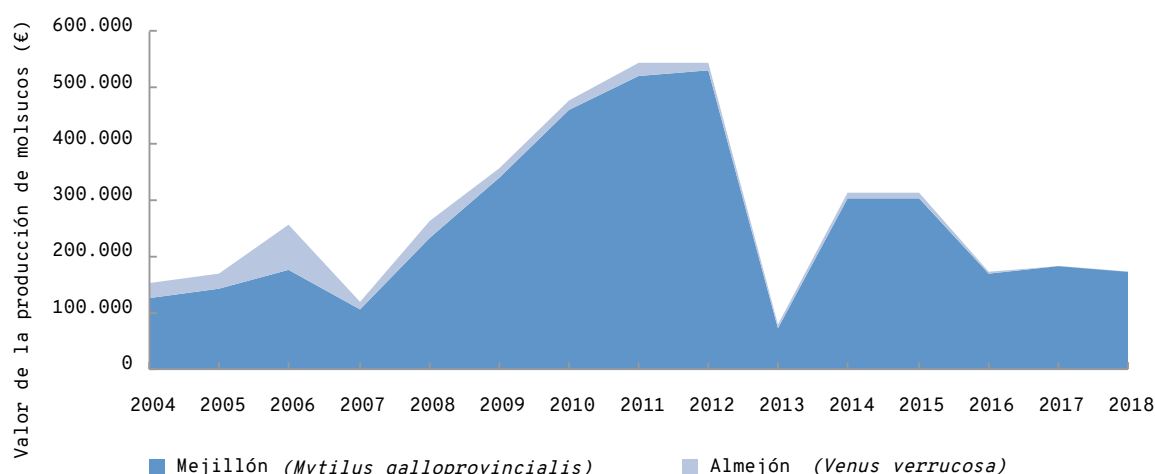


Figura 6. Valor económico de la producción de moluscos (€) por acuicultura marina entre los años 1994 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

mientras que la de almejón varió entre 0,15 t y 5 t en los años 2018 y 1994-95. Esta producción ha significado entre el 0,2 y el 5,3 % de la producción en peso de moluscos en las Baleares entre los años 2004 y 2018. A pesar de su reducida producción en peso, el valor económico de la producción de almejón ha representado entre el 0,8 % (2018) y el 32 % (2006) del total del valor de la producción de moluscos, gracias a su elevado valor de mercado.

El almejón es una especie de consumo local, y toda su producción se vende en el mercado menorquín. La producción ha ido disminuyendo a lo largo de los años, y ha pasado de 5 t en los años 1994 y 1995 —cuando representaba el 23,8 y el 38,5 % de la producción de moluscos— a una producción de solo 0,15 t en el año 2018, una cantidad que representa el 0,8 % de la producción total de moluscos. Una parte de esta reducción puede deberse a la dificultad de obtener semilla y a la falta de espacio para cultivarlo,¹ aparte de los posibles efectos de una disminución en la calidad del agua del puerto de Maó.

La producción de mejillón se realiza en 14 bateas situadas dentro del puerto de Maó. Esta producción fue aumentando hasta el año 2012 y después disminuyó progresivamente: de 177,8 t en el año 2012 a 64,2 t en el 2018.

100. Número de centros de investigación con actividad en materia acuícola

En las Islas Baleares hay un único centro de investigación con actividad en materia acuícola: el Laboratori d'Investigacions Marines i Aquicultura (LIMIA), situado en Port d'Andratx.

Este centro se inició en el año 1980 con la creación de la Estació d'Aquicultura. Inicialmente se trataba

de un centro de investigación y desarrollo de técnicas de cultivo y engorde de organismos marinos y de apoyo al sector pesquero para diversificar su producción. Con el tiempo, ha ido diversificando su actividad y se ha abierto a otros campos de investigación de la biología marina: aplicación de la legislación comunitaria en materia de recursos marinos, marisqueo, piscicultura, repoblaciones, suministro de alevines y apoyo técnico a cooperativas piscícolas, estudios de pesquerías, erradicación de la macroalga invasora *Caulerpa taxifolia*, seguimiento de zonas de producción de moluscos, estudios de pesca recreativa, mapas zoosanitarios, etc.

Las primeras instalaciones se reformaron entre los años 2004 y 2005, y fue entonces cuando se cambió su nombre por el de LIMIA. Este centro de investigación dispone de una nave de experimentación para especies marinas y de un polígono de jaulas situadas en el interior del puerto (a una profundidad de 5 a 8 metros). Esta instalación se dedica a engordar las diferentes especies de trabajo del centro, sobre todo al mantenimiento por repoblación y cultivo experimental de dentón (*Dentex dentex*), lubina (*Dicentrarchus labrax*), sargo picudo (*Diplodus puntazzo*), serviola (*Seriola dumerlei*) o corvina (*Argyrosomus regius*).

101. Valor económico total de la acuicultura en las Baleares

El valor económico total de la acuicultura marina de las Baleares ha variado entre 2,13 millones de euros en el año 2003 y 16,4 millones de euros en el año 2016 (Figura 7). La mayor parte de este valor económico está determinada por la cría de alevines, mientras que la venta de peces adultos ha desaparecido y el valor económico de la venta de moluscos es marginal.

CONCLUSIONES

- La producción total de pescado producido por acuicultura marina ha variado entre 65,7 t en el año 2003 y 455 t en el año 2013. Esta producción cesó en el año 2007 y se substituyó por la producción de alevines.
- En el año 2013 se engordaron los alevines para venderlos como adultos.
- La especie que se ha producido de forma mayoritaria ha sido la dorada (*Sparus auratus*), mientras que el engorde de lubina (*Dicentrarchus labrax*) siempre ha sido minoritario.
- El valor económico de la producción de peces mediante acuicultura marina ha variado entre los 0 € desde que se cerraron las granjas de engorde de peces marinos y un total de casi 14 millones de euros en el año 2013, cuando se vendieron los peces procedentes de las granjas de alevines como adultos.
- Antes de cerrar las granjas de engorde de peces, el valor económico varió entre 363.500 € en el año 2003 (primer año del que se tienen datos) y 1.031.140 € en el año 2004.
- La producción de alevines es la principal actividad económica acuícola presente actualmente en las Baleares, con una producción que ha variado entre 40.000 unidades en el año 1996 y 46.795.960 unidades en el año 2018.
- En la cría de alevines, la lubina (*Dicentrarchus labrax*) es mayoritaria. En el año 2018 representó el 89,9 % de las unidades de alevines producidas.
- El valor económico de los alevines ha variado entre 1.950.000 € en el año 2003 y 16.231.379,5 € en el año 2016. El valor económico de esta actividad en el año 2018 fue de más de 13 millones de euros, y los alevines de lubina supusieron el 94 % de los ingresos.
- Solo existe producción de moluscos por acuicultura en Menorca, basada en la producción de mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) y almejón (*Venus verrucosa*). La producción de mejillón es muy importante en peso (entre el 98,8 % y el 94,7 %).
- La producción de almejón, a pesar de ser muy minoritaria en términos de peso, tiene un valor económico importante, y ha representado entre el 0,8 % del total del valor de la producción de moluscos en el año 2018 y el 32 % en el año 2006, gracias a su elevado valor de mercado.
- En los últimos años la producción de almejón se ha reducido drásticamente y ha pasado de unas 5 t en los años noventa a 0,15 t en el año 2018.
- En las Islas Baleares solo hay un centro de investigación con actividad en materia acuícola, situado en Port d'Andratx, que se inauguró en el año 1980 con el nombre de Estació d'Aqüicultura y que fue rebautizado como Laboratori d'Investigacions Marines i Aqüicultura (LIMIA) en el año 2005.
- El valor económico total de la acuicultura marina en las Islas Baleares ha variado entre 2,13 millones de euros en el año 2003 y 16,4 millones de euros en el 2016.

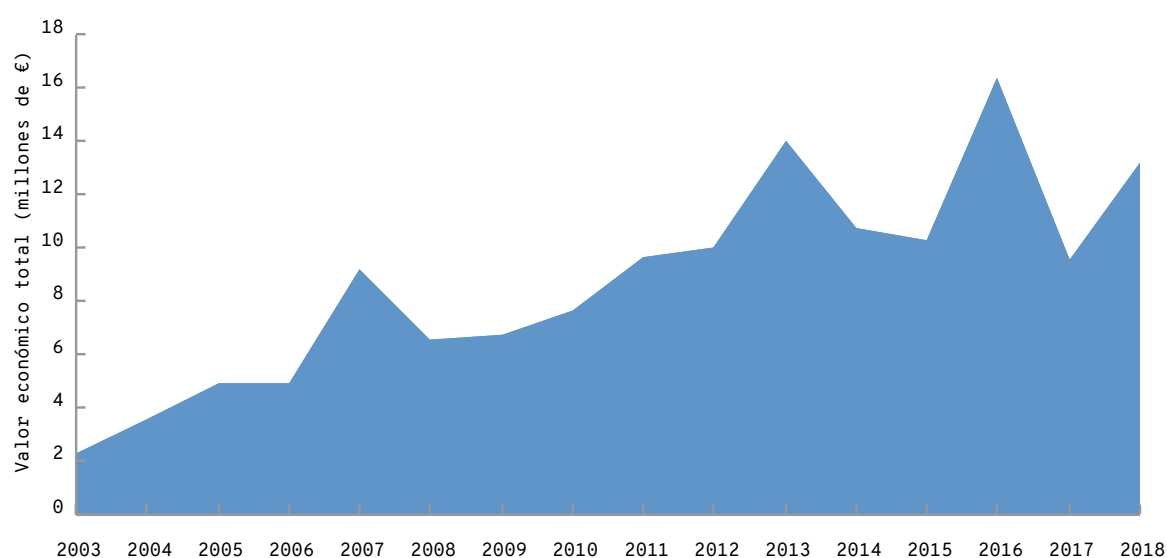


Figura 7. Valor económico total (en millones de euros) de la actividad acuícola marina en las Baleares entre los años 2003 y 2018. FUENTE: Direcció General de Pesca i Medi Marí.

REFERENCIAS

¹ FUNDACIÓN OBSERVATORIO ESPAÑOL DE ACUICULTURA (2015). *Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

² VAQUER-SUNYER, R. *et al.* (2012). «Temperature Dependence of Oxygen Dynamics and Community Metabolism in a Shallow Mediterranean Macroalgal Meadow (*Caulerpa prolifera*)». *Estuaries and Coasts*, 35, 1182-1192.

Indicadores futuros

A título ilustrativo, se muestra (Tabla A) un listado de indicadores que podrían incluirse en futuras versiones del INFORME MAR BALEAR. Los que aparecen marcados con una (✓) se han incluido en este informe. El resto no se ha incluido por falta de datos y/o tiempo. No es una lista exhaustiva, y su inclusión en futuras ediciones del informe se decidirá de forma consensuada.

Cate- goría	Subcategoría		Indicador	IMB 2020
VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y BIOLÓGICAS			Temperatura	✓
			Salinidad	
			Oxígeno	
			Concentración de Chl a / biomasa del fitoplancton	
			Composición del fitoplancton	
			pH	
			Turbidez	
BIODIVERSIDAD	Plantas marinas	<i>Posidonia oceanica</i>	Área de distribución	✓
			Cobertura	
			Densidad	
			Dinámica poblacional	
		<i>Cymodocea nodosa</i>	Área de distribución	✓
			Cobertura	✓
			Densidad	✓
		<i>Zostera noltii</i>	Área de distribución	✓
			Cobertura	
			Densidad	
	Comunidad de algas fotófilas	<i>Caulerpa prolifera</i>	Área de distribución	✓
			Cobertura	
			Densidad	
			Biomasa	✓
		<i>Cystoseira spp.</i>	Área de distribución	
			Cobertura	
			Densidad	
			Biomasa	
	Hábitats marinos protegidos	Coralígeno (0-100 m)	Área de distribución	✓
		Coralígeno de profundidad	Área de distribución	
		Maërl	Área de distribución	✓
	Índices de biodiversidad	Índices de biodiversidad	Índice de nivel trófico	
		Foraminífera	Foram Index	
		Biomarcadores del estrés oxidativo en peces	Indicadores del estrés oxidativo	

Cate- goría	Subcategoría		Indicador	IMB 2020
BIODIVERSIDAD	Especies vulnerables	Elasmobranquios	Abundancia de manta (<i>Mobula mobular</i>)	
			Abundancia de mantellina (<i>Gymnura altavela</i>)	
			Abundancia de raya bramante (<i>Leucoraja circularis</i>)	
			Abundancia de clavellina (<i>Rostroraja alba</i>)	
			Abundancia de angelote (<i>Squatina squatina</i>)	
			Abundancia de tiburones martillo (Familia <i>Sphyrnidae</i>)	
			Abundancia de cinturones (Familia <i>Alopiidae</i>)	
			Abundancia de <i>Rhinobatos cemiculus</i>	
			Abundancia de pez sierra (<i>Pristis pristis</i>)	
			Abundancia de cerdo marino (<i>Oxynotus centrina</i>)	
			Abundancia de tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>)	
			Abundancia de tiburón peregrino (<i>Cetorhinus maximus</i>)	
			Abundancia de cazón (<i>Galeorhinus galeus</i>)	
			Abundancia de tiburón mako (<i>Isurus oxyrinchus</i>)	
		Cetáceos	Porcentaje (%) de horas de localización de delfín mular (<i>Tursiops truncatus</i>)	✓
			Abundancia de delfín mular (<i>Tursiops truncatus</i>)	
			Tasa de encuentro de cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	✓
			Abundancia de cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	
		Tortuga boba (<i>Caretta caretta</i>)	Abundancia	
		Sygnátidos (<i>Hippocampus ramulosus</i> , <i>Hippocampus hippocampus</i>)	Población	
		Nacra (<i>Pinna nobilis</i>)	Población	
		Paíño europeo (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta	✓
			Éxito reproductor	✓
			Supervivencia de adultos	✓
			Estima de población	
		Pardela balear (<i>Puffinus mauretanicus</i>)	Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta	
			Éxito reproductor	
			Supervivencia de adultos	
			Estima de población	

Cate- goría	Subcategoría		Indicador	IMB 2020
BIODIVERSIDAD	Especies vulnerables	Pardela cenicienta (<i>Calonectris diomedea</i>)	Supervivencia de adultos	
			Estima de población	
		Cormorán (<i>Phalacrocorax aristotelis</i>)	Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta	
			Éxito reproductor	
			Supervivencia de adultos	
			Estima de población	
		Gaviota de Audouin (<i>Larus audouinii</i>)	Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta	
			Éxito reproductor	
			Supervivencia de adultos	
			Estima de población	
	Seguimiento de peces vulnerables a la pesca en AMP	<i>Balistes capriscus</i> , <i>Conger conger</i> , <i>Dentex dentex</i> , <i>Dicentrarchus labrax</i> , <i>Diplodus puntazo</i> , <i>Diplodus sargus</i> , <i>Diplodus vulgaris</i> , <i>Epinephelus costae</i> , <i>Epinephelus marginatus</i> , <i>Labrus merula</i> , <i>Labrus viridis</i> , <i>Muraena helena</i> , <i>Mycteroperca rubra</i> , <i>Pagrus pagrus</i> , <i>Phycis physis</i> , <i>Sciaena umbra</i> , <i>Scorpaena porcus</i> , <i>Scorpaena scrofa</i> , <i>Seriola dumerili</i> , <i>Sparus aurata</i> , <i>Sphyrna spp.</i> , <i>Spondyllosoma cantharus</i>	Biomasa	✓
			Riqueza específica	✓
			Número de especies	
			Densidad	
			Talla	
	Población y stock de las principales especies explotadas	Atún rojo	Índice larvario de atún rojo (abundancia de reproductores)	
			Índice de supervivencia larvaria de atún rojo, empleado para monitorizar el efecto ambiental en el reclutamiento	
		Atún blanco	Índice larvario de atún blanco (abundancia de reproductores)	
		Incluidas en IMB 2020: merluza (<i>Merluccius merluccius</i>), salmónete (<i>Mullus surmuletus</i>), gamba roja (<i>Aristeus antennatus</i>), gamba blanca (<i>Parapenaeus longirostris</i>), sepia (<i>Sepia officinalis</i>), pulpo de roca (<i>Octopus vulgaris</i>)	Abundancia y biomasa de la población	✓ *
			Abundancia y biomasa de reclutas	✓ *
			Abundancia y biomasa de reproductores	✓ *
			Talla media y/o estructura poblacional	✓ *
			Estado de explotación $F_{current} / F_{0.1}$	✓ *
		No incluidas en IMB 2020: mero (<i>Epinephelus marginatus</i>), vidriada (<i>Diplodus vulgaris</i>), cabracho (<i>Scorpaena scrofa</i>), sargo (<i>Diplodus sargus</i>), dorada (<i>Sparus aurata</i>), serviola (<i>Seriola dumerili</i>), gallo de san Pedro (<i>Zeus faber</i>), dentón (<i>Dentex dentex</i>), corvallo (<i>Sciaena umbra</i>), corval (<i>Umbrina cirrosa</i>)	Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	✓ *

Cate- goría	Subcategoría		Indicador	IMB 2020
BIODIVERSIDAD	Población y stock de las princi- pales especies explota- das	Langosta (<i>Palinurus elephas</i>)	Índices de asentamiento	✓
			Población	
	Poblacio- nes de peces de interés para la pesca re- creativa	Raor (<i>Xyrichthys novacula</i>)	Abundacia relativa	✓
MEDIOAMBIENTE	Cambios en la superficie de la playa emergida			
	Calidad de las aguas de baño y masas de agua costera		Indicador biológico de macroinvertebra- dos: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)	✓
			Indicador biológico de macroalgas (CARLIT)	✓
			Índice multivariante <i>Posidonia oceanica</i> (POMI)	
			Concentración de Chl a	
			Abundacia de coliformes	✓
	Calidad ambiental de las masas de agua profunda			
ESPECIES ALÓCTONAS	<i>Callinectes sapidus</i> , <i>Lophocladia lalle- mandii</i> , <i>Caulerpa cylindracea</i> , <i>Womers- leyella setacea</i> , <i>Asparagopsis taxiformis</i> , <i>Acrothamnion preissii</i> , <i>Percnon gibbesi</i> , <i>Caulerpa taxifolia</i> , <i>Halimeda incrassata</i>		Localizaciones de presencia	✓
			Porcentaje (%) de cobertura promedio	✓
			Área de distribución (<i>Halimeda incrassata</i>)	✓
			Área de distribución del resto de especies	
	Otras especies alóctonas: alga: <i>Codium fragile</i> ; pez: <i>Fistularia commersonii</i> ; esponja: <i>Paraleucilla magna</i>	Área de distribución		
CONTAMINACIÓN	Residuos marinos		Abundancia de residuos flotantes recogidos en el mar	✓
			Cantidad de residuos en las playas	
			Densidad total de residuos marinos en fondos de plataforma del mar Balear	
			Distribución espacial de residuos flotantes recogidos en el mar	
			Valor medio de ingesta de microplásticos en especies marinas de interés comercial	
	Ruido submarino			✓
	Vertidos de aguas residuales tratadas (caudales, caudales por tipo de tratamiento y evolución temporal)			
	Volumen de agua desalada y vertidos de salmuera de plantas desaladoras			
	Eutrofización de las aguas de costa	Valores medios de nitrato, nitrito, amonio, nitrógeno total, fósforo total, fosfato, con- centración de materia orgánica (carbono orgánico total, TOC, y carbono orgánico disuelto, DOC)		
	Cantidad de aguas de lastre descargadas			

Cate- goría	Subcategoría	Indicador	IMB 2020
CONTAMINACIÓN	Concentración de contaminantes en sedimentos	Concentración de metales pesados en sedimentos	✓
		Concentración de bifenilos policlorados (PCB) en sedimentos	✓
		Concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) en sedimentos	✓
		Concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en sedimentos	✓
		Concentración de pesticidas organoclorados en sedimentos	✓
		Concentración de contaminantes orgánicos persistentes (COP)	
Hábitats de- gra- dados	Seguimiento de blanquiales (blancalls)		
IMPACTOS FÍSICOS	Impactos y pérdidas físicas sobre el fondo marino	Número de fondeos	
		Dragados	
		Construcción de obras portuarias	
	Impactos en la dinámica de playas	Aportación de arena en playas, proporción costa artificial, sedimento extraído	
	Impactos sobre la primera línea de costa	Proporción costa artificial	
PRESIÓN PESQUERA	Pesca profesional de arrastre	Superficie perdida del hábitat praderas de <i>Posidonia oceanica</i> , estimación de mata muerta, área (km ²)	
		Estimaciones de descartes (i. e. <i>bycatch</i>)	
		Número de stocks pesqueros sobreexplotados	
		Área total afectada por pesca de arrastre	
		Pérdida de artes de la pesca profesional (redes, nansas)	
	Pesca artesanal	Estimaciones de descartes (i. e. <i>bycatch</i>)	
		Estimaciones de los kilómetros de trasmallo y palangre calados	
	Pesca recreativa y submarina	Número de licencias de pesca marítima de recreo por tipo (individual, embarcación, submarina y deportiva)	✓
		Volumen de capturas de pesca recreativa	
	Huella pesquera	Apropiación humana de la producción primaria neta	
		Combustibles fósiles usados por la industria pesquera	
	Estima de las capturas ilegales, no declaradas y no reglamentadas (INDNR)		
	Volumen total de capturas por especies		✓
	Número de licencias de pesca marítima recreativa por tipo (individual, embarcación, submarina, colectiva y deportiva)		✓
	Evolución del número de embarcaciones de la flota pesquera profesional y pesca recreativa		✓
PRESIÓN HUMANA Y TURISMO	Índice de presión humana (IPH)		✓
	Superficie de costa urbanizada		✓
	Número de puertos deportivos y amarres		✓
	Número de embarcaciones de recreo		✓
	Número de empresas náuticas de alquiler (chárter)		

Cate- goría	Subcategoría		Indicador	IMB 2020
PRESIÓN HUMANA Y TURISMO	Número total de empresas náuticas (<i>taxi boat, party boat, golondrinas, esquí náutico, motos de agua...</i>)			
	Número y evolución de la demanda turística			
	Consumo de agua por turista			
	Uso de las playas	Número de usuarios de las playas	✓	
		Densidad de usuarios en las playas	✓	
		Porcentaje de capacidad de carga de las playas	✓	
		Número de turistas y número de plazas turísticas	✓	
	Número y evolución de embarcaciones fondeadas en playas		✓	
	Buques en puerto	Número de tránsito total de buques por mes, año y puerto	✓	
		Número de cruceros por mes, año y puerto	✓	
		Número de ferris por mes, año y puerto	✓	
		Número de petroleros por mes, año y puerto	✓	
		Número de cementeros por mes, año y puerto	✓	
		Número de barcos con carga rodada por mes, año y puerto	✓	
		Número de puertos deportivos y número de amarres	✓	
		Número de embarcaciones fondeadas en playas	✓	
CAMBIO CLIMÁTICO	Cambios en el nivel del mar		✓	
	Tendencias en temperaturas superficiales del océano (SST)			
	Número de eventos extremos: olas de calor			
	Pérdida de la biodiversidad (<i>Posidonia oceanica</i> , comunidades bentónicas de filtradores)			
	Pérdida de funciones de los ecosistemas			
	Migración de organismos siguiendo isotermas			
	Dióxido de carbono y acidificación			
GESTIÓN AMBIENTAL	Educación ambiental	Número de escuelas/alumnos desarrollando actividades de educación ambiental marina		
		Actitud y percepción de la población residente y turística hacia el medio litoral		
		Porcentaje (%) de interés de los distintos sectores en realizar actividades de educación ambiental marina	✓	
		% de oferta y demandae los distintos sectores en realizar actividades de educación ambiental marina	✓	
		Porcentaje (%) de barreras más citadas	✓	
	Número de boyas ecológicas de amarre para el fondeo libre		✓	
	Existencia de rutinas de limpieza de mar y playas			
	Superficie de AMP/% de área cubierta por áreas protegidas			
	Porcentaje (%) de área marina protegida por Red Natura 2000			
	Porcentaje de zonas Natura 2000 que tienen plan de gestión			
	Existencia, aplicación y aporte de investigación científica			
	Entendimiento local de las reglas y regulaciones de las AMP			
GESTIÓN PESQUERA	Sanciones de pesca recreativa			
	Número de inspectores y área de inspección			
	Evolución del área y porcentaje de mar y litoral balear protegidos como reservas marinas de interés pesquero		✓	

Cate- goría	Subcategoría	Indicador	IMB 2020
GESTIÓN PESQUERA	Superficie de reserva integral o <i>no-take zone</i>		✓
	Efectividad de la gestión de AMP		
	Número y variedad de patrullas de vigilancia por tiempo por unidad de área		
ECONOMÍA AZUL	Medida de la economía azul	Valor añadido bruto	✓
		Número de empresas	✓
		Número de trabajadores	✓
		Volumen total de capturas de pesca profesional por especies y su valor económico	✓
	Acuicultura marina	Producción de peces marinos en peso (t)	✓
		Valor económico de la producción de peces marinos	✓
		Producción de alevines de peces en peso (t)	✓
		Valor económico de la producción de alevines de peces	✓
		Producción de moluscos en peso (t)	✓
		Valor económico de la producción de moluscos	✓
		Número de centros de investigación con actividad en materia acuícola	✓
		Valor económico total de la acuicultura en las Baleares	✓
	Sector pesquero	Número de embarcaciones de pesca profesional de arrastre vs. de artes menores.	✓
		Volumen total de capturas de pesca profesional por especies y su valor económico	✓
		Valor y rentabilidad de las capturas por unidad de esfuerzo/flota pesquera	
		Valor cultural, socioeconómico, gastronómico, etc., de la pérdida de la flota pesquera comercial	
		Empleo de flota pesquera	
		Biomasa reproductora	
		Mortalidad pesquera	
		Porcentaje (%) de venta de pescado/marisco local vs. pescado foráneo	
		Porcentaje (%) de venta de pescado/marisco local vs. acuicultura	
		Empleo indirecto de la pesca recreativa	
		Movimiento indirecto económico de la pesca recreativa	
		Satisfacción de los pescadores recreativos (determina la función de utilidad en modelos bioeconómicos de pesca recreativa)	

Cate- goría	Subcategoría	Indicador	IMB 2020
ECONOMÍA AZUL	Sector turístico	Porcentaje (%) de turismo atraído a las Islas por calidad del medio litoral	
		Gasto de los visitantes destinado al medio marino	
		Porcentaje (%) de ecotasa dirigido a la conservación del medio marino	
	Sector buceo	Número de inmersiones de buceo recreativo en AMP	
		Número de centros de buceo	
Economía para la conservación marina		Valor y tamaño de la economía del mar y costas	
		Gasto público y privado en la implicación de otros sectores en conservación del medio marino	
		Gasto de los residentes destinado al medio marino	
		Número de puestos de trabajo relacionados con el mar/la conservación marina	
		Gasto e inversión en AMP	

Los textos y figuras de los indicadores de este informe han sido elaborados y editados por Raquel Vaquer-Sunyer y Natalia Barrientos con la ayuda de un gran número de autores y colaboradores (Tabla B), a excepción de los indicadores 20-53 y 57, que han sido elaborados íntegramente por científicos del COB-IEO, y de los indicadores 18,19 y 60, elaborados por la Asociación Tursiops.

Categoría	Subcategoría	Indicador	Nombre de la persona colaboradora (entidad) / *(autor)
VARIABLES	FISICOQUÍMICAS	1. Temperatura	Damià Gomis (UIB)
BIODIVERSIDAD	<i>Posidonia oceanica</i>	2. Área de distribución	Nuria Marbà (IMEDEA UIB-CSIC)
	<i>Cymodocea nodosa</i>	3. Área de distribución 4. Cobertura 5. Densidad	Nuria Marbà (IMEDEA UIB-CSIC) Fiona Tomàs (IMEDEA UIB-CSIC)* Marc Julià (OBSAM) Eva Marsinyach (OBSAM)
	<i>Zostera noltei</i>	6. Área de distribución	Fiona Tomàs (IMEDEA UIB-CSIC)* Núria Marbà (IMEDEA UIB-CSIC) Marc Julià (OBSAM) Eva Marsinyach (OBSAM)
	<i>Caulerpa prolifera</i>	7. Área de distribución 8. Biomasa	Marc Julià (OBSAM) Eva Marsinyach (OBSAM)
	Coralígeno	9. Área de distribución	Joan Moranta (COB-IEO) Enric Ballesteros (CEAB-CSIC) Eva Marsinyach (OBSAM) Marc Julià (OBSAM) Carmen Barberá (CIMAR-Universidad de Alicante)
	Maërl	10. Área de distribución	Joan Moranta (COB-IEO) Enric Ballesteros (CEAB-CSIC) Eva Marsinyach (OBSAM) Marc Julià (OBSAM) Carmen Barberá (CIMAR-Universidad de Alicante)
	Paíño europeo (<i>Hydrobates pelagicus</i>)	11. Número de parejas reproductoras/número de nidos con puesta 12. Éxito reproductor 13. Supervivencia de adultos	Ana Sanz-Aguilar (IMEDEA UIB-CSIC)*
	Seguimiento de poblaciones de peces vulnerables a la pesca litoral	14. Biomasa total de especies vulnerables (kg/250 m ²) 15. Riqueza de especies vulnerables (nº de especies/250 m ²)	Josep Coll (Tragsatec) Eva Marsinyach (OBSAM) Antoni M. Grau (D. G. de Pesca i Medi Marí, GOIB) Oliver Navarro Gil
	Raor (<i>Xyrichthys novacula</i>)	16. Abundancia relativa	Josep Alós (IMEDEA UIB-CSIC) Antoni Vivó (IMEDEA UIB-CSIC)
	Langosta (<i>Palinurus elephas</i>)	17. Índices de asentamiento	David Díaz (COB-IEO)* Anabel Muñoz Caballero (COB-IEO)*
	Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	18. Tasa de encuentro	Asociación Tursiops*
	Delfín mular (<i>Tursiops truncatus</i>)	19. Porcentaje de horas con presencia acústica de la especie (% of Deployment Positive Hours, DHP)	

Categoría	Subcategoría	Indicador	Nombre de la persona colaboradora (entidad) / *(autor)
BIODIVERSIDAD	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	20. Abundancia y biomasa de la población 21. Abundancia y biomasa de reclutas 22. Abundancia y biomasa de reproductores 23. Talla media y/o estructura poblacional 24. Estado de explotación $F_{current}/F_{0.1}$ 25. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	Antoni Quetglas (COB-IEO)* Beatriz Guijarro (COB-IEO)* Aina Carbonell (COB-IEO)* Enric Massutí (COB-IEO)*
	Salmonete (<i>Mullus surmuletus</i>)	26. Abundancia y biomasa de la población 27. Abundancia y biomasa de reclutas 28. Abundancia y biomasa de reproductores 29. Talla media y/o estructura poblacional 30. Estado de explotación $F_{current}/F_{0.1}$ 31. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	Antoni Quetglas (COB-IEO)* Beatriz Guijarro (COB-IEO)* Aina Carbonell (COB-IEO)* Enric Massutí (COB-IEO)*
	Gamba roja (<i>Aristeus antennatus</i>)	32. Abundancia y biomasa de la población 33. Abundancia y biomasa de reclutas 34. Abundancia y biomasa de reproductores 35. Talla media y/o estructura poblacional 36. Estado de explotación $F_{current}/F_{0.1}$ 37. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	Antoni Quetglas (COB-IEO)* Beatriz Guijarro (COB-IEO)* Aina Carbonell (COB-IEO)* Enric Massutí (COB-IEO)*
	Gamba blanca (<i>Parapenaeus longirostris</i>)	38. Abundancia y biomasa de la población 39. Abundancia y biomasa de reclutas 40. Abundancia y biomasa de reproductores 41. Talla media y/o estructura poblacional 42. Estado de explotación $F_{current}/F_{0.1}$ 43. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	Antoni Quetglas (COB-IEO)* Beatriz Guijarro (COB-IEO)* Aina Carbonell (COB-IEO)* Enric Massutí (COB-IEO)*
	Sepia (<i>Sepia officinalis</i>)	44. Abundancia y biomasa de la población 45. Estado de explotación $F_{current}/F_{MSY}$ 46. Talla media y/o estructura poblacional 47. Evolución de las capturas 48. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	Antoni Quetglas (COB-IEO)* Beatriz Guijarro (COB-IEO)* Aina Carbonell (COB-IEO)* Enric Massutí (COB-IEO)*

Categoría	Subcategoría	Indicador	Nombre de la persona colaboradora (entidad) / *(autor)
BIODIVERSIDAD	Pulpo de roca (<i>Octopus vulgaris</i>)	49. Biomasa de la población	Antoni Quetglas (COB-IEO)* Beatriz Guijarro (COB-IEO)* Aina Carbonell (COB-IEO)* Enric Massutí (COB-IEO)*
		50. Estado de explotación	
		$F_{current}/F_{MSY}$	
		51. Talla media y/o estructura poblacional	
		52. Evolución de las capturas	
MEDIOAMBIENTE	Calidad de las aguas de baño y masas de agua costeras	53. Mortalidad por pesca al rendimiento máximo sostenible (F_{RMS}) o $F_{0.1}$	Conselleria de Salut i Consum (GOIB)
		54. Abundancia de coliformes (<i>Escherichia coli</i> y enterococos intestinales)	
		55. Indicador biológico de macroinvertebrados: índice del Mediterráneo occidental (MEDOCC)	
		56. Indicador biológico de macroalgas: CARLIT	
		57. Especies exóticas e invasoras en el mar Balear	
ESPECIES ALÓCTONAS		58. Área invadida por <i>Hali-medea incrassata</i>	Núria Zaragoza (COB-IEO)* Lydia Png (COB-IEO)* Maria Elena Cefali (COB-IEO, EIJF)* Aina Carbonell (COB-IEO)*
			Fiona Tomàs (IMEDEA UIB-CSIC)* Antoni Vivó Josep Alós (IMEDEA UIB-CSIC)
CONTAMINACIÓN		59. Abundancia de residuos flotantes recogidos en el mar	Servei de Coordinació de Neteja del Litoral (ABAQUA) Montserrat Compà Ferrer (COB-EIO)* Carme Alomar Mascaró (COB-IEO)* Salud Deudero (COB-IEO)*
		60. Ruido submarino	Asociación Tursiops*
	Concentración de contaminantes en sedimentos	61. Concentración de metales pesados en sedimentos	Sergio Martino (D. G. de Recursos Hídricos, GOIB) Enric Ballesteros (CEAB-CSIC) Sebastià Albertí (Servicios científico-técnicos, UIB)* Gabriel Martorell (Servicios científico-técnicos, UIB)* Josep Pablo (Servicios científicotécnicos, UIB)* Joan Cifre (Servicios científicotécnicos, UIB)* José Francisco González (Servicios científicotécnicos, UIB)* Maribel Cabra (Servicios científico-técnicos, UIB)* Joan Miquel Cardona (Servicios científicotécnicos, UIB)* Trinidad García (Servicios científico-técnicos, UIB)* Esperança Tous (Servicios científico-técnicos, UIB)* Marc Vidal (Servicios científicotécnicos, UIB)* Raúl Sánchez (Servicios científico-técnicos, UIB)*
		62. Concentración de bifenilos policlorados (PCB) en sedimentos	
		63. Concentración de hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) en sedimentos	
PRESIÓN PESQUERA		64. Concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en sedimentos	Antoni M. Grau (D.G. Pesca i Medi Marí, GOIB) Antoni Mira (D.G. Pesca i Medi Marí, GOIB)* Eva Marsinyach (OBSAM)
		65. Concentración de pesticidas organoclorados en sedimentos	

Categoría	Subcategoría	Indicador	Nombre de la persona colaboradora (entidad) / *(autor)
PRESIÓN PESQUERA		67. Evolución del número de embarcaciones de la flota pesquera profesional y pesca recreativa	Federació Balear de Confraries de Pescadors Josep Alós (IMEDEA, UIB CSIC) Pere Oliver
PRESIÓN HUMANA Y TURISMO		68. Índice de presión humana (IPH)	Ivan Murray (UIB) Macià Blázquez (UIB) IBESTAT
		69. Superficie de costa urbanizada	Ivan Murray (UIB)
		70. Número de tránsito total de buques por mes, año y puerto 71. Número de cruceros por mes, año y puerto 72. Número de ferris por mes, año y puerto 73. Número de petroleros por mes, año y puerto 74. Número de cementeros por mes, año y puerto 75. Número de ro-ro por mes, año y puerto	Ports de Balears (Autoritat Portuària de Balears)
		76. Número de puertos deportivos y número de amarres	Ports IB
		77. Número de embarcaciones fondeadas en playas 78. Número de usuarios de las playas 79. Densidad de usuarios en las playas 80. Porcentaje de capacidad de carga de las playas	Eva Marsinyach (OBSAM) David Carreras (OBSAM)
		81. Número de turistas y número de plazas turísticas	Joan Moranta (COB-IEO) Joaquim Valdivielso (UIB) AETIB
		CAMBIO CLIMÁTICO	
GESTIÓN AMBIENTAL		83. Número de boyas de amarre de bajo impacto	Marcial Bardolet (IBANAT) Maria del Carmen de Roque Company (Conselleria de Medi Ambient i Territori, GOIB)
	Servicio de vigilancia posidonia	84. Número de embarcaciones de vigilancia 85. Número de embarcaciones informadas/asesoradas/comprobadas/movidas 86. Número de infracciones por fondeo indebido	Marcial Bardolet (IBANAT) Nuria Valverde Costa (Conselleria de Medi Ambient i Territori, GOIB)
		87. Educación ambiental marina: porcentajes de interés, de oferta/demanda y de barreras más citadas	Blanca Ribas-Villalta (Consultora)
GESTIÓN PESQUERA		88. Evolución del área y porcentaje de mar y litoral balear protegidos como reservas marinas de interés pesquero	D. G. de Pesca i Medi Marí (GOIB)

Categoría	Subcategoría	Indicador	Nombre de la persona colaboradora (entidad) / *(autor)
INVERSIÓN EN MEJORA DEL MEDIO MARINO		89. Gasto e inversión en áreas marina protegidas (AMP)	Antoni Font Gelabert (Pandion Consultoría Ambiental)
ECONOMÍA AZUL	Medida de la economía azul	90. Valor añadido bruto 91. Número de empresas 92. Número de trabajadores	Fundació IMPULSA Balears
		93. Volumen total de capturas de pesca profesional por especies y su valor económico	Francesc Riera (D. G. de Pesca i Medi Marí, GOIB) Antoni M. Grau (D. G. de Pesca i Medi Marí, GOIB)
	Acuicultura marina	94. Producción de peces marinos en peso (toneladas) 95. Valor económico de la producción de peces marinos 96. Producción de alevines de peces en peso (t) 97. Valor económico de la producción de alevines de peces 98. Producción de moluscos en peso (t) 99. Valor económico de la producción de moluscos 100. Número de centros de investigación con actividad en materia acuícola 101. Valor económico total de la acuicultura en las Baleares	José María Valencia Cruz (LIMIA)

Informe Mar Balear

Mejorar el estado de conservación del mar Balear es un objetivo compartido por nuestra sociedad. Para ello es necesario realizar un diagnóstico sobre su estado y su evolución a lo largo del tiempo. El **INFORME MAR BALEAR** es fruto de esta necesidad.

Esta primera versión cuenta con más de cien indicadores sobre el estado del medio marino de las Islas Baleares, las presiones a las que está sometido y las respuestas que damos ellas como sociedad. Una gran cantidad de información hasta hoy poco difundida. Poner todo este patrimonio colectivo a disposición del público ha sido posible gracias a la colaboración de instituciones públicas y privadas que llevan años estudiando y acumulando datos sobre el mar Balear, y a decenas de investigadores y personal técnico que han compartido información y dedicado su tiempo desinteresadamente a este proyecto.

A pesar de la toda la información recopilada, aún estamos lejos de poder realizar un diagnóstico sobre el estado del mar Balear. El informe es solo una fotografía de parte de los datos de los que disponemos, pero no de todos los que necesitamos.

Seguiremos trabajando para avanzar en este proyecto colectivo, sumando nuevas colaboraciones y ampliando el informe con nuevos indicadores. Reforzar la investigación marina resulta esencial para avanzar hacia una mejor gestión y conservación del mar y la costa de las Baleares. Esperamos que este sea el primero de muchos informes.

ISBN: 978-84-09-18951-9

Este informe ha sido posible gracias a la colaboración de:

