

PROYECTO

BOSQUES SUMERGIDOS



Estudio ambiental
y seguimiento de las poblaciones
de *Posidonia oceanica*
en el Mediterráneo español

INFORME 2023 / PROVINCIA DE MÁLAGA

MARES
CIRCULARES



FAMMM
FUNDACIÓN AULA DEL
MAR MEDITERRÁNEO

ÍNDICE



1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 Mar Mediterráneo - Hot Spot de biodiversidad	8
1.2 Angiospermas marinas	9
1.3 Principales amenazas	10
1.4 Objetivo del proyecto “Bosques Sumergidos”	11
2 LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS ANALIZADAS	12
2.1 Paraje Natural y ZEC - Acantilados de Maro-Cerro Gordo (Nerja)	14
2.2 ZEC Calahonda (Mijas)	18
2.3 Fondos de Cabopino y Nagüeles (Marbella)	20
2.4 ZEC Fondos Marinos de la Bahía de Estepona	22
3 METODOLOGÍA	24
3.1.1 Inmersiones	25
3.1.2 Parámetros recogidos	25
3.1.3 Estudio de biodiversidad asociada	27
3.1.4 Zonas de muestreo	27
4 RESULTADOS POR ÁREA DE ESTUDIO	28
4.1 Acantilados del Paraje Natural y ZEC Acantilados de Maro-Cerro gordo (Nerja)	30
4.2 ZEC Calahonda (Mijas)	38
4.3 Fondos de Cabopino y Nagüeles (Marbella)	46
4.4 ZEC Fondos Marinos Bahía de Estepona (Estepona)	48
5 ANÁLISIS COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO	50
6 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
7 CONCLUSIONES	62
8 BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXO 1. MEDICIÓN DE LOS HACES	66
ANEXO 2. ACRÓNIMOS	67

Autoría: FAMM (Fundación Aula del Mar Mediterráneo).

Equipo técnico y de redacción: Juan Antonio López, Cristina Moreno, Isabel Benítez, Lucrecia Souviron, Ramón de Haro y Juan Jesús Bellido.

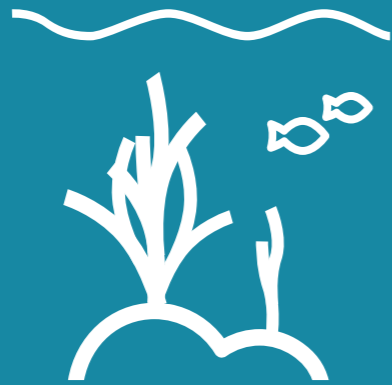
Asesoramiento científico: Elena Bañares. Cátedra Ciencias del litoral Costa del Sol. Universidad de Málaga.

Colaboradores: Clubs y asociaciones submarinistas de la provincia de Málaga.

INTRODUCCIÓN



Desde Mares Circulares de Coca-Cola creemos esencial contribuir a la recuperación y conservación de la *Posidonia oceanica* debido a su papel como reserva de biodiversidad, sumidero de carbono y facilitador de servicios ambientales. Además, no solo desempeña un papel fundamental en la lucha contra el cambio climático, sino que también es clave en la adaptación a éste. Una vez es depositada en la playa, protege a la línea de costa frente a las tormentas y el oleaje. Por ello Mares Circulares crea, desde 2022, una nueva línea de trabajo transversal hacia la lucha contra el cambio climático y la conservación de la biodiversidad marina, a través de la colaboración en varios proyectos enfocados en su recuperación y conservación.



Posidonia oceanica

Crece desde aguas submareales poco profundas hasta 50-60 m de profundidad en zonas con aguas muy claras.

Crecimiento lento.

Haces formados por unas 5 o 10 hojas verticales de unos 20 a 40 centímetros, unidas a rizomas horizontales.

Mar Mediterráneo Hot Spot de biodiversidad

El Mediterráneo puede considerarse como uno de los “Hot Spot” de biodiversidad marina a nivel mundial (Cuttelod et al., 2009). Su compleja historia geológica, su posición biogeográfica, la variedad de sus costas y las diferentes características climáticas e hidrológicas de las distintas cuencas que lo componen son factores responsables de la diversidad biológica que alberga (Coll et al. 2010). **Se conocen en la actualidad en este mar unas 17.000 especies, lo que supone entre el 6-10% de las especies marinas conocidas en todo el mundo, a pesar de que solo representa el 0,8% de la superficie marina del Planeta** (Valavanidis & Vlachogianni 2011).

Las cifras de especies descienden de oeste a este (con alrededor del 85% de ellas presentes en la cuenca occidental y del 45% en la oriental), debido a que la biota

mediterránea procede mayoritariamente de sucesivas invasiones a partir del Atlántico próximo, tras su casi total desecación hace unos 5 millones de años. En la actualidad, debido al progresivo calentamiento, se observa un nuevo influjo de especies subtropicales que penetran por el estrecho de Gibraltar. Por otro lado, es creciente también el número de especies introducidas directa o indirectamente por la acción humana (Bianchi & Morri 2003, Claudet & Fraschetti 2010, Coll et al. 2010). La mayor parte de ellas proceden del Mar Rojo y penetran al Mediterráneo por el Canal de Suez (Boudouresque & Verlaque 2005). Todo ello apunta a una progresiva tropicalización de este mar, cuyos fondos someros, en cualquier caso, siguen estando dominados por comunidades algales y praderas de angiospermas marinas.

Angiospermas marinas

Las angiospermas marinas son un grupo de plantas monocotiledóneas pertenecientes al orden Alismatales (Remizowa et al., 2012; Chase et al., 2016). Actualmente se han identificado un total de 72 especies que están principalmente divididas en 4 grandes familias: *Cymodoceaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Posidoniaceae* y *Zosteraceae* (Chase et al., 2016; Reynolds, 2018). Están ampliamente distribuidas por todos los continentes a excepción de la Antártida, encontrándose a profundidades entre 1 y 60 metros (Short et al., 2007).

En el Mediterráneo se pueden encontrar cuatro especies, siendo la posidonia (*Posidonia oceanica*) la única endémica y la más predominante (Borum et al., 2004).



Posidonia oceanica crece desde aguas submareales poco profundas hasta 50-60 m de profundidad en zonas con aguas muy claras (Borum et al., 2004). Es de crecimiento lento, con rizomas horizontales de los que surgen otros verticales que portan haces formados de 5 a 10 hojas. Las hojas son anchas (de 5 a 12 mm) y su longitud suele variar de 20 a 40 cm, aunque algunas pueden llegar a 1 m. Sus rizomas son cortos (de 0,5 a 2 mm) y su espesor varía entre los 5 y 10 mm (Borum et al., 2004). Sus raíces presentan un grosor de 3-4 mm, una longitud de hasta 40 cm y están muy ramificadas.

El hábitat que forma *P. oceanica* es esencial para numerosas especies marinas, las cuales lo utilizan como zona de desove y refugio

para alevines, habiendo muchas especies que únicamente habitan y están asociadas a las praderas de *P. oceanica* (Calizza et al., 2013; García-Gómez et al., 2022). Son además una de las angiospermas marinas con mayor capacidad de secuestrar carbono, por lo que ayudan a mitigar los efectos del cambio climático (Boudouresque et al., 2016; Pergent-Martini et al., 2021).

En cuanto a la legislación vigente, **esta especie está protegida tanto a nivel europeo, como nacional y regional.** En la Directiva Hábitats de la Unión Europea (Directiva 92/43 CEE del 21/05/1992) y su posterior adaptación al progreso técnico y científico a través de la Directiva 97/62/CE del 27 de octubre de 1997, y en última instancia modificada por la Directiva 2006/105/CE del consejo por la que se adaptan las Directivas 73/239/CEE, 74/557/CEE y 2002/83/CE en el ámbito del medio ambiente: Todas ellas incluyen las praderas de *P. oceanica* en el Anexo 1 (hábitat 1120), como **hábitat prioritario a conservar dentro del territorio de la Unión Europea** (Díaz & Marbà, 2009).

El Reglamento de Pesca de la Unión Europea para el Mediterráneo (Reglamento CE núm.1626/94), prohíbe expresamente la pesca de arrastre sobre praderas de angiospermas marinas. A nivel nacional, es recogida dentro del listado del 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 Especies Amenazadas. El Reglamento CE N° 1967/2006 relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mar Mediterráneo se regula el ejercicio de la pesca con artes de arrastre de fondo, donde se especifica que esta actividad sólo podrá ejercerse en fondos superiores a 50 metros de profundidad, que coincide con el límite profundo de distribución de *P. oceanica*. Por lo tanto, quedaría prohibida la pesca con redes de arrastre, dragas, artes de trampa, redes de cerco con jareta, redes de tiro desde embarcación, jábegas o redes similares por encima de los lechos de vegetación marina constituida, en particular, por *P. oceanica* u otras angiospermas marinas.



Principales amenazas

Relativo a su estado de conservación, la Lista Roja de la IUCN cataloga a *P. oceanica* como de “Preocupación Menor”, aunque sus **poblaciones están en decrecimiento especialmente en el Mediterráneo occidental** (Pergent et al., 2016). Según la IUCN, *P. oceanica* debería considerarse como “Casi amenazada” en el mar de Alborán e incluso podría llegar a ser catalogada como “Vulnerable” si las poblaciones siguen disminuyendo en las siguientes dos generaciones (Pergent et al., 2016).

Sus principales amenazas son artes de pesca poco selectivas como el arrastre y el copo; este último prohibido en los años 60, por anclaje de los barcos, la turbidez del agua, las infraestructuras portuarias y urbanas, la extracción de arena y la eutrofización (Boudouresque et al., 2009; Pergent et al., 2016; Martínez, 2017). A estas amenazas hay que sumarle otras aparecidas recientemente como es la **introducción de especies de algas invasoras** *Caulerpa taxifolia* y *Caulerpa racemosa*, las cuales pueden crecer en los rizomas y la arena donde se asienta *P. oceanica*, ocasionando la degradación del sedimento y acelerando la declinación de la pradera (Marbà et al., 2006). Otra alga invasora introducida en el mar de Alborán en 2015, *Rugulopteryx okamurae*, parece también estar desplazando las poblaciones de *P. oceanica* en aquellos lugares donde ambas comparten territorio, de la misma manera que desplaza y sustituye a especies autóctonas de algas (García-Gómez et al., 2018a; Ministerio para la transición ecológica, 2020).

Los efectos del cambio climático, como la subida del nivel del mar y el aumento de las temperaturas podrían afectar al crecimiento de *P. oceanica* a medio-largo plazo (Marbà & Duarte, 2010). Finalmente, Solé y colaboradores (2021), observaron que en entornos controlados los ejemplares de *P. oceanica* que habían sido expuestos a sonidos antrópicos veían afectados sus procesos nutricionales, lo que podría afectar a su reproducción y, por tanto, a su supervivencia.

OBJETIVO DEL PROYECTO “BOSQUES SUMERGIDOS”

En la provincia de Málaga, anteriormente abundante, únicamente quedan cuatro zonas con poblaciones aisladas de *P. oceanica* en las aguas costeras de Nerja, Mijas, Marbella y Estepona, la mayoría de ellas dentro de Espacios Naturales Protegidos (Ruiz et al., 2015). La Junta de Andalucía y otras entidades han realizado diversos proyectos de seguimiento de estas praderas a lo largo de los años.

Conocer el estado actual de *P. oceanica* en la provincia de Málaga es crucial para tomar medidas de conservación a corto-medio plazo y de esa forma poder garantizar la supervivencia de estas poblaciones del extremo occidental mediterráneo.

Bajo este contexto nace el proyecto Bosques Sumergidos de la FAMM (Fundación Aula del Mar de Mediterráneo), incluido en el Programa Mares Circulares de Coca Cola, que impulsa soluciones a la contaminación y a la conservación de los mares y océanos.

Su objetivo principal es la realización de un estudio ambiental y el seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* localizadas en la provincia de Málaga, y continuar en años sucesivos por el resto del mediterráneo andaluz y español, revisando y evaluando su estado de conservación actual, y proponiendo medidas de conservación y restauración.

LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS ANALIZADAS



En la provincia de Málaga únicamente quedan cuatro zonas con poblaciones aisladas de *P. oceanica* en las aguas costeras de Nerja, Mijas, Marbella y Estepona, la mayoría de ellas dentro de Espacios Naturales Protegidos (Ruiz et al., 2015), siendo todas ellas áreas de trabajo del presente estudio. La Junta de Andalucía, en colaboración con otras entidades, ha realizado diversos estudios de seguimiento de estas praderas, aunque la mayor parte no son recientes.

ÁREAS ANALIZADAS:



- 1 Paraje Natural y ZEC - Acantilados de Maro-Cerro Gordo (Nerja).
- 2 ZEC Calahonda (Mijas).
- 3 Fondos de Cabopino y Nagüeles (Marbella).
- 4 ZEC Fondos Marinos Bahía de Estepona. (Estepona).

ZEC - zona especial de conservación

Las zonas especiales de conservación son áreas de gran interés medioambiental para la conservación de la diversidad, las cuales han sido designadas por los estados miembros de la Unión Europea para integrarse dentro de la Red Natura 2000. Su finalidad es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y los tipos de hábitat en Europa, contribuyendo a detener la pérdida de biodiversidad.

1 Acantilados de Maro Cerro-Gordo

ZONA 1

Zona del Barranco de Maro, cercano a la playa de Burriana en Nerja, y junto al Paraje Natural y ZEC de Maro-Cerro Gordo.

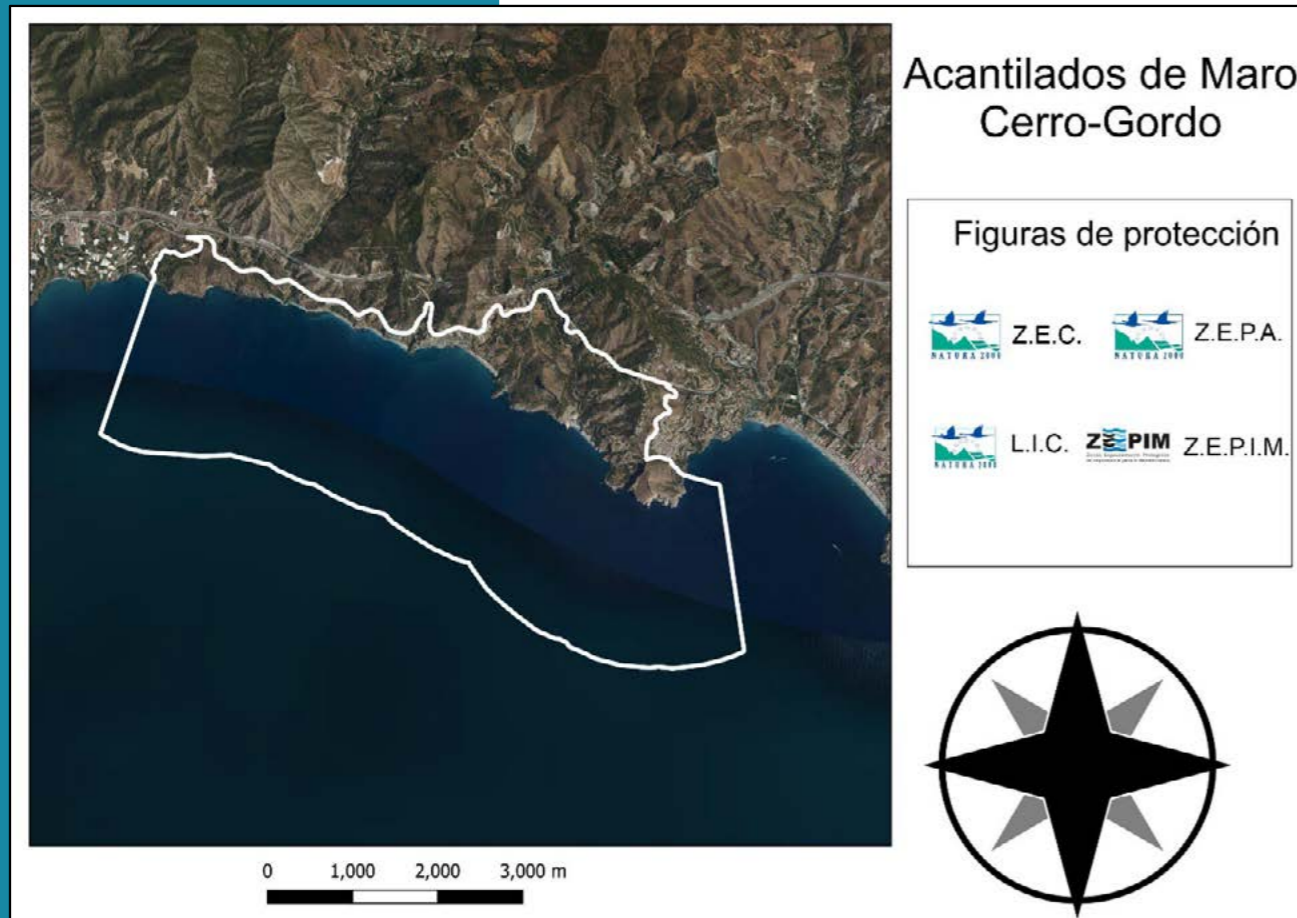


Figura 1. Mapa satélite del Paraje Natural y ZEC Acantilados de Maro Cerro-Gordo (límite blanco).

Este Paraje Natural se caracteriza principalmente por formar **abruptos acantilados**, de hasta 75 metros de desnivel, y **numerosas calas**, frutos de la erosión y regresión marina sobre las últimas estribaciones de la Sierra de Almijara, entre los términos costeros de Almuñécar en Granada y Nerja en Málaga.

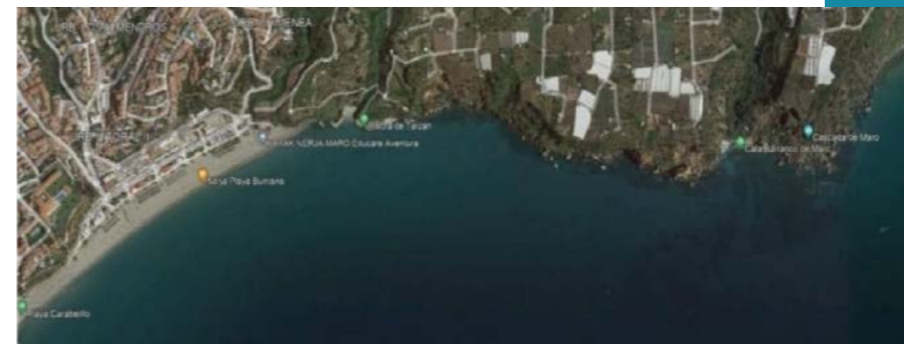
Es un enclave de gran valor ambiental debido a lo peculiar de sus formaciones geológicas y a la gran biodiversidad que alberga tanto en su espacio terrestre como en el interior de la milla marítima.

Numerosas especies tanto de flora como de fauna pueblan sus fondos marinos, siendo la más significativa de las especies vegetales *P. oceanica*. Respecto a la fauna marina, la riqueza también es singular pudiendo encontrar gran cantidad de invertebrados predominando esponjas, corales, anémonas, equinodermos y moluscos. Entre los crustáceos son importantes las poblaciones de camarones, el centollo y la langosta. De especial importancia son la existencia de importantes poblaciones de coral naranja (*Astroides calycularis*), que es una especie catalogada como vulnerable a la extinción.

Dentro del grupo de los peces existe una gran biodiversidad debido en gran parte a la variedad de hábitats que propician

las praderas de Posidonias y los roquedos. Por las imágenes y datos aportados por los submarinistas, son abundantes los blénidos, los góbidos, lábridos, espáridos y otras familias de peces, y se ha localizado de forma puntual la morena (*Muraena helena*), el congrio (*Conger conger*) y el mero (*Epinephelus marginatus*), aunque actualmente casi extinguidos debido a la pesca furtiva.

Fue declarado Paraje Natural mediante la Ley 2/1989. Desde el año 2002 es Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y, desde 2015, Zona Especial de Conservación (ZEC). Por su relevancia en la cuenca Mediterránea, Naciones Unidas declaró en 2003 este Paraje Natural como Zona Especialmente Protegida de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIIM).



A

Figura 2. Imagen satélite de la playa de Burriana y zona Barranco de Maro (Nerja).



B

Figura 3. Imagen de los registros anteriores de las praderas de *P. oceanica* en la zona de Burriana y de los Acantilados de Maro Cerro-Gordo (Nerja).



C

Figura 4. Áreas ocupadas por praderas de *Posidonia oceanica* en las proximidades de Burriana.

Los datos aportados por la REDIAM ofrecen registros de dos extensiones de praderas de *P. oceanica*. En primer lugar, una pradera encontrada en el año 2004, con un área de 9,28 ha y que se extiende al sur. Posteriormente, los datos de 2007 muestran una pradera con localización norte, ocupando un área de 3,66 ha y algo más desplazada hacia el oeste que la anterior, observándose una clara tendencia regresiva de dicha pradera (Figura 4).

1 Acantilados de Maro Cerro-Gordo

ZONA 2 Playa de Maro, dentro del Paraje Natural y ZEC los Acantilados de Maro Cerro-Gordo.



Figura 5. Imagen satélite de la playa de Maro (Nerja).

Este espacio protegido es uno de los más importantes a nivel ambiental de la costa malagueña oriental; que comparte con la provincia de Granada (Figura 1), y cuenta con **varias figuras de protección** entre las que se encuentra la de Zona de Especial de Conservación (ZEC), Zona de Especial Conservación para las Aves (ZEPA), Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona de Especial Conservación del Mediterráneo (ZEPIM). Aparte de pertenecer a las Red de Espacios Protegidos Red Natura 2000, también forma parte de la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA).

Dentro de su ámbito marino, es uno de los pocos lugares en Málaga donde aún queda presencia de *P. oceanica*, pudiéndose encontrar hasta los 17 metros de profundidad (Mendoza et al., 2014; Ruiz et al., 2015). Los datos de 2019 en las proximidades de la playa de Maro muestran dos formaciones de praderas de esta fanerógama muy próximas entre sí. Una de ellas, localizada más próxima a la playa, presenta una extensión de 0,43 ha, mientras que la segunda formación, localizada al oeste de la primera, ocupa un área de 0,12 ha (Figura 6 A). Por otro lado, en la zona este, los registros previos cercanos a la zona de inmersión en la playa de Molino de Papel muestran varias praderas cercanas a los límites del paraje y con una extensión observada de 3,36 y de 1,68 ha entre los años 2009 y 2014, respectivamente. Las praderas de la zona este, muestreadas en 2020, se encuentran más próximas a la playa de Molino de papel y ocupan una extensión de 5,76 ha (figura 6 B).



A



B

Figura 6. Praderas de *Posidonia oceanica* en los Acantilados de Maro Cerro-Gordo y zonas adyacentes (A) y detalle de las praderas de la Playa de Molino de Papel (B).

Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

2 ZEC Calahonda (Mijas)

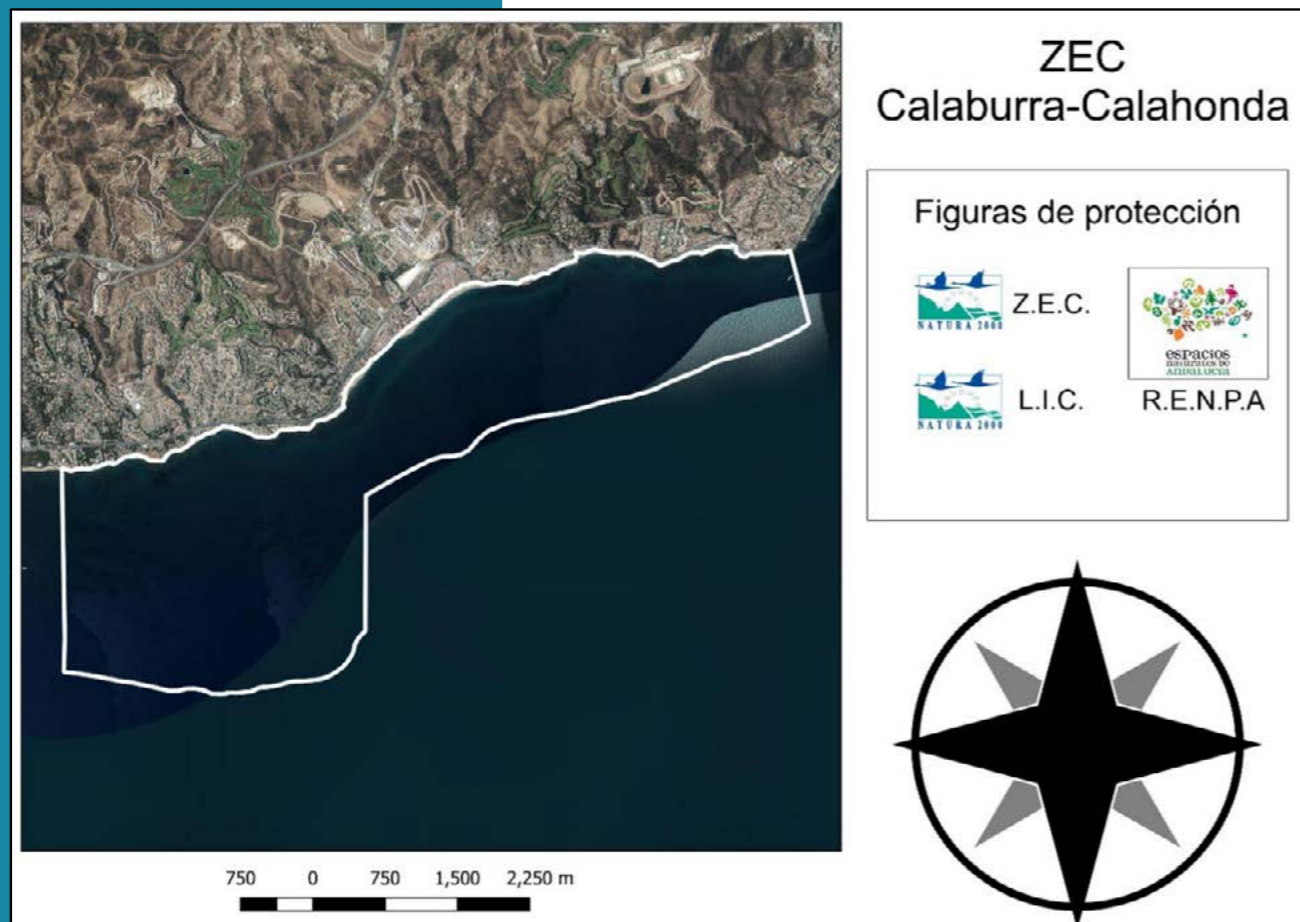


Figura 7. Mapa satélite del ZEC Calaburra-Calahonda.

Este espacio protegido se encuentra en la costa occidental de Málaga en el término municipal de Mijas, concretamente entre Calahonda y Punta de Calaburras. Es un espacio principalmente marino, aunque presenta una pequeña franja terrestre constituida principalmente por playas arenosas y afloramientos rocosos (N340, 2022).

Presenta varias figuras de protección. Además de ser un espacio RENPA, está dentro de la Red Natura 2000, siendo primero listada como LIC en 2007 y finalmente como ZEC en 2015.

Entre las principales amenazas que afectan a este espacio se encuentra la pesca deportiva, la contaminación marítima, el excesivo pisoteo en la zona de playa y la llegada de especies invasoras (Junta de Andalucía, 2019). En años recientes en la zona de Calaburras se han encontrado numerosos arribazones del alga asiática (*Rugulopteryx okamurae*), la cual desde su aparición en el Estrecho de Gibraltar en 2015 ha ido colonizando rápidamente toda la costa norte del mar de Alborán (García-Gómez et al., 2020).

De acuerdo con los datos cartográficos facilitados por la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), la zona del Faro de Calaburras presenta una **extensa pradera aparentemente continua de *P. oceanica*, de aproximadamente 1,464 hectáreas (equivalente a 14.640,328 m²), así como una zona extensa de mata de posidonia muerta situada a la derecha de la pradera activa, con una superficie aproximada de 0,785 hectárea (7.855,325 m²).** Aparte de *P. oceanica*, en la zona hay pequeñas praderas discontinuas de *Cymodocea nodosa*, tanto individual como formando praderas mixtas con posidonia. Por otro lado, en las cercanías de la playa de Calahonda se identificó una gran pradera de posidonia de aproximadamente 2,23 hectáreas (unos 22.296,588 m²) junto a pequeñas manchas tanto de *P. oceanica* como de *C. nodosa*



A



B

Figura 8. Praderas de *Posidonia oceanica* (verde) y *Cymodocea nodosa* (naranja) en las inmediaciones de la playa de Calahonda dentro del ZEC Calahonda.

Datos de angiospermas marinas facilitados por la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

2 Fondos de Cabopino y Nagüeles

ZONA 1 Playa de Cabopino

Situada en la zona este del municipio de Marbella, la playa de Cabopino linda con el ZEC- Calahonda. Las praderas localizadas a partir de los datos aportados por la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) del año 2017 muestran **diversas formaciones de pequeño tamaño**, localizadas a ambos lados del espigón (Figura 9 A). Al este, encontramos tres manchas más definidas (Figura 9B), separadas entre sí y abarcando 0,05, 0,025 y 0,0087 ha de extensión. En la parte este (Figura 9C), encontramos una pradera de mayor tamaño que presenta un área de 0,076 ha.



A



B



C

Figura 9. Presencia de praderas de *P. oceanica* en la zona de Cabopino (Marbella).

ZONA 2 Playas de Nagüeles y Río Verde

Las playas de Nagüeles y Río Verde se encuentran en la zona oeste del litoral de Marbella, en la llamada "Milla de oro", justo antes de Puerto Banús. Se trata de una **zona antropizada**, aunque bien conservada, que combina fondos rocosos con zonas de arena fina.



Figura 10. Imagen satélite de las playas de Nagüeles y Río Verde (Marbella).

3 ZEC Fondos Marinos de la Bahía de Estepona

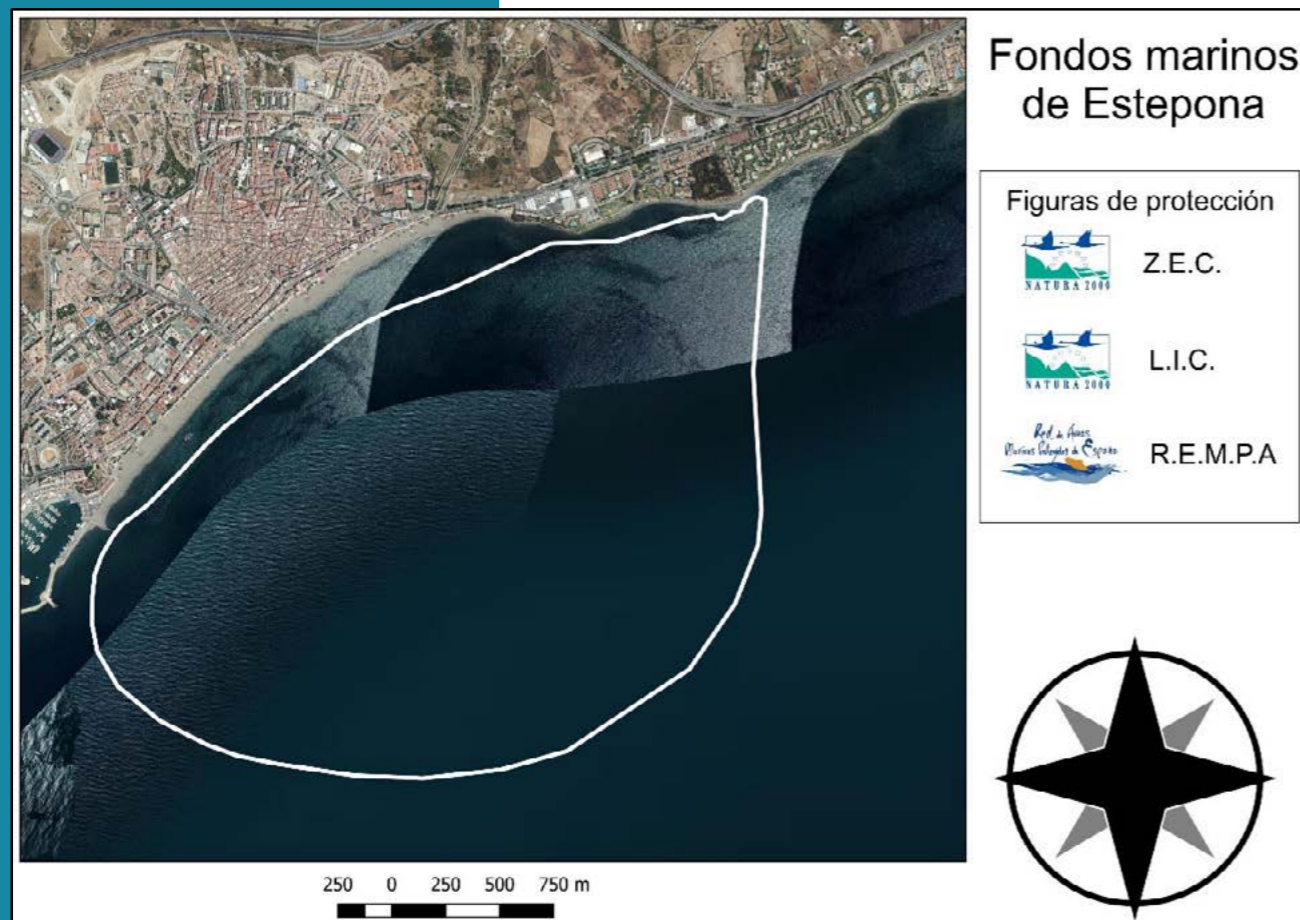


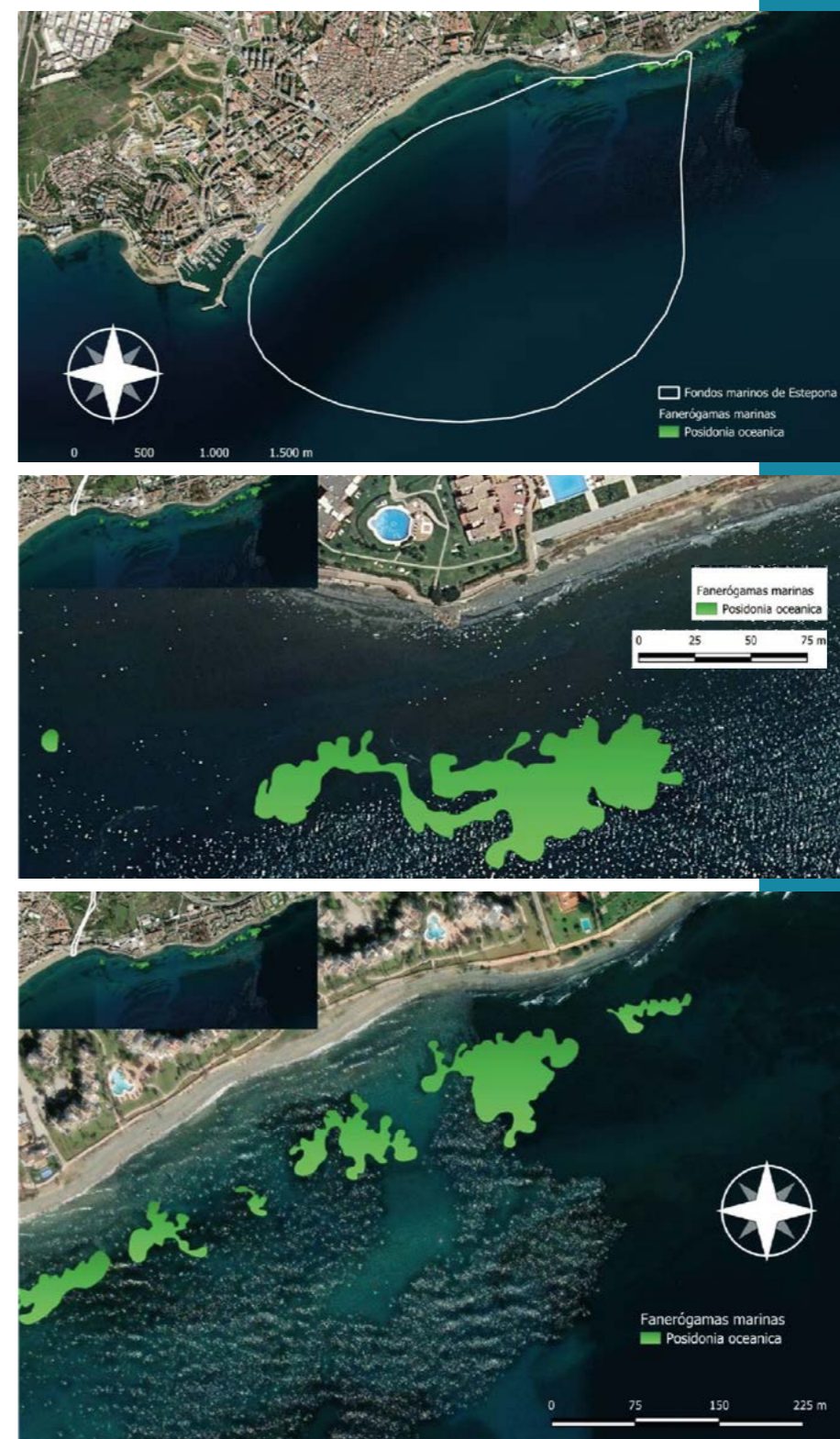
Figura 11. Mapa satélite de los Fondos Marinos de Estepona.

Con una superficie de 575,16 ha, este espacio está situado sobre la plataforma continental, cuya profundidad varía desde la costa hasta alcanzar unos 50 m en la parte más alejada de la zona protegida. El desplazamiento de la masa de agua promovido por el chorro entrante de agua desde el atlántico y la divergencia de aguas superficiales en el área de circulación ciclónica promueven el afloramiento de aguas de niveles inferiores, produciendo zonas muy fértiles para que prolifere el plancton, encontrándose el espacio, en el área de influencia de este afloramiento (Red Natura 2000, 2021).

Se pueden encontrar varios hábitats de gran valor como es la presencia de praderas de *P. oceanica*, arrecifes de coral y cuevas marinas; además de una gran biodiversidad de flora y fauna. Forma parte de la Red Natura 2000 y de la Red de Espacios Marinos Protegidos de España (Red Natura 2000, 2021).

Pese a tener varias figuras de protección, el espacio se encuentra amenazado por varios factores como la pesca extractiva; principalmente aquella provocada por arrastreros ilegales, así como vertidos, la pesca deportiva ilegal y la posible explotación del lugar para extraer combustibles fósiles como el gas natural (Ramos & Otero, 2014).

En la zona noroeste en los límites del espacio protegido existen varias praderas de *P. oceanica*, según datos del 2017 facilitados por la REDIAM. Entre todas ellas suman un total de 2,34 hectáreas cubiertas de posidonia, abarcando las poblaciones cercanas a la playa de Punta de Plata un total aproximado de 0,488 hectáreas. Situada en la zona este del municipio de Estepona, la playa Punta de la Plata se encuentra próxima a la playa de la Rada, considerada como la más emblemática de todo el municipio. Se caracteriza por una arena oscura y un leve oleaje que hace que sus aguas se encuentren transparentes y de aspecto cristalino. A pesar de estar rodeada por una serie de urbanizaciones, la playa tiene un grado de ocupación no demasiado alto.



A

B

C

Figura 12. Praderas de *P. oceanica* (A y B) en las inmediaciones de la playa de Punta de Plata cerca de los Límites de los Fondos Marinos de Estepona.

Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM).

METODOLOGÍA



Inmersiones

La información y datos obtenidos se han conseguido con la **colaboración de voluntarios submarinistas**, además del propio equipo científico y colaborador de la FMM, mediante numerosas inmersiones de muestreo, en función de la necesidad del estudio, con el objetivo de abarcar la mayor parte posible de las zonas donde se encuentran estas angiospermas en el litoral de Málaga, bien formando praderas amplias o bien en zonas diseminadas.

Se contó con varios equipos de buceadores, mínimo de 5 personas en algunas zonas y un máximo de 21 en otras, además de una embarcación de apoyo en superficie.

Los muestreos se han llevado a cabo entre **mayo y octubre de 2023**.

Las condiciones climáticas a las que se realizaron las inmersiones se correspondieron con mar en calma, con marejadilla de poniente o de levante, con una mínima de temperatura de 17,4°C, máximas de 27°C y una media de 22,1°C. **La visibilidad máxima alcanzada en estos transectos fue de 20 m, mientras que la mínima fue 5 m. La profundidad máxima que se alcanzó a lo largo de estas inmersiones fue de 8 m, mientras que la mínima fue de 1,5 m.**

La media de tiempo invertido en estas inmersiones fue de 83 minutos, con un máximo de 98 min y un mínimo de 70 min, alcanzando una superficie media estudiada de 4,02 ha (máxima de 8 ha y mínima de 0,87 ha).

Parámetros recogidos:

ESPECIES DE ANGIOSPERMAS MARINAS

EXTENSIÓN Y LÍMITES GEOGRÁFICOS DE LAS PRADERAS

CONTINUIDAD O DISCONTINUIDAD DE LA PRADERA

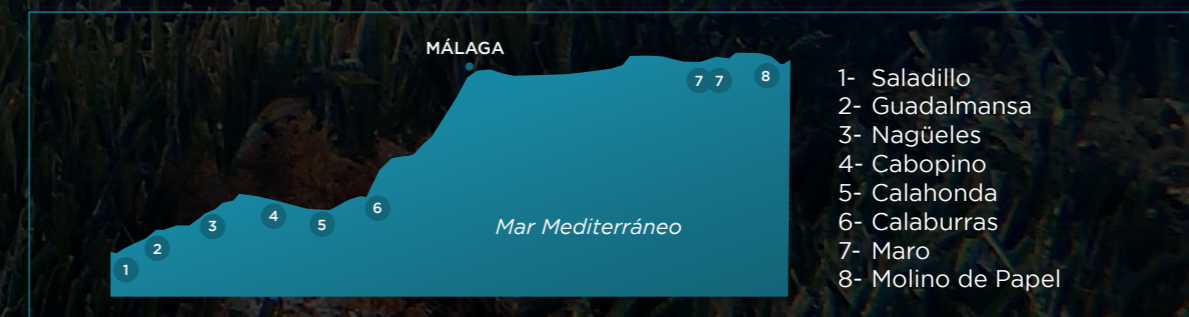
CARACTERÍSTICAS Y ESTADO DEL AGUA (TEMPERATURA, TURBIDEZ Y OLEAJE)

PROFUNDIDAD MÁXIMA Y MÍNIMA

DENSIDAD Y LONGITUD DE LOS HACES

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS PRADERAS

OTRAS OBSERVACIONES



Para determinar la **temperatura** del agua se utilizó el reloj de buceo y para determinar la **extensión y perímetro** de las praderas se empleó una embarcación de apoyo que fue registrando con un Garmin Etrex 22X las coordenadas GPS.

Posteriormente los datos recogidos con GPS fueron referenciados en un mapa utilizando el Programa de Sistema de Información Geográfica QGIS (<https://www.qgis.org/es/site/>). Para calcular la extensión de la zona, se creó un polígono uniendo los puntos de referencia proporcionado por los datos del GPS, para de esa forma obtener de una forma aproximada los límites actuales de la pradera que ayudaría a compararla con los datos facilitados por la REDIAM y observar si ha habido diferencias en cuanto a su extensión.

Las angiospermas marinas son plantas clonales, y sus poblaciones están compuestas por haces (grupo de hojas insertadas en un fragmento de rizoma con raíces), producidos vegetativamente, que son las unidades básicas de las praderas.

La **densidad de haces** es un descriptor

básico de la abundancia de haces dentro de la pradera, y un parámetro clave incluido en cualquier programa de monitorización o de valoración del estado de las praderas submarinas. La densidad de haces de la pradera se define como el número de haces de planta por unidad de superficie.

La **densidad de haces vivos** de las praderas de *P. oceanica* es un descriptor que varía inversamente con la profundidad, pues como todos los vegetales, la disposición de luz es vital para su supervivencia. En el caso de *P. oceanica* las praderas se desarrollan hasta la profundidad donde les llega la luz suficiente para su supervivencia y la densidad de haces disminuye a medida que aumenta la profundidad y disminuye la luz (Duarte 1991). Para la determinación de la densidad de haces se utilizó un marco de 25 x 25 cm², que se colocó en el centro de una mancha de vegetación y en el que se contó el número de haces que había en su interior. Estos valores se extrapolaron a un metro cuadrado de superficie (Sánchez-Lizaso, 1993; Short & Coles, 2001).

Para establecer la categoría de la pradera en base a la densidad de haces se empleó la clasificación de Giroud (1977):

CLASE	DENSIDAD DE HACES	ESTIMACIÓN DE DENSIDAD
I	más de 700 haces/m ²	Pradera muy densa
II	de 400 a 700 haces/m ²	Pradera densa
III	de 300 a 400 haces/m ²	Pradera poco densa
IV	de 150 a 300 haces/m ²	Pradera muy poco densa
V	de 50 a 150 haces/m ²	Semipradera

Tabla 1. Clasificación de Giroud para evaluar la densidad de las praderas de angiospermas.

Las hojas de *P. oceanica* se presentan en grupos de 4-10 hojas por haz, su longitud varía a lo largo del año, alcanzando su máximo en verano, que puede llegar a ser de más de un metro de longitud. Durante el periodo en el que las hojas alcanzan su mayor longitud (primavera y verano) es cuando presentan también mayor biomasa de epífitos en su superficie. A final del verano aparecen nuevas hojas y en otoño se produce la caída de las más viejas, coincidiendo con los temporales típicos de esta época. La longitud foliar puede además

variar según la densidad de herbívoros, que pueden ser muy numerosos en zonas con elevada carga de nutrientes que aumente la biomasa de epífitos en las hojas. Para medir la longitud de los haces se utilizó una regla no oxidable, midiendo desde la base, justo antes del tallo, hasta el extremo apical del haz.

Las mediciones correspondientes a la densidad de las praderas se llevaron a cabo en aquellas zonas en las que las condiciones de las inmersiones lo permitieron.

Estudio de biodiversidad asociada

Se realizó un censo visual haciendo transectos, observando zonas de angiospermas marinas, macroalgas, corales y sustratos próximos, siguiendo la metodología de la Asociación Hippocampus (2018). Los miembros del estudio dejaron entre ellos 1.5 m de distancia.

Los transectos se realizaron en forma de "S", con una longitud de unos 100 metros, y cambiando de dirección con un espacio lateral de 5 metros, para estudiar la mayor área posible. Para ello se dispuso de dos carretes de nilón blanco de 100 metros de longitud.

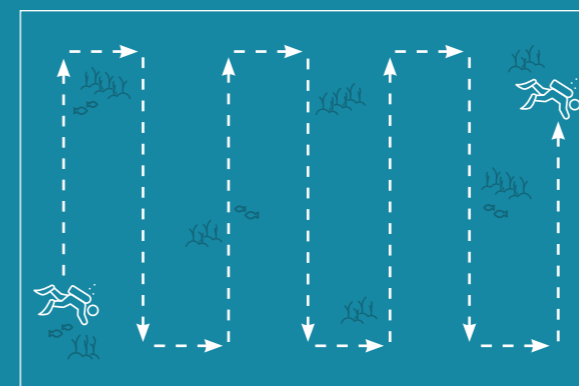


Figura 14. Forma de los transectos realizados.

Para el estudio de la biodiversidad se contó con equipos de toma de imágenes, tanto fotográficas como de vídeo.

Para la **toma de imágenes** se contó con equipos fotográficos como la Olympus TG6 con un foco de 3.500 lúmenes de potencia.

Finalmente, para la **grabación de vídeos** se contó con cámaras como la Olympus TG tracker, GoPro y DJI Osmo action 3, tomando las imágenes en alta definición (HD) a 30/60fps.

ZONAS DE MUESTREO.



1
Paraje Natural y ZEC - Acantilados de Maro-Cerro Gordo (Nerja).

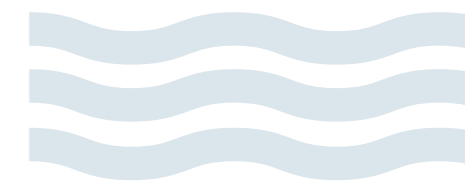
2
ZEC Calahonda (Mijas).

3
Fondos de Cabopino y Nagüeles (Marbella).

4
ZEC Fondos Marinos Bahía de Estepona. (Estepona).

RESULTADOS POR ÁREA DE ESTUDIO





1 Acantilados de Maro Cerro-Gordo y ZEC Acantilados de Maro-Cerro gordo (Nerja)



A



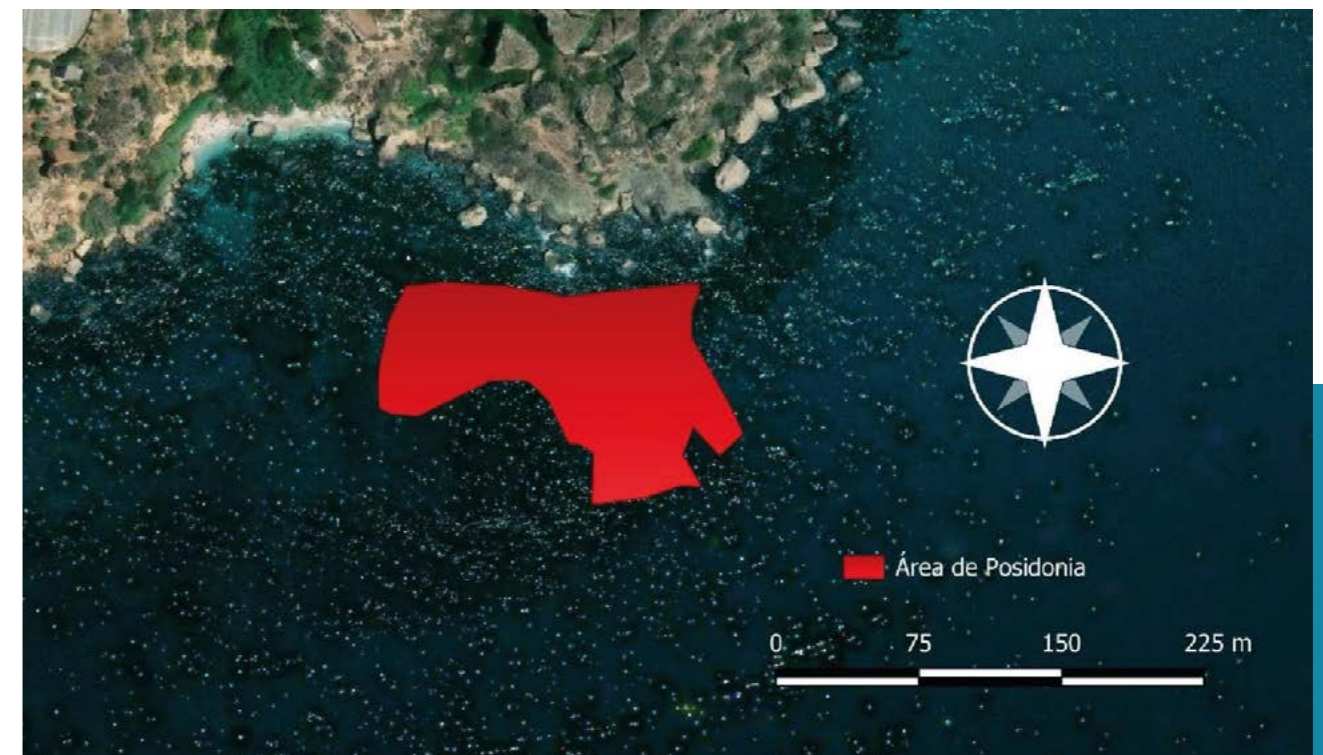
B

Estado de las praderas

Se observaron varias formaciones de praderas de *Posidonia oceanica* en este paraje. La primera de ellas se encontró en la zona del levante de la playa de Molino de Papel, entre los 2 y 10 metros de profundidad, que presentó una extensión máxima de 7,73 ha (77.258,91 m²) (Figura 15 A). Al oeste, localizada en la playa de Maro, se observaron praderas discontinuas localizadas entre los 3 y los 7 metros de profundidad. Estas presentaron un buen estado general de conservación, alcanzando una extensión máxima de 0,97 ha (9.707 m²) (Figura 15 B), sin evidencias de regresión.

De la misma forma, se localizó una pradera de *P. oceanica* en las proximidades de la playa de Burriana, al oeste, (Figura 15 C) que presentaron unos límites batimétricos de poca profundidad y cuya máxima profundidad alcanzada fue de 7,2 metros. Esta presentó una extensión máxima de 1,32 ha (13198 m²), con manchas discontinuas y sin evidencias de regresión.

Figura 15. Extensión de las praderas de posidonia (en rojo) muestreadas en la playa de Molino de papel (A), playa de Maro (B) y alrededores de Burriana (C).



C



1 Acantilados de Maro Cerro-Gordo y ZEC Acantilados de Maro-Cerro gordo (Nerja)

A continuación, se muestran los datos pertenecientes a la medición de la **densidad de las praderas** de Maro y zona cercana a Burriana (Tabla 2). En la zona cercana de Burriana, las praderas presentaron una buena densidad de haces, a excepción de una de ellas (Anexo, Tabla 1A), lo cual indica la existencia de alguna alteración en este punto. No se observaron cambios en la densidad de los haces con relación a los cambios batimétricos, pero sí se registraron haces

de mayor longitud a mayor profundidad. En la zona de Maro, sin embargo, a pesar de no observarse cambios importantes ni en la longitud ni en la densidad de los haces conforme aumenta la profundidad, los datos correspondientes a la densidad de las praderas resultan, de media, menores en comparación a los obtenidos en Burriana, obteniendo así grados diferentes en dicha categoría.

	Profundidad (m)	Nº Haces (m2)	Longitud Haces (cm)	Densidad
Barranco de Maro	5,763 0,91	536,53 160,89	9,3753 3,29	Pradera densa
Cala de Maro	4,53 0,71	338,53 112,77	6,3753 2	Pradera poco densa

Tabla 2. Datos de la densidad de las praderas en las playas de Burriana y de Maro.

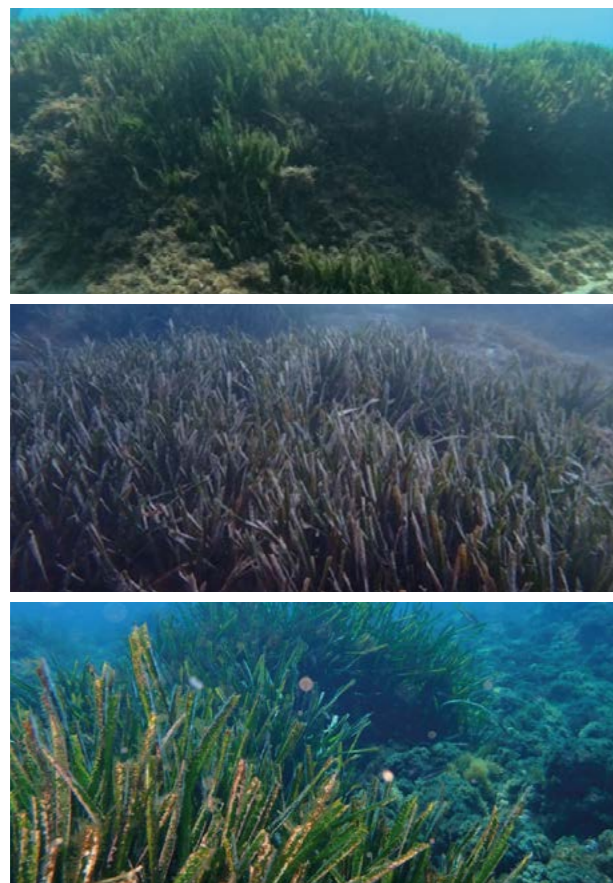
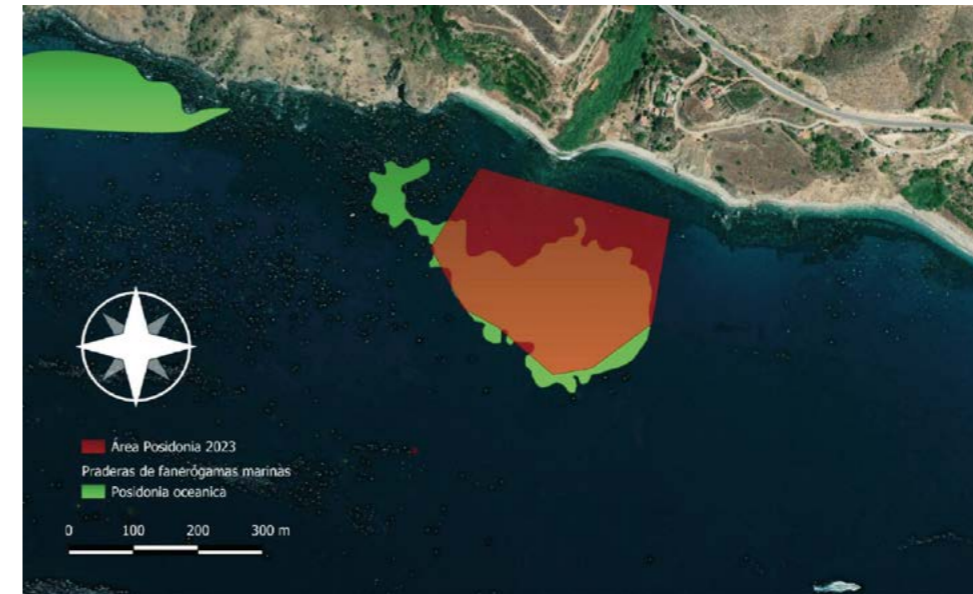


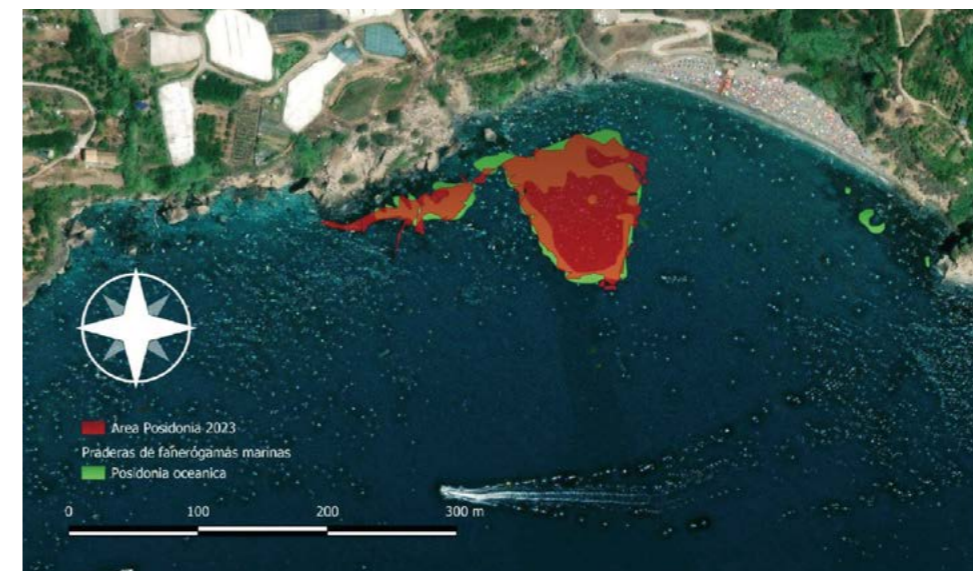
Figura 16. Praderas de *P. oceanica* en las zonas de Maro (izquierda), Burriana (derecha) y Molino de Papel (abajo). Nótese la acumulación de epifitos en la pradera de Burriana.

En lo relativo al estado de conservación, la zona en la que se observó una regresión de superficie más clara fue en la cercana a Burriana, alcanzando una disminución de un 64% aproximadamente en comparación con los datos registrados de la REDIAM del año 2007. Aunque la densidad de los haces fue alta, presentaban los haces caídos y colonizadas por organismos epifitos, dándoles un aspecto blanquecino. La localización de estas praderas, sin embargo, aparece algo más al este que las de años anteriores.

Las praderas de Maro, sin embargo, presentaron menor densidad de haces, pero un buen estado de conservación, con una tendencia que se ha mostrado estable al compararlos con datos de años anteriores; aquí se ha podido comprobar incluso un aumento del 76% en comparación con los datos de 2019. En el caso de la pradera de Molino de Papel, la comparativa con los datos pertenecientes al año 2020 muestra un aumento algo más ligero, de un 34%, registrándose ejemplares con un aspecto más saludable, con haces de mayor tamaño y menor concentración de organismos epifitos.



A



B



C

Figura 17. Extensión actual (verano 2023) de la pradera de Molino de Papel (A), Cala de Maro (B) y Barranco de Maro (C) y su comparación con los datos de la REDIAM.

Nótese la pérdida significativa en la pradera de Barranco de Maro, especialmente en su vertiente más occidental.

Estudio de biodiversidad asociada

Se observaron numerosas especies; incluyendo estados juveniles y de alevines, característicos de los hábitats de praderas marinas, entre los que se encontraron invertebrados protegidos como la nacra (*Pinna rudis*) y la caracola (*Charonia lampas*), además de equinodermos, platelmintos y numerosas especies de peces (Tabla 3). En cuanto a la diversidad algal de la zona, se encontraron especies comunes

como el alga percebe (*Codium sp.*), la cola de pavo (*Padina pavonica*) y *Asparagopsis sp.*, especie introducida listada en el Catálogo Español de Especies Invasoras.

Tanto la fauna como flora observada fue muy similar en las cuatro zonas muestreadas, no encontrándose grandes diferencias significativas entre ambas.

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO	
Flora	<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kuetzing	Algas verdes	
	<i>Codium bursa</i> (Olivier) C. Agardh, 1817	Algas verdes	
	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	Algas verdes	
	<i>Ulva sp.</i> Linnaeus, 1753	Algas verdes	
	<i>Cystoseira sp.</i> C. Agardh, 1820	Algas pardas	
	<i>Halopteris sp.</i> Allman, 1877	Algas pardas	
	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	Algas pardas	
	<i>Rugulopterix okamurae</i> (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W.J. Lee & H.S. Kim, 2009	Algas pardas	
	<i>Asparagopsis sp.</i> Montagne, 1840	Algas rojas	
	<i>Corallina elongata</i> J. Ellis & Solander, 1786	Algas rojas	
	<i>Lithophyllum incrustans</i> R. A. Philippi	Algas rojas	
	<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne	Algas rojas	
	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i> Stackhouse, 1797	Algas rojas	
	Fauna	<i>Chondrosia reniformis</i> (esponja de cuero)	Esponjas
		<i>Clathrina clathrus</i> (Schmidt, 1864)	Esponjas
		<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	Esponjas
		<i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt, 1862	Esponjas
<i>Dysidea avara</i> (Schmidt, 1862)		Esponjas	
<i>Aglaophenia sp.</i> Lamouroux, 1812		Cnidarios, Hidrozoos	
<i>Sertularia perpusilla</i> Stechow, 1919		Cnidarios, Hidrozoos	
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758) (Tomate de mar)		Cnidarios, Anémona	
<i>Anemonia sulcata</i> (Pennant, 1777) (Anémona de mar común)		Cnidarios, Anémona	
<i>Calliactis parasitica</i> (Couch, 1842) (Anémona del ermitaño)		Cnidarios, Anémona	
<i>Cerianthus membranaceus</i> (Gmelin, 1791)		Cnidarios, Anémona	
<i>Cornularia cornucopiae</i> (Pallas, 1766)		Cnidarios, Corales blandos	
<i>Cotylorhiza tuberculata</i> (Macri, 1778)		Cnidarios, Medusa	
<i>Hermodice carunculata</i> (Pallas, 1766) (Gusano de fuego)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Protula intestinum</i> (Lamarck, 1818)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Protula sp.</i> Risso, 1826		Anélidos, Poliquetos	
<i>Protula tubularia</i> (Montagu, 1803)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Sabella pavonina</i> Savigny, 1818 (Gusano empenachado)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Sabella spallanzanii</i> (Viviani, 1805) (Espirógrafo)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767 (Gusano tubícola serpentina)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758) (Gusano incrustante)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758) (Erizo negro)		Equinodermos, Erizos de mar	
<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816) (Erizo de mar común)		Equinodermos, Erizos de mar	
<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje, 1824 (Cohombro de mar negro)		Equinodermo, Holoturias	
<i>Ophioderma longicaudum</i> (Bruzellius, 1805)		Equinodermo, Ofiruras	
<i>Thuridilla hopei</i> (Vérany, 1853)		Moluscos, Nudibranchios	
<i>Acanthocardia sp.</i> J. E. Gray, 1851 (Corruco)		Moluscos, Bivalvos	

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO
Fauna	<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758 (Arca de Noe)	Moluscos, Bivalvos
	<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758) (Concha fina)	Moluscos, Bivalvos
	<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	Moluscos, Bivalvos
	<i>Pinna rudis</i> Linnaeus, 1758	Moluscos, Bivalvos
	<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i> Linnaeus, 1758 (Oreja de mar)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758) (Búsano)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Patella rustica</i> Linnaeus, 1758 (Lapa cónica)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Phorcus turbinatus</i> (Born, 1778) (Peonza)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797	Moluscos, cefalópodos
	<i>Eriphia verrucosa</i> (Forsk., 1775) (Cangrejo moruno)	Crustáceos, Decápodos
	<i>Pagurus sp.</i> Fabricius, 1775 (Ermitaño)	Crustáceos, Decápodos
	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758) (Boga)	Peces, Sparidae
	<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758) (Castañuela)	Peces, Pomacentridae
	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758) (Congrio)	Peces, Congridae
	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758) (Doncella)	Peces, Labridae
	<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838) (Sargo breado)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792) (Sargo picudo)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758) (Sargo)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Mojarra)	Peces, sparidae
	<i>Epinephelus alexandrinus</i> (Valenciennes, 1828) (Falso abadejo)	Peces, Serranidae
	<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834) (Mero)	Peces, Serranidae
	<i>Gobius bucchichii</i> Steindachner, 1870 (Gobio)	Peces, Gobiidae
	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758 (Salmonete de roca)	Peces, Mullidae
	<i>Parapristipoma octolineatum</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1833) (Burrito listado)	Peces, Perciformes
	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758) (Salema)	Peces, Sparidae
	<i>Sciaena umbra</i> Linnaeus, 1758 (Corvina negra)	Peces, Sciaenidae
	<i>Scorpaena notata</i> Rafinesque, 1810 (Escórpora)	Peces, Scorpaenidae
	<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 (Rascacio)	Peces, Scorpaenidae
	<i>Serranus atricauda</i> Günther, 1874 (Serrano imperial)	Peces, Serranidae
	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758) (Cabrilla)	Peces, Serranidae
	<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758) (Serrano)	Peces, Serranidae
	<i>Symphodus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758) (Tordo de roca)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus melanocercus</i> (Risso, 1810)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1791) (Tordo picudo)	Peces, Labridae
	<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758) (Fredí)	Peces, Labridae
	<i>Trachinotus ovatus</i> (Linnaeus, 1758) (Palometa)	Peces, Carangidae
<i>Tripterygion delaisi</i> Cadenat and Blache, 1970 (Moma nariguda)	Peces, Tripterygiidae	

Tabla 3. Listado de especies encontradas en las tres praderas muestreadas en los Acantilados de Maro-Cerro Gordo.

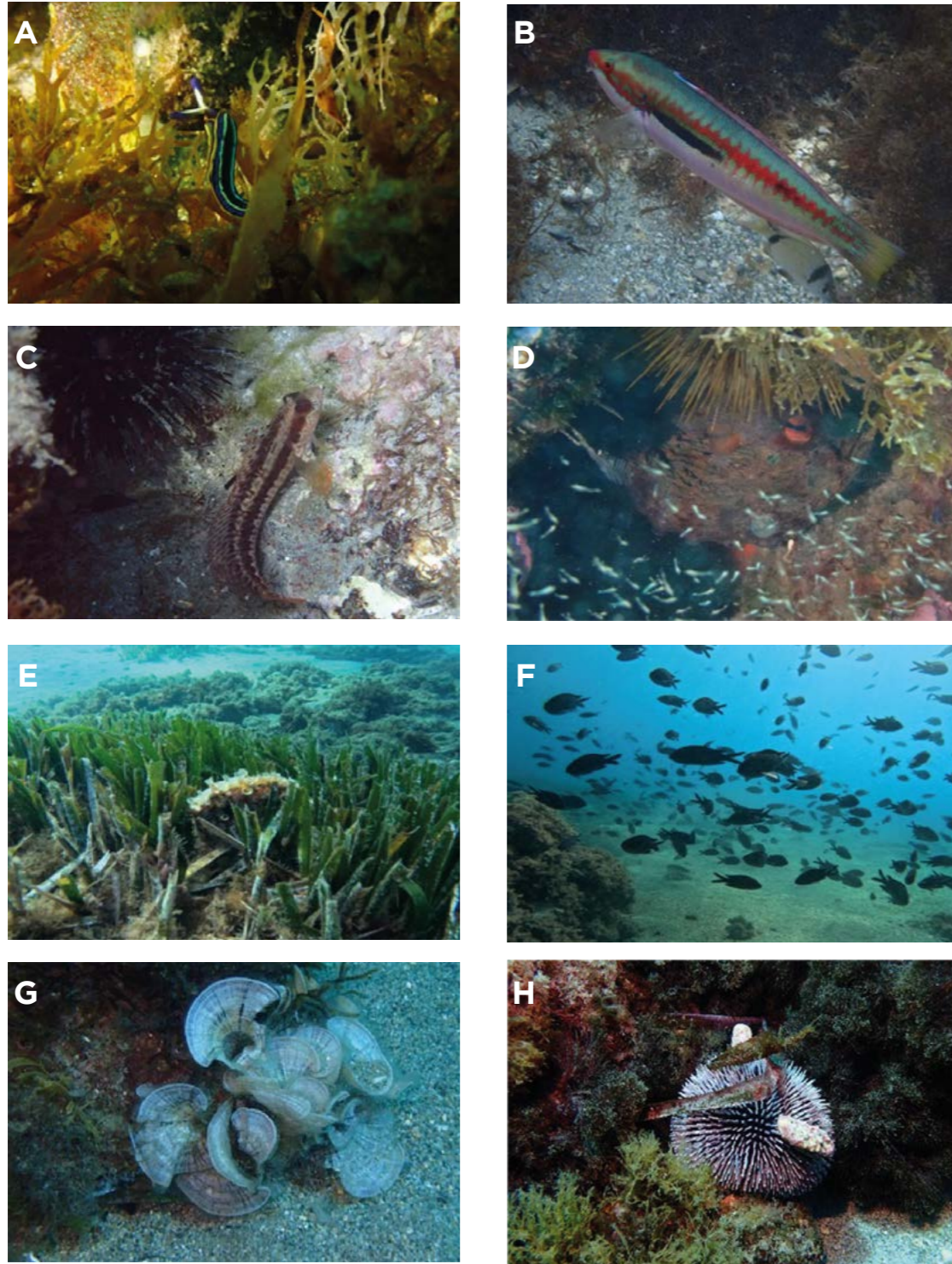
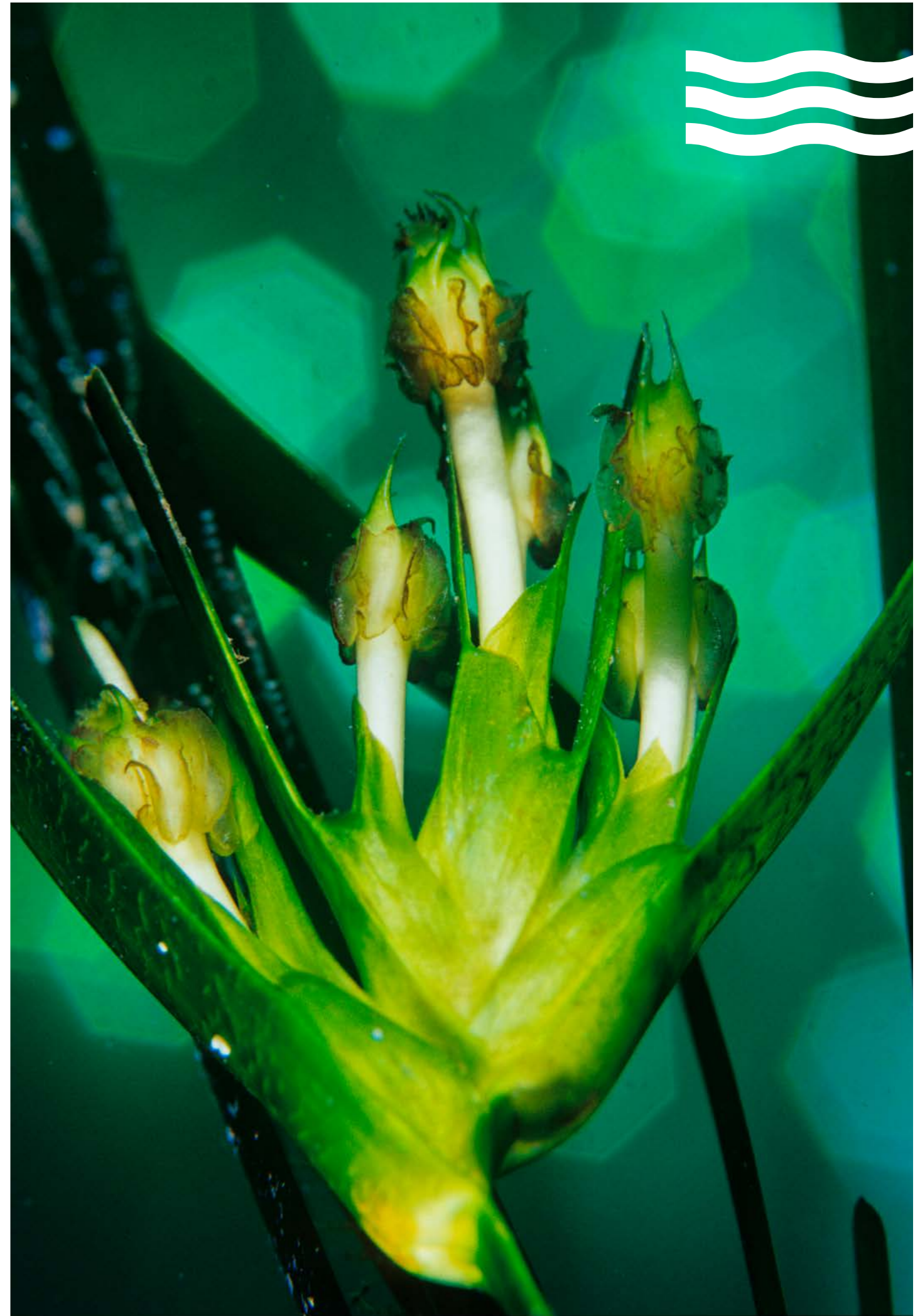


Figura 18. Fotografías de varias especies encontradas en la zona de estudio. A: *Thuridilla hopei*, B: *Doncella*, C: *Pez babosa*, D: *Pulpo común*, E: *nacra*, F: *Castañuela*, G: *Cola de Pavo*, H: *Erizo de Púas cortas*.





2 ZEC Calahonda (Mijas)



A



B

Estado de las praderas

Se encontraron dos praderas de *P. oceanica*, una en la playa del Faro de Calaburras y otra en la playa de Doña Lola (figuras 19 A y 19 B). La pradera del Faro de Calaburras estaba a muy baja profundidad; en torno a los 1-3 m, y presentó una extensión máxima de 2,30 ha (22.981,63 m²). Además de *P. oceanica*, también se encontraron matas discontinuas de *Cymodocea nodosa*, coincidiendo con los límites de la pradera de *P. oceanica* localizada más al este y muy cerca de la costa. La pradera ubicada en la playa Doña Lola se localizó a una profundidad entre 1-6 metros, con una extensión aproximada de 1,36 ha (13.570,47 m²), situándose los especímenes principalmente en zonas de sustrato rocoso. Únicamente se encontró presencia de *P.oceanica* en la playa de Doña Lola, descartándose otras angiospermas marinas.

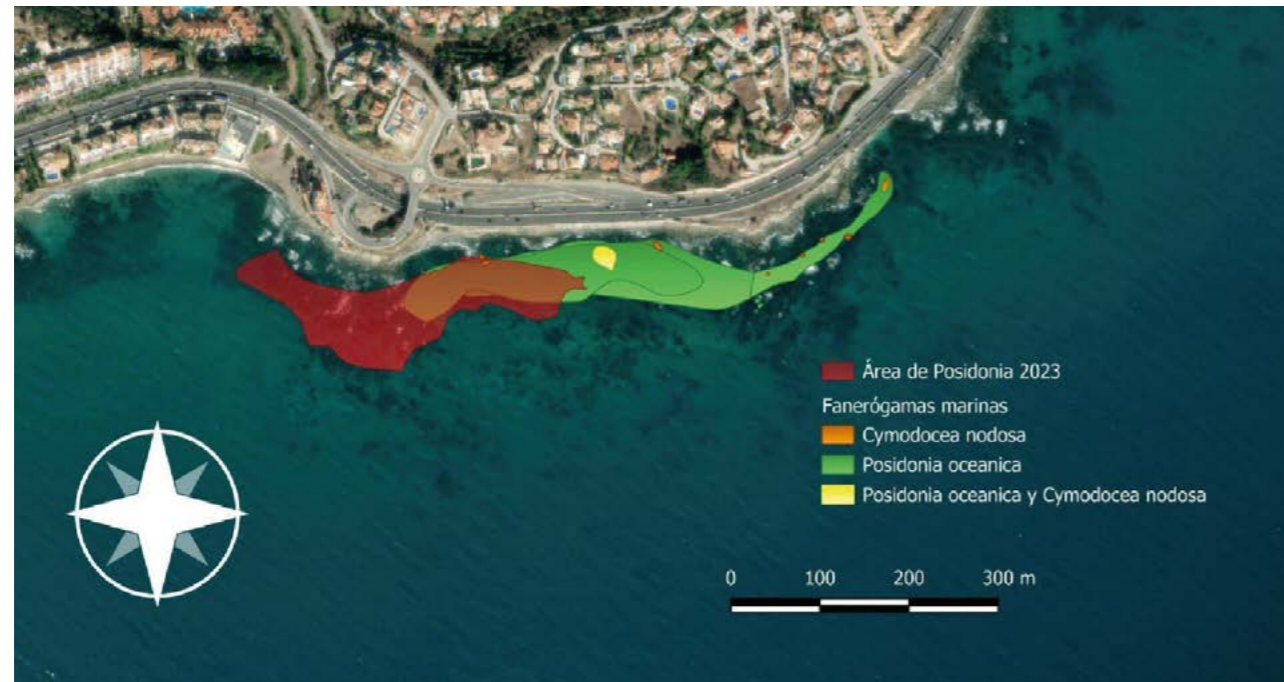
El estado de conservación de ambas praderas de *P.oceanica* fue bueno, con poblaciones bien establecidas y sin evidencia de degradación a lo largo de toda la extensión. La mayoría de los ejemplares mostraron un aspecto saludable, con haces tersos, de color verde intenso y con baja presencia de epifitos. Las praderas presentaron una mejor continuidad en comparación con las praderas localizadas en Nerja.



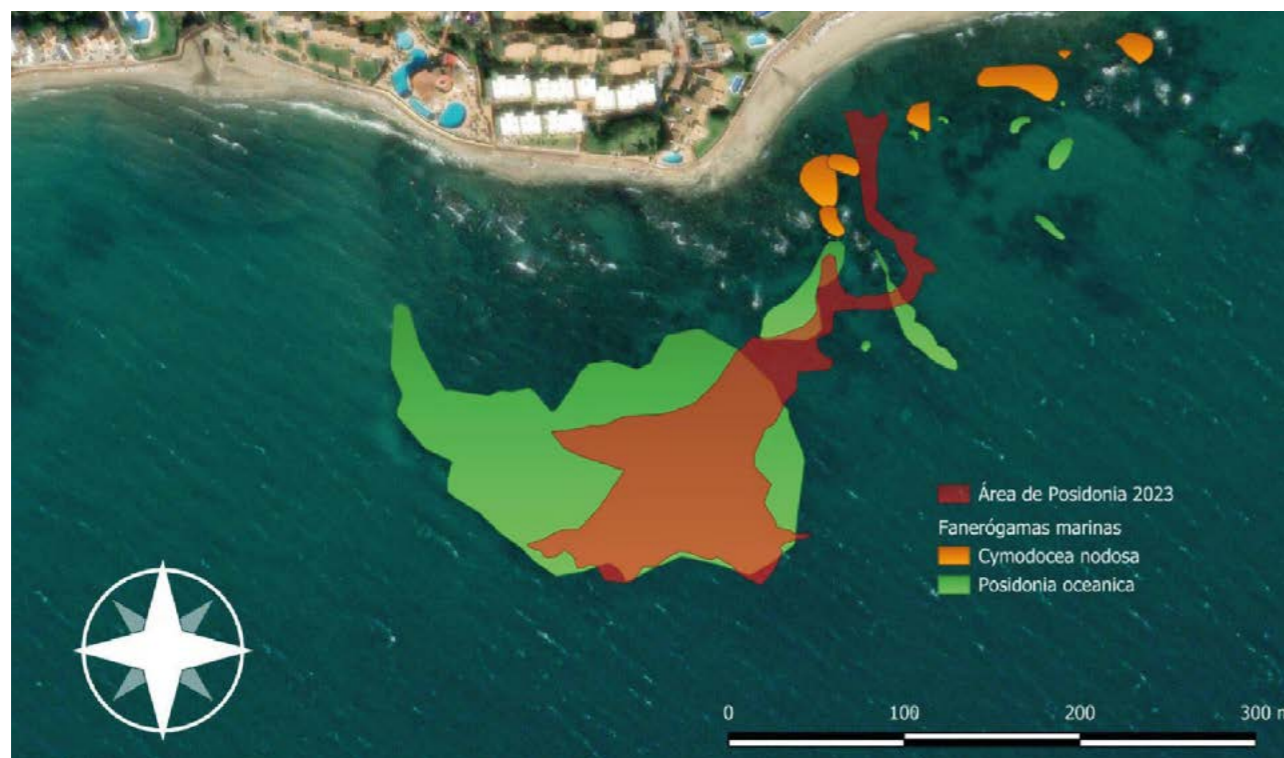
Figura 19. Extensión de las praderas muestreadas de posidonias en Faro de Calaburras (A) y Doña Lola (B).

Figura 20. Ejemplares de *P. oceanica* en la playa de Calahonda, de aspecto saludable.





A



B

Figura 21. Extensión actual (verano de 2023) aproximada de las praderas de *Posidonia oceanica* localizadas en las inmediaciones de la playa de Calaburras (A) y la playa de Doña Lola en Calahonda (B) y su comparación con los datos de la REDIAM.

Nótese la pérdida de extensión en la pradera situada en la playa de Doña Lola (arriba).

Al comparar los resultados obtenidos con aquellos facilitados por la REDIAM, se observó un crecimiento significativo de la pradera de la playa del Faro de Calaburras a lo largo de la zona oeste del litoral (figura 21 A), aumentando su superficie aproximadamente un 36,35% en 10 años. En cuanto a la extensión de mata muerta de *Posidonia* de los datos de REDIAM, se exploró parcialmente la zona, no encontrando evidencia de la misma. Es posible que esta haya desaparecido, pero se necesitaría una inmersión exhaustiva por si aún quedaran restos en aquella zona. Por otro lado, las matas discontinuas de *Cymodocea nodosa* parecen también haber aumentado su superficie en comparación con los datos obtenidos entre 2010-2013, especialmente cerca de la costa de la zona de levante.

En cuanto a la pradera de la playa de Doña Lola, pese a su aparente buen estado de conservación, es destacable que su extensión es menor si lo comparamos a los datos de muestreo facilitados por la REDIAM en 2017 (figura 21 B). La actual pradera abarca unas 1,36 hectáreas, lo que se traduce en un decrecimiento de aproximadamente un 39% de la misma en 5 años. Importante mencionar que, pese a que en 2017 se observaron varias manchas de *C. nodosa* muy cerca de la costa, en esta inmersión no se ha registrado ningún ejemplar, por lo que se sospecha que ha podido desaparecer definitivamente de la zona.



Figura 20. Ejemplares de *P. oceanica* en la playa de Calahonda, de aspecto saludable.



Estudio de biodiversidad asociada

En cuanto a la biodiversidad de algas se encontraron varias especies del orden de las *Corallinales*, así como otras especies autóctonas como la cola de pavo o *Cystosteira tamariscifolia*. En cuanto a especies invasoras, se observó una gran abundancia de *Rugulopteryx okamuræ*, la cual ocupaba la mayor parte de las zonas donde no existía presencia de *P. oceanica*. Se observaron numerosas especies en ambas praderas; incluyendo alevines de varios peces, características de los hábitats

de praderas marinas, siendo más biodiversa la pradera del Faro de Calaburras (Tabla 2). Entre las especies más relevantes se encontraban invertebrados moluscos como la nacra y el pulpo (*Octopus vulgaris*), así como poliquetos, equinodermos y antozoos. Entre los peces destacar la presencia de varias especies del género *Serranus* y *Diplodus*, el congrio (*Conger conger*) y condrictios como la tembladera (*Torpedo marmorata*).

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO
Flora	<i>Codium</i> sp. Stackhouse, 1797	Algas verdes
	<i>Ulva</i> sp. Linnaeus, 1753	Algas verdes
	<i>Asparagopsis</i> sp. Montagne, 1840	Algas rojas
	<i>Corallina elongata</i> J.Ellis & Solander, 1786	Algas rojas
	<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	Algas rojas
	<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) Lamouroux	Algas rojas
	<i>Lithophyllum racemus</i> (Lamarck) Foslie, 1901	Algas rojas
	<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S. G. Gmelin) Decaisne	Algas rojas
	<i>Pterocladia capillacea</i> (S.G.Gmelin) Santelices & Hommersand, 1997	Algas rojas
	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens Ex Roth) Derbes and Solier	Algas pardas
	<i>Cystoseira</i> sp. C.Agardh, 1820	Algas pardas
	<i>Dictyopteris membranacea</i> (Stackhouse) Batters	Algas pardas
	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	Algas pardas
	<i>Halopteris</i> sp. Allman, 1877	Algas pardas
	<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy, 1960	Algas pardas
	<i>Rugulopteryx okamuræ</i> (E.Y.Dawson) I.K.Hwang, W.J.Lee & H.S.Kim, 2009	Algas pardas
	<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Asch.	Angiosperma marina
<i>Posidonia oceanica</i> (Linnaeus) Delile, 1813	Angiosperma marina	
Fauna	<i>Electra posidoniae</i> Gautier, 1954	Briozoos
	<i>Clathrina</i> sp. Gray, 1867	Esponjas
	<i>Phorbas topsenti</i>	Esponjas
	<i>Sarcotragus fasciculatus</i> (Pallas, 1766)	Esponjas
	<i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt, 1862	Esponjas
	<i>Diplosoma spongiforme</i> (Giard, 1872)	Ascidias
	<i>Microcosmus</i> sp. Heller, 1877	Ascidias
	<i>Phallusia fumigata</i> Grube, 1864	Ascidias
	<i>Polysyncraton lacazei</i> (Girard, 1872)	Ascidias
	<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758) (Tomate de mar)	Cnidarios, Anémona
	<i>Aglaophenia</i> sp. Lamouroux, 1812	Cnidarios, Hidrozoos
	<i>Aiptasia mutabilis</i> (Gravenhorst, 1831)	Cnidarios, Anémona
	<i>Anemonia sulcata</i> (Pennant, 1777) (Anémona de mar común)	Cnidarios, Anémona
	<i>Cereus pedunculatus</i> (Pennant, 1777)	Cnidarios, Anémona
	<i>Cornularia cornucopiae</i> (Pallas, 1766)	Cnidarios, Corales blandos
	<i>Corynactis viridis</i> Allman, 1846	Cnidarios, Anémona
	<i>Eunicella singularis</i> (Gorgonia blanca)	Cnidarios, Corales blandos

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO
Fauna	<i>Sertularia perpusilla</i> Stechow, 1919	Cnidarios, Hidrozoos
	<i>Eupolymnia nebulosa</i> (Montagu, 1819)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Filograna implexa</i> Berkeley	Anélidos, Poliquetos
	<i>Polycirrus</i> sp. Grube, 1850	Anélidos, Poliquetos
	<i>Protula intestinum</i> (Lamarck, 1818)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Protula tubularia</i> (Montagu, 1803)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Sabella spallanzanii</i> (Viviani, 1805) (Espirógrafo)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767 (Gusano tubícola serpentino)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767 (Gusano tubícola serpentino)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758) (Gusano incrustante)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Planaria azul</i> (sin identificar)	Platelmintos
	<i>Bonellia viridis</i> Rolando, 1821	Equiúridos
	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758) (Erizo negro)	Equinodermos, Erizos de mar
	<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816) (Estrella de mar de espinas finas)	Equinodermo, Estrellas de mar
	<i>Holothuria forskali</i> Delle Chiaje, 1824 (Cohombro de mar negro)	Equinodermo, Holoturias
	<i>Holothuria tubulosa</i> Gmelin, 1791 (Cohombro de mar pardo)	Equinodermo, Holoturias
	<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758) (Estrella de mar común)	Equinodermo, Estrellas de mar
	<i>Ophioderma longicaudum</i> (Bruzelius, 1805)	Equinodermo, Ofiruras
	<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816) (Erizo de mar común)	Equinodermos, Erizos de mar
	<i>Sphaerechinus granularis</i> (Lamarck, 1816) (Erizo violáceo)	Equinodermos, Erizos de mar
	<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus (Bolo)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Turritella communis</i> Risso, 1826 (Torrecilla)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767) (Púrpura de boca roja)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758 (Sepia común)	Moluscos, Cefalópodos
	<i>Rissoa ventricosa</i> Desmarest, 1814	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Pinna nobilis</i> Linnaeus, 1758	Moluscos, Bivalvos
	<i>Phorcus turbinatus</i> (Born, 1778) (Peonza)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Patella ulyssiponensis</i> Gmelin, 1791 (Lapa estriada)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Patella rustica</i> Linnaeus, 1758 (Lapa cónica)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758 (Ostra común)	Moluscos, Bivalvos
	<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797 (Pulpo común)	Moluscos, Cefalópodos
	<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758 (Mejillón común)	Moluscos, Bivalvos
	<i>Hypselodoris midatlantica</i> Gosliner, 1990	Moluscos, Nudibranquios
	<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758) (Búsano)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i> Linnaeus, 1758 (Oreja de mar)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Donax</i> sp. Linnaeus, 1758 (Coquina)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Charonia lampas</i> (Linnaeus, 1758) (Bocina de mar)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758) (Concha fina)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Aequipecten</i> sp. P. Fischer, 1886 (Zamburriñas)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Acanthocardia</i> sp. J. E. Gray, 1851 (Corruco)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Balanus perforatus</i> Bruguière, 1789 (Bellota de mar)	Crustáceos, Cirrípedos
	<i>Eriphia verrucosa</i> (Forsk., 1775) (Cangrejo moruno)	Crustáceos, Decápodos
<i>Leptomysis</i> sp. G.O. Sars, 1869 (Misis)	Crustáceos, Misisos	
<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788) (Centollo)	Crustáceos, Decápodos	
<i>Pagurus</i> sp. Fabricius, 1775 (Ermitaño)	Crustáceos, Decápodos	
<i>Palaemon serratus</i> (Pennant, 1777) (Quisquilla)	Crustáceos, Decápodos	
<i>Aidablennius sphyx</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1836) (Dormilón)	Peces, Blenniidae	
<i>Apogon imberbis</i> (Linnaeus, 1758) (Reyezuelo)	Peces, Apogónidos	
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758) (Boga)	Peces, Sparidae	

Tabla 4. Listado de especies en las praderas muestreadas dentro del ZEC Calahonda.

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO
Fauna	<i>Chelon labrosus</i> (Risso, 1827) (Lisa)	Peces, Mugilidae
	<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758) (Castañuela)	Peces, Pomacentridae
	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758) (Doncella)	Peces, Labridae
	<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838) (Sargo breado)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792) (Sargo picudo)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758) (Sargo)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Mojarra)	Peces, sparidae
	<i>Epinephelus alexandrinus</i> (Valenciennes, 1828) (Falso abadejo)	Peces, Serranidae
	<i>Gobius bucchichii</i> Steindachner, 1870 (Gobio)	Peces, Gobiidae
	<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758 (Bobi)	Peces, Gobiidae
	<i>Lipophrys nigriceps</i> (Vinciguerra, 1883)	Peces, Blenniidae
	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758 (Salmonete de roca)	Peces, Mullidae
	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758) (Oblada)	Peces, Sparidae
	<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	Peces, Blenniidae
	<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768) (vieja)	Peces, Blenniidae
	<i>Salaria pavo</i> (Risso, 1810) (Gallerbo)	Peces, Blenniidae
	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758) (Salema)	Peces, Sparidae
	<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 (Rascacio)	Peces, Scorpaenidae
	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758) (Cabrilla)	Peces, Serranidae
	<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758) (Serrano)	Peces, Serranidae
	<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788) (Bodión)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskål, 1775) (Tordo)	Peces, Labridae
	<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758 (Mula)	Peces, Signátidos
	<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758) (Fredí)	Peces, Labridae
	<i>Tripterygion delaisi</i> Cadenat and Blache, 1970 (Moma nariguda)	Peces, Tripterygiidae
	<i>Raja undulata</i> Lacepede, 1802 (Raya)	Elasmobránquios, Rajiformes
	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810 (Tembladera)	Elasmobránquios, Torpediniformes

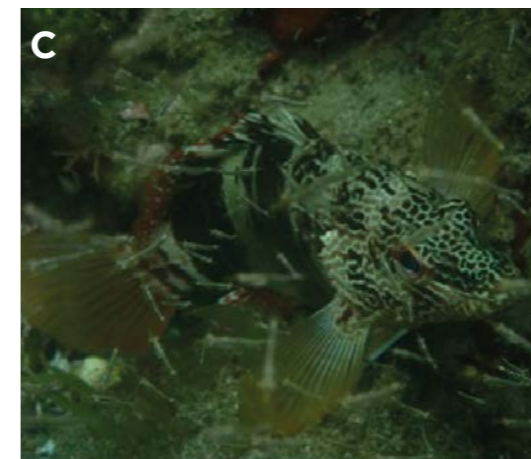
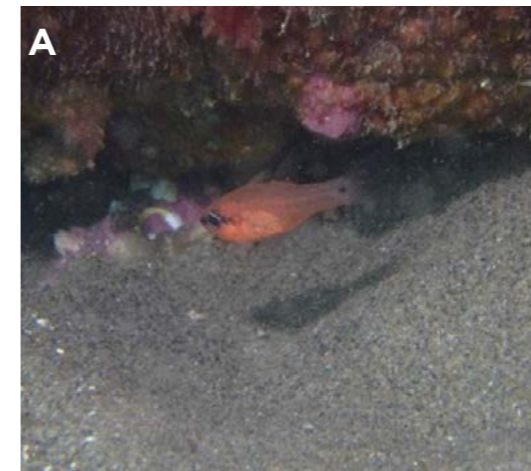


Figura 22. A: Ejemplar de reyezuelo, B: Tembladera, C: Banco de Mysis con un ejemplar de serrano, D: Espirógrafo, E: Anémona común, F: Gorgonia blanca. Fotógrafo: Ramón de Haro

3 Fondos de Cabopino y Nagüeles (Marbella)

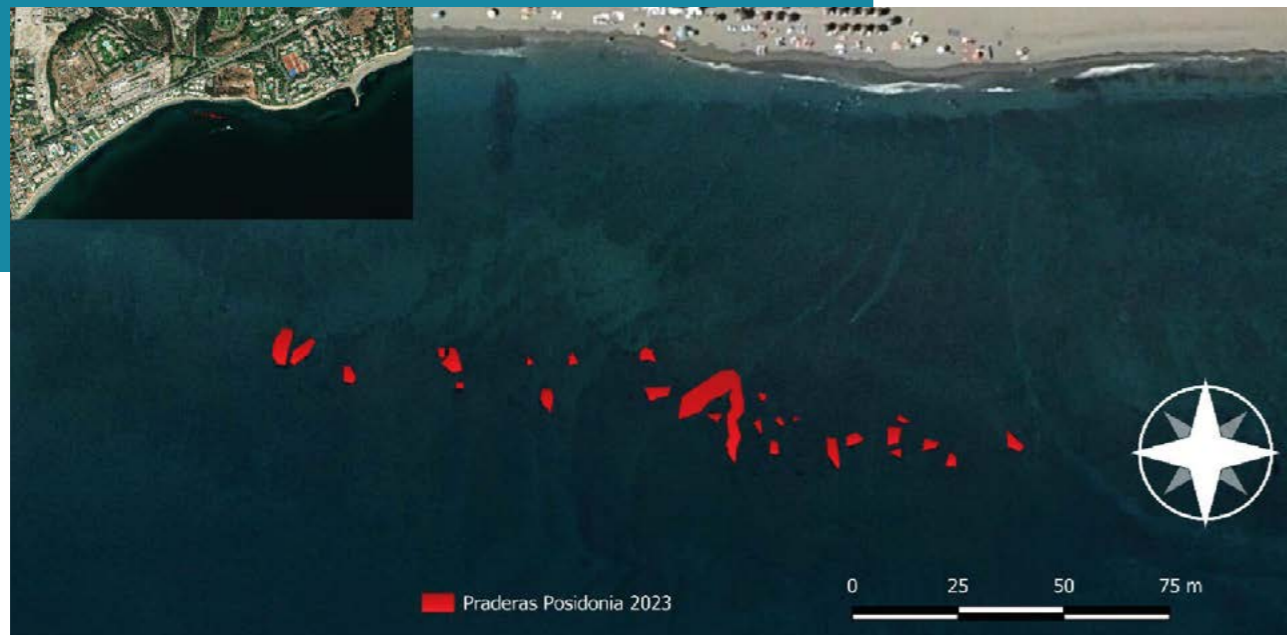


Figura 23. Extensión actual (verano de 2023) aproximada de las praderas de *Posidonia oceanica* localizadas en las inmediaciones de las playas de Nagüeles y Río Verde.

Estado de las praderas

En las inmediaciones de las playas de Nagüeles y Río Verde se observaron diversos puntos correspondientes a praderas de *P. oceanica*. Estas praderas se encuentran al oeste del Puente Romano y en la parte oriental del Río Verde. La formación consta

de un total de 25 praderas de pequeño tamaño (Figura 23), diseminadas a lo largo de una misma franja. La extensión media de estas praderas es 0,0012 ha, alcanzando una máxima de 0,012 ha y una mínima de 0,0001 ha.

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO	
Flora	<i>Peyssonnelia squamaria</i> (S.G.Gmelin) Decaisne ex J.Agardh, 1842	Algas rojas	
	<i>Asparagopsis</i> sp. Montagne, 1840	Algas rojas	
	<i>Corallina elongata</i> J.Ellis & Solander, 1786	Algas rojas	
	<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V.Lamouroux, 1816	Algas rojas	
	<i>Lithothamnium</i> sp.	Algas rojas	
	<i>Padina pavonica</i> (Linnaeus) Thivy, 1960	Algas pardas	
	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens Ex Roth) Derbes and Solier	Algas pardas	
	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	Algas pardas	
	<i>Rugulopterix okamuræ</i> (E.Y.Dawson) I.K.Hwang, W.J.Lee & H.S.Kim, 2009	Algas pardas	
	<i>Ulva</i> sp. Linnaeus, 1753	Algas verdes	
	<i>Posidonia oceanica</i> (Linnaeus) Delile, 1813	Angiosperma marina	
	Fauna	<i>Electra posidoniae</i> Gautier, 1954	Briozoos
		<i>Sarcotragus fasciculatus</i> (Pallas, 1766)	Poríferos
		<i>Sarcotragus spinosulus</i> Schmidt, 1862	Poríferos
		<i>Polysyncraton lacazei</i> (Girard, 1872)	Ascidias
<i>Diazona violacea</i> Savigny, 1816		Ascidias	
<i>Actinia equina</i> (Linnaeus, 1758) (Tomate de mar)		Cnidarios, Anémona	
<i>Aiptasia mutabilis</i> (Gravenhorst, 1831)		Cnidarios, Anémona	
<i>Anemonia sulcata</i> (Pennant, 1777) (Anemona de mar común)		Cnidarios, Anémona	
<i>Pelagia noctiluca</i> (Forskål, 1775)		Cnidarios, Medusa	
<i>Pennaria disticha</i> Goldfuss, 1820		Cnidarios, Hidrozoos	
<i>Sertularia perpusilla</i> Stechow, 1919		Cnidarios, Hidrozoos	
<i>Eupolymnia nebulosa</i> (Montagu, 1819)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Myxicola infundibulum</i> (Renier, 1804) (Gusano de funda)		Anélidos, Poliquetos	

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO
Fauna	<i>Sabella spallanzanii</i> (Viviani, 1805) (Espirógrafo)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Serpula vermicularis</i> Linnaeus, 1767 (Gusano tubícola serpentino)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Spirobranchus triqueter</i> (Linnaeus, 1758) (Gusano incrustante)	Anélidos, Poliquetos
	<i>Arbacia lixula</i> (Linnaeus, 1758) (Erizo negro)	Equinodermos, Erizos de mar
	<i>Coscinasterias tenuispina</i> (Lamarck, 1816) (Estrella de mar de espinas finas)	Equinodermo, Estrellas de mar
	<i>Holothuria tubulosa</i> Gmelin, 1791 (Cohombro de mar pardo)	Equinodermo, Holoturias
	<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 17589) (Estrella de mar común)	Equinodermo, Estrellas de mar
	<i>Ophioderma longicaudum</i> (Bruzelius, 1805)	Equinodermo, Ofiuras
	<i>Paracentrotus lividus</i> (Erizo de mar común)	Equinodermos, Erizos de mar
	<i>Acanthocardia</i> sp. J. E. Gray, 1851 (Corruco)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Aequipecten</i> sp. P. Fischer, 1886 (Zamburriñas)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Callista chione</i> (Linnaeus, 1758) (Concha fina)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Calyptrea</i> sp. Lamarck, 1799 (Gorrito chino)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Donax</i> sp. Linnaeus, 1758 (Coquina)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Haliotis tuberculata lamellosa</i> Linnaeus, 1758 (Oreja de mar)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Hypselodoris</i> Villafranca (Risso, 1818)	Moluscos, Gasterópodos nudibranchios
	<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758 (Mejillón común)	Moluscos, Bivalvos
	<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797 (Pulpo común)	Moluscos, Cefalópodos
	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758 (Ostra común)	Moluscos, Bivalvos
	<i>Patella ferrugínea</i> Gmelin, 1791	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Patella rustica</i> Linnaeus, 1758 (Lapa cónica)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Patella ulyssiponensis</i> Gmelin, 1791 (Lapa estriada)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Phorcus turbinatus</i> (Born, 1778) (Peonza)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Pinna rudis</i> Linnaeus, 1758	Moluscos, Bivalvos
	<i>Rissoa ventricosa</i> Desmarest, 1814	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758 (Sepia común)	Moluscos, Cefalópodos
	<i>Stramonita haemastoma</i> (Linnaeus, 1767) (Púrpura de boca roja)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Turritella communis</i> (Torrecilla)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus, 1758 (Bolo)	Moluscos, Gasterópodos
	<i>Balanus perforatus</i> Bruguière, 1789 (Bellota de mar)	Crustáceos, Cirrípedos
	<i>Eriphia verrucosa</i> (Forskål, 1775) (Cangrejo moruno)	Crustáceos, Decápodos
	<i>Leptomysis</i> sp. G.O. Sars, 1869 (Misis)	Crustáceos, Misisidos
	<i>Maja squinado</i> (Herbst, 1788) (Centollo)	Crustáceos, Decápodos
<i>Aidablennius sphyinx</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1836)	Peces, Blenniidae	
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758) (Boga)	Peces, Sparidae	
<i>Chelon labrosus</i> (Risso, 1827) (Lisa)	Peces, Mugilidae	
<i>Chromis chromis</i> (Linnaeus, 1758) (Castañuela)	Peces, Pomacentridae	
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758) (Doncella)	Peces, Labridae	
<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838) (Sargo breado)	Peces, Sparidae	
<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792) (Sargo picudo)	Peces, Sparidae	
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758) (Sargo)	Peces, Sparidae	
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Mojarra)	Peces, sparidae	
<i>Gobius bucchichii</i> Steindachner, 1870 (Gobio)	Peces, Gobiidae	
<i>Labrus bimaculatus</i> Linnaeus, 1758 (Gallano)	Peces, Labridae	
<i>Lipophrys nigriceps</i> (Vinciguerra, 1883)	Peces, Blenniidae	
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758 (Salmonete de roca)	Peces, Mullidae	
<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758) (Oblada)	Peces, Sparidae	
<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	Peces, Blenniidae	
<i>Parablennius tentacularis</i> (Brünnich, 1768) (vieja)	Peces, Blenniidae	
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758) (Salema)	Peces, Sparidae	
<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 (Rascacio)	Peces, Scorpaenidae	
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758) (Cabrilla)	Peces, Serranidae	
<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758) (Serrano)	Peces, Serranidae	
<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788) (Bodión)	Peces, Labridae	
<i>Symphodus melanocercus</i> (Risso, 1810) (Llamprega)	Peces, Labridae	
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskål, 1775) (Tordo)	Peces, Labridae	
<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758 (Mula)	Peces, Signátidos	
<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758) (Fredí)	Peces, Labridae	
<i>Tripterygion delaisi</i> Cadenat and Blache, 1970 (Moma nariguda)	Peces, Tripterygiidae	

Tabla 5. Listado de especies en las praderas muestreadas de las playas de Nagüeles y Río Verde.

4 ZEC Fondos Marinos Bahía de Estepona (Estepona)

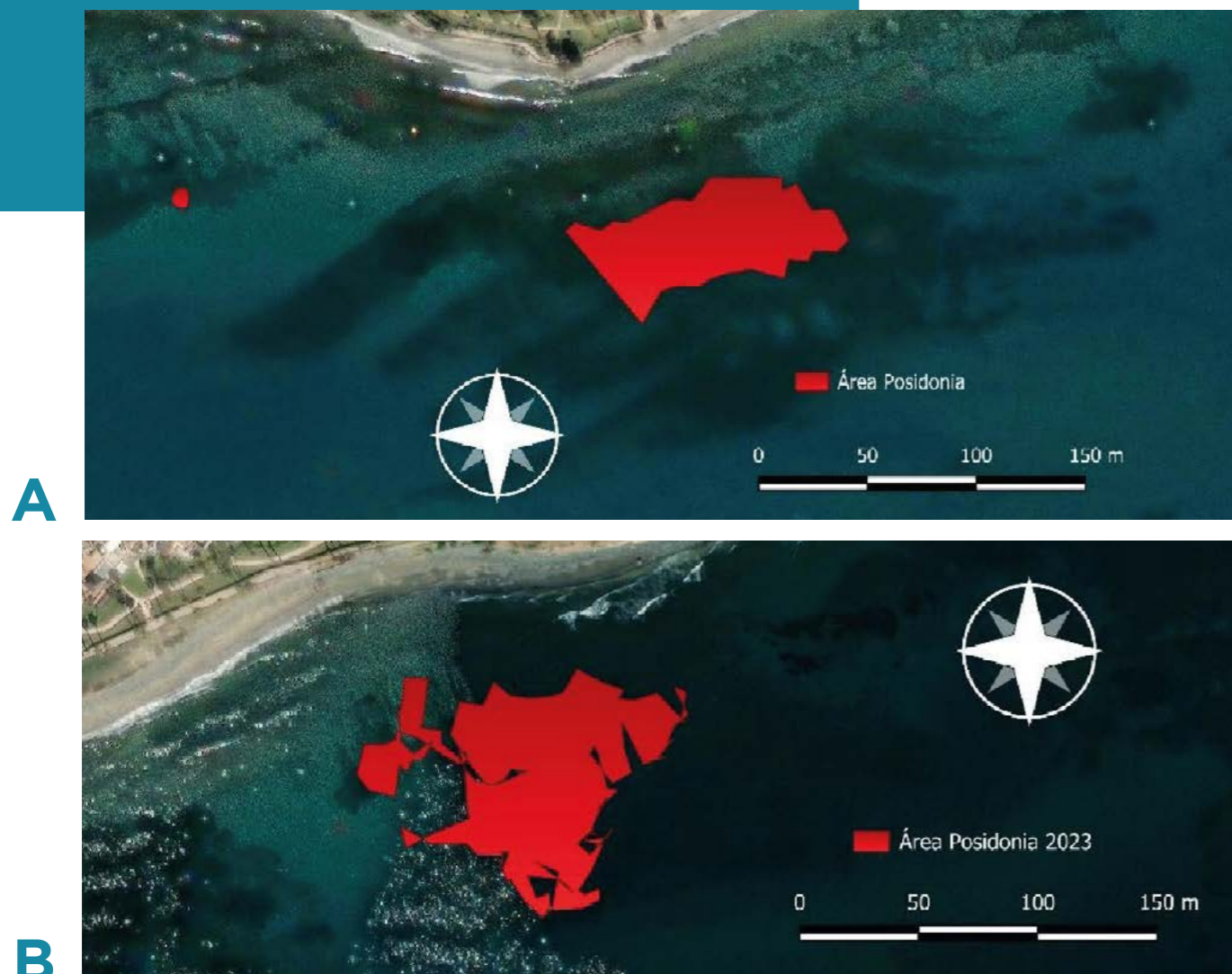


Figura 24. Extensión de las praderas muestreadas de posidonia en las inmediaciones de la playa de Punta de Plata, Estepona.

Estado de las praderas

Se observaron dos praderas de *P. oceanica* bien diferenciadas a unos 200 metros de distancia (Figura 24 A). La más grande de ellas estaba localizada en la zona este de la playa y abarcaba unas 0,43 hectáreas (4.314,13 m²) mientras que la pequeña tenía una extensión de 0,0066 hectáreas (56,39 m²). No se encontraron presencia de otras especies de angiospermas marinas, como *Zostera sp.* o *C. nodosa*. Además, también se registraron otras formaciones de posidonia a aproximadamente un kilómetro de distancia de las dos anteriores (figura 24 B). Estas praderas presentaron una extensión

máxima de 0,55 ha, con manchas discontinuas en general y una pradera continua de gran tamaño, con casi 0,13 ha y 212 metros de circunferencia.

Todas las praderas presentaron un buen estado de conservación general, creciendo en formaciones densas, con haces tersos, de color verde intenso y con escasa presencia de organismo epífitos. Éstas se localizaron principalmente sobre las rocas, en torno a 1-3,5 metros de profundidad.

Cuando se compararon los datos recientes con los datos de la REDIAM se observaron cambios menores en cuanto a la extensión de las praderas. Mientras que en la pradera más pequeña no se encontraron cambios significativos, si se observó una leve disminución (10,53%) de la pradera más grande,

especialmente la zona más oeste (Figura 25 A). En cuanto a la pradera situada a aproximadamente un kilómetro de las otras dos (Figura 25 B), se encontraron diferencias a la baja muy leves en su extensión al compararla con los datos de la REDIAM del año 2017.

	Profundidad (m)	Nº Haces (m2)	Longitud Haces (cm)	Densidad
Estepona	2,123 0,55	496 3 136,02	18,62537,31	Pradera densa

Tabla 6. Datos de la densidad de haces en las praderas de las inmediaciones de la playa de Punta de Plata. Para ver los datos en bruto, consulte el Anexo

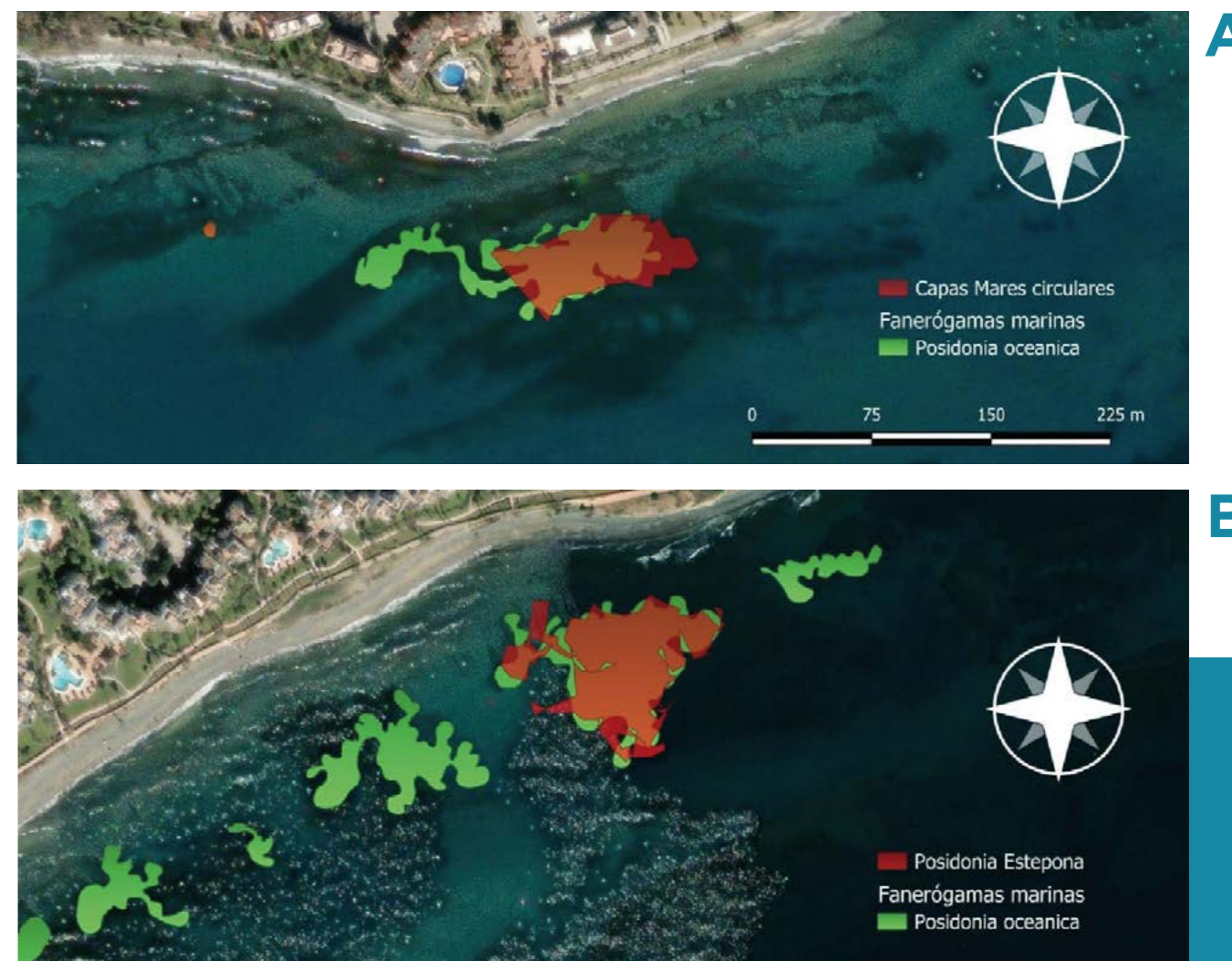


Figura 25. Extensión actual (verano de 2023) de la pradera de posidonias muestreada (en rojo) localizada en las inmediaciones de la playa de Punta de plata y su comparación con los datos de la REDIAM.

Estudio de biodiversidad asociada

En cuanto a la flora y fauna observada, se encontraron especies que se pueden encontrar comúnmente dentro de las praderas de angiospermas marinas, aunque no hubo tanta diversidad en comparación con los censos realizados en Mijas y Nerja. Entre las especies de fauna fue frecuente la presencia de invertebrados como la nacra, el pulpo y equinodermos como los pepinos de

mar, las holoturias y los erizos. Hubo menos diversidad de peces, aunque se encontraron varias especies del género *Serranus* y *Diplodus*. Se encontró poca diversidad algal, siendo la mayoría de ellas especies autóctonas del orden *Corallinales*, además de ejemplares de *Cystosteira tamariscifolia* y cola de pavo. No se encontraron especies invasoras como *Rugulopteryx okamurae*.

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO	
Flora	<i>Codium fragile</i> (Suringar) Hariot	Algas verdes	
	<i>Codium vermilara</i>	Algas verdes	
	<i>Corallina elongata</i>	Algas rojas	
	<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) Lamouroux	Algas rojas	
	<i>Lithophyllum incrustans</i> R. A. Philippi	Algas rojas	
	<i>Rugulopteryx okamurae</i> (E.Y.Dawson)	Algas pardas	
	<i>Colpomenia sinuosa</i> (Mertens Ex Roth) Derbes and Solier	Algas pardas	
	<i>Cystosteira tamariscifolia</i>	Algas pardas	
	<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	Algas pardas	
	<i>Dictyota spiralis</i>	Algas pardas	
	<i>Padina pavonica</i> (L.) Thivy	Algas pardas	
	<i>Posidonia oceanica</i> (L.) Delile	Angiosperma marina	
	Fauna	<i>Crambe crambe</i>	Esponjas
		<i>Phallusia mammillata</i> (Piña de mar)	Ascidias
Colonia ascidia roja sin identificar		Ascidias	
<i>Diplosoma spongiforme</i> (Giard, 1872)		Ascidias	
<i>Pycnoclavella aurilucens</i>		Ascidias	
<i>Anemonia sulcata</i> (Pennant, 1777) (Anemona de mar común)		Cnidarios, Anémone	
<i>Cotylorhiza tuberculata</i> (Macri, 1778)		Cnidarios, Medusa	
<i>Sertularia perpusilla</i>		Cnidarios, Hidrozoos	
<i>Protula</i> sp.		Anélidos, Poliquetos	
<i>Sabella spallanzanii</i> (Viviani, 1805) (Espirógrafo)		Anélidos, Poliquetos	
<i>Ophioderma longicauda</i> (Ofioderma)		Equinodermo, Ofiuras	
<i>Holothuria tubulosa</i> Gmelin, 1791 (Cohombro de mar pardo)		Equinodermo, Holoturias	
<i>Marthasterias glacialis</i> (Linnaeus, 1758) (Estrella de mar común)		Equinodermos, Estrella de mar	
<i>Paracentrotus lividus</i> (Erizo de mar común)		Equinodermos, Erizos de mar	
<i>Shaerchinus granularis</i> (Erizo violáceo)		Equinodermos, Erizos de mar	
<i>Hexaplex trunculus</i> (Corneta)		Moluscos, Gasterópodos	
<i>Acanthocardia</i> sp. (Corruco)		Moluscos, Bivalvos	
<i>Solecurtus strigilatus</i> (Carabela)		Moluscos, Bivalvos	
<i>Acanthocardia aculeata</i> (Linnaeus, 1758) (Berberecho espinoso)		Moluscos, Bivalvos	
<i>Venus verrucosa</i> Linnaeus (Bolo)		Moluscos, Bivalvos	
<i>Pinnasp.</i>		Moluscos, Bivalvos	
<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797 (Pulpo común)		Moluscos, cefalópodos	
<i>Tritia incrassata</i>		Moluscos, Gasterópodos	
<i>Nassarius reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)		Moluscos, Gasterópodos	
<i>Semicassis granulata undulata</i>		Moluscos, Gasterópodos	
<i>Felimare tricolor</i>		Moluscos, Nudribranquios	
<i>Piseinotectus soussi</i>		Moluscos, Nudribranquios	
<i>Leptomysis</i> sp. (Misis)		Crustáceos, Misidos	
<i>Mysissp.</i>		Crustáceos, Misidos	
<i>Perforatus perforatus</i> E. Geoffroy, 1818		Crustáceos, Cirrípedos	
<i>Inachus phalangium</i>		Crustáceos, Decápodos	
<i>Paguroidea</i> sp.		Crustáceos, Paguridae	

	NOMBRE CIENTÍFICO/AUTOR/NOMBRE COMÚN	GRUPO
Fauna	<i>Serranus scriba</i> (Linnaeus, 1758) (Serrano)	Peces, Serranidae
	<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	Peces, Blenniidae
	<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	Peces, Gobiidae
	<i>Thalassoma pavo</i> (Linnaeus, 1758) (Fredí)	Pece, Labridae
	<i>Dicentrarchus punctatus</i> (Bloch, 1792) (Baila)	Pece, Moronidae
	<i>Apogon imberbis</i> (Linnaeus, 1758) (Reyezuelo)	Peces, Apogonidae
	<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868) (Jurel mediterráneo)	Peces, Carangidae
	<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792) (Sardina)	Peces, Clupeidae
	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)	Peces, Dactylopteridae
	<i>Gobius bucchichii</i> Steindachner, 1870 (Gobio)	Peces, Gobiidae
	<i>Parapristipoma octolineatum</i> (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1833) (Burro listado)	Peces, Haemulidae
	<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788) (Bodión)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758) (Baqueta)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskål, 1775) (Tordo)	Peces, Labridae
	<i>Labrus viridis</i> Bloch, 1791 (Tordo)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1791)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758) (Peto)	Peces, Labridae
	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758) (Doncella)	Peces, Labridae
	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758) (Cabrilla)	Peces, Labridae
	<i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758)	Peces, Labridae
	<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Peces, Labridae
	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758 (Salmonete de roca)	Peces, Mullidae
	<i>Muraena helena</i> Linnaeus, 1758	Peces, Muraenidae
	<i>Scorpaena maderensis</i> Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1833	Peces, Sacopaenidae
	<i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 (Rascacio)	Peces, Sacopaenidae
	<i>Acanthocybium solandri</i> (Cuvier in Cuvier and Valenciennes, 1832)	Peces, Scombridae
	<i>Epinephelus alexandrinus</i> (Falso abadejo)	Peces, Serranidae
	<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758) (Sargo)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus puntazo</i> (Sargo picudo)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) (Mojarra)	Peces, sparidae
	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758) (Oblada)	Peces, Sparidae
	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758) (Salema)	Peces, Sparidae
	<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838) (Sargo breado)	Peces, Sparidae
	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758) (Boga)	Peces, Sparidae
	<i>Pagullus acarne</i> (Besugo blanco)	Peces, Sparidae
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	Peces, Sparidae

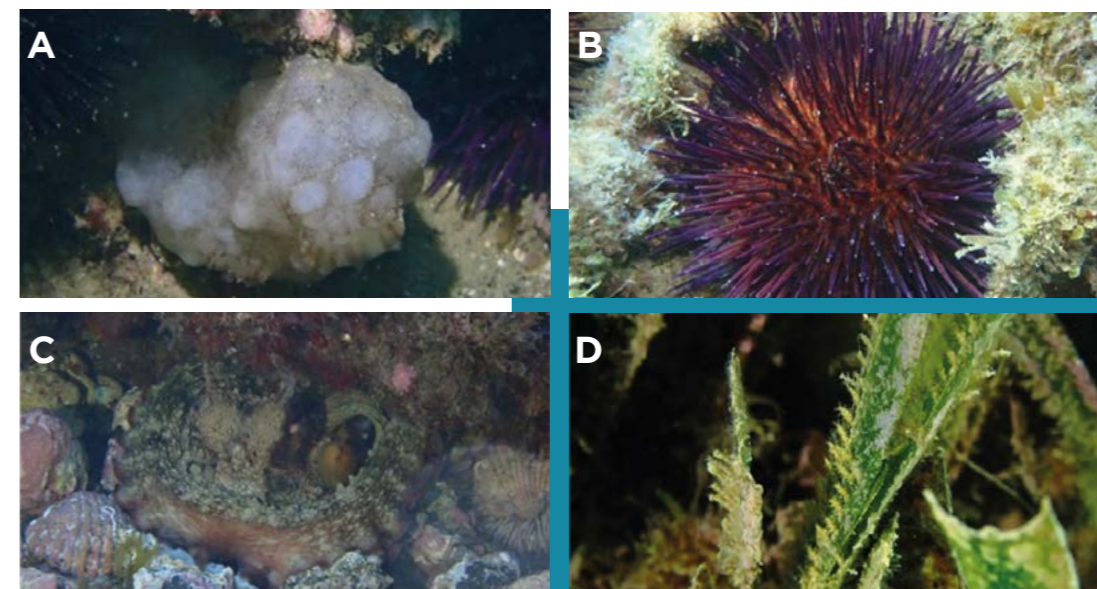


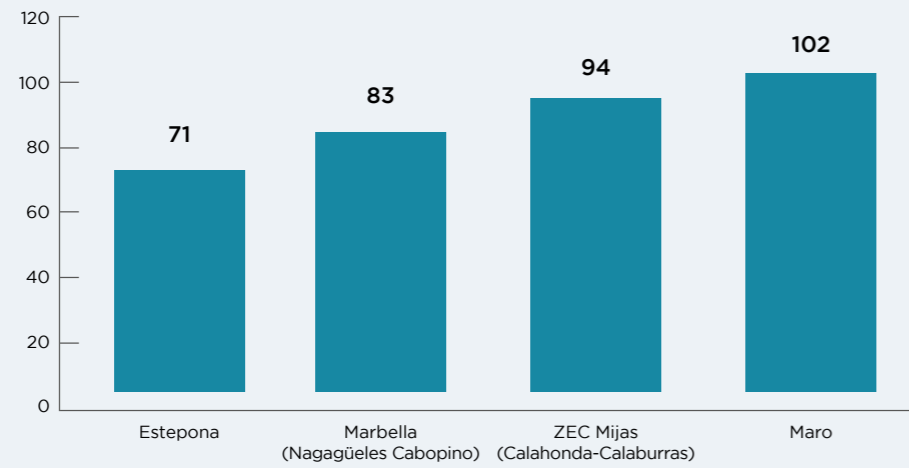
Figura 26. Imágenes de algunas de las especies observadas en el estudio: A: Piña de mar, B: Erizo común, C: pulpo común, D: Colonia de hidrozoos.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE BIODIVERSIDAD EN LAS ÁREAS DE ESTUDIO

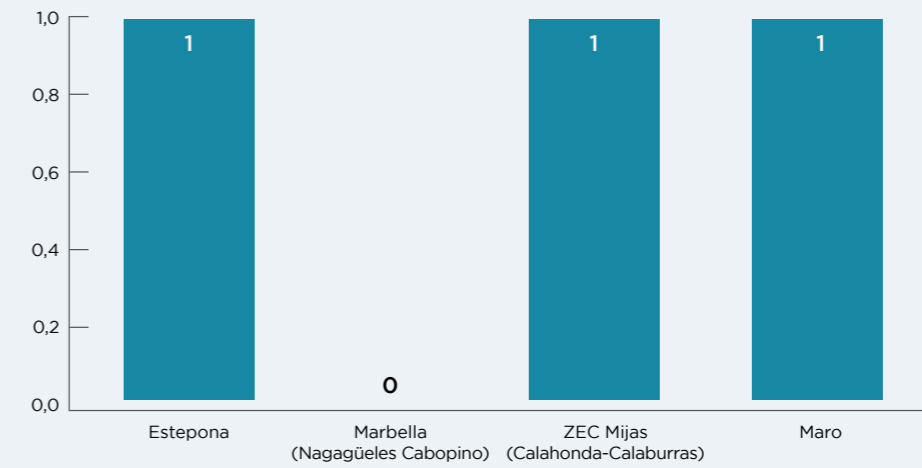


A continuación, se presentan los gráficos con los resultados comparados para cada grupo taxonómico en función del área estudiada.

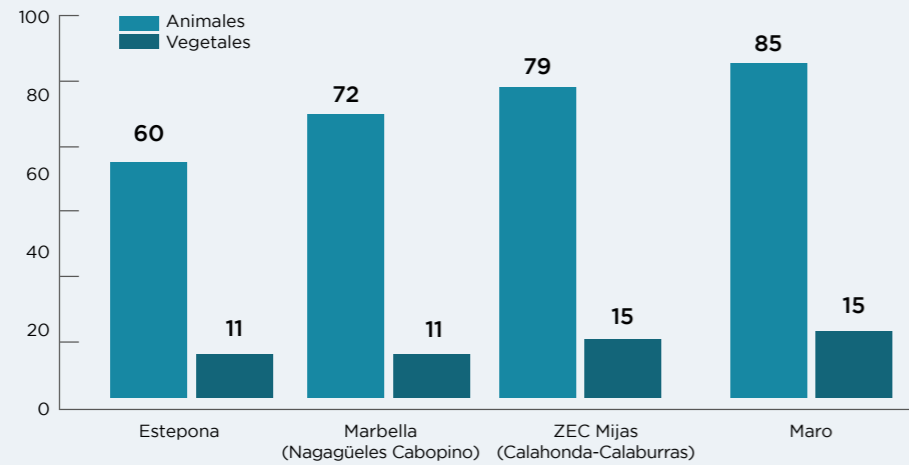
NÚMERO DE ESPECIES TOTALES



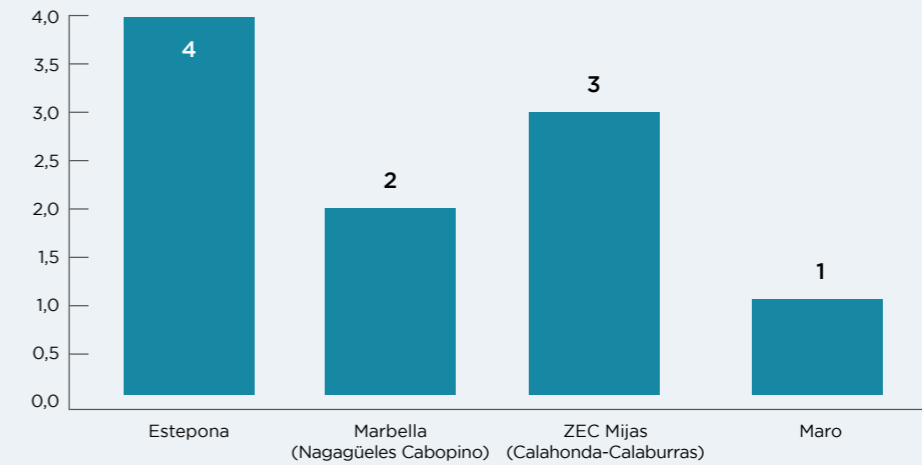
ESPECIES DE BRIOZOOS



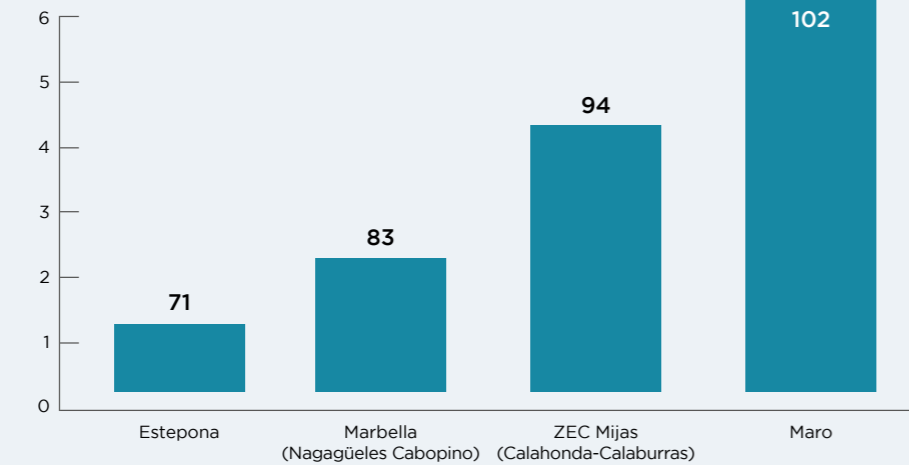
NÚMERO DE ESPECIES ANIMALES Y VEGETALES



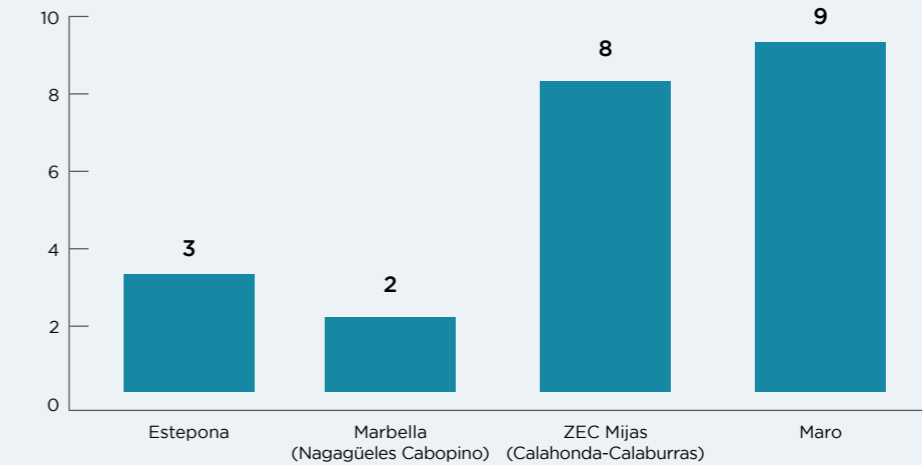
ESPECIES DE ASCIDIAS (TUNICADOS)



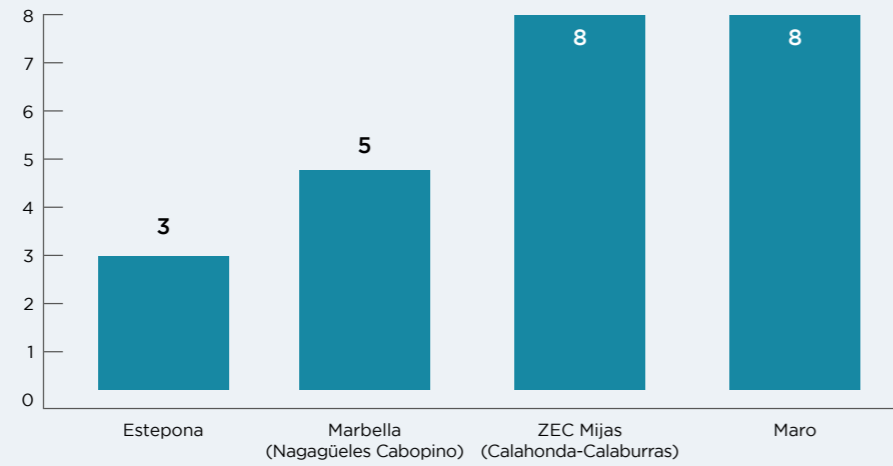
ESPECIES DE PORÍFEROS



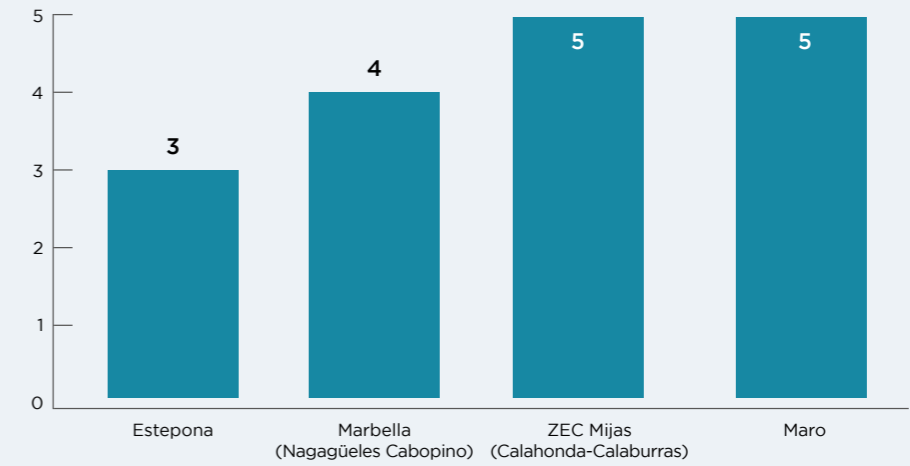
ESPECIES DE CNIDARIOS



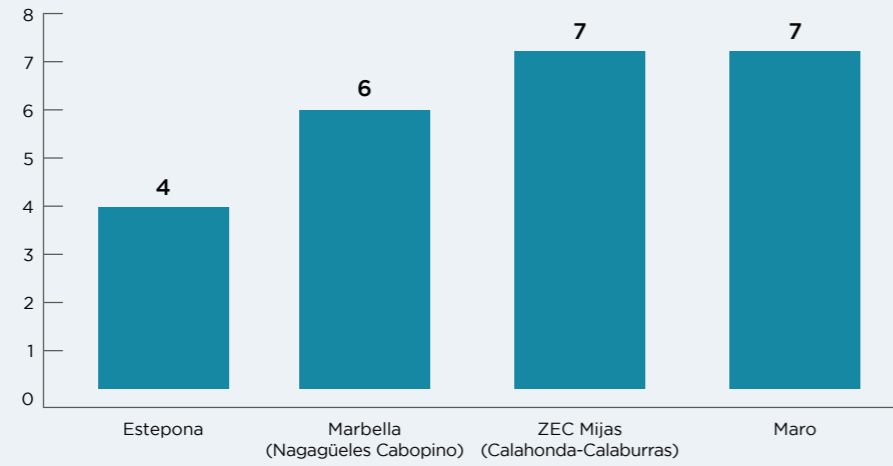
ESPECIES DE ANÉLIDOS Y EQUIÚRIDOS



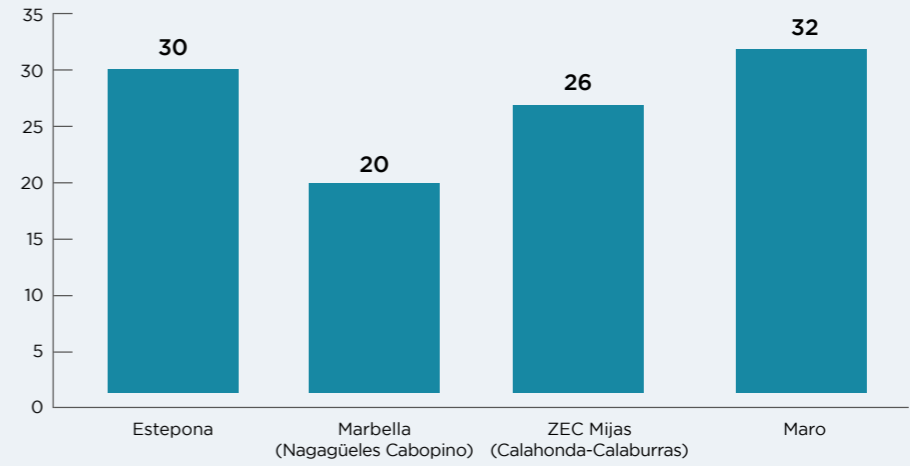
ESPECIES DE CRUSTÁCEOS



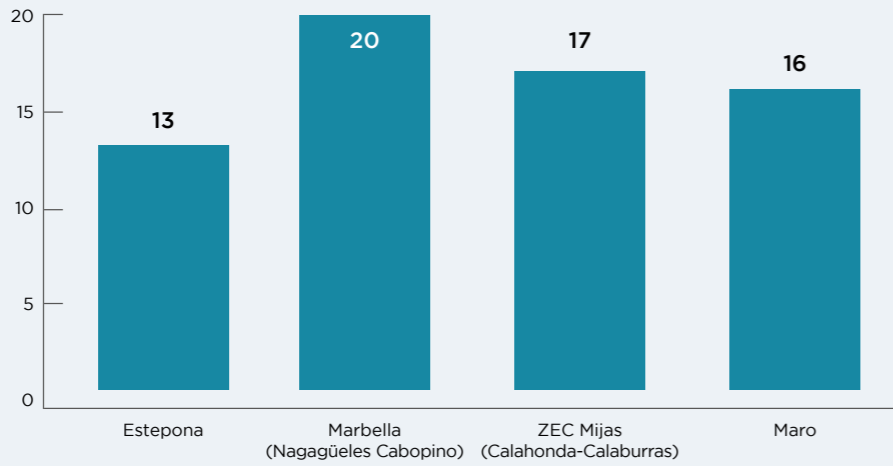
ESPECIES DE EQUINODERMOS



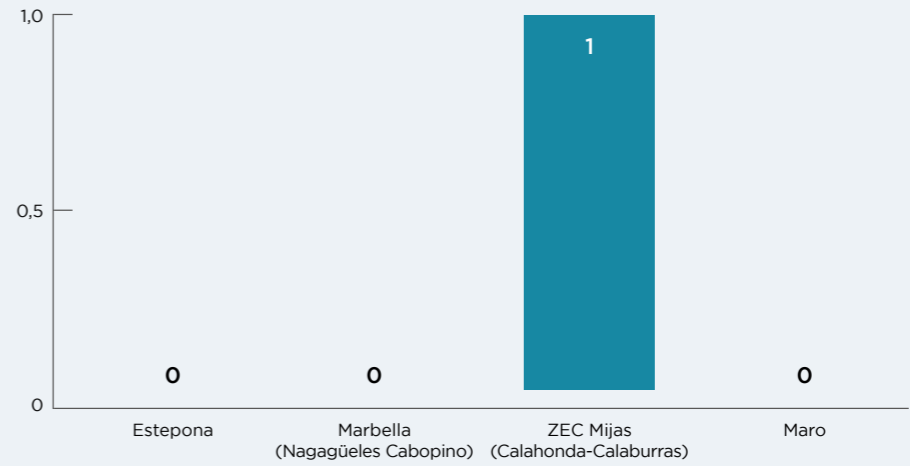
ESPECIES DE PECES



ESPECIES DE MOLUSCOS



ESPECIES DE ELASMOBRANQUIOS



ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN



En este estudio se ha realizado un seguimiento y valoración ambiental de las praderas de *Posidonia oceanica* que aún se conservan en el litoral malagueño, y se espera que los resultados obtenidos sirvan como aportación de otros estudios y seguimientos anteriores, con el fin de promover acciones efectivas y cuanto antes, para asegurar su protección y recuperación.

Los datos aportados por la REDIAM muestran presencia de praderas de *Posidonia oceanica* en cuatro municipios de la provincia de Málaga (Nerja, Mijas, Marbella y Estepona), con un total de 38,3 ha contabilizadas a lo largo de los muestreos de años anteriores.



Los muestreos que se han llevado a cabo para la elaboración de este estudio han alcanzado un **37,4 %** del total observado en los estudios previos. Este porcentaje puede estar influido por la **tendencia en regresión que se ha observado en la mayor parte de las praderas**. En tal caso, ese porcentaje podría ser superior respecto a la extensión total de pradera actual.

El seguimiento de las praderas, que tuvo lugar entre los meses de mayo a octubre de 2023, mostró resultados preocupantes, con una regresión significativa en algunas de ellas al comparar sus superficies con los datos disponibles que agrupaban varios proyectos de seguimiento llevados a cabo por la Junta de Andalucía y otras entidades años atrás (Ruiz et al., 2015; Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA), 2016).

Esta reducción fue más notoria en algunas de las praderas analizadas en Nerja (particularmente en las inmediaciones de la playa de Burriana), con una disminución de las praderas en torno al 64%. **Las hipótesis**

El pasado verano 2022 llegaron a registrarse temperaturas por encima de los 26 grados; la segunda máxima histórica en el mar de Alborán (Martín, 2022), mientras que en 2023 hubo varios días consecutivos con una media de 5 grados por encima de veranos anteriores (Málaga hoy, 2023). Este aumento de las temperaturas es más evidente en las aguas de Nerja, ya que tienen más influencia mediterránea que atlántica.

El mar Mediterráneo (siendo el mar de Alborán su zona más occidental) es uno de los mares que más se están viendo afectado por el cambio climático, y se estima que se está calentando un 20% más rápido que otros mares y océanos (Jeffries & Campogianni, 2021).

que se barajan para esta reducción en 10-15 años son, además de la presión turística en la zona y la contaminación acústica, un aumento significativo de la temperatura superficial del agua.

La reproducción de *P. oceanica* se altera cuando la temperatura supera los 28°C, llegando a causar una importante mortandad, y por lo tanto, la degradación paulatina de sus poblaciones (Marbá & Duarte, 2010).

La regresión de estas poblaciones podría poner en peligro la diversidad de especies que actualmente alberga, ya que la degradación del hábitat también afecta a la riqueza de su flora y fauna en el tiempo (Calizza et al., 2013).

Sin embargo, también es necesario recalcar los resultados favorables obtenidos para las praderas de las inmediaciones de Maro y de Molino de Papel, en las que, aun presentando una densidad algo más baja que en la zona cercana a Burriana, se ha observado un crecimiento en comparación con los datos de años anteriores en las mismas zonas. Esto puede deberse a la proximidad de estas praderas con el Paraje Natural, lo cual contribuiría a la disminución de la presión humana.

Por otro lado, las praderas estudiadas dentro de los límites del ZEC Calahonda mostraron un mejor estado de conservación, y la reducción de las praderas fue menor, siendo más destacable en la zona

de Calahonda que en Calaburras (donde se registró un aumento de superficie).

Sin embargo, se observó que estas praderas compartían territorio con el alga invasora *Rugulopteryx okamurae*, la cual ocupa gran parte del terreno rocoso con ausencia de *P. oceanica*, inclusive zonas donde antes había presencia de angiospermas (tanto *P. oceanica* como *Cymodocea nodosa*).

Originaria del Pacífico noroccidental, *R. okamurae* es una especie con gran potencial de colonización, prefiriendo los fondos rocosos, aunque también se le ha visto en fondos mixtos y arenosos (García-Gómez et al., 2018b; Navarro-Barranco et al., 2019).

Aunque *P. oceanica* suele arraigar en fondos principalmente arenosos (que no suelen ser los más favorables para el alga invasora), es posible que la mera presencia de la fanerógama también favorezca al establecimiento del alga, al serle a esta más sencillo agarrarse a los rizomas de *P. oceanica* y al fondo asociado a ella (Souviron-Priego et al., in prep).

Los últimos modelos predicen que esta especie invasora podría llegar a colonizar no sólo el Mar de Alborán, sino todo el Mar Mediterráneo, si no se ponen serias medidas de control (Muñoz et al., 2021; Souviron-Priego et al., in prep).

Entre sus impactos se encuentran el desplazamiento de praderas de macroalgas autóctonas y de angiospermas marinas;

Es posible que *R. okamurae* pueda estar desplazando a *P. oceanica* y *C. nodosa* en Mijas y en otras áreas, pero se necesitaría un mejor seguimiento de estas poblaciones en la zona a lo largo de los años siguientes para confirmar esta hipótesis.

homogeneizando y empobreciendo los fondos, y provocando daños económicos en sectores como el de la pesca y el turismo (Verlaque et al., 2019; Ministerio para la transición ecológica, 2020).

Finalmente, en las dos praderas muestreadas dentro de los Fondos Marinos de la Bahía de Estepona, aunque los ejemplares de *P. oceanica* parecían estar en buen estado de conservación, la pradera más grande ha sufrido una leve reducción en 5 años y la biodiversidad que se encontró en ella fue baja, en relación con el resto de praderas muestreadas.

También hay que tener en cuenta que en parte puede ser debido a que la época del año en que se muestreó esta zona (mediados de septiembre de 2023) ya había terminado la época de reproducción de muchas especies de peces, que frecuentan las praderas de angiospermas durante la época estival para reproducirse y desovar, para posteriormente abandonar la zona (Rubin, 1997).

Otra hipótesis que puede explicar la posible reducción es la competencia con *R. okamurae* que, pese a que no se observaron ejemplares en la inmersión, se conoce que está presente en esta zona desde el año 2019 (REDIAM, 2020). Se necesitaría hacer un mayor seguimiento en el resto de praderas ubicadas en la costa de Estepona, para verificar si la población total se está reduciendo o sólo es esta zona la afectada.



CONCLUSIONES



En el litoral de la provincia de Málaga nos encontramos con las poblaciones de posidonia más occidentales del Mediterráneo, siendo **importantes bioindicadores de los efectos del cambio climático, y encontrándose en clara regresión.**

De las **cuatro zonas existentes** en la actualidad con presencia de posidonia, pertenecientes a los municipios de **Nerja, Mijas, Marbella y Estepona**, se ha identificado diferencias en extensión, **distribución, densidad, biodiversidad asociada, evolución y estado de conservación.**

La zona más occidental de praderas de *Posidonia oceanica* estudiadas y localizadas en el municipio de **Nerja**, y cercana a las playas urbanas del mismo, se encuentran **claramente en regresión** y en un precario estado de conservación, frente a las más orientales de este municipio. **Requieren acciones urgentes de conservación.**

Las praderas de *Posidonia oceanica* estudiadas y localizadas en el municipio de **Mijas** **presentan un buen estado de conservación**, y aunque se redujeron según estudios de anteriores, se ha notado un leve aumento reciente de su superficie en el caso de una de las praderas muestreadas.

Las praderas localizadas en el municipio de **Marbella** **se encuentran muy diseminadas, con una clara regresión en la zona de Cabopino, y con buen estado de conservación en la zona de Nagüeles y Río Verde, aunque muy diseminadas.** Al ser praderas muy expuestas a la acción humana y no disponer de ninguna figura de protección, **requieren acciones urgentes de conservación.**

Las praderas de *Posidonia oceanica* estudiadas y localizadas en **Estepona**, si bien mostraron un aspecto general saludable, **se ha detectado una reducción de su extensión en la pradera de mayor tamaño.** Habría que valorar las causas y proponer medidas de conservación.

El crecimiento y presencia de la especie invasora *Rugulopteryx okamurae* en las zonas de estudio podría ser una de las causas, junto al aumento de la temperatura del agua y la presión turística, del desplazamiento y reducción de superficie de la mayoría de praderas de *Posidonia oceanica* estudiadas en el litoral de la provincia de Málaga

El número de especies marinas asociadas a las praderas de *Posidonia* es elevado, y va incrementándose desde la zona occidental hacia la oriental de la costa de la provincia de Málaga.

Según nuestras observaciones, el grupo de los **Poríferos** prolifera mejor en la zona oriental, Maro, al igual que **Cnidarios y Anélidos**. Mientras que el resto de grupos presentan una distribución más homogénea en todas las praderas. Sin embargo, el grupo de las **Ascidias**, parecen preferir la zona occidental de la provincia, según los muestreos realizados.

El número de especies de algas también se ve favorecido en la zona oriental, dado que la especie invasora, *Rugulopteryx okamurae*, no está tan desarrollada en esta zona, permitiendo que las especies autóctonas puedan ocupar los sustratos disponibles, mientras que en la zona occidental se *R. okamurae* invade el sustrato, desplazando a las especies autóctonas.

Consideramos que **es necesario continuar con el seguimiento de las praderas de *Posidonia oceanica* localizadas en el litoral malagueño y ampliarlo a las existentes en el resto del litoral mediterráneo andaluz (Granada y Almería)**, para disponer de una mejor valoración del estado de conservación a mayor escala, e iniciar acciones efectivas de protección a nivel mediterráneo.

Urge la necesidad de realizar medidas de protección y restauración en aquellas praderas más degradadas o expuestas, así como medidas de repoblación en zonas concretas, especialmente las que se encuentran en zonas sin ninguna figura de protección. Se han iniciado desde la FAMM las gestiones necesarias para desarrollar estas medidas.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Hippocampus (2018) Más de 10 años trabajando para el caballito de mar. Murcia

Aula del Mar de Málaga (2001) Espacios naturales protegidos del litoral andaluz. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. España.

Bianchi, C.N. & Morri, C. (2003). Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: Biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia-The Journal of Integrative Biogeography*, 24(1)

Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., & Greve, T.M. (2004) European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project.

Boudouresque, C. F., & Verlaque, M. (2005). Nature conservation, Marine Protected Areas, sustainable development and the flow of invasive species to the Mediterranean Sea. *Travaux scientifiques du Parc national de Port-Cros*, 21, 29-54.

Boudouresque, C.F., Bernard, G., Pergent, G., Shili, A., & Verlaque, M. (2009) Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: A critical review. *Botanica Marina*, 52, 395-418.

Boudouresque, C.F., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S., Thibaut, T., & Verlaque, M. (2016) The necromass of the *Posidonia oceanica* seagrass meadow: fate, role, ecosystem services and vulnerability. *Hydrobiologia*, 781, 25-42.

Calizza, E., Costantini, M.L., Carlino, P., Bentivoglio, F., Orlandi, L., & Rossi, L. (2013) *Posidonia oceanica* habitat loss and changes in litter-associated biodiversity organization: A stable isotope-based preliminary study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 135, 137-145.

Chase, M.W., Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F., et al. (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20.

Claudet, J. & Fraschetti, S. (2010). Human-driven impacts on marine habitats: a regional meta-analysis in the Mediterranean Sea. *Biological Conservation*, 143(9), 2195-2206.

Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., & Voultsiadou, E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PLoS one*, 5(8), e11842.

Cuttelod, A., García, N., Malak, D. A., Temple, H. J., & Katariya, V. (2009). The Mediterranean: a biodiversity hotspot under threat. *Wildlife in a Changing World-an analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species*, 89(9).

Díaz, E. & Marbà, N. (2009) 1120 *Posidonia oceanica*. Praderas de *Posidonia oceanica* (*). Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España pp. 129. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, Madrid.

Duarte, C. M. (1991). Allometric scaling of seagrass form and productivity. *Marine Ecology Progress Series*.77: 289-300

Duarte, C. M., Agusti, S., Kennedy, H., & Vaqué, D. (1999). The Mediterranean climate as a template for Mediterranean marine ecosystems: the example of the Northeast Spanish Littoral. *Progress in Oceanography*, 44(1-3), 245-270. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(99\)00028-2](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(99)00028-2)

García-Gómez, G., García-Herrero, Á., Sánchez, N., Pardos, F., Izquierdo-Muñoz, A., Fontaneto, D., & Martínez, A. (2022) Meiofauna is an important, yet often overlooked, component of biodiversity in the ecosystem formed by *Posidonia oceanica*. *Invertebrate Biology*, 141, e12377.

García-Gómez, J.C., Juan, S.-V., Ostalé-Valriberas, E., Martínez, M., Olaya-Ponzzone, O., Roi Gonzalez, A., Espinosa, F., Sánchez-Moyano, E., Megina, C., & Parada, J.A. (2018a) *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W. J. Lee & H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta), alga exótica "explosiva" en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. *Almoraima. Revista de Estudios Campogibraltares*, 49, 97-113.

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

García-Gómez, J.C., Sempere-Valverde, J., Ostalé-Valriberas, E., Martínez, M., Olaya-Ponzzone, L., González, A.R., Espinosa, F., Sánchez-Moyano, E., Megina, C., & Parada, J.A. (2018b) *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W. J. Lee & H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta), alga exótica "explosiva" en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. *Almoraima*, 49, 97-113.

Giraud, G. (1977) Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Botanica Marina*, 20, 487-491.

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) (2016) Estudio Demográfico de *Posidonia oceanica*. "PROYECTO LIFE09NAT/ES/000534. Conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en el Mediterráneo Andaluz".

Jeffries, E. & Campogianni, S. (2021) The Climate Change Effect in the Mediterranean: Six stories from an overheating sea.

Junta de Andalucía (2019) Plan de gestión de la zona especial de conservación calahonda (ES6170030).

Málaga hoy (2023). Las temperaturas del agua del mar se sitúan "hasta 5 grados" por encima de la media este verano en Málaga. https://www.malagahoy.es/malaga/temperaturas-agua-mar-grados-media-malaga_0_1813020502.html

Marbà, N. & Duarte, C.M. (2010) Mediterranean warming triggers seagrass (*Posidonia oceanica*) shoot mortality. *Global Change Biology*, 16, 2366-2375.

Marbà, N., Santiago, R., Díaz-Almela, E., Álvarez, E., & Duarte, C.M. (2006) Seagrass (*Posidonia oceanica*) vertical growth as an early indicator of fish farm-derived stress. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 475-483.

Martín, A. (2022) Sube la temperatura del agua del Mar de Alborán: Registra 26°C, su segunda máxima histórica. Área Costa del Sol. <https://www.areacostadelsol.com/2022/08/08/mar-alboran-mediterraneo-temperatura-alta-maxima-historica-26/#:~:text=Un%20cient%C3%ADfco%20del%20Instituto%20Espa%C3%B1ol,durante%20el%20verano%20de%202020.>

Martínez, M. (2017) La tirada del copo, de sustento a arte de pesca prohibido. La Opinión de Málaga. <https://www.laopiniondemalaga.es/costa-sol-occidental/2017/08/15/tirada-copo-sustento-arte-pesca-28163428.html>

Mendoza, R., Barrajón, A., de la Rosa, J., del Castillo, F., Díaz-Almela, E., León, D., Moreno, D., Peñalver, P., Remón, J.M., & Soledad-Vivas, M. (2014) Nuestras praderas bajo el agua: dónde y cuantas. *Quercus*, 14-22.

Ministerio para la transición ecológica (2020) Catálogo español de especies exóticas invasoras. Memoria Técnica Justificativa *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W.J. Lee & H.S. Kim 2009.

Muñoz, A.R., Martín-Taboada, A., De La Rosa, J., Carmona, R., Zanolla, M., & Altamirano, M. (2021) La modelación de la distribución de especies como herramienta en la gestión de invasiones biológicas en el medio marino: el caso de *Rugulopteryx okamurae*. *Algas*, 55e, 37-41.

N340 Available at: <https://n-340.org/patrimonio/items-patrimoniales/malaga/mijas/conjunto-de-calahonda/fondos-marinos-de-calahonda/>.

Navarro-Barranco, C., Muñoz-Gómez, B., Saiz, D., Ros, M., Guerra-García, J.M., Altamirano, M., Ostalé-Valriberas, E., & Moreira, J. (2019) Can invasive habitat-forming species play the same role as native ones? The case of the exotic marine macroalga *Rugulopteryx okamurae* in the Strait of Gibraltar. *Biological Invasions*, 21, 3319-3334.

Pergent-Martini, C., Pergent, G., Monnier, B., Boudouresque, C.F., Mori, C., & Valette-Sansevin, A. (2021) Contribution of *Posidonia oceanica* meadows in the context of climate change mitigation in the Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 165, 105236.

Pergent, G., Gerakaris, V., Sghaier, Y.R., Zakhama-Sraier, R., Fernández Torquemada, Y., & Pergent-Martini, C. (2016) *Posidonia oceanica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016, e.T153534A118118072.

Ramos, A. & Otero, Y. (2014) Estudio de las figuras de protección de áreas marinas protegidas de Andalucía

con fanerógamas marinas y propuestas de mejora para su gestión. Anexo VI. LIC Fondos Marinos Bahía de Estepona. .

Red Natura 2000 (2021) Available at: <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ES6170036>.

REDIAM (2020) Available at: <http://www.ideandalucia.es/catalogo/inspire/srv/api/records/5c882b58dc05b43d02f9b121bbf9216def8737f8>.

Remizowa, M. V., Sokoloff, D.D., Calvo, S., Tomasello, A., & Rudall, P.J. (2012) Flowers and inflorescences of the seagrass *Posidonia* (Posidoniaceae, Alismatales). *American Journal of Botany*, 99, 1592-1608.

Reynolds, P. I (2018) Available at: <https://ocean.si.edu/ocean-life/plants-algae/seagrass-and-seagrass-beds#:~:text=The%2072%20species%20of%20seagrasses,and%20roles%20in%20marine%20ecosystems.>

Rubin, J.P. (1997) Las larvas de peces mesopelagicos del mar de Alboran. Resultados de la campana Icto. Alboran 0793 y revisión histórica. *Publicaciones Especiales - Instituto Español de Oceanografía*, 24, 43-52.

Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A., & Otero, M.M. (2015) Atlas de las praderas marinas de España. IEO/ IEL/ UICN, Murcia-Alicante-Málaga.

Sánchez-Lizaso, J. L. (1993). Estudio de la pradera de *Posidonia oceanica* (L.) Delile de la Reserva Marina de Tabarca (Alicante): Fenología y producción primaria.

Short, F.T., Carruthers, T., Dennison, W., & Waycott, M. (2007) Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350, 3-20.

Short, F. T., Coles, R. G., & Pergent-Martini, C. (2001). Global seagrass distribution. *Global seagrass research methods*, 5, 30.

Solé, M., Lenoir, M., Durfort, M., Fortuño, J.M., van der Schaar, M., De Vreese, S., & André, M. (2021) Seagrass *Posidonia* is impaired by human-generated noise. *Communications Biology* 2021 4:1, 4, 1-11.

Valavanidis, A., & Vlachogianni, T. (2011). Ecosystems and biodiversity hotspots in the Mediterranean basin threats and conservation efforts. *Sci Adv Environ Toxicol Ecotoxicol*, 10, 1-24.

Verlaque, M., Steen, F., De Clerck, O., Dé Rique Steen, F., & Clerck, O. DE (2019) *Rugulopteryx* (Dictyotales, Phaeophyceae), a genus recently introduced to the Mediterranean.

ANEXO 1



MEDICIÓN DE LOS HACES

Puntos de muestreo	Profundidad (m)	Nº Haces (m2)	Longitud haces (cm)	Densidad
1	7.1	476	15	Pradera densa
2	6.8	500	10	Pradera densa
3	5.8	196	10	Pradera muy poco densa
4	5.9	564	12	Pradera densa
5	5.8	712	7	Pradera muy densa
6	4.6	544	6	Pradera densa
7	4.5	612	5	Pradera densa
8	5.6	688	10	Pradera densa

Tabla 1A. Mediciones de densidad y tamaño de los haces de las praderas de *P. oceanica* en los fondos cercanos a la playa de Fondos cercanos al Barranco de Maro

Puntos de muestreo	Profundidad (m)	Nº Haces (m2)	Longitud haces (cm)	Densidad
1	3.5	404	5	Pradera densa
2	3.8	320	5	Pradera poco densa
3	4.4	192	5	Pradera muy poco densa
4	5	360	10	Pradera poco densa
5	5.7	164	5	Pradera muy poco densa
6	6.3	480	8	Pradera densa
7	4.3	448	8	Pradera densa
8	4	340	5	Pradera poco densa

Tabla 2A. Mediciones de densidad y tamaño de los haces de las praderas de *P. oceanica* en la Cala de Maro

Puntos de muestreo	Profundidad (m)	Nº Haces (m2)	Longitud haces (cm)	Densidad
1	1.2	708	20	Pradera muy densa
2	1.8	560	14	Pradera densa
3	2.1	336	10	Pradera poco densa
4	2.6	324	10	Pradera poco densa
5	3	620	20	Pradera densa
6	2.4	532	27	Pradera densa
7	2.1	404	30	Pradera densa
8	1.8	484	18	Pradera densa

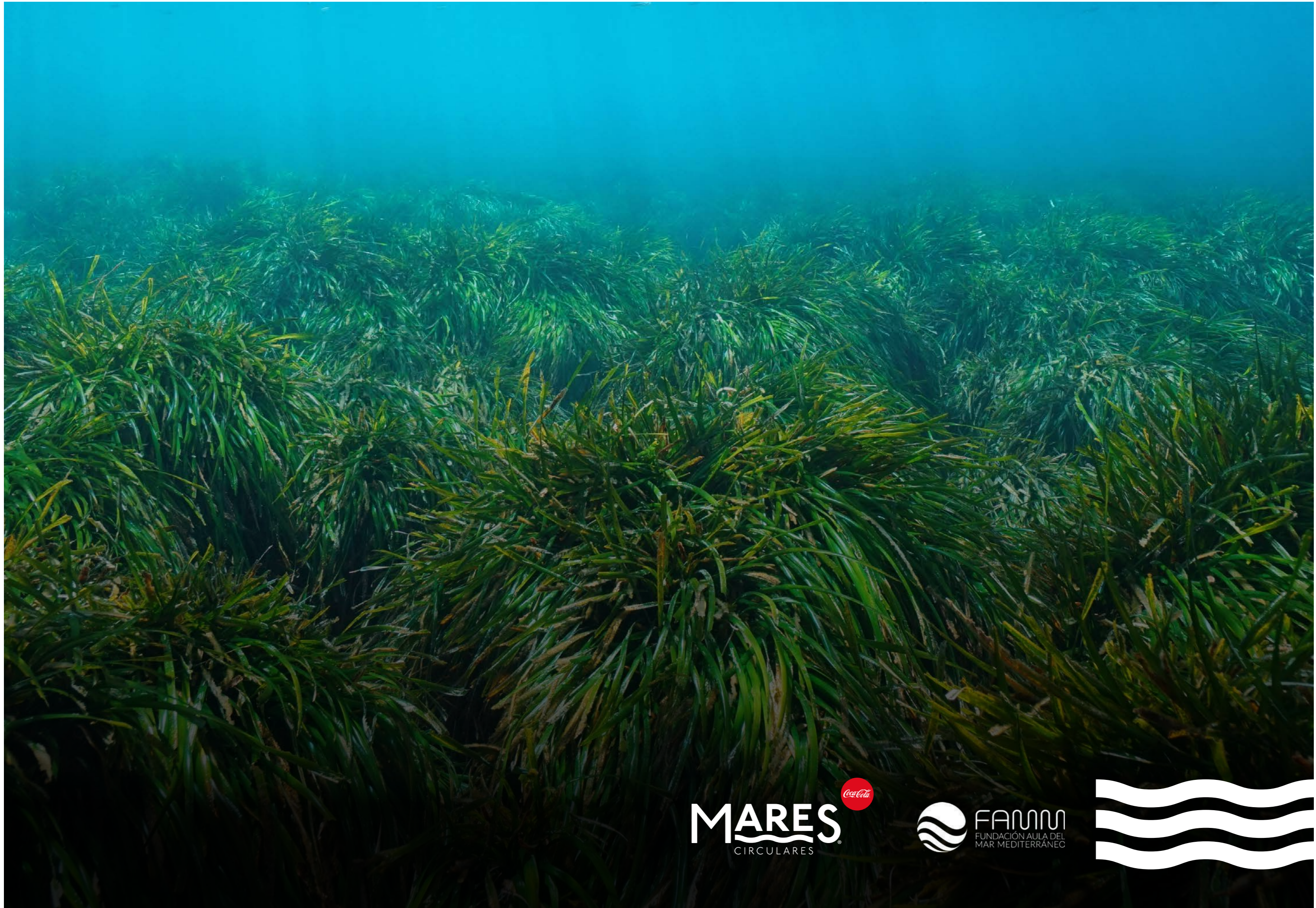
Tabla 3A. Mediciones de densidad y tamaño de los haces de las praderas de *P. oceanica* en los Fondos Marinos de la Bahía de Estepona

ANEXO 2



ACRÓNIMOS

FAMM	Fundación Aula del Mar Mediterráneo
REDIAM	Red de Información Ambiental de Andalucía
REMPA	Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
ZEC	Zona Especial de Conservación
ZEPA	Zona de Especial Protección para las Aves
ZEPIM	Zona Especialmente Protegida de Importancia para el Mediterráneo



MARES
CIRCULARES



FAMM
FUNDACIÓN AULA DEL
MAR MEDITERRÁNEO

