

# Diagnosis de las potenciales afecciones de la frecuentación marina por el turismo náutico y propuesta de ordenación del litoral de Ibiza

## **Fase 3: Propuesta de planificación y ordenación**

**Cliente: Consell d'Eivissa**

**Fecha: Diciembre 2018**

**estudioIMAT**  
INGENIERÍA - MEDIO AMBIENTE - TERRITORIO



**TECNOAMBIENTE**

A TRADEBE COMPANY

## Equipo redactor

Koldo Diez-Caballero Murua  
*Ldo. Ciencias Ambientales*



Juan Calvo Cubero  
*Ldo. en Ciencias del Mar*  
*Doctor en Ciencias Biológicas*



Carlo Tidu  
*Dr. en Biología marina*



Genni Archetti  
*Lda. Ciencias Biológicas*



Daniel Tomé Borrella  
*Ingeniero de Caminos Canales y Puertos*



Antonio Figueroa  
*Ldo. en Geografía*



Irene Calahorra Serrano  
*Grado en Ingeniería Forestal*



## ÍNDICE

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN .....   | 3  |
| 2     | MARCO LEGAL .....  | 6  |
| 3     | ÁMBITO DE ORDENACIÓN DE FONDEOS EN LA ISLA DE IBIZA .....  | 9  |
| 4     | NECESIDAD DE LA ORDENACIÓN DE FONDEOS EN LA ISLA DE IBIZA .....                                      | 10 |
| 4.1   | Evaluación del estado de las praderas de fanerógamas marinas .....                                   | 10 |
| 4.2   | Frecuentación náutica de fondeos .....   | 11 |
| 5     | OBJETIVOS.....   | 14 |
| 5.1   | Generales .....  | 14 |
| 5.2   | Específicos.....   | 15 |
| 6     | PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN Y REGULACIÓN DE FONDEOS .....  | 16 |
| 6.1   | Zona A. Zona de regulación de fondeo .....   | 16 |
| 6.1.1 | Zona A1. Zona de fondeo prohibido de valor ecológico alto .....                                      | 16 |
| 6.1.2 | Zona A2. Zona de fondeo prohibido de valor ecológico medio .....                                     | 17 |
| 6.1.3 | Zona A3. Zona de fondeo libre condicionado de valor ecológico bajo .....                             | 17 |
| 6.1.4 | Zona A4. Zona de fondeo regulado de valor ecológico medio.....                                       | 17 |
| 6.2   | Zona B. Áreas de Baño y Seguridad Marítima .....   | 18 |
| 6.3   | Zona C. Áreas de Pesca Tradicional .....   | 19 |
| 6.4   | Zona D. Espacios portuarios .....  | 19 |
| 6.5   | Zona E. Infraestructuras submarinas.....   | 20 |
| 7     | PROPUESTA DE TRAMITACIÓN DEL FONDEO REGULADO .....   | 21 |
| 7.1   | Requerimientos legales de ocupación del DPMT.....  | 21 |
| 7.2   | Propuesta de tramitación administrativa.....   | 22 |
| 7.2.1 | Propuesta de tramitación de ocupación del DPMT.....  | 22 |
| 7.2.2 | Propuesta de tramitación ambiental de la ocupación del DPMT.....                                     | 23 |
| 7.3   | Propuesta técnica para la tramitación administrativa .....   | 26 |
| 7.3.1 | Propuesta técnica general .....  | 26 |
| 7.3.2 | Propuesta técnica específica de anclajes ecológicos .....  | 27 |
| 8     | PROPUESTA DE GESTIÓN Y VIGILANCIA DE LA ORDENACIÓN DE FONDEOS.....                                   | 31 |
| 8.1   | Propuestas de gestión y vigilancia en tramos costeros de fondeo prohibido y libre condicionado ..... | 31 |
| 8.1.1 | Objetivos de gestión y vigilancia .....  | 31 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 8.1.2  | Medios materiales y humanos de gestión y vigilancia .....                     | 32 |
| 8.1.3  | Operativa y trabajos de gestión y vigilancia .....                            | 32 |
| 8.2    | Propuestas de gestión y vigilancia en tramos costeros de fondeo regulado .... | 33 |
| 8.2.1  | Objetivos y medios de gestión y vigilancia .....                              | 33 |
| 8.2.2  | Trabajos previos recuperación ambiental del fondo marino .....                | 34 |
| 8.2.3  | Instalación de los campos de boyas.....                                       | 34 |
| 8.2.4  | Vigilancia y gestión .....  | 36 |
| 9      | PROPUESTA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL MEDIO MARINO.....                      | 39 |
| 9.1    | Evaluación del estado de conservación global.....                             | 39 |
| 9.1.1  | Límites profundos y superficiales.....  | 39 |
| 9.1.2  | Densidad global .....   | 41 |
| 9.1.3  | Crecimiento neto de la población.....   | 42 |
| 9.1.4  | Presencia y abundancia de Caulerpa spp. o Lophocladia lallermandii.....       | 44 |
| 9.1.5  | Blooms de fitoplancton y HABs.....  | 45 |
| 9.1.6  | Presencia de especies clave: Pinna nobilis .....                              | 46 |
| 9.1.7  | Tasa de sedimentación total .....   | 46 |
| 9.1.8  | Concentración de ácido sulfhídrico en sedimentos de tipo calcáreo .....       | 47 |
| 9.1.9  | Transparencia del agua .....  | 48 |
| 9.1.10 | Evaluación del estado de conservación global .....                            | 49 |
| 9.2    | Evaluación del estado ecológico.....  | 49 |
| 9.2.1  | Fitoplancton .....  | 50 |
| 9.2.2  | Posidonia .....   | 51 |
| 9.2.3  | Temperatura del agua.....   | 53 |
| 9.2.4  | Nutrientes.....   | 54 |

## 1 INTRODUCCIÓN

---

Los principales indicadores ambientales, sociales y turísticos muestran que el litoral de Ibiza ha alcanzado su límite de capacidad de carga. Este fenómeno está asociado invariablemente al sector turístico que se configura como el principal vector de cambio socioambiental en la isla y que ha ocasionado una grave sobreexplotación de los recursos naturales y del territorio litoral.

Así, la evolución del número de pasajeros, la superficie urbanizada, la especialización territorial de determinados sectores de la isla hacia modelos urbano-turísticos, los problemas de movilidad en los meses de verano o el incremento de los vertidos y la tasa de generación de residuos son algunos de los factores que explican esta problemática.

El crecimiento del sector turístico ha tenido, por otro lado, una importante proyección sobre el segmento del turismo náutico, tanto en el conjunto de las Illes Balears como en la isla de Ibiza. Ello está relacionado con las excepcionales condiciones naturales y climáticas de las islas y se ha materializado en las últimas décadas en el aumento del parque náutico, el número de titulaciones, puertos e instalaciones, amarres o fondeaderos sin regular. De la misma manera, la tendencia observada apunta a un incremento de la demanda para los próximos años, cuestión que refuerza la situación expansiva del turismo náutico en la isla y que puede ocasionar una falta de amarres en temporada alta.

La falta de plazas de amarres en época estival en instalaciones portuarias provoca que centenares de embarcaciones fondeen en playas y calas. Ello, unido al aumento de las embarcaciones de recreo en las islas Pitiusas, se considera entre las principales causas del incremento de estrés de los fondos marinos someros, derivado del fondeo de embarcaciones.

El uso intensivo del litoral somero como zona de fondeo ha aumentado notablemente las incidencias y los daños en algunas comunidades marinas de elevado valor ecológico y muy frágiles, como las praderas de la fanerógama marina endémica del Mediterráneo *Posidonia oceanica*.

Las praderas de *Posidonia* son el principal hábitat en Baleares, se distribuyen de manera general desde costa hasta fondos de 30-40 m de profundidad, ocupando una superficie aproximada de 750 km<sup>2</sup> y confiriendo a los ecosistemas marinos litorales una importancia y unos servicios ecosistémicos muy elevados. En Ibiza, la presencia de estos hábitats es también un factor clave en el mantenimiento de la calidad del agua marina, uno de los atractivos turísticos más importantes y que depende de una forma muy estricta de la presencia de *Posidonia* y de su estado de conservación. Además se ha de destacar los valiosos y frágiles arrecifes-barrera localizados en la isla de Ibiza declarados de alto valor en Talamanca y es Porroig.

Sin embargo por su ubicación en la franja costera, las praderas son sistemas altamente vulnerables a la actividad humana, que a menudo modifica las condiciones ambientales necesarias para su conservación y supervivencia. Entre las otras causas de regresión de la pradera de *Posidonia oceanica* destaca la presencia de emisarios u otra estructuras que determinan cambios en las características físico químicas de la columna de agua, como por ejemplo el aumento de la turbidez o de nutrientes que estimulan a menudo

el crecimiento de otras especies que compiten con la fanerógama por el espacio y con menos requerimientos ecológicos.

El propio Decreto 25/2018 de 27 de julio, sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Illes Balears, en el preámbulo expresa que, “entre las amenazas cabe señalar el aumento de la presión demográfica y turística que se ha intensificado en los diez últimos años; la amenaza del cambio climático, que supone una acidificación de los mares y océanos; la dispersión de vectores de enfermedad, o la introducción de especies invasoras, entre otras”.

Otros de los factores que ponen de manifiesto la sensibilidad de este hábitat es que su tasa de regresión es cientos de veces más rápida que su tasa de expansión, cuestión que evidencia la escasa capacidad que tiene este hábitat para la recolonización. Esta característica resulta especialmente grave para los arrecifes-barrera cuya pérdida es irreversible y en el caso de Ibiza están localizadas en Porroig y bahía de Talamanca. Ambas localizaciones son las zonas de abrigo con una mayor demanda para el fondeo durante los meses estivales y sufren graves impactos en la *Posidonia* por el fondeo libre y fijo. La importancia de la *Posidonia oceanica* en Ibiza queda patente en la extensión superficial de las praderas, que representan casi el 50% del total del conjunto de la superficie de los 43 ámbitos de estudio de la presente propuesta.

También hay que reseñar que la *Posidonia oceanica* es catalogada hábitat de interés comunitario prioritario (1120\* - *Posidonium oceanicae*) según la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (la denominada Directiva Hábitats). Así mismo, las praderas de fanerógamas de *Cymodocea nodosa* presente en el medio litoral marino de la isla de Ibiza también está catalogada en la misma norma como hábitat de interés comunitario 1110. Por tanto, ambas especies posee una protección de rango legal europeo.

La protección de estas fanerógamas marinas como especie silvestre tiene por objeto garantizar su estado de conservación favorable, el cual se define como el estado en el que se encuentra una especie cuando su dinámica de población indica que sigue y puede seguir constituyendo a largo plazo un elemento vital de los hábitats a los que pertenece, que el área de distribución natural no se está reduciendo ni hay amenazas de reducción en un futuro previsible y que hay, y probablemente seguirá habiendo, un hábitat de extensión suficiente para mantener sus poblaciones a largo plazo.

Además de las afecciones sobre las praderas de posidonia, la actividad turística náutica también tiene importantes incidencias sobre otros usos del litoral, como la pesca artesanal, las zonas de baño o las infraestructuras marinas. En este sentido, la presión que ejerce la afluencia de embarcaciones está contribuyendo a la pérdida de artes de parada y de tiro.

Todo lo anterior justifica la necesidad de ordenar el espacio costero de Ibiza para garantizar la sostenibilidad y conservación de los hábitats y servicios ecosistémicos relacionados, entre ellos el propio turismo litoral, máxime cuando estos ecosistemas tienen un carácter estructural y son fundamentales para mantener la dinámica sedimentaria de las playas y la calidad del agua, factores que inciden de forma clave en la actividad turística.

Para ello la presente propuesta de ordenación parte del diagnóstico ambiental y de frecuentación náutica que justifica la necesidad de ordenación de fondeos de la isla de Ibiza. Este diagnóstico dirige los objetivos generales y específicos para revertir la degradación de las praderas de fanerógamas marinas reduciendo la presión de fondeos sobre los hábitats marinos. Los objetivos de ordenación se hacen efectivo mediante la propuesta de ordenación y zonificación donde se establece el régimen de regulación de fondeos (prohibido, condicionado y regulado) en función de la cartografía bionómica y la intensidad de uso de fondeo. A continuación se establece la propuesta tramitación para la aprobación de la ordenación de fondeos. Además, se realiza una propuesta de gestión y vigilancia para la implantación y funcionamiento de la ordenación de fondeos. Finalmente se establece una propuesta de seguimiento ambiental para evaluar la implantación de la ordenación y la mejora ecológica de los hábitats marinos.



**Figura 1.** Esquema general de elaboración de propuesta de ordenación de fondeos en la isla de Ibiza

## 2 MARCO LEGAL

---

La presente propuesta de ordenación de fondeos en la isla de Ibiza se rige por la normativa estatal, autonómica y municipal en materia de biodiversidad, espacios naturales protegidos, costas, navegación marítima, medio marino, pesca y evaluación ambiental. En particular, el marco legal principal es el Decreto 25/2018 de 27 de julio, sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Illes Balears. En este sentido, la presente propuesta desarrolla y complementa el mencionado Decreto Posidonia. Así la presente propuesta de ordenación ha realizado la cartografía bionómica de las praderas de posidonia en el ámbito de la isla de Ibiza de acuerdo al artículo 3 de delimitación cartográfica requerido en el mencionado Decreto. Así mismo, la presente propuesta incluye y amplía la catalogación establecida en el Decreto posidonia. En este sentido incluye la zona de praderas de posidonia de alto valor denominada en la zonificación de la presente propuesta como zona de fondeo prohibido de alto valor ecológico. Así mismo, la categoría del Decreto de Praderas de Posidonia a regular, se ha recogido en la presente propuesta de ordenación como zona de fondeo regulado.

La presente propuesta de ordenación incluye también la zona de fondeo prohibido como aquellas zonas de praderas de posidonia actual o potencial de acuerdo a la prohibición del decreto posidonia incorporando lo previsto en el artículo 57.1, apartado a, de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Finalmente, la presente propuesta de ordenación completa la delimitación cartográfica y catalogación con la incorporación de las zonas fondeo libre condicionado como aquellas zonas de bancos arenosos y detríticos que está permitido el fondeo libre condicionado a evitar fondear en manchas de Posidonia del entorno. Por otro lado, la presente propuesta de ordenación tiene en consideración el resto ámbitos de gestión del medio marino litoral para zonificar y posibilitar un uso compatible de conservación y calidad de aguas, actividad náutica de tránsito y fondeo, baño, seguridad marítima y pesca tradicional. En este sentido, se enumera la normativa que rige la presente propuesta de ordenación:

### 1. Biodiversidad y espacios naturales

- Ley 17/2001 de 19 de diciembre, de protección ambiental de Ses Salines de Ibiza y Formentera.
- Acuerdo de consejo de gobierno de 24 de mayo de 2002 sobre la aprobación definitiva del Plan de Ordenación de Recursos Naturales de ses Salines de Ibiza y Formentera.
- Decreto 132/2005, 23 de diciembre, por el que se aprueba el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural de ses Salines de Ibiza y Formentera
- Ley 5/2005, de 26 de mayo, para la conservación de espacios de relevancia ambiental (LECO).
- Decreto 75/2005, del 8 de julio, por el cual se crea el Catálogo Balear de Especies Amenazadas y de Especial Protección, así como Resolución del Consejero de Medio Ambiente de inclusión de diversas especies en el Catálogo

Balear de Especies Amenazadas y de Especial Protección (BOIB nº 66 de 8 de julio 2008).

- Decreto 38/2007, de 30 de marzo, por el cual se aprueba el Plan de Gestión del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Tagomago (ES0000082).
- Decreto 37/2007, de 30 de marzo, por el cual se aprueba el Plan de Gestión del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Illots de Ponent d'Eivissa (ES5310023).
- Decreto 34/2007, de 30 de marzo, por el cual se aprueba el Plan de Gestión del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Es Vedrà-Vedranell (ES0000078).
- Ley 14/2007 de 13 de diciembre de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- 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.
- Orden AAA/75/2012, de 12 de enero, por la que se incluyen distintas especies en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.
- Decreto 48/2015, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Plan de Gestión Natura 2000 de Ses Salines de Ibiza y Formentera.
- Ley 33/2015 de 21 de septiembre que modifica la Ley 14/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- Orden AAA/1366/2016, de 4 de agosto, por la que se declaran zonas especiales de conservación de lugares de importancia comunitaria de la Región Marina Mediterránea de la Red Natura 2000, se aprueban sus correspondientes medidas de conservación y se propone la ampliación de los límites geográficos de dos lugares de importancia comunitaria.
- Decreto 25/2018 de 27 de julio, sobre la conservación de la *Posidonia oceanica* en las Illes Balears

## 2. Costas y medio marino

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 876/2014, del 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
- Ordenanza municipal para el uso y aprovechamiento de las playas del municipio de Sant Antoni de Portmany.

### 3. Navegación marítima

- Orden FOM/1144/2003, de 28 de abril, por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, contraincendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que deben llevar las embarcaciones de recreo.
- REAL DECRETO 638/2007, de 18 de mayo, por el que se regulan las Capitanías Marítimas y los Distritos Marítimos
- Ley 14/2014, de 24 de julio, de Navegación Marítima.

### 4. Aguas

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio por el que se aprueba el texto refundido de la ley de Aguas.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica
- Real Decreto 701/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears.
- Instrucción de Planificación Hidrológica de la cuenca intracomunitaria de Illes Balears, aprobada por Decreto Ley 1/2015, de 10 de abril.
- Real Decreto 159/2016, de 15 de abril, por el que se aprueba el Plan de gestión del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica de las Illes Balears
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Reglamento de Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos.

### 5. Pesca

- Ley 6/2013, de 7 de noviembre, de pesca marítima, marisqueo y acuicultura en las Illes Balears.
- Decreto 41/2015, de 22 de mayo, por el que se regulan las actividades de extracción de flora o fauna marina y las actividades subacuáticas en las reservas marinas de las aguas interiores del litoral de las Illes Balears.

### 6. Evaluación ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de evaluación ambiental.

### 3 ÁMBITO DE ORDENACIÓN DE FONDEOS EN LA ISLA DE IBIZA

El ámbito de ordenación corresponde al conjunto de tramos costeros que incluyen las principales playas y calas con función de zonas de abrigo para el fondeo de embarcaciones en la isla de Ibiza (Tabla 1 y Figura 2).

| Nº | NOMBRE                  | Nº | NOMBRE                        | Nº | NOMBRE                    |
|----|-------------------------|----|-------------------------------|----|---------------------------|
| 1  | Talamanca               | 16 | Cala Tarida                   | 31 | Caló d'es Porcs           |
| 2  | Playa d'en Bossa        | 17 | Cala Codolar                  | 32 | Cala Xarraca - Cala Xuclá |
| 3  | Cala de Sal Rossa       | 18 | Sa Figuera Borda              | 33 | Portinatx                 |
| 4  | Es Cavallet             | 19 | S'Espartar                    | 34 | Caló d'en Serral          |
| 5  | Ses Salines             | 20 | Cala Compte                   | 35 | Port de Ses Caletes       |
| 6  | Cap des Falcó           | 21 | Conillera                     | 36 | Cala Sant Vicent          |
| 7  | Sa Caleta               | 22 | Cala Roja                     | 37 | Pou d'es Lleó             |
| 8  | Cala Jondal             | 23 | Cala Bassa                    | 38 | Tagomago                  |
| 9  | Es Porroig - Es Torrent | 24 | Port Des Torrent              | 39 | Es Canar                  |
| 10 | Es Vedranell Sur        | 25 | Bahía de Sant Antoni          | 40 | Cala Pada - Punta Arabí   |
| 11 | Es vedrá                | 26 | Coves Blanques - Cap Blanc    | 41 | Bahía de Santa Eularia    |
| 12 | Es Vedranell Norte      | 27 | Cala Gració - Cala Gracioneta | 42 | Cala Llonga               |
| 13 | Cala d'Hort             | 28 | Punta Galera - Cala Salada    | 43 | S'Estanyol                |
| 14 | Cala Carbo              | 29 | Port de San Miquel            |    |                           |
| 15 | Cala Vedella            | 30 | Benirrás                      |    |                           |

**Tabla 1.-** Tramos costeros para la ordenación de fondeos en la isla de Ibiza



**Figura 2.** Localización de los tramos costeros para la ordenación de fondeos

## 4 NECESIDAD DE LA ORDENACIÓN DE FONDEOS EN LA ISLA DE IBIZA

### 4.1 Evaluación del estado de las praderas de fanerógamas marinas

El diagnóstico ambiental realizado a partir de la cartografía bionómica elaborada indica que la extensión de la fanerógama marina *Posidonia oceanica* representa casi el 50% del total del conjunto de la superficie de los 43 ámbitos de ordenación. Aunque en el presente estudio no se han evaluado el grado de conservación de las praderas de *Posidonia oceanica*, cabe destacar que en 19 de las 43 tramos costeros estudiados, se ha detectado la presencia áreas de mata muerta (zonas de pradera sin haces vivos). En términos generales, las áreas de mata muerta no presentan una superficie muy extensa y forman un hábitat mixto con las praderas de *Posidonia oceanica*. La superficie total de este hábitat mixto no llega, considerando todos los ámbitos de estudio, al 1%.

El hábitat mixto con mata muerta es particularmente abundante en los tramos costeros vinculados a zonas portuarias: bahía de Talamanca, en la bahía de Sant Antoni y en la bahía de Santa Eulària, donde llega a porcentajes, respecto a la superficie de los ámbitos de estudio, próximos al 5%. Sin embargo, en estos ámbitos de estudio hay que tener en cuenta que las praderas de *Cymodocea nodosa* y del alga verde *Caulerpa prolifera* en la parte más somera se han desarrollado sobre mata muerta donde se ha ido acumulando una notable cantidad de arenas finas y fangos. Por esta razón en estos tres ámbitos el porcentaje de superficie con mata muerta es más elevado. Estos datos hacen presuponer que la pradera de *Posidonia oceanica* en Talamanca, en la bahía de Sant Antoni y en la bahía de Santa Eulària esté en una fase de regresión. Las razones de esta regresión se pueden adscribir a varios factores entre los cuales destaca el fondeo de las embarcaciones de recreo en zonas someras próximas a las playas. Esta hipótesis tiene sus fundamentos en la cercanía de los ámbitos con los tres puertos de la isla. También en los otros tramos costeros donde se ha detectado la presencia del hábitat mixto pradera de *Posidonia oceanica* y mata muerta, las praderas de *Posidonia oceanica* se puede considerar en regresión, aunque con un grado menor, debido a la ausencia de otros hábitats que proceden de la colonización de la mata muerta.

La otra fanerógama que se ha encontrado es *Cymodocea nodosa*, presente en casi la mitad de los ámbitos de estudio. Aunque en unos casos este hábitat deriva de la colonización de la mata muerta, en la mayoría de ámbitos donde se ha descrito se puede considera como un hábitat primario que no deriva de la degradación o regresión de las praderas de *Posidonia oceanica*. Se han observado otras alteraciones que tienen el origen en los fondeos de las embarcaciones de recreo, y que han afectado en especial manera a estos hábitats más someros o la parte somera de estos. Entre estos hábitats destacan las arenas finas, las praderas de *Cymodocea nodosa*, las praderas de *Caulerpa prolifera* y las praderas mixtas de estas dos especies. En general se trata de muertos para el amarre de embarcaciones de recreo.

Entre las otras causas de regresión de las praderas de *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*, destaca la presencia de emisarios u otra estructuras que determinan cambios en las características físico químicas de la columna de agua, como por ejemplo el aumento de la turbidez o de nutrientes que estimulan a menudo el crecimiento de otras especies que compiten con la fanerógama por el espacio y con menos requerimientos ecológicos. Aunque estas estructuras afectan a menos del 1% de la superficie total de los 43 ámbitos de

ordenación, su presencia determina puntos de discontinuidad o interrupción que afectan a todos los hábitats descritos.

Finalmente, el estudio también ha detectado la colonización de especies invasoras cuyo vector de colonización puede estar ligado a la actividad náutica recreativa. Así, se han detectado directamente o mediante análisis bibliográfico la presencia de especies invasoras, básicamente las algas *Caulerpa racemosa*, *Lophocladia lallemandii*, *Asparagopsis sp.* y *Womersleyella setacea*, que compiten por el espacio y recursos con la fanerógama marina *Posidonia oceanica*. En el presente estudio se ha detectado principalmente la presencia de *Lophocladia lallemandii*, ya que se desarrolla en los haces de la fanerógama. Esta especie se ha detectado en 16 de los 43 ámbitos de ordenación.

#### 4.2 Frecuentación náutica de fondeos

La evaluación de la frecuentación náutica turística estival indica que el mayor número de fondeos se obtiene en el mes de agosto, seguido por los meses de julio y septiembre. Los tramos costeros se pueden dividir en función de la frecuentación náutica de fondeos en tres grupos en función del número máximo de fondeos diario. De esta manera, posibilita priorizar el esfuerzo de regulación mediante campos de boyas en aquellos tramos de frecuentación alta o de frecuentación media adyacentes a puertos (Tabla 2).

| FRECUENTACIÓN ALTA<br>(>40 fondeos diarios) | FRECUENTACIÓN MEDIA<br>(40 a 10 fondeos diarios) | FRECUENTACIÓN BAJA<br>(<10 fondeos diarios) |
|---|--|---|
| Talamanca                                   | Playa den Bossa                                  | Cala de Sal Rossa                           |
| Ses Salines                                 | Sa Caleta  | Es Cavallet                                 |
| Cala Jondal                                 | Cala Compte                                      | Cap des Falcó                               |
| Es Porroig-Es Torrent                       | Conillera  | Es Vedranell Sur                            |
| Cala d'Hort                                 | Cala Roja  | Es Vedrá                                    |
| Cala Vedella                                | Cala Bassa                                       | Es Vedranell Norte                          |
| Cala Tarida                                 | Port des Torrent                                 | Cala Carbó                                  |
| Cala Bassa                                  | Cala Gració - Gracioneta                         | Cala Codolar                                |
| Bahía de Sant Antoni                        | Benirrás   | Sa Figuera Borda                            |
| Coves Blanques - Cap Blanc                  | Caló des Porcs                                   | S'Espartar                                  |
| Punta Galera-Cala Salada                    | Cala Xarraca-Cala Xuclá,                         | Caló den Serral                             |
| Port de Sant Miquel                         | Pou des Lleó                                     | Port de Ses Caletes                         |
| Portinatx                                   | Tagomago   | Es Canar                                    |
|   | Cala Pada - Punta Arabí                          | S'estanyol                                  |
|   | Bahía de Santa Eularia                           |   |
|   | Cala Llonga                                      |   |

**Tabla 2.** Catalogación de los tramos costeros en función de la frecuentación de fondeos diarios

El análisis de frecuentación náutica muestra que las zonas más frecuentadas son los dos tramos costeros vinculados a las 2 principales zonas portuarias de la isla de Ibiza: bahía de Sant Antoni (14% del total) y bahía de Talamanca (11% del total). Se ha de destacar que en el primer caso la frecuentación náutica de fondeos estaba regulada en el campo de boyas del Club Náutico de Sant Antoni y por tanto la afección al medio marino era menor. A continuación, los dos tramos costeros con mayor frecuentación náutica son Portinatx (6% del total) y Cala Jondal-Es Porroig (6% del total).

Estos tramos costeros son zonas de abrigo naturales que funcionan como puertos naturales. En el primer caso, es un la principal zona de abrigo del norte de la isla y es un ámbito de atracción náutica dado que en el norte de la Isla no hay puertos y ni marinas. En el caso de Es Porroig-Es Torrent es un puerto natural de relevancia por su ubicación cerca del Parque Natural de Ses Salines de Ibiza y Formentera que es el principal foco de atracción de la actividad náutica de las Pitiusas. En este sentido, Ses Salines registra una importante presencia semipermanente de embarcaciones de charter.

En relación al análisis de pernотaciones se ha constatado la presencia significativa de embarcaciones fondeadas de forma permanente, al menos entre los meses de mayo y septiembre, correspondiente a usuarios locales. La ubicación de dichos fondeos se concentra en determinadas calas, bien por su proximidad a puertos (p.e. Talamanca, Sant Antoni), o zonas relacionadas con núcleos de población costero u actividades náuticas (p.e. Portinatx, Cala Vedella, Es Porroig). Del total de observaciones, aproximadamente el 20% corresponden a embarcaciones locales fondeadas en boya/muerto de manera permanente, fuera de los campos de boyas autorizados (Sant Antoni y Ses Salines).

En cuanto al análisis de esloras se diferencian varias tipologías. Las diferencias de esloras entre periodos son poco significativas. En general se da una eslora media de entre 10-20 m para la mayoría de ámbitos de estudio. Las grandes esloras se concentran en zonas de fondeo recurrente: Cala Tarida, Coves Blanques, Cala Jondal y Es Porroig, y Playa d'en Bossa y Es Cavallet. Dichas zonas ejercen de focos atracción para medianas y grandes esloras, junto con la zona sur (Es Porroig y Cala Jonadal). El ámbito al norte (Portinatx y calas próximas) es un foco de atracción de esloras medias y el ámbito al este (alrededor de Santa Eulària) un foco de atracción de media y pequeña eslora, por los menores calados de sus aguas.

En relación al análisis espacial, en el total de ámbitos se ha estimado una superficie de afección de 2.406.471,68 m<sup>2</sup> sobre fanerógamas marinas. La zona de mayor afección en superficie es el ámbito de Talamanca, seguido de Cala Jondal y Sant Antoni. En Talamanca y en Es Porroig existen arrecifes barrera de Posidonia. Por otra parte, cabe destacar la afección de muertos de fondeo sobre Posidonia en Talamanca, Es Porroig, Cala Vedella, Port des Torrent, Sant Antoni, Port Sant Miquel, Portinatx y Pou d'Es Lleó; en Cala d'Hort y Cala Llonga se afecta pradera de *Cymodocea nodosa*.

En relación al fondeo en los ámbitos de estudio, los usuarios del turismo náutico frecuentan de manera preferencial los ámbitos que suponen un foco de atracción tales como playas núcleos turísticos y beach clubs . A medida que aumenta el número de usuarios, éstos se distribuyen y llenan los espacios de fondeo. Cuando no queda espacio

de fondeo en la zona de interés se trasladan a zonas próximas si es posible o cambian de localización.

De la misma manera, en los meses de mayor frecuentación aumenta el número de afecciones sobre las fanerógamas marinas. En periodos con baja ocupación las embarcaciones buscan claros de arena para fondear, dado que ofrece mejores condiciones para el anclaje, pero a medida que se alcanza la capacidad de carga de los ámbitos se fondea en zonas libres con principalmente *Posidonia oceanica*.

Finalmente, el número de embarcaciones que pernocta en fondeo libre o en boya supone aproximadamente una proporción del 25% de la capacidad de amarre en la isla en los meses de mayor afluencia (julio-agosto), que se estima en 2800 puestos de amarre. En relación a los otros meses de estudio, la proporción puede disminuir a <10% en las épocas de menor presión (p.e. mayo).

## 5 OBJETIVOS

El objeto general de esta propuesta es la ordenación del litoral de Ibiza para minimizar y reducir los impactos del fondeo de embarcaciones náuticas recreativas sobre las praderas de fanerógamas y garantizar la continuidad del atractivo turístico que se fundamenta en la calidad del entorno natural marino.

El fin último de la ordenación es garantizar la conservación de las praderas de fanerógamas marinas de *Posidonia oceánica* y *Cymodocea nodosa* reconocidas como Hábitats de Interés Comunitario por la UE, las comunidades biológicas asociadas a estos hábitats así como los servicios ecosistémicos de regulación, aprovisionamiento y culturales que estos hábitats proveen y que contribuyen al bienestar de la población local y los visitantes que acuden a la isla.

Los objetivos de la presente propuesta de ordenación de la actividad náutica recreativa y turística en la isla de Ibiza se fundamenta en el diagnóstico ambiental y de las afecciones de la frecuentación marina por el turismo náutico. Esta ordenación se rige sobre la base de los principios de desarrollo sostenible, gestión ecosistémica, precaución y no deterioro adicional de las masas de agua costeras, se han formulado con objeto de garantizar la conservación de los hábitats de *Posidonia* y *Cymodocea*, los servicios asociados y su contribución al bienestar humano de forma equitativa y duradera.

Atendiendo a este planteamiento se han considerado objetivos de carácter general y específicos que abordan la conservación de los hábitats y su gestión, la conciliación del turismo y la actividad náutica con el medio, el resguardo de los recursos pesqueros y la protección y la seguridad de las personas.

### 5.1 Generales

- a) Garantizar el estado de conservación favorable de los hábitats de *Posidonia oceánica* y *Cymodocea nodosa* así como la viabilidad y la riqueza biológica del hábitat en aguas de la isla de Ibiza, contribuyendo a la conservación y el equilibrio sedimentario en los sistemas playa-duna de Ibiza.
- b) Ordenar el turismo náutico en la isla de Ibiza para compatibilizar esta actividad con la capacidad de carga del litoral y medio marino.
- c) Contribuir a la lucha contra el cambio climático.
- d) Contribuir a las políticas de gestión, ordenación y mejora de la calidad de los hábitats de *Posidonia oceánica* y *Cymodocea nodosa*.
- e) Promover la restauración y recuperación de praderas de *Posidonia*.
- f) Compartir conocimientos y habilidades de conservación con las autoridades administrativas sobre la gestión integrada de los sistemas marinos y costeros para la protección a largo plazo de estos hábitats.
- g) Concienciar a la población y los principales sectores económicos sobre el valor de los hábitats de *Posidonia* y *Cymodocea* y la necesidad de su conservación.

## 5.2 Específicos

- a) Ordenar la actividad náutica de fondeo adecuándola a las características del medio, las necesidades reales de demanda y la oferta disponible, garantizando el uso equitativo y social de las playas y calas de Ibiza.
- b) Frenar la regresión de las praderas de *Posidonia* en Talamanca y las bahías de Sant Antoni y de Santa Eulària, vinculadas a los principales puertos comerciales y deportivos de Ibiza.
- c) Mejorar la competitividad del turismo en las islas mediante la definición y cualificación de una oferta de espacios para el fondeo y amarre de embarcaciones turísticas.
- d) Evitar la proliferación de especies exóticas invasoras.
- e) Ordenar los principales tramos costeros de fondeo de la Isla.
- f) Compatibilizar el uso pesquero artesanal con el fondeo regulado de embarcaciones.
- g) Promover la retirada de forma controlada de fondeos fijos en uso particular por fondeos ecológicos mediante acuerdos con los usuarios.
- h) Mejorar la seguridad marítima y de los usuarios de las playas.
- i) Definir áreas para la implantación de sistemas y métodos ecológicos de fondeo.
- j) Definir sistemas de gestión, regulación y funcionamiento de los fondeos en cada zona.
- k) Establecer reservas para fondeos sociales y fondeos de turismo de buceo.
- l) Proteger infraestructuras marítimas (cables de telecomunicaciones, emisarios, líneas eléctricas, etc.)
- m) Delimitar las zonas para el fondeo regulado y el fondeo libre.
- n) Definir sistemas de anclaje de embarcaciones.

## 6 PROPUESTA DE ZONIFICACIÓN Y REGULACIÓN DE FONDEOS

Dentro del ámbito de ordenación se han establecido cuatro tipos de zonas (A, B, C, D y E) y subzonas en función del tipo de actividad y de criterios de capacidad de carga para garantizar la conservación de las praderas de fanerógamas marinas y compatibilidad de usos. Cada zona y subzona se rige por un régimen de regulación que se expone a continuación.

### 6.1 Zona A. Zona de regulación de fondeo

Esta zona constituye el ámbito central de la ordenación del litoral de Ibiza para garantizar la conservación de praderas marinas y el uso racional del medio marino para el fondeo de embarcaciones recreativas. La zonificación se realiza en función del nivel de regulación de los fondeos (prohibido, condicionado y regulado) en función del valor ecológico y la intensidad del fondeo náutico. En este sentido se ha realizado la zonificación y regulación a partir de los estudios previos de cartografía bionómica y frecuentación náutica. De esta manera, se establecen unos criterios de capacidad de carga para garantizar la conservación de las praderas de fanerógamas marinas y la compatibilidad de usos.

Así mismo, la zona se han determinado en función de los siguientes criterios de capacidad de carga generales:

1. Alberga los Hábitats de Interés Comunitario (Directiva 92/43 CEE) de praderas de *Cymodocea nodosa* (1110) y praderas de *Posidonia oceanica* (1120\*), éste último catalogado de conservación prioritaria.
2. Está en zonas costeras de abrigo sometidas a diferentes niveles de fondeo de embarcaciones en el periodo estival.
3. Se sitúa en terrenos incluidos en el Dominio Público Marítimo-Terrestre (DPMT) y Aguas Interiores.

A continuación se describen los criterios específicos para la clasificación de las subzonas de la Zona A así como su localización:

#### 6.1.1 Zona A1. Zona de fondeo prohibido de valor ecológico alto

Criterios de capacidad de carga:

- Representan un valor ecológico excepcional por la presencia de arrecifes de posidonia que tienen una alta singularidad.
- Están sometidas a una fuerte presión de fondeo por su localización en los principales tramos costeros de fondeo de la isla de Ibiza.

Régimen de regulación:

- Prohibido el fondeo libre
- Prohibido habilitar campos de boyas ni fondeos fijos individuales.

Tramos costeros:

- Talamanca y Es Porroig-Es Torrent.

### 6.1.2 Zona A2. Zona de fondeo prohibido de valor ecológico medio

Criterios de capacidad de carga:

- Representan un valor ecológico medio por la presencia de praderas de posidonia y cymodocea, así como zonas praderas marinas potenciales con mata de muerta de posidonia o praderas de *Caulerpa prolifera* que colonizan zonas de pradera de posidonia en regresión.
- Están sometidas a una presión de fondeo media por su localización en tramos costeros de frecuentación náutica reducida o en la zona externas de playas y bahías con menor fondeo por estar más expuestas al oleaje.

Régimen de regulación:

- Prohibido el fondeo libre.
- Permitido habilitar boyas fijas individuales condicionado a evaluación ambiental.

Tramos costeros:

- Todos los tramos costeros del ámbito de ordenación.

### 6.1.3 Zona A3. Zona de fondeo libre condicionado de valor ecológico bajo

Criterios de capacidad de carga:

- Representan un valor ecológico bajo con un fondo marino formado por fondos arenosos y detríticos sin comunidades vegetales.
- Están sometidas a una presión de fondeo variable en función de su localización.

Régimen de regulación:

- Permitido el fondeo libre condicionado a su localización estricta en bancos arenosos y detríticos.
- Permitido habilitar boyas fijas individuales.

Tramos costeros:

- Todos los tramos costeros del ámbito de ordenación.

### 6.1.4 Zona A4. Zona de fondeo regulado de valor ecológico medio

Criterios de capacidad de carga:

- Representan un valor ecológico medio por la presencia de praderas de posidonia y cymodocea, así como zonas praderas marinas potenciales con mata de muerta de posidonia o praderas de *Caulerpa prolifera* que colonizan zonas de pradera de posidonia en regresión.

- Están sometidas a una frecuentación alta por su localización en tramos costeros con gran demanda de fondeo por sus características de zonas de abrigo natural y zonas de atracción por su oferta hostelera.
- Están sometidas a una frecuentación media y localizadas adyacentes a puertos.
- Localizados en tramos costeros sin zona de fondeo libre condicionado que posibiliten una alternativa al fondeo sin afección a las praderas de fanerógamas marinas.
- Delimitado por la distancia mínima a la costa para uso de baño.
- Se excluyen las zonas de fondeo regulado con zonas de pesca tradicional y zona de infraestructuras de telecomunicaciones.

Régimen de regulación:

- Prohibido el fondeo libre.
- Permitido habilitar campos de boya.
- Número de boyas permitidas en función del valor medio de fondeo estival.

Tramos costeros:

- Talamanca, Figueretes, Ses Salines, Cala Jondal, Es Porroig-Es Torrent, Cala Vedella, Cala Salada, Coves Blanques - Cap Blanc, Port de Sant Miquel, Portinatx, y Santa Eularia.

## 6.2 Zona B. Áreas de Baño y Seguridad Marítima

El litoral de la isla de Ibiza está sujeto a una fuerte demanda de usos de baño durante el periodo estival. La intensidad de los usos de baño está determinada en primer lugar por el tipo de costa (arenoso y rocoso). La zonificación de áreas de baño se rige por los tipos de costa de acuerdo a la normativa de Costas que establece que se debe reservar una franja libre de tránsito y fondeo para garantizar la seguridad de los bañistas.

Criterios de capacidad de carga:

- Límite de la zona de baño en playas balizadas establecidos por los municipios.
- Límite de la zona de baño en playas no balizadas de 200 metros desde la orilla.
- Límite de la zona de baño en zonas rocosas no balizadas de 50 metros desde la orilla.

Régimen de regulación:

- Prohibido el fondeo libre.
- Prohibido habilitar campos de boyas ni fondeos fijos individuales.

Tramos costeros:

- Todos los tramos costeros del ámbito de ordenación.

### 6.3 Zona C. Áreas de Pesca Tradicional

La actividad pesquera tradicional se realiza colindantes al borde costero y tienen un elevado valor cultural, gastronómico y económico, siendo la economía principal de pescadores locales. Este arte pesquero son artes fijos que salen desde tierra haciendo una barrera que intercepta el pescado. En este sentido, estas artes son quitadas en verano para evitar daños por embarcaciones. Otro problema sucede con las artes de tiro. Esta pesca es realizada siempre en los mismos puntos del litoral debido a la fragilidad del arte. Puede coincidir en el espacio marítimo con otras actividades marítimas como los fondeos y el buceo recreativo, por ello implica posibles conflictos entre actividades. Además, puede provocar el conflicto con o la instalación de infraestructuras submarinas como cables submarinos.

Criterios de capacidad de carga:

- Localización de artes pesca tradicionales de parada y tiro con una zona de amortiguación de 50 metros para evitar el perjuicio a este arte de pesca.

Régimen de regulación:

- Prohibido el fondeo libre.
- Prohibido habilitar campos de boya o boyas individuales.

Tramos costeros:

- Playa den Bossa - Figueretes, cala de Sal Rossa, Ses Salines, Cap des Falcó, Sa Caleta, Cala Jondal, Es Vedrá, Es Vedranell, Cala Salada, Cala Compte, Conillera, Cala Roja, Cala Bassa, Port des Torrent, Coves Blanques-Cap Blanc, Calò des Porcs, Cala Xarraca-Cala Xuclà, Tagomago

### 6.4 Zona D. Espacios portuarios

La isla de Ibiza alberga tres puertos principales (Ibiza, Sant Antonio y Santa Eularia). El puerto de Ibiza es de interés portuario general y está gestionado por la Autoridad Portuaria del Gobierno de España. Los puertos de Sant Antonio y Santa Eularia están regulados por la entidad autonómica de Ports de les Illes Balears. Los puertos poseen una zonificación y regulación establecida legalmente y son los principales atractores del turismo náutico.

Criterios de capacidad de carga:

- Delimitado por el Dominio Público Portuario.

Régimen de regulación:

- Permitido el uso de amarre.
- Prohibido el fondeo libre.
- Prohibido habilitar campos de boya.

Tramos costeros:

- Sant Antoni y Santa Eularia.

## 6.5 Zona E. Infraestructuras submarinas

El medio marino de la isla de Ibiza alberga numerosas infraestructuras submarinas tales como emisarios submarinos y cables submarinos. En particular se requiere zonificar los cables submarinos de telecomunicaciones para salvaguardar el funcionamiento de las telecomunicaciones en las Pitiusas.

Criterios de capacidad de carga:

- Delimitado por el Ministerio de Industria con una distancia de seguridad.

Régimen de regulación:

- Prohibido el fondeo libre.
- Prohibido habilitar campos de boya.

Tramos costeros:

- Cala Jondal

## 7 PROPUESTA DE TRAMITACIÓN DEL FONDEO REGULADO

---

### 7.1 Requerimientos legales de ocupación del DPMT

La presente propuesta de regulación se plantea como un desarrollo del Decreto Posidonia. En este sentido, las categorías de zonificación son similares a las categorías establecidas en esta norma autonómica. El procedimiento administrativo y técnico será requerido únicamente cuando se requiera la implantación de un campo de boyas ecológicas en las zonas de valor ecológico de fondeo regulado. Un campo de boyas implica la ocupación del DPMT y por tanto su implantación deberá cumplir los criterios de utilización del DPMT establecidos en la Ley de Costas que se resumen a continuación:

1. Los usos que tengan especiales circunstancias de intensidad, peligrosidad o rentabilidad y los que requieran la ejecución de obras e instalaciones sólo podrán ampararse en la existencia de reserva, adscripción, autorización y concesión, con sujeción a lo previsto en esta Ley, en otras especiales, en su caso, y en las normas generales o específicas correspondientes, sin que pueda invocarse derecho alguno en virtud de usucapión, cualquiera que sea el tiempo transcurrido.
2. Únicamente se podrá permitir la ocupación del dominio público marítimo-terrestre para aquellas actividades o instalaciones que, por su naturaleza, no puedan tener otra ubicación.
3. Previamente al otorgamiento del título administrativo habilitante para la ocupación del dominio público, deberá quedar garantizado el sistema de eliminación de aguas residuales, de acuerdo con las disposiciones vigentes. El posterior incumplimiento de esta obligación dará lugar a la declaración de caducidad del título administrativo y al levantamiento de las instalaciones, sin perjuicio de la sanción que, en su caso, corresponda.
4. En los supuestos de usos que puedan producir daños y perjuicios sobre el dominio público o privado, la Administración del Estado estará facultada para exigir al solicitante la presentación de cuantos estudios y garantías económicas se determinen reglamentariamente para la prevención de aquéllos, la reposición de los bienes afectados y las indemnizaciones correspondientes.
5. La ocupación del dominio público no implicará en ningún caso la cesión de éste, ni su utilización significará la cesión de las facultades demaniales de la Administración del Estado, ni la asunción por ésta de responsabilidades de ningún tipo respecto al titular del derecho a la ocupación o a terceros. El mencionado titular será responsable de los daños y perjuicios que puedan ocasionar las obras y actividades al dominio público y al privado, salvo en el caso de que aquéllos tengan su origen en alguna cláusula impuesta por la Administración al titular y que sea de ineludible cumplimiento por éste.
6. La Administración del Estado conservará en todo momento las facultades de tutela y policía sobre el dominio público afectado, quedando obligado el titular de la ocupación o actividad a informar a aquéllas de las incidencias que se

produzcan en relación con dichos bienes y a cumplir las instrucciones que le dicte.

7. La Administración competente llevará, actualizado, el Registro de usos del dominio público marítimo-terrestre, en el que se inscribirán de oficio, en la forma que reglamentariamente se determine, las reservas, adscripciones y concesiones, así como las autorizaciones de vertidos contaminantes, revisando al menos anualmente el cumplimiento de las condiciones estipuladas, así como los efectos producidos. Dichos Registros tendrán carácter público, pudiendo interesarse las oportunas certificaciones sobre su contenido, y siendo las mismas medio de prueba de la existencia y situación del correspondiente título administrativo. Los cambios de titularidad y de características que puedan producirse deberán reflejarse asimismo en el asiento correspondiente.

## 7.2 Propuesta de tramitación administrativa

### 7.2.1 Propuesta de tramitación de ocupación del DPMT

La ocupación del DPMT requiere la tramitación de un título administrativo en función del organismo público competente y las características del tramo costero a regular tal y como se describe a continuación:

1. **Reserva:** La Administración del Estado podrá reservarse la utilización total o parcial de determinadas pertenencias del dominio público marítimo-terrestre exclusivamente para el cumplimiento de fines de su competencia, siempre que concurran las circunstancias prevenidas en los requerimientos legales de ocupación de esta Ley. La reserva podrá ser para la realización de estudios e investigaciones, o para obras, instalaciones o servicios, incluidos la instalación de fondeos ecológicos. Su duración se limitará al tiempo necesario para el cumplimiento de los fines. En el caso de un campo de boyas el tiempo necesario dependerá del estudio de viabilidad económica-financiera que garantice su sostenibilidad económica. La utilización o explotación de las zonas de reserva podrá ser realizada por cualquiera de las modalidades de gestión directa o indirecta que se determinen reglamentariamente.
2. **Adscripciones:** La adscripción de bienes de dominio público marítimo-terrestre a las Comunidades Autónomas para la construcción de nuevos puertos o sistemas de fondeos asociados a puertos autonómicos de titularidad de aquellas, o de ampliación o modificación de los existentes, se formalizará por la Administración del Estado. La porción de dominio público adscrita conservará tal calificación jurídica, correspondiendo a la Comunidad Autónoma la utilización y gestión de la misma, adecuadas a su finalidad y con sujeción a las disposiciones pertinentes. En todo caso, el plazo de las concesiones que se otorguen en los bienes adscritos, incluidas las prórrogas, no podrá ser superior al plazo máximo de vigencia establecido en la legislación estatal para las concesiones sobre dominio público portuario en los puertos de interés general. A los efectos previstos en el apartado anterior, los proyectos de las Comunidades Autónomas deberán contar con el informe favorable de la Administración del Estado en cuanto a la delimitación del dominio público estatal susceptible de adscripción, usos

previstos y medidas necesarias para la protección del dominio público, sin cuyo requisito aquéllos no podrán entenderse definitivamente aprobados.

3. **Concesiones:** Toda ocupación del DPMT con obras o instalaciones no desmontables por parte de una administración pública autonómica o local estará sujeta a previa concesión otorgada por la Administración del Estado. El concesionario tendrá derecho al uso privativo de los bienes objeto de concesión. El plazo será el que se determine en el título correspondiente, que en ningún caso podrá exceder de setenta y cinco años. El título concesional podrá plantearse por la administración autonómica para campos de boyas en espacios naturales protegidos así como por la administración local para el cumplimiento de sus competencias en gestión y seguridad de playas.
4. **Autorizaciones:** Estarán sujetas a previa autorización administrativa las actividades en las que, aun sin requerir obras o instalaciones de ningún tipo, concurren circunstancias especiales de intensidad, peligrosidad o rentabilidad, y asimismo la ocupación del DPMT con instalaciones desmontables o con bienes muebles. El plazo de vencimiento no podrá exceder de cuatro años. El título de autorización podrá plantearse por la administración autonómica para campos de boyas en espacios naturales protegidos así como por la administración local para el cumplimiento de sus competencias en gestión y seguridad de playas.
5. Los campos de boyas cumplen los criterios de instalaciones desmontables que se describen a continuación:
  - a. Precisen a lo sumo obras puntuales de cimentación, que en todo caso no sobresaldrán del terreno.
  - b. Estén constituidas por elementos de serie prefabricados, módulos, paneles o similares, sin elaboración de materiales en obra ni empleo de soldaduras.
  - c. Se monten y desmonten mediante procesos secuenciales, pudiendo realizarse su levantamiento sin demolición y siendo el conjunto de sus elementos fácilmente transportables.

### 7.2.2 Propuesta de tramitación ambiental de la ocupación del DPMT

El procedimiento de evaluación ambiental de proyectos, planes y programas garantiza la prevención de impactos ambientales negativos, previa valoración de la mejor entre diferentes alternativas, incluida la alternativa cero, y el establecimiento de mecanismos de prevención. Este procedimiento legal administrativo está regido por la Ley estatal 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y la Ley 12/2016, de 17 de agosto, de evaluación ambiental de las Illes Balears. Los proyectos de implantación de sistemas de fondeo conllevan una mejora y protección del medio marino. Sin embargo, su localización implica que puedan ser sometidos a evaluación ambiental ordinaria. En este sentido, este tipo de proyectos pueden estar determinados por el anexo 3 de la ley balear, el cual establece los criterios para determinar si un proyecto del anexo 2 se deben someter a evaluación ambiental ordinaria. En particular en el apartado 2 se establece el criterio ubicación de los proyectos: La sensibilidad ambiental de las áreas

geográficas que se puedan ver afectadas por los proyectos considerará teniendo en cuenta los principios de sostenibilidad, en particular: c) La capacidad de carga del medio natural, con especial interés a las siguientes áreas: 2º Zonas costeras y 5º lugares Red Natura 2000.

El principal objetivo del Estudio de impacto ambiental es evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente para que el órgano ambiental pueda formular la declaración de impacto ambiental el cual determinará si procede o no, a los efectos ambientales, la realización del proyecto y, en su caso, las condiciones en las que puede desarrollarse, las medidas correctoras y las medidas compensatorias.

El Estudio de Impacto Ambiental y las medidas ambientales que se adopten en relación a la misma serán una herramienta básica para garantizar que la ejecución de las diversas actuaciones proyectadas se lleve a cabo dentro de unos condicionantes ambientales aceptables y suficientes para la protección y el mantenimiento de los valores naturales que caracterizan el área de estudio.

Para ello, el Estudio de impacto ambiental se elabora en virtud de lo establecido en el Título II, Capítulo II, Sección 1ª de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece la forma en que se realizará la evaluación de impacto ambiental ordinaria. En concreto, el contenido mínimo del Estudio de impacto ambiental incluirá lo establecido en el artículo 35 de la Ley 21/2013 en los términos desarrollados en su anexo VI. Esto es:

- a) *Descripción general del proyecto y previsiones en el tiempo sobre la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.*
- b) *Exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.*
- c) *Evaluación y, si procede, cuantificación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geodiversidad, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.*
- d) *Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.*
- e) *Programa de vigilancia ambiental.*
- f) *Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles.*

Además, conforme al artículo 17.5 de la Ley 12/2016, de 17 de agosto, de evaluación ambiental de las de las Illes Balears, el EsIA incluirá un estudio de incidencia paisajística que identificará el paisaje afectado por el proyecto y preverá los efectos que el

desarrollo del mismo producirá sobre el paisaje, definiendo, en su caso, las medidas protectoras, correctoras o compensatorias de estos efectos.

Finalmente, los proyectos de implantación de fondeos se lleven a cabo en espacios naturales protegidos requieren un estudio adicional denominado evaluación de repercusiones ambientales, en virtud de lo establecido en la Disposición final Segunda: Modificación de la Ley 5/2005, de 26 de mayo, para la conservación de los espacios de relevancia ambiental de las Illes Balears (LECO) relativa a repercusiones ambientales de espacios Red Natura 2000.

En particular, de acuerdo al apartado 3 de la mencionada Disposición que modifica el artículo 39 de la Ley 5/2005 relativa a la Evaluación de Repercusiones establece en su apartado 2 que en el caso de los planes, los programas o los proyectos sujetos a la evaluación ambiental por el hecho de estar ubicados en un lugar Red Natura 2000, antes de la solicitud de inicio de la evaluación ambiental, la dirección general competente en materia de la Red Natura 2000, y como actuaciones previas, determinará si el plan, el programa o el proyecto:

- a) Tiene relación directa con la gestión del lugar Red Natura 2000 o es necesario para su gestión
- b) Puede afectar al lugar de manera apreciable, ya sea individualmente o en combinación con otros planes, programas o proyectos.

Con la finalidad que prevé el apartado anterior, se establece en el apartado 3 que el órgano promotor presentará ante el órgano sustantivo una solicitud sobre si el plan, el programa o el proyecto tiene relación directa con la gestión del lugar o es necesario para su gestión o sobre si puede afectar al lugar de manera apreciable.

A la solicitud se adjuntará una copia del plan, el programa o el proyecto y un documento que contenga, como mínimo, la información siguiente:

- La descripción y la localización del plan, el programa o el proyecto y de todas las acciones susceptibles de producir impactos.
- La descripción del medio afectado,
- Los impactos principales que se prevén sobre el medio ambiente teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.
- Las medidas correctoras o protectoras para minimizarlos.

El órgano sustantivo debe remitir a la Dirección General de Espacios Naturales y Biodiversidad (DGENB) la solicitud y la documentación mencionada, que evaluará las repercusiones del proyecto sobre el espacio protegido y emitirá una resolución que certifica si la actuación afecta de manera apreciable o no (caso que finaliza la evaluación de repercusiones ambientales) en el espacio Red Natura 2000.

De acuerdo con el artículo 39.6 de la Ley 5/2005, si la resolución certifica una afección apreciable, la DGENB lo comunicará al órgano sustantivo, y se ha de instar al promotor a presentar ante el órgano sustantivo, la solicitud de inicio de evaluación ambiental, de

acuerdo a las previsiones de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y la Ley 12/2016 de 17 de agosto, de evaluación ambiental de las Islas Baleares.

### **7.3 Propuesta técnica para la tramitación administrativa**

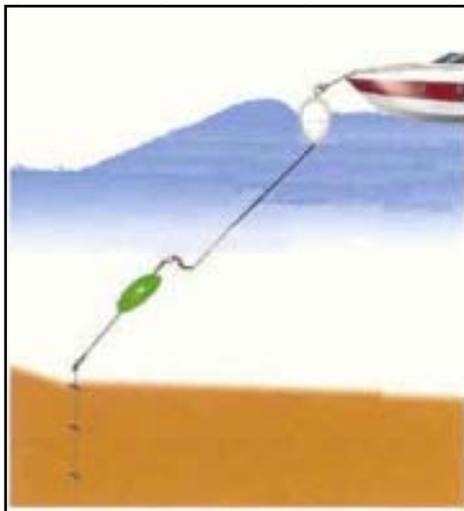
#### **7.3.1 Propuesta técnica general**

La Administración General del Estado a través de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa resolverá la ocupación del DPMT de un campo de boyas de acuerdo a un proyecto básico que deberá entregar el organismo público promotor. En el proyecto básico se fijarán las características de las instalaciones, la extensión de la zona de DPMT a ocupar o utilizar y las demás especificaciones que se determinen reglamentariamente. Con posterioridad y antes de comenzarse las obras, se formulará el proyecto de construcción, sin perjuicio de que, si lo desea, el petionario pueda presentar éste y no el básico acompañando a su solicitud. El proyecto básico se acompañará un estudio económico-financiero, cuyo contenido se definirá reglamentariamente, y el presupuesto estimado de las obras emplazadas en el DPMT. El proyecto básico deberá cumplir los siguientes criterios básicos:

1. Los proyectos se formularán conforme al planeamiento que, en su caso, desarrollen, y con sujeción a las normas generales, específicas y técnicas que apruebe la Administración competente en función del tipo de obra y de su emplazamiento.
2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta. Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra, en la forma que se determine reglamentariamente.
3. El proyecto de fondeos deberá comprender un estudio básico de la dinámica litoral, referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas.
4. La tramitación de los proyectos de la Administración del Estado se establecerá reglamentariamente, con sometimiento, en su caso, a información pública y a informe de los Departamentos y Organismos que se determinen. Si, como consecuencia de las alegaciones formuladas en dicho trámite, se introdujeran modificaciones sustanciales en el proyecto, se abrirá un nuevo período de información.
5. La aprobación de dichos proyectos llevará implícita la necesidad de ocupación de los bienes y derechos que, en su caso, resulte necesario expropiar. A tal efecto, en el proyecto deberá figurar la relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados, con la descripción material de los mismos.
6. La necesidad de ocupación se referirá también a los bienes y derechos comprendidos en el replanteo de proyectos y en las modificaciones de obra que puedan aprobarse posteriormente, con los mismos requisitos señalados en el apartado anterior.

### 7.3.2 Propuesta técnica específica de anclajes ecológicos

En este apartado se describen los requisitos técnicos de un sistema de fondeo ecológico. Un sistema de fondeo está constituido por la boya donde se amarra la embarcación, el sistema de anclaje y el sistema de amortiguación que conecta el anclaje con la boya y que substituye la cadena convencional (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema de Fondeo Ecológico en carga.

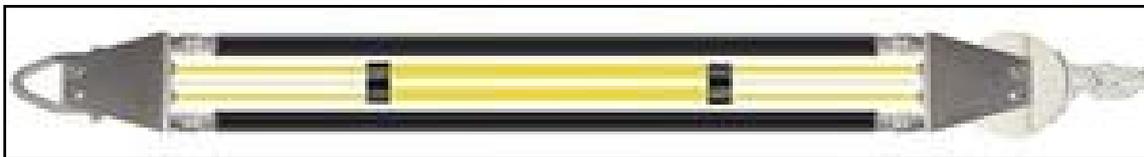
En primer, se enumeran los dos requisitos técnicos generales que se deberán tener en cuenta para la instalación de un sistema de fondeo ecológico:

- Se considerará una pendiente de cálculo del sistema de fondeo de 45º.
- Se dimensionarán los sistemas de fondeo para solicitaciones de oleaje de cálculo, viento y cargas dinámicas.

Así mismo, los requisitos técnicos de los elementos del sistema de fondeo se describen a continuación:

- Boyas: se emplearán boyas de bajo impacto visual.
- Sistema de amortiguación: se dispondrán elementos amortiguadores tipo SeaFlex o equivalentes para minimizar las cargas dinámicas sobre el fondeo. El elemento amortiguador sustituye a las cadenas convencionales evitando el arado y erosión de las praderas de fanerógamas posibilitando su recuperación (Figura 4).
- Anclaje: se seleccionará el anclaje en función del substrato marino substituyendo al lastre de hormigón convencional para minimizar el impacto sobre el lecho marino:
  - Anclaje ecológico tipo "manta ray", JLD o similar en substratos arenosos.
  - Taco químico en emplazamientos en los que aflore la roca.

- Anclaje tipo biotopo: en aquellos emplazamientos en los que la potencia de arena no sea suficiente para cubrir la longitud de los anclajes y demasiado grande para ejecutar un anclaje químico en roca, o cuando la roca no resulte competente estructuralmente.



**Figura 4.** Amortiguador tipo SeaFlex

Finalmente se describen a continuación las características específicas de los anclajes.

**Anclaje tipo "Manta ray", JLD o similar**

- Estos anclajes está constituidos por una placa metálica que se introduce en el fondo por empuje percutido mediante una barra que luego ofrece el punto de anclaje al cabo de fondeo (Figura 5).
- Para un fondo arenoso como el que se encuentra en la bahía (Arena fina floja: sedimentos, arcillas suaves-firmes,...) los sistemas JLD ofrecen capacidades de tracción de hasta 3 Tn.
- Para una embarcación de 15 m de eslora la tracción sobre el fondeo es de unas 2 Tn.
- Para absorber una tracción de 2 Tn es necesario un elemento de anclaje tipo JLD consistente en una placa de 30x30 cm que queda enterrada en el sedimento y un vástago de empuje y anclaje de 2,14 m del cual solamente sobresale del terreno la tuerca de ojo giratoria de conexión al cabo de fondeo.



**Figura 5.-** Anclaje tipo manta ray

### **Anclaje tipo taco químico Harmony Hilty o similar**

- Consiste en el empleo de anclajes ecológicos mediante taco químico tipo Harmony Hilty o similar consistente en una varilla roscada de acero inoxidable embebido en resina de alta resistencia y que luego ofrece el punto de anclaje al cabo de fondeo (Figura 6).
- Para un fondo rocoso como el que se puede encontrar en la bahía (margas, calcáreas y dolomías) los sistemas Harmony Hilty ofrecen capacidades de tracción de hasta 5 Tn.
- Para una embarcación de 15 m de eslora la tracción sobre el fondeo es de unas 2 Tn.
- Para absorber una tracción de 2 Tn es necesario un elemento de anclaje tipo Harmony Hilty o similar consistente en una varilla roscada de acero inoxidable de 340 mm de longitud y 27 mm de diámetro embebido en resina de alta resistencia que queda enterrada en el sedimento del cual solamente sobresale del terreno la tuerca de ojo giratoria de conexión al cabo de fondeo.



**Figura 6.** Sistema de anclaje Harmony Hilty.

### **Anclaje tipo biotopo**

- Consiste en el empleo de un lastre de hormigón adaptado ambientalmente mediante una forma de biotipo artificial, que ofrece el punto de anclaje al cabo de fondeo. Dichos biotopos se instalarán en claros arenosos libres de fanerógamas marinas (Figura 7). El objeto es que la mayor superficie de ocupación del lecho marino se vea compensada por la posibilidad de que en ellos se genere una zona de potenciación del alevinaje y desarrollo de ciertas especies de fauna y flora marina.
- Para absorber una tracción de 2 Tn es necesario un elemento de anclaje tipo biotopo artificial o equivalente consistente en un lastre de hormigón adaptado como biotopo de unas dimensiones de 3,8 Tn en peso seco y 1,95 m<sup>3</sup> de

volumen con unas dimensiones de 1,25x1,25,x1,25 m para embarcaciones de 15 m.

- Para una embarcación de 15 m de eslora la tracción sobre el fondeo es de unas 2 Tn.



**Figura 7.** Anclaje ecológico tipo Biotopo artificial.

## 8 PROPUESTA DE GESTIÓN Y VIGILANCIA DE LA ORDENACIÓN DE FONDEOS

La fuerte presión de la actividad náutica sobre el litoral de la isla de Ibiza implica un sistema de gestión y vigilancia intensivo durante el periodo estival con una dotación adecuada de embarcaciones de gestión y vigilancia para garantizar el cumplimiento de la presente propuesta de ordenación. Se produce una problemática en la vigilancia en función de las características de las diferentes zonas de ordenación. Así, las medidas de vigilancia y gestión se diferencian en dos tipos de tramos costeros de ordenación diferenciado. Por un lado las zonas de fondeo prohibido y fondeo libre condicionado sin fondeo regulado implica la vigilancia de varios tramos costeros con una intensidad baja de frecuentación náutica. En cambio, los tramos costeros con zonas de fondeo regulado están localizadas en zonas de abrigo pero requieren la gestión de una intensidad alta de frecuentación náutica. Por este motivo, se plantea una vigilancia diferenciada para cada uno de los ámbitos de ordenación definidos.

El periodo de la gestión y vigilancia será del 1 de junio al 30 de septiembre. La gestión y vigilancia se podrá realizar mediante una gestión directa por parte de la autoridad pública promotora de la regulación de fondeos o mediante gestión indirecta a través de la contratación a una empresa privada. Las siguientes directrices de gestión y vigilancia se han realizado a partir de las condiciones establecidas por el Govern Balear en los pliegos particulares técnicos para la adjudicación de la gestión de vigilancia de fondeo libre condicionado y campo de boyas en espacios naturales protegidos.

### 8.1 Propuestas de gestión y vigilancia en tramos costeros de fondeo prohibido y libre condicionado

#### 8.1.1 Objetivos de gestión y vigilancia

La gestión y vigilancia en tramos costeros con zonas de fondeo prohibido y fondeo libre condicionado sin fondeo regulado debe cumplir los siguientes objetivos:

1. Informar de la prohibición de fondeo sobre Posidonia y la autorización de fondeo libre condicionado sobre fondos arenosos.
2. Dar el servicio de asistencia al fondeo y desfondeo para grandes embarcaciones (esloras entre 15 m a 110 m) en las zonas de anclaje libre condicionado, Este servicio se prestara siempre que las condiciones climatológicas lo permitan, para poder garantizar que no se produzca el garreo de anclas ni cadenas sobre las praderías de Posidonia, para lo cual se tendrán que prever las correspondientes distancias de seguridad del fondeo en las praderas de Posidonia para evitar su degradación.
3. Dar servicio de asistencia al fondeo y desfondeo con buceadores profesionales para asistir al fondeo de embarcaciones de grandes esloras cuando no se pueda determinar con exactitud sí el ancla y/o cadena puede caer o afectar la Posidonia o bien en casos de emergencia u otras circunstancias que determinen que se necesaria una inmersión.
4. Dar aviso a los Agentes de la Autoridad (Guardia Civil, Agentes de Medio Ambiente, etc..) sobre las posibles irregularidades que se puedan derivar de los

fondeos no permitidos, vertidos de líquidos o residuos, etc., que puedan dañar a las praderas de fanerógamas.

### 8.1.2 Medios materiales y humanos de gestión y vigilancia

La consecución de los trabajos de vigilancia en zonas de fondeo prohibido y libre condicionado requiere los siguientes medios materiales y humanos de vigilancia:

#### Medios materiales:

1. Disponer de un mínimo de una embarcación adecuadas para llevar a cabo las tareas para tramos costeros incluidos en una distancia máxima de 5 millas.
2. Cada embarcación y por cuenta del adjudicatario, llevara una cámara fotográfica digital, un GPS portátil y un smartphone o tablet o PDA, o sistema análogo de servicio de telefonía y conexión a Internet, configurado para poder recoger todos los datos de fondeos realizados así como para enviar las incidencias a las autoridades públicas competentes.

#### Medios humanos:

1. Dos equipos de trabajo con una jornada de 6 horas.
2. 1 Patrón cualificado y titulado para tripular y mantener las barcas de vigilancia, además de patrones de sustitución (para cubrir el descanso establecido legal o convencionalmente, los días libres y las bajas).
3. 1 Tripulante acompañante por barca necesario con titulación adicional de buceador profesional para las maniobras asistencia al fondeo y desfondeo las grandes embarcaciones. La titulación de buceador tendrá que ser alguna de las siguientes: buzo profesional de pequeña o media profundidad, buceador profesional de segunda o segunda restringida o equivalente.

### 8.1.3 Operativa y trabajos de gestión y vigilancia

A continuación se define los principales requisitos de la operativa de vigilancia:

1. El periodo de trabajos de vigilancia será del 1 de junio de mayo al 30 de septiembre.
2. El trabajo se dividirá en dos jornadas de trabajo: de 8 a 14 horas y de 14 a 20 horas.
3. El equipo de trabajo deberá estar localizado telefónicamente durante la jornada de trabajo y responder en un plazo máximo de 3 horas.
4. Se elaborará un plan de trabajo al inicio de la temporada de vigilancia.

Los trabajos de vigilancia deben incluir los siguientes la consecución de los siguientes resultados:

1. Inventario diario de barcos fondeados con la siguiente información: fecha, localización, nombre, eslora, bandera, matrícula, tipo de barco, necesidad de asistencia y fotografía.

2. Inventario de incidencias que se produzcan con la siguiente información: localización, nombre, eslora, bandera, matrícula, tipo de barco, necesidad de asistencia, tipo de incidencia, actuaciones realizadas y reportaje fotográfico.
3. Elaboración de memoria final con todos los datos recogidos, análisis estadístico, reportaje fotográfico, cartografía de fondeos en formato QGIS y propuestas de mejora.

## 8.2 Propuestas de gestión y vigilancia en tramos costeros de fondeo regulado

### 8.2.1 Objetivos y medios de gestión y vigilancia

#### *Objetivos*

La gestión y vigilancia en tramos costeros de fondeo regulado se rige por los siguientes objetivos:

1. Realizar todas las tareas de montaje, desmontaje y mantenimiento necesarios para el perfecto funcionamiento de las boyas, líneas y puntos de fijación, por los 12 campos de boyas establecidos. El número de boyas son concretamente 580 unidades. Este mantenimiento se hará, de prevención en invierno y de urgencia en el verano (con margen máximo de 24 horas).
2. Informar y vigilar a las embarcaciones que quieran amarrar en las zonas de fondeo donde se encuentran las boyas y las zonas próximas dentro del tramo costero regulado, con el fin de preservar las praderas de fanerógamas marinas.
3. Dar el servicio de amarre y desamarre de embarcaciones en los fondeos previstos, incluyendo el servicio de cobro in situ y online por el servicio de fondeo.
4. Dar el servicio de amarre y desamarre con función social y turismo de buceo.
5. Señalizar e informar sobre las características de las zonas de fondeo regulado para que las embarcaciones puedan llevar a cabo buenas prácticas.
6. Sensibilizar sobre la importancia de la posidonia y las medidas para reducir los impactos sobre las praderas.

#### *Medios materiales y humanos de gestión y vigilancia*

Para alcanzar esta tarea, el responsable de la gestión del campo de boyas deberá aportar los medios materiales y humanos necesarios. En cada campo, será en todo momento al menos una embarcación con tripulación desde las 11:00h hasta las 19:00h. A continuación se describe con más detalle los medios materiales y humanos necesarios

#### Características de Embarcaciones y otros medios materiales:

- o Eslora: 4 metros
- o Manga: 2 metros
- o Calado: 0,5 metros
- o Velocidad de crucero: 12 nudos

- Flotadores neumáticos y casco rígido
- Radio VHF
- Lona solar
- Bomba de achique
- Cámara fotográfica digital.
- PDA, tableta electrónica o teléfono con acceso a Internet, para la recogida y envío de cualquier incidencia.

#### Medios humanos:

- Será necesario el personal cualificado y titulado para tripular y mantener las barcas de vigilancia, además de los patrones de sustitución (para cubrir los días libres y las bajas) y los buceadores profesionales para la instalación de las boyas.
- El número de tripulantes por barco será la necesaria para vigilar cada campo de boya, durante los 122 días estivales y los buceadores, el número que contemple la ley, por el tipo de inmersiones a realizar, por el montaje, desmontaje y mantenimiento de las boyas.
- Cada barca de vigilancia llevará, como mínimo un patrón con la titulación profesional necesaria para el manejo de las embarcaciones (Patrón de tráfico interior, patrón portuario o patrón de cabotaje, mariner de puente, similares o superiores, según sea necesario, en la zona donde tiene que trabajar y necesario para el despacho de las embarcaciones a Capitanía Marítima) y la experiencia justificada con el tipo de barca en la que tiene que trabajar.
- Los Patrones de las embarcaciones deberán conocer perfectamente el manejo del GPS.

### **8.2.2 Trabajos previos recuperación ambiental del fondo marino**

En primer lugar, se ejecutará la retirada de todos los trenes de fondeo, embarcaciones hundidas y todo tipo de residuos existentes en los fondos. Para ello, se deberá realizar de acuerdo a la inspección submarina prevista en la redacción del proyecto de diseño de campos de boyas. Se pueden encontrar los siguientes elementos náuticos:

- Lastres y trenes de fondeo en distintos estados de conservación.
- Embarcaciones hundidas.
- Otros tipos de residuos contaminantes dispersos por la zona de fondeo.

Además, cuando existan embarcaciones locales, antes de la ejecución de la instalación de fondeos se contactará con los armadores de las embarcaciones fondeadas durante todo el año en los fondeos existentes para instarles a la retirada de las embarcaciones. Las embarcaciones retiradas podrán ser albergadas temporalmente en las instalaciones náuticas de los puertos más cercanos.

### **8.2.3 Instalación de los campos de boyas**

La instalación de los campos de boyas se realizará teniendo en consideración las esloras de las embarcaciones tal y como se establece en la siguiente tabla.

| Nº    | NOMBRE                     | Eslora pequeña (<8m) | Eslora media (15 - 8 m) | Grandes esloras (> 15m) |
|-------|----------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1     | Talamanca                  | 30                   | 51                      | 17                      |
| 2     | Ses Salines                | -                    | -                       | -                       |
| 3     | Cala Jondal                | 20                   | 35                      | 14                      |
| 4     | Es Porroig - Es Torrent    | 31                   | 37                      | 13                      |
| 5     | Cala Vedella               | 36                   | 31                      | 3                       |
| 6     | Bahía de Sant Antoni       | 41                   | 33                      | 15                      |
| 7     | Coves Blanques - Cap Blanc | 2                    | 5                       | 6                       |
| 8     | Punta Galera - Cala Salada | 0                    | 11                      | 0                       |
| 9     | Port de San Miquel         | 16                   | 20                      | 6                       |
| 10    | Benirrás                   | 12                   | 9                       | 6                       |
| 11    | Portinatx                  | 36                   | 6                       | 10                      |
| 12    | Bahía de Santa Eularia     | 15                   | 13                      | 0                       |
| TOTAL |                            | 239                  | 251                     | 90                      |

**Tabla 3.** Distribución de boyas en función de esloras de las embarcaciones

Las características de los fondeos ecológicos a instalar deberán cumplir las especificaciones técnicas de la presente propuesta de ordenación. La instalación del campo de boyas implicará los siguientes trabajos

- Realizar todas las tareas de montaje, desmontaje y mantenimiento necesarios para el perfecto funcionamiento de las boyas, líneas y puntos de fijación. Este mantenimiento se hará de prevención en invierno de urgencia en verano (con margen máximo de 24 horas).
- Preparación de las boyas y los elementos auxiliares necesarios, y llevarlas a los puntos de amarre correspondientes.
- Georreferenciar durante el momento del desmontaje de los fondeos para poder facilitar la instalación la temporada siguiente.
- Señalar las boyas con una pegatina explicando las condiciones del fondeo y proponiendo un teléfono de contacto.
- El responsable de la gestión deberá instalar una boya informativa en cada campo de boyas indicando al menos, las obligaciones relacionadas con el fondeo en las zonas reguladas y las sanciones en caso de incumplimiento.
- El responsable de la gestión y vigilancia será el responsable del mantenimiento, reparación y la guarda y custodia de todo el material depositado. Por ello, deberá garantizar que todo el material está en perfecto estado de conservación para su uso. Si se detecta de cualquier daño que requiera su sustitución, el responsable deberá asumir este cambio.
- Deberá realizarse una reposición inmediata de las boyas que se pierdan o sufran alguna rotura parcial o total con un margen máximo de 24 horas.

- Por seguridad, se realizarán al menos tres pruebas de carga para cada tipo de anclaje reubicado (muerto de hormigón, taco químico o hélice) en cada campo, sobre los anclajes ya reubicados, para determinar la carga máxima admisible. En caso de que la prueba de carga no llegue a las especificaciones mínimas de uso, que se definen por un viento de 16 nudos y una eslora máxima según el color de la boya, el adjudicatario deberá definir las nuevas condiciones mínimas de uso para los anclajes existentes y reubicados.

#### 8.2.4 Vigilancia y gestión

##### *Vigilancia*

La vigilancia del campo de boyas se llevará a cabo considerando las siguientes trabajos

- El responsable de la gestión del campo de boyas informará y vigilará a las embarcaciones que quieran amarrar en las zonas de fondeo donde se encuentran las boyas y las zonas próximas dentro de los tramos costeros con el fin de preservar las praderas de fanerógamas marinas.
- No se permitirá el amarre de embarcaciones de eslora superior al indicado por el siguiente código de colores:
  - Boya roja: eslora máxima permitida 8 m
  - Boya blanca: eslora máxima permitida 15m
  - Boya amarilla: eslora máxima permitida 25m
- Se podrá informar sobre la normativa vigente y colaborará con los diferentes agentes, vigilantes o técnicos de las zonas donde se actúa.

El vigilante deberá controlar que no se produzcan las siguientes situaciones, las cuales no están permitidas en los campos de boyas:

- Fondeo sobre praderas de fanerógamas marinas
- Fondeo entre las boyas, aunque sea fondo arenoso y los corredores de entrada y salida de los campos de boyas.
- No respetar las especificaciones técnicas del uso de las boyas, es decir superar parámetros de eslora y fuerza de viento admitidos para cada tipo de boya, especial cuidado con los calados.
- Abarloar una o más embarcaciones en el barco que ocupa una boya.
- Vaciado de tanques y cumplimiento obligatorio de la normativa sobre aguas negras.
- Cualquier maniobra imprudente que ponga en peligro los barcos cercanos o la lancha de vigilancia.

En el caso de incumplimiento de estas, se le pedirá a la embarcación causante que rectifique explicando las razones y siempre con buenas maneras, si se niega, se activará el protocolo de vigilancia de la zona e indicarán las características de la embarcación, matrícula, etc. en las fichas de incidentes.

Si hubiera alguna embarcación que descuida las normas en cuanto al amarre de las boyas, es decir que tiene mal amarrada la embarcación, término insuficiente o cualquier otra deficiencia que pueda suponer un peligro, el patrón de vigilancia se lo comunicara a la tripulación de la embarcación, en caso de no hacer caso de los consejos, se realizará una foto de la parte que supone un peligro (nunca a las personas) indicándoles que no nos hacemos responsables de los daños que puedan derivarse de esta negligencia. En el caso de presunta infracción, se solicitará la asistencia de un agente de la autoridad.

### **Establecimiento de tarifas**

El responsable del campo de boyas está obligado a dar el servicio de amarre y desamarre de embarcaciones en los fondeos previstos, incluyendo el servicio de cobro *in situ* por el servicio de fondeo. Las tarifas se registrarán por el estudio económico-financiero del proyecto básico de ejecución de cada campo de boyas. En cualquier caso no podrán ser en ningún caso superiores a las que se especifican a continuación:

| ESLORA         | 0-8 m | 8-12 m | 12-15m | 15-20 m | 20-25 m |
|----------------|-------|--------|--------|---------|---------|
| TARIFA (EUROS) | 15    | 24     | 35     | 60      | 120     |

**Tabla 4.** Tarifas máximas diarias en función de la eslora de la embarcación

Además, se reservará un 10% de los fondeos para fondeo social de embarcaciones locales para cada campo de boyas. En este caso el fondeo social está destinado para pequeñas embarcaciones con una eslora máxima de 8 metros. El fondeo social tendrá un precio reducido de 7 euros al día. Además se destinará un fondeo en cada campo de boyas reservado para escuelas de buceo y actividades de turismo de buceo.

### **Reservas online e in situ**

- Se deberá dar servicio de reserva *online* de amarre de embarcaciones en los fondeos previstos, incluyendo el servicio de cobro *in situ* por el servicio de fondeo y pondrá a disposición de navegante información sobre los campos de boyas.
- Se deberá disponer de una página web que incorpore un sistema de pago online por eslora de barcas donde se realice las gestiones necesarias para la gestión de los campos (reservas, cobro on-line, información del estado de ocupación de las boyas, etc.)
- Para el uso de las boyas es obligatoria una reserva, las reservas en el campo de boyas se realizarán hasta las 08:00am del mismo día por página web. Por ayuda telefónica se contará con el número de teléfono del *Call Center*.
- Se autoriza la estancia de 6 noches correlativas y se prohíbe dejar una embarcación auxiliar para mantener la boya ocupada y también el empleo de las boyas como amarre fijo dejando la embarcación abandonada, si se diera el caso se notificará inmediatamente.
- Las embarcaciones que tienen que abandonar la boya, porque ha terminado su tiempo de reserva disponen hasta las 11:00 del día siguiente como máximo para hacerlo. Sólo será posible prorrogar la estancia en ocupación baja.

- El centro de reservas en línea debe disponer de un número de teléfono de ayuda de lunes a viernes.
- Las embarcaciones que hayan realizado una reserva tendrán un justificante o bueno de estancia.
- En el caso de baja ocupación o una embarcación quisiera prorrogar su estancia y hay disponibilidad, el patrón autorizará día a día su prórroga y dejará bloqueada la boya y dará abuelos al *Call Center* estarán informados de esta situación y controlarán que no exista ningún abuso.
- Será necesario tener un *Call Center* de atención telefónica durante todos los días de la temporada de 4 meses, de 1 de junio a 30 de septiembre, para dar información a los usuarios y gestionar las incidencias.

***Toma y gestión de datos:***

- Se establecerá un sistema de recogida y envío de datos durante el periodo de actuación, para tener actualizada en todo momento el empleo de las boyas, que incluye un reportaje fotográfico de las embarcaciones fondeadas y las incidencias producidas.
- Se realizará un informe mensual de fichas. En esta ficha se deben incluir los siguientes conceptos: 1) puerto base; 2) LIC de trabajo; 3) Datos completos del barco amarrado a la boya 4) fechas de empleos; 5) incidencias más relevantes; 6) número de la boya; 7) observaciones, etc.

## 9 PROPUESTA DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL MEDIO MARINO

### 9.1 Evaluación del estado de conservación global

El estado de conservación global de la estructura y función de la pradera de Posidonia se puede determinar según el "Estado de conservación" de las distintas variables estructurales y funcionales de la Posidonia. A continuación se enumeran cada una de ellas (Tabla 5).

| VARIABLES   | INDICADOR                         | FRECUENCIA DE MUESTREO PROYECTO        |
|-------------|-----------------------------------|--|
| Biológicas  | Límites                           | Anual                                  |
|             | Densidad global                   | Anual                                  |
|             | Crecimiento neto                  | Anual                                  |
|             | Blooms de fitoplancton            | Mensual de junio a septiembre cada año |
|             | Presencia de <i>Pinna nobilis</i> | Anual                                  |
| Ambientales | Tasa de sedimentación             | Anual                                  |
|             | Concentración sulfuro             | Anual                                  |
|             | Transparencia agua                | Anual                                  |

Tabla 5. Indicadores de estado de conservación global

La evaluación del estado de conservación global se establece para cada uno los tramos costeros de ordenación de alta y media frecuentación náutica. Así, mismo se debe realizar en un tramo costero de baja frecuentación como nivel de referencia. En los siguientes apartados se describen la evaluación de cada una de los indicadores.

#### 9.1.1 Límites profundos y superficiales

##### *Descripción*

Los límites de las praderas son descriptores sencillos de su distribución y a la vez son indicadores robustos de su estado, ya que, a menudo, los factores de estrés que afectan a las praderas se manifiestan primero en sus límites.

##### *Directrices metodológicas*

Consiste en definir una estación, de unos 100 m de longitud, en el límite profundo de la pradera (si ésta es extensa, pues cuando es pequeña se puede controlar todo su límite). Las estaciones de estos límites se definen a partir de una cartografía georreferenciada reciente, o bien realizando previamente transectos perpendiculares a la costa, hasta encontrar el borde profundo de la pradera. Se ha de marcar la posición de las estaciones con GPS. En estas estaciones, los buceadores nadan a lo largo del límite profundo, anotando la profundidad, con un manómetro de precisión a intervalos regulares (por ejemplo, cada 10 m), y clavando unas estacas permanentes que marquen la posición actual de ese límite. Además, se ha de anotar el tipo de limite (por ejemplo, límite progresivo o regresivo, abrupto o continuo). Para el caso de los límites no abruptos, los buzos deben decidir por adelantado qué van a considerar como límite de

la pradera: la posición del haz individual más profundo encontrado, o la posición donde la cobertura de Posidonia es demasiado reducida como para ser considerada una pradera (por ejemplo, una cobertura menor del 10% de la superficie). En las visitas siguientes se toma nota de la nueva posición del límite de la pradera respecto a cada estaca. Si ha cambiado se coloca otra estaca en la nueva posición (o se cambia de lugar la original), se apunta su nueva profundidad, la distancia lineal a la estaca original y el signo (avance, retroceso) de ese cambio.

La medición de los límites superficiales requiere la medición de la distancia lineal a la costa mediante transectos perpendiculares a la costa a intervalos regulares. No se recomienda instalar hitos para los límites someros porque estas zonas suelen tener una gran presión turística en verano, y es probable que muchos de estos hitos sean arrancados.

Los límites también se pueden controlar utilizando sonar de barrido lateral, combinado con métodos precisos de georreferenciación y ortofotografía. Estos métodos permiten controlar de forma exhaustiva toda la extensión de los límites de las praderas, pero debido al error de georreferenciación son menos sensibles que los métodos in situ.

### **Evaluación**

#### **1. Límites profundos**

- Favorable: la profundidad de la pradera se mantiene estable o aumenta.
- Desfavorable-inadecuado: la profundidad máxima de la pradera ha retrocedido menos de un metro y el límite inferior ha retrocedido una distancia lineal menor o igual a un metro. Esto ya implica que, suponiendo que las condiciones del biotopo volvieran a ser adecuadas inmediatamente, la pradera tardaría en recuperar el límite original una a dos décadas, dado el crecimiento lineal medio de los rizomas horizontales (unos 6 cm/año).
- Desfavorable-malo: la profundidad máxima de la pradera se ha reducido un metro o más o el límite inferior ha retrocedido una distancia lineal mayor que un metro.

#### **2. Límites superficiales**

- Favorable: el límite somero de la pradera se mantiene estable o su profundidad y/o su distancia a la costa emergida disminuyen.
- Desfavorable-inadecuado: la profundidad mínima de la pradera ha aumentado menos de un metro y/o el límite somero se ha alejado de la costa una distancia lineal menor de 1 metro, o la pérdida de pradera es menor del 5% del área total de pradera existente.
- Desfavorable-malo: la profundidad mínima de la pradera ha aumentado más de un metro y/o el límite superior ha retrocedido, alejándose de la costa una distancia lineal de 1 metro o más, o el área total de pradera perdida supera el 5% de la pradera total existente.

### 9.1.2 Densidad global

#### *Descripción*

Se distingue entre densidad fundamental de haces, número de haces por metro cuadrado cuando la pradera tiene un 100% de cobertura (dependiendo de la separación media entre haces y disminuye con la profundidad) y densidad global de la pradera, que se calcula combinando esa densidad fundamental y la cobertura media de la pradera. La densidad de haces (fundamental y global) es el descriptor de abundancia de Posidonia que mejor reacciona a los cambios en las condiciones del agua, como atestigua la disminución exponencial con la profundidad y la luz incidente.

#### *Directrices metodológicas*

En primer lugar, el cálculo de la cobertura media se realiza mediante el método del intercepto lineal. Este método mide la longitud de cinta ocupada por cada sustrato, dividida por la longitud total del transecto, da una estima global del porcentaje de cobertura de cada sustrato en el transecto. Para cada transecto se promedia la medida hecha por cada buzo muestreador. La media de la cobertura de pradera entre los transectos de muestreo representa una estimación de la cobertura global de la pradera en esta estación. Se mide la cobertura en un mínimo de tres transectos. Debido a la gran variabilidad espacial, es deseable que los transectos pasen, en la medida de lo posible, por el mismo lugar en todos los muestreos. Para ello comenzaremos siempre desde el mismo punto, por ejemplo, desde la piqueta que señalice la subestación, y anotaremos el rumbo del transecto, con el fin de repetirlo la próxima vez. Se anotarán también la profundidad del inicio y final de cada transecto. Alternativamente, se puede dejar marcado el transecto mediante piquetas con flotadores flotando por encima del dosel foliar de la pradera. Los transectos deben ir lo más posible paralelos a la costa para mantener la cota de profundidad. El transecto se establece alargando una cinta métrica sobre el fondo entre 10 y 25 m en línea recta, siguiendo el rumbo preestablecido. La cinta se fija por sus extremos mediante pique. Un buzo recorre la cinta desde el inicio tomando nota de la distancia de la cinta a la que se observan los límites de los diferentes sustratos, según su proyección vertical. Si la distancia entre dos haces es suficiente como para introducir sin dificultad el puño del buceador, se considera un cambio de sustrato. Si no, se considera sustrato continuo de Posidonia. Una vez terminado el transecto se desclava la segunda piqueta y se recoge la cinta. Los sustratos que nos podemos encontrar, son, entre otros: pradera de Posidonia (P), mata muerta (MM), mata muerta con caulerpas (MMC), arena (A), roca (R) y roca con caulerpas (RC).

La estimación de la densidad global se realiza mediante el cálculo de la densidad media de haces, medida cuando la cobertura es del 100% (ver procedimiento de medición) y se multiplica por la estima de cobertura media obtenida. La adquisición de datos consiste en la medición de la densidad de haces en manchas de pradera con un 100% de cobertura, evitando en lo posible los claros. Para ello se utilizan marcos pequeños de 20x20 cm<sup>2</sup> (también puede utilizarse uno de los subcuadros del marco de cobertura de 40x40 cm<sup>2</sup>). Se sujetan las hojas de los haces con el antebrazo, con la otra mano se van sacando los haces y contándolos. Se apunta el resultado de cada contaje. Estas mediciones se realizan alrededor del transecto de cobertura descrito antes. Se han de

realizar como mínimo cinco medidas por transecto, con un número mínimo de tres transectos.

**Evaluación**

- Favorable: la densidad global de haces en la estación es normal o alta para su profundidad (tabla 6).
- Desfavorable-inadecuado: la densidad global de haces en la estación es baja para su profundidad (tabla 6).
- Desfavorable-malo: la densidad global de haces en la estación es muy baja para su profundidad (tabla 6)

| Profundidad | Desfavorable - malo - | Desfavorable - inadecuado- | Favorable  |        |
|-------------|-----------------------|----------------------------|------------|--------|
|             | Muy baja              | Baja                       | Normal     | Alta   |
| 1           | < 822                 | 822 - 934                  | 934 - 1158 | > 1158 |
| 5           | < 413                 | 413 - 525                  | 525 - 749  | > 749  |
| 10          | < 237                 | 237 - 349                  | 349 - 573  | > 573  |
| 15          | < 134                 | 134 - 246                  | 246 - 470  | > 470  |
| 20          | < 61                  | 61 - 173                   | 173 - 397  | > 397  |
| 21          | < 48                  | 48 - 160                   | 160 - 384  | > 384  |
| 22          | < 37                  | 37 - 149                   | 149 - 373  | > 373  |
| 23          | < 25                  | 25 - 137                   | 137 - 361  | > 361  |
| 24          | < 14                  | 14 - 126                   | 126 - 350  | > 350  |
| 25          | < 4                   | 4 - 116                    | 116 - 340  | > 340  |
| 26          |                       | < 106                      | 106 - 330  | > 330  |
| 27          |                       | < 96                       | 96 - 320   | > 320  |
| 28          |                       | < 87                       | 87 - 311   | > 311  |
| 29          |                       | < 78                       | 78 - 302   | > 302  |
| 30          |                       | < 70                       | 70 - 294   | > 294  |
| 35          |                       | < 31                       | 31 - 255   | > 255  |

**Tabla 6.** Clasificación de la densidad global (en haces por metro cuadrado) de la pradera según su profundidad (metros).

**9.1.3 Crecimiento neto de la población**

**Descripción**

Dado el lento crecimiento de Posidonia, una pérdida de esta magnitud es ya muy alta y puede requerir décadas para recuperarse. Por esta razón, algunas redes de seguimiento de Posidonia, como la de la Región de Murcia o la de las Islas Baleares han incorporado una estrategia complementaria que permita una detección más temprana de posibles cambios de densidad en la pradera. Esta estrategia consiste en realizar contajes de haces en parcelas fijas y repetirlos anualmente. Se elimina así el ruido debido a la variabilidad espacial de la pradera en la densidad o cobertura, permitiendo detectar

más temprano los cambios en la densidad de haces que puedan obrar en especies de lento crecimiento como Posidonia. Los censos en parcelas fijas, combinados con el marcaje de los haces que hay en la parcela, permiten, además, obtener una imagen más detallada de la dinámica de la población de haces, pues permiten estimar las tasas de mortalidad y de natalidad de haces.

### *Directrices metodológicas*

El crecimiento neto de la población haces se calcula a partir de la diferencia en el número de haces entre dos años de muestreo, consistan éstos en contajes en transectos aleatorios o censos de haces en parcelas fijas. Primero se realiza un test de t para comparar las medias de densidad entre los dos muestreos o censos. Si salen diferencias significativas, entonces se calcula la tasa de crecimiento neto de la población de haces. Se expresa en términos absolutos (haces perdidos o ganados por metro cuadrado y por año) y per capita (año<sup>-1</sup>).

El crecimiento neto absoluto de la población de haces ( $R_{\text{neto}}$  haces m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>) se calcula simplemente como:

$$R_{\text{neto}} = (N_1 - N_0) / \Delta t$$

Donde  $N_1$  es la densidad de haces por metro cuadrado en el último muestreo o censo,  $N_0$  es la densidad de haces por metro cuadrado en el muestreo o censo anterior, y  $\Delta t$  es el tiempo transcurrido, en años, entre los dos censos o muestreos. El crecimiento neto per capita de la población de haces se calcula asumiendo el modelo de crecimiento exponencial para los haces de Posidonia:  $N_t = N_0 * e^{r * t}$ , de modo que la tasa de crecimiento neto de la población ( $r_{\text{neto}}$ , año<sup>-1</sup>), se calcula según la ecuación:

$$r_{\text{neto}} = \ln(N_1/N_0) / \Delta t$$

Donde todos los elementos están definidos como en la ecuación anterior, aunque en este caso no es necesario expresar la densidad inicial y final de haces por metro cuadrado.

### *Evaluación*

- *Favorable*: la densidad de pradera entre dos muestreos en transectos y/o censos en parcelas permanentes ha aumentado o no ha variado significativamente en cada una de las estaciones, de modo que el crecimiento neto de la población de haces no es significativamente inferior a cero. En los transectos y/o parcelas, con dos muestreos anuales o más, el crecimiento neto de la población es positivo, cero o, si es variable, la media interanual del crecimiento neto de la población no es significativamente inferior a cero.
- *Desfavorable-inadecuado*: la densidad de haces entre dos muestreos consecutivos en transectos y/o censos en parcelas permanentes se ha reducido significativamente, entre un 5% y un 10% en la estación. Tras tres muestreos anuales o más, la tasa media de crecimiento neto de la población es negativo, pero no es inferior a  $-0,07$  año<sup>-1</sup> (declive inferior al 7% anual).
- *Desfavorable-malo*: entre dos muestreos anuales consecutivos, la densidad global de haces se ha reducido significativamente un 10% o más en la estación, o

bien, tras tres muestreos anuales o más, la tasa global de crecimiento neto de la población  $r_{\text{neto}}$  es negativa e inferior a  $-0,07 \text{ año}^{-1}$  (declive mayor del 7% anual).

#### 9.1.4 Presencia y abundancia de *Caulerpa* spp. o *Lophocladia lallemandii*

##### **Descripción**

Las algas invasoras del género *Caulerpa* así como la especie *Lophocladia lallemandii* están presentes en el litoral de la isla de Ibiza y son indicadores de una baja calidad del estado de conservación de las praderas de fanerógamas. Las especies de *Caulerpa* son capaces de colonizar los bordes y claros de pradera, así como las áreas de pradera con poca densidad, donde llega suficiente luz a los rizomas, aunque no parecen penetrar en las zonas de pradera densa. Sin embargo, *Caulerpa taxifolia* es capaz de trepar hasta el dosel foliar mediante rizoides compitiendo por la luz con las hojas de *Posidonia*. *Lophocladia lallemandii* crece epífita sobre las hojas y rizomas de *Posidonia* y puede llegar a formar una maraña densa de filamentos, hojas y sedimento, que las hojas de *Posidonia* no logran atravesar. Aunque estas invasiones tienen un carácter estacional (especialmente la de *L. lallemandii*), desapareciendo o reduciéndose su extensión en invierno, bastan para reducir las reservas y el crecimiento de *Posidonia*, e inducir la mortalidad de los haces.

##### **Directrices metodológicas**

Se estima la cobertura de *Caulerpa* spp. y la de *Lophocladia lallemandii*, según la proyección vertical de los frondes sobre el fondo. Además, se explora visualmente el área de la estación (unos 20 m en derredor) por si se encontraran estas algas en alguna zona externa a los transectos. En 3 subcuadros de 20x20 cm<sup>2</sup>, con cobertura del 100% a ser posible, se arranca toda la *Caulerpa* que haya. En otros 3 subcuadros se arranca toda la *Lophocladia lallemandii* que haya. Todo ello, con cuidado de no dejar escapar fragmentos (para incrementar la exactitud de la medida y para evitar que el fragmento colonice otras zonas). Las seis muestras de algas se secan en una estufa a 60 °C durante toda la noche y se pesan.

##### **Evaluación**

- Favorable: no se observa presencia de *Caulerpa taxifolia*, *Caulerpa racemosa* ni de *Lophocladia lallemandii* en la estación.
- Desfavorable-inadecuado: se observa presencia de *C. taxifolia* o *C. racemosa* en la estación, sólo en algunos claros. Las caulerpas no penetran entre los rizomas de la pradera. La biomasa de estas especies es menor de 10 g(ms)/m<sup>2</sup>. Y/o el alga *Lophocladia lallemandii* está presente en la estación, sólo como epífita en los rizomas y hojas de los bordes de los claros de la pradera y no forman estructuras densas sobre el dosel foliar.
- Desfavorable-malo: se observa presencia de *C. taxifolia* y/o *C. racemosa* en la estación. Estas algas penetran entre los rizomas de la pradera y pueden enroscarse a éstos y colonizar el dosel foliar. La biomasa de estas especies es superior a 10 g(ms)/m<sup>2</sup>. Y/o el alga *Lophocladia lallemandii* está presente en la

estación y llega a formar estructuras densas sobre el dosel foliar en los bordes o en las zonas poco densas de la pradera, de 500 cm<sup>2</sup>o mayores.

Aunque *C. prolifera* es una especie no exótica en el Mediterráneo, su proliferación también puede acelerar el declive de *P. oceanica* de la misma forma que con las caulerpas exóticas. Por tanto, para esta especie puede aplicarse la misma tipología de “Estados de Conservación” descritos en este apartado.

### 9.1.5 Blooms de fitoplancton y HABs

#### *Descripción*

Los blooms de fitoplancton comunes durante las épocas de primavera y otoño, donde el crecimiento, debido a las condiciones ambientales se ve favorecido. Cuando estas proliferaciones se producen (fuera de estas épocas de crecimiento) de forma más frecuente que las esperadas, puede ser un indicador de la degradación del ecosistema. Según la concentración de células en el agua, se van a ver afectados varios parámetros como: la turbidez de la columna de agua y la concentración de materia orgánica de la zona que puede producir eutrofización. La eutrofización conlleva un aumento de la producción primaria, pero también significa un aporte de materia orgánica particulada al fondo, que puede interferir y/o modificar la dinámica del bentos y generar problemas de hipoxia. Algunos de los factores que favorecen las denominadas mareas rojas pueden ser: la contaminación de las aguas costeras, el aumento de la temperatura o fenómenos de afloramiento de aguas.

#### *Propuesta metodológica*

Se calculará la aparición y frecuencia de blooms de especies de fitoplancton tóxico fuera de las épocas comunes de crecimiento, primavera y otoño. En el análisis se incluirá el microfitoplancton (>20 µm) y todas las diatomeas, dinoflagelados y euglenofíceas, sin importar su tamaño. Se ha tenido en cuenta no sólo el microfitoplancton, sino también algunas especies de nanoplancton (<20 µm) que pertenecen a estos grupos, que son rutinariamente monitorizadas en aguas costeras y que están relacionadas con la eutrofización. La frecuencia de muestreo será mensual a lo largo de todo el año.

La medición de la abundancia de fitoplancton se realizará mediante muestreo en botellas Van-Dorm; las muestras se conservan en lugol. Conteo con microscopía invertida por el método Utermöhl. Se contabilizará el número de blooms que se dan a lo largo del año.

#### *Evaluación*

Para considerar que una proliferación es un bloom, el umbral mínimo de células de cualquier taxón de fitoplancton será 750.000 células L<sup>-1</sup>. En aguas oligotróficas como en el Mar Mediterráneo, en comparación con otras zonas costeras, se considera 500.000 células L<sup>-1</sup> será el umbral a partir del cual se considera la aparición de un bloom.

### 9.1.6 Presencia de especies clave: *Pinna nobilis*

#### *Descripción*

*Pinna nobilis* es una especie endémica del mar Mediterráneo, donde está ampliamente distribuida. Se la encuentra en fondos de sustrato blando (pero con objetos sólidos a los que agarrarse), desde aguas muy someras hasta 60 m de profundidad (Vicente, 1990), aunque lo más común es que las poblaciones sufran algún tipo de impacto y en numerosas zonas se hayan retirado de los fondos someros, siendo muy difícil localizar individuos a menos de 3 m de profundidad. Su hábitat más común son las praderas de *Posidonia oceanica*, aunque a veces también aparece en praderas de *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* o *Caulerpa prolifera*, especialmente en lagunas litorales con influencia marina, en zonas de mata muerta o en fondos detríticos y de maërl (García-March, 2005). Se encuentra en las costas de Melilla y Chafarinas y en todo el litoral mediterráneo español desde Punta Entinas (Almería) hasta cabo de Creus, incluido el archipiélago balear.

#### *Directrices metodológicas*

Para el censo de nacras en transectos mediante muestreo/remuestreo se mide la densidad de nacras en 3 transectos de 30 m de longitud y 2 m de anchura en cada estación de muestreo. Para ello 2 buceadores extienden una cinta métrica 30 m. Cada buceador recorre un pasillo de un metro de anchura a un lado de la cinta. Cuando observa una nacra, anota su posición y coloca una marca, visible ésta solamente si se detecta la nacra (una piqueta clavada junto al animal, por ejemplo). Puede además tomar medidas del tamaño de su concha según se explica en el siguiente apartado. Una vez recorrido su lado del transecto pasa a recorrer el del otro lado, previamente recorrido por su compañero. En este pasillo encontrará las nacras marcadas por su compañero. Volverá a tomar su posición y sus medidas, recogiendo la marca si no va a hacer un marcaje permanente. Además puede encontrar nacras que su compañero no vió, para las cuales habrá también de medir su posición y, eventualmente, tamaño. El tamaño de la población (N) se establece mediante la fórmula clásica de Lincoln-Petersen:  $N = n_1 n_2 / m$ , donde  $n_1$  son todos los individuos encontrados y marcados en el primer recorrido,  $n_2$  los encontrados en el segundo recorrido y  $m$  los individuos encontrados durante el segundo recorrido y que estaban ya marcados. Esta técnica permite hacer estimas robustas del tamaño de la población en poblaciones con dificultades de acceso (buceo con escafandra autónoma y escondidas entre las hojas de *Posidonia*). Este número se divide por el área de muestreo, que en este caso sería de 60 m cuadrados por transecto, para obtener la densidad de nacras por metro cuadrado.

#### *Evaluación*

Los censos repetidos en la misma localidad permiten estimar de forma cuantitativa si su población de nacras se encuentra en crecimiento, estable o en declive.

### 9.1.7 Tasa de sedimentación total

#### *Descripción*

La tasa de sedimentación total, orgánica y de nutrientes sobre las praderas de *Posidonia* se ha revelado un buen predictor de la estabilidad de estas praderas. Se han podido,

incluso, definir unos umbrales por encima de los cuales la mortalidad de los haces de Posidonia y el declive de la pradera se aceleran.

### ***Directrices metodológicas***

La tasa de sedimentación total se mide en gramos de materia seca por metro cuadrado y por día ( $\text{g(MS)}/\text{m}^2\text{día}$ ). El peso de la muestra de sedimento de cada filtro se divide por tantas veces el área de la boca de los tubos (en  $\text{m}^2$ ) como tubos se hayan utilizado para obtener esa muestra (véase el próximo apartado “procedimiento de medición”). Este valor es dividido por el tiempo que las trampas hayan estado instaladas en el fondo, expresado en días, obteniendo así la tasa de sedimentación total en las unidades requeridas.

Una vez montadas y etiquetadas las trampas de sedimento, se llenan todos los tubos de agua marina limpia, en la superficie y se cierran con los tapones. En cada estación se colocan dos trampas de sedimento de cinco tubos cada una. Los buzos clavan los soportes al fondo y colocan las trampas a la altura del dosel foliar de la pradera, es decir, entre las hojas. Es muy importante no levantar los sedimentos del fondo durante toda la operación, pues aumentaría artificialmente las estimas de la tasa de sedimentación. Una vez instaladas, se quitan los tapones de los tubos y se guardan hasta la recogida de las trampas. Se anota la hora de instalación de las trampas. Entre 24 y 72 horas después (dependiendo de la sedimentación esperada y del tiempo disponible, idealmente al menos 48 horas) se recogen las trampas. Antes de desclavarlas hay que tapar los tubos para evitar la pérdida o contaminación de las muestras. Se anota la hora de recogida. Posteriormente se realiza un análisis de laboratorio siguiendo la metodología estándar.

### ***Evaluación***

- Favorable: la tasa de sedimentación bentónica en la estación es inferior a  $5 \text{ g(ms)}/\text{m}^2 \text{ día}$ .
- Desfavorable-inadecuado: la tasa de sedimentación bentónica en la estación se encuentra entre 5 y  $8 \text{ g(ms)}/\text{m}^2 \text{ día}$ .
- Desfavorable-malo: la tasa de sedimentación bentónica en la estación es superior a  $8 \text{ g(ms)}/\text{m}^2 \text{ día}$ .

Pueden ser actualizados a medida que haya más información y se perfeccionen los modelos de dependencia entre sedimentación y mortalidad de haces de Posidonia.

## **9.1.8 Concentración de ácido sulfhídrico en sedimentos de tipo calcáreo**

### ***Descripción***

La producción y concentración de ácido sulfhídrico es debida a la degradación anaerobia de la de materia orgánica lábil e, incluso, a pequeñas concentraciones, tiene un efecto fuertemente deletéreo en las praderas de Posidonia cuando los sedimentos sobre los que crecen son calcáreos y pobres en hierro.

### ***Directrices metodológicas***

Se sacan tres testigos (4,3 cm de diámetro y 10 cm de profundidad de sedimento) evitando, en lo posible, cortar rizomas y raíces. En las dos horas siguientes, se procesan las muestras de sedimento: bajo una atmósfera anóxica de N<sub>2</sub> se cortan los primeros 10 cm de sedimento (los más superficiales). Siempre manteniendo las condiciones anóxicas, se separa el agua intersticial del sedimento centrifugando las muestras a 3.000 revoluciones por minuto durante 10 minutos. Se recoge el agua intersticial (sobrenadante) de cada una y se fija el ácido sulfhídrico en acetato de zinc. La concentración de ácido sulfhídrico de cada muestra se mide con un espectrofotómetro.

### ***Evaluación***

- *Favorable*: la concentración de ácido sulfhídrico en el agua intersticial del sedimento de tipo calcáreo es inferior a 10 µM/l.
- *Desfavorable-inadecuado*: la concentración de ácido sulfhídrico en el agua intersticial del sedimento de tipo calcáreo es superior a 10 µM/l e inferior a 30 µM/l.
- *Desfavorable-malo*: la concentración de ácido sulfhídrico en el agua intersticial del sedimento de la estación, de tipo calcáreo, es superior a 30 µM/l.

Estos umbrales pueden ser actualizados a medida que haya más información y se perfeccionen los modelos de dependencia entre concentración de ácido sulfhídrico en el sedimento y mortalidad de haces de Posidonia.

## **9.1.9 Transparencia del agua**

### ***Descripción***

La transparencia del agua es, quizá, el parámetro más integrador, robusto y sencillo de medir para indicar la calidad del agua. Aquí proponemos su medición mediante un disco de Secchi, un método sencillo y de uso generalizado para todo tipo de masas de agua.

### ***Directrices metodológicas***

Se hace descender el disco hasta que este no se distinga del fondo. Hay que dar tiempo a los ojos (alrededor de dos minutos) cuando se está cerca del punto de extinción, para que éstos se adapten al nivel de luminosidad. El observador debe tener una capacidad de visión normal y no llevar gafas de sol. A una señal del observador, la persona que está descendiendo el disco marca la profundidad de desaparición colocando una pinza en el cabo al ras del agua en ese momento.

Se hace descender el disco aproximadamente medio metro más y se comienza a cobrar lentamente (ascender el disco). Se marca la profundidad de reaparición del disco colocando otra pinza en el cabo a ras de agua cuando el disco se vuelve a ver.

La profundidad del disco de Secchi será la media entre las distancias de desaparición y reaparición del disco. Para medirla se realiza la siguiente operación: Una vez subido el disco de Secchi a bordo, se hace un bucle con el cabo entre las dos pinzas y se coloca una tercera pinza en el punto del cabo equidistante entre ellas, que se quitan acto seguido. Ésa es la profundidad de Secchi. Se vuelve a plegar el cabo, ahora entre esta

pinza y el disco. Ésta es la mitad de la profundidad del disco de Secchi. Se mide la longitud de este tramo de cabo con una vara graduada al centímetro y se multiplica por 2 para obtener la medida de la profundidad del disco de Secchi.

Se repite toda la operación en la estación una o, idealmente, 2 veces más (tres mediciones) para tomar una estima de la media y el error de la transparencia del agua en la estación.

### **Evaluación**

- *Favorable*: la transparencia del agua determina una profundidad máxima potencial de la pradera que es superior al límite actual de ésta. Además, la transparencia del agua entre dos años no ha variado significativamente o ha aumentado. Además, no existen evidencias de reducción drástica de la transparencia del agua en los últimos veinte años.
- *Desfavorable-inadecuado*: la transparencia del agua entre dos años se ha reducido significativamente pero la profundidad potencial de la pradera es superior o igual a la profundidad del límite profundo de la pradera medido en la última ocasión.
- *Desfavorable-malo*: la profundidad potencial de la pradera, y también la profundidad máxima real, han retrocedido respecto a la profundidad del límite medido en la última ocasión.

#### **9.1.10 Evaluación del estado de conservación global**

La clasificación del estado de conservación global de la estación de la pradera se puede dividir en tres categorías:

- Favorable: todas las variables estructurales y ambientales se clasifican como "favorables".
- Desfavorable-inadecuado: algunas variables estructurales se clasifican como "favorables" y otras como "desfavorable-inadecuado", o todas las variables estructurales se clasifican como "favorables", pero al menos una variable ambiental se clasifica como "desfavorable-malo", o bien más de una variable ambiental se clasifica como "desfavorable-inadecuado".
- Desfavorable-malo: al menos una variable estructural se clasifica como "desfavorable-malo".

## **9.2 Evaluación del estado ecológico**

De acuerdo al Plan hidrológico de les Illes Balears 2015 el control de vigilancia en aguas costeras se realiza mediante la medición de diversos indicadores biológicos y físico-químicos para la evaluación del estado ecológico. Estos elementos y parámetros vienen determinados por la Directiva Marco del Agua. En el presente estudio, se consideran aquellos indicadores para evaluar el medio pelágico y bentónico de Posidonia excluyendo los indicadores relativos al medio bentónico arenoso y rocoso así como sustancias prioritarias contaminantes (metales pesados y contaminantes orgánicos)

dado que la actividad náutica de fondeo ecológico no afecta estos elementos (Tabla 7). La frecuencia de muestreo para cada uno de los indicadores garantiza un seguimiento del estado ecológico igual o mayor que el previsto por la Directiva Marco del Agua. La evaluación del estado de conservación global se establece para cada uno los tramos costeros de ordenación de alta y media frecuentación náutica. Así, mismo se debe realizar en un tramo costero de baja frecuentación como nivel de referencia.

| ELEMENTO DE CALIDAD | INDICADOR   | FRECUENCIA MUESTREO PREVISTA DMA | FRECUENCIA DE MUESTREO PROYECTO |
|---------------------|-------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Fitoplancton        | Chla        | 6 meses                          | 6 meses                         |
| Posidonia           | POMI        | 3 años                           | Anual                           |
| Temperatura         | Temperatura | Trimestral cada 3 años           | Mensual estacional cada año     |
| Salinidad           | Salinidad   | Trimestral cada 3 años           | Mensual estacional cada año     |
| Nutrientes          | FAN         | Trimestral cada 3 años           | Mensual estacional cada año     |

**Tabla 7.** Indicadores para la evaluación del estado ecológico de las aguas costeras

### 9.2.1 Fitoplancton

#### *Descripción*

Para la evaluación de la calidad biológica se considera la biomasa de fitoplancton calculada a partir de su contenido en clorofila a (en adelante clorofila). La clorofila es un pigmento fotosintético mayoritario de los productores primarios que permite hacer una estimación de la biomasa fitoplanctónica. La biomasa fitoplanctónica es un indicador que se utiliza en la mayor parte de las normativas, internacionales y nacionales, relativas a los mares y océanos, siempre relacionada con posibles problemáticas originadas por enriquecimiento de los nutrientes o eutrofización.

#### *Directrices metodológicas*

La metodología a seguir está definida en el mencionado estudio del Govern de les Illes Balears así como en el Protocolo de evaluación del estado ecológico y químico de las aguas costeras de la Agencia Catalana del Agua. Para ello los parámetros a medir son la salinidad y la clorofila (Chl-a). A continuación, se enumeran las principales etapas metodológicas para su correcta aplicación:

1. Obtención de las muestras de campo.
2. Procesamiento de muestras en el laboratorio.
  - a. Extracción de la clorofila a.
  - b. Medida de la concentración de la clorofila a.
  - c. Cálculo de la concentración de la clorofila a.

## Evaluación

En primer lugar se calcula los EQR del campo próximo y del campo mediano de cada masa de agua, dividiendo los valores de referencia de Chl-a correspondientes a los valores medianos de Chl-a:

$$\text{EQR} = (\text{Chl-a referencia})/(\text{Chl-a media})$$

A continuación se debe asignar los niveles de calidad del campo próximo y del campo medio de cada MA, a partir del valor del EQR obtenido según las tablas de evaluación para las diferentes tipologías que se resumen a continuación.

| NIVEL DE CALIDAD | FAN                           |                               |                               |
|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                  | ELEVADA IC<br>(TYPE I UE)     | MODERADA IC<br>(TYPE II UE)   | BAJA IC<br>(TYPE III UE)      |
| Muy bueno        | $\text{EQR} \geq 0,82$        | $\text{EQR} \geq 0,83$        | $\text{EQR} \geq 0,85$        |
| Bueno            | $0,47 \leq \text{EQR} < 0,82$ | $0,54 \leq \text{EQR} < 0,83$ | $0,61 \leq \text{EQR} < 0,85$ |
| Mediocre         | $0,33 \leq \text{EQR} < 0,47$ | $0,40 \leq \text{EQR} < 0,54$ | $0,50 \leq \text{EQR} < 0,61$ |
| Deficiente       | $0,25 \leq \text{EQR} < 0,33$ | $0,33 \leq \text{EQR} < 0,40$ | $0,42 \leq \text{EQR} < 0,50$ |
| Malo             | $\text{EQR} < 0,25$           | $\text{EQR} < 0,33$           | $\text{EQR} < 0,42$           |

Tabla 8. Niveles de calidad fitoplancton

### 9.2.2 Posidonia

#### Descripción

El índice *Posidonia Oceanica Multivariate Index* (POMI) se emplea para la evaluación del estado ecológico de las aguas costeras de las Islas Baleares tal y como está recogido en su planificación hidrológica. La aplicación de este índice se realiza analizando un conjunto de variables relacionadas con la *Posidonia oceanica*. En particular, se enumeran a continuación las variables seleccionadas para aplicar el índice POMI de acuerdo a la metodología establecida en el Estudio de Implementación de la Directiva Marco del Agua en las Illes Balears: Evaluación de la calidad ambiental de las masas de aguas costeras utilizando *Posidonia oceanica*:

- Cobertura
- Contenido en nitrógeno en rizomas.
- Contenido de fosforo en rizomas.
- Abundancia relativa <sup>15</sup>N en rizomas.
- Abundancia relativa de <sup>34</sup>S en rizomas.

#### Directrices metodológicas

La metodología a seguir está definida en el mencionado estudio del Govern de les Illes Balears así como en el Protocolo de evaluación del estado ecológico y químico de las aguas costeras de la Agencia Catalana del Agua. A continuación, se enumeran las principales etapas metodológicas para su correcta aplicación:

1. Muestreo:
  - 3.1. Medida de la densidad y forma de crecimiento de los rizomas
  - 3.2. Medida de la cobertura.
  - 3.3. Toma de muestras y conservación.
2. Procesamiento de las muestras en el laboratorio:
  - 3.1. Medidas morfométricas de las hojas.
  - 3.2. Preparación y conservación de las hojas y rizomas para el análisis.
3. Análisis químico de las muestras:
  - 3.1. Análisis elemental de N y S y determinación de trazas isotópicas.
4. Tratamiento de datos y determinación de los niveles de calidad

### **Evaluación**

Se realiza la clasificación de las masas de agua costeras utilizando el elemento biológico (BQE) *Posidonia oceanica* mediante la metodología definida en el estudio y protocolo mencionados anteriormente. Para ello se establecen como los estados de referencia óptimo y pésimo en masas de agua costeras las estaciones virtuales y se han calculado, respectivamente, promediando para cada variable, las 3 mejores medidas para el estado de referencia óptimo y las 3 peores para el pésimo. El estado de referencia óptimo se ha calculado exclusivamente a partir de los valores medidos en Baleares. En cambio, el estado de referencia pésimo para las masas de agua costeras de Baleares se ha calculado utilizando como estación de referencia de estado pésimo una estación estimada a partir del promedio de los 3 peores valores observados en Cataluña o Baleares para cada variable (para este período, como en el anterior, las tres peores estaciones siempre estaban situadas en la costa catalana). El cálculo se realiza mediante el análisis estadístico denominado Análisis de Componentes Principales. Esta herramienta estadística permite comparar la estación de muestreo de referencia respecto al resto de estaciones de muestreo obtenidas para el resto de masas de agua de las Islas Baleares. Esta ordenación estadística se obtiene mediante la ordenación en dos ejes de coordenadas o componentes en función de los resultados en cada una de las estaciones de muestreo de las 5 variables seleccionadas que caracterizan la *Posidonia oceanica*. De esta manera se posibilita un diagnóstico del estado ecológico mediante la comparación con la estación de referencia óptimo. Se aplica la fórmula del ecological *quality ratio* (EQR) en función de los valores que relacionan las estaciones de muestreo respecto a dos ejes o componentes considerando 0 el valor de la estación pésima y 1 el valor de la estación óptima:

$$EQR' = (Ci_x - Ci_{pésima}) / (Ci_{óptima} - Ci_{pésima})$$

donde:  $Ci_x$  es la puntuación respecto el eje I de la estación;  $Ci_{pésima}$  la puntuación respecto el eje I de la estación con estado pésimo y  $Ci_{óptima}$  la puntuación respecto el eje I de la estación con estado óptimo. Finalmente se escalan los valores EQR' a las 5 clases requeridas para la Directiva Marco de Agua y se corrigen el valor EQR' a EQR siguiendo

los criterios del protocolo de evaluación del estado ecológico de las aguas costeras de la Agencia Catalana del Agua tal y como se recoge en la siguiente tabla.

| EQR                                | NIVEL DE CALIDAD |
|------------------------------------|------------------|
| $0,775 \leq \text{EQR} \leq 1$     | Muy bueno        |
| $0,550 \leq \text{EQR} \leq 0,774$ | Bueno            |
| $0,325 \leq \text{EQR} \leq 0,549$ | Mediocre         |
| $0,1 \leq \text{EQR} \leq 0,324$   | Deficiente       |
| $\text{EQR} < 0,1$                 | Malo             |

**Tabla 9.** Niveles de calidad posidonia

### 9.2.3 Temperatura del agua

#### *Descripción*

Los episodios veraniegos de alta temperatura del agua afectan negativamente al crecimiento y a la supervivencia de Posidonia. En el actual escenario de calentamiento global y de mayor frecuencia de episodios climáticos extremos, la temperatura del agua va probablemente a condicionar de forma cada vez más importante la estabilidad de las praderas. Por tanto, conviene mantener un registro detallado de la temperatura del agua en las praderas que están incluidas en un programa de monitorización.

#### *Directrices metodológicas*

El termómetro registrador provee la temperatura en grados centígrados cada 1 ó 2 horas. A partir de esta serie temporal bruta se obtienen las series de: la temperatura máxima, la mínima y la media diarias, la media y la moda mensual, la máxima y la mínima anuales. Para determinar si se han producido episodios de calor, se mide durante cada verano el tiempo (en días) que la temperatura del agua ha superado la temperatura promedio de los meses cálidos (julio y agosto) en esa zona durante varios años, así como la temperatura máxima registrada. Se recomienda la instalación de un termómetro registrador de temperatura sumergible por localidad, a menos que las condiciones hidrológicas sean iguales, en cuyo caso, bastaría con un aparato para esas localidades. Si la pradera tiene un rango amplio de profundidad, conviene instalar un termómetro registrador en una estación somera (menor de 15 m de profundidad) y otro en una estación profunda (mayor de 20 m de profundidad), ya que el régimen de temperatura varía con la formación de la termoclina durante los meses cálidos. En el campo, el termómetro registrador se ha de colocar a la altura de los rizomas, escondido, pero localizable por los buzos.

#### *Evaluación*

No existe una relación general entre la temperatura absoluta y la mortalidad de la pradera, ya que las praderas de distintas latitudes están probablemente aclimatadas al régimen térmico del lugar. Parece que las praderas de Posidonia son sensibles a los episodios de calor extremo. Se ha estudiado la relación entre la temperatura y la dinámica de la población de haces para una pradera de Posidonia somera (7 m de profundidad) a una latitud media (Mallorca, Islas Baleares). Allí se observó que la mortalidad mensual de los haces aumentaba linealmente con la temperatura media

mensual del agua, un 0,2% por grado centígrado. A pesar de que aún no se saben definir umbrales claros de impacto, recomendamos medir la temperatura del agua por su alto poder diagnóstico: si se registra una ola de calor, en la cual, por ejemplo, el agua ha estado un grado por encima de lo normal durante quince días o más, debemos estar alerta, ya que podemos esperar (o explicar) una mayor mortalidad durante el otoño-invierno siguiente y un crecimiento vertical menor de los haces supervivientes. La probabilidad de la pradera de florecer será más alta, ya que, en esta especie, la floración parece una respuesta al estrés térmico. Además, otras especies de la pradera y de hábitat aledaños probablemente sufrirán también, mientras que el crecimiento de algas invasivas de origen tropical probablemente se vea favorecido.

#### 9.2.4 Nutrientes

##### *Descripción*

La producción primaria va a estar limitada por la concentración de nutrientes, principalmente del nitrógeno y del fósforo; bajas concentraciones de estos limitan sobre todo la producción primaria de organismos fotosintéticos. Los aportes de estos nutrientes pueden ser naturales o de origen antropogénico, externos (aportes atmosféricos o de los ríos) o internos (por sedimentación, resuspensión, difusión, desnitrificación o enterramiento).

##### *Directrices metodológicas*

Las condiciones generales de nutrientes de la masa de agua se determina a partir de los datos superficiales relativos al contenido de agua dulce (calculado a partir del valor de salinidad) y a la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nitratos, nitritos, amonios, fosfatos y silicatos), obtenidos cerca de la línea de costa (campo próximo) y a 1000 metros de la línea de costa (campo mediano).

El nivel de calidad de las condiciones generales de nutrientes se obtiene mediante el índice FAN, que mide el grado de antropización de las aguas costeras y es inversamente proporcional a la calidad de la misma. Esta metodología se basa en el hecho que las aguas costeras están determinadas a las condiciones del continente y con la premisa que únicamente las aportaciones continentales antrópicas o de las embarcaciones fondeadas son las que hacen disminuir su calidad, al alejar las condiciones de los nutrientes de su estado natural. A continuación, se enumeran las principales etapas metodológicas para su correcta aplicación:

1. Obtención de las muestras en el campo.
2. Procesamiento de las muestras en el laboratorio.
3. Tratamiento de los datos y determinación del nivel de calidad.

##### *Evaluación*

En primer lugar se debe calcular el contenido en agua dulce (CAD) y las concentraciones de nutrientes ( $\mu\text{mol/l}$ ) mediante la ecuación:

$$V' = \log_{10}(V+1)$$

Donde V es la variable y V' la variable transformada. A continuación, se calcula el índice FAN para caso mediante las variables transformadas y la ecuación siguiente:

$$FAN = -0,332 * (NO_3^-) + 2,363 * (NO_2^-) + 1,224 * (NH_4^+) + 2,352 * (PO_4^{3-}) - 0,282 * (SiO_4^{4-}) - 0,347 * (CAD) - 0,274$$

Se calcula las medias aritméticas del índice FAN del campo próximo y del campo mediano de las aguas costeras.

$$\overline{FAN} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n FAN_i$$

Finalmente, se asigna los niveles de calidad al campo próximo y campo mediano, a partir del valor del índice FAN obtenido, según la tabla siguiente:

| NIVEL DE CALIDAD | FAN              |                  |
|------------------|------------------|------------------|
|                  | CAMPO PRÓXIMO    | CAMPO MEDIANO    |
| Muy bueno        | FAN ≤ -0,2       | FAN ≤ -0,3       |
| Bueno            | -0,2 < FAN ≤ 0,2 | -0,3 < FAN ≤ 0   |
| Mediocre         | -0,2 < FAN ≤ 0,6 | 0 < FAN ≤ 0,3    |
| Deficiente       | -0,2 < FAN ≤ 1   | -0,3 < FAN ≤ 0,6 |
| Malo             | FAN > 1          | FAN > 0,6        |

**Tabla 10.** Niveles de calidad nutrientes