

# IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE REGENERACIÓN DE LA PLAYA DE DENIA, ALICANTE (ESPAÑA)

(IMPACT ASSESSMENT OF THE DENIA SHORELINE RESTORATION PROJECT)

J. L. Gayo<sup>1</sup>, M. A. Casermeiro, J. Giraldo, M. Mayo, A. Vázquez, J. Zamora

ESPAÑA

Fecha de recepción: 11-I-04  
559-16

## RESUMEN

*Se presentan los resultados del estudio de impacto Ambiental del proyecto de regeneración de costas de las playas de la Almadraba les Deveses en el término municipal de Denia, Alicante.*

*Se contemplan dos alternativas de actuación. La primera supone la regeneración mediante el vertido de arena a la playa y la segunda combinan el vertido de arenas con la construcción de espigones. Se analizan las principales variables ambientales tanto de las zonas de extracción de arenas como de la playa receptora y se procede a la evaluación ambiental de las alternativas. La segunda opción (construcción de espigones y vertido de arenas) se revela como la más adecuada desde el punto de vista ambiental.*

## SUMMARY

*This paper show the main results of the Environmental Impact Assessment of the coastal regeneration project in Denia (Alicante).*

*Two alternatives were evaluated. The first one implies the deposit of 3.8 millions m<sup>3</sup> of sand along the shoreline. Meanwhile the second one involves the construction of three new docks and also the contribution of 0.9 millions of m<sup>3</sup> of sands. All environmental features were evaluated in the sand marine deposit and in Denia shoreline. The second option, new docks plus sand contribution, appears to be more adequate from the environmental point of view.*

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de regeneración costera de Denia (Figura 1) tiene como objeto lograr un control efectivo de la erosión del litoral situado entre la punta *dels Molins* y la desembocadura del río *Racons*, (Figura 2 A y B) buscando esencialmente una estabilización de la línea de costa. Esta estabilización se puede llevar a cabo de dos maneras; mediante el aporte de arena a la costa o combinando la alimentación de la costa con arena con la construcción de espigones normales a la línea de costa y con el recorte de un espigón existente. Existen dos alternativas para la extracción de arena, uno de los yacimientos está situado enfrente de las costas de Sierra Helada y el otro en la zona de punta Morarira-cabo de la Nao. Entre los problemas puntuales existentes cabe destacar:

- . La erosión a que está sometido el delta del río Vegel o Girona.
  - . La fuerte erosión existente al norte del barranco de Portelles, lo que ha llevado a la sustitución de la playa de arena por otra de gravas.
  - . El espigón de la punta *dels Molins* actúa como una barrera al transporte, de dirección sur-norte, impidiéndose la recuperación de la playa situada al norte del barranco de la Alberca.
- Las principales ventajas que se pueden alcanzar mediante la realización de esta actuación:
1. Control de la erosión y defensa de las propiedades costeras.
  2. Mejoría ambiental del entorno mediante la recuperación del cordón dunar.

<sup>1</sup> Subdirección General de Impacto Ambiental y Prevención de Riesgos. Ministerio de Medio Ambiente.



Figura 1.- Aspecto del área de actuación. Denia.



Figura 2A y 2B.- Aspecto general de la degradación por erosión de la playa.

## 2. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

En la elaboración de un Estudio de Impacto ambiental es obligatorio el análisis de diferentes alternativas de proyecto. En este caso se contemplan dos alternativas diferentes tanto para la selección de la solución adoptada, y otras dos en lo que se refiere a la obtención de la arena necesaria para la regeneración de las playas.

### Alternativas de solución

1. Sólo alimentación con arena.
2. Solución mixta, consistente en una combinación de alimentación con arena y rigidización mediante diques normales a la playa.

Efectuada cubicación con los mismos perfiles erosivos para ambas soluciones, de tal forma que los resultados sean comparables, la alternativa seleccionada ha sido la segunda, por requerir un volumen de arena muy inferior ( $953.307 \text{ m}^3$ ) frente a la alimentación pura (del orden de 3,8 millones de  $\text{m}^3$ ).

### Alternativas de extracción de arena

Como yacimiento de arenas se contemplan dos posibilidades: el de sierra Helada, con reservas estimadas de  $2.500.000 \text{ m}^3$ , con una profundidad media de dragado de 2,5 m, y el yacimiento del cabo de la Nao, situado entre este cabo y punta Moraira, con una superficie aproximada de  $1.000.000 \text{ m}^2$  y una cubicación de  $2.716.000 \text{ m}^3$ , aunque este yacimiento no se encuentra sometido a explotación y presenta un elevado valor de calidad ambiental. Es necesario realizar la justificación de cuál de los yacimientos es más adecuado para su explotación.

## 3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Como se ha comentado en la introducción, básicamente, la solución adoptada consiste en:

- . Extracción de arena del yacimiento seleccionado
- . Transporte hasta la zona de actuación
- . Deposición de la arena
- . Construcción de 3 espigones normales a la línea de costa
- . Recorte de un espigón existente

Con la solución adoptada, se actúa en tres zonas del conjunto de playas situadas a poniente de la punta dels Molins:

- . Punta dels Molins
- . Playa de l'Estanyó
- . Playas de La Almadraba, Setlla, Mirarroca y Sorts de Mar
- . La descripción detallada de las actuaciones se desarrolla en los puntos siguientes.

### 3.1. Extracción de arena

La operación de dragado consiste en la retirada de sedimentos del fondo marino, hasta una distancia que depende de las necesidades de materiales y de las características del equipo utilizado.

Las operaciones básicas de dragado son aproximación al yacimiento, situando la draga en el interior del polígono balizado. Extracción del material del fondo mediante un cabezal de succión conectado, a través de una tubería, a una bomba centrífuga instalada en la embarcación. La mez-

cla agua-sedimentos es succionada por la bomba, impulsándola en la cántara de la draga. La arena se deposita por sedimentación en la cántara de la draga, mientras el agua se vierte de nuevo al mar.

La extracción se llevará a cabo mediante dragado, con una draga de 5.000 m<sup>3</sup>. El volumen de extracción estimado para la alternativa seleccionada es de 953.307 m<sup>3</sup> de arena.

El volumen total de aportación, se ha estimado considerando un D<sub>50</sub> de la arena existente en la playa original igual a 0,20 mm y la cota de playa seca en la más 2, y se han definido los perfiles de erosión por la fórmula de Vellinga a partir de las condiciones de oleaje.

### 3.2. Características de la zona de extracción de Sierra Helada

La zona de extracción presenta una superficie aproximada de 1.000.000 m<sup>2</sup> y una cubicación de 2.500.000 m<sup>3</sup>. Se considera un espesor medio de 2,5 m, entre las isobatas de -10 y -35 m. Este yacimiento está siendo explotando desde los primeros años de la década de los 90 (Figura 3).

Las arenas de este yacimiento presentan las siguientes características generales. El D<sub>50</sub> = 0,22 mm, que corresponde a unas arenas ligeramente más gruesas que las existentes en la playa original, cuyo D<sub>50</sub> es 0,20 mm. Los elementos finos (con diámetro inferior a 0,063), se encuentran en una proporción inferior al 4%.

### 3.3. Características de la zona de extracción de Punta de Moraira-Cabo de la Nao

Establecida la mezcla representativa, a partir de las granulometrías, ésta tiene un D<sub>50</sub> = 0,40 mm, que corresponde a unas arenas más gruesas que las existentes en la playa original, cuyo D<sub>50</sub> es de 0,20 mm (Figura 4).

Se pueden diferenciar tres áreas en función de sus características sedimentológicas:

- . Islote de Portichol y sus alrededores, con fondos coralígenos en isobatas superiores a 25 m de texturas arenosas gruesas incluso gravas
- . Zona de cabo negro, con pendientes muy pronunciadas, es el dominio de las arenas hasta la isobata 25 m, aumentando los limos arenosos en profundidad
- . Área comprendida entre el cabo de la Nao y la isla de Ambolo, donde domina la fracción limo arenosa, aumentando los limos a partir de la isobata de 30 m en adelante.

En líneas generales, estas arenas presentan una elevada homogeneidad granulométrica, con bajos valores de materia



Figura 3.- Aspecto del área de extracción de Sierra Helada.



Figura 4.- Aspecto del área de extracción del Cabo de la Nao.

orgánica y un elevado valor de las características lépticas (color, textura), por lo que se pueden considerar como una excelente alternativa de uso para proyectos de regeneración de playas.

### 3.3. Operaciones de vertido de arena

El volumen total de arena a aportar en todo el tramo de costa es de 953.307 m<sup>3</sup>.

En la playa de l'Estanyó, se prevé la aportación de 167.131 m<sup>3</sup> arena, en una longitud de 1.160 m, la cual se apoyaría en el delta del río Girona, por ser el desplazamiento del material de este a oeste, bien que parte del mismo rebasaría la Punta de La Almadraba, alimentando, a su vez, el sector situado al oeste del delta.

En el conjunto de las playas de La Almadraba, Setlla, Mirarrosa y Sorts de Mar se aportarán 786.176 m<sup>3</sup> de arena, entre la Punta de La Almadraba y la playa de La Almadraba, en una longitud total de 3.650 m, con la siguiente distribución por sectores (tabla 1).

Tabla 1

## Volúmenes de arena vertidos

Zona de vertido	Volumen de arena vertido (m <sup>3</sup> )
Entre la Punta de la Almadraba y espigón nº 1	194.339
Entre espigones nº 1 y 2	124.776
Entre espigones nº 2 y 3:	202.741
Al oeste del espigón nº 3	264.320

Tabla 2

## Geometría de los espigones de nueva construcción

Espigón 1		Espigón 2		Espigón 3	
Planta alineación recta		Planta alineación curva		Planta alineación recta	
Longitud total 230 m	A cota + 2,5 m 160 m	Longitud total 210 m	100 m a la cota + 2,5 m en alineación recta	Longitud total 200 m	A cota + 2,5 m 150 m
	A cota + 0,5 m 70 m		110 m a la cota + 0,5 m en alineación curva de 65 m de radio		A cota + 0,5 m 50 m

La arena vertida se distribuirá en la playa hasta alcanzar el perfil de diseño. La pendiente de proyecto que se adopta es la misma que la media de la curva parabólica de Vellinga, e igual a 3,5% o 1/30.

### 3.4. Recorte de espigón

Se llevará a cabo el recorte en 60 m del espigón de la Punta del Molino. De esta forma, se favorece la entrada de material de la playa regenerada de Las Marinas hacia el oeste, favoreciendo su tendencia natural y, por tanto, lográndose una alimentación hacia la playa de l'Estanyó.

### 3.5. Creación de espigones

En el conjunto de las playas de La Almadraba, Setlla, Mirarrosa y Sorts de Mar está prevista la construcción de tres espigones transversales a la costa.

El primero, situado más al este, está en prolongación de la margen derecha de la desembocadura del barranco de Portelles. El segundo, a 500 m al oeste del primero, y el tercero a 850 m del anterior. El primero y el tercero son rectos, y el segundo de arranque recto y final curvo.

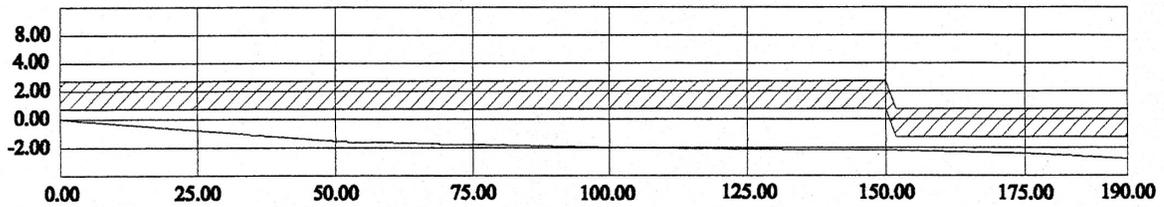
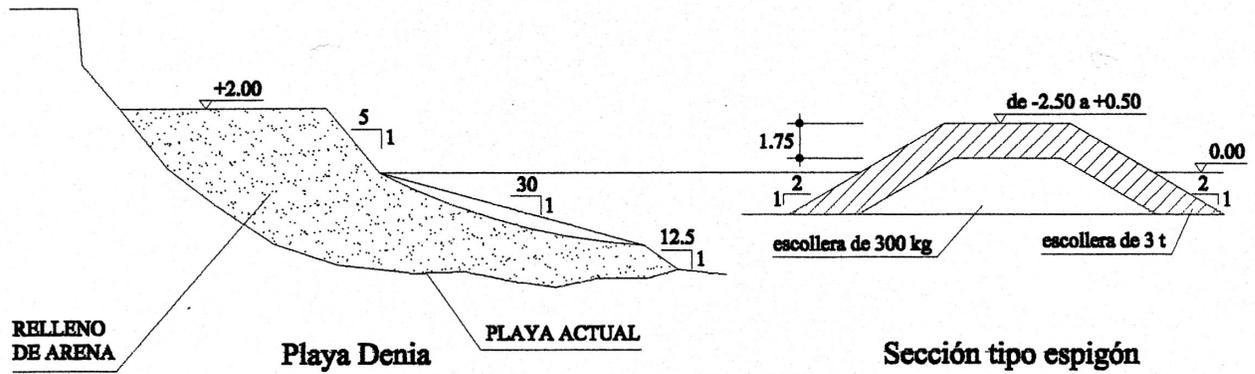
Todos los espigones tiene una parte emergida a la cota +2,50 y su zona final a la cota +0,50. Las características de cada uno de ellos son las indicadas en la tabla 2.

Todos los espigones son bicapa, con un manto exterior de protección de 3 t de peso y un núcleo 300 kg de peso mínimo. En los morros, el peso del manto exterior se eleva a 6 t. El talud adoptado, tanto para el manto exterior como para el núcleo, en todos los espigones, es de 2/1, y su ancho en coronación es de 7 m (figura 5).

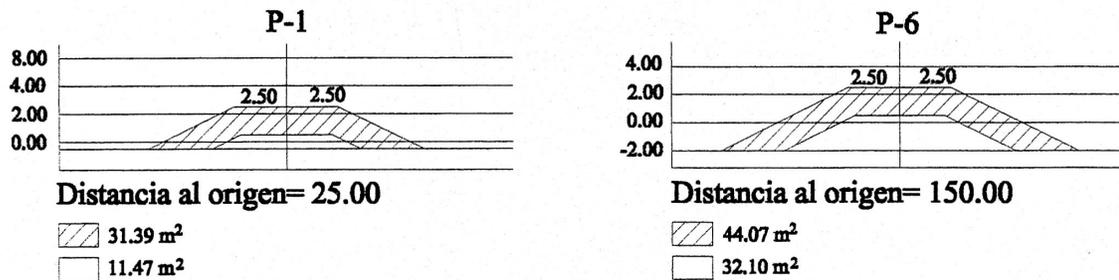
La posición de los espigones, se ha buscado basándose en el criterio de la forma de la planta de la playa, siempre con el objetivo de aproximarse a la alineación de la playa de Oliva, en cuyo contacto con la playa de Les Deveses existe un punto de transporte nulo, produciéndose un paso brusco de playa de grava a playa de arena. El objeto es alinear la costa en planta con la posición más próxima a la anterior que responda a criterios de estabilidad.

Por tanto, la alineación costera en la playa de l'Estanyó es la que se ha empleado para la definición de la forma en planta de la costa a regenerar en las playas de La Almadraba, Setlla, Mirarrosa y Sorts de Mar, ya que en l'Estanyó la evolución de la línea de costa presenta caracteres de práctica estabilidad, no habiéndose producido movimientos de la línea de orilla entre 1947 y 1993 (CEDEX 1994). Con esta solución se espera disminuir drásticamente el transporte por modificación de costa.

La longitud de los espigones se ha definido con el objeto de facilitar un cierto rebase de los mismos por la arena movida por la dinámica litoral, de manera que se logre la realimentación del tramo mediante las aportaciones de la zona situada a levante del tramo regenerado.



Perfil longitudinal. Zona tronco



Secciones tipo espigón

Figura 5.- Planos de los espigones.

#### 4. INVENTARIO AMBIENTAL

##### 4.1. Valoración ecológica del yacimiento del cabo de la Nao y punta de Moraira

Uno de los criterios reconocidos internacionalmente para la valoración de la calidad ambiental de un territorio es el de biodiversidad, tanto de las comunidades presentes, como la riqueza en especies de cada una de estas biocenosis. En esta zona, se encuentra una gran diversidad de comunidades, algunas de las cuales presentan elevados valores intrínsecos como las praderas de *Posidonia oceánica*. Además, este yacimiento no se encuentra sometido a explotación, en cuanto a la extracción de arenas se refiere, siendo su uso tradicional la pesca.

Este sector es una gran singularidad en el conjunto de las costas del Mediterráneo ibérico, por ser un enclave montañoso prolongación de la cadena penibética en el que existen muchos elementos afines con las Baleares. En cuanto a las formaciones geológicas, cabe destacar la presencia de elementos únicos en el litoral valenciano, como los elevados acantilados sin plataforma, las grutas, las cavidades y los ríos subterráneos consecuencia de la erosión cárstica, que dan a la zona un elevado interés paisajístico, a la vez que un gran interés científico.

Con relación a los estudios de nutrientes y de análisis de aguas, durante el verano, hay que señalar el marcado carácter de oligotrofia por agotamiento de los nutrientes en sus niveles más altos, dando lugar a una elevada transparencia de las aguas. Durante los períodos primaveral y otoñal, se producen en la zona grandes movimientos de nutrientes, a consecuencia de la mezcla de aguas provocada por la rotura de la termoclina, lo que permite el desarrollo de fitoplancton y de grandes concentraciones de sardina y otros pescados azules.

Los estudios sobre la pesquería señalan que en la zona se desarrolla una intensa actividad de pesca artesanal, destinada, en su mayor parte, a la pesca del pulpo, combinándose con otro tipo de pesquerías en función de su rotación temporal (trasmallos en época de salmonete -mayo a octubre-, bonitoleras para túnidos, palangre de fondo para escorpénidos, etc.). El interés pesquero de la zona es, en consecuencia, muy alto.

Con relación a los estudios sobre la composición bionómica de los fondos, éstos han servido para identificar veinte biocenosis, algunas de ellas, debido a su óptimo estado de conservación, con un extraordinario valor ecológico. En general, tanto en la zona de la Nao como en la de Moraira, destacan todas las biocenosis de los pies de los acantilados

y, muy especialmente, las biocenosis de la roca infralitoral esciáfila, las praderas de *Posidonia oceánica* enraizadas sobre la roca, la biocenosis del precoralígeno, y las de los fondos detríticos costeros y del coralígeno.

Se han determinado numerosas especies de gran importancia ecológica, algunas de ellas propuestas a proteger en el Mediterráneo, por su calidad como especies bioindicadoras: la fanerógama *P. oceánica*; las gorgonias *Eucinella spp.*, *Lophogorgia ceratophyta*; el bivalvo *Lithophaga lithophaga*; el crustáceo *Scyllarides latus* y los peces *Epinephelus guaza*, *E. alexandrinus* y *Sciaena umbra*.

Las zonas de mayor diversidad se concentran a los pies de los acantilados en todos los sectores estudiados, y, a mayores cotas, entre 15 y 25 m en el sector norte de la punta de Moraira, y en las recaladas de Ambolo y Portichol se desarrollan praderas de *Posidonia oceánica*.

#### 4.2. Valoración ecológica del yacimiento de Sierra Helada

La zona del yacimiento de Sierra Helada presenta una comunidad de alto valor intrínseco para el ecosistema mediterráneo, como son las praderas de *Posidonia oceánica*. Estas praderas se encuentran en un estado de franca degradación debido a la extracción de áridos del yacimiento desde el año 90 y a la actividad ilegal de los arrastreros.

Esta zona está catalogada como un lugar a proteger por su estado de conservación elevado debido a la caracterización de las biocenosis presentes. Se ha observado una degradación de las biocenosis más vulnerables a los impactos que ha soportado esta zona, como son la contaminación orgánica desde la colocación de un colector en los acantilados de esta costa en el año 1986, y la actividad frecuente de los barcos arrastreros en la franja infralitoral sedimentaria. Dicha degradación se hace patente en diferentes trabajos (MOPU, 1990). Generalitat Valenciana, 1993.

La diversidad de la biocenosis algas se ha visto afectada con especial incidencia sobre la biocenosis fotófila en régimen batido representada por el alga *Cystoseira mediterránea*, la cual ha sido sustituida por una población monoespecífica de *Corallina elongata*. Asimismo se aprecia una degradación de la diversidad algal en la biocenosis de las algas esciáfilas en régimen calmado.

Con relación a los estudios de calidad de las aguas, durante el verano, hay que señalar el marcado carácter de oligotrofia por agotamiento de los nutrientes en sus niveles más altos, dando lugar a una elevada transparencia de las aguas, excepto en la zona de influencia del colector de Benidorm, donde se observa la presencia de bioindicadores de contaminación. Los pueblos de la zona prácticamente

no desarrollan su actividad pesquera en el yacimiento de Sierra Helada debido al agotamiento de los recursos.

La elevada degradación del medio, representada por la pérdida de la pradera de *Posidonia* y el dramático descenso de la biodiversidad, indican que el yacimiento de Sierra Helada es la mejor de las opciones para extraer el millón de metros cúbicos de material necesarios para la regeneración de la playa de Denia. Dicha extracción debe hacerse en la cala de la Pila, para minimizar los impactos negativos sobre las poblaciones de *Posidonia oceánica*.

#### 4.3. Inventario del medio en la zona de vertido de arenas

El ámbito de estudio de la zona de vertido comprende la zona litoral situada entre la Punta de Los Molinos y la desembocadura del río Racons, T. M. de Denia, en la provincia de Alicante, desde la línea de costa hasta los 20 m de profundidad, con un frente de costa de aproximadamente 8 km y una extensión de alrededor de 24 km<sup>2</sup>.

El establecimiento de la profundidad máxima de investigación en 20 m, se justifica por la existencia de un área amplia que se extiende hasta dicha profundidad y corresponde al denominado «Alguer de la Almadraba» y que en su borde norte, de contacto entre sedimentos no consolidados (arenas y fangos) y la pradera de *Posidonia oceánica* propiamente dicha, se ubica frente al tramo de costa en estudio. Esta pradera de fanerógamas se extiende a partir de la punta de los Molinos hacia poniente hasta la altura de Denia.

Así pues, si bien el pie de talud del proyecto se sitúa en los -2 m, algunas de las acciones del proyecto (anclaje de dragas y ganguiles, anclajes de tuberías de bombeo, zonas de tránsito de elementos marítimos de obra, etc.) podrían desarrollarse o afectar a un área más amplia, que conviene estudiar con el máximo detalle posible, dentro de los objetivos del estudio, con el fin de ordenar convenientemente la ubicación de dichas acciones previsibles del proyecto, minimizando sus posibles efectos sobre el medio, si en base al conocimiento del mismo se pudieran prever.

Las muestras de sedimento excepto una presentan una moda correspondiente a las arenas finas y con un porcentaje de finos inferior al 15%, por lo que se trata de arenas finas bien calibradas con niveles de materia orgánica en torno al 2%. Todos los niveles de concentración de metales pesados son bajos según los criterios del CEDEX.

##### 4.3.1. Biocenosis de playas emergidas

En las playas emergidas sólo quedan restos de la vegetación dunar (Figura 6) *Amnophileta* y de la *Rosmarinetea*, esto es, matorrales de sustitución de los sabinas costeros



Figura 6.- Degradación de los cordones dunares en las playas de Denia.

climáticos. En la zona se han identificado las siguientes especies características de la vegetación dunar: *Amnophila arenaria*, *Lotus creticus*, *Agropyrum sp.*, *Pancreatium martimum*, *Aster maritima*, *Cakile maritima*, *Sporobolus sp.*, *Eryngium maritimum*.

En el área de estudio, el piso supralitoral está compuesto fundamentalmente por playas de arena y guijarros. Las playas de arena llevan asociadas unas comunidades adaptadas a este ambiente hostil, formadas por pequeños crustáceos (anfípodos e isópodos) detritívoros que se alimentan de las aportaciones, como hojas de fanerógamas marinas. En las playas de cantos, sin apenas restos orgánicos, la desecación es rápida, siendo pequeños crustáceos (un anfípodo y un isópodo) de hábitos nocturnos las únicas especies que soportan estas condiciones tan extremas. El sustrato rocoso se limita únicamente a la punta de L'Estanyó y al pequeño dique artificial de la punta de los Molinos. En este piso la vegetación está constituida por pequeños líquenes y algas cianofíceas. La vida animal está caracterizada por la presencia de moluscos gasterópodos pulmonados del género *Littorina*, el crustáceo isópodo *Ligia italica*, y, en su parte inferior, lapas del género *Patella*. Estas especies efectúan frecuentes incursiones alimentarias en el piso mesolitoral.

#### 4.3.2. Comunidades de vertebrados

Los hábitats naturales presentes se limitan a las playas, en buena parte de gravas, y los cordones dunares, y ambos están bastante degradados, habiéndose perdido una buena

superficie ocupada por construcciones; mientras que los vertidos para defender la costa han alterado gran parte de la misma. La zona presenta tanto aves características del medio marino, como las gaviotas, los charranes y los limícolas, como otras muy ubicuas y cosmopolitas, adaptadas a la presencia humana, que aparecen en la mayor parte de la geografía peninsular. Prácticamente todas las especies características de la zona son especies comunes, no sólo en la comarca sino en toda o buena parte de la península Ibérica, con poblaciones muy numerosas y una amplia distribución.

#### 4.3.3. Comunidades bentónicas

Son las comunidades biológicas que se desarrollan sobre el fondo marino. Una manera generalizada de describir las comunidades bentónicas es agruparlas en pisos: supralitoral, mesolitoral, infralitoral, circalitoral. Por el ámbito donde se desarrolla el estudio, se describirán los tres primeros pisos, haciendo más hincapié en el piso infralitoral, que es la zona permanentemente sumergida, y que muestra mayor número de comunidades susceptibles de ser afectadas por el vertido de arenas. En la tabla 3 se presentan las ocho comunidades identificadas.

#### 4.3.4. Valoración ecológica de la zona de vertido de arenas

En esta zona se encuentra una gran diversidad de comunidades, siendo la de mayor valor ecológico las praderas de *Posidonia oceánica* que se extienden de manera bastante

Tabla 3

Comunidades biocenóticas en las zonas de vertido de arenas

Piso	Comunidad	Valoración ecológica	Especies importantes
Mesolitoral	Playas arenosas	Medio	Poliquetos errantes, crustáceos
Infralitoral	Comunidad de arenas finas bien calibradas	Medio	Moluscos pelecípodos como <i>Donax trunculus</i> , y <i>Tellina fabuloides</i>
	Comunidad de algas fotófilas infralitorales en modo calmo	Alta	Esponjas <i>Chondrsia reniformis</i> , <i>Axinella damicornis</i> , Cnidarios como <i>Aglophenia pluma</i> , <i>Aiptasia mutabilis</i> , <i>Anemonia sulcata</i> , poliquetos, como <i>Spirographis spallanzani</i> , Crustáceos, Briozoos, Equinodermos <i>Echinaster sepositus</i> , <i>aracentrotus lividus</i> y <i>Sphaerechinus granularis</i> Peces: <i>Chromis chromis</i> , <i>Dipodus sargus</i> , <i>Diplodus vulgaris</i> , <i>Serranus scriba</i> , <i>Coris juis</i> y <i>Thalassoma pavo</i> .
	Comunidad de pradera de Posidonia sp.	Muy Alta	Briozoo <i>Electra posidoniae</i> , el poliqueto <i>Spirorbis</i> sp. y el tunicado <i>Botrillus schlosseri</i> . Equinodermos <i>Paracentrotus lividus</i> , <i>Echinaster sepositus</i> , <i>Holothuria</i> spp., los crustáceos <i>Idothea</i> sp., <i>Alpheus dentipes</i> y <i>Palaemon serratus</i> junto moluscos: <i>Octopus vulgaris</i> y <i>Sepia officinalis</i> ; y peces como <i>Chromis chromis</i> , <i>Symphodus tinca</i> , <i>Sarpa salpa</i> , <i>Oblada melanura</i> , <i>Spicara maena</i> .
	Comunidad de césped de <i>Cymodocea</i> sp.	Media	Es una comunidad menos diversa que la anterior aunque comparte muchos elementos de invertebrados y peces
	Comunidad de precoralígeno	Media	Algas fotófilas <i>Sphaerococcus coroniphilus</i> , <i>Peyssonnelia squamaria</i> y otras. Son abundantes las Esponjas, Cnidarios, Moluscos, y Briozoos
Circalitoral	Comunidad de bolos sabeláridos	Media	<i>Sabelaria alveolata</i> , un Anélido Poliqueto, que construye unas formaciones arrecifales
	Comunidad de coralígeno	Alta	Algas calcáreas. Las algas fotófilas no son las dominantes, debido a la escasa intensidad de luz. Hay gran número de Briozoos, Gorgonias y Esponjas.

regular desde las batimetrías de -5 m hasta los -20 m. Por encima de los -5 m existen manchas de *Posidonia sp.* cercanas a la costa y asentadas en su mayoría sobre fondo de roca. La extensión de la pradera de *Posidonia sp.* es mucho mayor en el litoral frente a las playas de Raco de l'Alberca y playa de Setla y Mirarosa entre la desembocadura del barranco de la Alberca y el barranco de Portelles. Conforme se avanza por el litoral frente a las playas de Sort de Mar y de Les Deveses, la pradera se va reduciendo a unas manchas.

Las aguas, como las del resto de la zona, presentan un marcado carácter oligótrofo, lo que origina una gran transparencia de las aguas, característica ésta muy atractiva para una zona turística. No obstante, de modo puntual y esporádico se producen algunos focos de contaminación debido al vertido a los cauces por parte de las industrias de transformación de la zona, y en particular por parte de industrias de procesado de naranjas.

La pesca para la zona de Denia es una actividad importante, explotándose especies de alto valor comercial como la

gamba roja (*Aristeus antennatus*), salmonetes de fango y roca (*Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*), pescadilla (*Merluccius merluccius*), pulpos (*Octopus vulgaris* y *Eledone cirrhosa*).

En la zona de vertido de arenas se han identificado 8 biocenosis, entre las cuales, los fondos coralígenos y las praderas de *Posidonia oceánica* están propuestas para proteger por el plan de acción para la protección del Mediterráneo

La comunidad que mayor riqueza presenta en número de especies es la de poliquetos sabeláridos, que, al ser tubícolas, no tener movilidad, podrían verse seriamente afectados por un vertido directo de arenas.

En lo referente a la pradera de *Cymodocea nodosa*, la mayor parte de la comunidad de esta fanerógama se encuentra fuera del área de vertido, salvo la mancha situada en la punta de la Almadraba, que se encuentra muy próxima a la costa, por lo que es una comunidad muy vulnerable.

Tabla 4

Aplicación de los criterios de selección exclusión a los yacimientos potenciales de cabo de la Nao y sierra Helada

Criterios	Cabo de la Nao	Sierra Helada
Permiso de extracción	-	+
Praderas de <i>Posidonia</i>	-	+
Especies protegidas	-	+
Valor de especies y biocenosis como recurso pesquero	-	+
Biodiversidad de cada yacimiento	-	+
Valor ambiental de las biocenosis	-	+
Valor ambiental de las especies	-	+
Explotación previa de arenas	-	+
Valor paisajístico de los fondos	-	+
Existencia de restos arqueológicos	-	+

## 5. VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS DE EXTRACCIÓN

Tal y como se ha comentado en el punto 2, es necesario seleccionar uno de los yacimientos para proceder a la extracción de arenas. Para ello se procede a utilizar variables ambientales que ayuden en la toma de decisión. Con objeto de valorar la incidencia ambiental de la extracción de arenas se ha procedido a seleccionar múltiples criterios que se aplican a los dos yacimientos estudiados, cabo de la Nao y sierra Helada. El resultado se resume en la tabla 4. El signo -, indica que el yacimiento queda excluido respecto al criterio considerado; el signo +, indica que, para ese criterio, es preferible la explotación de ese yacimiento.

## 6. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

El análisis de la tabla es concluyente seleccionándose el yacimiento de Sierra Helada zona de extracción, dado que tienen menor calidad ambiental y, por tanto, los impactos derivados de la extracción de las áreas serán menores. Una vez seleccionada la alternativa de proyecto, solución mixta a base de rigidización mediante diques y aporte de arena procedente de la zona de sierra Helada, los esfuerzos destinados al análisis del impacto ambiental producido por su ejecución se centran exclusivamente en esta alternativa. Para ello se procedió a la realización de una matriz de interacción entre los elementos del medio y las acciones de proyecto. En total se diferenciaron diez acciones que son las siguientes:

1. Movimientos de la draga y de las embarcaciones auxiliares
2. Extracción del material del fondo
3. Vertido de arena en la playa, incluyendo su extendido y perfilado, mediante tractor oruga

4. Fase de explotación de la playa
5. Transporte de materiales de construcción del dique a obra
6. Acopio de materiales de construcción del dique en obra
7. Vertido de materiales de construcción del dique
8. Fase explotación del dique
9. Recorte de espigón. Fase de ejecución
10. Recorte de espigón. Fase de explotación

Estas acciones del proyecto, se cruzan con los elementos del medio, usando una matriz de comprobación. Este cruce permitió identificar un total de 20 impactos ambientales específicos (tabla 5). Posteriormente y mediante el uso de la metodología PACD (Monzón, 1994), se procede a una identificación de los impactos mediante una matriz a la cual se le añaden criterios de valoración cualitativos que permiten una mayor caracterización de los impactos.

Para proceder a la evaluación de cada uno de estos 20 impactos se procedió a realizar metodologías específicas basadas en criterios de valoraciones cuantitativas o semicuantitativas, que reflejarán la realidad ambiental del territorio a escala comarcal y, en ocasiones, nacional o europea.

## 7. CONCLUSIONES

El estudio de impacto ambiental ha permitido seleccionar entre cuatro alternativas específicas de proyecto, seleccionándose la creación de espigones y el aporte de arenas del yacimiento del cabo de la Nao como la más interesante desde el punto de vista ambiental.

La solución adoptada mediante la creación de espigones supone una disminución drástica de los aportes de arena y, por tanto, permite preservar más eficazmente los ecosistemas de la costa a regenerar así como los yacimientos submarinos de arena

Tabla 5

## Características de los Impactos Ambientales

Variable	Tipo de Impacto	Magnitud del Impacto (RD13 02/86)
CALIDAD DEL AGUA	Alteración de la calidad de agua por el aumento de sólidos en suspensión	Moderado
	Movilización de nutrientes y sustancias contenidas en los materiales de dragado	Moderado
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	Alteración de la estructura de los sedimentos superficiales.	Severo
DINÁMICA LITORAL	Cambios en la dinámica litoral	Moderado
COMUNIDADES BENTONICAS	Dstrucción de comunidades bentónicas	Severo
	Dstrucción del hábitat de especies animales	Moderado
	Disminución de productividad de fanerógamas y algas por disminución de la iluminación	Moderado
	Afección a especies animales y vegetales por cambios en la calidad del agua	Moderado
	Descalzamiento comunidades bentónicas	Compatible
	Generación de nuevos hábitat	Compatible
PAISAJE	Cambios en la estructura del paisaje submarino	Moderado
	Intrusión visual de la nuevas estructuras	Moderado
	Modificación del paisaje por creación o aumento de playa	Moderado
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Incremento del riesgo de atropello	Moderado
	Afectación de infraestructuras en la zona de explotación (saneamiento, energía, ...)	Compatible
	Dstrucción de recursos pesqueros	Moderado
	Molestias a usuarios de playas	Severo
	Incremento del número de turistas	Compatible
	Incremento de puestos de trabajo en el sector turístico	Compatible
	Incremento de la calidad y cantidad de playas disponibles	Compatible
	Creación de puestos de trabajo ligados a la ejecución de la obra	Compatible

Además el Estudio de Impacto ambiental (EsIA) ha permitido identificar y valorar adecuadamente los impactos de la obra identificando a 3 impactos (alteración de la estructura de los sedimentos superficiales, destrucción de comunidades bentónicas y molestias a usuarios de playas) como los de mayor magnitud, catalogándolos de Severos.

### Bibliografía

(1) Anuari Estadístic Municipal y Comarcal del IVE. 1993.

(2) Anuari Estadístic Municipal i Comarcal del Institut Valencià d'Estadística de 1995.

(3) AMA.1991. Mapa geocientífico de la provincia de Alicante. Ed. Concelleria d'Administració Pública de la Generalitat Valenciana-Agència del Medi Ambient, Valencia.

(4) CEDEX. 1987. Evaluación metodológica del impacto ambiental en las obras de defensa de costas. MOPU.

(5) Centro de investigaciones submarinas (Vigo). Noviembre 1997. *Estudio de la Batimétrico y de Biosfera marina de Sierra Helada (Benidorm, Altea).*

- (6) Diputación Provincial de Alicante. 1993. *Estructura Económica de la Provincia de Alicante*.
- (7) Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente. 1995. *Estudio de la Biosfera del cabo de la Nao y la punta de Moraira*.
- (8) Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente. 1997. Noviembre de 1997. *Batimetría y Estudio de Biosfera Marina en Sierra Helada (Alicante)*.
- (9) Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente 1988. *Estudio de biosfera marina del sector comprendido entre la Punta de los Molinos y el río Racons. Denia*.
- (10) Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente. 1990. Estudio geofísico marino entre el Peñón de Ifach y el cabo de San Antonio (Alicante).
- (11) Generalitat Valenciana: Servicio de Pesca, D. G. De producción Agraria y Pesca. 1993. *Características bionómicas y cartografiado del bentos en el litoral entre punta Escaleta y el cabo de San Antonio*. 1993.
- (12) GEOMYTSA. 1986. *Estudio geofísico marino para la localización de arenas en el tramo de costa comprendido entre el puerto de Denia y el cabo de San Antonio (Alicante)*. 1986
- (13) Grasshof, K., Ehrhardt, M. & Kremling, K. 1983. *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie. Weinheim. 28<sup>ed</sup>.
- (14) HIDRA. 1993. *Levantamiento topográfico y batimétrico en la Playa de Les Deveses de Denia*.
- (15) Hollick, M. 1981. The role of quantitative decision-making methods in environmental impact assessment. *Journal of Environmental Management*: 65-78.
- (16) INTECSA. 1987. *Estudio geofísico marino del tramo de costa comprendido entre el Puerto de Denia y el puerto de Valencia*.
- (17) INTECSA. 1988. *Estudio geofísico marino entre el puerto de Denia y el puerto de Alicante*.
- (18) Lee, J. A. 1995. The environment, Public health and human ecology. The World Bank. Baltimore: The John Hopkins University press. 1(1).
- (19) Mediterráneo Servicios Marítimos S. L. Institut D'ecologia Litoral. 1995. *Estudio de la biosfera del cabo de La Nao y la Punta de La Moraima (Alicante)*.
- (20) Área de Proyectos y Obras. Dirección General de Costas. MOPTMA. 1994. *Proyecto de recuperación del entorno natural de las playas de La Almadra y Les Deveses, (Denia)*.
- (21) MOPU: D.G. de Puertos y Costas. 1990. *Prospección bionómica y evaluación del impacto ambiental de una acción de dragado de arenas de fondo en la costa de Sierra Helada*.
- (22) Monzón, A y alcide. M. T. 1994. *Metodologías de impactos ambientales en autovías. Carreteras 71:30-57*.
- (23) Roselló i Verger, V. M.. El litoral valencià des del Molinell a Moraira. En Actas del III Congrés d'Estudis de la Marina Alta. Ed. Institut d'Estudis Comarcals de la Marina Alta / Instituto de Cultura Juan Gil-Albert / Escola-Taller Castell de Dénia, Alicante. 1990.
- (24) Thérivel, R. and Partidario, M.R. The Practice of strategic Environmental Assesment. London: Earthscan. 1(1):1-199, 1996.

\* \* \*