



Proyecto Técnico para la construcción e  
instalación de arrecifes artificiales en Maro -  
Cerro Gordo y Roquetas (Málaga, Granada y  
Almería)



I. MEMORIA

---

## MEMORIA-PRESENTACIÓN

## I.- Memoria-presentación

---

### Índice

I. Introducción.....	4
II. Objeto.....	4
III. Descripción de las obras.....	4
IV. Elección y descripción del módulo.....	7
V. Proceso productivo y plazo de ejecución.....	9
VI. Efectos ambientales y sociales.....	11
VII. Marco legal pesquero.....	11
VIII. Cumplimiento de la Ley de Costas y área de concesión.....	12
IX. Estudio de Seguridad y Salud.....	15
X. Acciones sísmicas .....	15
XI. Declaración de obra completa.....	15
XII. Clasificación del contratista.....	16
XIII. Resumen presupuesto.....	16

---

## I.- INTRODUCCIÓN

---

La protección de los ecosistemas valiosos y los propios objetivos de la política pesquera común en Europa contemplan, como medida determinada, la protección y desarrollo de los recursos pesqueros de la costa, promoviendo acciones como el fondeo de estructuras destinadas a la protección de los fondos.

La instalación de un arrecife artificial en diferentes zonas se plantea como una estrategia de gestión cuyos principales objetivos son la protección de ciertos fondos, suele usarse en áreas que funcionan como zonas de alevinaje de especies con valor económico, en caladeros tradicionales de la flota artesanal, o en zonas de especial interés ecológico.

La actual Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente de la Junta de Andalucía, dentro de las actuaciones dirigidas a la protección, regeneración y desarrollo de los recursos pesqueros en las zonas litorales, inició en 1.989 un programa de acondicionamiento de la franja costera mediante la instalación de arrecifes artificiales, destinados, fundamentalmente, a la protección de las áreas sometidas a una sobreexplotación de los recursos mediante artes de pesca no permitidos y/o áreas de elevado interés biológico-pesquero.

En Andalucía existen diferentes espacios naturales protegidos marítimo-terrestres que han sido declarados Lugares de Interés Comunitario (LICs) de acuerdo a la normativa europea que promueve la creación de la Red Ecológica Natura 2000 y se han incorporado a la RENPA como Zonas de Especial Protección (ZEC). En el ámbito mediterráneo algunos de estos espacios acogen comunidades de *Posidonia oceanica*, muy enrarecidas en los últimos decenios y de extraordinario interés ambiental y pesquero.

En septiembre de 2010 la Comisión Europea aprobó el proyecto Life+ para la «conservación de las praderas de *Posidonia oceanica* en el litoral andaluz», para frenar la pérdida de este ecosistema clave en las costas mediterráneas andaluzas. Entre otras acciones el programa **LIFE+ posidonia andalucía** pretende mejorar la protección de estas comunidades utilizando estructuras hundidas. La Consejería realizó en el 2011 los estudios previos que recomendaban la instalación de sendos arrecifes en los LICs de Maro Cerro Gordo (Málaga y Granada) y Roquetas del Mar (Almería) sometidos a presión por los arrastreros.

La redacción del proyecto se ha basado en los trabajos e informes previos realizados previamente por la Consejería de Agricultura, Pesca y Medioambiente de la Junta de Andalucía a través de la Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía y su personal que se anejan.

---

## II.- OBJETIVOS

---

El principal objetivo de los módulos proyectados es el refuerzo de las protecciones preexistentes utilizando un tipo de arrecifes disuasorio, ya que evita que se desarrollen actividades pesqueras como el arrastre ilegal en fondos prohibidos, preservando así el valor ecológico de los mismos y potenciando las fases de alevinaje de muchas especies de interés. Además, por el fenómeno de “thygmotaxia”, estas estructuras favorecen el refugio y alimento de las especies marinas. Todo ello redundará en un incremento de los recursos naturales (y por tanto pesqueros) litorales lo que irá en beneficio de una explotación sostenible de los caladeros. El proyecto además

pretende reducir los actuales conflictos entre la flota artesanal y la de arrastre, derivados del uso ilegal por parte de esta última de caladeros que corresponderían a la primera. El objetivo final consiste en llegar a una coexistencia sostenible que posibilitará la proliferación de la *Posidonia oceánica* y la supervivencia de las flotas artesanales.

### III.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

La obra comprende la fabricación e instalación mediante fondeo de entre 124 módulos arrecifales disuasorios que conformarán nuevas barreras de arrecifes artificiales y reforzarán los persistentes en las costas de Maro-Cerro Gordo y Roquetas según la disposición indicada en los planos correspondientes.

Dada la singularidad de la zona a proteger (ver estudios anejos) y teniendo en cuenta la bionomía de la misma, se definen 11 barreras todas ellas formadas por módulos del tipo “Disuasorio D1”.

Dentro de cada barrera, los módulos disuasorios van distribuidos en dos o tres líneas al tresbolillo con una separación entre líneas de 75 m y entre filas de 50 m, distancia considerada suficiente para garantizar la eficacia antiarrastre. El “dosbolillo” (las dos líneas) se utiliza siempre sobre las zonas cubiertas actualmente por la posidonia, esto permite mantener una protección suficiente en estos espacios que minimiza la superficie ocupada, integra las propias estructuras generadas por la planta y disminuye costos. Las tres líneas se proponen en los bordes para reforzar la protección en los ámbitos sometidos a mayor riesgo.

Las características fundamentales de cada barrera proyectada (listadas por su localización de oeste a este) son:

Lugar/barrera	Módulos
<b>Maro Cerro Gordo</b>	<b>49</b>
BARRERA BR1	6
BARRERA BR2	9
BARRERA BR3	12
BARRERA BR4	10
BARRERA BR5	8
BARRERA BR6	4
<b>Roquetas del Mar</b>	<b>75</b>
BARRERA BR7	27
BARRERA BR8	6
BARRERA BR9	9
BARRERA BR10	24
BARRERA BR11	9
<b>TOTAL</b>	<b>124</b>

El área de fondeo, las superficies que ocupan la envolvente del conjunto de estas nuevas barreras es de 18,71 has en el caso de Maro Cerro Gordo y 71,29 has en el ámbito próximo a Roquetas.

Se han estudiado y comparado varias alternativas presentadas en los estudios previos y la escogida reúne junto a la suficiencia técnica de protección, un impacto ambiental mas pequeño en sus aspectos negativos y un menor presupuesto al tener que cubrir una superficie menos extensa con los arrecifes y eliminar o reducir el número de módulos sobre las praderas ya establecidas.

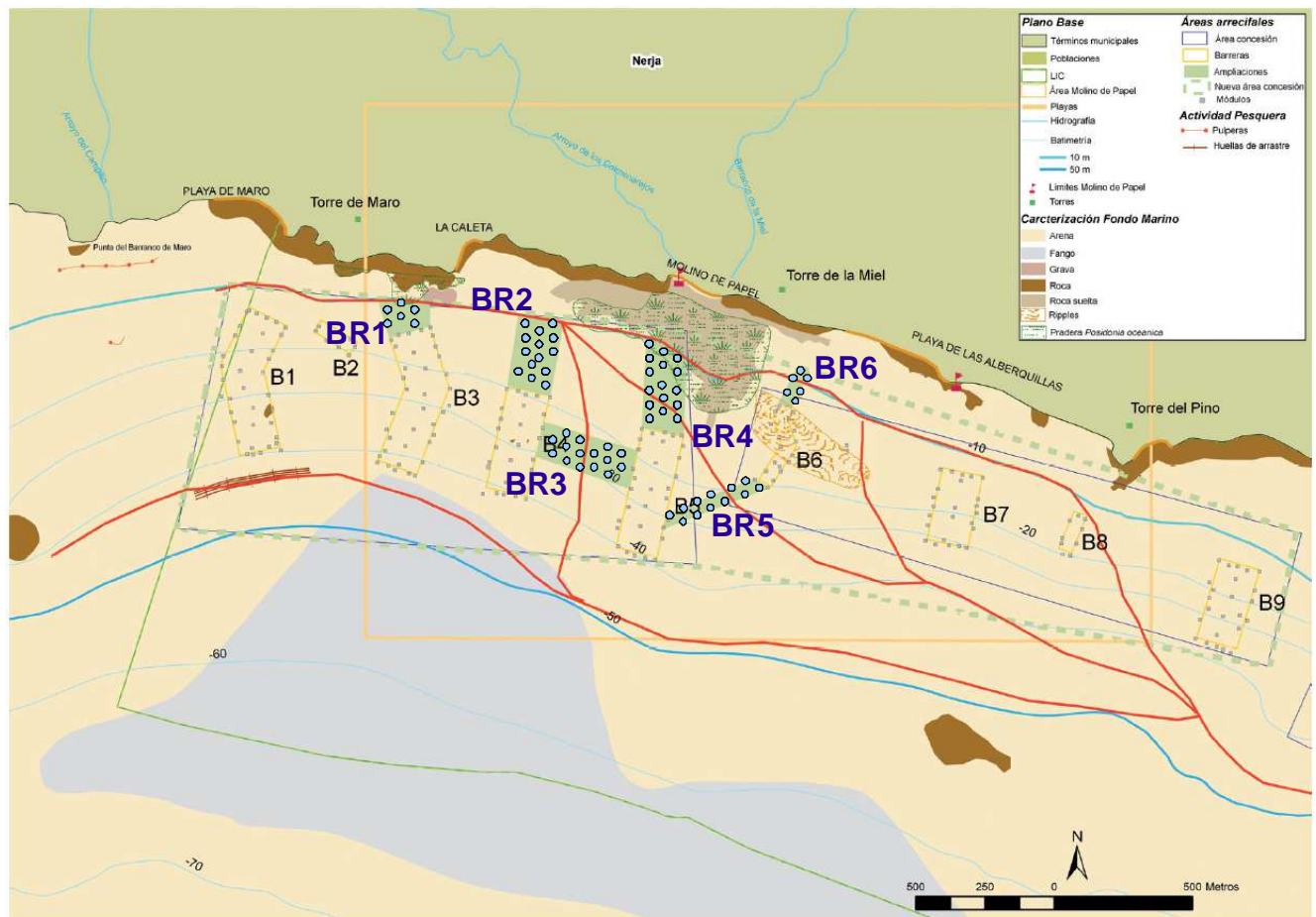


Fig.. Esquema nueva área de concesión y barreras en Maro Cerro Gordo (Málaga y Granada). Fte. Estudios Previos adaptado.

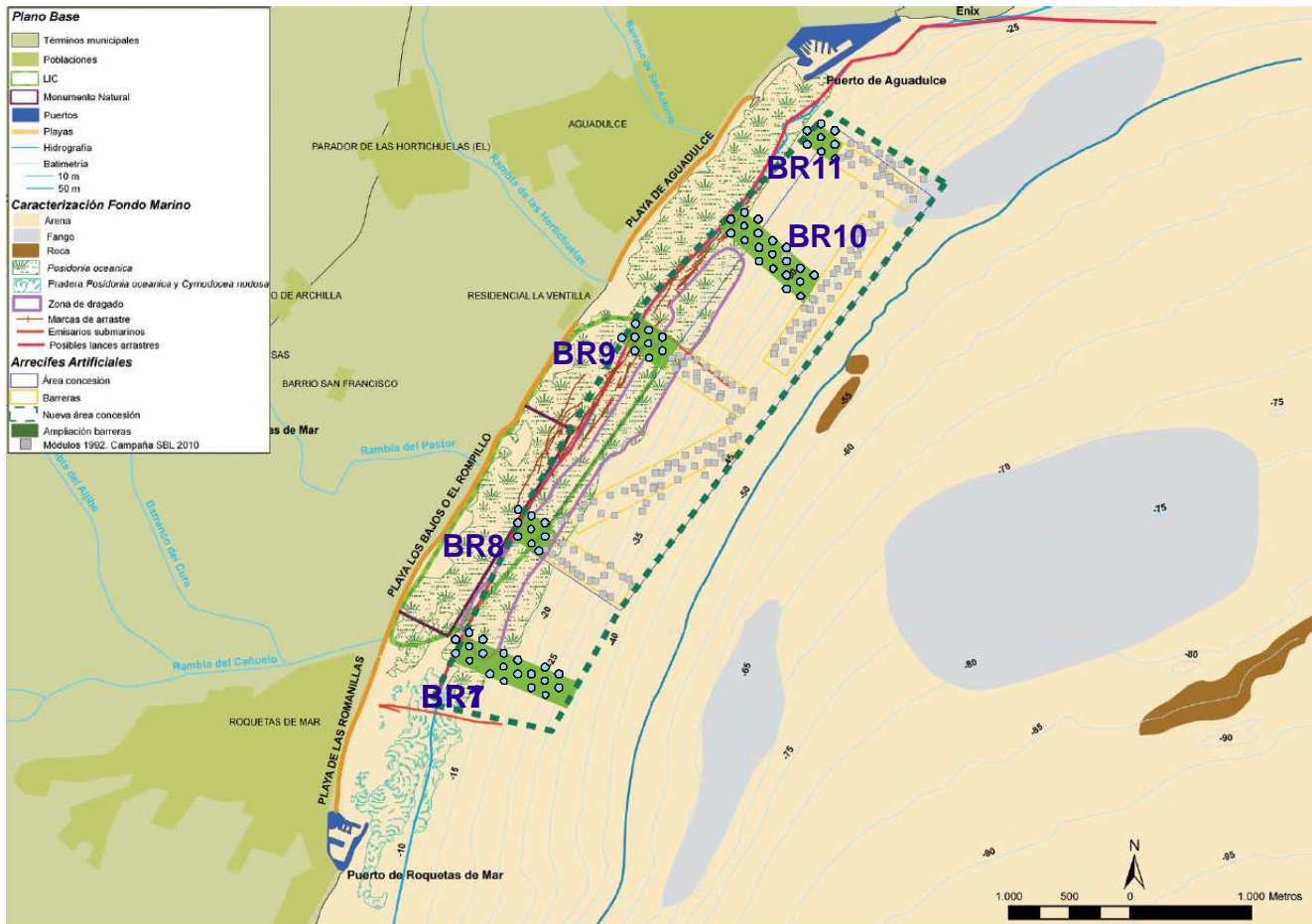


Fig.. Esquema nueva área de concesión y barreras en Roquetas del Mar (Almería). Fte.: Estudios previos adaptados.

#### IV.- ELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO ARRECIFAL.

Para el diseño de los módulos arrecifales se ha tenido en cuenta una serie de consideraciones entre las que, de forma general, cabe mencionar las siguientes:

1. Eficiencia en la consecución de los objetivos propuestos (evitar el arrastre ilegal, favorecer la concentración de organismos, formar un conjunto estable, etc.).
2. Facilidad de construcción, transporte e instalación.
3. No entorpecer la navegación ni causar perjuicios, tanto en la dinámica litoral como en la estabilidad de las playas cercanas.
4. Ser duraderos, resistentes a la corrosión y presentar bajo riesgo de polución de las aguas.
5. No necesitar mantenimiento una vez instalados.
6. No presentar peligro para las actividades subacuáticas, tanto durante su instalación, como durante el seguimiento.
7. Ocupar la menor superficie sin afectar a la estabilidad.

Teniendo en cuenta las consideraciones realizadas y los objetivos planteados, se propone la realización de un arrecife artificial que contemple el fondeo de un tipo de estructura de protección cuya principal función es disuasoria frente al arrastre ilegal en fondos prohibidos en un entorno de alta productividad natural.

Se considera muy adecuada la utilización de hormigón armado marino resistente como material básico de construcción de los módulos, dada su probada efectividad, tanto para la construcción como para el transporte, instalación y permanencia en el fondo. Su resistencia y la porosidad y rugosidad del material hace que sea muy adecuado para la fijación de organismos sésiles.

Para el presente proyecto han sido seleccionados atendiendo a razones de eficacia, robustez, economía, etc., el módulo arrecifal denominado "Disuasorio, D1" que más adelante se describe.

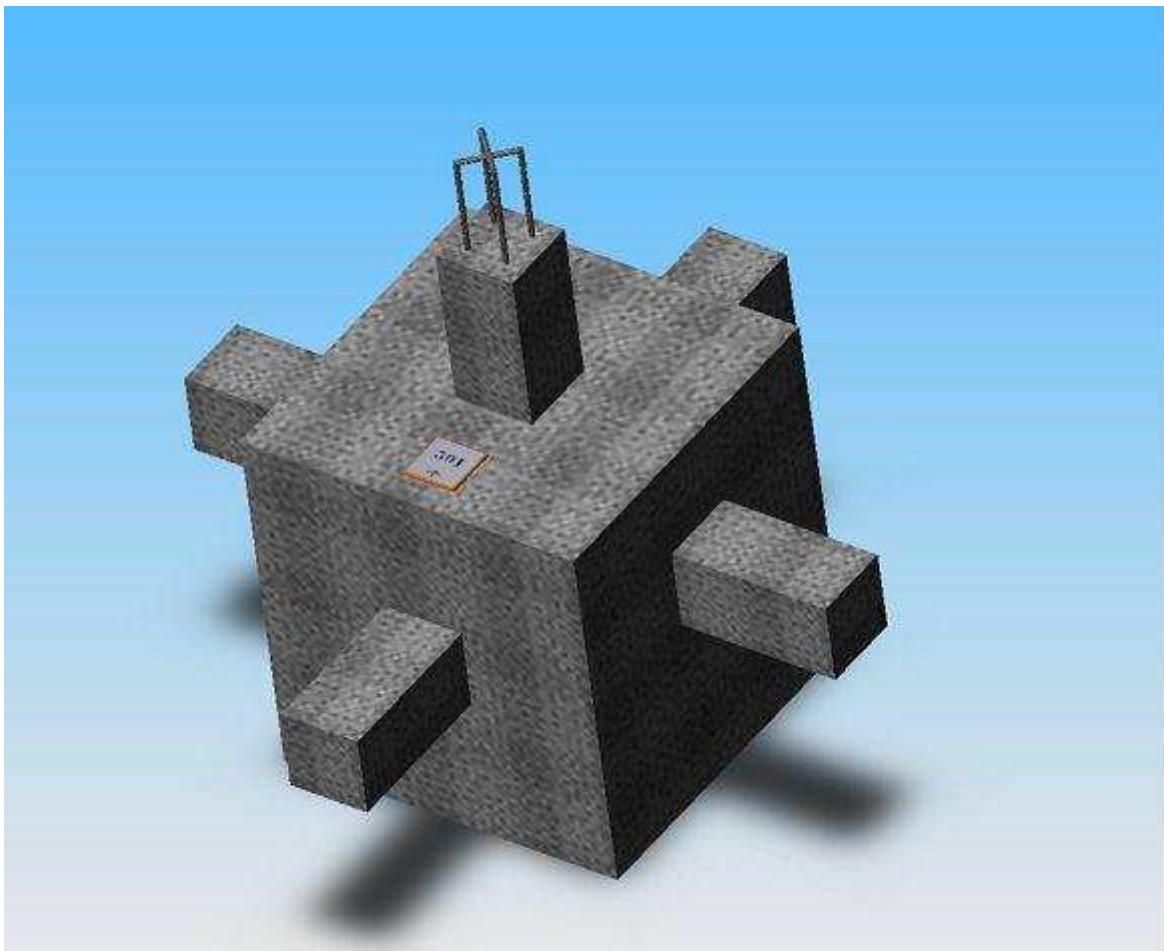


Imagen. Módulo disuasorio, D1.

Los módulos Disuasorios tipo D1 son de hormigón armado y tienen cuerpo central de forma cúbica de 1,3 x 1,3 x 1,35 y van dotados de 5 "brazos satélites" de 0,6 x 0,3 x 0,3 m, con su peso total seco de 6,14 t y 3,336 t sumergido. Su máxima dimensión en anchura de 2,5 m lo que facilita su transporte por carretera.

Para facilitar las labores de control y seguimiento, cada módulo va dotado de una placa cerámica identificativa encastrada en la que se especifica el número de orden.



Imagen nº3. Módulo disuasorio en el puerto de Motril en actuación precedente.



Imagen nº4. Detalle placa cerámica identificación mal colocada.



Imagen nº5. Detalle cogida.



Imagen nº6. Detalle placa cerámica encastrada. Colocación correcta.

## V. PROCESO PRODUCTIVO Y PLAZO DE EJECUCIÓN.

Los pasos a seguir para la ejecución de un proyecto de construcción e instalación de arrecifes artificiales son los siguientes:

1. Preparación de la explanada.
2. Fabricación de encofrados metálicos.
3. Construcción de los módulos.



4. Apilamiento en obra si la disponibilidad de espacio así lo requiere.
5. Transporte de módulos y acopio a pie de muelle.
6. Estiba en el buque de fondeo.
7. Instalación de módulos en el mar.
8. Comprobación.

Como se ha indicado en el punto anterior, los módulos proyectados son de hormigón, fabricados con cemento marino resistente y un armado suficiente para aguantar su peso propio suspendido por su parte superior así como los esfuerzos derivados de su manipulación y acopio.

Transcurrido el tiempo necesario para el curado del hormigón, los módulos son trasladados en camión o toro hasta el costado del buque de fondeo, pasando a continuación a ser apilados de forma piramidal en la bodega del mismo. En los planos se indica esquemáticamente como debe realizarse las estibas.

Para poder asegurar la funcionalidad del arrecife artificial, las barreras se han dispuesto dejando una retícula al tresbolillo lo suficientemente estrecha para que las embarcaciones de arrastre que quieran entrar “enganchen” en algún/os módulo/s.

Para tener la seguridad de realizar una perfecta instalación se ha previsto el uso de un “programa de gestión del fondeo” gracias al cual en la pantalla de un ordenador se visualizan con una marca cada uno de los puntos donde tiene que ser fondeado cada módulo al mismo tiempo que la trayectoria del barco, de modo que cuando éste se posiciona encima del punto, salta una alarma que indica al operador que se puede fondear la estructura arrecifal, utilizándose un gancho de disparo accionado a distancia por un cabo. En ese momento, queda almacenada la posición exacta del fondeo, la distancia entre el punto teórico y real así como la fecha, hora y número del módulo fondeado.

Aunque los módulos se han diseñado con mayor peso en la base para ayudar a su caída vertical, su fondeo se realizará a la menor velocidad posible del buque. Además se realizará el disparo desde el gancho sólo cuando la base inferior del módulo esté a 25 cm de la superficie del mar.

Para asegurar la correcta ejecución de la obra, el posicionamiento se realizará mediante uso de GPS con corrección diferencial (DGPS).

Terminado el fondeo, se realizará una comprobación final mediante una embarcación equipada con “sónar de barrido lateral” conectado al sistema de posicionamiento, consiguiéndose así un registro del área de fondeo georeferenciado y comprobándose de manera definitiva el éxito de la instalación.

La prospección final (SBL) se hará de modo que cada módulo arrecifal se detecte en dos pasadas en sentido opuesto, con transductor de alta frecuencia y un solapamiento del 100% a rango 50.

### **Plazo de ejecución**

Se ha estimado un plazo de ejecución de tres meses desde la licitación y contratación, al que se le añade un mes más para la licitación y contratación. El plazo total de la obra resulta por lo tanto de cuatro meses.

El anejo de Plan de obras se define el tiempo necesario para la fabricación de los módulos, el transporte y el fondeo.

---

## VI. EFECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES.

---

Conforme figura en el anejo del Estudio de Impacto Ambiental el proyecto es una actuación de protección de la biodiversidad y el patrimonio histórico que además favorece la productividad pesquera. Sus efectos no positivos se consideran muy pequeños en relación a las ventajas que proporcionan.

Aunque, conviene repetir, estas estructuras se colocan para evitar una actividad ilegal y no interfiere en la actividad legal (que por el contrario se ve potenciada por exportación de ejemplares desde las zonas protegidas) debido al impacto social que tiene la actividad pesquera en estas comarcas y a que son muchas las familias que dependen directamente de esta actividad generando además un elevado volumen de negocios en torno a la pesca se ha analizado y contado con la opinión y experiencia de las personas directamente involucradas (ver anejo). Los arrecifes se instalarán a profundidades menores a los 35 metros por lo que no interferirán la actividad legal de los pesqueros cerqueros (que deben faenar por encima de esa profundidad) y arrastreros (que han de faenar por encima de los 50 metros de profundidad). La posición de la población costera a estas estructuras se ha analizado tanto en los estudios previos como en el estudio de impacto ambiental.

---

## VII. MARCO LEGAL PESQUERO.

---

**En materia de Pesca**, estas medidas de protección de los recursos han sido financiadas desde sus comienzos por la Unión Europea y actualmente se regula mediante el Reglamento (CE) nº 1198/2006, de 27 de julio de 2006, relativo al Fondo Europeo de la Pesca (FEP), por el cual se definen las modalidades y condiciones de las intervenciones con finalidad estructural en el sector de la pesca para el periodo 2007-2013

El Reglamento (CE) 2371/2002, del Consejo, de 20 de diciembre de 2002, sobre la conservación y la explotación sostenible de los recursos pesqueros en virtud de la política pesquera común, derogó el Reglamento (CEE) nº 3760/92 estableciendo el régimen actualizado comunitario de la pesca y de la acuicultura, que constituye el marco contemporáneo aplicable a la política común de estructuras pesqueras.

A nivel estatal, el artículo 15 de la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de pesca marítima recoge la posibilidad de construcción de arrecifes con el fin de favorecer la protección y reproducción de los recursos pesqueros. La normativa específica queda completada con el Real Decreto 518/2005, de 6 de mayo, por el que se modifica el RD 3448/2000, de 22 de diciembre, por el que se establece la normativa básica de las ayudas estructurales en el sector pesquero. Este RD mantiene los Artículos 37 a 49 del RD 798/1995 de 19 de mayo referentes a protección y desarrollo de los recursos acuáticos. Este RD 798/1995, de 19 de mayo, modificado por el RD 2287/1998, de 23 de octubre, define los criterios y condiciones de las intervenciones con finalidad estructural en el sector de la pesca, de acuicultura, la comercialización, la transformación y la promoción de sus productos. Dicho RD recoge la autorización e instalación de arrecifes en aguas exteriores. A la normativa estatal han de sumarse al respecto de los arrecifes el RD 681/1980, de 28 de marzo, sobre la ordenación de la actividad



pesquera nacional y la Orden de 11 de mayo de 1982, por la que se regula la actividad de repoblación marítima.

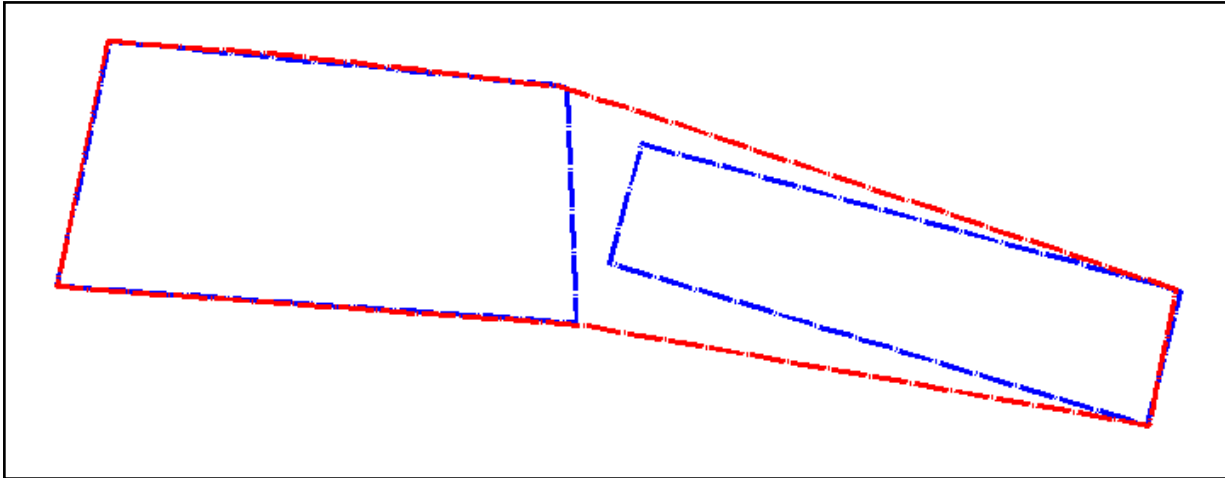
Según la Legislación europea (y española) vigente (desde el Reglamento 1676/94), los barcos de arrastre no pueden faenar a menos de 3 millas de la costa o a profundidad menor a 50 m, mientras que para el cerco límite queda en 300 metros de la costa o los 30 metros de profundidad. El Reglamento 1967/2006 para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el Mediterráneo modificó esta norma general, introduciendo importantes limitaciones en cuanto a distancias mínimas a la costa y mallas mínimas en algunas modalidades, así como el incremento de la talla de captura de algunas especies de cierto interés para la flota andaluza. Respecto a la pesca con redes de **arrastre, el límite que se establece es de 1,5 millas náuticas de la costa, pudiéndose reducir esta distancia hasta 0,7 millas, siempre respetando la profundidad mínima de 50 metros.** Si los arrecifes se instalan en profundidades inferiores a 30-35 metros no interfieren en la actividad legal de estos barcos. Los módulos diseñados tienen un peso y estabilidad adecuada para soportar las tensiones que los arrastreros existentes en la zona pueden proporcionar según sus TRB y potencia y constituir un obstáculo a la actividad ilegal.

## VIII. CUMPLIMIENTO DE LA LEY DE COSTAS Y ÁREA DE CONCESIÓN.

Este Proyecto se redacta **conforme a la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas**, según el Artículo 44.7 de la misma así como el Artículo 96 del Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas

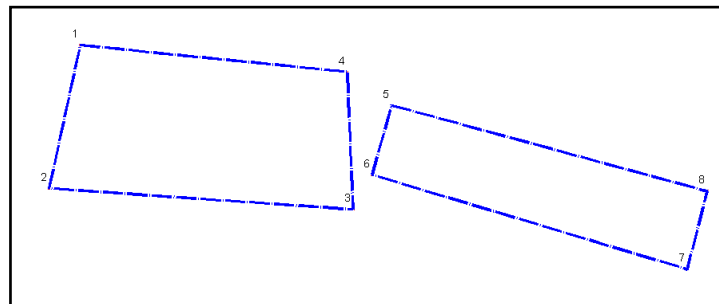
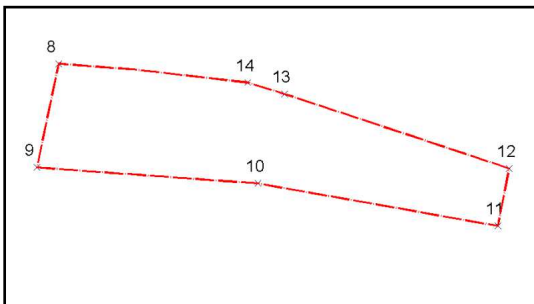
Dado que las concesiones preexistentes otorgadas en su momento por la DG Costas son algo menores que las previstas, es preciso obtener una ampliación. Esta no supone una modificación sensible de la estructura de las áreas actualmente concedidas. Por otra parte quedan en todo momento dentro de aguas cuya competencia de gestión corresponde a la Junta de Andalucía. Actualmente es responsabilidad de la administración andaluza la concesión de nuevas autorizaciones o la modificación de las existentes (RD 62/2011, de 21 de enero sobre el traspaso de funciones y servicios de la Administración del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de ordenación y gestión del litoral y Decreto 66/2011, de 29 de marzo por el que se asignan las funciones, medios y servicios traspasados por la Administración Central del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de ordenación y gestión del litoral).

En Maro - Cerro Gordo las concesiones antiguas y la nueva solicitada son (coordenadas gráficas obtenidas de los estudios previos en UTM huso 30 ED50):



Cuadro de Coordenadas y Superficie de Concesión Maro Cerro Gordo		
Id Punto	Coordenada X	Coordenada Y
1	425570,038	4067787,713
2	425377,814	4066900,891
3	427254,713	4066770,340
4	427218,814	4067621,830
Superficie Concesión		1.54 Km <sup>2</sup>
Id Punto	Coordenada X	Coordenada Y
5	427491,935	4067414,830
6	427372,853	4066985,003
7	429316,911	4066399,312
8	429440,562	4066882,698
Superficie Concesión		0.96 Km <sup>2</sup>
<b>Sup.Total Concesion</b>		<b>2.5 Km<sup>2</sup></b>

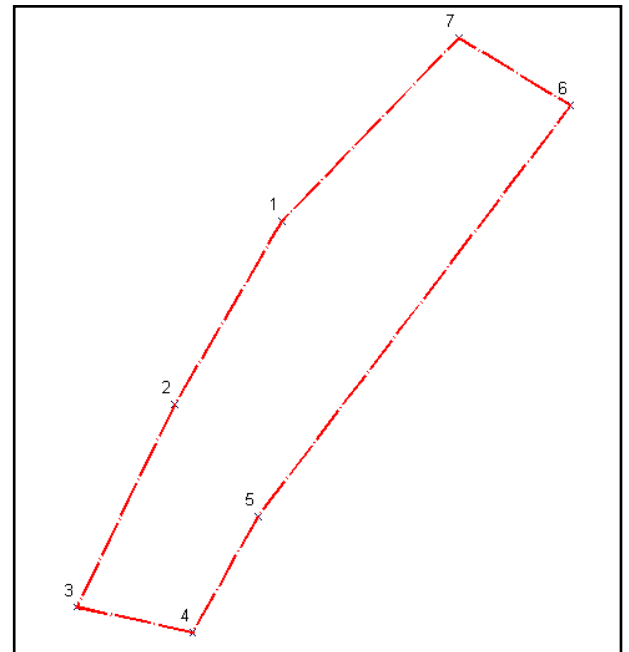
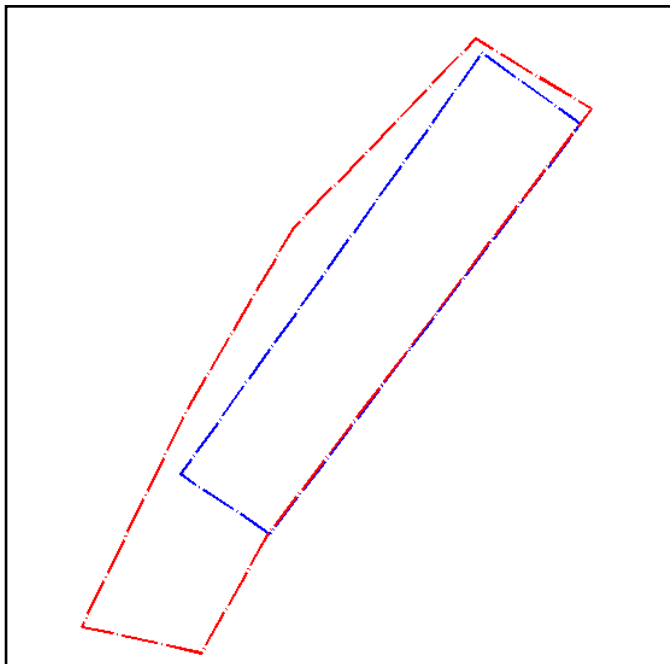
La nueva concesión:



Cuadro de Coordenadas y Superficie de Nueva Concesión Maro Cerro Gordo		
Id Punto	Coordenada X	Coordenada Y
8	425570,038	4067787,713
9	425377,814	4066900,891
10	427254,713	4066770,340
11	429316,911	4066399,312
12	429440,562	4066882,698
13	427495,915	4067527,629
14	427218,814	4067621,830
<b>Superficie Concesión</b>		<b>3.02 Km<sup>2</sup></b>

En Roquetas

Cuadro de Coordenadas y Superficie de Concesión Roquetas		
Id Punto	Coordenada X	Coordenada Y
1	539396,849	4074026,570
2	536884,591	4070520,877
3	537618,642	4070029,515
4	540217,314	4073438,740
<b>Superficie Concesión</b>		<b>4.09 Km<sup>2</sup></b>



La nueva concesión

Cuadro de Coordenadas y Superficie de Nueva Concesión Roquetas		
Id Punto	Coordenada X	Coordenada Y
1	537825,291	4072570,090
2	536901,446	4070989,828
3	536062,691	4069251,539
4	537059,472	4069032,734
5	537618,642	4070029,515
6	540304,631	4073562,163
7	539344,880	4074146,840
<b>Superficie Concesión</b>		<b>6.84 Km<sup>2</sup></b>

## IX. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

De acuerdo con el RD 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, al tratarse de un Proyecto de Obras incluida en uno de los supuestos previstos en el Artículo 4, el Proyecto de Ejecución debe contar con un **Estudio de Seguridad y Salud**.

## X. ACCIONES SISMICAS.

Según el artículo 1.3.1. de la Norma NCSR-02, en la Memoria de todo proyecto de obras se incluirá preceptivamente un apartado de “**Acciones sísmicas**”.

Cuando de acuerdo con el artículo 1.2.3, sea de aplicación esta Norma, figurarán en el apartado de “Acciones sísmicas” los valores, hipótesis y conclusiones adoptadas en relación con dichas acciones y su incidencia en el proyecto, cálculo y disposición de los elementos estructurales, constructivos y funcionales de la obra.

La aplicación de la Norma es obligatoria en construcciones recogidas en el artículo 1.2.1 (importancia alta), siendo para el resto de importancia moderada o baja. Las obras necesarias para la construcción de los módulos arrecifales no se encuentran entre las citadas y, por tanto, se consideran, como máximo, de importancia moderada, no siendo por ello de carácter obligatorio en este supuesto.

## XI. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.

El proyecto es una obra completa, entendiéndose por tales las susceptibles de ser entregadas al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente puedan ser objeto, y comprenderán todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra (Art. 68.3, L.C.E. y Art. 125 R.G.C.E.).

## XII. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.

Según la Orden de 28 de marzo de 1968 por la que se modificaba el artículo 289 del Reglamento General de Contratación del Estado, el contratista adjudicatario de la obra correspondiente al presente proyecto habrá de quedar incluido dentro de los siguientes grupos:

Grupo C	Subgrupo 2	Categoría c
Grupo F	Subgrupo 7	Categoría c

## XIII. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Fabricación de módulos.....	96.025,52	44,38
2	Transporte y carga .....	28.904,40	13,36
3	Estiba y fondeo de los módulos .....	53.344,80	24,65
4	Varios .....	25.253,65	11,67
5	Seguridad y Salud .....	12.859,34	5,94
	<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>216.387,71</b>	
14,00	% Gastos generales	30.294,28	
6,00	% Beneficio industrial	12.983,26	
	SUMA DE G.G. y B.I.	43.277,54	
21,00	% I.V.A.	54.529,70	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>314.194,95</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>314.194,95</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CATORCE MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Sevilla 24 de septiembre de 2012