

# Directrices para la instalación y gestión de arrecifes artificiales en el dominio público marítimo-terrestre

---

COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE ESTRATEGIAS MARINAS

JUNIO 2024



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ASPECTOS GENERALES.....	4
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ARRECIFE.....	7
4. FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO .....	9
5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA ARRECIFAL .....	12
6. INSTALACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ARRECIFALES.....	14
7. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES .....	16
8. MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS O CORRECTORAS.....	17
9. SEGUIMIENTO Y CONTROL .....	18
10. DESMANTELAMIENTO.....	21
11. INFORMES Y AUTORIZACIONES.....	23
ANEXO I. POSIBLES EFECTOS E IMPACTOS NEGATIVOS DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES Y ACCIONES A TOMAR PARA EVITARLOS O MITIGARLOS.....	27
ANEXO II. CARTOGRAFÍA BIONÓMICA.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	34

## 1. INTRODUCCIÓN

Los arrecifes artificiales se han utilizado a lo largo de la historia en diferentes regiones del mundo. Así, en el mar Mediterráneo hace aproximadamente 3.000 años, podría considerarse como arrecife artificial la acumulación de rocas desechadas de las instalaciones usadas en la pesca del atún, que se convertían en un hábitat de agregación de peces. En el s. XVII se utilizaron arrecifes artificiales con escombros de construcción y rocas para el cultivo de algas en Japón, donde tiene su origen el concepto moderno de “arrecife artificial”. Este concepto se extendió a los Estados Unidos de América a principios del s. XIX, utilizándose estructuras de madera frente a la costa de Carolina del Sur para mejorar la pesca y, posteriormente, en muchas otras zonas del mundo (Stone *et al.* 1991).

Más recientemente, los arrecifes artificiales se han utilizado como medida correctora de la degradación de las aguas costeras, pérdidas de hábitats submareales y de la disminución de las poblaciones de peces. Tales arrecifes se colocan en el fondo marino imitando algunas funciones de los arrecifes naturales. Con el tiempo, han venido apareciendo otros usos secundarios para los arrecifes artificiales, como el fomento del turismo (submarinismo, navegación de recreo y pesca), la mejora y la producción de recursos marinos vivos, acuicultura, gestión de la biodiversidad, investigación científica, control de la erosión y estabilización, y defensa de la costa.

El inicio de la instalación de arrecifes artificiales en España data de principios de los años 80 del siglo pasado, aunque se tiene constancia de alguna acción aislada con anterioridad a la que no se le puede dar propiamente el nombre de arrecife artificial al carecer de una metodología y un seguimiento adecuado.

En la actualidad existen numerosos arrecifes artificiales instalados en España, siendo la línea prioritaria de actuación la de los arrecifes artificiales de protección, habiendo resultado mucho más frecuente su instalación en la costa mediterránea frente a la atlántica. La cifra anterior no incluye las embarcaciones que, en un número importante, fueron hundidas en el mar con el fin de crear un arrecife artificial, actuaciones que tanto a nivel nacional como internacional han resultado controvertidas.

El artículo 25 de la Ley 5/2023, de 17 de marzo, de pesca sostenible e investigación pesquera regula un tipo concreto de arrecifes artificiales, los destinados a la protección pesquera.

Los tres Convenios Internacionales para la protección del medio marino de los que España es parte contratante, Convenio de Londres (Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias) y su Protocolo, Convenio OSPAR (Convenio sobre la protección del medio marino del Atlántico Nordeste) y Convenio de Barcelona (Convenio para la protección del mar Mediterráneo contra la contaminación), han mostrado especial preocupación por la posibilidad de que la colocación inadecuada de arrecifes artificiales pudiera utilizarse para legitimar el vertido de desechos u otras materias, que normalmente estaría prohibido de conformidad con esos

tratados. De este modo, han desarrollado directrices específicas para orientar a los países en los procedimientos de autorización o, incluso, para elaborar regulaciones a nivel nacional. Cualquier normativa nacional que se desarrolle debe ser por tanto coherente con los requerimientos de estas directrices.

Así, cabe destacar que las Directrices OSPAR sobre arrecifes artificiales en relación con los recursos marinos vivos (referencia 2012-32) establecen en su apartado 13 que *“Para la construcción de arrecifes artificiales no podrán usarse materiales que constituyan un residuo u otros materiales cuyo vertido al mar esté, de otra manera, prohibido”*. Exactamente el mismo texto se recoge en las Directrices del Convenio de Barcelona (Parte B, apartado 1.1). Cabe interpretar que, por lo tanto, objetos como son los cascos de los buques, aeronaves o plataformas marinas, cuyo vertido al mar está prohibido por el Anexo II del propio Convenio OSPAR o el Protocolo de vertidos del Convenio de Barcelona no deben ser autorizados para la creación de un arrecife artificial.

Además de lo anterior, las citadas directrices establecen que los materiales utilizados en la construcción del arrecife deben ser resistentes al deterioro en el agua del mar (artículo 3.2.2 de las Directrices del Convenio de Londres) y deben soportar las tensiones físicas del medio marino para no romperse (artículo 3.2.1 de las Directrices del Convenio de Londres, artículo 1.2 de las Directrices del Convenio de Barcelona y artículo 4.2 de las Directrices de OSPAR).

Ante la carencia en España de un instrumento normativo específico que regule la instalación y gestión de arrecifes artificiales en el dominio público marítimo-terrestre y la necesidad de clarificar qué puede ser considerado como arrecife artificial y qué otras estructuras (cuyo fondeo en el mar puede ser también legítimo) no deben tener tal consideración, se hace necesario elaborar las presentes directrices.

El artículo 4.2 de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino, establece que el Gobierno podrá aprobar directrices comunes a todas las estrategias marinas con el fin de garantizar la coherencia de sus objetivos, en aspectos tales como:

- a) La Red de Áreas Marinas Protegidas de España.
- b) Los vertidos en el mar.
- c) Los aprovechamientos energéticos situados en el medio marino.
- d) La investigación marina y el acceso a los datos marinos.
- e) La evaluación y el seguimiento de la calidad ambiental del medio marino.
- f) La ordenación de las actividades que se llevan a cabo o pueden afectar al medio marino.

g) La mitigación de los efectos y la adaptación al cambio climático.

Asimismo, el artículo 35.4 de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, indica que para la colocación de materias con la finalidad de instalar arrecifes artificiales, el proyecto deberá tener en cuenta los criterios que reglamentariamente se establezcan.

De igual modo, se tendrá en cuenta lo expuesto en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, en lo que respecta a la biodiversidad marina, y en particular a los artículos 46 (medidas de conservación de la Red Natura 2000), y 57 (prohibiciones y garantía de conservación para las especies incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial).

Siendo la instalación de arrecifes artificiales una de las actividades que, con cierta frecuencia, se vienen produciendo en el medio marino y aun reconociendo que la legislación que puede afectar su regulación es amplia, se considera conveniente que sea el desarrollo normativo de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, el que sirva de base para el desarrollo de las presentes directrices, teniendo en cuenta que muchos de los aspectos necesarios para la regulación de la instalación de arrecifes artificiales debe ser conforme a normas sectoriales diferentes (costas, puertos y navegación, pesca, etc.).

El programa de medidas del segundo ciclo de las Estrategias Marinas de España incluye como medida la elaboración de unas directrices sobre arrecifes artificiales apareciendo como autoridad responsable de la misma la Dirección General de la Costa y el Mar del Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y resultando aplicable a todas las demarcaciones marinas.

Las presentes directrices contienen una descripción de los contenidos básicos de todo proyecto de arrecife artificial, su justificación, los estudios que deben incorporarse en el mismo, los trabajos de seguimiento y control, y las medidas preventivas, mitigadoras o correctoras que, en función de la tipología del proyecto, han de ser incorporados.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### Artículo 1. *Objeto*

Las presentes directrices tienen por objeto el establecimiento de las condiciones aplicables a la redacción de los proyectos de arrecifes artificiales, tanto para su ejecución, seguimiento y retirada, en su caso.

### Artículo 2. *Ámbito de aplicación*

1. Las condiciones establecidas en las presentes directrices serán de aplicación para los proyectos de arrecifes artificiales que sean objeto de solicitud de título habilitante para la ocupación de dominio público marítimo-terrestre, según se define éste por la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas y su modificación por la 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, modificación del mismo, así como para todas aquellas actuaciones destinadas a su levantamiento y retirada del dominio público marítimo-terrestre.

2. Las presentes directrices no serán de aplicación para otras estructuras que, de acuerdo con lo especificado en el artículo 4, no puedan ser consideradas arrecifes artificiales aun cuando de manera parcial, pudieran cumplir funciones similares.

### Artículo 3. *Definiciones*

A efectos de las presentes directrices se entenderá por:

1. *Aguas exteriores*: aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción española, situadas por fuera de las líneas de base, tal y como se contemplan en la Ley 20/1967, de 8 de abril, sobre extensión de jurisdicción marítima a doce millas, a efectos de pesca, y en el Real Decreto 2510/1977, de 5 de agosto, de aguas jurisdiccionales, líneas de base rectas para su delimitación.

2. *Aguas interiores*: aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción española situadas por dentro de las líneas de base rectas.

3. *Aguas costeras*: aguas superficiales situadas hacia tierra desde una línea cuya totalidad de puntos se encuentren a una distancia de una milla náutica mar adentro desde el punto más próximo de la línea de base que sirve para medir la anchura de las aguas territoriales y que se extienden, en su caso, hasta el límite exterior de las aguas de transición.

4. *Aguas de transición*: masas de agua superficial próximas a las desembocaduras de los ríos y que son parcialmente salinas como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce.

5. *Colocación*: instalación intencionada de estructuras o materiales en el dominio público marítimo-terrestre con una finalidad diferente a su mera evacuación y/o abandono.

6. *Demarcaciones marinas*: subdivisiones de las regiones marinas en España, tal y como se definen en el artículo 6.2 de la Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino.

7. *Dominio público marítimo-terrestre*: son bienes de dominio público marítimo-terrestre estatal la ribera del mar y de las rías, el mar territorial y las aguas interiores y los recursos naturales de la zona económica y plataforma continental, según establece el artículo 3 de la Ley 22/1988, de 28 de julio. A esta relación de bienes señalada en el artículo 132.2 de la Constitución se añade otra serie de bienes que también se integran en el dominio público marítimo-terrestre y que se definen en los artículos 4 y 5 de la citada ley.

8. *Estación de muestreo*: punto concreto del dominio público marítimo-terrestre en el que se lleva a cabo la toma de muestras de agua o sedimento.

9. *Material inerte*: aquel que no causa contaminación por lixiviación, meteorización física o química ni actividad biológica.

10. *Módulo arrecifal*: estructura individual que forma el arrecife artificial.

11. *Planes de ordenación del espacio marítimo*: instrumentos de planificación y ordenación tal y como se establecen en el capítulo II del Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo.

12. *Polígono arrecifal*: superficie del fondo marino definida por la disposición de los módulos arrecifales.

13. *Zona arrecifal*: superficie que comprende el conjunto de varios polígonos arrecifales, incluyendo las propias unidades o módulos que lo forman, el espacio libre entre ellos y la columna de agua hasta la superficie sobre dicha área del fondo marino.

14. *Zonas sensibles*: aquellas zonas del dominio público marítimo-terrestre que por sus características naturales o sus usos antrópicos requieran una consideración especial a la hora de planificar la instalación de un arrecife artificial. Comprenden las zonas que contengan hábitats o especies bentónicas incluidas en las directivas europeas o convenios internacionales que resulten de aplicación, así como las especies incluidas en los listados y catálogos de protección tanto autonómicos como nacionales, especialmente en las áreas críticas definidas en los planes de recuperación o conservación de especies bentónicas amenazadas. En referencia a los usos antrópicos, se incluyen zonas de baño, zonas de cultivos marinos, instalaciones de producción de energía, zonas de captación de agua, zonas de interés arqueológico, yacimientos de áridos y las ocupadas por cualquier infraestructura submarina.

#### **Artículo 4. Definición de arrecife artificial**

1. Un arrecife artificial es un conjunto de estructuras constituidas por materiales inertes, colocado deliberadamente sobre el fondo marino con el objeto principal de proteger y/o regenerar la diversidad biológica, los hábitats y los recursos marinos vivos.

2. Para que tenga la consideración de arrecife artificial deberá sustanciarse en un proyecto e incorporar criterios de diseño e instalación más allá de los estructurales.

3. Quedan expresamente excluidas del concepto de arrecife artificial las estructuras instaladas sobre el fondo marino con un objeto diferente a lo establecido en el artículo 4.1, tales como islas artificiales, cables, tuberías, plataformas, embarcaciones y aquellas para la protección de la costa (como por ejemplo diques, espigones o rompeolas), incluso si, ocasionalmente, pueden presentar funciones similares a las de un arrecife natural.

4. La colocación de un arrecife artificial requiere la ejecución de obras e instalaciones que deberán tener el carácter de no desmontable o fijo, con efectos sobre el medio de duración prolongada, salvo en el caso de arrecifes destinados a la investigación científica.

#### **Artículo 5. *El proyecto de instalación de un arrecife artificial***

1. Toda instalación de arrecifes artificiales, así como la modificación o ampliación de zonas arrecifales preexistentes tendrá la consideración de obra marítima y requerirá del correspondiente proyecto, a elaborar de acuerdo con el contenido establecido en la Ley 22/1988, de 28 de julio, y el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, sin perjuicio de lo indicado en estas directrices.

2. En cuanto a los supuestos de modificación de concesiones y autorizaciones de ocupación de bienes de dominio público marítimo-terrestre, se estará a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre.

#### **Artículo 6. *Justificación de la necesidad del arrecife artificial***

1. El acondicionamiento de un área marina mediante la instalación de un arrecife artificial solo cabe ser considerado como un medio para mantener o mejorar el estado ambiental del medio marino, de acuerdo con lo establecido en el artículo 4.1.

2. El promotor del proyecto deberá justificar de manera adecuada la necesidad y propósito de la actuación, estableciendo:

- i. Objetivos del proyecto que se pretende realizar en base a lo establecido en el artículo 4.1, indicando las razones que hacen necesaria la instalación del arrecife artificial.
- ii. La superficie de la zona arrecifal, expresada en metros cuadrados, así como el volumen total ocupado por las estructuras o conjunto de estructuras, en metros cúbicos.
- iii. Diseño y características de los módulos arrecifales a instalar, con plantas, alzados y secciones empleados para su construcción o colocación sobre el fondo marino, así como el tipo de materiales a emplear.
- iv. Caracterización de la zona arrecifal.
- v. Descripción del procedimiento de construcción, transporte e instalación sobre el fondo marino de los módulos que formarán parte del arrecife artificial.

- vi. Evaluación de los efectos potenciales sobre el medio marino y, en concreto, sobre los espacios protegidos y las especies incluidas en las directivas europeas o convenios internacionales que resulten de aplicación, así como las incluidas en los listados y catálogos de protección tanto autonómicos como nacionales.
- vii. Eventuales medidas preventivas, correctoras que se plantean durante la fase constructiva, de instalación y de explotación.
- viii. Plan de vigilancia.
- ix. El tiempo para el que esté proyectado o su “vida útil”.
- x. Descripción del procedimiento de desmantelamiento previsto.

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ARRECIFE

#### **Artículo 7. *Diseño***

1. Se minimizará, en la medida en que resulte técnicamente posible, la superficie ocupada por la zona arrecifal, que deberá estar limitada a aquella que sea estrictamente necesaria para cumplir con los objetivos perseguidos por la actuación.
2. Salvo casos excepcionales que deberán justificarse en el proyecto, los módulos del arrecife artificial deben ser construidos y acopiados en tierra hasta su fondeo en el mar, a menos que consistan exclusivamente en materiales naturales sin modificación alguna.
3. La forma en planta y perfil de cada módulo y polígono arrecifal deberá diseñarse específicamente en función del objetivo que se persiga. Se optará preferiblemente por diseños que se hayan demostrado efectivos en proyectos previos.
4. Dentro de un determinado polígono arrecifal la forma y tamaño de cada uno de los módulos que lo componen podrán ser diferentes, si con ello se incrementa la funcionalidad del arrecife para los fines perseguidos.
5. La configuración vertical de cada módulo arrecifal deberá diseñarse teniendo en cuenta la estabilidad necesaria para evitar cualquier desplazamiento una vez fondeado.
6. Siempre que sea compatible con el objetivo perseguido, el diseño de los módulos arrecifales podrá incorporar la mayor cantidad posible de espacios intersticiales, así como optar por el empleo de superficies rugosas que permita la fijación y/o colonización de organismos marinos, favoreciendo la diversidad biológica.

7. El diseño del arrecife debe ser tal que permita una adecuada circulación del agua evitando su estancamiento en el interior de los módulos o, en el caso de un polígono arrecifal, entre los diferentes módulos que lo conforman.

8. El arrecife artificial debe ser permeable a las corrientes, evitando que ejerza de barrera al flujo y al transporte litoral.

9. El diseño de cada uno de los módulos deberá ser tal que posibilite su retirada. En caso necesario, el módulo se dotará de puntos de anclaje con la solidez suficiente para soportar el peso total de la estructura tanto en el agua como en el aire.

### **Artículo 8. *Materiales***

1. Los módulos arrecifales deben construirse a partir de materiales inertes de origen natural, reutilizado, reciclado o prefabricado.

2. El carácter inerte de los materiales deberá ser evaluado previamente, de acuerdo con los criterios de las *“Directrices específicas revisadas para la evaluación de materiales geológicos inorgánicos inertes”* desarrolladas por el Convenio de Londres.

3. En caso de utilizarse roca natural de origen terrestre, no deberá someterse a procesos químicos que puedan inducir una liberación de contaminantes en el medio marino.

4. Los materiales utilizados deben ser resistentes al deterioro y la rotura en el agua del mar, debiendo mantener durante la vida útil del arrecife su estructura y configuración originales sin modificaciones significativas.

5. Cuando el proyecto incorpore la utilización de materiales que no son empleados normalmente en obras o instalaciones marítimas, deberán incluirse los ensayos o análisis que permitan asegurar su nivel de resistencia o deterioro en el agua del mar.

6. Los materiales utilizados para la instalación de arrecifes artificiales en zonas de alta energía deben ser necesariamente pesados con objeto de que puedan mantener su configuración de diseño.

7. Para la construcción de arrecifes artificiales no podrán utilizarse materiales que, de manera individual, constituyan residuos u otras materias cuyo vertido o colocación en el mar esté prohibido por la legislación estatal o autonómica que resulte de aplicación.

### **Artículo 9. Estabilidad**

1. Se deberá asegurar que todos y cada uno de los módulos que constituyen el arrecife sean lo suficientemente estables, sin producirse desplazamientos una vez colocados.
2. Excepcionalmente podrá admitirse el empleo de mecanismos de anclaje al fondo marino de las estructuras que constituyen el arrecife artificial. En estos casos el análisis geotécnico al que se refiere el artículo 16.1.v deberá complementarse con un estudio para asegurar la estabilidad de los anclajes y/o cimentaciones proyectados.
3. Todo proyecto debe incorporar una evaluación adecuada de la estabilidad del arrecife artificial frente a los efectos del oleaje, las corrientes marinas y las mareas. A efectos de cálculo, se considerará la altura de ola correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Con los parámetros de diseño de las estructuras propuestos y los materiales empleados, se calculará el riesgo de que se fracturen o se desplacen. En caso de que el proyecto incluya módulos arrecifales de diferentes diseños o materiales, el estudio deberá contemplar por separado cada uno de los mismos.

## **4. FACTORES A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO**

### **Artículo 10. Consideraciones generales**

1. Únicamente podrá autorizarse la instalación de un arrecife artificial cuando se tenga un conocimiento suficiente del entorno local y, de manera particular, de las características físicas, químicas y ecológicas de la zona, que servirá para determinar si el arrecife puede cumplir sus objetivos y para evaluar los efectos que podría originar en el medio marino.
2. Asimismo, se deberá considerar la existencia de otros usos y actividades en la zona, teniendo en cuenta el plan de ordenación del espacio marítimo de la demarcación marina correspondiente.

### **Artículo 11. Factores físicos**

1. Los factores físicos a considerar incluirán el oleaje, las corrientes marinas y las mareas existentes en la zona, junto con la topografía y naturaleza del fondo marino, así como los procesos costeros, con especial atención al transporte sedimentario.
2. Se seleccionarán preferentemente fondos con una capacidad portante adecuada para soportar la masa de las estructuras sin que se produzcan hundimientos no previstos de las mismas en el terreno o su deslizamiento o desplazamiento.
3. Se descartarán aquellas zonas en las que la pendiente del fondo marino sea tal que no permita asegurar la estabilidad de las estructuras frente a los desplazamientos laterales o incrementa el riesgo

de vuelco de la estructura. Se descartarán aquellas zonas donde la pendiente del fondo marino resulte superior a 5° (Yoshimuda & Masuzawa, 1982).

4. En función del régimen de oleaje, corrientes y mareas existentes, se descartarán aquellas zonas en las que exista un transporte activo de sedimentos que pueda provocar un enterramiento significativo de las estructuras o parte de las mismas que derive en la pérdida de su operatividad o pueda originar fenómenos erosivos en su entorno.

5. En ubicaciones situadas a una distancia inferior a 200 metros respecto al límite exterior de cualquier zona de baño, la profundidad mínima de colocación deberá ser tal que se cuente con un resguardo mínimo de 2 metros de lámina de agua en cualquier estado de la marea.

6. La profundidad de instalación del arrecife debe ser tal que en ningún caso constituya un obstáculo para la navegación.

7. La profundidad máxima a la que se podrá colocar un arrecife artificial será aquella a la que los medios técnicos existentes permitan, de manera normal, retirar o modificar las estructuras instaladas en caso necesario. Asimismo, dicha profundidad máxima deberá ser tal que resulte factible la realización de las operaciones incluidas en el programa de vigilancia ambiental establecido de acuerdo con el apartado 9 de las presentes directrices.

#### **Artículo 12. *Calidad del agua***

1. Salvo en el caso de experimentación científica, se descartarán aquellas zonas en las que la turbidez del agua sea superior a 12 NTU un 30% del tiempo.

2. La proximidad de la zona a fuentes de contaminación como pudieran ser vertidos de aguas residuales urbanas o industriales, o puntos de vertido de material dragado pueden originar una acumulación de contaminantes en los organismos que se asienten sobre las estructuras arrecifales. En estos casos, salvo para experimentación científica, se descartarán tales zonas.

#### **Artículo 13. *Calidad del sedimento***

1. El estudio de la calidad del sedimento deberá poner de manifiesto que los materiales del fondo de la zona propuesta pueden ser clasificados como de categoría A o categoría B, de acuerdo a las *Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre*. La colocación de módulos arrecifales podrá realizarse sobre sedimentos clasificados como de categoría C de acuerdo a las anteriores Directrices, para los que se hubiera justificado de manera adecuada el origen geoquímico de todos aquellos metales o arsénico que hubiesen superado el nivel de acción C y siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en el artículo 27.4 (a-c) de dichas Directrices.

2. Excepcionalmente, podrán autorizarse arrecifes para investigación científica sobre fondos muy contaminados cuando el objeto de los estudios experimentales a realizar corresponda a aspectos relacionados con los efectos biológicos de un determinado contaminante presente en los sedimentos de la zona de instalación.

#### **Artículo 14. Factores a considerar en zonas sensibles**

1. En general, los arrecifes artificiales no deberán ser colocados sobre zonas que contengan hábitats o especies bentónicas incluidas en las directivas europeas o convenios internacionales que resulten de aplicación, así como las especies bentónicas incluidas en los listados y catálogos de protección tanto autonómicos como nacionales, ni en las áreas críticas definidas en los planes de recuperación o conservación de estas especies.

2. Cuando se proyecte la instalación de un arrecife artificial en las proximidades de una zona sensible, se deberá dejar una distancia de amortiguamiento de amplitud suficiente para su protección frente a posibles desviaciones sobrevenidas sobre lo proyectado. La anchura de dicha zona deberá estimarse caso por caso en función de las características locales, considerando especialmente las modificaciones en el transporte sedimentario en el caso de la existencia de praderas de fanerógamas, y deberá tener, como mínimo, 50 metros.

3. Para el caso específico de existir arrecifes naturales en la zona de instalación, al objeto de evitar la dispersión de las especies y la competencia por los recursos, la distancia mínima entre los mismos y los módulos más cercanos deberá ser de 800 metros (Chang, 1985).

#### **Artículo 15. Otros factores a considerar en la selección del emplazamiento**

Con carácter general deberán tenerse en cuenta para seleccionar el emplazamiento más adecuado los siguientes factores, de manera que se eviten o minimicen los posibles conflictos o interferencias con los mismos:

- Distancia a la costa más cercana.
- Zonas de desove y de cría.
- Rutas de migración conocidas de peces, tortugas marinas o mamíferos marinos.
- Zonas de protección pesquera en base al artículo 21 de la Ley 5/2023, de 17 de marzo, y, en particular, reservas marinas de interés pesquero.
- Zonas destinadas a la pesca de recreo y comercial.
- Rutas de navegación marítima, fondeaderos o canales de acceso a los puertos.
- Zonas de vertido de aguas residuales urbanas, industriales o plantas desaladoras.
- Infraestructuras submarinas (cables, tuberías, otras estructuras).
- Patrimonio arqueológico subacuático.

- Zonas de cultivos marinos.
- Zonas permanentes de ejercicios militares, señaladas por el Instituto Hidrográfico de la Marina, en sus derroteros, cartas y avisos a los navegantes.
- Zonas de seguridad de instalaciones militares, establecidas por la normativa correspondiente.

## 5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA ARRECIFAL

### Artículo 16. *Caracterización de la zona arrecifal*

1. El promotor de la actuación deberá incorporar al proyecto, sobre la base de los datos existentes o, en caso de resultar estos insuficientes, mediante la realización de las correspondientes campañas de medición, muestreo o inspección, la siguiente información referente a la zona de actuación y su entorno:

- Estudio del clima marítimo, que incluirá un análisis del oleaje, corrientes y mareas. En aquellos casos en que la profundidad de instalación del arrecife sea tal que pueda descartarse cualquier tipo de afección por el oleaje o las mareas, el estudio podrá restringirse únicamente al análisis de las corrientes.
- Estudio de transporte de sedimentos para todos aquellos proyectos que incluyan la instalación de módulos arrecifales a una profundidad inferior a 1,5 veces la profundidad de cierre, debiéndose evaluar de manera específica el obstáculo que pueden suponer las estructuras para el transporte de sedimentos y el posible enterramiento de las mismas.
- Estudio batimétrico.
- Estudio geomorfológico de los fondos del área a ocupar por la zona arrecifal.
- Análisis geotécnico del fondo, que permita evaluar la capacidad portante del mismo y predecir si las estructuras sufrirán, una vez colocadas, algún tipo de hundimiento en el suelo marino.
- Estudio de calidad del agua que incorpore, como mínimo, información sobre temperatura, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto, nutrientes inorgánicos disueltos e indicadores de contaminación fecal, así como una evaluación de la posible estratificación de las masas de agua.
- Estudio de la calidad del sedimento superficial (aproximadamente 1 cm) en la zona de colocación, que incorpore, como mínimo granulometría, contenido en carbono orgánico total (COT), y contenido en metales, en particular mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb), cobre (Cu), zinc (Zn), níquel (Ni), cromo (Cr), y finalmente arsénico (As) como semimetal. El estudio se realizará de acuerdo con la metodología y criterios incluidos en las *Directrices para la caracterización del material dragado y su*

*reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre*. En cuanto al número de muestras, para polígonos arrecifales con una superficie inferior a 100.000 m<sup>2</sup>, como mínimo, será necesaria la toma de una muestra en tres estaciones de muestreo. En caso de polígonos arrecifales con una superficie igual o superior a 100.000 m<sup>2</sup> se tomarán muestras en un número de estaciones definido por la fórmula siguiente:

$$N = \frac{\sqrt{S}}{150}$$

Donde:

N= número mínimo de estaciones de muestreo

S= superficie del polígono arrecifal, en m<sup>2</sup>

Las estaciones de muestreo deberán distribuirse de forma homogénea dentro de cada polígono arrecifal y coincidir con localizaciones donde se proyecte la colocación de un módulo arrecifal.

- viii. Características biológicas de los fondos (localización y tipo de hábitats, comunidades biológicas asociadas y especies catalogadas), debiéndose proceder en caso de no existir información suficiente sobre el emplazamiento propuesto a la realización de una cartografía bionómica, de acuerdo con la metodología recomendada descrita en el Anexo II.
- ix. Localización de áreas marinas o marítimo-terrestres amparadas por cualquier figura de protección autonómica, nacional o internacional en el entorno de la zona de actuación, con determinación expresa de la distancia mínima del arrecife artificial a las mismas.
- x. Identificación de otros usos legítimos del mar que concurren sobre la zona arrecifal o su entorno que pudieran interferir con la actuación (pesca, marisqueo, instalaciones de acuicultura, etc.). Se tendrán en cuenta las diferentes zonas establecidas en el plan de ordenación del espacio marítimo de la demarcación marina correspondiente.

2. La información que se utilice para la caracterización de la zona arrecifal no podrá tener una antigüedad superior a 3 años, debiendo ser representativa de la situación actual. En el caso de la batimetría, si durante este periodo hubiera acontecido un temporal extraordinario, tendría que aportarse una nueva batimetría.

3. En actuaciones que consistan en la ampliación de zonas arrecifales preexistentes con la instalación de nuevos módulos o polígonos, el proyecto deberá incorporar de manera preceptiva una evaluación de los efectos ambientales derivados de la instalación del arrecife artificial original, basado en los resultados del programa de vigilancia realizado para dicho proyecto.

4. En actuaciones que tengan por objeto la modificación de una zona arrecifal preexistente para cambiar la ubicación de uno o más módulos arrecifales que hubieran podido desplazarse de su posición

original de colocación, se deberá incorporar un análisis de las circunstancias que pudieron determinar tal desplazamiento y las modificaciones en las estructuras que se incorporan para evitar que vuelva a repetirse.

#### **Artículo 17. Planos a incorporar al proyecto**

1. El proyecto deberá incorporar planos elaborados con un nivel de detalle suficiente para la correcta realización de la obra y para realizar las mediciones que puedan servir de base para las valoraciones.

2. Los planos, como mínimo, deberán incorporar los siguientes aspectos:

- i. Elementos modulares, incluyendo alzados, plantas, secciones estructurales, perspectivas y detalles de los elementos de carga y enganche para elevación.
- ii. Representación en planta y perfil de cúmulos o agrupamientos modulares en los casos en que se contemplen.
- iii. Plano con coordenadas de las zonas arrecifales, polígonos de instalación y detalles de la distribución de los módulos a la escala adecuada a cada tipo de información.
- iv. Representación de la zona arrecifal sobre cartografía bionómica.
- v. Representación sobre carta náutica del Instituto Hidrográfico de la Marina, utilizándose la carta de mayor escala existente para la zona.

3. Con excepción de la representación sobre la carta náutica, todos los planos con representación geográfica deberán realizarse en proyección UTM, utilizándose el datum ETRS89 para las zonas marinas correspondientes a la península y Baleares y el REGCAN95 para el entorno de las islas Canarias.

4. En los planos con representación geográfica se representarán conjuntamente las retículas de coordenadas métricas UTM y de coordenadas geodésicas en grados minutos y fracciones de minuto hasta la milésima.

## **6. INSTALACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS ARRECIFALES**

#### **Artículo 18. Instalación**

1. La instalación de todos y cada uno de los módulos arrecifales que conformen el conjunto del arrecife se deberá realizar teniendo en cuenta cualquier actividad legítima que esté en curso o prevista en la zona de instalación, debiéndose adoptar todas las medidas necesarias para minimizar las interferencias con las mismas.

2. La planificación de la instalación de las estructuras arrecifales deberá tener en cuenta tanto la fase de colocación de las mismas sobre el fondo marino como el transporte desde tierra y los posibles efectos ambientales derivados de ambas actuaciones. La elección de la embarcación de fondeo se debe realizar en función de las características del arrecife a instalar (tipo de módulo, distribución de los mismos en la zona, cercanía de ésta al puerto, etc.). Resultan adecuadas las embarcaciones cuya capacidad de carga permita la estiba de un gran número de módulos y cuya maniobrabilidad, estabilidad y navegación garantice el correcto fondeo de las estructuras.
3. La ejecución de la instalación incluirá una adecuada gestión de los trabajos, maquinaria y residuos, tomando todas las medidas oportunas para garantizar que no se va a producir ningún tipo de contaminación o vertido, ni llegada de basuras al medio marino. Cualquier residuo derivado de la actuación ha de ser caracterizado y gestionado por un gestor autorizado de acuerdo con la legislación aplicable.
4. Cada módulo arrecifal deberá ser posicionado con precisión submétrica y balizado o marcado para asegurar que la colocación de la estructura se realiza en el lugar proyectado. Asimismo, en el caso de que sea balizado por alguna señal marítima, deberá informarse para su inclusión en las publicaciones náuticas y avisos a los navegantes realizados por el Instituto Hidrográfico de la Marina.
5. De igual modo, cada módulo individual deberá ser identificado con una marca indeleble y visible en el agua del mar (por ejemplo, numerado) de manera que se facilite el seguimiento del mismo y la evaluación de posibles desplazamientos.
6. Previamente a su fondeo, cada módulo arrecifal debe ser inspeccionado a bordo de la embarcación de transporte de cara a la detección de fallos estructurales que hubieran podido producirse durante el mismo. En caso de detectarse, el módulo en cuestión deberá ser descartado para su instalación.
7. La colocación de cada estructura individual deberá realizarse mediante descenso guiado desde superficie hasta su posición de colocación sobre el fondo marino, evitando su arrastre sobre el mismo. Queda prohibido el vertido libre desde superficie de cualquier estructura o cualquier otro método que no pueda asegurar el posicionamiento exacto de las mismas.
8. En cualquier caso, se suspenderán las operaciones de colocación en situaciones meteorológicas adversas (oleaje, viento, corriente), que no permitan asegurar la seguridad en las propias operaciones.
9. En cualquiera de las fases de la instalación o explotación de un arrecife artificial, incluido el desmantelamiento, en su caso, queda expresamente prohibido el empleo de explosivos o cualquier otro método susceptible de generar un ruido submarino a 750 metros del punto de generación superior a 160 dB re 1  $\mu$ Pa (RMS).
10. Una vez completada la operación de colocación del complejo arrecifal, se deberá comprobar la posición y orientación de todas las estructuras que lo componen según lo indicado en el proyecto. Tales controles se realizarán mediante observación directa con buceadores o filmación submarina para

conocer la integridad estructural, y sonar de barrido lateral o sondas multihaz para determinar la posición y altura sobre el fondo. En el caso de que el anterior reconocimiento pusiera de manifiesto alguna diferencia significativa respecto a lo incluido en el proyecto, la misma deberá ser corregida.

## 7. EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

### **Artículo 19. *Efectos potenciales de los arrecifes artificiales***

1. Los arrecifes artificiales, con independencia de la finalidad concreta para la que son proyectados, pueden tener efectos negativos para el medio marino según se resume en el Anexo I.
2. Los potenciales efectos negativos deberán ser considerados y evaluados en el proyecto, a fin de ser evitados o minimizados mediante una apropiada selección del emplazamiento y materiales utilizados en la construcción de los módulos, así como un diseño adecuado que tenga en cuenta el propósito del arrecife y las características oceanográficas del lugar de colocación.

### **Artículo 20. *Evaluación de los efectos***

1. La evaluación de los efectos a incorporar en el proyecto se realizará teniendo en cuenta los descriptores del Buen Estado Ambiental (BEA) establecidos por la Directiva 2008/56/CE, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino y la Ley 41/2010, de 29 de diciembre. Dicha evaluación se basará en datos científicos e información rigurosa y actualizada de la zona de estudio. En particular, se deberán tener en consideración los siguientes descriptores:

- D1: Biodiversidad
- D2: Especies alóctonas
- D3: Especies explotadas comercialmente
- D6: Integridad de los fondos marinos
- D7: Alteración de las condiciones hidrográficas
- D8: Contaminación
- D10: Basuras marinas
- D11: Ruido submarino

2. En la evaluación de los efectos se deberán tener en cuenta los resultados de la evaluación inicial y las actualizaciones periódicas del BEA de la demarcación marina donde se vaya a proceder a la colocación del arrecife artificial.

3. Según lo establecido en el art. 46.4 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, en el caso de que se proyecte la colocación de los módulos arrecifales dentro o en las cercanías de espacios incluidos en la Red Natura 2000, el proyecto deberá contener un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones sobre dichos espacios teniendo en cuenta los objetivos de conservación de cada lugar, que incluya los referidos impactos, las correspondientes medidas preventivas, correctoras y compensatorias y su seguimiento.

4. Asimismo, atendiendo al régimen de protección conferido a las especies incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, regulados, respectivamente, en los artículos 56 y 58 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, el proyecto deberá analizar la posible afección a especies marinas y, en su caso, incluir las correspondientes medidas preventivas, correctoras y compensatorias, así como su seguimiento.

5. Se deben, asimismo, analizar los posibles efectos sobre otros usos del mar y, de manera particular, el baño y los usos turísticos, la pesca, la acuicultura, la navegación, las infraestructuras submarinas (cables, tuberías, etc.), patrimonio arqueológico subacuático, yacimientos para extracción de áridos y otros usos tradicionales del mar. A tal efecto se deberá tener en cuenta la información y prescripciones del plan de ordenación del espacio marítimo de la demarcación marina correspondiente donde se proyecte la colocación del arrecife artificial.

6. El proyecto deberá contener un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones sobre la pesca y la acuicultura de acuerdo a la Ley 5/2023, de 17 de marzo, que incluya los referidos impactos ambientales, sociales y económicos, así como las correspondientes medidas preventivas, correctoras y compensatorias, así como su seguimiento.

7. Se tomará en consideración cualquier otro efecto ambiental no reflejado en los apartados anteriores.

8. La evaluación deberá contemplar todas las fases del proyecto (construcción, instalación, operación y/o desmantelamiento), identificando para cada una de ellas las actividades que podrían suponer un impacto sobre el medio marino.

## **8. MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS O CORRECTORAS**

### **Artículo 21. *Medidas preventivas de carácter general***

1. Las medidas preventivas formarán parte integrante del proyecto y se definirán, caso por caso, en función de las características del mismo y de la zona de ubicación del arrecife artificial.

2. Como medidas de carácter general, deberán considerarse, como mínimo, las siguientes:

- Evitar las zonas sensibles para la colocación de las estructuras.

- Planificar el momento de instalación de los módulos arrecifales, de manera que no coincida con temporadas en las que la fauna o la flora existentes puedan presentar una mayor fragilidad ante perturbaciones antrópicas.
- Durante el transporte de los módulos arrecifales, las rutas de las embarcaciones deben ajustarse de manera que, en la medida de lo posible, se eviten las zonas sensibles.
- Las embarcaciones y maquinaria utilizadas deben ser objeto de un adecuado mantenimiento.

#### **Artículo 22. Medidas mitigadoras o correctoras**

1. En el proyecto se definirán indicadores y umbrales asociados a los mismos que permitan determinar la necesidad de aplicar las correspondientes medidas mitigadoras o correctoras.
2. Todos los efectos ambientales identificados en la evaluación de impacto realizada según lo indicado en el apartado 7, y para los que exista una incertidumbre, deberán contar con las correspondientes medidas mitigadoras o correctoras.
3. La autoridad que emitió la autorización o la autoridad ambiental competente, teniendo en cuenta los resultados de los programas de seguimiento de las estrategias marinas, podrá considerar la puesta en ejecución de una determinada medida mitigadora o correctora, aun sin haberse llegado a superar el umbral establecido, en el caso de que la evaluación de la estrategia marina correspondiente, determine que se ha originado un deterioro en alguno de los indicadores del BEA que comprometa la consecución del buen estado ambiental.

## **9. SEGUIMIENTO Y CONTROL**

#### **Artículo 23. Programa de vigilancia**

1. Todos los proyectos de arrecifes artificiales deberán incluir un programa de vigilancia, de acuerdo con lo que se establece en los siguientes apartados.
2. El programa de vigilancia deberá incorporar tres tipos de seguimiento diferentes:
  - Estabilidad de los módulos arrecifales.
  - Efectividad del arrecife.
  - Efectos ambientales del arrecife.
3. El proyecto deberá incorporar, para los tres tipos de seguimiento, los parámetros indicadores que deberán medirse o estimarse, la periodicidad de las medidas y las ubicaciones donde se deben realizar, así como, cuando resulte pertinente, las metodologías a seguir para la realización de tales medidas.

4. La interpretación de los resultados del programa de vigilancia se realizará por comparación con los correspondientes al estado preoperacional obtenido del estudio de caracterización de la zona arrecifal al que hace referencia el artículo 16.

#### **Artículo 24. Seguimiento de la estabilidad de los módulos arrecifales**

1. Este seguimiento consistirá en la realización de los controles necesarios para comprobar si las estructuras han sufrido algún tipo de desplazamiento, hundimiento no previsto en el proyecto o daños en su integridad estructural.

2. Las operaciones se realizarán mediante inspección visual (buceadores o filmación submarina) para evaluar la integridad estructural y prospecciones mediante sonar de barrido lateral u otro sistema de similar o mejor precisión, para determinar la posición y altura sobre el fondo de cada módulo arrecifal.

3. Además de las inspecciones periódicas, el programa de vigilancia deberá incluir inspecciones después de temporales en los que se hubiera superado la altura de ola significativa asociada a un periodo de retorno de 10 años. Dicha altura deberá quedar reflejada en el proyecto.

#### **Artículo 25. Seguimiento de la efectividad del arrecife**

Los controles incluidos en este seguimiento se dirigirán a comprobar el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto para el arrecife artificial, para lo que se definirán indicadores específicos cuantificables (ej. diversidad de organismos asociados y estructura poblacional ligada al arrecife).

#### **Artículo 26. Seguimiento ambiental del arrecife**

1. El programa de vigilancia ambiental tendrá por objeto establecer y evaluar las repercusiones ambientales del arrecife, debiendo incluir los controles necesarios para verificar:

- i. Si la calidad del agua se mantiene.
- ii. Si existe un incremento de contaminantes en el sedimento.
- iii. Si existe presencia de especies protegidas, exóticas y/o invasoras.
- iv. Si existe afección a los hábitats y comunidades biológicas asociadas, o que sean constituyentes o estructurantes del ecosistema en el que se ha instalado el arrecife.
- v. Si existe alteración de los ecosistemas adyacentes debido a los cambios hidrodinámicos o en el transporte de sedimentos producido por la presencia de las estructuras.
- vi. Si existe acumulación de basuras marinas y, de manera particular, aparejos o enseres de pesca que hayan quedado enganchados en las estructuras.

2. Los controles de la calidad del agua consistirán en la medida directa o toma de muestras para su posterior análisis en laboratorio de los parámetros establecidos en el artículo 16.1.vi. Estos controles se realizarán en un número mínimo de tres estaciones en la zona ocupada por las estructuras arrecifales y en una estación de control ubicada en una zona de similar profundidad pero a una distancia suficiente del arrecife, de manera que no se vea afectada por la presencia del mismo. En cada estación se realizarán las mediciones o determinaciones en superficie, a profundidad media y en las proximidades del fondo marino.

3. Los controles de contaminación en sedimentos consistirán en la toma de muestras para su posterior análisis en laboratorio siguiendo lo establecido en el artículo 16.1.vii. Las muestras deberán obtenerse en las mismas localizaciones muestreadas en la caracterización inicial descrita en el artículo 16 y en la zona más próxima posible al módulo arrecifal.

4. La posible presencia de especies alóctonas se determinará mediante inspección visual por buceadores o filmaciones submarinas para especies macroscópicas y análisis taxonómico en laboratorio de muestras recogidas en la superficie de las estructuras arrecifales, agua y sedimento para especies de tamaño inferior.

5. En función de la caracterización biológica de los fondos contemplada en el artículo 16, se establecerá un programa específico de seguimiento que permita determinar si existe afección a los hábitats y especies protegidas.

Para el seguimiento y evaluación de la afección a las praderas de fanerógamas marinas, se realizará un muestreo previo, otro posterior a la instalación del arrecife y muestreos de seguimiento anuales en la misma época del año, para evitar el efecto de la variabilidad. Se determinarán tres zonas para la caracterización y seguimiento: a) zona de influencia máxima (la más próxima y/o la que más probablemente reciba la influencia del impacto), b) zona de influencia intermedia (zonas más alejadas a continuación de la zona de afección máxima) y c) zonas control o referencia (zonas alejadas que no reciban influencia de ninguna actividad). Para el establecimiento de estas zonas se deberán tener en cuenta las direcciones predominantes de las corrientes (no solo la más dominante), de forma que debería establecerse más de una zona de influencia intermedia. En cada una de las tres zonas, se establecerán tres estaciones de muestreo, y se realizarán tres réplicas en cada estación, en las que se determinen la densidad, la cobertura, la densidad global y la medida del enterramiento.

6. La evaluación de posibles alteraciones del régimen hidrodinámico y su influencia en posibles acumulaciones de sedimento alrededor de las estructuras que pudieran ser indicativas de una interrupción en el transporte litoral se realizará mediante el estudio adecuado de corrientes y características del sedimento en el emplazamiento del arrecife, así como las técnicas establecidas para el control de la estabilidad de las estructuras en el artículo 24.

7. La existencia de basuras marinas y, de manera particular, artes o aparejos de pesca que pudieran provocar pesca fantasma se determinará mediante inspección visual por buceadores o filmaciones submarinas.

### **Artículo 27. Informes de vigilancia**

1. Los resultados de cada una de las operaciones que integran el programa de vigilancia serán recopilados en un informe que se remitirá a la autoridad que emitió la autorización para la instalación del arrecife.
2. Los contenidos de los informes correspondientes al seguimiento ambiental tendrán la consideración de información de carácter ambiental y podrán ser utilizados o difundidos de acuerdo a lo establecido en la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

## **10. DESMANTELAMIENTO**

### **Artículo 28. Necesidad de la retirada**

1. Conforme al artículo 72.1 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, en todos los casos de extinción de una concesión, la Administración General del Estado decidirá sobre el mantenimiento de las obras e instalaciones o su levantamiento y retirada del dominio público marítimo-terrestre y de su zona de servidumbre de protección por el interesado y a sus expensas. Dicha decisión se adoptará de oficio o a instancia de aquel, a partir del momento anterior al vencimiento que reglamentariamente se determine en caso de extinción normal por cumplimiento del plazo, y en los demás supuestos de extinción en el momento de la resolución del correspondiente expediente.
2. Con carácter general, y salvo pronunciamiento en sentido contrario por parte de la autoridad competente, a la extinción de la concesión o autorización de ocupación de bienes de dominio público marítimo-terrestre, o bien una vez sobrepasado el tiempo necesario para alcanzar los fines perseguidos con la actuación en el caso de reservas de dominio público marítimo-terrestre a favor de la Administración General del Estado, se procederá por el titular de la ocupación a la retirada de las obras o instalaciones.
3. El titular de la ocupación será responsable de todos los daños y perjuicios para las personas, las cosas y el medio ambiente que se puedan derivar, directa o indirectamente, de la realización de las obras o de la actividad, en la mar, en su lecho y subsuelo, y en general, en los bienes de dominio público marítimo-terrestre, debiendo presentar a estos efectos, en el plazo que se le señale, el proyecto que comprenda las obras necesarias, que deberá realizar a sus expensas a fin de reparar los daños causados. En los casos en que los controles de seguimiento indiquen que el arrecife no ha alcanzado sus objetivos o que produce efectos negativos no previstos se procederá al establecimiento de las medidas correctoras que puedan resultar necesarias y, en caso de persistir tales efectos, se deberá proceder a la retirada de las estructuras del medio marino.
4. Aun concurriendo las anteriores circunstancias, la autoridad competente podrá decidir mantener las estructuras arrecifales o una parte de las mismas en el fondo marino cuando las operaciones de

desmantelamiento puedan originar unos perjuicios ambientales superiores a los beneficios obtenidos con la retirada. Para ello, se evaluarán sus efectos en el medio ambiente en base a los programas de vigilancia o en su caso, a la realización de una caracterización de la zona arrecifal, de acuerdo a lo establecido en los artículos 26 y 16 respectivamente. Se prestará especial atención a la presencia de especies protegidas, especies pesqueras y especies exóticas y/o invasoras.

Para la permanencia de las obras o instalaciones en dominio público marítimo-terrestre, se requerirá un nuevo título de ocupación de dominio público marítimo-terrestre de concesión o autorización (o prórroga del hasta entonces vigente si es que así estuviera previsto), o bien la modificación del título de reserva en el caso de ocupaciones de titularidad de la Administración General del Estado.

### **Artículo 29. *Desmantelamiento de arrecifes para experimentación científica***

1. Todas las estructuras colocadas destinadas a la experimentación científica deberán ser retiradas del medio marino y gestionadas en tierra una vez finalicen los estudios experimentales objeto de su instalación.

2. En aquellos casos en que, tras la finalización de los estudios experimentales, el programa de vigilancia pusiera de manifiesto que las estructuras instaladas representan una mejora en el estado ambiental del área, las mismas podrán ser no desmanteladas, a cuyos efectos será de aplicación lo indicado en el artículo 28.4 de estas directrices.

### **Artículo 30. *Plan de desmantelamiento***

1. La operación de desmantelamiento deberá estar incluida en el proyecto de arrecife artificial. Esta operación requerirá de una planificación de los trabajos que asegure que se realizan con las adecuadas condiciones de seguridad y se minimizan los posibles riesgos, incluidos los de carácter ambiental.

2. El plan de los trabajos deberá incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- i. Medios materiales necesarios.
- ii. Desmontaje de las estructuras.
- iii. Elevación a bordo.
- iv. Transporte hasta puerto de destino.
- v. Gestión de los materiales, incluyendo análisis de su posible reutilización.

### **Artículo 31. Operación de desmantelamiento**

1. La retirada de los módulos arrecifales deberá realizarse empleando medios para obras marítimas y con la participación de un equipo de submarinistas.
2. Previamente a su retirada, cada módulo individual deberá ser reconocido por un equipo de submarinistas para detectar posibles fallos estructurales que hicieran necesario adoptar medidas adicionales para evitar su rotura durante la operación.
3. Mediante inspección visual deberá identificarse si existe algún tipo de enganche entre los módulos. En tal caso se deberá proceder, antes de izar cada módulo, a la retirada de cualquier objeto que pudiera dificultar la extracción individual de cada módulo arrecifal.
4. Cada módulo arrecifal será fijado a los puntos de anclaje e izado por grúa hasta la superficie. Se emplearán fijaciones adicionales de seguridad o sistemas de flotación cuando se sospeche que existe riesgo de rotura durante el proceso.
5. Estará expresamente prohibida cualquier operación que suponga el arrastre de las estructuras o los aparejos utilizados en la operación sobre el fondo marino.
6. En caso de fallo estructural durante el proceso de extracción o accidente que suponga la rotura de algún módulo, los fragmentos resultantes deberán ser retirados del fondo marino.

### **Artículo 32. Gestión de las estructuras**

Las estructuras desmanteladas deberán ser gestionadas en tierra conforme a lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

## **11. INFORMES Y AUTORIZACIONES**

### **Artículo 33. Autorización de ocupación del dominio público marítimo-terrestre**

1. La ocupación del dominio público marítimo-terrestre por las estructuras que conforman un arrecife artificial solo podrá ampararse en la existencia de un título administrativo habilitante para dicha ocupación de acuerdo con lo establecido la Ley 22/1988, de 28 de julio, que será la reserva de utilización en el caso de arrecifes artificiales instalados por la Administración General del Estado en el desarrollo de los fines de su competencia, y la concesión o autorización de ocupación del dominio público marítimo-terrestre en el resto de los casos.

2. Los proyectos que total o parcialmente ocupen fondos marinos incluidos en la zona II o exterior de las aguas portuarias de los puertos de interés general requerirán autorización de la autoridad portuaria correspondiente<sup>1</sup>.

#### **Artículo 34. Informes**

1. Se recabará informe preceptivo y vinculante de la Dirección General de la Marina Mercante a los efectos de riesgos para la seguridad marítima, de la navegación en el mar o la prevención de la contaminación marina.

2. Cuando la zona ocupada por el arrecife incluya total o parcialmente aguas costeras o de transición, se deberá recabar informe vinculante del organismo de cuenca sobre la no afección a las características hidromorfológicas y la conservación del buen estado/potencial de la masa de agua.

3. Cuando el proyecto incluya la instalación de algún dispositivo de balizamiento o señalización, se recabará informe vinculante de la autoridad portuaria que tenga asignada la zona geográfica a los efectos de prestación del servicio de señalización marítima de acuerdo con el artículo 137.4 del Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

4. Se recabará informe preceptivo y vinculante del órgano competente en materia de pesca marítima a efectos de evaluar su repercusión sobre los recursos pesqueros y la actividad de pesca y acuicultura. La administración competente contará con el mejor asesoramiento científico disponible.

5. En aquellos casos en los que los arrecifes artificiales sean de interés pesquero, según lo establecido en la Ley 5/2023, de 17 de marzo, y ocupen simultáneamente aguas exteriores e interiores, es necesario informe preceptivo y vinculante de la Administración General del Estado y de la comunidad autónoma competente en aguas interiores.

6. Se recabará informe al Ministerio de Defensa, respecto a la afección a zonas e instalaciones de interés para la defensa nacional o sus zonas de seguridad, a la vigilancia, seguridad y defensa de los espacios marítimos y a la protección de los buques de Estado naufragados o hundidos.

#### **Artículo 35. Informes sobre biodiversidad marina**

1. Se recabará informe vinculante de la administración con competencias en biodiversidad marina sobre la afección a las especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEA) y el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE).

---

<sup>1</sup> Es la interpretación del Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

2. En el caso de proyectos promovidos en el interior de algún espacio perteneciente a la Red Natura 2000, tal y como se contemplan en el artículo 46 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, y la Disposición adicional 7ª de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, y sin perjuicio de las autorizaciones que sean exigibles por la aplicación de la legislación sectorial correspondiente, la actuación requerirá informe vinculante del órgano gestor del espacio respecto de las posibles afecciones originadas por el proyecto sobre los valores naturales por los que el espacio fue declarado.

3. En el caso que se detecte la presencia de especies exóticas invasoras, incluidas en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, regulado por el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, se informará a la administración competente en biodiversidad marina y, en cualquier caso, se solicitará informe previo a la realización de cualquier actuación.

### **Artículo 36. *Compatibilidad con la estrategia marina***

La instalación de cualquier arrecife artificial en el dominio público marítimo-terrestre o la ampliación de polígonos o zonas arrecifales existentes requerirá informe previo favorable del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a los efectos de determinar su compatibilidad con la estrategia marina correspondiente, en base al Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas.

### **Artículo 37. *Informes derivados de los procedimientos de evaluación ambiental***

1. Las disposiciones contenidas en los artículos anteriores no prejuzgarán los necesarios informes que puedan derivarse de los procedimientos de evaluación ambiental a que deban ser sometidos determinados proyectos en virtud de la legislación estatal o autonómica que resulte de aplicación.

2. Las autorizaciones para la colocación de las estructuras arrecifales en el dominio público marítimo-terrestre incorporarán en su condicionado las determinaciones que, en su caso, se establezcan en la declaración de impacto ambiental o en el informe de impacto ambiental correspondiente.

### **Artículo 38. *Información tras la instalación***

1. Una vez finalizadas las operaciones de colocación, el promotor remitirá a la autoridad que otorgó el permiso y al centro directivo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico competente en materia de seguimiento de los convenios internacionales de protección del medio marino (Convenio y Protocolo de Londres, Convenio OSPAR y Convenio de Barcelona) para el preceptivo informe a los mismos, como mínimo, la siguiente información:

- Tipo de arrecife artificial instalado.
- Superficie, expresada en m<sup>2</sup>, del área ocupada por las estructuras.
- Localización de la zona de colocación, con indicación de sus coordenadas geográficas y su profundidad.

- Programa de vigilancia que se proyecta realizar, con indicación de sus contenidos y periodicidad.

2. Asimismo, se suministrará al Instituto Hidrográfico de la Marina la información básica del proyecto junto con los planos generales y de detalle del proyecto de cara a la inclusión en las cartas náuticas y los correspondientes avisos a los navegantes.

La Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía dictamina que es competencia del Instituto Hidrográfico de la Marina, la formación y conservación de la Cartografía Náutica Básica, equiparando al Instituto Hidrográfico de la Marina con el Instituto Geográfico Nacional, y a su producción cartográfica se le confiere la categoría de Cartografía de Estado y de Documentación Oficial y preceptiva utilización para el navegante.

## ANEXO I. POSIBLES EFECTOS E IMPACTOS NEGATIVOS DE LOS ARRECIFES ARTIFICIALES Y ACCIONES A TOMAR PARA EVITARLOS O MITIGARLOS

Fuente	Efecto	Impacto	Duración del impacto	Cómo evitar/mitigar el efecto
Materiales utilizados en el arrecife	Incremento de contaminantes en la columna de agua y en el sedimento	Degradación del medio marino Posible acumulación de contaminantes en la cadena trófica	Medio Largo	Utilización de materiales inertes de origen natural, reutilizado, reciclado o prefabricado
Diseño de módulos arrecifales	Agregación de especies, incluyendo especies pesqueras y marisqueras, y posible incremento en la capturabilidad	Aumento de la mortalidad piscícola.	Corto Medio Largo	Estudio de las características ecológicas de las especies piscícolas que pueden ser atraídas por el arrecife artificial Inclusión de orificios y cavidades de diferentes tamaños en los módulos arrecifales Regulación adecuada de la explotación de los recursos del arrecife
	Incremento de la predación sobre algunas especies piscícolas	Incremento de la mortalidad natural.	Medio Largo	Inclusión de orificios y cavidades de diferentes tamaños en los módulos arrecifales
Instalación de los módulos arrecifales (incluyendo embarcaciones y equipos utilizados durante la instalación)	Incremento de contaminantes en la columna de agua y en el sedimento	Degradación del medio marino. Posible acumulación de contaminantes en la cadena trófica.	Corto Medio	Disminución, en la medida de lo posible, de la duración de los trabajos de instalación Adopción de técnicas de colocación que limiten el movimiento de sedimentos
	Incremento de turbidez	Alteración de la capacidad fotosintética, de la respiración y/o la capacidad de alimentación de determinados organismos	Corto	Adopción de técnicas de colocación que limiten el movimiento de sedimentos

Fuente	Efecto	Impacto	Duración del impacto	Cómo evitar/mitigar el efecto
	Afección a hábitats derivada de la ocupación del fondo	Modificación de hábitats y eliminación de especies bentónicas, incluyendo especies pesqueras y marisqueras	Corto Medio Largo	<p>Inclusión de una estimación de la zona de influencia en el entorno del arrecife</p> <p>Inspección previa del fondo</p> <p>Supervisión de la instalación con trabajadores subacuáticos y haciendo uso de las herramientas adecuadas</p> <p>Garantía de la colocación de las estructuras sin afección a hábitats ni a especies bentónicas incluidas en los listados y catálogos de protección tanto autonómicos como nacionales</p>
	Molestias a la fauna por el empleo de embarcaciones	Colisiones y aumento de ruido submarino	Corto	Adopción de las indicaciones recogidas en el <i>Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos</i>
Presencia de los módulos arrecifales	Modificación de la geomorfología del fondo y de las corrientes.	<p>Modificación de la distribución de sedimentos, con efectos locales sobre la dinámica litoral</p> <p>Modificación de la granulometría del sedimento</p> <p>Inestabilidad y hundimiento de los módulos arrecifales</p> <p>Modificación de hábitats en el entorno del arrecife</p>	Largo	Estudio adecuado de las corrientes, dinámica litoral y características del sedimento en el emplazamiento del arrecife

Fuente	Efecto	Impacto	Duración del impacto	Cómo evitar/mitigar el efecto
	Incremento de materia orgánica en el sedimento	Modificación de hábitats en el entorno del arrecife Riesgo de anoxia y afección a organismos endofaunales	Largo	Estudio adecuado de la circulación del agua en el emplazamiento del arrecife
	Colonización por especies alóctonas y/o invasoras	Competencia con especies autóctonas y modificación estructural del ecosistema	Medio Largo	Inclusión del seguimiento de la presencia de especies alóctonas y/o invasoras en el programa de vigilancia ambiental del arrecife
	Enganches o rotura de artes de pesca y posible foco de acumulación de artes de pesca perdidos o abandonados (APPA).	Incremento en la mortalidad piscícola. Degradación de los hábitats.	Corto Medio	Inclusión del seguimiento de la presencia de aparejos o enseres de pesca que hayan quedado enganchados en las estructuras en el programa de vigilancia ambiental del arrecife. Uso del protocolo "Criterios generales para la gestión de Artes de Pesca Perdidos o Abandonados (APPA)".
	Afección a otros usos y actividades en el mar	Conflictos con otros usos y actividades humanas en el mar	Corto Medio Largo	Selección de la zona de emplazamiento de los módulos arrecifales teniendo en cuenta el plan de ordenación del espacio marítimo de la demarcación marina correspondiente  Estudios de afección pesquera, marisquera y acuícola, teniendo en cuenta la existencia de caladeros de pesca e impacto socioeconómicos sobre los mismos

## ANEXO II. CARTOGRAFÍA BIONÓMICA

La cartografía bionómica resulta de representar en el espacio geográfico las características morfológicas del fondo y las comunidades biológicas contenidas en el mismo. Para ello es necesaria la realización de un estudio batimétrico y geomorfológico, así como de las características biológicas del fondo. Del resultado del estudio batimétrico y geomorfológico, se derivará, con la integración de los datos sedimentológicos y biológicos, una cartografía bionómica asociada.

A continuación se detallan las técnicas de estudio recomendadas para llevar a cabo dicha cartografía.

### Estudio batimétrico y geomorfológico

1. Se realizará mediante sistema de ecosonda multihaz con cobertura al 100% del fondo marino, en todo caso cumpliendo o excediendo las normas de la Organización Hidrográfica Internacional<sup>2</sup> para levantamientos con multihaz y con el adecuado solapamiento entre barridos.
2. Simultáneamente al reconocimiento mediante ecosonda multihaz se recomienda realizar una malla de perfiles acústicos del subsuelo de alta a muy alta resolución utilizando sistemas tipo penetrador de fangos 3,5 kHz, o sistemas acústicos basados en efecto paramétrico.
3. En todos los casos, los equipos deberán estar sincronizados con un GNSS (diferencial o RTK) para el correcto posicionamiento de las medidas. Los transectos de ecosonda multihaz deben tener cierto grado de solapamiento para asegurar información del 100% de la zona prospectada. La embarcación debe navegar a una velocidad adecuada para registrar una densidad de datos que permita producir un modelo digital de elevaciones de suficiente resolución para identificar las diferentes morfologías del lecho marino. Debido a que las normas de la OHI para la adquisición de datos batimétricos van evolucionando con el tiempo, el Instituto Hidrográfico de la Marina podrá ir actualizando una norma técnica específica que remitirá a las Autoridades Marítimas para que sea tenida en cuenta.
4. Los registros obtenidos serán procesados para eliminar datos erróneos y aplicar la corrección de marea. Posteriormente, se recomienda generar un modelo digital de elevaciones con la máxima resolución que permitan la densidad de datos. Por otro lado, se generará también una imagen con los datos de reflectividad adecuadamente procesados y corregidos.
5. El procesado e interpretación de los datos anteriores, comprendería:
  - Procesado y realización de mapa batimétrico.
  - Procesado de la reflectividad de la ecosonda multihaz o interferométrica (backscatter).
  - Interpretación, en su caso, de perfiles acústicos del subsuelo.

---

<sup>2</sup> Normas de la OHI para los levantamientos hidrográficos (S-44). Septiembre 2020.

- Procesado de muestras de sedimento y elaboración de mapas de características texturales superficiales.
6. La elaboración de un modelo digital del terreno (MDT) resulta recomendable para una mejor interpretación de los resultados.
  7. En caso de usar Sonar de Barrido Lateral (SBL) se recomienda un sistema de rango corto (para aguas someras) con una frecuencia mínima de trabajo que permita obtener datos de muy alta resolución (desde los 350 kHz a 1MHz) y un rango lateral de 150 m por cada banda del “pez”. La altura del “pez” sobre el fondo debe ser de aproximadamente 15 m (10% del rango de barrido), siguiendo líneas de navegación espaciadas lo necesario para que la zona barrida entre líneas adyacentes tenga un solapamiento mínimo entre ellas del 20%. La adquisición de los datos se deberá realizar a la velocidad que el sistema y estado de la mar permitan para una calidad óptima de cobertura del fondo marino.
  8. En caso de zonas con profundidades superiores a los 50 metros se deberá usar un depresor, al objeto de garantizar el mantenimiento de la correcta altura sobre el fondo del “pez” y preferiblemente un cabrestante eléctrico, con control de cable por parte del operador de SBL.
  9. La interpretación de los datos se debería realizar teniendo en cuenta la morfología previa (ecosondas), el tipo de suelo y subsuelo (sistemas acústicos) y necesariamente con datos directos (muestras y transectos video-foto) para que la interpretación sea fidedigna. Un software adecuado permitirá finalmente integrar toda esa información, de modo que se realice un mosaico del fondo marino, interpretándose e identificándose las zonas que ofrezcan la misma impedancia acústica: rocas, cobertura vegetal, restos y elementos sumergidos en el fondo, etc.
  10. Para verificar las características sedimentológicas identificadas previamente, se tomará un número de muestras representativo de los tipos de sustrato presentes en la zona. Entre los muestreadores puntuales para la recolección de sedimento destacan la draga Van Veen o la draga Shipeck, muy utilizadas en estudios bentónicos costeros debido a su sencillez y fácil manejo, o la draga box corer, que conserva secuencias y estructuras sedimentarias. Si la profundidad lo permite, también se pueden obtener muestras de sedimento mediante buceo (p.ej. extracción de testigos de sedimentos mediante corer). Respecto a las muestras obtenidas, se realizará un análisis granulométrico del sedimento para determinar con exactitud el contenido en grava, arena y fango (limo y arcillas).
  11. La interpretación conjunta de los datos de distribución de profundidades y reflectividad, con el apoyo del análisis sedimentológico, debe permitir discriminar y clasificar el fondo marino en función de sus características morfológicas y de la distribución espacial de diferentes tipos de fondo.
  12. A la vista de la interpretación de los datos obtenidos se planeará la siguiente fase del levantamiento, que consistirá en una inspección visual del fondo marino. Se realizará a través de filmaciones submarinas, mediante ROV (vehículos operados remotamente), con buceadores (en caso de que la profundidad lo permita) y/o con vídeo remolcado georreferenciado, realizándose un número de transectos que permita reconocer las distintas unidades morfológicas detectadas. En zonas más profundas se podrán sustituir por filmaciones georreferenciadas puntuales, en un número de puntos suficiente para representar las distintas unidades detectadas y, especialmente, las anomalías y

elementos diferenciados, así como las zonas donde se encuentren los límites de cada unidad morfológica.

### **Características biológicas de los fondos**

Para diseñar el muestreo biológico se recomienda recurrir a cartografías preliminares existentes, que determinarán la técnica de muestreo más adecuada para cada tipo de hábitat en función de su naturaleza y estructura.

1. El número de estaciones de muestreo dependerá del área a muestrear. Dicho número habrá de ser representativo de todas las unidades (ej. hábitats) que puedan intuirse del estudio geomorfológico descrito en el apartado anterior.

2. Por su sencillez, este tipo de estudios se suele realizar con muestreo mediante una draga adecuada a la profundidad y al tipo de fondo (Van Veen, box corer, Smith-McIntyre o similares), recomendándose que puedan ser complementado con muestreos lineales (draga de arrastre, tipo Foster, patín epibentónico, etc.) para una caracterización más completa de las comunidades endo- y epi-bentónicas.

En el caso de hábitats configurados por especies estructurantes (ej. pennatuláceos), se realizará un muestreo de bajo impacto fundamentalmente con buceadores (en caso de que la profundidad lo permita) y/o con vídeo remolcado georreferenciado, realizándose un número de transectos tal que permita una correcta caracterización de las comunidades. Se anotará la presencia y abundancia tanto de especies estructurantes como acompañantes a lo largo de los transectos manteniendo una distancia constante con respecto al fondo, ayudándose idealmente de un puntero láser doble para tener una referencia que permita el cálculo de densidad de organismos, y poder así conocer la estructura de la comunidad.

3. El sedimento extraído se lavará abundantemente con agua marina a través de una malla de 1 mm de luz con la finalidad de eliminar el material de tamaño inferior.

4. Para la preservación del material biológico, las muestras se fijarán con formol neutralizado en agua marina al 4%, o con el fijador más adecuado para cada grupo faunístico recolectado (p.ej. etanol 70%). Ya en el laboratorio, se procederá a su procesado (fracciones por encima de 5 mm a ojo, fracciones por debajo de 5 mm bajo lupa binocular) para la separación de todos los ejemplares, la identificación taxonómica de los mismos y el recuento del número de individuos de cada taxón. Se intentará, en la medida de lo posible, llegar al nivel de especie. Los ejemplares, una vez identificados y cuantificados, se conservarán en etanol al 70%, neutralizado en botes independientes correctamente etiquetados, por si fuera necesario un estudio posterior o control de calidad. En cada una de las muestras se determinarán los siguientes parámetros:

- Listado faunístico/florístico del total de muestras estudiadas.
- Abundancia taxonómica: número de individuos por taxón.
- Densidad de organismos: número de individuos por m<sup>2</sup>.

- Distribución porcentual de los principales grupos de macrobentos.
- Dominancia (%): número de individuos del taxón i/número total de individuos de la muestra.
- Riqueza taxonómica: expresada como número de taxones.
- Equitatividad: nivel de estructuración de la muestra, según el índice de Pielou (Pielou, 1959).
- Diversidad taxonómica: expresada según la fórmula de Shannon, con logaritmo en base 2 (Shannon y Weaver, 1963).

5. A la vista de los datos obtenidos en los muestreos y en la inspección visual del fondo marino descrita en el apartado anterior, se deberá incluir un listado de las especies detectadas que se encuentren incluidas en las directivas europeas o convenios internacionales que resulten de aplicación, así como las especies incluidas en los listados y catálogos de protección tanto autonómicos como nacionales. Asimismo, se deberá incluir un listado con las especies de interés pesquero o marisquero.

6. En base a esta información, la clasificación de los hábitats se realiza siguiendo la Lista Patrón de Hábitats Marinos de España (Templado *et al.*, 2012) y el Manual de Interpretación de Hábitats de la Unión Europea (Interpretation Manual of European Union Habitats - Comisión Europea, 2013)

## BIBLIOGRAFÍA

Chang, K.-H. (1985). *Review of artificial reefs in Taiwan: emphasizing site selection and effectiveness*. Bull. Mar. Sci. 37, 143–150.

Comisión Interministerial de Estrategias Marinas, CIEM (2021). *Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre*. Madrid, 156 pp.

Daza, J.L., Vela, R., García, J.J. (2008). *Los arrecifes artificiales en Andalucía*. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. ISBN 978-84-8474-251-7, 235 pp.

European Commission, DG Environment (2013). *Interpretation Manual of European Union Habitats – EUR 28*.

FAO - General Fisheries Commission for the Mediterranean (2015). *Practical guidelines for the use of artificial reefs in the Mediterranean and the Black Sea*, by Gianna Fabi, Giuseppe Scarcella, Alessandra Spagnolo, Stephen A. Bortone, Eric Charbonnel, Juan J. Goutayer, Naoufel Haddad, Altan Lök, and Michel Trommelen. Studies and Reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 96. Rome, Italy.

Lindberg, W.J. and W. Seaman (Eds). (2011). *Guidelines and Management Practices for Artificial Reef Siting, Use, Construction, and Anchoring in Southeast Florida*. Florida Department of Environmental Protection. Miami, FL. xi and 150 pages.

London Convention and Protocol/UNEP (2009). *London Convention and Protocol/UNEP Guidelines for the Placement of Artificial Reefs*. London, UK, 100 pp.

Lukens, R.R. and C. Selberg (2004). *Guidelines for Marine Artificial Reef Materials*. A Joint Publication of the Gulf and Atlantic States Marine Fisheries Commissions. Number 121.

Jensen, A.C., K.J. Collins, and A.P.M. Lockwood (Eds.) (2000). *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. ISBN 978-0-7923-6144-2. 508 pp.

Ministerio de Medio Ambiente (2008). *Guía Metodológica para la instalación de arrecifes artificiales*. Centro de Publicaciones. ISBN: 978-84-8320-445-0, 319 pp.

NOAA (2014). *What is an artificial reef?* National Oceanic and Atmospheric Administration. Available at: <http://oceanservice.noaa.gov/facts/artificial-reef.html>

OSPAR Commission. Agreement 2013-03. *OSPAR Guidelines on Artificial Reefs in relation to Living Marine Resources* (Reference number: 2012-32).

Pielou E.C. (1959). *The use of point-to-plant distances in the study of the pattern of plant populations*. Journal of Ecology 47, 607-613.

Shannon, C.E.; Weaver, W.W. (1963) *The mathematical theory of communications*. University of Illinois Press, Urbana.

Stone, R.B.; McGurrin, J.M.; Sprague, I.M.; Seaman, W. (1991). *Artificial habitats of the world: synopsis and major trends*. In: Seaman, J.R.W.; Sprague, I. (Ed.). Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries. Academic Press Inc., San Diego. 1991, pp. 31-60.

Templado, J.; Ballesteros, E.; Galparsoro, I; Borja, Á; Serrano, A; Martín, L; Brito, A. (2012). Guía interpretativa: Inventario Español de Hábitats Marinos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 229 pp.

UNEP-MAP (2005). *Directrices relativas a la colocación en el mar de materiales con fines distintos a la simple eliminación (Construcción de arrecifes artificiales)*. Decisión IG/8 de la COP XIV. Portoroz (Eslovenia), noviembre 2005.

UNEP-MAP (2017). Proyecto de decisión IG 23/15. *Directrices actualizadas relativas a la regulación de la colocación de arrecifes artificiales en el mar*. COP XX. Tirana (Albania), diciembre 2017.

United States Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration (2007) National Artificial Reef Plan (as Amended): *Guidelines for Siting, Construction, Development, and Assessment of Artificial Reefs*.

Yoshimuda, N. and H. Masuzawa (1982). Discussion of installation planning. Pages 137-146 in S.F. Vik, ed. *Japanese artificial reef technology*. Aquabio, Inc., Bellair Bluffs, Florida. Tech. Rep. 604.