

ANEJO 7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

1. Introducción

Como se ha comentado en anteriores anejos, el municipio de Calpe, al igual que muchos otros de la costa alicantina, recibe gran parte de sus ingresos del turismo de playa.

Por ello es necesario mantener las playas y calas de Calpe en un estado adecuado que permita a los usuarios de las mismas disfrutar de su condición de zona de ocio de una manera segura y cómoda.

Además, las playas estables representan a su vez la mejor defensa costera de las estructuras y edificaciones que pueda haber detrás de ellas, por lo que no sólo representan un recurso lúdico y económico para la sociedad, sino que son la primera línea defensiva de nuestras ciudades ante el efecto erosivo del mar.

En el caso de la cala la Manzanera, se hacen muy patentes los efectos negativos que pueden tener para una edificación costera cuando dicho efecto erosivo del oleaje hace prácticamente desaparecer la cala y a su vez, no se realiza un correcto mantenimiento de la misma.

Como se ha comentado anteriormente, la ladera izquierda que sustenta la cimentación de la urbanización la Manzanera, presenta síntomas evidentes de erosión que amenazan con provocar riesgos estructurales para la edificación y para los usuarios de la cala. Esto es debido, entre otras causas, a la desaparición de la cala, en anchura suficiente, como protección costera.

Además, todo el litoral mediterráneo está en regresión, por lo que podemos concluir que de no actuar en la zona, existen altas probabilidades de que la situación empeore.

El objetivo de este anejo es presentar varias soluciones o alternativas de actuación que nos permitan, en mayor o menor medida, solventar la problemática anteriormente expuesta. Para ello, se definirán los distintos factores que se van a tener en cuenta para la valoración de las alternativas, en base a criterios funcionales, medioambientales, económicos y estéticos.

Siguiendo las Directrices sobre actuaciones en playas que proporciona el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente en su Apartado 3.2. Técnicas de control de los procesos erosivos, si fuera necesario detener o controlar los procesos erosivos de la costa, se utilizarán por orden de prioridad los siguientes tipos de actuación:

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

- Actuaciones blandas o flexibles sin obras de apoyo.
- Actuaciones blandas o flexibles con las mínimas obras de apoyo necesarias.
- Actuaciones duras o rígidas, solamente cuando la emergencia lo requiera, no debiendo ser permanentes y debiendo justificarse expresamente su uso y temporalidad.

En el presente anejo, también se definirán y se desarrollarán de manera independiente a la situación y necesidad de la cala afectada por este trabajo, todos los tipos de obras de defensa y protección costera y métodos de regeneración.

2. Obras de Regeneración y protección costera

En primer lugar, hay que diferenciar las obras consideradas como protección costera, cuyo objetivo es el de defender un tramo costero o una playa de la acción del oleaje, de las obras de regeneración que tienen por objeto la restitución de una situación pasada, es decir, volver a disponer de las condiciones existentes que por unas razones y otras se han perdido.

Una segunda clasificación, referida a los elementos utilizados sería:

- OBRA DURA: Aquella en la cual se emplean elementos rígidos (escollera natural, estructuras de hormigón, etc). Aquella que tras su puesta en funcionamiento, y en el caso de no ser efectiva, la costa puede quedar peor de lo que estaba originalmente, antes de actuar; la obra dura es, en general, irreversible o de difícil desmantelamiento.
- OBRA BLANDA: Aquella en la cual no se emplean elementos rígidos. Aquella que tras su puesta en funcionamiento, y en el caso de no ser efectiva, la costa no quedará peor de lo que estaba originalmente, antes de actuar; la obra blanda es reversible o de fácil desmantelamiento.

Atendiendo a esta última clasificación, las técnicas que se pueden utilizar son:

- TÉCNICAS ESTRUCTURALES: Son aquellas en las que se emplean estructuras rígidas con el objeto de detener la recesión y/o forzar el depósito de materiales:
 - Obras longitudinales
 - Espigones
 - Diques exentos

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

- **TÉCNICAS NO ESTRUCTURALES:** Son aquellas en las que no se emplean estructuras para detener la recesión y/o forzar el depósito de materiales:
 - Alimentación artificial
 - Regeneración dunar
 - Revegetación
 - Retirada

2.1. Técnicas estructurales

2.1.1. Obras longitudinales.

Son defensas que se colocan sobre la propia línea de costa, o en paralelo a la misma. Suelen tener el doble objetivo de proteger del oleaje y actuar como muro soporte de los terrenos detrás de ellos. Estas obras interfieren sobre todo el transporte transversal, ya que no permiten que el material de la trasplaya se incorpore a la dinámica propia del perfil de la playa. El oleaje incidente se refleja en el dique, cosa que impide la acumulación de sedimento y provoca un aumento en el nivel de agitación delante de la obra, que se va erosionando en la base.

Entre sus inconvenientes destaca que no detiene la erosión ni provoca sedimentación, es un catalizador de efectos recesivos a sotamar y existe un riesgo de hundimiento y vuelco a medio y largo plazo.

Existen tres tipos de defensas longitudinales: los revestimientos, los malecones y los muros, aunque los cordones dunares, considerados obra blanda, también encajarían en la definición de defensa longitudinal.

2.1.2. Espigones

Los espigones o diques son estructuras marítimas lineales más o menos perpendiculares a la línea de costa que intentan retener el movimiento de arenas a lo largo del litoral. Se construyen frecuentemente con la intención de estabilizar las playas o crear calas artificiales. Los espigones interceptan el transporte sólido litoral longitudinal, acumulando sedimentos aguas arriba de la obra pero reduciendo el suministro de arena aguas abajo. Esto

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

provoca una erosión creciente en el tiempo y el espacio de las playas a sotamar, ya que se debe sustituir la fuente de aportes sedimentarios. Si la longitud del espigón es grande puede llegar a ser una barrera total al paso de sedimentos.

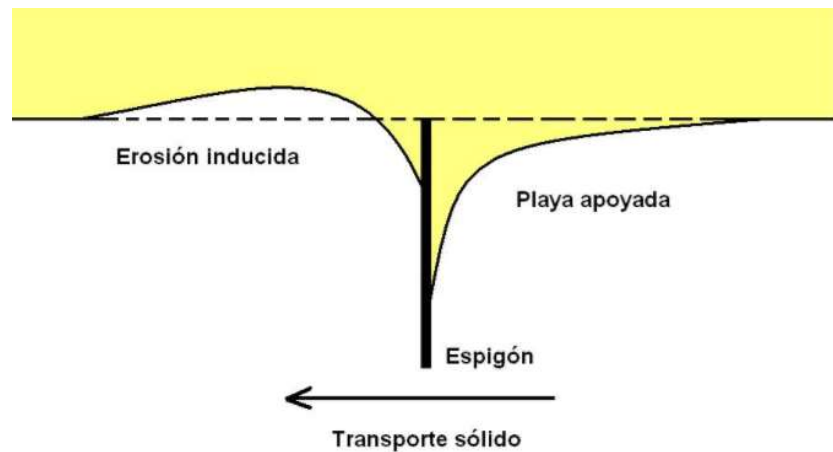


Imagen 1. Espigón transversal.

2.1.3. Diques exentos

Los diques exentos o rompeolas se construyen mar adentro, paralelamente a la línea de costa, e interceptan las olas antes de que lleguen a la orilla. Tienen como triple objetivo el generar un área abrigada, reducir la energía del oleaje de abordaje de la playa y retener materiales sedimentarios.

Con suficiente longitud y transporte, los diques exentos pueden generar tómbolos o hemitómbolos.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

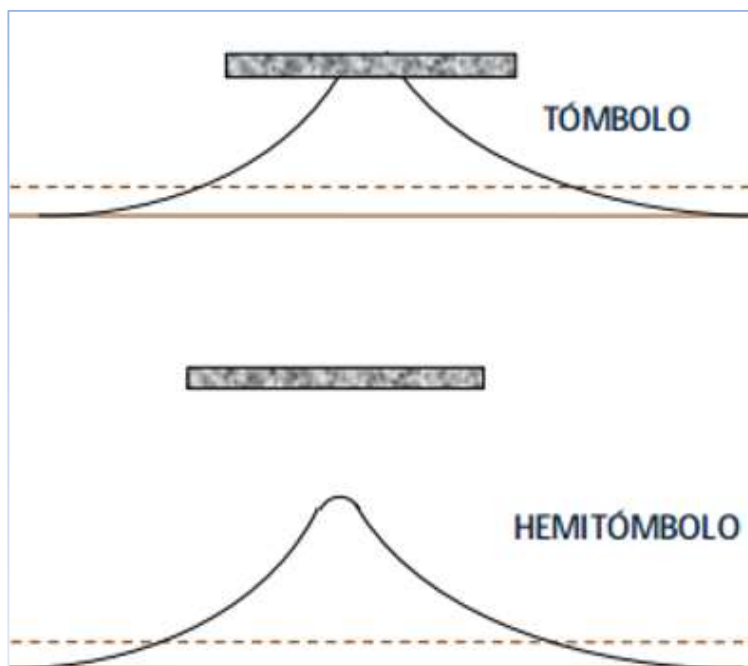


Imagen 2. Formación de Tómbolo y Hemitómbolo.

Además de estos diques exentos o rompeolas, existen tres tipos más diferentes de obras exentas.

- Diques de pie: Estructuras construidas en paralelo a la línea de costa, por debajo del nivel medio del mar, continua o discontinua, con el objeto de apoyo de una alimentación artificial, formando playas sustentadas.
- Diques arrecife: Construidos a mayores profundidades, reduciendo la lámina de agua libre reduciendo la energía del oleaje.
- Isla artificial: Pequeños diques exentos, similar proporción de longitud y anchura, planta circular, comportamiento similar al dique exento.

2.2. Técnicas no estructurales

2.2.1. Alimentación artificial

Obra de regeneración en playa seca que consiste en aportar arenas o gravas en una zona localizada de la playa, hasta alcanzar la situación original, o definir en diseño la anchura óptima de la playa.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

Existen dos modos de suplir el déficit de aportación natural en un punto concreto de la costa, en función de la procedencia del material a emplear:

- 1) Mediante la utilización de sedimentos que están presentes en el sistema litoral, y que toman parte en los procesos litorales, desde los cauces hasta el pie de las playas existentes en la costa. En este supuesto, no se añade al sistema litoral ninguna masa neta de sedimentos, sino que se redistribuye la existente, llevando el material apropiado de unas zonas a otras en función de las necesidades.
- 2) Mediante la aportación de áridos ajenos al sistema litoral y a la dinámica sedimentaria costera. En este supuesto, sí que se añade al sistema litoral un cierto volumen neto de sedimentos.

2.2.2. Regeneración dunar

Actuación localizada en playa seca en la Zona Marítimo Terrestre, cuyo objetivo es recuperar un espacio litoral, perdido por la acción erosiva del oleaje y el viento o por actuaciones antrópicas. Es decir, recuperar el escarpe de la playa, cuando este ha desaparecido por las razones apuntadas anteriormente, o crearlo artificialmente para evitar la invasión, de los terrenos anexos a la playa, por el agua del mar en caso de temporales.

2.2.3. Revegetación

Como añadido a la regeneración dunar, se procede a su fijación mediante plantaciones de especies dunares que, en estado natural, son las responsables de la formación y mantenimiento de las dunas. Esta actuación tiene por objeto devolver al sistema la cubierta vegetal que, por diversos motivos, ha desaparecido en ciertas zonas.

2.2.4. Retirada

Desplazar físicamente las instalaciones situadas junto a la costa, hasta una posición fuera de peligro de los efectos causados por la recesión de la línea costera.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

La eliminación de los elementos rígidos permite la recuperación de formas y procesos naturales.

3. Criterios de valoración

En este epígrafe se definen los distintos criterios que se van a utilizar en el análisis de alternativas y el peso de cada uno de ellos en la valoración final.

3.1. Criterio funcional

Evalúa la alternativa en relación al grado en que se resuelve la problemática existente en la zona de actuación. Se adoptará una escala de 0 a 10 de la siguiente manera:

Criterio funcional	
Valoración	Solución
10	Resuelve la problemática óptimamente
6,6	Resuelve la problemática de buena forma
3,3	Resuelve la problemática parcialmente
0	No resuelve la problemática

3.2. Criterio Medioambiental

Evalúa la alternativa en relación al impacto ambiental que supone para la zona de actuación y sus alrededores. Se adoptará una escala de 0 a 10 de la siguiente manera:

Criterio medioambiental	
Valoración	Solución
10	Nulo impacto ambiental
6,6	Poco impacto ambiental
3,3	Alto impacto ambiental
0	Inadmisible ambientalmente

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

3.3. Criterio estético

Evalúa la alternativa en relación al impacto visual y a la condición de atracción turística de la cala al final de la actuación. Se adoptará una escala de 0 a 10 de la siguiente manera:

Criterio estético	
Valoración	Solución
10	Muy agradable para el usuario
6,6	Agradable para el usuario
3,3	Indiferente
0	Desagradable para el usuario

3.4. Criterio económico

Evalúa la alternativa en relación al coste total requerido para realizar todos los procesos de la alternativa. Se adoptará una escala de 0 a 10 de la siguiente manera:

Criterio económico	
Valoración	Solución
10	Mínima inversión
6,6	Poca inversión
3,3	Alta inversión
0	Inaceptable inversión

En cuanto al peso que cada criterio tendrá sobre la elección de la alternativa óptima será el siguiente:

	Criterio funcional	Criterio Medioambiental	Criterio estético	Criterio económico
Peso	40%	15%	25%	20%

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

De esta manera, el resultado final (R.F.) para cada alternativa se calculará mediante la siguiente expresión:

$$R.F. = 0.4 \times C.Func + 0.15 \times C.Med + 0.25 \times C.Est + 0.2 \times C.Econ$$

4. Alternativas

4.1. Alternativa 0. No actuación

Esta alternativa consiste en no realizar ninguna actuación sobre la zona en cuestión, dejando la cala en su situación y estado actual. Esta alternativa siempre hay que tenerla en cuenta en los proyectos de regeneración costera, pues a veces no hacer nada es la actuación más favorable.

No es así en nuestro caso, pues no realizar ninguna mejora en la zona de actuación no solucionará el problema de la erosión. La valoración que damos a la Alternativa 0 según los criterios antes definidos es:

- Criterio Funcional: No resuelve la problemática. Valoración 0.
- Criterio Medioambiental: Poco impacto ambiental. Si continua la erosión, la cala continuará desapareciendo lo cual es negativo para el hábitat marino y terrestre. Valoración 6,6.
- Criterio Estético: Indiferente. La zona de la cala está en condiciones de abandono considerables, por lo que la no actuación no supondrá ningún tipo de mejor a nivel estético. Valoración 3,3.
- Criterio Económico: La inversión será nula, pero de seguir la erosión en la ladera izquierda de la cala, es muy probable que se tenga que actuar en un futuro, con mayores costes y riesgos que los actuales. Valoración 6,6.

	C.Func (40%)	C.Med (15%)	C.Est (25%)	C.Econ (20%)	R.F.
Alternativa 0	0	6.6	3,3	6.6	3.135

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

4.2. Alternativa 1. Alimentación artificial

Esta alternativa, como se ha comentado anteriormente, consiste en aportar arenas o gravas en una zona localizada de la playa o en toda su longitud, con el objetivo de retornar a la situación original o definir en diseño un ancho óptimo que garantice la estabilidad de la línea de costa y el uso de la misma como zona de ocio.

En situaciones normales para una playa recta de arena, el ancho recomendable y necesario de la playa oscila entre los 45 y los 55 m. Tratándose nuestro caso de una cala de grava, de reducidas dimensiones, consideramos que un ancho de 25 m. en la zona central, es suficiente para asegurar la condición de la playa como defensa costera y a su vez, servir de zona de ocio para los usuarios.

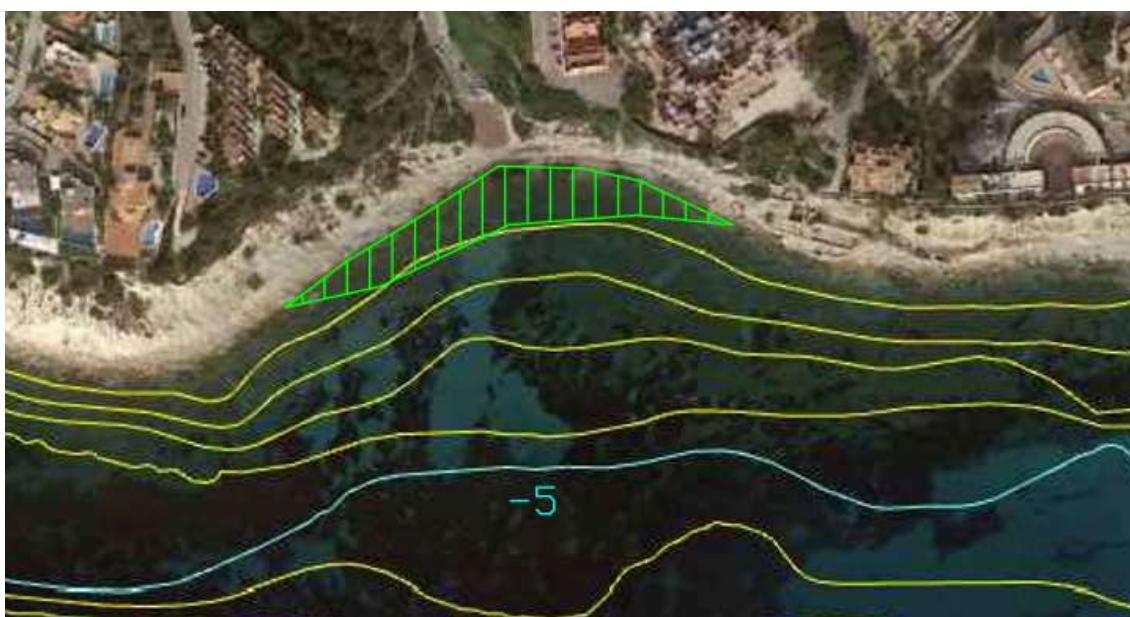


Imagen 3. Alimentación artificial

La valoración de la Alternativa 1 según los criterios definidos anteriormente es:

- Criterio Funcional: Resuelve la problemática de forma óptima, ya que se recupera la condición de defensa costera. Además, tratándose de una alimentación de gravas, cuyo mayor diámetro medio dificulta en mayor grado el transporte litoral, se asegura a largo plazo la estabilidad de la zona. Valoración 10.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

- Criterio Medioambiental: Poco impacto ambiental. En el caso de que se decidiera realizar la alimentación con cantos rodados de río o de cantera, el aporte neto de material sería positivo y se tendría cierto impacto ambiental al introducir en la dinámica litoral, áridos exógenos. Valoración 6,6.
- Criterio Estético: Muy agradable para el usuario. Se recupera la cala en anchura suficiente para el disfrute de los usuarios. Valoración 10.
- Criterio Económico: Poca inversión. Valoración 6,6.

	C.Func (40%)	C.Med (15%)	C.Est (25%)	C.Econ (20%)	R.F.
Alternativa 1	10	6.6	10	6.6	8.81

4.3. Alternativa 2. Dique Exento

Como se ha comentado anteriormente, un dique exento representa una defensa costera longitudinal englobada en las conocidas como obras duras. Dichas obras duras deben evitarse en la medida de lo posible debido a que sus efectos son irreversibles y son además, de difícil desmantelamiento. No obstante, en casos donde la erosión amenaza con crear riesgos para las edificaciones tras la línea de costa, es conveniente analizar este tipo de alternativas.

Se propone la creación de un dique exento de 80-100 m de longitud y anchura 6 m en coronación a 150 m de distancia en la zona central de la cala.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

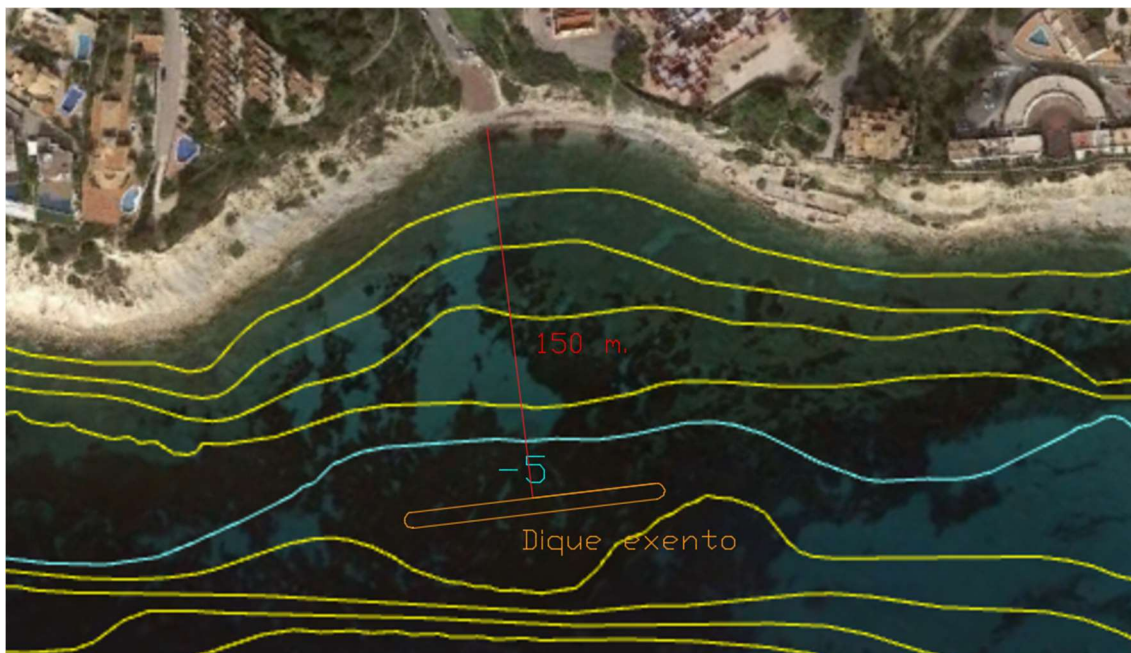


Imagen 4. Dique exento

La Valoración de la Alternativa 2 según los criterios definidos anteriormente es:

- Criterio Funcional: Resuelve la problemática de buena forma. El dique exento reducirá significativamente el poder erosivo del oleaje sobre la cala y favorecerá el depósito de sedimentos naturales en su trasdós y en la zona de la playa, pudiendo crear un hemitómbolo a largo plazo. No obstante, no soluciona de forma urgente la problemática erosiva en la cala, lo que no supondrá la restauración de la playa como defensa costera en el corto plazo. Valoración 6,6.
- Criterio Medioambiental: Alto impacto ambiental. El dique exento supondrá un impedimento para el normal funcionamiento de la fauna marina afectando, como se puede apreciar en la imagen posterior, a la posible posidonia oceánica de la zona. Valoración 3,3.
- Criterio Estético: Desagradable para los usuarios. Los usuarios no observan una mejora en la estética de la cala, además de suponer un obstáculo visual. Valoración 0.
- Criterio Económico: Alta inversión. Tratándose de un dique exento con una gran anchura en la base y a profundidad considerable, se necesitaran grandes cantidades de materiales y siendo además, de

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

difícil acceso por medios terrestres. Se considera esta alternativa como de gran coste. Valoración 3,3.

	C.Func (40%)	C.Med (15%)	C.Est (25%)	C.Econ (20%)	R.F.
Alternativa 2	6.6	3.3	0	3.3	3.795

4.4.Alternativa 3. Dique exento sumergido.

De forma análoga al dique exento, esta alternativa propone la construcción de un dique sumergido a 150 m. de distancia del centro de la cala y de 100 m de longitud. El impacto visual y medioambiental de este dique será menor al superficial. No obstante, su poder depresivo del oleaje también lo será, reduciendo en menor grado la erosión del oleaje en la cala.



Imagen 5. Dique exento sumergido

La Valoración de la Alternativa 3 según los criterios definidos anteriormente es:

- Criterio Funcional: Resuelve la problemática parcialmente. Reducirá parcialmente la erosión del oleaje en la zona de la cala y aumentará la sedimentación. No obstante, no restaura la condición de defensa

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

costera de la línea de costa de manera urgente, ni favorece la creación de una cala de anchura suficiente para la condición de ocio.

Valoración 3,3.

- Criterio Medioambiental: Alto impacto ambiental. Supondrá un impedimento para el normal funcionamiento de la fauna marina en la zona, pero en menor grado que el dique exento debido al menor volumen de materiales colocados bajo el nivel del mar.
Valoración 3,3.
- Criterio Estético: Desagradable para los usuarios. Los usuarios no observan una mejora en la estética de la cala, aunque no suponga un obstáculo visual. Valoración 3,3.
- Criterios Económicos: Poca inversión. El volumen de material necesario para su construcción será considerablemente menor que para el dique exento superficial, no obstante, también será complicado el proceso constructivo mediante métodos terrestres por lo que se necesitará cierta inversión en maquinaria marina especializada.
Valoración 6,6.

	C.Func (40%)	C.Med (15%)	C.Est (25%)	C.Econ (20%)	R.F.
Alternativa 3	3.3	3,3	3,3	6.6	3.96

4.5. Alternativa 4. Alimentación artificial + Dique exento sumergido

Esta última alternativa consiste en combinar la alimentación artificial con cantos rodados de río o gravas de cantera de la Alternativa 1 con el dique exento sumergido de la Alternativa 3.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

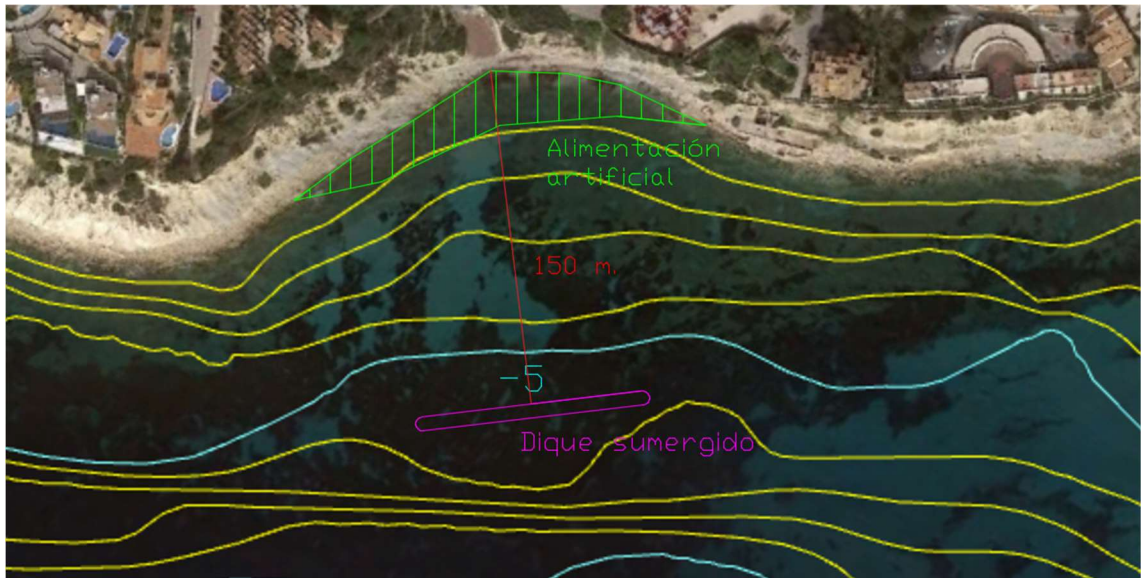


Imagen 6. Alimentación artificial + Dique sumergido

La Valoración de la Alternativa 4 según los criterios definidos anteriormente es:

- Criterio Funcional: Resuelve la problemática óptimamente. La combinación de la alimentación artificial y el dique sumergido provocan la disminución de la capacidad erosiva del oleaje tanto a corto como a largo plazo. Además, análogamente a lo expuesto en la Alternativa 1, la alimentación artificial recupera la condición de defensa costera de la playa y su condición de zona recreativa. Valoración 10.
- Criterio Medioambiental: Alto impacto ambiental. El dique sumergido supondrá un impedimento para el normal funcionamiento de la fauna marina en la zona, pero en menor grado que el dique exento debido al menor volumen de materiales colocados bajo el nivel del mar. Valoración 3,3.
- Criterio Estético: Muy agradable para los usuarios. Se recupera la cala en anchura suficiente para el disfrute de los usuarios y a su vez, el dique sumergido no supone un obstáculo visual. Valoración 10.
- Criterio Económico: Alta inversión. La combinación del presupuesto necesario para la alimentación artificial y la construcción del dique exento sumergido, supone un alto coste. Valoración 3,3.

Proyecto Básico de defensa de costa en cala la Manzanera en Calpe (Alicante)

	C.Func (40%)	C.Med (15%)	C.Est (25%)	C.Econ (20%)	R.F.
Alternativa 4	10	3.3	10	3.3	7.655

4.6. Tabla resumen de las Alternativas

	C.Func (40%)	C.Med (15%)	C.Est (25%)	C.Econ (20%)	R.F.
Alternativa 0	0	6.6	3.3	6.6	3.135
Alternativa 1	10	6.6	10	6.6	8.81
Alternativa 2	6.6	3.3	0	3.3	3.795
Alternativa 3	3.3	3.3	3.3	6.6	3.96
Alternativa 4	10	3.3	10	3.3	7.655

4.7. Conclusión.

La alternativa más óptima siguiendo los criterios que se han establecido para el análisis de las distintas actuaciones es la Alternativa 1. Alimentación artificial, con un Resultado Final de 8,81 sobre 10.

Se puede observar como la Alternativa 4. Alimentación artificial + Dique sumergido, es la segunda alternativa más adecuada para la problemática existente, con un Resultado Final de 7,655 sobre 10. El impacto que el dique sumergido puede tener tanto a nivel ambiental como a nivel de coste total, no es suficiente para compensar el efecto favorable que pueda tener sobre la erosión del oleaje en la cala que ya de por sí, se ha supuesto muy positiva tan solo con la alimentación artificial, debido al ser una alimentación de áridos de diámetro medio considerable.