



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos



Escuela Técnica Superior de Ingeniería

# “ADECUACIÓN AMBIENTAL DEL FRENTE LITORAL DE ALMAZORA (CASTELLÓN)”

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA AMBIENTAL  
ESPECIALIDAD EN GESTIÓN AMBIENTAL EN LA INGENIERÍA CIVIL

TUTOR:

JOSÉ CRISTOBAL SERRA PERIS

AUTORA:

NATALIA SOLSONA MORAGAS

VALENCIA, JUNIO 2015



## **1. ÍNDICE**

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

BIBLIOGRAFÍA

# DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

**ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	7
2.	LOCALIZACIÓN.....	7
3.	ANTECEDENTES.....	7
4.	OBJETIVOS.....	8
5.	SITUACIÓN ACTUAL.....	8
6.	CLIMATOLOGÍA.....	9
7.	ESTUDIO DEL MEDIO.....	10
7.1	Geografía.....	10
7.2	Geología.....	10
7.3	Litología.....	10
7.4	Geomorfología.....	11
7.5	Hidrogeología.....	11
7.6	Hidrología.....	11
7.7	Caracterización bionómica.....	11
7.8	Análisis granulométrico.....	11
8.	DINÁMICA LITORAL.....	12
9.	RIESGOS.....	13
9.1	Riesgos en la zona terrestre.....	13
9.2	Riesgos del litoral.....	14
10.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	16
10.1	Alternativa 1 – Malecones.....	16
10.2	Alternativa 2 – Diques exentos.....	17
10.3	Alternativa 5 – Espigones en “L” en Ben-Afelí + alimentación artificial.....	18
10.4	Alternativa 6 – Espigones en “L” en La Torre + alimentación artificial.....	18
10.5	Alternativa 7 - Diques exentos + alimentación artificial.....	18
10.6	Análisis.....	19
11.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA.....	20
12.	CÁLCULO DE LAS OBRAS.....	20
12.1	Criterios generales de las obras.....	21
12.1.1	Carácter general.....	21
12.1.2	Carácter operativo.....	22
12.2	Período de retorno.....	23
12.3	Dimensiones.....	23
12.3.1	Cota de coronación.....	24

12.3.2	Ancho de coronación .....	24
12.4	Materiales .....	24
13.	PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES .....	24
14.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	24
14.1	Estimación de volúmenes de residuos de construcción .....	24
14.2	Medidas de prevención y reutilización .....	25
14.3	Medidas para la separación de residuos en obra .....	25
14.4	Vertederos.....	25
15.	PROGRAMA DE TRABAJOS .....	25
15.1	Proceso constructivo.....	26
15.2	Programa de trabajos.....	27
16.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	27
17.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES .....	27
18.	PRESUPUESTO .....	28
19.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	28
20.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	28
21.	DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.....	29
22.	CONCLUSIONES .....	29

## **2. INTRODUCCIÓN**

El presente documento forma parte, como Memoria, del proyecto de “Adecuación ambiental del frente litoral de Almazora (Castellón).

Este proyecto supone el proyecto final de máster de la autora y se presenta con el objeto de obtener el título de Máster en Ingeniería Ambiental, especialidad en Gestión Ambiental en la Ingeniería Civil, que se imparte de manera interuniversitaria, entre la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de Valencia.

El objeto de este documento es la definición detallada de las actuaciones que se realicen en el frente litoral de Almazora, habiendo realizado un estudio exhaustivo del Medio en el que se encuentra, así como un análisis de las distintas alternativas viables y el cálculo de la escogida como óptima.

Así mismo, se detallará la procedencia de los materiales que se empleen, y la gestión de los residuos que se generen, con el fin de tener en cuenta la totalidad del proceso constructivo.

Debe entenderse que este documento es el resumen de los estudios realizados en los Anejos posteriores, por lo que si se desea obtener más información, se deberá remitir al anejo correspondiente.

## **3. LOCALIZACIÓN**

El municipio en el que se centra el estudio es Almazora, perteneciente a la provincia de Castellón (Comunidad Valenciana), que tiene una extensión de 33 km<sup>2</sup> y limita con las localidades de Castellón de la Plana, Villareal, Onda y Burriana, todas ellas pertenecientes a la provincia de Castellón.

El frente litoral de Almazora está compuesto por dos playas: Ben-Afelí, al norte, situada desde el sur del Puerto de Castellón, con una longitud de unos 1.700 m; y la playa de La Torre, al sur, desde el final de la playa Ben-Afelí hasta la Desembocadura del río Mijares, con una extensión cercana a los 2.200 metros. El presente proyecto comprende el estudio de todo el frente litoral de dicho municipio, aproximadamente unos 4 km.

## **4. ANTECEDENTES**

El frente litoral de Almazora es uno de los más deteriorados de España según Costas. El efecto barrera del Puerto de Castellón, tras sus sucesivas ampliaciones y la falta de sedimentos como consecuencia de la regulación del río Mijares, han condicionado la evolución de su línea de costa hasta el punto de producir regresiones muy importantes que han obligado a realizar distintas actuaciones con el objetivo de paliar los efectos erosivos del oleaje.

A partir del año 1.965, y ante el estado de deterioro de la costa, comenzaron a construirse las obras de defensa y rigidización que contemplaban la construcción de las dos estructuras exentas al norte de la playa, y un campo de espigones transversales de poca longitud que cubrían todo el tramo de costa hasta la desembocadura del río Mijares. A pesar de que la actuación consiguió la acumulación de arena a barlomar de los espigones transversales y en el trasdós de los diques exentos, no se consiguió paliar el fenómeno erosivo, principalmente, en el primer tramo localizado inmediatamente al sur del puerto de Castellón, en el polígono industrial El Serallo, donde inicialmente los fenómenos de regresión fueron más patentes.

En 2.001 se efectuó una aportación de grava que permitió que la línea de costa avanzara mar adentro, consiguiendo una mayor superficie de playa seca.

En 2.005, como medida correctora del proyecto de ampliación del Puerto de Castellón, se incluyó la construcción de tres espigones perpendiculares a la costa, ampliando los ya existentes, y la aportación de cerca de 350.000 m<sup>3</sup> de arenas y gravas.

## 5. OBJETIVOS

El objeto del proyecto es dar solución a los continuos problemas de erosión del frente litoral de Almazora planteando unas estructuras de defensa que aseguren un ancho mínimo a lo largo de toda su longitud y que eviten que se inunde el vial colindante y la invasión del mismo con material procedente de la playa durante la época de temporales.

## 6. SITUACIÓN ACTUAL

El frente litoral se encuentra en estado de equilibrio, a pesar de que en época de avenidas se produzca la recesión de la línea de costa.

Se trata de una costa baja, formada por dos playas. De composición heterogénea, ya que existe alternancia entre arenas, gravas y grandes bolos, como se analiza en detalle en el *Anejo nº3: Estudio del Medio*.

La playa de Ben-Afelí se caracteriza por dos diques exentos paralelos a la línea de costa. El que se encuentra situado más al norte mide 190 metros, mientras que el del sur mide 140 metros. Ambos forman tómbolos en la costa.

Tiene un ancho máximo de 140 metros en la zona del tómbolo y un mínimo de 40 metros en la zona central creada por los tómbolos.

La playa de La Torre, situada inmediatamente al sur de la de Ben-Afelí, está formada por tres espigones perpendiculares a la línea de costa de 160 m, 370 m y 590 m, de norte a sur, además de contar con una alimentación artificial de arenas.

Tiene un ancho máximo de 109 metros en la playa apoyada en el espigón situado más hacia el sur, y un mínimo de 35 metros, en el centro de la playa formada por el primer y segundo espigón empezando por el norte.

Existe un muro discontinuo a lo largo de todo el frente litoral que separa la playa seca de la carretera, que presenta una cota de coronación insuficiente, por lo que las olas lo sobrepasan con relativa facilidad en los temporales.



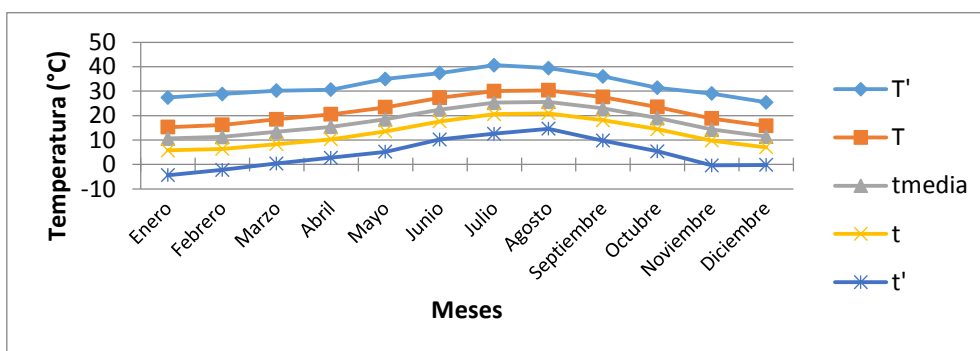
Figura: Se observa la planta del frente litoral de Almazora.



## 7. CLIMATOLOGÍA

La proximidad de Almazora con el mar Mediterráneo hace que la masa marina regule las temperaturas, calentando la masa atmosférica en invierno y, en menor medida, refrescándola en verano.

En Almazora se da un clima con temperaturas moderadas durante todo el año, raramente por debajo de los 0°C, y un régimen hídrico árido, acorde con el resto de la comarca. Con una distribución bastante regular de los días con precipitaciones a lo largo del año, siendo estos valores muy bajos.



Gráfica: Se observan las temperaturas de Almazora a lo largo del año.

Esto es debido a la presencia de la orla montañosa, próxima a la costa y las aguas cálidas del mar, que favorecen las precipitaciones de carácter torrencial, cuando la irrupción de aire frío en las capas altas de la atmósfera genera una gran inestabilidad. Septiembre y octubre son los meses en los que tales situaciones se producen con mayor frecuencia y la intensidad pluviométrica puede superar los 100 litros en 24 horas, provocando fuertes escorrentías en los barrancos y ramblas e inundaciones en la llanura litoral.

Se trata de un clima mediterráneo con máximos pluviométricos en otoño y primavera y máximos de temperaturas en verano, coincidiendo con el mínimo pluviométrico muy acusado.

En relación a la humedad relativa, se encuentran valores superiores al 60% todos los meses del año.

En cuanto al régimen de vientos, la dirección reinante es nordeste (NE), mientras que la dominante es nornoroeste (NNW), habiendo fuertes variaciones entre la estación estival y la invernal.

El oleaje también procede principalmente de la dirección estenordeste (ENE), procediendo la altura máxima de ola también de esta dirección. Es decir, en este caso, la dirección reinante y la dominante coinciden y es la citada estenordeste.

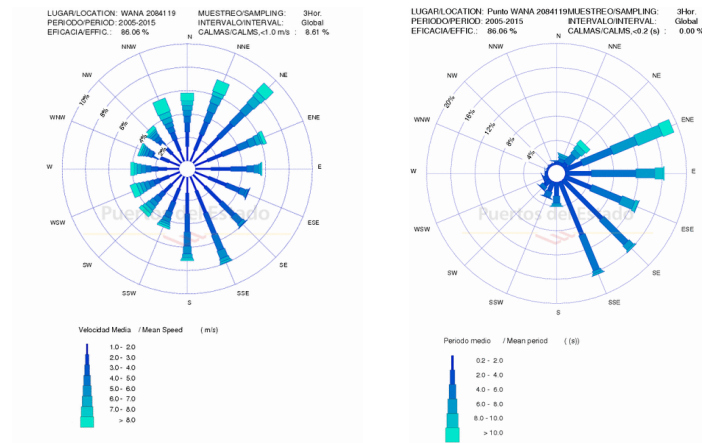


Figura: A la izquierda la rosa de vientos reinantes. A la derecha la rosa de oleaje.

Además, se ha realizado una clasificación de la zona mediante sistemas de diversos autores, concluyendo que se trata de un clima típicamente mediterráneo marítimo.

## 8. ESTUDIO DEL MEDIO

### 8.1 Geografía

Almazora se caracteriza por estar ubicado a orillas del río Mijares, en un terreno plano con leves ondulaciones, es decir se encuentra en un plano, encontrándose el núcleo urbano a 31 metros sobre el nivel del mar.

### 8.2 Geología

El frente litoral de Almazora en su zona terrestre se encuentra constituido por materiales de la época del pleistoceno, del período cuaternario, de la era del cenozoico.

En cuanto a los fondos, la plataforma continental de la provincia de Castellón tiene una pendiente poco pronunciada. El borde se sitúa a una distancia de la costa de unos 48 km terrestres, y a partir de los 200 metros de profundidad comienza la rotura del talud continental, caracterizada por la presencia de cañones submarinos.

### 8.3 Litología

Las playas de la zona de estudio están formadas por material clasificado por el Instituto Cartográfico Valenciano, como arenas.

En la zona marítima, desde la línea de costa hasta los 5 metros de profundidad aproximadamente, están formados por sedimentos no consolidados medio-finos.

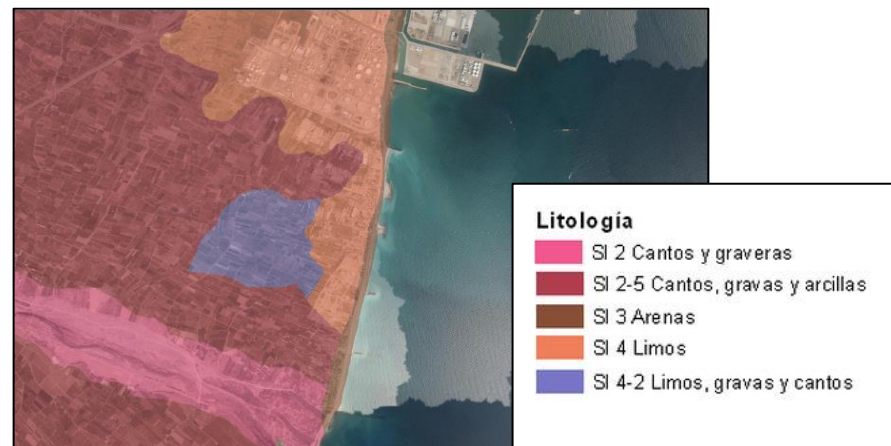


Figura: Mapa litológico de la zona de actuación. Fuente: Terrasit, Visor cartográfico del Instituto Cartográfico Valenciano.

#### **8.4 Geomorfología**

En una primera línea se encuentran rocas, gravas y arenas en el infralitoral, en la plataforma continental y en el talud continental, seguido de un tramo de fangos conforme nos adentramos en el mar.

Así mismo, en el mapa mostrado en el correspondiente apartado, se puede observar la gran cantidad de cañones existentes en la zona, marcados con flechas moradas.

#### **8.5 Hidrogeología**

En la zona del cauce del río Mijares existen formaciones detríticas de permeabilidad alta o muy alta, mientras que en el frente litoral de estudio, encontramos formaciones evaporíticas, ígneas y metadetríticas de alta o muy alta permeabilidad y formaciones detríticas, volcánicas, carbonatadas y cuaternarias de permeabilidad baja, existiendo además una pequeña superficie de formaciones detríticas y cuaternarias de permeabilidad media.

#### **8.6 Hidrología**

El principal cauce existente en la zona de estudio es el cauce del Río Mijares, existiendo además, multitud de acequias de carácter agrícola, que realizan su vertido directamente en el mar.

#### **8.7 Caracterización bionómica**

Tras el análisis de cada una de las comunidades descritas anteriormente, podemos concluir que la actuación afectará principalmente a la comunidad de arenas finas.

#### **8.8 Análisis granulométrico**

En general, las muestras de la zona sumergida ( $-1\text{m} < z < 14\text{m}$ ) se presentan como arenas finas o medias, mientras que las muestras de la zona emergida y de la orilla ( $0 < z < -1\text{ m}$ ) son principalmente arenas gruesas, muy gruesas y rocas.

Por su parte, si se analiza el valor del diámetro de grano  $D_{50}$  en función de la profundidad se obtiene que los valores están comprendidos entre 0,34 y 0,5 mm en el caso de la playa emergida y entre 0,13 y 0,47 mm en la playa sumergida, lo que nos indica que en el fondo se produce una alternancia de materiales, existiendo materiales mucho más finos en la zona sumergida que en la emergida.

Por lo que se puede concluir que la zona sumergida, entendiendo como esta aquella cuya profundidad es superior a 3 metros, estará caracterizada por arenas finas, mientras que en la zona emergida, aquella que

se encuentra aproximadamente a  $\pm 1$  metros sobre el nivel del mar, está formada por materiales de mayor tamaño, como son cantos rodados o guijarros, y en la zona intermedia existe una composición heterogénea, entre estos cantos y la arena fina.

## **9. DINÁMICA LITORAL**

En cuanto a las mareas, el nivel de pleamar se encuentra a la cota +0,25 m y el de bajamar a la -0,25 m respecto el NMM, siendo por tanto, la carrera de marea de 0,5 m.

La elevación del nivel del mar,  $S_{NM}$  (nivel de marea meteorológica + nivel de marea astronómica) que se supera 12 horas/año es 0,51 m respecto del NMMA con un rango de marea de 0,74 m.

La elevación del nivel del mar,  $S_{NM}$  (nivel de marea meteorológica + nivel de marea astronómica) asociada a un periodo de retorno de 68 años es de 0,70 m respecto del NMMA con un rango de marea de 0,93 m.

En cuanto a la cota de inundación, en régimen medio tiene su principal aplicación en el dimensionamiento de la playa, en concreto en la fijación de la cota de diseño de la berma.

Los resultados se presentan en términos de número de olas al año que superan una cota dada. Se ha adoptado como valor de ocurrencia representativo del régimen medio el que es superado por 1000 olas al año, obteniéndose una cota de inundación en la playa de +1,26 m, respecto el NMMA.

La cota de inundación,  $S_{Ci}$  (nivel de marea + Run-up) asociada al periodo de retorno de 68 años y medida respecto del NMMA es de 2,57 m.

La subunidad morfodinámica artificial 2º orden en la que se localiza el frente litoral se encuentra limitada al norte por el Puerto de Castellón y, al sur, por el delta del río Mijares, dentro de un tramo en el cual el Puerto de Castellón ha interceptado las fuentes naturales de materiales, a excepción de un volumen anual estimado en unos 10.000 m<sup>3</sup> de arenas finas que son capaces de superar el límite que define el dique de abrigo del puerto.

Una vez la arena alcanza la playa de Ben-Afelí se deposita entre las profundidades de -2 y -5 m conformando, de forma transitoria, el perfil activo de la playa, y formando depósitos de arena permanentes a mayores profundidades. Históricamente, la playa únicamente ha crecido en el trasdós de los diques exentos, de lo cual se deduce que en el resto de playa no existe abrigo suficiente para las arenas finas, que son fácilmente transportables por el oleaje de la zona y que, aunque no son válidas para formar el perfil activo de la playa, juegan un cierto papel en la dinámica de la playa.

En la playa emergida y la orilla el sedimento presente está formado por gravas y guijarros procedentes de una regeneración anterior. Esta fracción gruesa es estable para el oleaje, sosteniendo y defendiendo la costa con cierta eficacia.

En relación a los oleajes de los sectores NE a E movilizan el sedimento en dirección norte-sur; mientras que los oleajes de las direcciones ESE a SSW inducen un transporte en dirección opuesta. Estos últimos oleajes están asociados a tasas de transporte muy reducidas debidas, por una parte, a su menor contenido energético, y por otra, a la gran oblicuidad con la que abordan la costa de estudio.

De los resultados se concluye que, aunque en régimen medio no es de esperar que se originen variaciones en la línea de orilla, se prevé que durante la actuación de temporales de componente norte (direcciones NE a E), pueda producirse la pérdida de material por modificación del perfil activo de las playas, cuando su pie supere la profundidad que limita el morro de las estructuras.

No es previsible que se produzcan pérdidas por la actuación de temporales del sur, siendo de esperar, en el caso de que se produzcan, que retornen a su celda origen debido a la tendencia general de transporte norte-sur.

## 10. RIESGOS

### 10.1 Riesgos en la zona terrestre

#### Riesgo de erosión potencial

Este riesgo es el proceso de erosión que, en cantidad y calidad, se prevé va a tener lugar en el futuro en un área determinada.

En la zona de estudio, se obtiene una erosión potencial moderada en la zona de las playas, de entre 15 y 40 Tm/ha/año, y en la zona de la desembocadura del río Mijares una erosión potencial baja, de entre 7 y 15 Tm/ha/año.

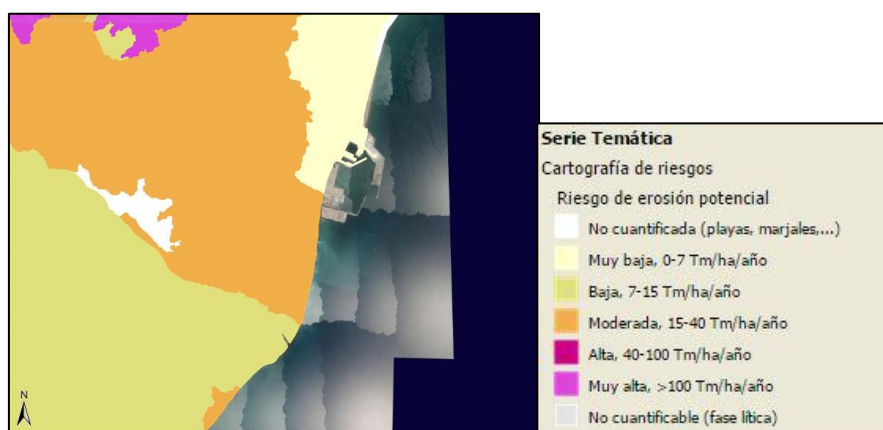


Figura: Se observa el riesgo de erosión potencial de la zona de estudio.

#### Riesgo de erosión actual

La erosión actual hace referencia al grado de erosión presente en la zona, obteniéndose que la zona de estudio se erosiona con valores muy bajos actualmente, entre 0 y 7 Tm/ha/año; mientras que la zona de la desembocadura y el cauce presenta valores un poco más elevados, de entre 7 y 15 Tm/ha/año.

#### Riesgo de inundación

La playa de Ben-Afelí se encuentran libres de riesgo de inundación, pero a partir del penúltimo espigón, aparece un riesgo de inundación de tipo 2, de frecuencia media, cada 100 años, y con un calado alto, superior a 0,8 metros; mientras que en la propia desembocadura existe un riesgo de tipo 1, de frecuencia alta cada 25 años y un calado alto, superior a 0,8 metros.

#### Vulnerabilidad de acuíferos

La vulnerabilidad que se tiene a contaminar los acuíferos está cuantificada como media, para toda la zona de estudio.

#### Riesgo sísmico

La peligrosidad sísmica en toda la extensión del frente litoral de estudio es mínima, con un valor de la aceleración sísmica inferior a 0,04 veces la gravedad, por lo que es prácticamente inexistente dicho riesgo, también clasificado como levemente dañino.



Figura: Se muestra el mapa de peligrosidad sísmica de España, en valores de intensidad. Fuente: IGN.

## 10.2 Riesgos del litoral

### Riesgo por urbanización

Los riesgos por urbanización que mayores riesgos ocasionan sobre el frente litoral de estudio son las infraestructuras y la presión urbanística.

En la zona de estudio existe una carretera que va paralela a la línea de costa, que separa la playa seca, de las urbanizaciones, que están situadas inmediatamente al cruzar la vía.

En relación a los cambios en los usos del suelo, las parcelas que estaban alrededor del frente litoral antiguamente eran principalmente de uso agrícola, y a partir de los años 80 se va cambiando el uso y se va edificando a primera línea.

También se incluyen en el riesgo interno por urbanización las plantaciones invasivas, que en este caso únicamente está presente la “*Uña de león o Carpobrotus edulis (L.)*”.

### Riesgo por barreras al transporte sólido litoral

Entre las barreras al transporte sólido litoral se incluyen las obras de abrigo portuarias, los espigones de encauzamientos que se adentran en el mar y los sistemas de defensa de las playas, ya que todos ellos suponen una barrera al transporte que provoca acreciones y erosiones a barlomar y sotamar respectivamente.

En cuanto a las obras de abrigo portuarias, como se ha comentado a lo largo de todo el documento, el Puerto de Castellón se encuentra inmediatamente al Norte del frente litoral de estudio, suponiendo una barrera total, que impide que los sedimentos provenientes del Norte alcancen la costa a sotamar.

En relación a los espigones de encauzamientos adentrados en el mar se encuentra el encauzamiento del *Escorredor de la Font o la Mitgera*, mediante un espigón de unos 50 metros de longitud, inclinado sobre la línea de costa.

Las últimas barreras que se comentarán que afecta al transporte sólido litoral son los sistemas de defensa. En el frente litoral de estudio se cuenta con cuatro espigones transversales a la línea de costa, que forman

playas apoyadas a barlomar y zonas de recesión a sotamar; y con dos diques paralelos a la línea de costa, que han formado dos tómbolos, por lo que el transporte sólido ha quedado interrumpido al quedarse almacenados los sedimentos en dichas zonas.

#### Riesgo por vertidos de residuos

Tanto la EDAR de Villareal, como la de Almazora, vierten sus efluentes al río Mijares, por lo que cuando hay sobrecargas, se puede producir un vertido directo al mar.

Además, cabe destacar que hay acequias, de uso principalmente agrícola, que desembocan directamente al mar, como son: la *Acequia Mitgera* o *Escorredor de la Font*, la *Sèquia d'enmig* que vierte directamente al mar a través del tómbolo sur o la *Sèquia d'avall dels Frares*, que también vierte directamente al mar.



*Figura: Se observa el mapa general de puntos de vertidos en el frente litoral de estudio. Fuente: CITMA.*

#### Riesgo por sistemas de defensa

El polígono industrial El Serrallo cuenta a lo largo de todo el tramo en que está en contacto con el mar, con una defensa longitudinal de escollera que intenta proteger tierra adentro y que puede derivar en procesos erosivos en nuestra zona de actuación.

Así mismo, el frente litoral de Almazora cuenta con un muro, al que han ido añadiendo bloques de escollera para reforzarlo, que puede generar efectos recesivos en caso de que el oleaje lo alcance.

Las defensas transversales pueden tener sobre el litoral el mismo efecto que una barrera, generando depósitos a barlomar y recesiones a sotamar; algunos diseños igualmente funcionan como trampas de sedimentos detrayéndolos del sistema de circulación. En el caso de no existir aportes sedimentarios los efectos recesivos pueden generarlos, igualmente a barlomar de la playa apoyada al ser alimentada, esta última, por los sedimentos de playas situadas a barlomar.

Los diques exentos, por su parte, en caso de ausencia de aportes de sedimentos, pueden alimentarse de las arenas de la propia playa que protegen, induciendo procesos recesivos a barlomar y sotamar, provocando únicamente depósitos entre el dique y la costa.

#### Riesgo por regulación hidráulica

Este riesgo surge como resultado de la regulación hidráulica, en este caso, el acondicionamiento de los márgenes del río Mijares, así como la construcción de embalses en su recorrido, es el principal causante de que varíen los aportes de carga sólida. Además, las acequias con obras civiles de encauzamiento hacen que varíen los regímenes hídricos, con afección en la carga sólida fluvial en menor grado.

#### Riesgo asociado a las actuaciones exteriores



El frente litoral que es objeto de estudio se verá afectado, en mayor o menor medida, por todas las actuaciones que tengan lugar en las unidades morfodinámicas a la que pertenece.

#### Riesgo natural asociado al aumento del nivel del mar por calentamiento global

En el caso de la elevación del nivel del mar debido al calentamiento global podemos adelantarnos y diseñar o plantear alternativas de actuación que consideren el nivel del medio del mar dentro de un escenario concreto. No podemos hacerlo en el caso de situaciones de carácter extraordinario, en este caso son imprevisibles, pero si asumirlas como un factor de riesgo que puede hacerlas fracasar.

El IPCC, con el Cuarto Informe de Avance, predijo que hacia 2.100, el calentamiento global dará lugar a un ascenso del nivel del mar de 19 a 58 cm, dependiendo de cuál de los seis escenarios posibles del mundo llegue a pasar.

### **11. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

En el estudio de alternativas se han planteado una serie de condicionantes que se deben tener en cuenta para el correcto diseño de la playa, como son: los condicionantes técnicos, que establecen que el perfil activo de la playa se encuentra entre las profundidades -2 y -5 m, por lo que es donde se deben establecer las medidas; los condicionantes económicos o el coste global de cada alternativa; los condicionantes paisajísticos, que establecen que las actuaciones deben quedar integradas en el entorno; así como los condicionantes medioambientales.

Se plantean pues, teniendo en cuenta los condicionantes comentados, una serie de alternativas, diferenciándose entre si son actuaciones duras o blandas, obteniendo que las que óptimas para realizar son:

	Descripción
Alternativa 1	Malecones
Alternativa 2	Diques exentos
Alternativa 5	Espigones en "L" en Ben-Afelí + alimentación artificial
Alternativa 6	Espigones en "L" en La Torre + alimentación artificial
Alternativa 7	Diques exentos + alimentación artificial

*Tabla: Se muestran las alternativas para una posible solución.*

#### **11.1 Alternativa 1 – Malecones**

Los malecones son estructuras verticales, construidas en paralelo a la línea de costa, separando el trasdós de la playa del mar, con el objetivo de prevenir la erosión y los daños provocados por la acción del oleaje.



*Figura: Se muestra montaje fotográfico de la alternativa 1.*



En esta primera alternativa se plantea, en primer lugar, el aumento de la altura del muro existente, así como el cierre de los huecos presentes prácticamente cada 100 metros, y a continuación la construcción de un malecón, ya sea con escollera, o con elementos especiales, que en el caso de que esta sea la alternativa seleccionada, se describirán todos sus detalles técnicos. Así como el lugar por el que los usuarios accederían a las playas por las zonas en el que el ancho de la playa sea máximo.

Con esta alternativa se solucionan los problemas de invasión del agua del mar y de la arena procedente de la playa a la carretera colindante, en los casos excepcionales en los que los temporales consiguen rebasar el muro.

### 11.2 Alternativa 2 – Diques exentos

Los diques exentos se localizan frente a la costa con el objetivo de generar una zona abrigada, en la que se reduce la acción del oleaje, por lo que se retienen materiales sedimentarios.

En esta alternativa se ha planteado una solución para la Playa de Ben-Afelí, en la que se ha dividido su distancia en tres tercios, para separar los diques de manera equitativa, así, se tiene que el primer dique se encuentra situado justo a 1/3 de la distancia total, y que el segundo dique exento se desplaza unos 270 metros hacia el sur.



Figura: Se propone la alternativa 2, que tiene lugar en la playa de Ben-Afelí.

Según el método de Ming-Chiew que establece los criterios para la formación de un hemitómbolo o de un tómbolo, en función de la longitud del dique (B) y de la distancia del dique a la línea de costa original (S):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Si } \frac{B}{S} > 1,25 \Rightarrow \text{Tómbolo} \\ \text{Si } \frac{B}{S} < 1,25 \Rightarrow \text{Hemitómbolo} \end{array} \right.$$

Originalmente, en el primer dique se tenía una longitud de 225 metros, situado a una distancia de 109 metros, hasta la línea de costa original, por lo que  $B/S=2,06 > 1,25$  y es por eso que se ha formado un gran tómbolo. Es por ello por lo que se plantea reducir la longitud a 135 metros manteniendo la distancia a la línea de costa para facilitar las operaciones, obteniendo así  $B/S=135/109=1,23 < 1,25$  por lo que se formaría un hemitómbolo.

En cuanto al segundo dique paralelo a la línea de costa, originalmente tenía una longitud de 170 metros, situado a la misma distancia de la línea de costa, por lo que  $B/S=170/109=1,56 > 1,25$  lo que justifica la existencia de un tómbolo. En este dique, aparte de desplazarlo hacia el sur 270 metros para la formación de una playa con mayor continuidad, se plantea también reducir su longitud hasta los 135 metros, al igual que en el primero, obteniendo del mismo modo, un hemitómbolo.

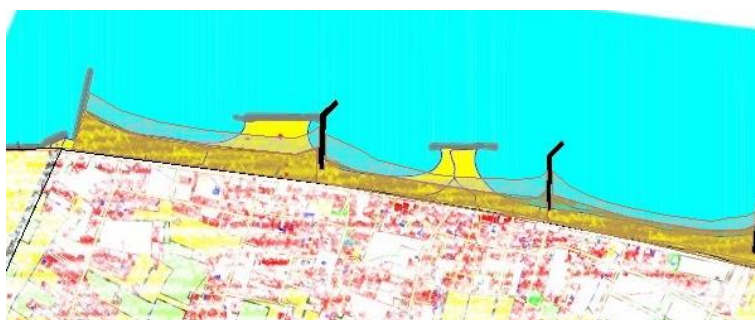
Con esta actuación, y tal y como se muestra en la figura anterior, se consigue la redistribución de las arenas que forman los dos tómbolos, aumentando el ancho de playa seca.

### **11.3 Alternativa 5 – Espigones en “L” en Ben-Afelí + alimentación artificial**

Debido a que el transporte sólido en la franja litoral de estudio es muy bajo, será necesaria la aportación de arenas a la zona para así aumentar el ancho de la playa seca. Y para que dichas arenas no se vayan, siguiendo las corrientes hacia el sur, es necesaria la construcción de obras duras.

Es por ello, que se plantea la alternativa de la ejecución de los 3 pequeños espigones perpendiculares a la línea de costa, con la punta en forma de “L”, pero añadiendo una alimentación artificial.

Se observa así, como además de aumentar el ancho por la reorganización de las arenas acumuladas en los tómbolos, aumenta el ancho de playa seca por la alimentación y se mantendría relativamente constante en el tiempo.



*Figura: Se muestra la alternativa 5.*

### **11.4 Alternativa 6 – Espigones en “L” en La Torre + alimentación artificial**

Lo mismo ocurrirá en este caso, las obras duras comentadas en la alternativa 4 harán de sujeción para el aporte de arenas que se realice de manera artificial, aumentando el ancho de playa.



*Figura: Se muestra la alternativa 6.*

### **11.5 Alternativa 7 - Diques exentos + alimentación artificial**

Observando el buen comportamiento que ha tenido la colocación de los diques exentos junto con la alimentación artificial en la Playa de Ben-Afelí, que mantiene las gravas de la alimentación artificial a lo largo del tiempo, se plantea la colocación de dos diques exentos en la playa de La Torre, de forma que se formen tómbolos.

Para ello, y manteniendo las estructuras de los dos diques exentos ya existentes, se ha dividido la distancia hasta el espigón de más al sur en tres trozos, es decir 2158 metros en tres partes, para que la recesión que crea un tómbolo se compense con la acumulación de arenas del siguiente, hasta el último espigón del sur, y

se obtiene que las estructuras existentes están situadas justo a un tercio de la distancia, 720 metros entre ellas, por lo que sería cambiar la estructura.

Siguiendo el método comentado anteriormente de Ming-Chiew, se plantean dos diques de 125 metros de longitud, situados a una distancia de 95 metros, de esta manera  $125/95=1,31 > 1,25$ , por lo que se creará un tómbolo.



Figura: Se plantea la alternativa 7.

Según lo observado en el comportamiento de la playa de Ben-Afelí, desde que se construyeron los tómbolos y se realizó la alimentación artificial en el año 1.965, ha permanecido la arena acumulada tras los diques, por lo que si se realiza la misma operación en la playa de La Torre, se supone que seguirá el mismo comportamiento.

El espigón de más al sur puede dejarse como está, con una longitud de 590 metros, o reducirse a un espigón en forma de "L" para impedir que los sedimentos se vayan de la playa.

En el caso de que esta alternativa resultara la idónea se especificarían los parámetros de los diques exentos, el ancho, materiales y altura sobre el nivel del mar, así como el volumen de material para la alimentación artificial, así como su origen y la manera de transportarlo.

## 11.6 Análisis

Con ellas se realiza la selección empleando el método de evaluación multicriterio PRES, que fue desarrollado por el profesor Eliseo Gómez Senent, de la Universidad Politécnica de Valencia. Este método trata de determinar la alternativa más favorable desde el punto del análisis comparado con el resto de las alternativas posibles, esto es, establece las relaciones entre alternativas para todos y cada uno de los criterios establecidos para el estudio de soluciones.

Tras la realización del método se obtiene una relación de coeficientes, ordenados de mayor a menor, considerando como óptima aquella que consiga el mayor número.

Como se aprecia en los coeficientes obtenidos, la alternativa que se considera óptima es la Alternativa 7, quedando la Alternativa 6 en segundo lugar.

<b>A7</b>	5,26
<b>A6</b>	1,48
<b>A1</b>	0,94
<b>A5</b>	0,75
<b>A2</b>	0,25

Tabla: Relación  $D_i/d_i$  ordenada de mayor a menor.

Tras esto, en el Documento nº6: Estudio de Impacto Ambiental, se ha realizado una caracterización, identificación y valoración de los efectos que las distintas acciones del proyecto pueden generar sobre los distintos factores ambientales, en las dos alternativas que mejor puntuación han obtenido tras la realización del método Pres.

Finalmente, se obtiene que la alternativa óptima es la 7, que consiste en la construcción de dos diques exentos en la Playa de La Torre, junto con una alimentación artificial en la misma,

## **12. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA**

Como resultado del análisis y teniendo en cuenta el conjunto de criterios de valoración considerados, se propone como solución más adecuada la alternativa 7.

La actuación consiste en la ejecución de dos diques exentos nuevos en sustitución de los dos espigones transversales actuales y la regeneración de la playa mediante la aportación de gravas.

Los diques exentos se dispondrán en el mismo lugar en el que actualmente se encuentran situados los dos espigones perpendiculares a la línea de costa, de manera que mediante el aporte artificial de gravas, se forme una playa con el ancho suficiente para soportar los temporales.

El espigón situado más al sur no se modificará, ya que, como se ha comentado, el transporte sólido litoral es muy pequeño, por lo que el espigón no interceptará sedimentos. Así mismo, se intenta proteger la Desembocadura del Río Mijares, ya que es un lugar importante desde el punto de vista Medio Ambiental, por lo que si no se realiza el desmantelamiento del dique ni la construcción de otro en su lugar, tanto la calidad de las aguas, como la fauna y flora del lugar, se verán menos afectadas.

De esta manera, la playa de Ben-Afelí permanecerá sin modificaciones, mientras que las actuaciones se centrarán en la playa de La Torre.



*Figura: Se muestra la solución escogida.*

## **13. CÁLCULO DE LAS OBRAS**

En el anejo de cálculo se siguen los criterios establecidos en las Recomendaciones para Obras Marítimas, y se recogen los criterios generales de la obra, así como la sección tipo y la cantidad de materiales necesarios para la realización del proyecto.

### 13.1 Criterios generales de las obras

#### 13.1.1 **Carácter general**

El carácter general de la obra se determina a partir de los índices de repercusión económica (IRE), y el de repercusión social y ambiental (ISA).

#### Índice de repercusión económica (IRE)

Valora cuantitativamente las repercusiones económicas por reconstrucción de la obra,  $C_{RD}$ , y por cese o afección de las actividades económicas directamente relacionadas con ella,  $C_{RI}$ , previsibles, en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad total de la misma. El IRE se define por la siguiente expresión:

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0}$$

Donde  $C_0$  es un parámetro económico de adimensionalización.

Finalmente, se obtiene que el IRE es:

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0} = \frac{C_{RD}}{C_0} + \frac{C_{RI}}{C_0} = 1,16 + 1 = 2,16$$

Por lo que, como  $IRE \leq 5$ , la obra marítima se clasifica como  $R_1$ , obras con repercusión económica baja.

#### Índice de repercusión social y ambiental (ISA)

Este índice estima cualitativamente el impacto social y ambiental esperable en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de la operatividad total de la obra marítima.

Se define por el sumatorio de los tres subíndices  $ISA_1$ ,  $ISA_2$  e  $ISA_3$ , según la expresión:

$$ISA = \sum_{i=1}^3 ISA_i$$

Finalmente, se obtienen los valores del ISA para la obra de estudio:

$$ISA = \sum_{i=1}^3 ISA_i = 0 + 2 + 0 = 2$$

Por lo que esta obra, en función del valor del índice de repercusión social y ambiental, puesto que  $ISA < 5$ , se clasifica como  $S_1$ , obra sin repercusión social y ambiental significativa.

#### Criterios generales del proyecto dependientes del carácter general

A partir de los valores obtenidos de los índices IRE e ISA se adoptan, de acuerdo a la ROM 0.0, los siguientes valores de proyecto:

#### Vida útil

La duración de la fase de proyecto de servicio  $V_m$ , o vida útil será, como mínimo, el valor consignado en la tabla que se muestra a continuación, en función del IRE:

<b>IRE</b>	$\leq 5$	6-20	$> 20$
<b>Vida útil (años)</b>	15	25	50

Tabla: Vida útil mínima en la fase de proyecto servicio. Fuente: Tabla 2.1 de la ROM 0.0.

Por lo que se establece que  $V_m=15$  años.

### **Máxima probabilidad de fallo frente a estados límites últimos**

La probabilidad conjunta de fallo  $P_{f,ELU}$ , del tramo de obra, frente a los modos de fallo principales adscritos a los estados límite últimos no podrá exceder los valores consignados en la tabla, en su vida útil.

<b>ISA</b>	$\leq 5$	5-19	20-29	$\geq 30$
<b><math>P_{f,ELU}</math></b>	0,20	0,10	0,01	0,0001
<b><math>B_{ELU}</math></b>	0,84	1,28	2,32	3,71

Tabla: Máxima probabilidad conjunta en la fase de servicio para los E.L.U. Fuente: Tabla 2.2 de la ROM 0.0.

Con lo que  $P_{f,ELU} = 0,20$

### **Máxima probabilidad de fallo frente a estados límites de servicio**

La probabilidad conjunta de fallo  $P_{f,ELS}$ , del tramo de obra frente a los modos de fallo principales adscritos a los estados límite de servicio, no podrá exceder los valores consignados en la tabla adjunta durante la fase de proyecto servicio.

<b>ISA</b>	$\leq 5$	5-19	20-29	$\geq 30$
<b><math>P_{f,ELS}</math></b>	0,20	0,10	0,07	0,07
<b><math>B_{ELU}</math></b>	0,84	1,28	1,50	1,50

Tabla: Máxima probabilidad conjunta en la fase de servicio para los E.L.S. Fuente: Tabla 2.3 de la ROM 0.0.

Como  $ISA=2$ , la  $P_{f,ELS}=0,20$ .

### **13.1.2 Carácter operativo**

Las repercusiones económicas y los impactos social y ambiental que se producen cuando una obra marítima deja de operar o reduce su nivel de operatividad se valoran por medio del carácter operativo, el cual, se determina a partir de los índices de repercusión económica operativa (IREO) y de repercusión social y ambiental operativo (ISAO).

IREO estimado es de 0. Este valor clasifica la obra como  $R_{0,1}$  : Obras con repercusión económica operativa baja.

ISAO es 0, lo que supone una clasificación para la obra, de acuerdo con la R.O.M. 0.0 de  $S_{0,1}$ : Obras sin repercusión social y ambiental significativa.

### **Criterios generales del proyecto dependientes del carácter operativo**

#### **Operatividad mínima**

En la fase de proyecto servicio y para los casos en los cuales no haya sido especificada a priori, la operatividad del tramo frente a los modos principales adscritos a los estados límite de parada en condiciones de trabajo operativas normales será, como mínimo, el valor consignado en la tabla siguiente, en función del IREO, índice de repercusión económico operativo del tramo.

<b>IREO</b>	$\leq 5$	6-20	$> 20$
<b>Operatividad <math>r_{f,ELO}</math></b>	0,85	0,95	0,99



<b>B<sub>ELO</sub></b>	1,04	1,65	2,32
------------------------	------	------	------

Tabla: Operatividad mínima en la fase de servicio. Fuente: Tabla 2.4 de la ROM 0.0.

Puesto que IREO=0, la operatividad mínima es 0,85.

### Número medio de paradas

En el intervalo de tiempo que se especifique que, en general será el año, y para aquellos casos en los cuales no haya sido especificado a priori, el número medio de ocurrencias  $N_m$ , de todos los modos adscritos a los estados límite de parada, será, como máximo, el valor consignado en la tabla:

<b>ISAO</b>	≤ 5	5-19	20-29	≥30
<b>Nº paradas</b>	10	5	2	0

Tabla: Número medio de paradas operativas en el intervalo de tiempo. Fuente: Tabla 2.5 de la ROM 0.0.

Como ISAO=0, se establece que el número medio de paradas que se realizan será de 10.

### Duración máxima de una parada

En la fase de servicio y para aquellos casos en los que no haya sido especificado a priori, la duración máxima probable expresada en horas, una vez producida la parada, no podrá exceder el valor consignado en la tabla siguiente, en función del IREO e ISAO del tramo de obra.

	<b>ISAO</b>			
<b>IREO</b>	≤ 5	5-19	20-29	≥30
≤ 5	24	12	6	0
6 - 20	12	6	3	0
≥ 20	6	3	1	0

Tabla: Duración máxima de probable de una parada en horas. Fuente: Tabla 2.6 de la ROM 0.0.

Puesto que ISAO e IREO son nulos, se obtiene que la duración máxima de cada parada es de 24 horas.

## 13.2 Período de retorno

La relación entre el período de retorno de cada tramo de obra se obtiene en función de la probabilidad de fallo y la vida útil de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T_R = \frac{1}{1 - (1 - P_f)^{1/V_m}}$$

De acuerdo con los valores determinados en los puntos anteriores, se obtiene el período para el presente proyecto:

$$T_R = \frac{1}{1 - (1 - P_f)^{1/V_m}} = \frac{1}{1 - (1 - 0,2)^{1/15}} = 67,8 \approx 68 \text{ años}$$

## 13.3 Dimensiones

### 13.3.1 Cota de coronación

La cota de coronación de las estructuras de defensa se fija fundamentalmente para asegurar su estabilidad.

La cota de inundación en la playa en condiciones medias es de +1,26 m sobre NMMA, como se ha obtenido en apartados anteriores, y puesto que los diques se diseñan como diques de altura media, se estable su cota de coronación a +2 metros sobre el NMMA.

### 13.3.2 Ancho de coronación

Se fija en 5 metros, magnitud que se considera suficiente para desarrollar su misión estructural y permitir el tránsito de maquinaria terrestre durante su construcción.

## 13.4 Materiales

Se adjunta a continuación una tabla con el resumen de los materiales que se extraen y que se requieren para la construcción de los diques:

	Requiere	Se extrae
Camino de acceso a sur	140 m <sup>3</sup> de "todo uno"	
Espigón sur	3.500 m <sup>3</sup> de escollera	10.220 m <sup>3</sup> de escollera
	812,5 m <sup>3</sup> de "todo uno"	2.372 m <sup>3</sup> de "todo uno"
Camino de acceso norte	46,9 m <sup>3</sup> de "todo uno"	
Espigón norte	3.500 m <sup>3</sup> de escollera	3.612 m <sup>3</sup> de escollera
	812,5 m <sup>3</sup> de "todo uno"	838,5 m <sup>3</sup> de "todo uno"

*Tabla: Se observa el balance de materiales a emplear.*

Así mismo, tras el cálculo del volumen de gravas necesario para la regeneración de la playa, se ha obtenido un total de unos 310.000 m<sup>3</sup> de gravas de D<sub>50</sub>= 10 mm.

## 14. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

Tras evaluar las posibles fuentes de materiales utilizables para llevar a cabo la estabilización del frente litoral de Almazora, con los condicionantes relativos a las características granulométricas del material y al volumen de aportación requerido para el proyecto, se decide realizar el dimensionamiento de la playa considerando que se aporten gravas con un D<sub>50</sub>=10 mm, procedentes de alguna de las canteras señaladas anteriormente, a elección del Contratista.

## 15. GESTIÓN DE RESIDUOS

### 15.1 Estimación de volúmenes de residuos de construcción

En el presente proyecto se reutilizarán los materiales obtenidos del desmantelamiento de los espigones para la construcción de los diques, así pues, según lo obtenido por las mediciones, se obtienen los distintos volúmenes de residuos de construcción:

#### "Todo uno"

El volumen de "todo uno" extraído de los espigones es de 3.210 m<sup>3</sup>, de los cuales una cantidad de 1.625 m<sup>3</sup> se empleará para el núcleo de ambos diques. Además, el camino de acceso al espigón sur se realiza con



140 m<sup>3</sup> de “todo uno” procedentes de cantera, que cuando finalicen las obras deberá eliminarse el camino y llevarse a vertedero, la cantidad de “todo uno” que será necesaria transportar hasta vertedero es de:

$$V \text{ "todo uno" vertedero} = 3.210 - 1.625 + 140 = 1.725 \text{ m}^3$$

### **Escollera**

El volumen de escollera que se obtiene del desmantelamiento de los espigones es de 13.832 m<sup>3</sup>, de los cuales 7.000 m<sup>3</sup> son necesarios para la construcción de los diques proyectados, por lo que, el volumen de escollera que es necesario transportar hasta vertedero es de:

$$V \text{ escollera vertedero} = 13.832 - 7.000 = 6.832 \text{ m}^3$$

## **15.2 Medidas de prevención y reutilización**

Para el máximo aprovechamiento de los materiales de construcción, la minimización de la generación de residuos, y la prevención de contaminación, se pondrá especial atención en el adecuado suministro y almacenamiento de los materiales de obra a emplear y desechar, para lo cual, se establecerán zonas de acopio de materiales, de almacenamiento de residuos y de tránsito de vehículos y maquinaria, claramente separadas entre sí y convenientemente habilitadas para el correcto desarrollo de sus funciones.

Las zonas de acopio de materiales y almacenamiento de residuos se distribuirán según tipo de sustancias contenidas y serán debidamente protegidas para evitar pérdidas o daños; extremándose las precauciones a la hora de transportar y colocar materiales.

Además, el procedimiento constructivo del presente proyecto se plantea buscando en todo momento la máxima reutilización posible de los materiales, por lo que las escolleras provenientes del desmantelamiento de los actuales diques exentos se emplean en la construcción de las estructuras que se proyectan, así como el “todo uno” procedente de este mismo desmontaje se utiliza, previamente a su retirada a vertedero, para la creación de los caminos provisionales de acceso a los distintos puntos de la obra.

## **15.3 Medidas para la separación de residuos en obra**

En la obra se establecerán distintas zonas de acopios de “todo uno” y escollera sobrantes, para su almacenamiento, uso y posterior retirada.

Así mismo, se establecerá un punto limpio de recogida selectiva con contenedores diferenciados según la naturaleza del residuo, para su retirada y posterior recogida.

## **15.4 Vertederos**

En el *Anejo nº9: Gestión de residuos*, se muestra un listado de las empresas con sede en la provincia de Castellón, registradas por la Generalitat Valenciana para realizar actividades de recogida y transporte de residuos no peligrosos a generar por la ejecución de la obra planteada en el presente proyecto.

## **16. PROGRAMA DE TRABAJOS**

En este punto se pretende dar una orientación aproximada de la duración de las actividades más importantes que comprenden la ejecución total del presente Proyecto.

En ningún caso el Programa de Trabajos expuesto es riguroso, sino que puede ser modificado por parte del Contratista adjudicatario de las obras en función de la dotación de equipos que destine a cada una de las actividades y de los rendimientos que estime oportunos en función de su experiencia en otras obras de similares características.

## 16.1 Proceso constructivo

Las obras previstas en el presente Proyecto comprenden las actividades que se detallan en los siguientes puntos:

- Ejecución de un camino sobre la playa para acceso de la maquinaria terrestre al espigón situado al sur, en sentido transversal a la línea de costa, de 80 metros de longitud y 5 m de ancho, formado por una capa “todo uno” procedente de cantera, de 35 cm de espesor.
- Establecimiento de una zona de acopio destinada al material que se desmonta del espigón actual y que se reutiliza en la ejecución posterior de las obras.
- Retirada de la capa de escollera de 5 toneladas que forma el manto del espigón mediante retroexcavadora, y posterior acopio.
- Avance sobre el “todo uno” del espigón y retirada en el retroceso de la maquinaria de la sección completa del espigón, compuesto por “todo uno” en núcleo y escollera de 5 t en el manto y bermas de pie, en una longitud de 270 metros desde su extremo.
- Acopio del “todo uno” y escollera desmontados en la zona prevista a tales efectos, para su utilización posterior en la ejecución del dique proyectado.
- Ejecución del dique por el procedimiento de avance a sección completa mediante la formación de un núcleo, un filtro y un manto resistente por los laterales, según la sección tipo establecida en el proyecto, con una longitud total de 125 metros.
- Formación del filtro y del manto resistente de la parte superior del dique en el retroceso de la maquinaria.
- Retirada de la escollera y del “todo uno” del antiguo espigón, que servía de camino de acceso y acopio en la zona destinada a ello.
- Ejecución de un camino sobre la playa para acceso de la maquinaria terrestre al espigón situado más al norte, en sentido transversal a la línea de costa, de 26,8 metros de longitud y 5 m de ancho, formado por una capa “todo uno” procedente del desmantelamiento del espigón sur, de 35 cm de espesor.
- Retirada de la capa de escollera de 5 toneladas que forma el manto del espigón mediante retroexcavadora, y posterior acopio.
- Avance sobre el “todo uno” del espigón y retirada en el retroceso de la maquinaria de la sección completa del espigón, compuesto por “todo uno” en núcleo y escollera de 5 t en el manto y bermas de pie, en una longitud de 34 metros desde su extremo.
- Acopio del “todo uno” y escollera desmontados en la zona prevista a tales efectos, para su utilización posterior en la ejecución de los diques que se proyectan.
- Ejecución del dique por el procedimiento de avance a sección completa mediante la formación de un núcleo, un filtro y un manto resistente por los laterales, según la sección tipo establecida en el proyecto, de una longitud de 125 metros.
- Formación del filtro y del manto resistente de la parte superior del dique en el retroceso de la maquinaria.
- Retirada de la escollera y del “todo uno” del antiguo espigón, que servía de camino de acceso y acopio en la zona destinada a ello.
- Retirada a vertedero del “todo uno” y escollera sobrantes, así como de los caminos de acceso sobre la playa.

- Distribución de los 310.000 m<sup>3</sup> de grava de D<sub>50</sub>=10 mm, procedente de cantera para el relleno de las playas. El vertido y redistribución del sedimento se realizará con maquinaria de movimiento de tierras hasta alcanzar la anchura establecida. Para completar el perfil de equilibrio definido para la playa sumergida se aplica el método de apilado de grandes volúmenes de arena para su distribución por la dinámica litoral en zonas de la playa sumergida muy próximas a la costa.
- Reposición y acondicionamiento de los accesos y servicios afectados por las obras de regeneración de la playa y balizamiento de los nuevos diques.

## 16.2 Programa de trabajos

Una vez identificadas las actividades más importantes que componen la construcción del proyecto y habiéndose evaluado la duración aproximada de cada una de ellas, se estima un plazo total de ejecución de 332 días naturales, que estableciéndose en el calendario con una jornada laboral de 8 horas al día, durante 5 días de la semana aumenta a la cantidad de 464 días.

La duración de cada una de las actividades descritas queda reflejada en el siguiente diagrama de barras que sirve como Programa de Trabajos orientativo y variable en función del desarrollo de las obras por parte del Contratista.

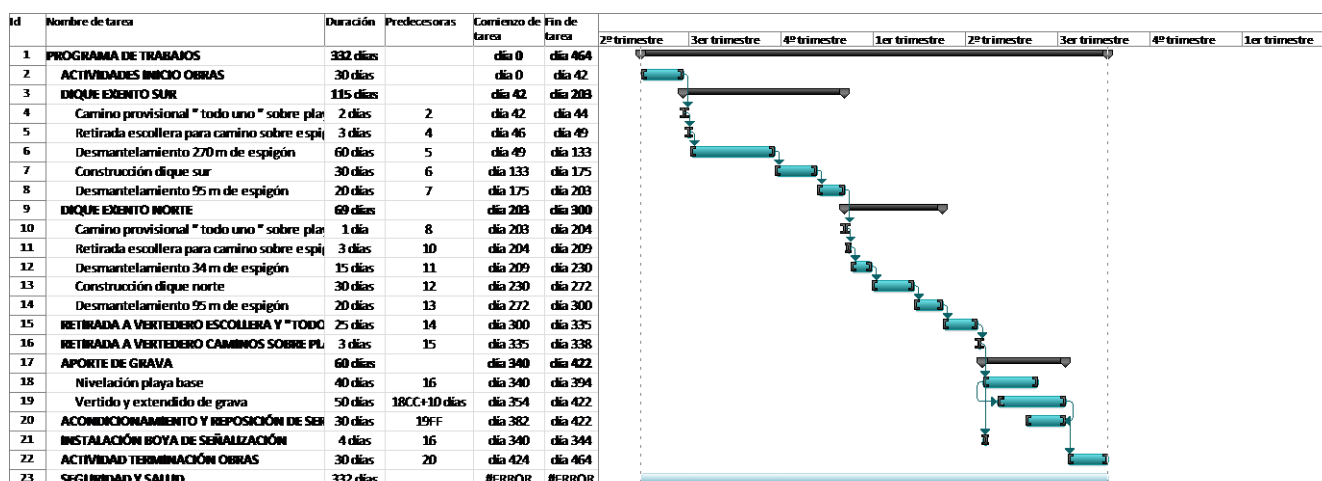


Figura: Se observa el diagrama de Gantt del presente proyecto.

## 17. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el Anejo n°11: *Justificación de precios*, se descomponen debidamente los precios aplicados a las distintas unidades de obra, teniendo en cuenta la legislación vigente y los costes de maquinaria y materiales.

## 18. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El Documento n°3: *Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares*, incluye las prescripciones de tipo técnico que deben regir la ejecución de las obras incluidas en el presente Proyecto.

## 19. PRESUPUESTO

A partir de las mediciones, y para cada unidad de obra recogida en el Cuadro de precios nº1 del *Documento nº4: Presupuesto*, se ha elaborado el presupuesto de ejecución material y el presupuesto base de licitación de la obra objeto del presente proyecto.

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
1	Escolleras.....	14.288,40
2	Relleno.....	1.557.488,62
3	Varios.....	20.850,00
4	Seguridad y Salud.....	51.016,71
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>1.643.643,73</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y TRES CÉNTIMOS (1.643.643,73€).

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
1	Escolleras.....	14.288,40
2	Relleno.....	1.557.488,62
3	Varios.....	20.850,00
4	Seguridad y Salud.....	51.016,71
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>1.643.643,73</b>
	16,00 % Gastos generales.....	262.983,00
	6,00 % Beneficio industrial.....	98.618,62
SUMA DE G.G. y B.I.		361.601,62
	21,00 % I.V.A.....	421.101,52
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>2.426.346,87</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>2.426.346,87</b>

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTISEIS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS (2.426.346,87€).

## 20. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Para dar cumplimiento al R.D 1627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se incluye el *Documento nº5: Estudio de Seguridad y Salud*, con su correspondiente memoria, planos, pliego de prescripciones técnicas particulares y presupuesto.

El Presupuesto de Ejecución Material por este concepto asciende a la cantidad de cincuenta y un mil dieciséis euros con setenta y un céntimos (51.016,71€).

Así mismo, esta cantidad corresponde con el 3,10% del total del Presupuesto de Ejecución Material del presente proyecto.

## 21. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Según el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, entre los proyectos que deben ser sometidos a la evaluación ambiental simplificada se encuentran, en el grupo 7H, todas aquellas obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa.

Es por ello que en el Documento nº6: Estudio de Impacto Ambiental, se recogen todos los apartados que establece la ley.

Se realiza una descripción del proyecto y de las acciones que se van a llevar a cabo, un estudio de alternativas, un inventario ambiental completo, teniendo en cuenta los factores del medio físico, biótico, perceptual y socio-económico, se identifican y valoran los efectos que dicha actuación puede generar en el Medio Ambiente y se proponen una serie de medidas para prevenir o paliar dichos efectos. Este Estudio finaliza con un Programa de Vigilancia Ambiental y un documento de síntesis.

## **22. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO**

Debido a que se trata de un proyecto completo de construcción, el presente Proyecto consta de los siguientes documentos:

### ❖ DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

#### 1. Memoria

#### 2. Anejos

- Anejo nº1: Antecedentes, objetivos y localización.
- Anejo nº2: Climatología.
- Anejo nº3: Estudio del Medio.
- Anejo nº4: Dinámica litoral.
- Anejo nº5: Riesgos.
- Anejo nº6: Estudio de alternativas.
- Anejo nº7: Cálculo de las obras.
- Anejo nº8: Procedencia de los materiales.
- Anejo nº9: Gestión de residuos.
- Anejo nº10: Programa de trabajos.
- Anejo nº11: Justificación de precios.

### DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### ❖ DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

1. Mediciones.
2. Cuadro de precios nº1.
3. Cuadro de precios nº2.
4. Presupuesto por capítulos.
5. Presupuesto de ejecución material.
6. Presupuesto base de licitación.

### ❖ DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Memoria del Estudio de Seguridad y Salud.
2. Planos del Estudio de Seguridad y Salud.
3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Estudio de Seguridad y Salud.
4. Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud.

### ❖ DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### ❖ BIBLIOGRAFÍA

### ❖ DOCUMENTO Nº2: PLANOS

- Plano nº1: Situación y emplazamiento.
- Plano nº2: Estado actual.
- Plano nº3: Planta general.
- Plano nº4: Replanteo.
- Plano nº5: Perfiles transversales.
- Plano nº6: Procedimiento constructivo.
- Plano nº7: Acopio de materiales.
- Plano nº8: Cálculo del relleno.

## **23. CONCLUSIONES**

Con todo lo expuesto en la presente memoria y sus anejos, así como en el resto de documentos que integran este proyecto, se considera suficientemente definido a nivel de Proyecto de Construcción, por lo que se somete a la aprobación del tribunal.

Valencia, junio de 2015.

Autora del Proyecto:

