

ANEJO N°8:

ESTUDIO DE SOLUCIONES

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. FASES DEL PROCESO.....	3
2.1 Fase 1. Descripción soluciones generales de protección	3
2.2 Fase 2. Análisis de las soluciones aplicables	3
2.3 Fase 3. Alternativas generadas.....	4
2.4 Fase 4. Análisis alternativas y solución óptima..	4
3. DESCRIPCIÓN DE POSIBLES MÉTODOS A EMPLEAR....	4
3.1 OBRAS LONGITUDINALES	
3.2 OBRAS TRANSVERSALES	
3.3 OBRAS EXENTAS.....	
3.3.1 Diques exentos	
3.3.2 Diques Arrecife	
3.3.3 Conos de difracción.....	
3.3.4 Algas artificiales.....	
3.4 ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL.....	
3.5 RETIRADA.....	
4. ANÁLISIS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES...14	
4.1 OBRAS LONGITUDINALES	
4.2 OBRAS TRANSVERSALES	
4.3 OBRAS EXENTAS.....	
4.4 ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL.....	
4.5 RETIRADA.....	
5. CRITERIOS DE VALORACIÓN	16
6. ANÁLISIS ALTERNATIVAS.....	18
7. SOLUCIÓN ÓPTIMA	25

1. INTRODUCCIÓN

El litoral mediterráneo esta en regresión y en especial la zona de estudio, donde el mar está haciendo desaparecer la playa de La Garrofera, no solo suponiendo una perdida vital en cuanto al turismo si no que además pone en riesgo determinadas infraestructuras habitadas.

Por ello es muy importante el planteamiento de una solución que permita combatir la problemática actual de una manera eficiente y evite la desaparición de uno de los bienes turísticos mas demandados en la Comunidad Valenciana.

El objeto de dicho anejo es la valoración de las diferentes posibles alternativas que nos permitan encontrar a través de métodos óptimos de valoración dar con la solución más eficiente en cuanto a criterios de funcionalidad, estética y economía se refiere, de manera que afronte la problemática como se requiere para el acondicionamiento de la playa de La Garrofera.

Es importante que las actuaciones que se realicen no empeoren la situación actual, debido a que resultaría aún mas complejo de solucionar el problema, por ello hay que tener en cuenta todos los factores posibles sin subestimar ninguno de los efectos.

2. FASES DEL PROCESO

El proceso consta de cuatro fases que nos permiten analizar de una manera detallada y así reducir la posibilidad de asumir riesgos.

2.1 FASE 1. DESCRIPCIÓN SOLUCIONES GENERALES PARA REGENERACIÓN.

La ingeniería de costas tiene como objetivo tratar de solucionar los problemas que se plantean en el frente litoral a las escalas de espacio y tiempo mediante los medios técnicos y económicos disponibles.

La ingeniería de costas actual permite la realización de determinados métodos muy eficientes, de los cuales se realizarán sus descripciones para disponer de mayor detalle de las mismas.

2.2 FASE 2. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES APLICABLES.

En esta fase se analizaran las posibles soluciones aplicables descritas en la primera fase para poder determinar cuales de ellas nos serán útiles en la zona de estudio y cuales no. De manera que permite esclarecer e ir eliminando alternativas no funcionales para la protección y regeneración de la playa.

2.3 FASE 3. ALTERNATIVAS GENERADAS.

Partiendo de la fase anterior, donde hemos seleccionado una serie de alternativas posibles, en este apartado se generarán las posibles alternativas de una manera mas detallada, las cuales pueden tener carácter único y puede ser una combinación de diversas alternativas seleccionadas.

2.4 FASE 4. ANÁLISIS ALTERNATIVA SEGÚN CRITERIOS.

Se formularán unos criterios de valoración, basados en la funcionalidad, en la estética, en el impacto ambiental que causan y en el coste. Mediante la combinación de dichos criterios se podrá obtener la alternativa que mejor solucione la problemática según el peso estipulado a cada criterio.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES MÉTODOS A EMPLEAR.

En este apartado se describen de manera independiente a la situación de la playa en cuestión, los diferentes métodos de la ingeniera costera que nos permiten actuar en contra de los posibles problemas que se puedan plantear en un frente litoral en cuanto a regeneración de manera que nos permitan devolver a la playa su estado natural y protegerla de los problemas que se puedan dar en el futuro.

Se pueden dar dos tipos de obras:

- **Obra Dura:** es aquella que se emplean elementos rígidos (escollera natural, estructuras de hormigón,..) Aquella que tras su puesta en funcionamiento, y en el caso de no ser efectiva, la costa puede quedar en peor estado de lo que estaba originalmente, antes de actuar; la obra dura es, en general, irreversible o de difícil desmantelamiento.
- **Obra Blanda:** es aquella en la cual no se emplean elementos rígidos (se emplea arena...). Aquella que tras su puesta en funcionamiento, y en el caso de no ser efectiva, la costa no quedara peor de lo que estaba originalmente, antes de actuar;; la obra blanda es reversible o de fácil desmantelamiento.

3.1 Obras longitudinales

Se localizan sobre la propia línea de costa, o de manera paralela a la misma y su objetivo es detener la recesión de la línea de costa, dicha obra no retiene materiales sedimentarios.

Son obras duras, muy apropiadas para solucionar problemas con carácter inmediato, no pueden utilizarse como obras que puedan solucionar problemas a largo plazo o de protección definitiva.

Son la forma más rápida de detener el proceso de erosión, por lo que resultan muy útiles si la necesidad es proteger una infraestructura o bien.

En cuanto a los inconvenientes de dichas son obras cabe destacar que no provocan sedimentación, detienen el proceso erosivo de manera rápida y puntual, es un catalizador de los efectos recesivos a sotamar, existe un riesgo de hundimiento y vuelco y además desaparecen a largo plazo.

La tipología presente en las obras longitudinales duras son:

- Revestimientos: Consiste en una capa de protección superficial, la cual se coloca sobre el terreno aportando así una mayor resistencia y dotándolo de una mayor capacidad frente a las acciones climáticas que puedan suponer un riesgo. Protección de erosión frente a oleaje poco energético.

Tipología:

-Flexibles: son las compuestas por capas granulares con el objetivo de actuar como filtro según la disposición de sus diferentes capas. Se pueden emplear también, materiales bituminosos y hormigón.

-Rígidos: son los contruidos de hormigón, se pueden emplear más materiales pero de manera general son obras de hormigón.

- Malecones: Son estructuras que conforman una pared de protección frente al oleaje, levantada en la orilla del mar para parar la fuerza de éste. Son obras de defensa contra las aguas.
- Muros: son estructuras cuya finalidad de su diseño es proteger de la erosión a playas o costas con un estado erosivo fuerte. Son estructuras potentes que deben dar protección a la zona existente detrás si mismo. Una las de las características más destacables de los muros es la gran reflexión del oleaje que producen. Respecto a su tipología mas común pueden clasificarse como muros en talud, y muros verticales en relación a su paramento exterior.

Es muy importante una buena realización del muro, puesto que puede producirse la socavación y hundimiento del mismo debido al proceso

de erosión. Los materiales a emplear en la construcción de muros son la escollera u hormigón generalmente. Los muros de escollera y en talud son mas permeables y tienen menor coeficiente de reflexión que los muros verticales y por ello son menos susceptibles a sufrir un socavamiento.

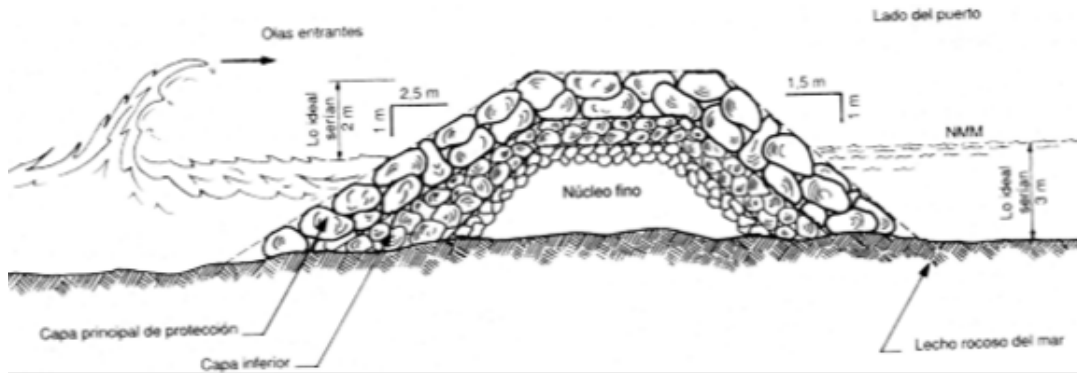


Figura 1: Muros

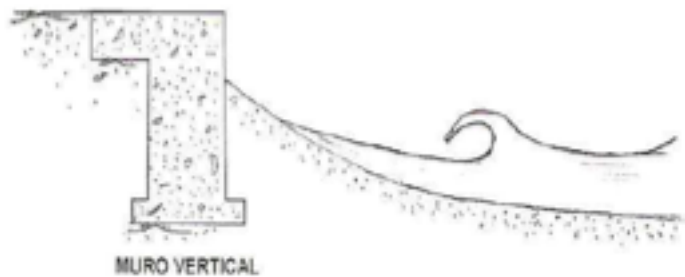


Figura 2: Muros

3.2 Obras transversales

Son obras que se construyen de manera perpendicular a la costa, al contrario que las longitudinales, estas son ortogonales que arrancan desde la línea de costa. Son por excelencia una de las obras mas importante referente a las obras marítimas.

El objetivo principal de dichas obras es provocar la interrupción del transporte sólido litoral, de manera total o parcial provocando que a sotamar se produzca recesión pero se produzca sedimentación a barlomar de manera que aumente la cantidad de material.

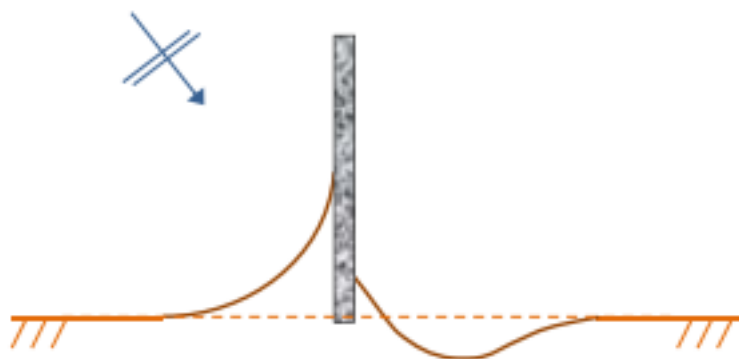


Figura 3: Dique transversal

Es una muy buena opción para regeneraciones de playa siempre dependiendo de las condiciones de la zona. La separación entre espigones dependerá de la zona en cuestión y otros aspectos como sedimentología y dinámica litoral.



Figura 4: Batería espigones

En cuanto al carácter constructivo de los espigones, hay diferentes posibilidades respecto a los materiales que lo constituyen:

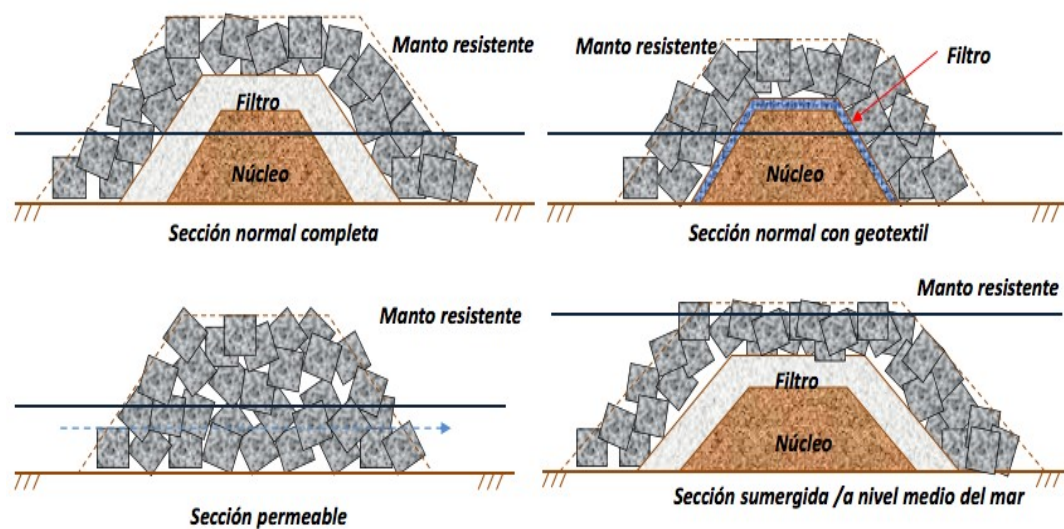


Figura 5: Construcción diques

Los materiales como se pueden observar en las diferentes secciones anteriores son variados y dependen de la capa en la que se van a emplear, bloques de hormigón, zahorras, bloques de escollera generalmente.

3.3 Obras exentas

Son defensas que se construyen de manera paralela a la costa a bajas profundidades y a una distancia de dicha línea de costa determinada. El objetivo principal es como anteriormente, variar el transporte sólido litoral de manera que se produzca sedimentación en la zona de manera que provoca la difracción del oleaje.

Las finalidades de dichas obras son:

- Generar un área abrigada
- Reducir la energía del oleaje de abordaje de la playa
- Retener materiales sedimentarios

3.3.1 Diques exentos

Existen dos tipos de diques exentos: los sumergidos y los emergidos.

Los diques exentos sumergidos o de baja cota de coronación son muy adecuados puesto que reducen de una manera muy considerable el impacto visual de la obra, además se consigue una mayor renovación de las aguas y una reducción en los costes de la obra puesto que requieren una menor cantidad de material al coronar una cota menor y las solicitaciones del oleaje son menores.

Son diseñados como un filtro de olas, las alturas de ola menores consiguen atravesar el dique sin disminuir demasiado su energía, mientras que las olas con mayor altura rompen en la estructura perdiendo gran parte de ésta.

Los diques emergidos también son paralelos a la costa, tienen mayor impacto visual y mayor coste puesto que requieren mayor material para su coronación. Estos diques están por encima del nivel del mar, pero no son de gran altura por los inconvenientes nombrados anteriormente: gran impacto visual y mayor coste en la ejecución.

En ambos diques exentos, se produce una acumulación de sedimento en su trasdós como consecuencia de dos procesos, el primero consiste en que debido al gradiente de altura de ola se genera una corriente capaz de transportar sedimento hacia el trasdós del dique. El segundo se produce en el caso de que exista un transporte longitudinal a lo largo de la costa y debido a la presencia del dique se establecerá un gradiente en este transporte y por tanto una acumulación.

La acumulación de sedimento se forma debido que al reducir la altura de ola también se reduce la capacidad de transporte y por tanto, el sedimento se acumula en el trasdós del dique.

La acumulación de sedimento se puede producir en forma de dos posibilidades:

Tómbolo: Es un accidente geográfico de origen sedimentario que se produce entre el dique y la línea de costa, se forma una unión de tierra estrecha entre las dos partes. El volumen de arena que se forma es tal que produce un banco de arena en el trasdós del dique.

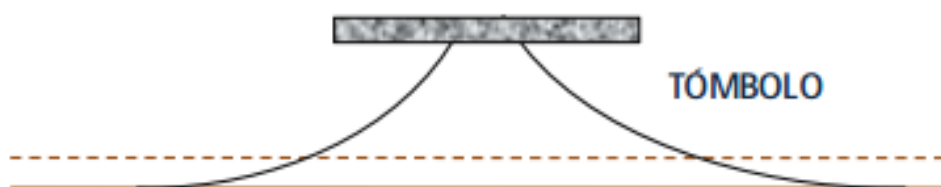


Figura 6: Tómbolo

Hemitómbolo: Es la formación de un depósito sedimentario en la zona de trasdós del dique, el cual parte desde la línea de costa pero no llega a entrar en contacto con la obra. La diferencia ante el tómbolo es debido a que en estos casos el oleaje es lo suficientemente importante para llevarse el sedimento de nuevo.

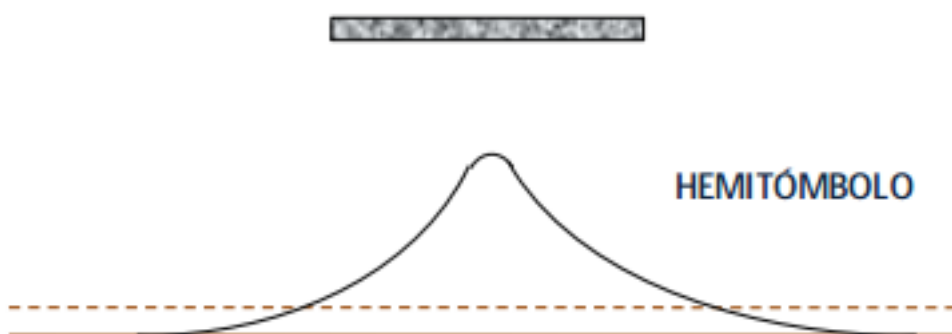


Figura 7: Hemitómbolo

3.3.2 Diques Arrecife

Son diques exentos los cuales son contruidos a mayor profundidad, lo que permite reducir la lamina de agua libre y así reduciendo la energía del oleaje. Son diques que se construyen mar adentro y también discurren paralelos a la línea de costa.

Su cota de coronación, por supuesto está sumergida y no levanta mucho mas de la profundidad a la que se encuentra.

Como se ha comentado anteriormente reduce la energía del oleaje y además protege el fondo marino. Son soluciones que se consideran a largo plazo porque su duración son décadas.

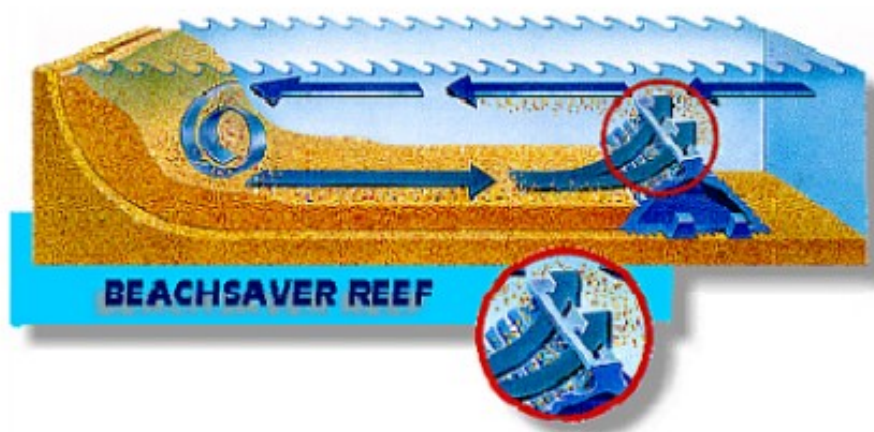


Figura 8: Diques Arrecife

3.3.3 Conos de difracción

Se emplean una serie de obstáculos hechos de hormigón con forma cilíndrica, los cuales están distribuidos por la costa.

Su objetivo es provocar que el oleaje pierda energía por difracción debido a dichos conos.

Es importante que la superficie de actuación no sea muy grande debido a que harían falta un gran número de conos de difracción y sería un coste muy elevado.

3.3.4 Algas artificiales

Fomentar la formación de praderas de Posidonia oceánica, la cual es uno de los ecosistemas mas productivos en el Mar Mediterráneo, contribuye a estructurar el fondo marino y aumentando su biodiversidad. Además, mantiene el equilibrio de sedimentos del litoral ya que sus rizomas retienen los sedimentos actuando como parapetos y protege a la costa frente a la erosión.

Dichos rizomas tienen la capacidad de crecer de manera vertical, lo que impide que los sedimentos entierren a las praderas.

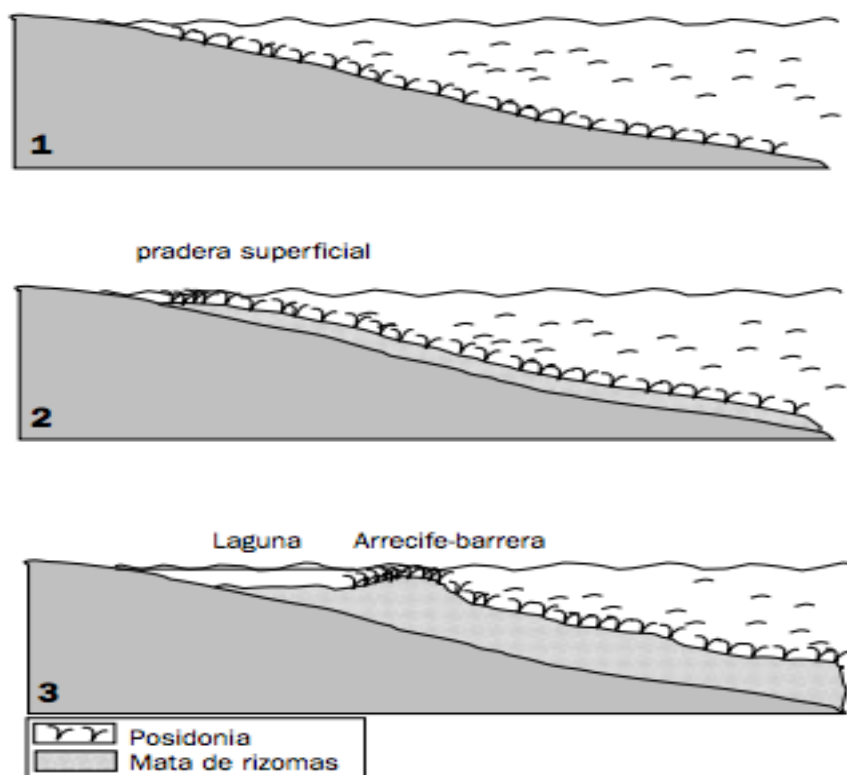


Figura 9: Posidonia oceánica

3.4 Alimentación Artificial

Es la principal obra en cuanto a obra blanda se refiere, consiste en verter arena sobre el frente litoral de manera que se consiga el estado natural e inicial de la playa o incluso dotarle de un nuevo estado, según este contemplado en el proyecto y según sean los objetivos, mejorando así su situación actual.

Dicha solución no es definitiva, requiere un seguimiento de la evolución del perfil y de la playa para comprobar que se ha alcanzado el objetivo de incrementar el ancho de la misma.

No obstante, se considera una solución a largo plazo.

Los requisitos previos de la alimentación artificial son:

- Que el diámetro medio de aportación sea mayor o igual al diámetro medio original para que resista de una manera más óptima la acción del oleaje.

- El material de aportación debe tener una calidad adecuada, de manera que no haya contaminantes, sustancias peligrosas o que puedan suponer una afección para el medio y los usuarios, como metales pesados o bacterias.
- Requiere la aportación de un volumen importante de material.

La cuestión más relevante de dicha alternativa es la procedencia de los materiales, ya que requiere la localización del material útil que cumpla los requisitos y que siendo posible se encuentre cerca de la zona de actuación.

En cuanto a la tipología de dicha solución existen dos procesos a emplear según la procedencia de los materiales:

- La primera posibilidad es cuando el banco tiene origen marino, procedente de otro punto del mar, el cual ha de ser dragado, transportado al lugar en cuestión y vertido mediante impulsión o tuberías cuando el calado de la draga no permita la impulsión. En cualquiera de los dos casos el material depositado sobre la playa será extendido a lo largo de la playa mediante medios terrestres.
- La segunda posibilidad es emplear áridos de machaqueo lavados procedentes de una planta, la cual es una posibilidad que permite tener independencia del banco de origen marino, lo cual implica una ventaja, pero al no ser un árido con las características naturales marinas, pese a tener la granulometría controlada, puede ser incómodo para los usuarios.

Una de las principales ventajas de esta alternativa, es que al ser una obra blanda, no produce efectos negativos sobre la zona de actuación.



Figura 10: Rainbowing

3.5 Retirada

Cuyo objetivo es desplazar de manera física las instalaciones e infraestructuras situadas cercanas a la costa, hasta un lugar en el que se encuentren fuera de peligro de los efectos causados por la recesión de la playa y del oleaje. Solución de elevado coste.

4. ANÁLISIS DE LAS POSIBLES SOLUCIONES

En este apartado del anejo, se van a valorar las distintas obras realizables comentadas anteriormente, de manera que se exponga si son viables para el acondicionamiento del frente litoral de la playa de La Garrofera y la playa de El Saler.

4.1 Obras longitudinales

Como se ha comentado anteriormente, las obras longitudinales son muy ventajosas cuando se quiere proteger, defender una infraestructura de manera rápida o urgente. Con el acondicionamiento del frente litoral de la playa de La Garrofera se busca regenerar la playa, dotarle de un nuevo aspecto recuperado, por lo que las obras longitudinales no son una buena opción para el objetivo que se busca. Puesto que son obras que serían contraproducentes para regenerar la playa, ya que dichas obras a largo plazo sumergen poco a poco la playa, además de tener un gran impacto visual. En conclusión se descarta dicha opción como alternativa viable al proyecto en cuestión.

4.2 Obras transversales

Las obras transversales o espigones son una buena solución cuando se combinan con otras alternativas como por ejemplo la alimentación artificial o defensas exentas.

El inconveniente de los espigones es que requieren un buen transporte de sólido litoral que sea suficiente para que se deposite a barlomar, ya que las obras transversales se caracterizan por sedimentar a barlomar y erosionar a sotamar.

En la playa de La Garrofera podría agravar la situación con respecto a la erosión de la misma debido a la gran erosión que se produce en las playas del sur del puerto.

En conclusión, se descarta dicha solución, ya que podría acentuar los problemas de erosión, además de tener un gran impacto visual y dividir en tramos la zona de playa en cuestión.

4.3 Obras exentas

Los diques exentos son obras costeras generalmente paralelas a la línea de la orilla y como su propio nombre indica, no están conectadas a la misma. La principal función de este tipo de obra es la de provocar la estabilización o regeneración de la playa mediante la disminución de la energía del oleaje incidente. Este tipo de obra modifica las características hidrodinámicas del lugar en el que se emplaza, actuando como un obstáculo dinámico y alterando las tasas de transporte debido a la modificación del flujo en su trasdós.

Este tipo de obra presenta entre otras ventajas, su excelente capacidad para controlar de manera eficaz la erosión, reteniendo los sedimentos en su trasdós. También reduce las corrientes de retorno o "rip currents" a lo largo de las zonas a las que abrigan los diques exentos y por tanto se evita el transporte de los sedimentos hacia aguas profundas. Otra de las ventajas que proporciona es la reducción de altura de ola y la disminución del peralte de la zona protegida. Si son sumergidas o a nivel del mar su impacto visual es nulo.

Por el contrario, este tipo de obra también tiene algunas desventajas como puede ser su alto coste en comparación con otras soluciones que no son exentas. También es importante su dificultad de mantenimiento, la posibilidad de accidentes de embarcaciones, de surfistas etc. Además puede suponer una barrera total al transporte de los sedimentos si su diseño no es el correcto. También pueden presentarse grandes velocidades de la corriente en el espacio entre los diques.

En conclusión es una posible alternativa a la problemática que se presenta en la playa de La Garrofera, descartando por otro lado los diques arrecife por su necesidad de estudio de la biodiversidad presente o futura que se pueda implantar y las praderas de posidonias por su alto coste y baja aplicabilidad.

4.4 Alimentación artificial muy duradera

La alimentación artificial es una de las soluciones mas empleadas en lo que a regeneración de playas se refiere, además puede realizarse como solución única o combinada con otras obras de defensa como espigones o diques exentos.

Consiste en aportar arena con el fin de conseguir de nuevo una playa seca que reúna las condiciones suficientes para estabilizar la playa frente a la erosión.

Una de las ventajas mas importante de dicha alternativa es el nulo impacto estético que produce sobre la zona, al contrario, puesto que crea una superficie de playa apta para los usuarios sin ningún tipo de obstáculo u obra que divida en tramos la playa.

Los inconvenientes como se han expuesto anteriormente son, en primer lugar la localización de la fuente de aportación, la cual puede proceder del fondo marino (arenas naturales), hecho que sería idóneo, o de áridos machacados lavados, hecho importante a destacar para que el precio debido a la lejanía de la misma, no suponga un coste excesivamente elevado. Y en segundo lugar, un

posible afección del fondo del mar, ya sea por el dragado del fondo marino o por la actuación de vertido de la arena sobre la playa afectada, lo cual requiere un posible estudio de impacto ambiental si la biodiversidad de la zona presenta zonas desconocidas o inexploradas.

Es una alternativa que requiere un seguimiento puesto que en bastantes ocasiones requiere un aporte de manera periódica. Es una solución a largo plazo pero no definitiva, puesto que según permita la dinámica litoral de la zona, tendrá una mayor o menor duración, puesto que la arena no se queda en el lugar de vertido de manera permanente.

En conclusión, es una alternativa muy buena en relación a criterios funcionales.

4.5 Retirada

Es una posible solución, la cual consiste en dismantelar las infraestructuras que imperan en las primeras líneas de costa de manera que se evite la afección a las mismas.

La ventaja de dicha propuesta es la disminución del grado de negatividad estético que produce la retirada de las infraestructuras presentes, las cuales están presentes de manera legal por anteriores leyes, pero que actualmente no podría construirse en dicho emplazamiento.

El inconveniente es el elevado coste económico que supone dicha acción, además de no resolver la problemática de acondicionamiento del frente litoral. En conclusión, no es una propuesta viable a considerar.

5. CRITERIOS DE VALORACIÓN

El objetivo de dicho epígrafe es marcar unos criterios que ayuden a la valoración de las alternativas posibles mediante una puntuación y en función de un peso respectivo para cada criterio empleado, permitan llegar de una manera objetiva, subjetiva y detallada a la solución óptima a desarrollar. Se emplea también un criterio subjetivo ya que si dos alternativas consiguen una puntuación final parecida en cuanto a optimización, puede emplearse dicho juicio propio para la elección de una de ellas.

En cuanto a los criterios a emplear y sus respectivos pesos:

- Funcionalidad: Peso = 8
- Estética: Peso = 5
- Coste: Peso = 3
- Impacto ambiental: Peso = 2

FUNCIONALIDAD	
VALORACIÓN	HECHO
10	Óptima resolución
5	Buena resolución
3	Parcial resolución
0	Mala resolución

Criterio de Funcionalidad: Evalúa el grado de resolución de la alternativa sobre la problemática. Factor que requiere un peso alto.

Criterio de Estética: Evalúa el impacto visual para el usuario en la zona debido a la alternativa realizada.

Criterio de Coste: Evalúa el coste requerido para la ejecución en su totalidad de cada alternativa.

Criterio de Impacto ambiental: Evalúa el grado de afección que puede suponer cada alternativa sobre el medio. Tiene menor peso, puesto que existen grandes riesgos de afección al medio.

Tablas de valoración:

IMPACTO AMBIENTAL	
VALORACIÓN	HECHO
10	Despreciable
5	Poco impacto
3	Mucho impacto
0	Inaceptable

ESTÉTICA	
VALORACIÓN	HECHO
10	Muy buena
5	Buena
3	Mala
0	Muy mala

COSTE	
Propuesta de alternativa "Defensas Exentas. (T.M. Valencia)	
VALORACIÓN	HECHO
10	Costes/Beneficios = Bajo
5	Costes/Beneficios = Medio
3	Costes/Beneficios = Alto
0	Costes/Beneficios = Muy alto

Valoración Total = $\sum$ Peso del criterio x Valoración del criterio

Valoración Total = $8 \times 10 + 5 \times 10 + 3 \times 10 + 2 \times 10 = 180$

6. ANÁLISIS ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS

Las alternativas propuestas para resolver la problemática y conseguir el acondicionamiento del frente litoral de la playa de La Garrofera son las que se exponen a continuación:

- Alternativa 0 : No Actuación
- Alternativa 1 : Defensas exentas (Diques Emergidos)
- Alternativa 2 : Defensas exentas (Diques Sumergidos)
- Alternativa 3 : Defensas transversales + Alimentación artificial
- Alternativa 4 : Alimentación Artificial

Alternativa 0 : No Actuación

Se ha de considerar dicha alternativa puesto que la no actuación también es considerada una solución, en este caso no se puede realizar dicha actuación porque se agravarían los problemas de recesión de la playa pudiendo llegar a consecuencias devastadoras y por ello no es necesario aplicar la fórmula de valoración.

Alternativa 1 : Defensas Exentas (Diques Emergidos)

Defensas paralelas a la costa a determinada distancia de ésta, las cuales protegen la costa disipando energía del oleaje haciendo sedimentar material y por lo tanto con la posibilidad de originar un hemitómbolo o tómbolo

definidos anteriormente. Dichos diques emergidos, están por encima del nivel del mar, por lo que pueden ser vistos por los usuarios.



Figura 10: Diques emergidos

Respecto al criterio de funcionalidad, dicha alternativa se puede considera una buena solución para la problemática presenta en dicha playa, puesto que como se ha nombrado anteriormente, los diques exentos disipan la energía de oleaje, lo que haría disminuir la erosión en la playa, además de producir la sedimentación de material lo que puede llegar a originar un hemitómbolo o tómbolo y ganar superficie de playa de una manera considerable.

- Por lo tanto, la valoración es 10.

Respecto al criterio estético, la alternativa tiene un fuerte impacto visual para los usuarios de la playa, hecho importante a destacar puesto que es una playa que en época estival tiene una gran presencia de personas, por lo que es una cuestión a valorar. Además puede suponer un riesgo para la práctica de deportes acuáticos y para embarcaciones de recreo.

- Por lo tanto, la valoración es 3.

Respecto al criterio de coste, la alternativa supone un elevado coste porque el procedimiento constructivo puede ser por medios terrestres, los cuales requieren medios mecánicos para la construcción y retirada posterior de un camino auxiliar, o bien por medios marinos, mediante embarcaciones.

- Por lo tanto, la valoración es 3.

Respecto al criterio de impacto ambiental, la alternativa debe considerarse como inofensiva, ya que no supone un peligro para los organismos presentes

en la zona, por el contrario, puede fomentar la formación de vegetación en el dique y por lo tanto el asentamiento de organismos. Además se realiza con materiales que no contaminan el agua, ni suponen un riesgo de tipo nocivo.

- Por lo tanto, la valoración es 10.

Valoración Alternativa 1 = $\sum$ Peso del criterio x Valoración del criterio

Valoración Alternativa 1 = $8 \times 10 + 5 \times 3 + 3 \times 3 + 2 \times 10 = 124$

$$\text{Alternativa 1} = \frac{124}{180} = 0,68 \times 10 = 6,8$$

Alternativa 2 : Defensas Exentas (Diques Sumergidos)

Defensas paralelas a la costa a determinada distancia de ésta, las cuales protegen la costa disipando energía del oleaje haciendo sedimentar material y por lo tanto con la posibilidad de originar un hemitómbolo o tómbolo definidos anteriormente. Al contrario que los emergidos, dichos diques sumergidos, están por debajo del nivel del mar, y por esta razón no tienen tanto poder de retención de sedimentos como los emergidos, sin embargo no se aprecian a la vista de los usuarios de la playa y no desciende el valor visual.



Figura 11: Diques transversales

Respecto al criterio de funcionalidad, la alternativa es una buena opción, puesto que actúa de una manera muy similar a como trabajan los diques exentos emergidos, sin embargo al ser construcciones de menor altura, disipan

la energía del oleaje de una manera menor, pero también se produce sedimentación, objetivo principal para la regeneración de la playa. Además la reducción de energía de oleaje incidente produce una reducción del grado de erosión de la playa.

- Por lo tanto, la valoración es 10.

Respecto al criterio estético, la alternativa es una buena opción debido al hecho de estar sumergidos, puesto que no producen impacto visual negativo, muy importante a considerar en este caso, puesto que es una playa muy frecuentada por el turismo. Además la captación de sedimentos y posterior formación de playa genera un impacto positivo, puesto que la playa aumentará en superficie. Sin embargo un inconveniente, es la falta de visualización de dichos diques lo que puede suponer un problema para ciertas embarcaciones en caso de no estar correctamente señalizado.

- Por lo tanto, la valoración es 7.

Respecto al criterio de coste, La alternativa tiene un elevado coste en cuanto su construcción, puesto que se ha de construir por medios terrestres o medios marinos, al igual que los diques emergidos. En caso de ser por medios terrestres, es necesario construir un camino auxiliar desde la línea de costa, el cual debe ser eliminado una vez construido el dique, por lo tanto, el procedimiento es un procedimiento de elevado coste.

- Por lo tanto, la valoración es 3.

Respecto al criterio de impacto ambiental, la alternativa debe considerarse como inofensiva, ya que no supone un peligro para los organismos presentes en la zona, por el contrario, puede fomentar la formación de vegetación en el dique y por lo tanto el asentamiento de organismos. Además se realiza con materiales que no contaminan el agua, ni suponen un riesgo de tipo nocivo.

- Por lo tanto, la valoración es 10.

Valoración Alternativa 2 = $\sum$ Peso del criterio x Valoración del criterio

Valoración Alternativa 2 = $8 \times 10 + 5 \times 7 + 3 \times 3 + 2 \times 10 = 144$

Alternativa 2 = $\frac{144}{180} = 0.8 \times 10 = 8$

Alternativa 3 : Defensas transversales (espigones) + Alimentación artificial

Dicha alternativa combina la construcción de espigones y alimentación artificial, dicha combinación regeneraría la playa de una manera muy eficiente siempre y cuando el transporte de sólido litoral sea suficiente para que los espigones retengan el sedimento de la manera que requiera la zona. La alimentación artificial puede realizarse según de donde provenga el material, el cual puede ser procedente de machaqueo o material natural marino.



Figura 12: Efectos diques transversales

Respecto al criterio de funcionalidad, dicha alternativa no es una buena opción en el tramo de playa en cuestión, puesto que los espigones, los cuales tratan de ser una barrera al transporte de sólidos, no retendrían el suficiente sedimento, puesto que no existe el suficiente transporte de sólido litoral, además sería necesario más de un único espigón, y los espigones suponen una erosión a sotavento por lo que sería contraproducente.

- Por lo tanto, la valoración es 0.

Respecto al criterio estético, la alternativa desde el punto de vista estético, tiene un fuerte impacto negativo, puesto que es una obra dura de una gran envergadura y por lo tanto puede generar rechazo por parte de los usuarios. Además, fragmentaría el tramo de playa en sectores provocando la interrupción de la utilidad de la misma a lo usuarios.

- Por lo tanto, la valoración es 0.

Respecto al criterio de coste, la alternativa supone un elevado coste económico en la construcción de los espigones, a lo que hay que añadir la alimentación artificial para ganar rapidez en la regeneración de la playa, lo que supone un coste adicional destacable.

- Por lo tanto, la valoración es 3.

Respecto al criterio de impacto ambiental, la alternativa no supone un riesgo para los organismos que habitan la zona, emplazamiento de los espigones. Sin embargo el tramo de actuación finaliza con la Gola de Puchol y podría generar problemas de estancamiento en la Gola.

- Por lo tanto, la valoración es 5.

Valoración Alternativa 3 = $\sum$ Peso del criterio x Valoración del criterio

Valoración Alternativa 3 = $8 \times 0 + 5 \times 0 + 3 \times 3 + 2 \times 5 = 19$

Alternativa 3 = $\frac{19}{180} = 0,10 \times 10 = 1$

Alternativa 4 : Alimentación artificial

Dicha alternativa no es una obra dura, cuestión que es un punto a favor, no es una solución permanente y se volverá al problema en cuestión, sin embargo la alimentación es una de las obras mas empleadas en lo que a regeneraciones de playa se refiere, además, puede ser una solución a largo plazo dependiendo del volumen de arena que se deposite en la playa.



Figura 13: Alimentación artificial

Respecto al criterio de funcionalidad, la alternativa ya ha sido empleada en la zona, y funciona muy bien en cuanto a lo que regeneración se refiere, cumple considerablemente bien con el objetivo. Sin embargo, el transporte sólido litoral provocará de nuevo la situación actual, puesto que se llevará el material en la dirección natural. Su funcionalidad también depende del volumen a disponer, para aumentar el tiempo de duración.

- Por lo tanto, la valoración es 10.

Respecto al criterio estético, la alternativa no afecta negativamente desde el punto de vista estético, además la consecución de playa seca es un aspecto favorable.

- Por lo tanto, la valoración es 10.

Respecto al criterio de coste, la alternativa tendrá un coste dependiente del volumen de material y de la duración que se le pretenda dar a la solución. Independientemente del volumen y el tiempo, el coste suele ser inferior a la construcción de diques exentos o diques transversales.

- Por lo tanto, la valoración es 5.

Respecto al criterio de impacto ambiental, la alternativa no supone un gran riesgo para los organismos que habitan, sin embargo la limitación que presenta dicha alternativa, es la procedencia del material, puesto que requiere ser de igual o superior diámetro que el presente en la zona y las mismas características.

- Por lo tanto, la valoración es 5.

Valoración Alternativa 4 = $\sum$ Peso del criterio x Valoración del criterio

Valoración Alternativa 4 = $8 \times 10 + 5 \times 10 + 3 \times 5 + 2 \times 5 = 155$

$$\text{Alternativa 4} = \frac{155}{180} = 0,86 \times 10 = 8,6$$

7. SOLUCIÓN ÓPTIMA

Basta con comparar las alternativas valoradas para obtener de un manera objetiva la solución óptima.

ALTERNATIVA 0 = 0 Sobre 10

ALTERNATIVA 1 = 6,8 Sobre 10

ALTERNATIVA 2 = 8 Sobre 10

ALTERNATIVA 3 = 1 Sobre 10

ALTERNATIVA 4 = 8,6 Sobre 10

En conclusión, la alternativa escogida para la resolución de la problemática de la playa de La Garrofera es la ALTERNATIVA 2: La construcción de diques a nivel medio del mar en BMVE, y se decide acompañarla con una alimentación artificial para dotar la playa de un ancho mínimo de 45 m.